

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforelleneie.

Von

Dr. **Josef Oelliacher**,
Prosector und Privatdocent in Innsbruck.

Mit Tafel **XXXII. XXXIII.**

I.

Das unbefruchtete reife und das befruchtete Forellenei vor der Furchung.

Das Forellenei ist, wenn es den Follikel verlässt, von einer verhältnissmässig dicken und widerstandsfähigen Hülle umgeben, der Eischale. Der Inhalt — Keim und Nahrungsdotter — füllt den von der Eischale umgrenzten Raum nicht völlig aus, wesshalb die letztere an einem eben angestreiften Forelleneie nicht prall gespannt erscheint. Kaum ist aber das Ei einige Secunden unter Wasser, so schwillt es sofort auf, die Schale wird prall und das ganze Ei stellt einen durchscheinenden, unregelmässig kugeligen, sehr elastischen, weisslich gelblichen oder röthlichen Körper dar. Dieses Aufquellen der Eier hat seinen Grund, wie bekannt, in einer raschen Imbibition mit Wasser, dem in den zahllosen, dicht aneinander stehenden Porencanälchen der Eischale tausende von mikroskopischen Wegen in das Innere des Eies geöffnet sind. Ausser diesen mikroskopisch kleinen Canälen steht aber dem Eindringen des Wassers in das Ei noch die verhältnissmässig weite Mikropyle zu Gebote, durch welche gerade noch mit freiem Auge sichtbare Oeffnung die Spermatozoiden bei der Befruchtung in die Eischalenhöhle bineingerissen werden. Der Inhalt des Eies wird jedoch durch das eindringende Wasser bloß gespült, er imbibirt sich nicht selbst mit Wasser. Dass dem so sein muss, lehrt ein einfacher Versuch, den

schon Vogt am Ei des *Coregonus Palea* angestellt hat¹⁾. Zerreisst man nämlich ein Ei unter Wasser, so wird der als eine zähe, durchscheinende, schwach gelbliche Masse ausfliessende Dotter sofort coagulirt und weiss wie Milch. Die Dottersubstanz verträgt also die Berührung mit Wasser nicht ohne erhebliche Veränderungen einzugehen; wenn daher trotzdem Wasser in das Ei eindringt, so muss der Dotter vor der Berührung mit demselben durch eine wasserdichte Schichte geschützt sein. Dieser Schutz wird durch eine zweite oder innere Haut bewerkstelligt, die ich die Dotterhaut nennen will, und welche somit als ein geschlossener Sack den Dotter allseitig umgeben muss. Eine solche Dotterhaut scheint bisher von vielen Autoren und zwar im Sinne einer structurlosen Membran angenommen worden zu sein. So sagt Vogt (l. c.), dass eine solche, den Dotter und den Keim überkleidende structurlose Membran am Eie des *Coregonus* existire und vor dasselbe ins Wasser kommt, der Schalenhaut innig anliege. Nachher werde sie durch das eindringende Wasser abgehoben und entferne sie sich von der Schalenhaut. AUBERT (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V, 1854, p. 95) sagt vom Hechtei: »Der Dotter wird von einer ganz feinkörnigen, sonst structurlosen Haut überzogen.« LEUCKART (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1855, p. 258 u. 262) dagegen gesteht, eine solche eigentliche Dotterhaut nicht finden zu können und ist geneigt, sie für die Eier der Forelle, des Barsehes und Hechtes zu leugnen. (Wahrscheinlich auf missglückte Isolationsversuche hin am frischen Eie.) Ebenso sagt REICHERT²⁾: »Alle meine Bemühungen, noch eine andere Hülle an ihrer (der Eischale) Innenfläche aufzufinden, sind gescheitert.« Dagegen nimmt er am Follikelei in frühen Perioden eine glashelle, unmessbar dicke, homogene und körnerlose Dotterhaut an, auf die sich die innere Haut der Eischale vom Eie her in der Weise von Verdickungsschichten absetze. — Aus dem Resultate meiner Untersuchungen wird hervorgehen, dass AUBERT, ähnliche Verhältnisse im Hechteie wie im Forelleneie vorausgesetzt, der Wahrheit am nächsten war. Legt man ein frisch ausgestreiftes Forellenei, ohne es mit Wasser in Berührung gebracht zu haben, auf ein oder zwei Stunden in eine Lösung von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ % Goldchlorid, so kann man, wenn es hierauf unter Wasser zerrissen wird, durch Beuteln desselben mittelst einer Pincette, den coagulirenden

1) Embryologie des Salmones, in AGASSIZ Histoire naturelle des poissons d'eau douce de l'Europe centrale 1842.

2) Ueber die Mikropyle der Fischeier und über einen bisher unbekanntem, eigenthümlichen Bau des Nahrungsdotters reifer und befruchteter Fischeier (Hecht!). Archiv für Anat. u. Physiol. von JOH. MÜLLER 1856. p. 92 u. 93.

Dotter wegschwemmen, wobei sich die Dotterhaut in grossen Fetzen von der Eischalenhaut trennt und so vollkommen isolirt erhalten wird.

Die so präparirte Haut nimmt nach einiger Zeit in schwach angesäuertem Wasser ein zierliches Aussehen an. Sie wird schön violett und zeigt eine Unzahl kleinerer und viele grössere, rundliche, mehr farblose, helle Flecke. Diese Flecke rühren von Fetttropfen her, welche der Haut nicht etwa oberflächlich anhaften, sondern, wie auf Durchschnitten leicht zu constatiren ist, in die Substanz derselben eingeschlossen sind, die dadurch stellenweise eine ziemliche Dicke erlangt. Im Uebrigen erscheint die Haut mehr homogen oder leicht körnig. Was die Fetttropfen anlangt, so sind dieselben am frischen Ei im durchfallenden Lichte über die ganze Oberfläche des Dotters zerstreut und an ihrem charakteristischen Aussehen als solche kenntlich. Es sind dieselben Fetttropfen, die von STRICKER ¹⁾ an Eiern, die in Chromsäure erhärtet wurden, rings um den Keim als fetttropfenartige Kugeln beschrieben worden sind; hier dürften sie durch die Wirkung des Erhärtungsmittels aus der sich zusammenziehenden Dotterhaut ausgetrieben worden sein, da sie frei auf der Oberfläche des Dotters zu liegen scheinen.

Was den Nahrungsdotter anlangt, so erscheint derselbe an Eiern, die in sehr verdünnter Chromsäurelösung ($\frac{1}{4} \%$) 24 Stunden gelegen sind, auf Durchschnitten, als eine homogene Masse, in welche mitunter eine nicht unbeträchtliche Anzahl mässig enger, stellenweise leicht ausgebauchter Canäle eingegraben ist. Diese münden an der Oberfläche der Dotterkugel unter der Dotterhaut und dringen von hier aus verschieden tief radiär in die erstere ein. Solcher Canäle erwähnt schon REICHERT ²⁾ vom Hechtei, das er einer Behandlung mit 2procentiger Chromsäurelösung unterworfen hatte. Womit diese Canäle erfüllt sind, kann ich nicht angeben. Auf Durchschnitten, welche mit Nelkenöl aufgehellt sind, erscheinen sie wie leer oder wenigstens mit einer völlig durchsichtigen, farblosen Substanz erfüllt.

Sehr stark erhärtete Dotter, welche einen Tag lang in $\frac{1}{2}$ —4procentiger Chromsäurelösung gelegen sind, lassen auf Bruchflächen ein radiäres, strahliges Gefüge erkennen. Ein solches wurde von REICHERT ebenfalls am Hechtei entdeckt und bringt er dasselbe mit den oben erwähnten, die Dotterkugel annäherungsweise radiär durchziehenden Canälen in Zusammenhang. Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass die Canäle, sowie das strahlige Gefüge der erhärteten Dotterkugel

1) Untersuchungen über die Entwicklung der Bachforelle. Sitzungsberichte der Wiener Academie, math. naturwissensch. Classe 1865. Bd. 51. II.

2) l. c.

eigenthümlichen Structurverhältnissen des frischen Dotters ihren Ursprung verdanken. Ich wage es jedoch nicht, zu entscheiden, worin dieselben begründet sind und was am erhärteten Dotter Kunstproduct ist, was den natürlichen Verhältnissen entspricht. Es scheint mir, dass das Vorkommen und die Anzahl der Canäle zu sehr variire, als dass ich die Strahlung auf der Bruchfläche der Dotterkugel ohne Weiteres für den Ausdruck der radiären Canäle erklären möchte.

Ich habe bisher von drei Theilen des Eies gesprochen, der Eischale, der Dotterhaut und dem Nahrungsdotter. Es befindet sich ausser denselben im Eie noch der Keim, der, obwohl von Elementen des Nahrungsdotters nie ganz frei von diesem letzteren, doch wesentlich verschieden ist, indem er, wie STRICKER¹⁾ gezeigt hat, zu einer gewissen Zeit (nach der Befruchtung) dem Dotter als ein amoeboider Protoplasmakörper an einer Stelle aufliegt. Ich kannte den Keim in dieser Form schon lange aus den verschiedensten Stadien der befruchteten wie der unbefruchteten Eier, wenn dieselben eine Zeitlang im Wasser gelegen sind; am soeben ausgestreiften und schon mit Wasser imbibirten Eie sieht man denselben jedoch noch nicht. Die Stelle aber, an der er in kürzester Zeit als eine dunklere, sehr durchscheinende Wolke von wenig scharfer Begrenzung erscheint, sobald das Ei befruchtet oder nicht befruchtet in das Wasser gekommen ist, verräth sich sehr bald durch eine stärkere Anhäufung der Fetttropfen²⁾. Die Fetttropfen sind an der betreffenden Stelle wie zu einer kreisförmigen Scheibe angeordnet, sehr bald bemerkt man nun, dass dieselben nur an der Peripherie der Scheibe der Dotterhaut an- oder doch naheliegen, während sie gegen die Mitte zu immer mehr in die Tiefe zurückweichen und sozusagen in ihrer Totalität eine Schüssel bilden oder eine ähnliche Grube im Dotter von der Form eines Kugelschalensegmentes auskleiden. In dieser Schüssel wird bald eine dunkle, wie leicht bräunliche Wolke sichtbar — der Keim. Die Masse desselben führt häufig langsame Bewegungen aus, die darin bestehen, dass der vorderhand biconvexe Keim ohne vorerst mit seiner freien Oberfläche über das Niveau der Dotterkugel hervorzutreten sich abwechselnd zusammenzieht und ausdehnt. Hierbei wird bald seine

1) Beiträge zur Kenntniss des Hühnereies; Sitzungsberichte der Wiener Acad., math. naturwissensch. Classe 1866, Bd. 54, Heft 1.

2) Dass der Keim auch in unbefruchteten Eiern auf dem Dotter sichtbar wird, sobald sie in das Wasser gekommen sind, hat schon VOET am Eie von *Coregonus Palea* beobachtet (l. c.) LEREBoullet giebt dasselbe vom Hechtei an. *Recherches d'Embriologie comparée sur le développement du Brochet, de la Perche et de l'Écrevisse. Annales des sc. nat. IV. Sér. Zool. T. I. 1854.*

Tiefe bedeutender und seine Ausdehnung auf der Oberfläche der Dotterkugel geringer, während er sich in den Dotter mehr zu versenken scheint oder seine Tiefe nimmt ab, er breitet sich auf der Oberfläche mehr aus und tritt gewissermaassen, indem er sich abflacht, aus dem Innern der Dotterkugel mehr heraus. Bei allen diesen Bewegungen folgt ihm der Dotter, zunächst die zwischen ihm und diesem angehäuften Fettkugeln, vollkommen genau, so dass man oft aus der veränderten Convexität der von den Fetttropfen gebildeten Scheibe die Bewegungen des Keimes erschliessen kann, wenn er selbst auch, als zu leichte durchsichtige Wolke, sich an seinen Grenzen noch nicht deutlich genug fixiren lässt¹⁾. Die Lage der Fettkugeln bildet nämlich bald eine flache, weite, bald eine tiefe, enge halbkugelige Schüssel. Ja diese letztere Form kann sich sogar, indem der Rand der Schüssel sich einbiegt und die Dotterkugel wie nabelig eingezogen wird, in die einer Hohlkugel verwandeln, von der man sich ein kleines Segment abgetragen denkt (Fig. 1).

Erhärtet man Eier in diesem Stadium in Chromsäure, so findet man den Keim auf Durchschnitten in einer Grube der Dotterkugel liegen, die zunächst von den besprochenen Fetttropfen ausgekleidet wird. Seine freie Oberfläche ist ganz in einer Flucht mit der Oberfläche der Dotterkugel oder nur wenig über dieselbe erhaben²⁾. In dem zuletzt beschriebenen Falle liegt der Keim ganz in die Dotterkugel zurückgezogen in der Dottergrube und ragt mit einem kleinen Hügelchen am Grunde einer nabelförmigen Vertiefung der erstoren empor (Fig. 1 a).

Im weiteren Verlaufe des ersten Tages nimmt der befruchtete Keim eine andere Gestalt und eine andere Lage zum Dotter an. Während er vorher mit seiner bedeutenderen Convexität im Dotter steckte (diese also gegen das Eicentrum gewendet war) und seine weniger convexe

1) Schon REICHERT leitete (l. c.) das Sichsammeln eines grossen Theiles der Fetttropfen an einem Punkte des Hechteies, sobald dasselbe ins Wasser kommt, von dem an dieser Stelle sich zusammenziehenden Bildungsdotter ab.

2) Man vergleiche die Abbildungen Fig. 4, 2 u. 3, welche Flächenansichten und Fig. 5, 9' u. 10, welche Durchschnitte solcher Keime — allerdings aus einer andern Periode vor der völligen Reife des Eies — darstellen, aus einer Zeit, in welcher das Keimbläschen ausgestossen wird, in meiner Abhandlung: Beiträge zur Geschichte des Keimbläschens im Wirbelthiereie. Arch. f. mikroskop. Anat. von MAX SCHULTZE, Bd. VIII, Heft 4, 1874. An solchen beinahe reifen Eiern beschreibt auch LEREBoullet in seiner Abhandlung: Recherches d'Embryologie comparée sur le développement de la Truite du Léopard et du Linnée (Ann. des sc. nat. IV. Sér. Zool. T. XVI, 1864, p. 449) eine kleine Scheibe an der Oberfläche des Eies von weisser Farbe, die man mit Nadeln leicht ablösen konnte.

Oberfläche nach aussen sah, kehrt sich dieses Verhältniss jetzt um. Der Keim wird aus der Dotterkugel noch mehr herausgehoben und die Dottergrube (wie ich die Grube, in der er liegt, nennen will) wird flach, tellerförmig und weiter. Der Keim dehnt sich jedoch nicht dem entsprechend auf der Oberfläche der Dotterkugel aus, sondern jemehr seine gegen das Eicentrum gewendete Convexität sich abplattet, desto mehr nimmt die Convexität seiner freien peripheren Oberfläche zu; endlich liegt er wie ein schwach gewölbter Kuchen in einer flachen Schüssel und überragt die Oberfläche der Dotterkugel mehr oder weniger bedeutend. Man kann jetzt von einer flachconvexen Basis des Keimes sprechen, mit der er dem flachconcaven Boden der Dottergrube aufliegt und von einer nach aussen sehenden, stärker gekrümmten Oberfläche (vergl. die Figg. 3, 4, 5, und die Durchschnitte Fig. 17, 27 und 28). Die Hohlkante, mittelst welcher die Oberfläche des Keimes auf die der Dotterkugel übergeht, ist zuerst stumpfwinkelig¹⁾. Wenn aber der Keim sich so zusammenzieht, dass seine Basis sich verkleinert, seine Oberfläche breiter wird als diese und sich noch mehr wölbt, so kann der Winkel jener Hohlkante auch ein spitzer werden. Der Keim sieht dann fast aus, als sei er im Begriffe, sich von seiner Unterlage abzuschneiden. Die Figg. 5 u. 27 geben annäherungsweise einen solchen Keim wieder. In dieser eigenthümlichen Form fand ich einmal den Keim an mehreren Eiern, welche ich gleichzeitig 24 Stunden nach der Befruchtung dem Brutapparate entnommen und in Chromsäure erhärtet hatte. Nur war er an seiner Basis viel tiefer eingeschnürt als in der Fig. 27.

Der Unterschied in den beiden geschilderten Formen und Lageverhältnissen des Keimes ist am frischen Ei leicht zu constatiren, wenn man es so lagert, dass der Keim genau im Profil gesehen wird. Man sieht dann einmal an der Peripherie der Dotterkugel nach aussen von der concaven Scheibe der Fetttropfen eine dunklere Stelle und wenn man mit dem Tubus höher oder tiefer geht, also unter oder über den horizontalen Aequator des Eies einstellt, so erscheint der Keim durch die Schichte von Fetttropfen hindurch als biconvexer, dunkler Körper, dessen äussere Oberfläche mit der der Dotterkugel eine Flucht bildet, das andere Mal ragt derselbe über die an seiner Basis etwas eingezogene Dotterkugeloberfläche als dunkler, scharf begrenzter, mehr oder weniger convexer Hügel hervor. In diesem letzteren Falle bleibt dann rechts und links zwischen Keimhügel, Eischale und Dotterkugel je ein dreieckiger hohler Raum über.

1) STRICKER beschreibt diese Hohlkante als »Rinne« (l. c. Entwicklung der Bachforelle.)

Wenn der Keim die zuletzt beschriebene Form und Stellung zum Dotter angenommen hat, ist er jedoch, im Anfange wenigstens, ebenso wenig in Ruhe, als vorher; vielmehr führt derselbe häufige Contractionen aus, die seine Form total oder partiell verändern. Beobachtet man den befruchteten Keim in diesem Stadium auf der Oberfläche in nicht zu starkem, durchfallendem Lichte, — am besten so, dass man das Licht einer Gasflamme auf den Beleuchtungsspiegel fallen lässt und von da aus schief auf die untere Fläche des Eies reflectirt, ferner durch ein passendes Diaphragma alle Strahlen, die nicht durch das Ei selbst gehen, abhält, endlich alles Oberlicht abwehrt, und das Auge selbst mit der Hand vor störenden Lichtquellen schützt, — so sieht man den Rand des Keimes oft deutlich genug, um an ihm verschiedene Unregelmässigkeiten beobachten zu können. Der Keim erscheint, von oben gesehen, entweder als ganzrandige runde Scheibe oder verschiedenartig gekerbt und gelappt. Bei fortgesetzter aufmerksamer Beobachtung sieht man dann in günstigen Fällen deutlich die Form des Keimes sich verändern. Die Buckeln an demselben nehmen an Grösse ab oder zu oder verschwinden auf einer Seite, während auf der andern einer oder mehrere neue entstehen. Das ganze Phänomen macht den Eindruck, als sei die Masse des Keimes in continuirlicher Verschiebung ihrer Theile begriffen. Die Fig. 3 stellt einen solchen Keim dar mit höckeriger Oberfläche und lappigem Rande, den der Tod in der Chromsäure erreichte, bevor er sich zu einem einförmigen Klumpen zusammenziehen konnte.

Dieses Spiel treibt der Keim eine geraume Zeit lang fort, jedenfalls bis über die 12. Stunde nach der Befruchtung — soweit habe ich wenigstens meine Beobachtungen ausgedehnt. Einige Stunden vor der Furchung jedoch scheint derselbe zu ruhen oder doch sehr träge zu sein.

An Chromsäurepräparaten zeigt der Keim während des ersten Brüttagcs oft ganz eigenthümliche Formen. So sah ich ihn ein paar Mal in der Mitte zu einem stumpfspitzigen Hügel erhoben (cf. Fig. 4), andere Male trug er in der Mitte einen kolbigendenden dicken runden Stiel (Fig. 2), und wieder andere Male einen oder mehrere grössere knospenartige Buckel (Fig. 5 n) und daneben oft eine Anzahl ganz kleiner (Fig. 5 α , β).

Man könnte mir einwerfen, dass alle diese verschiedenen Formen, in denen ich den Keim an in Chromsäure erhärteten Eie beobachtete, Kunstproducte seien und dass ich demnach kein Recht hätte, dieselben für Zustände, wie sie dem lebenden Keime zukamen, auszugeben. Ich kann allerdings nicht beweisen, dass der Keim, wenn er in eine diluirte

Lösung von Chromsäure gebracht wird, seine Form gar nicht mehr ändere, sondern sofort erstarre. Ich kann also nicht behaupten, dass die Bilder, die ich an erhärteten Keimen gesehen habe, noch vollkommen denen entsprechen, welche die betreffenden Keime kurz vor der Erhärtung während ihres Lebens geboten hätten. Ein Vergleich des Bildes vor und nach der Erhärtung ist deshalb belanglos, weil man die Form des frischen Keimes nicht in allen Einzelheiten mit der erforderlichen Deutlichkeit wahrnimmt. Ich gebe aber Folgendes zu bedenken: die Formen, welche ich von erhärteten Keimen abgebildet habe, entsprechen ganz denen frischer Keime, soweit ich dieselben wenigstens ab und zu, theils durch sorgfältige Beobachtung der Oberfläche im Profil oder des Randes bei der Flächenansicht constatiren konnte. Ueberdies darf ich nicht unerwähnt lassen, dass ich öfter unter einer ganz kleinen Anzahl von Eiern (10—15), welche ich zur gleichen Zeit ohne bestimmte Auswahl dem Brutapparate entnommen habe, mehrere Keime fand, welche ganz ähnliche Formen zeigten und zwar gerade mitunter sehr auffallende und prägnante. Es lässt dies fast vermuthen, dass der Keim in gewissen Phasen seiner Entwicklung, die allerdings zeitlich kaum zu bestimmen sein dürften, bestimmte Formen annimmt oder bestimmte Arten von Formveränderungen ausführt.

Als ich an die Untersuchung der ersten embryonalen Veränderungen ging, warf ich mir die Frage auf, wie verhält sich der Keim zum Nahrungsdotter und zur Dotterhaut, besonders bevor er ins Wasser kommt, so wie während des ersten Brüttagcs und im Beginne der Embryonalzellenbildung. Um diese Frage zu lösen, streifte ich zuerst reife Forelleneier direct aus dem Leibe des Weibchens in Chromsäure. Ich erwartete nach der Erhärtung den Keim, wie bei Eiern, die einige Zeit im Wasser gelegen, als einen gelblichen Fleck durch die Eischale schimmern zu sehen, allein vergebens; ebenso wenig sah ich den Keim nach Abziehung der Eischale. Ich mochte die Eier drehen und wenden wie ich wollte, nirgends sah ich eine compacte, lichter gefärbte Masse dem Dotter aufliegen oder in denselben eingesenkt, die ich für den Keim hätte halten können. Und doch wusste ich von einem solchen frisch ausgestreiften und nahezu reifen Eie, an dem ich das erste Stadium der Elimination des Keimbläschens beobachtete ¹⁾, dass der Keim zu einer gewissen Zeit auch ohne, dass das Ei ins Wasser gekommen

1) Siehe meine citirte Abhandlung im Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. VIII, Fig. 5

war, als eine dicke, compacte Masse eine Grube im Dotter erfüllt, ganz wie ich dies oben an Eiern vom Beginn des ersten Brütages beschrieben habe. Meist fand ich an den in Rede stehenden erhärteten Eiern auch von der Dottergrube keine Spur, selbst auf den vollkommensten Serien successiver Schnitte durch das Ei sammt seiner Schale. Die Dotteroberfläche zeigte ein zerfressenes Aussehen; indem eine rundliche, von den Fetttropfen herrührende Bucht an der andern lag. Ueber dieselben hinweg spannte sich die als Dotterhaut beschriebene Schichte, die, wo sie den Dotter berührte, mit ihm mehr oder weniger innig zusammen hing. Einige Male sah ich allerdings an der Peripherie solcher Schnitte eine grössere, flachconcave buchtige Einsenkung, die ich für die Dottergrube zu halten geneigt war, allein über dieselbe schien sich wieder nichts, als die bereits geschilderte Dotterhaut hinwegzuspannen, welche durch Fäden mit den Zacken des buchtigen Bodens der Grube zusammenhing¹⁾. Schon glaubte ich mich mit der Anschauung Coste's²⁾ befreunden zu müssen, dass der Keim vor der Befruchtung gewissermaassen diffus³⁾ im Dotter enthalten sei, als mir Chlorgoldpräparate plötzlich eine andere Perspective eröffneten. — Hatte ich Forelleneier, welche verschieden lang (bis zu 2 Tage) im Brütwasser gelegen waren und bei denen der Keim noch die Dottergrube erfüllte oder als flachgewölbter Kuchen aus derselben hervorragte, in der oben beschriebenen Weise mit Goldchlorid behandelt, so fand ich stets, dass der, durch Beuteln des zerrissenen Eies mit einer Pincette, unter Wasser isolirte Keim von einem breiten Saume einer dünnen Membran umgeben war, die sich als ein Theil der Dotterhaut erwies. Sie trug dieselben Fetttropfen, wie ich sie früher von der Dotterhaut beschrieben und bei einiger Vorsicht gelang es, diese letztere fast vollständig und in mächtigen Lappen noch mit dem Rande des Keimes in Verbindung zu isoliren. Von der Fläche mit schwachen oder stärkeren Vergrösserungen

1) LEREBoullet scheint am völlig reifen coagulirten Forelleneie ebensowenig den Keim gesehen zu haben; er sagt in seiner citirten Abhandlung: *Recherches d'Embryologie comparée sur le développement de la truite, du Lézard et du Limnée.* (l. c. p. 420): *Vus coagulés, ces mêmes oeufs n'offrent pas à l'un de leurs pôles la tache jaune opaque qui est si apparente dans les oeufs mûrs du Brochet. Seulement les globules huileux se sont accumulés en plus grande quantité vers un des pôles de l'oeuf, ce qui donne une teinte jaunâtre à cette region.*

2) *Origine de la cicatrice ou du germe chez les poissons osseux.* *Comptes rendus.* T. 30. 1850.

3) Ein organisirter Körper könnte nicht »diffus« in einem andern enthalten sein, man hätte sich daher denken müssen, dass der Keim den Dotter oder doch einen Theil desselben in sich aufgenommen hat und sich somit nicht deutlich unterscheiden lasse.

gesehen, schien der Keim an seinem verschmächtigten Rande direct in die Dotterhaut überzugehen, er erschien wie eine linsenförmige Anschwellung ihrer Masse. Auch Querschnitte durch den Keim und dessen saumartiges Anhängsel zeigten, dass die Dotterhaut wirklich ohne einen Grenzcontour in den Keim überging und zwar in der Weise, dass sich ihre Substanz verdickte und ihre oberflächliche fettlose Schichte in die äussere, oberflächliche des Keimes, ihre innere fetttröpfchenhaltige in die unterste Schichte des letzteren sich direct fortsetzte, in der seine Masse (auf Durchschnitten) in jenes die Fetttröpfchen der Dottergrube umfassende Maschenwerk aufgelöst erscheint¹⁾. Dies stimmt ziemlich mit der Aeusserung Vogr's, der vom Keime des *Coregonus* sagt: Ses bords passent insensiblement à la membrane vitellaire, qui a l'air de le recouvrir²⁾. Ebenso stimmt es mit der Angabe KUPFER's, dass bei *Spinachia vulgaris* und *Belone vulgaris* (bei ersterer eine Stunde nach der Befruchtung) der Keim vor der Furchung sich gegen seinen Rand hin so verdünne, dass eine Grenze nicht anzugeben sei³⁾. Einerseits, nämlich was die obere Schichte anlangt, geht die Dotterhaut unzweifelhaft auf den Keim über. Es handelt sich jedoch hierbei nicht etwa um eine dünne, structurlose Membran im Sinne der Zellmembranen, die den Keim bedeckt, sondern die obere Schichte der von mir beschriebenen Dotterhaut setzt sich in die Keimmasse selbst fort. Einen doppelten Contour an der Oberfläche des Keimes konnte ich allerdings mitunter sehr deutlich beobachten, allein an Erhärtungspräparaten ist daraus der Schluss auf eine structurlose Membran bekanntlich noch nicht gerechtfertigt. Die untere Schichte der Dotterhaut geht, wie Fig. 17 zeigt, in jene Schichte über, in welcher sich der

4) Die von mir beschriebene Dotterhaut hat LEREBoullet am befruchteten Eie ebenfalls gesehen, er beschreibt sie vom Eie, das er in angesäuertem Wasser erhärtete, als ein Häutchen, das aber unter dem Keime liege, und demselben nur sehr innig anhafte. Dieses Häutchen umgibt jedoch nach ihm blos $\frac{2}{3}$ oder die Hälfte des Eies. Es entsteht bei der Erhärtung aus der Coagulation einer körnigen formlosen Substanz, die zwischen die Fetttröpfchen der Dotteroberfläche eingelagert ist. Wie ich es oben am reifen unbefruchteten Eie beschrieb, schliesst sie daher die Fetttröpfchen ein, welche aber bei der Erhärtung ausgetrieben werden können und leere Räume zurücklassen. Nach LEREBoullet entsteht diese Haut, wie der Keim selbst durch die Ansammlung seiner éléments plastiques, durch die Anhängung eigenthümlicher Körnchen an der Oberfläche des Dotters. Aus dieser Haut leitet LEREBoullet sein feuillet muqueux ab, aus dem sich der Darm bilden soll. Ausser dieser Haut nimmt LEREBoullet dann noch eine membrane vitelline an, die den Keim überziehen soll.

2) l. c. p. 29.

3) Beobachtungen über die Entwicklung der Knochenfische. MAX SCHULZE'S Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. IV, 4868.

Keim in das besprochene Maschenwerk auflöst, welches die Fetttropfen der Dottergrube einschliesst. Es dürfte hier der Ort sein, die Frage aufzuwerfen, ob und wie weit jenes Maschenwerk dem Keime angehört. Während der Keim noch die Dottergrube erfüllt, ist es oft unmöglich, die Grenze zwischen ihm und dem Dotter anzugeben. Es ist kein Zweifel, dass der Keim mitunter Fetttropfen enthält, und insoferne könnte man geneigt sein, das ganze Maschenwerk zu seiner Masse zu rechnen. An Durchschnitten kann man, wie gesagt, oft keine scharfe Grenze zwischen Keim und Dotter ziehen, nichtsdestoweniger scheinen die zu innerst liegenden Fetttropfen nicht von Keim-, sondern von Dottermasse eingefasst. In andern Fällen dagegen ist die ganze fetttropfenhaltige Schichte von der Hauptmasse des Keimes durch einen deutlichen Contour getrennt. Oberhalb dieses Contours im Keime findet sich dann häufig eine grosse Anzahl kleiner Dottertropfen, unterhalb desselben bloss Dottermasse, die die Fetttropfen umhüllt, oder eine schmale Schichte einer Substanz, welche der des Keimes ähnlich sieht, aber etwas gröber granulirt ist und in jenes Maschenwerk übergeht (Figg. 18, 19, 20 c). Verfolgt man den Contour nach aussen gegen die Eioberfläche, so sieht man ihn mit dem unteren buchtigen Contour der Dotterhaut verschmelzen. Wenn also im ersteren Falle, wo der Keim entschieden noch Fetttropfen enthielt, die Dotterhaut sich theils in die obern Schichten des Keimes, theils in das von ihm ausgehende Maschenwerk fortsetzte, so verliert sich dieselbe hier ausschliesslich in unzweifelhafte Keimmasse. Man sieht also, der Keim kann wie die Dotterhaut einen mehr oder weniger bedeutenden Theil von Fetttropfen in sich einschliessen oder aber von solchen ganz frei sein, in welchem letzterem Falle dieselben völlig in den Dotter zurückgedrängt scheinen. Ob auch die Dotterhaut die in ihr eingeschlossenen Fetttropfen ausstossen oder solche im reifen Eie noch aufnehmen kann, bin ich ausser Stande zu entscheiden, indem ich stets Fetttropfen innerhalb und unterhalb derselben fand¹⁾. So wie ich es eben beschrieben, fand ich das Verhältniss zwischen Keim und Fetttropfen, auch wenn ersterer schon geballt ist. Auch hier ist das Maschenwerk bald in Continuität mit dem Keime, bald von demselben durch einen Contour getrennt, immer aber geht

1) Dafür, dass ein Theil jenes Maschenwerkes, in welchem die Fetttropfen der Dotterkugel liegen, wirklich in gewissen Fällen noch zum Keime gehöre, scheint auch eine Beobachtung KUPFFER's (l. c. p. 214) zu sprechen. KUPFFER fand nämlich bei den Eiern von *Gasterosteus* und *Spinachia*, dass die Fetttropfen insoferne an der Furchung Antheil nehmen, als die Scheibe, welche sie bilden, mit dem Keime gleichmässig zerlegt wird, so zwar, dass, wenn die ersten 8 Segmente abgeschnürt sind, jedes derselben in seiner unteren Hälfte einen dunkeln Fleck zeigt,

die Dotterhaut in den Keim und zwar nur in diesen über. Dieselben Verhältnisse findet man an den Furchungspräparaten, jedoch trifft man hier meistens einen deutlichen Contour. Wo dies nicht der Fall ist, setzt sich die gröber granulirte fetttropfenhaltige Schichte dennoch meist sehr deutlich gegen die übrige Keimmasse ab (vergl. die Fig. 19, 21, 24). Am auffallendsten war mir stets, dass der Keim an seinen Rändern continuirlich in die Dotterhaut übergeht. Ich habe mich hiervon an einer grossen Anzahl von Schnitten durch viele ungefurchte und gefurchte Keime an Chlorgold- wie an Chromsäurepräparaten auf das Bestimmteste überzeugen können. Ja selbst noch in späten Furchungsstadien, wie die Fig. 26 eines zeigt, konnte ich die äussersten, der dem Dotter unmittelbar aufliegenden Furchungselemente sich in derselben Weise in die Dotterhaut fortsetzen sehen. Die Fig. 17 giebt dieses Verhältniss an einem Keime kurz vor der Furchung am deutlichsten wieder. Man sieht hier den Keim auf der rechten Seite sich in ein langes Stück der Dotterhaut fortsetzen.

Demnach muss ich Keim und Dotterhaut für ein zusammenhängendes Ganze halten. Durch meine Chlorgoldmethode gelang es mir ferner, den Keim des reifen Eies zurückzuverfolgen bis auf Stadien, in denen er, als ganz dünne und ausgedehnte Platte, oberflächlich der Dotterkugel aufliegt, bis er endlich in dem frisch ausgestreiften, noch nicht mit Wasser in Berührung gekommenen, aber völlig reifen Eie (nach dem Verschwinden des Keimbläschens!) sich von ihr an Dicke kaum mehr unterscheidet. Der Keim erscheint daher in diesem Stadium fast wie ein Theil der Dotterhaut selbst, ein Theil nämlich, der sich später zu einem Klumpen zusammenzieht und furcht, er ist in die Dotterhaut gerade so eingefügt, wie die Cornea in die Sclerotica, deren Substanzen, trotz chemischer Verschiedenheit direct in einander übergehen. Es dürfte demnach erlaubt sein, die Dotterhaut für einen vielleicht metamorphosirten Theil des um den Nahrungsdotter zu einer Blase ausgedehnten Keimes zu halten. Wir könnten vielleicht das ganze Forellenei, natürlich mit Ausschluss der Eischale, als eine einzige colossale Zelle auffassen, die den Nahrungsdotter in sich einschliesst, als eine Zelle in dem Sinne, wie man eine Fettzelle so bezeichnen darf.

Die Anschauung, dass die Dotterhaut ursprünglich wenigstens einen Theil des Keimes ausmache, scheint mir auch mit den ersten Entwicklungsstadien des Forelleneies im Einklange zu stehen. An sehr jungen Eierstockseiern, welche ich nach Erhärtung in Chromsäure mit Carmin gefärbt und in feine Schnitte zerlegt hatte, sah ich den Follikel von einer mehr oder weniger breiten Zone fein granulirter Substanz

ausgekleidet, welche an einer Stelle das Keimbläschen trägt, während der von ihr eingeschlossene Raum von Nahrungsdotter erfüllt war ¹⁾. Ich muss die feingranulirte Substanz für das Protoplasma des Keimes halten, welches durch den Nahrungsdotter zu einer Blase ausgedehnt ist ²⁾. Diese Bilder erinnerten mich an ähnliche aus einem andern meroplastischen Eie, dem des Huhnes. An sehr jungen Follikeln ist ebenfalls eine fein granulirte Substanz zu beobachten, welche dieselben ringsum auskleidet und an einer Stelle das Keimbläschen einschliesst. Der von dieser Substanz umgebene Raum ist mit den in Entwicklung begriffenen Elementen des Nahrungsdotters erfüllt. Am Hühnerei zieht sich diese feingranulirte Substanz schon sehr früh an eine immer beschränktere Stelle der sich vergrößernden Eiperipherie zusammen und bildet dort v. BÄER's discus proligerus, nach unserer heutigen Anschauung den Keim. Beim Forellenei scheint sich dagegen blos die Hauptmasse des Keimes an einer Stelle zusammenzuziehen, ein Rest bleibt als dünne Blase um den Nahrungsdotter ausgedehnt, unsere Dotterhaut. Ich muss es dahin gestellt sein lassen, ob diese Blase in ihrer ganzen Ausdehnung die Eigenschaften des lebenden Protoplasma's an sich trägt. So viel aber steht fest, dass nur jener Theil, der sich später zu einem Klumpen zusammenzieht, die Furchung erleidet und sich in Embryonalzellen umwandelt ³⁾.

1) Siehe meine oben citirte Abhandlung Seite 8 und 9, Fig. 6.

2) REICHERT (l. c. p. 85—86) betrachtet die Dotterhaut ebenfalls als vom Keime abstammend und scheint ihm der Nahrungsdotter sich innerhalb derselben zu bilden.

3) KUPFFER beschreibt (l. c. p. 217 u. 218) einen höchst merkwürdigen Vorgang am Ei von *Gasterosteus* und *Spinachia*. Wenn die Furchung schon soweit vorgeschritten ist, dass die Oberfläche des Keimes ein glattes Ansehen hat, die Basis des Keimhügels aber noch unverändert dieselbe ist, wie im Beginne der Furchung, der Keim sich also noch nicht auszudehnen begonnen hat, so entstehen rings um denselben an der Oberfläche der Dotterkugel Kerne in immer weiter greifenden Zonen. Bald treten um diese Kerne Contouren auf und es schnüren sich also aus einer Masse an der Oberfläche der Dotterkugel Zellen ab, welche KUPFFER aus Gründen, die man in seiner Arbeit nachlesen mag, nicht von den Furchungskugeln ableiten kann. KUPFFER behauptet, dass der Vorgang so leicht zu beobachten und so deutlich sei, dass an eine Täuschung nicht zu denken ist. Er glaubt hierbei an eine »freie Zellbildung«. Wenn man annimmt, dass die Dotterhaut auch hier ursprünglich aus dem Keim hervorging, so läge keine Nothwendigkeit vor zur Annahme einer *Generatio aequivoca*. Dagegen gewinnt der Vergleich mit der Embryonalzellenbildung am *Insectenei*, den KUPFFER anstellt, und den wir ja auch nicht als freie Zellenbildung auffassen dürfen, an Berechtigung. Wir könnten es am Eie des *Gasterosteus* mit einer Zellbildung aus einem Theile der Dotterhaut zu thun haben, welcher, als ein noch lebensfähiger Rest des Keimes, sich in Zellen theilt.

Demgemäss, was wir bisher über die Dotterhaut des Forelleneies gesagt haben, ist dieselbe weder der Dotterhaut des Hühnereies noch der des Batrachiereies oder der Zona pellucida des Eies der Säugethiere zu vergleichen. Alle diese Gebilde sind Producte des Follikelepithels, sie umgeben den Keim mit dem Nahrungsdotter (mögen diese beiden nun getrennt oder der letztere im ersteren enthalten sein, wie bei den letztgenannten Eiern). Die Dotterhaut des Forelleneies umschliesst blos den Nahrungsdotter. Sie ist ferner in einem gewissen Sinne keine structurlose Haut, indem sie Fetttropfen und andere feine Körner einschliesst. Sie ist überdies keine Zellmembran im Sinne der Histiologen, dennoch aber das Derivat einer Zelle, aus deren Protoplasma sie direct hervorgegangen zu sein scheint. An ihrer äusseren Fläche ist sie glatt, höchstens durch einzelne grössere Fetttropfen zu kleinen Höckern erhoben und zeigt ihr Durchschnitt überall einen scharfen, oft deutlich doppelten Contour. Dagegen ist ihre innere Fläche an den mit Chlorgold behandelten Isolationspräparaten uneben und mit verschiedenen Erhabenheiten und Vertiefungen besetzt; ich kann jedoch nicht sagen, ob diese dadurch entstanden sind, dass Theile der Haut beim Ablösen vom Dotter losgerissen wurden, und an diesem haften blieben oder ob die Dotterhaut durch die Zacken an ihrer unteren Fläche, mit welchen sie gewisse Fetttropfen umgreift, mit dem Dotter gleichsam verschmilzt und die Unebenheit ihrer unteren Fläche, somit keine künstlich hervorgerufene ist.

II.

Die Furchung im Forellenkeim.

Wenn der Keim die Form und das Lagerungsverhältniss im Ei angenommen hat, wie sie zuletzt beschrieben wurden, also wenn er aus dem Dotter herausgehoben, als ein flachgewölbter Hügel mit breiter Basis auf dem Boden der tellerförmigen Dottergrube zusammengeballt liegt, so beginnen an ihm jene Theilungsvorgänge, die in allen befruchteten Eiern nach einer gewissen Zeit auftreten, und unter dem Namen des Furchungsprocesses bekannt sind. Dieses Phänomen tritt an keinem Ei — so weit meine Kenntnisse reichen — später nach der Befruchtung auf, als gerade am Forelleneie. Nie sah ich die ersten Stadien vor der 24. Stunde, öfter, besonders bei strenger Winterkälte, wie mir scheint, fallen dieselben über die 30. bis 40. Stunde¹⁾. Es

¹⁾ LERBOULLET (l. c. p. 426) setzt den Anfang der Furchung viel früher an, er glaubt, dass er mit der 40. Stunde nach der Befruchtung beginne. Ich könnte mir

hängt dies wohl, wie die ganze äusserst langsame Entwicklung der Forelle im Ei, von der niedrigen Temperatur ab, der der Keim im Winter ausgesetzt ist.

Der Furchungsprocess am Forellenkeime wurde zuerst von LEREBOULET beschrieben ¹⁾. Seine Schilderung dieses Processes stimmt mit der anderer Autoren, welche die Furchung des Keimes der Knochenfische beobachtet und beschrieben haben, im Wesentlichen überein. Ein Jahr später veröffentlichte STRICKER ²⁾ seine Beobachtungen über die Art und Weise der Embryonalzellenbildung im Forellenkeime. STRICKER suchte darzuthun, dass dieselbe, im Beginne wenigstens, nicht nur von dem Furchungsprocessé, wie er in den Eiern der verschiedensten Knochenfische bisher beobachtet wurde, wesentlich verschieden sei, sondern überhaupt mit den Typen der Furchung in den Eiern aller übrigen bisher darauf untersuchten Thiere wenig oder nichts gemein habe.

Bei der grössten Mehrzahl der bisher in Furchung beobachteten Eier wird der Keim (oder bei holoplastischen Eiern der ganze Eihalt) in der Weise zerklüftet, dass derselbe sich zunächst in 2, dann in 4, 8 u. s. f. gleiche oder ungleich grosse Abschnitte spaltet. Wenn man die einzelnen Modificationen in Bezug auf Rhythmus, zeitweilig erhöhten Theilungsquotient und die verschiedene Richtung, welche die Furchen zu einander haben etc. ausser Acht lässt, so macht von der soeben charakterisirten Art und Weise der Furchung meines Wissens bloss das Insectenei eine wesentliche Ausnahme. In demselben entstehen nach WEISMANN und METSCHNIKOFF die Embryonalzellen nicht auf so successive Weise, sondern das ganze Protoplasma des um den Nahrungsdotter zu einer hohlen Blase ausgelehnten Keimes oder Keimhautblastems spaltet sich auf einmal in seiner ganzen Ausdehnung in eine colossale Anzahl, dem entsprechend natürlich schon sehr kleiner Embryonalzellen. Diese einzige wesentliche Ausnahme von dem gewöhnlichen Furchungsmodus vermehrte STRICKER um eine weitere. Wenn wir die Art und Weise der Embryonalzellbildung am Forellenkeim mit STRICKER's eigenen Worten charakterisiren wollen, so besteht sie darin, »dass der Keim Buckel austreibt, welche sich nach und nach abschnüren. Dieser Process, fährt STRICKER fort, macht zum Mindesten einen sehr wesentlichen Theil

eine so rasche Entwicklung nur durch eine viel höhere Temperatur erklären, als sie das Wasser meines fliessenden Brunnens in den Monaten November und December besitzt.

1) l. c. p. 426.

2) l. c. (Untersuchungen etc.).

der Furchung aus¹⁾ «. Hierbei waltet, wie aus STRICKER'S Abbildungen unzweideutig hervorgeht, eine solche Unregelmässigkeit ob, wie sie bisher bei der Furchung keines anderen Eies beobachtet worden ist. Gegenüber der Gesetzmässigkeit, wie sie bei den Eiern aller andern Thiere und auch bei den Fischen, wenigstens geraume Zeit, während der Furchung herrscht, scheint nach den Abbildungen und der Auffassung derselben bei der Forelle nach STRICKER recht eigentlich volle Gesetzlosigkeit zu herrschen. Niemanden würde es wohl einfallen, die Figg. 2, 3, 4 u. 5 in STRICKER'S Abhandlung aus einander ableiten zu wollen, wie man etwa die verschiedenen Furchungsstadien des Batrachiereies aus den jeweilig vorhergehenden construiren kann. Solchen Unregelmässigkeiten gegenüber, wie sie beim Forellenkeim nach STRICKER gleich im Beginne des Furchungsprocesses auftreten und zur Regel gehören, kommen die Unregelmässigkeiten, welche sich im Verlaufe dieses Processes bei andern Eiern einschleichen, gar nicht in Betracht, der Unterschied zwischen diesem Modus der Embryonalzellenbildung und dem bei was immer für einem Eie bisher beobachteten, ist ein fundamentaler, und STRICKER selbst nennt ihn Zelltheilung durch Knospung²⁾.

Nachdem ich im Winter 1870/71 mich zum ersten Male mit der Entwicklung des Forelleneies beschäftigt hatte, war ich durch einige Furchungsbilder von in Chromsäure erhärteten Keimen, die dem einen und andern der von STRICKER als Furchungsstadien aufgefassten Bildern glichen, von der Richtigkeit dessen, was dieser Forscher über die Embryonalzellenbildung im Forellenei sagt, so sehr überzeugt, dass ich es nicht mehr der Mühe werth hielt, mich eingehender mit diesen Stadien der Entwicklung zu beschäftigen. Das Studium einer andern Frage, die Embryonalzellbildung betreffend, führte mich jedoch wieder zu den ersten Entwicklungsvorgängen im Forellenkeime zurück und zugleich zur Anwendung einer besseren Conservirungsmethode. Ich behandelte die Forelleneier in der oben angegebenen Weise mit Goldchlorid und war nicht wenig erstaunt, zunächst an so gewonnenen Präparaten denselben Modus der Furchung am Forellenkeime sich vollziehen zu sehen, wie ihn RUSCONI, VOGT und COSTE an den Eiern einer Reihe von Knochenfischen beschrieben haben³⁾. Ich studirte die auf diese Weise erhaltenen Präparate zuerst von der Oberfläche und dann

1) l. c. p. 550.

2) Handbuch der Lehre von den Geweben etc. Artikel: Allgemeines über die Zelle. p. 26.

3) Siehe RUSCONI, Arch. f. Anat. u. Physiol. v. JOH. MÜLLER 1836. COSTE, Histoire générale et particulière du développement des corps organisés. VOGT l. c.

auf Durchschnitten, und werde nun damit beginnen, die hierbei erhaltenen Resultate mitzuthellen und hierauf erst mich in eine Besprechung jener Bilder einlassen, auf die gestützt, STRICKER die ersten Embryonalzellen bei der Forelle durch Knospung entstehen liess, Bilder, die mich, nachdem ich STRICKER'S Abhandlung gelesen hatte, selbst verführten, ihm beizustimmen.

Bevor ich zu den ersten Furchungsstadien übergehe, muss ich dreier Keime erwähnen, die ich zur selben Zeit aus dem Brutapparat nahm und die, während andere Keime zu dieser Zeit schon in Furchen begriffen waren, nichts weiter auf ihrer Oberfläche darboten, als eine seichte, breite, rundliche Vertiefung. Ich würde auf diese Keime kein besonderes Gewicht legen, wenn ihre Form nicht mit jener, die der Keim des *Coregonus Palea* kurz vor der Furchung annimmt, übereinstimmen würde. Vogt sagt vom Keime dieses Fisches: »Au bout de peu de temps le milieu s'applatit et paraît même un peu enfoncé, tandis que les bords deviennent plus roids¹⁾. Es scheint, dass diese Einziehung an der Oberfläche des Keimes ein Vorläufer der Bildung der ersten Furche ist und dieselbe gleichsam einleitet.

Mit diesen Keimen fand ich zu gleicher Zeit sechs andere, welche eine deutliche Furche an ihrer Oberfläche darboten. Dieselbe war bei allen sechs Keimen mehr oder weniger eng und seicht, bei dreien lief sie, nahe am Rande beginnend, bis zur selben Stelle der entgegengesetzten Seite in der Mitte sich vertiefend, an den Enden sich verflachend (Fig. 6). Bei den andern drei Keimen schien sie näher dem Rande zu beginnen und etwas über der Mitte der Oberfläche auszulaufen (Fig. 7). Ein Durchschnitt durch den in Fig. 6 abgebildeten Keim senkrecht auf die Furche ist in Fig. 18 wiedergegeben. Derselbe stellt fast einen Kreisabschnitt dar, dessen Bogenlinie in der Mitte eine seichte Kerbe (α) trägt. Da diese Kerbe auf mehreren Schnitten wiederkehrte, so war sie unstreitig der Ausdruck der auf der Oberfläche sichtbaren seichten Furche. Dieselbe griff somit nicht weit in die Tiefe, es zog auch kein Contour von ihrem Grunde aus durch die Keimmasse hindurch. Kurz, nichts verrieth eine im Innern des Keimes sich einleitende Trennung des Zusammenhanges. Der Keim trug an seiner Basis einige Vacuolen, deren Inhalt Fett gewesen sein mochte, unterhalb derselben war er durch einen stellenweise deutlichen Contour von einer etwas gröber und dunkler granulirten dünnen Schichte begrenzt, die nach innen in das Maschenwerk der Dottergrube überging. Nach aussen zu setzte sich der Keim continuirlich in die Dotterhaut fort.

1) l. c. p. 29 und Taf. I, Fig. 42.

Durchschnitte durch den Keim in Fig. 7 zeigten ein ähnliches Bild, so weit die Furche reichte. Zwei Schnitte, so ziemlich mitten durch den Keim (also durch jenen Theil der Furche, wo sich dieselbe verflachte), von denen einer in Fig. 19 dargestellt ist, zeigten eine ganz seichte, spitzwinklige Einkerbung an der Oberfläche. Von dieser Einkerbung aus zogen zwei schwache und wenig von einander abstandene Contouren senkrecht in das Innere, wo sie, nachdem sie sich einige Male seitlich ausgebuchtet hatten, bogenförmig in einander übergingen und so einen kleinen rundlichen Hohlraum umschlossen. Auf den Schnitten durch jenen Theil des Keimes, welcher nicht mehr von der Furche durchzogen war, bemerkte man keine oberflächliche Einkerbung und nichts, was auf eine Trennung der Continuität im Innern gedeutet hätte. Eine wirkliche Trennung des Keimes in zwei Theile war also nur auf den mittelsten Schnitten bemerkbar und auch dort reichte sie nur etwas über die Mitte in die Keimmasse hinein. Die unterste Partie des Keimes schien somit eines Weitergreifens der Trennung im Sinne der beiden erwähnten Contouren oder der Abschnürung von den oberen Partien des Keimes in einer horizontalen Trennungsebene zu harren.

Die Durchschnitte durch einen dritten Keim mit einer Furche, wie die in Fig. 6, zeigten an der Oberfläche in der Mitte ebenfalls eine sehr seichte Einkerbung, von der aus ein einfacher Contour etwas bis über die Mitte des Keimes verlief, so dass auch hier die untersten Schichten desselben noch keine senkrechte Trennung oder eine Abschnürung von den über ihnen liegenden beiden Segmenten erkennen liessen. Die übrigen Verhältnisse dieser zwei letzteren Keime waren, was die Grenzen nach innen und das Verhalten zur Dotterhaut anlangte, dieselben wie in dem, Fig. 18, im Durchschnitte abgebildeten.

Man sieht aus der Schilderung der Durchschnitte durch diese drei Keime, dass die Furchung auf der Oberfläche deutlich ausgeprägt sein kann, während im Innern noch nichts die beginnende Trennung einer Masse in zwei andeutet oder dieselbe kann an einer Stelle im Innern des Keimes bereits erfolgt sein, während in der ganzen übrigen Masse von einer Trennung keine Spur zu entdecken ist.

Ich halte es für das Verständniss der zunächst zu beschreibenden Furchungsbilder dienlich, Folgendes vorzuschicken: Das Erste, was im Keime oder einem Abschnitte desselben, der sich theilen soll, vor sich geht, besteht in einer Concentration von Protoplasmamassen, wie um gewisse Centra, die eben so viele an Zahl sind als neue Furchungsabschnitte entstehen sollen. Die dadurch bewirkte Veränderung in der Masse des Keimes oder Furchungsabschnittes besteht einerseits in einer

Verdichtung des Protoplasmas, andererseits hat sie eine gewisse Zerrung und Lockerung in den Theilen zur Folge, welche zwischen den contrahirten Massen liegen und ferner eine seichte Einziehung oder Einknickung der Oberfläche, kurz das Entstehen einer seichten Furche im gemeinen Sinne des Wortes. Die spätere Trennung der wie um gewisse Centra contrahirten Massen des Keimes von einander, geht aber nicht so vor sich, als wenn man dieselben von der Furche aus durchschneiden würde, sie geht auch nicht in der Weise vor sich, als ob die Massen mittelst einer durch die Furche um sie herum gelegten Schlinge wörtlich abgeschnürt würden, die Trennungsfäche ist keine punktförmige, sondern die Massen beginnen sich an allen Berührungspunkten mehr oder weniger gleichzeitig von einander loszureissen, wobei es allerdings nicht ausgeschlossen ist, dass die Trennung des Zusammenhanges an der der Oberfläche zunächst liegenden Stelle zuerst vollendet sein kann, was aber nicht dahin gedeutet werden darf, dass die ganze Trennung in der Weise, wie durch einen Messerschnitt von aussen nach innen durchgeführt wird. Die Zelltheilung ist in diesem Falle daher besonders von jener verschieden, wie sie an Eiterzellen beobachtet wurde und wie ich sie selbst an einer isolirten Furchungskugel vom unbefruchteten Hühnerei direct beobachtete und beschrieb¹⁾.

Bei zwei andern Keimen aus derselben Zeit wie die vorigen, war die runde Oberfläche auf das Deutlichste durch eine Kreuzfurche in Quadranten getheilt. Bei dem einen (Fig. 8) war die Oberfläche gleich der eines Kugelabschnittes gekrümmt, die beiden Furchen waren seicht und so breit, dass man deutlich auf den Grund derselben sehen konnte. Sie schnitten also ebensowenig den Keim durch, als die Furchen in Fig. 6 u. 7, vielmehr stellten sie wieder blosse Einknickungen an der Oberfläche dar²⁾. Wo die vier Quadranten der Oberfläche mit ihren Winkeln an einander stiessen, waren die letzteren sanft abgerundet und bildeten die Furchen hier eine Art rhomboidaler Erweiterung. Der zweite Keim bot, was die Furchen anlangte, ein ähnliches Bild. Zwei breite, seichte Furchen — man konnte wieder deutlich auf den Grund derselben sehen — theilten die Oberfläche des Keimes in vier Abschnitte. Die Oberfläche hatte jedoch nicht ganz die Form der eines Kugelsegmentes, indem jeder der vier Abschnitte in der Mitte wie zu einem Hügel erhoben war, der nach innen mehr, nach aussen weniger

1) Die Veränderungen des unbefruchteten Keimes des Hühnereies etc. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Bd. XXII, p. 494 u. 492.

2) AUBERT (l. c. p. 97) bemerkt ebenfalls vom Hechteie, dass, wenn die zweite Furche auftrete, der Keim durch die erste noch nicht vollkommen in zwei Theile getrennt sei.

steil abfiel. Die Oberfläche erschien also beinahe wie in vier kleine Hügel erhoben. Ein Medianschnitt durch das eine Paar dieser vier Hügel (Fig. 20) zeigte oben eine spitzwinklige Einknickung (α) zwischen zwei rundlichen, kleinen Erhabenheiten: den Durchschnitt eines der vier Schenkel der Kreuzfurche. Von der Spitze jenes Einschnittes ging ein leichter, undeutlicher Streif (Fig. 20 β) senkrecht durch den Keim. Derselbe war hervorgerufen durch eine schwächere Granulation der Keimmasse, sowie durch eine lichtere Färbung (Chlorgoldpräparat!). Durch diesen Streif wurden die oberen Partien des Keimes in zwei Theile getheilt, in die untersten Schichten schien er sich jedoch nicht fortzusetzen. Es befand sich daher nach unten auch in diesem Keime eine schmale basale Masse, von der es nicht zu entscheiden war, ob in ihr die oben bereits angedeutete, senkrechte Theilung weiter schreiten oder ob sie sich von den darüber liegenden Massen trennen würde. Ein Medianschnitt durch das zweite Vierhügelpaar zeigte dasselbe Bild. Die Verhältnisse des Keimes zur Dotterhaut und zu den Bestandtheilen des Nahrungsdotters waren dieselben, wie in den vorhergehenden Stadien.

Nachdem die erste Furche von einer zweiten durchschnitten ist, tritt sehr bald links und rechts von einer derselben (ich kann nicht sagen ob von der zuerst oder zuletzt gebildeten) je eine Parallelfurche auf. Es stehen dann drei Furchen senkrecht auf einer vierten, es sind acht deutliche Furchungsabschnitte auf der Oberfläche vorhanden und jeder der Quadranten hat sich somit getheilt. Die neuen Furchen unterscheiden sich von den alten durch geringere Breite, sie sehen aus ungefähr wie die Furche in Fig. 6 (cf. Fig. 9). Die neuen Furchungsabschnitte sind jedoch keine Sektoren mehr, wie die des vorigen Stadiums, sondern vier derselben stellen Rechtecke, vier Dreiecke dar, die alle eine convexe Seite haben. Der Keim ist auch nicht mehr kreisrund, wie in den Figg. 6, 7 u. 8, sondern elliptisch, die grosse Achse dieser Ellipse ist von der auf den drei übrigen Furchen senkrecht stehenden — ich nenne sie die grosse Längsfurche — die kleine Achse von der mittelsten dieser letzteren, gebildet. Von den zwei neuen Parallelfurchen scheint jedoch nicht immer jede auf einmal zu entstehen. Ich fand nämlich zwei Keime mit blos 7 Furchungsabschnitten, sodass also auf einer Seite der grossen Längsfurche 4, auf der andern 3 — zwei kleine und ein grosser, quadrantenförmiger Abschnitt lagen. In diesen Fällen wenigstens scheint sich der eine von zwei gegenüberliegenden Quadranten vor dem andern getheilt zu haben (Fig. 9) und dem entsprechend waren auch die Verhältnisse an den parallel zur grossen Längsfurche geführten Durchschnitten. Mit dem

Auftreten der beiden Parallelfurchen hat sich der Typus der Furchung etwas verändert, die Theilungsebenen liegen nicht mehr in den Radien der vorher kreisförmigen Keimperipherie, sondern sie fallen mit den Sinuslinien eines derselben entsprechenden Kreises zusammen¹⁾. Dies ist insofern von Interesse, als bei andern Eiern eine weit grössere Anzahl von Furchen durch den Pol oder das Centrum der Oberfläche gehen, z. B. im Batrachier- und Hühnereie, in denen entweder Meridianfurchen oder unter sich parallele, zu den ersteren senkrechte Kreisfurchen auftreten. Es ist jedoch zu bedenken, ob diese Abweichung vom Typus der zwei vorigen Stadien nicht vielleicht eine bloß scheinbare ist und durch die Verschiebung der Massen des Keimes hervorgerufen wird, vermöge welches derselbe aus der kreisrunden Form in eine elliptische übergeht. Hierbei konnte ja auch die Richtung der Furchen verschoben worden sein. Bald nach dem Auftreten der beiden Parallelfurchen trübt sich das eben geschilderte regelmässige Bild etwas. Die Massen der einzelnen Furchungsabschnitte verschieben sich und die Oberflächen derselben bieten nicht mehr jenes regelmässige Ansehen wie vorher (cf. Fig. 10 u. 11). Die Längsfurche erscheint unter verschiedenen Winkeln gebrochen und würde man aus solchen Stadien die ursprüngliche Regelmässigkeit im Verlaufe der Furchung, welche sie bisher zeigte, auf den ersten Blick oft nicht mehr herauszufinden vermögen (Fig. 10 u. 11). Ich habe dieses Stadium wohl mehr als ein Dutzend Mal beobachtet, es war das erste, welches mich über die STRICKER'schen Angaben stutzig machte, da mir die immer wiederkehrende Zahl 8 der Abschnitte auffiel.

Die Keime, welche 7 oder 8 Furchungsabschnitte darboten, zerlegte ich meist in Schnitte parallel zur grossen Längsfurche, so dass ich auf den mittleren Schnitten zwei oder drei Furchen senkrecht treffen musste. Das Erste, was an solchen Schnitten gegenüber denen aus früheren Stadien auffällt, ist die verhältnissmässig zur Breite oft sehr geringe Dicke. Ich glaube dies mit der Ausdehnung des Keimes nach einer Seite in Zusammenhang bringen zu dürfen, das zweite ist der oft gänzliche Mangel an scharfen, die Keimsegmente trennenden Contouren, welche in späteren Stadien dem Durchschnitte jenes mosaikartige Ansehen geben, wie ich es von den Oberflächenbildern her auch hier erwartet hatte. Nur in der Mitte sah ich öfter einen kurzen Contour von einer seichten Einkerbung der Oberfläche aus in den Keim eindringen (Fig. 21 a), er dürfte meistens von einer der beiden

1) Dasselbe bildet RUSCONI ab (l. c.) vom Keim der Schleie, auch hier hat der Keim in diesem Stadium eine elliptische Form.

frühesten Furchungen herrühren. Das Auffälligste ist jedoch mitunter an solchen Keimen, dass sie nicht gleichmässig durch das Chlorgold gefärbt sind, sondern in gewissen Fällen eine eigenthümliche Farbenschattirung darbieten. Ein Durchschnitt durch einen solchen Keim ist in Fig. 21 abgebildet und entspricht derselbe der linken Hälfte der Fig. 9. An den Durchschnitten durch diesen Keim, bei dem die Chlorgoldfärbung ausgezeichnet gelungen war, bemerkte ich dunkelviolette Felder, die in allen Abstufungen ihrer Farbe in weisse Säume übergingen, durch welche sie untereinander zusammenflossen, beziehungsweise sich von einander abgrenzten. Die Zahl der oberflächlichen Felder ($a a' a''$) schien unstreitig der der oberflächlich am Keime sichtbaren Segmente zu entsprechen. Das Ganze machte den Eindruck, als hätten sich gewisse Theile des Keimes, wie um ein Centrum contrahirt und seien andererseits im Begriffe, sich von einander loszureissen. Die contrahirten Massen waren die stärker gefärbten, die im Auseinanderweichen begriffenen Stellen zwischen denselben die weniger gefärbten, an dünnen Schnitten oft farblosen. Dass diese Deutung die richtige sei, dafür spricht noch ein theilweise doppelter Contour, der von der Oberfläche aus zwischen zwei dunkle Felder in den sie trennenden lichten Saum hinein eine kurze Strecke zu verfolgen war; noch besser wird es der Durchschnitt eines anderen Keimes aus derselben Periode mit weiter gediehener Abschnürung seiner Segmente beweisen. Der Durchschnitt in Fig. 22 entspricht einem Keime mit acht Furchungsabschnitten an seiner Oberfläche, von der Form des in Fig. 10 abgebildeten. Wie der vorige Durchschnitt von drei oberflächlichen in Abschnürung begriffenen Furchungsmassen gebildet war, so sieht man hier vier Abschnitte ($a a a a$) neben einander und denselben entsprechend vier leichte Wellenberge und drei den Durchschnitten durch die drei Furchen entsprechende Wellenthäler ($\alpha \alpha \alpha$) an der Oberfläche. Vom Grunde dieser letzteren ziehen drei Streifen im Allgemeinen senkrecht in den Keim und enden auf einem vierten mehr horizontalen, der zwei dünne Massen an der Basis des Keimes von den vier oberflächlichen Abschnitten trennt. Der ganze Durchschnitt erscheint somit wie in 6 Felder getheilt, die durch lichtere schmale Streifen von einander getrennt sind. Bei genauer Untersuchung besonders mit etwas stärkeren Vergrösserungen sah man deutlich, dass diese Streifen den Durchschnitten spaltartiger Räume zwischen den einzelnen Segmenten des Keimes entsprechen, deren Wände wie durch ein feines Gespinnst von Protoplasmafäden untereinander zusammenhängen. Ein solcher Streifen sieht bei starker Vergrösserung wie ein unregelmässiges, engmaschiges, complicirtes Netzwerk aus. Ich glaube, die beiden Bilder in Fig. 21

und 22 unstreitig als zwei aufeinander folgende Phasen eines und desselben Vorganges auffassen zu dürfen, dessen Wesen darin besteht, wie ich schon vorausgeschickt habe, dass gewisse Massen sich im Keime, wie um Centra contrahiren und sich dadurch immer mehr von einander loszureissen streben. Die Contraction scheint insoferne eine gleichmässige zu sein oder besser gesagt, wenigstens eine allseitige und gleichzeitige als auch das Bestreben der Trennung im ganzen Umfang derselben zur nämlichen Zeit bemerkbar ist.

Man wende mir nicht ein, dass ich Kunstproducte vor mir habe und die durch das Chlorgold producirten Niederschläge oder Gerinnungen als den Ausdruck von Zuständen des lebenden Keimes ausgehen wolle. Ich weiss recht gut, dass Chlorgold das Eiweiss fällt, allein gerade die zu verschiedenen Zeiten der Entwicklung verschiedene Form und Vertheilung der Niederschläge beweist, dass das Gefällte, als es noch flüssig war, im Keime eine verschiedene Vertheilung hatte. Die Art und Weise, wie aber diese Niederschläge in der Keimmasse in diesem Furchungsstadium auftreten, sind von jener gleichmässigen Gerinnung, die der Keim bei gleicher Behandlung noch vor einem Tage zeigte, so verschieden, auf der andern Seite aber so charakteristisch und mit dem, was von der Furchung am lebenden Fischei bekannt ist, so leicht in Uebereinstimmung zu bringen, dass ich mir jedes weitere Plaidoyer über den Werth jener Bilder und die Zulässigkeit der ihnen gegebenen Deutung ersparen zu können glaube.

Ich habe oben von gewissen Centren gesprochen, um die sich die Massen im Keime contrahiren. Es macht mir wenig Scrupel, ob diese immaterielle Punkte, Linien oder Flächen darstellen, oder ob sie durch einen eigenen Körper repräsentirt seien. Sicher liegt in jenen Centren der Kern, allein dass derselbe der Sitz einer besonderen Kraft sei, welche anziehend auf das umgebende Protoplasma wirkt, dürfte schwer zu beweisen sein. Heute, wo wir so viel Leben in den alten »Zellinhalt« verlegen müssen, könnte man höchstens vielleicht die Hypothese aufstellen, dass der Reiz, der das Protoplasma zu jenen Contractionen veranlasst, welche die Theilung desselben schliesslich zur Folge haben, vom Kerne ausgehe. Dann würden wir aber gezwungen sein, für die Theilung kernloser Zellen wieder eine andere Hypothese zu erfinden.

Die in Fig. 24 u. 22 abgebildeten Durchschnitte weisen beide, gleich jenen aus den beiden frühern Stadien, unter den oberflächlichen, in Abschnürung begriffenen Segmenten eine dünne, basale Masse (*m*) auf, die in diesem Stadium zum ersten Male eine beginnende Theilung zeigt. In Fig. 24 erscheint sie durch einen schiefen, weissen Streif (*β*) der Quere nach getheilt, ein ähnlicher Streif trennt sie von zwei dar-

über liegenden Segmenten, während eine Trennung durch einen solchen von dem dritten der oberflächlichen Segmente (a''), auf diesem Schnitte wenigstens, nicht deutlich zu beobachten war. Auf dem Durchschnitte Fig. 22 scheint jene basale Masse (mm) ebenfalls aus zwei neben einander liegenden Abschnitten zu bestehen, die von allen vier über ihr liegenden Segmenten deutlich in derselben Weise getrennt sind, wie diese selbst untereinander. Was die Mächtigkeit dieser basalen Masse anlangt, so ist sie, wie die Figg. 19 bis 22 beweisen, eine verschiedene und steht sie, wie es scheint, in keinem constanten Verhältniss mit der Grösse des Keimes, welche an und für sich schon, selbst bei Keimen aus dem gleichen Entwicklungsstadium, sehr variirt.

Wie sie sich in der Furchung zu der oberflächlichen Segmente des Keimes verhält, kann ich nicht genau angeben, da sich die Furchen vor dem Schneiden auch im durchsichtig gemachten Keime nicht beobachten lassen. Aus ihrem Verhalten in vorgerückteren Stadien scheint hervorzugehen, dass sie in der Furchung hinter der oberflächlichen Keimmasse geraume Zeit zurückbleibt, ähnlich wie dies bezüglich der peripheren Theile des Hühnerkeimes und der unteren Hälfte des Batrachiereies der Fall ist. Ausser den in Fig. 21 u. 22 abgebildeten Phasen dieses Stadiums beobachtete ich auch solche, in denen der Keim oberflächlich eine Lage ringsum deutlich abgegrenzter Furchungskugeln trug, zwischen denen und der darunterliegenden basalen Masse sogar oft deutliche Lücken auftraten, nur die äussersten dieser Furchungsabschnitte schienen manchmal noch von der basalen Masse nicht deutlich getrennt.

Das nächste Stadium der Furchung sollte regelrecht auf der Oberfläche des Keimes 16 Furchungsabschnitte zeigen. Es ist mir indessen nur einmal ein Keim untergekommen, an dem ich diese 16 Abschnitte zugleich deutlich beobachten konnte. Die Fig. 42 stellt denselben dar. Die einzelnen Abschnitte erscheinen sehr ungleich gross, was zum grossen Theil von Verschiebungen ihrer Massen herkommen mag, wie sie schon im vorigen Stadium auftraten und vermöge welcher sich dieselben stellenweise übereinander lagern. Häufig erschien jedoch die Oberfläche des Keimes nicht in so regelmässiger Zerklüftung begriffen, wie dies die Fig. 43 zeigt. Wie die Theilung der acht Abschnitte des vorigen Stadiums vor sich geht, zeigt die Fig. 44, wo ein Abschnitt des Keimes (α) durch eine schiefquer verlaufende feine Furche in ein peripheres und ein centrales Stück getheilt erscheint, welch' letzteres durch die benachbarten, noch ungefurchten Segmente zum grössten Theil überlagert ist. Die Theilung der ersten acht oberflächlichen Furchungsabschnitte scheint demnach annäherungsweise in der Richtung von

Secanten vor sich zu gehen oder — am ganzen Keim — durch zwei Furchen, die parallel der grossen Längsfurche über den Keim verlaufen sollten ¹⁾. Durchschnitte durch Keime aus diesem Stadium zeigen sehr verschiedene Bilder, immer aber besteht der Keim aus zwei Schichten, von denen die obere die Durchschnitte der oberflächlichen Segmente, die untere eine scheinbar wenigstens noch ungetheilte oder in der ersten Zerklüftung begriffene basale Masse von sehr wechselnder Mächtigkeit darbietet. Ein solcher Durchschnitt ist in Fig. 23 dargestellt, er zeigt fünf oberflächliche mehr oder weniger vollständig durch deutliche Contouren getrennte Abschnitte, von denen der äusserste rechts, durch ein benachbartes Segment überlagert erscheint.

Einen Durchschnitt durch ein etwas späteres Stadium, der sechs vollkommen abgeschnürte und eine siebente, noch mit der basalen Masse zusammenhängende Furchungskugel in einer Reihe aufweist, stellt die Fig. 24 dar. Die basale Masse (*m*) zeigt in einer bedeutenden Ausdehnung keine einzige Theilung. Die Theilungsebenen konnten in die Schnittrichtung gefallen sein, übrigens ist der Schnitt einem Chromsäurepräparat entnommen, an dem die Furchen nicht gerade immer mit der wünschenswerthen Deutlichkeit auftreten, wie sie Chlorgoldpräparate zeigen. Links und rechts setzt sich der gefurchte Keim in die Dotterhaut (*b*) fort.

Die Theilungsvorgänge, welche nun folgen, gehen theils in der oberen Schichte, vorzüglich aber in der basalen Masse vor sich, welche jetzt das Versäumte nachzuholen trachtet. Die Furchungselemente liegen bald in mehreren Schichten übereinander, wobei der Keim seine Form verändert, immer dicker und wie es scheint, auch grösser wird und immer mehr die Form eines etwas flachgedrückten Ellipsoides annimmt, das mit einer der beiden Breitseiten dem Dotter aufliegt. Die Fig. 25 stellt einen solchen mehrschichtigen Keim dar, der schon die Tendenz zur eben erwähnten Formveränderung verräth. Die Fig. 25 entspricht nahezu einem Durchschnitte des im Flächenbilde aufgenommenen Keimes der Fig. 15, aus welcher ebenfalls die bedeutende Wölbung der Furchungsmasse, die weit über die Dotteroberfläche vorspringt, ersichtlich ist. Noch mehr entspricht dem Keime der Fig. 15 der Durchschnitt in Fig. 26, in der der Keim schon eine ganz bedeutende Wölbung zeigt und ebenso ziemlich vergrössert erscheint. Was die Vergrösserung anlangt, so ist schon a priori anzunehmen, dass sie in einer Stoffaufnahme begründet sei und so sieht man denn auch in der

1) Rusconi bildet (l. c.) bei der Schleie den vierten (nach ihm dritten) Furchungsact so ab, dass die 8 Segmente durch zwei der Längsfurche parallele Furchen in 16 regelmässige Stücke getheilt werden.

That zu verschiedenen Zeiten die Furchungselemente bis in die obersten Schichten hinauf mit ganz kleinen Dotterelementen auffallend stark beladen. Es ist dies wohl nicht anders erklärlich, als dadurch, dass die untersten Furchungselemente Theile des Dotters, mit dem sie in directer Berührung sind, in sich aufnehmen und an die benachbarten Schwesterzellen weitergeben, dass sich die Elemente des Keimes also gleichsam gegenseitig, wie von Mund zu Mund, füttern.

In dem Keime, Fig. 26, war es hauptsächlich die auf ein kleines Rudiment zusammengeschmolzene basale Masse (m), welche sich mit Dotterelementen erfüllt zeigte, die aber schon in Auflösung begriffen schienen. Sie bot auffällig die Färbung des Dotters. Mehrere von den auf jenem Durchschnitte getroffenen Furchungskugeln (a') zeigten eine eigenthümliche Anordnung ihrer Masse. Dieselbe schien in der Mitte verdichtet und wie um ein Centrum strahlig angeordnet, ein Verhältniss, das ich besonders bei schwachen Vergrösserungen, auch an den Furchungselementen des Keimes, der in Fig. 24 durch einen Durchschnitt repräsentirt ist, nur viel weniger deutlich, wo die Furchungskugeln in der Mitte getroffen waren, beobachtete. Dasselbe wurde in der Zeichnung (Fig. 24) nicht angedeutet. Eine von den betreffenden Furchungszellen zeigte ihre Masse in derselben Weise aber wie um 2 Centra angeordnet, eine dritte und sehr grosse Zelle endlich (α) zeigte zwar nicht diese Anordnung, dagegen zwei dunkel gefärbte, kleine, rundliche Massen nahe bei einander, die sich wie verdichtete Theile des Protoplasmas ausnahmen. Ich glaube diese Bilder in dem Sinne deuten zu sollen, wie ich die eigenthümliche Anordnung der Keimmasse in der Fig. 24 gedeutet habe, nämlich als die ersten Vorbereitungen einer nahe bevorstehenden Theilung. Bei den Zellen ($a' a' a'$) dürfte der Schnitt blos durch eine der contrahirten Massen gegangen sein, während sie in α und α beide auf einmal getroffen wurden.

In der Folge schreitet die Zelltheilung immer weiter, besonders sind es die unteren grossen Elemente, welche sich häufig theilen, so dass am fünften bis zehnten Tage, je nachdem die Entwicklung überhaupt rasch oder langsam vor sich geht, die Elemente fast aller Schichten so ziemlich gleich gross sind. Der Keim zeigt dann auf Durchschnitten eine schöne regelmässige, elliptische Form. Etwas später, wenn die Furchung schon bald zu Ende ist und jene Veränderungen im Keime Platz zu greifen beginnen, welche einerseits auf die Trennung seiner Zellmasse in Dottersack- und eigentliche Embryonalanlage, sowie auf die Entstehung der Keimblätter abzielen, erscheinen die obern Zelllagen wieder kleiner, als die untern, ohne dass sich jedoch eine scharfe Grenze zwischen grossen und kleinen oder ein

einigermaassen auffallender Unterschied in ihrer Form vorläufig nachweisen liesse ¹⁾).

Durch die Schilderung des Furchungsprocesses im Forellenkeim habe ich dargethan, dass derselbe von dem analogen Prozesse im Keime anderer Knochenfische, soweit man bis heute denselben studirt hatte, nicht abweicht. Ich habe ferner gezeigt, dass derselbe in ganz ähnlicher Weise verläuft, wie in den Eiern aller andern Thiere, mit Ausnahme der Insecten, indem der Keim an seiner Oberfläche wenigstens nacheinander eine Theilung in 2, 4, 8 und successive in eine immer grössere Anzahl von Stücken von successive abnehmender Grösse aufweist. Dies geschieht mit derselben Regelmässigkeit und ebenso nach einem bestimmten Typus, wie sie dem Furchungsprocess aller bisher daraufhin untersuchten Eier zukommen.

Was den Typus der Furchung im Forellenei anlangt, so liegt es am nächsten denselben mit dem im Hühnerei zu vergleichen. Wir haben schon gesehen und darauf aufmerksam gemacht, dass diese beiden Typen wesentlich verschieden sind, was zunächst die Vorgänge an der Oberfläche betrifft. Was dagegen das Verhalten der Keimmasse auf Durchschnitten anlangt, so glaube ich am Hühner- wie am Forellenkeime ²⁾ die Anwesenheit einer basalen Masse constatiren zu können, welche sich erst später zu furchen beginnt, als die oberflächliche oder die doch in der Furchung eine Zeitlang zurückbleibt. Man kann dieselbe mit der untern Hälfte des Batrachiereies vergleichen. Was den von mir aufgestellten Modus bei der Abschnürung oder bei den einzelnen Furchungsacten als solchen betrifft, so ist mir ausser einer Stelle bei REMAK ³⁾ nichts bekannt, was auf ein ähnliches Verhalten bei der Furchung zu beziehen wäre. Ich habe oben auseinander gesetzt, dass die Bildung der oberflächlichen Furchen der Contraction der Keimmasse

1) LEREBoullet behauptet, dass der Keim, wenn er aus 24—30 Furchungskugeln besteht, im Innern eine kleine centrale Höhle aufweise, welche von der Tendenz der Furchungselemente sich an der Peripherie anzusammeln herrühre. Ich glaube den Keim vom Anfange der Furchung an bis zur Bildung der Embryonalanlage in so vielen Stadien auf Durchschnitten untersucht zu haben, wobei mir die äusserst langsame Entwicklung meiner Eier sehr zu Hülfe kam, dass ich wohl behaupten darf, dass vor der Bildung der Keimhöhle, die aber unter dem Keime auftritt und durch die Abhebung desselben vom Dotter entsteht, um welche Zeit schon einige Hunderte von Zellen vorhanden sein dürften, nie und nirgends in der Furchungsmasse eine Höhle existirt.

2) Vergleiche meine Abhandlung über Furchung und Blätterbildung im Hühnerei (Fig. 4 u. 5 a a').

3) Untersuchung über die Entwicklung der Wirbelthiere, p. 124, § 40.

um verschiedene Centra ihre Entstehung verdanke, und nicht als der Ausdruck einer an der Oberfläche beginnenden Abschnürung, welche successive von aussen nach innen fortschreitet, zu betrachten sei, dass vielmehr die Lostrennung der zukünftigen Furchungsabschnitte von einander in den ersten zwei Stadien der Furchung noch nicht oder doch kaum angedeutet ist, im dritten Stadium sich aber vollendet. Dieselbe beginnt in diesem Stadium im ganzen Umfange des gegenseitigen Zusammenhanges der Furchungsabschnitte überall mehr oder weniger gleichzeitig. Etwas Aehnliches scheint REMAK bei der Furchung in Batrachiereie beobachtet zu haben. REMAK unterscheidet zwischen »Einfurchung« und »Durchfurchung«. Er sagt¹⁾: »Die Einfurchung besteht nämlich in der an der oberen Eihälfte rascher als an der unteren erfolgenden Bildung einer Furche etc.« und weiter: »Ist die Rinne vollendet und umgiebt sie die ganze Eizelle, dann bildet ihr Boden den Ausgang für die Scheidewände, deren Entwicklung die zweite Phase der Furchung, die Durchfurchung, ausmacht«. Es scheint also, dass REMAK die völlige Abschnürung des Eies oder der ersten Furchungskugeln in zwei vollkommen getrennte Theile von der Bildung der das Ei umkreisenden Rinne gewissermaassen als etwas wesentlich Verschiedenes aufzufassen sich gezwungen sah. Allerdings sucht REMAK den Unterschied nicht in dem verschiedenen Verhalten der oberflächlichen Schichten der in Theilung begriffenen Furchungsmasse zu den tiefer liegenden, sondern vielmehr in einem verschiedenen Verhalten einer von ihm angenommenen Eizellmembran. Wir wissen heute, dass eine solche weder am Eie noch an den Furchungskugeln existirt und können daher die von ihm gemachten Beobachtungen nicht anders als auf ein verschiedenes Verhalten der oberflächlichen und tieferliegenden Schichten der Furchungsmasse zurückführen. Seine Figg. 2, 3 u. 4, Taf. IX, zeigen deutlich, dass die oberflächliche hier stark pigmentirte Schichte sich nicht auf die inneren Scheidewände der Furchungskugeln fortsetzt, ein Verhalten, das sich aus meiner Darstellung der Furchungsvorgänge auch für den Forellenkeim consequenterweise ergibt.

Dass die Art und Weise, wie der Forellenkeim sich nach meinen Beobachtungen furcht, mit dem von STRICKER aufgestellten Modus der Embryonalzellenbildung nichts gemein hat, geht aus einem Vergleiche zwischen meinen Schilderungen und der STRICKER's unzweideutig hervor. Dass das, was ich beobachtete, wirklich dasselbe sei, was man unter Furchung heutzutage versteht, geht aus meinen Bildern ebenso

1) Untersuchung über die Entwicklung der Wirbelthiere, p. 134, § 40.

unzweifelhaft hervor. Weniger zwingend scheinen mir die Bilder, welche STRICKER giebt, den von ihm behaupteten Vorgang einer Embryonalzellbildung durch Knospung, zu beweisen. Ich könnte mich damit begnügen, zu constatiren, dass sich in STRICKER'S Abhandlung nirgends ein directer Beweis dafür findet, dass Knospen am Forellenkeim, wie er sie in seiner Fig. 4, 2 u. 3 abbildet, sich auch wirklich abgeschnürt hätten. Ich könnte dies um so mehr thun, als ich die successive Austreibung und Wiedereinziehung von Buckeln am lebenden Forellenkeim selbst beobachtete und zwar zu einer Zeit, welche unstreitig um viele Stunden dem Anfange der regelmässigen Furchung vorhergeht. Ich habe jedoch nicht nur Bilder beobachtet, und zwar an Erhärtungspräparaten, welche in die Kategorie derer gehören, welche STRICKER in seiner Fig. 4 u. 2 abbildet (vergleiche meine Fig. 5), sondern auch solche, welche mir beim Beginne meiner Studien noch unzweideutiger dafür zu sprechen schienen, dass der von STRICKER behauptete Vorgang, wenigstens neben der regelmässigen Furchung existire. Ich fühle mich daher um so mehr veranlasst, alle meine Beobachtungen, welche auf Zellbildung durch Knospung zu deuten schienen, einzeln zu besprechen und ihre Bedeutung zu prüfen.

Der erste Keim, den ich in dieser Hinsicht erwähnen muss, ist so zu sagen in allen wesentlichen Einzelheiten mit dem von STRICKER in Fig. 1 seiner Abhandlung abgebildeten identisch. Leider ging er mir zu Grunde und ich kann daher nicht sagen, wie sich der an seinem Rande befindliche einzelne Buckel auf Durchschnitten verhalten hätte. Von der Seite aus gesehen, schien er nichts weniger als von der Hauptmasse des Keimes losgelöst. Ein zweiter Keim, den die Fig. 5 darstellt, war in der Mitte zu einem breiten Hügel erhoben und trug der letztere an einer Seite hart neben einander zwei kugelige, am Halse durch eine seichte Furche leicht eingeschnürte Buckeln. Die Durchschnitte durch denselben wurden so geführt, dass sie durch die Keimmasse und je eine der aufsitzenden Knospen zugleich verliefen; also in der neben der Zeichnung angegebenen Schnittrichtung SS. Ein solcher Durchschnitt etwas schief zur Keimoberfläche geführt, ist in Fig. 27 dargestellt. Der Keim, dessen Mittelstück die Fig. 28 wiedergiebt, ist zu einer compacten Masse zusammengeballt, welche seitlich und oben einen stumpfen rundlichen Höcker trägt, der mit breiter, nur wenig eingeschnürter Basis etwas schief aufsitzt. Seine Masse geht continuirlich in die Hauptmasse des Keimes über. Zwischen den beiden eingeschnürten Stellen an seiner Basis sieht man jedoch wie einen undeutlichen, stellenweise unterbrochenen Contour verlaufen. Der Schnitt, den ich zur Abbildung gewählt hatte, war nämlich der äusserste, der

durch eine der beiden Knospen durchging und hatte somit von derselben ein oberflächliches Segment abgeschnitten. Jener Contour war daher nichts Anderes, als die durchscheinende seichte Einschnürung, welche an dem im Schnitte enthaltenen Stücke an der Oberfläche der Knospe verlief. Daher war er bei der Einstellung des Focus auf die untere Fläche des Schnittes besonders in der Mitte sehr deutlich, bei successiver Hebung des Tubus verschwand er von der Mitte aus nach den Enden zu successive, bis er, wenn der Focus auf die obere Schnittfläche eingestellt war, fast in seiner ganzen Ausdehnung unsichtbar war. Die übrige Masse des Keimes zeigte nirgends auch nur die Spur einer Furche oder eines durch sie verlaufenden Contours, ja nicht einmal jene Concentration um gewisse Punkte, wie sie mir Chlorgoldpräparate und mitunter auch in Chromsäure erhärtete, gefurchte Keime an Durchschnitten auf das Prägnanteste darboten (cf. Fig. 26). Der Keim ging nach den Seiten in die Dotterhaut, nach unten ohne deutlichen Grenzcontour¹⁾ in eine grobgranulirte, netzartig durchbrochene Masse (Fig. 27 cc) über, in deren Maschen eine Menge kleinerer und grösserer Fetttropfen (Fig. 27 f) lagen — die Fetttropfen der Dottergrube. Wo der Keim sich in die Dotterhaut verliert, befindet sich auf dem Durchschnitte in Fig. 27 links eine kleine, an der Basis etwas eingeschnürte Knospe (α). Sie entspricht einem der in Fig. 5 $\alpha\alpha$ abgebildeten Körnchen.

Ein dritter Keim bot ein ganz ähnliches Ansehen von der Oberfläche wie der in Fig. 5 abgebildete. Er schien ebenfalls zwei Knospen zu tragen. Der Keim war in Chromsäure erhärtet und das mag die Schuld sein, dass ich die seichten Furchen auf seiner Oberfläche nicht wahrnahm. Wie Durchschnitte bewiesen, gehörte dieser Keim dem in Fig. 40 abgebildeten Furchungsstadium an. Die beiden scheinbaren Knospen erwiesen sich als zwei untereinander und von der übrigen Keimmasse durch deutliche Contouren getrennte Furchungsabschnitte. Die Furchungsmassen in den übrigen Theilen des Keimes hingen noch in derselben Weise untereinander zusammen, wie die in Fig. 24 abgebildeten und zeigten auf das Schönste jene Contraction des feinkörnigen Protoplasmas wie um ein gegebenes Centrum, so wie auch

1) Ein solcher Contour schien sich allerdings auf den ersten Blick zwischen der grobgranulirten, fetttropfenhaltigen Masse und der feingranulirten des Keimes zu befinden. Allein bei genauerer Untersuchung des Präparates erwies sich derselbe als durch die oberen scharfen Begrenzungen der fetthaltigen Vacuolen gebildet und zwar durch solche, die sich seitlich nahezu berührten oder die nicht in der eingestellten Ebene lagen und die Zwischenräume zwischen den Contouren zweier deutlich eingestellter Vacuolen deckten.

besonders deutlich jene radiäre Anordnung, die in Fig. 26 *a a'* wiedergegeben ist. Wenn ich für den vorigen Keim die Behauptung, es würden sich jene Knospen abgeschnürt haben, als durch nichts bewiesen, ablehnen muss, so geht aus der Untersuchung dieses Keimes andererseits hervor, dass etwas, was wie eine Knospe aussieht, sei es abgeschnürt oder nicht, durchaus keine solche sein muss. Ich muss nochmals hervorheben, dass die Aehnlichkeit der beiden zuletzt beschriebenen Keime äusserlich eine so grosse war, dass ich von den Durchschnitten durch den zweiten ganz dieselben Resultate, wie durch die des ersten erwartete.

Ein vierter Keim in Fig. 14 von der Oberfläche gesehen dargestellt, zeigte ein deutliches Häufchen von Furchungskugeln (Fig. 14 *F*), welches als stark *convexe* Masse auf einem noch ungefurchten Reste des Keimes (*a*) etwas *excentrisch* aufsass. Dieses Bild glaubte ich mir aus einem der Fig. 3 in STRICKER'S Abhandlung ähnlichen Knospungsstadium ableiten zu können. Meine Studien über den Furchungsprocess brachten mich jedoch schliesslich zu der Ueberzeugung, dass zur Erklärung dieses Bildes es durchaus nicht nothwendig sei, zu jener Knospungstheorie zu flüchten. Ein Durchschnitt durch diesen Keim zeigte ja nichts Anderes, als was eine Reihe in den verschiedenen Furchungsstadien begriffener Keime darboten, nämlich oben eine Masse von Furchungskugeln und unten die noch ungefurchte basale Masse wie in der Fig. 24 u. 25. Vergleicht man die Veränderungen des Keimes in den Figg. 24, 25 u. 26, so ist nichts weiter nöthig, um zum Verständniss des Furchungsbildes der Fig. 14 zu gelangen, als die Annahme, dass die Furchungselemente der oberen Schichte, welche in Fig. 24 die basale Masse in einfacher, in Fig. 25 in stellenweise doppelter Reihe bedecken und in Fig. 26 schon in einer 3- bis 4fachen Lage über der basalen Masse aufgethürmt erscheinen, sich in dem Keime der Fig. 14 mehr an eine Stelle auf derselben zusammengezogen haben, oder dass die letztere sich unter ihnen ausgedehnt habe. Die untersten der auf Fig. 14 abgebildeten Furchungselemente waren überdies, wie Durchschnitte zeigten, in einem ähnlichen Verhältniss zur basalen Masse wie die fünf mittleren der Fig. 24 zu der durch die Buchstaben *ama* bezeichneten Partie des Keimes.

Dass der in Fig. 3 abgebildete Keim nicht als Furchungsstadium zu deuten sei, obwohl er auf den ersten Blick einige Aehnlichkeit mit dem in Fig. 10 abgebildeten dritten Furchungsstadium zu haben scheint, wurde schon besprochen. Dass seine Buckeln und Lappen sich abgeschnürt haben würden, ist durch Nichts zu beweisen. Eine vollständige Serie successiver Durchschnitte durch diesen Keim zeigte

nichts, was auf beginnende oder stattgehabte Abschnürung schliessen liesse. Ja noch mehr, die mittleren Durchschnitte zeigten ein Verhalten des Keimes, wie ich es ausserdem nie beobachtet habe. Der Keim schien auf denselben wie in zwei Hauptmassen getheilt, die zu beiden Seiten des Durchschnittes gelagert und in der Mitte durch eine ganz dünne Brücke von Keimmasse verbunden waren, in die sie gerade so übergingen, wie der Keim sonst in die Dotterhaut übergeht.

Dieser letzteren glich jene verdünnte centrale Masse des Keimes in jeder Beziehung, was den Durchschnitt anlangt. Sie setzte sich, wie diese (auf dem Durchschnitte), in ein Netzwerk von Fäden fort, das die Fetttropfen der Dottergrube einschloss.

Ein sechster und letzter Keim, der im Flächenbilde durch die Fig. 46 wiedergegeben wird, ist es, der mich hauptsächlich verleitet hatte, in einer vor Kurzem in dieser Zeitschrift erschienenen Abhandlung aus einer Zeit, wo die Knospungstheorie noch meine Ueberzeugung bildete, das Folgende über den Furchungsprocess im Forellenei auszusagen¹⁾: »Die ersten dieser Buckeln (am Forellenei) entstehen, wie ich mit STRICKER finde, häufig ganz excentrisch, ganz am Rande des Keimes, dagegen kam mir auch ein Ei vor, an dem sich wenige, dicht beisammen stehende Furchungselemente auf der sonst ungefurchten Oberfläche des Keimes, aber auch hier excentrisch und in der Reihenfolge von aussen nach innen, abzuschnüren im Begriffe standen.« An diesem Keime fällt ausser der abnormen Lage und Anzahl kleiner Furchungselemente die ungewöhnlich grosse Ausdehnung auf, die er auf der Dotteroberfläche einnimmt. Dem entsprechend war der Keim auf Durchschnitten beinahe bloss halb so dick als der in Fig. 24 abgebildete, aber bedeutend breiter oder länger. Die Durchschnitte, welche durch die Gruppe der theils deutlich (*F*), theils undeutlich (*F'*) abgeschnürten Furchungselemente gingen, zeigten ganz entsprechend dem Flächenbilde auf der einen Seite, ganz excentrisch, ein oder zwei Durchschnitte ringsum durch scharfe Contouren abgegrenzter Furchungskugeln, an welche nach innen zu eben so viele unvollständig abgegrenzte stiessen. Die letzteren hingen mit der Hauptmasse des Keimes nach unten noch zusammen.

Wenn nicht die Chromsäure in diesem Falle ein Kunstproduct, aus irgend welchem zufälligen Grunde, fertig gebracht hat, was ich nach meinen anderweitigen Erfahrungen an Durchschnitten in derselben erhärteter Präparate nicht sehr geneigt bin anzunehmen, so

1) Die Veränderungen des unbefruchteten Keimes des Hühnereies etc. im zweiten Hefte dieses Bandes, p. 206.

stellt dieser Keim gegenüber den vielen Dutzend anderen, die ich dem bekannten Paradigma der Furchung bei Knochenfischen folgen sah, jedenfalls eine Ausnahme, wenn nicht an und für sich eine Anomalie dar, von der ich ausser Stande bin, mit Sicherheit anzugeben, wie sie zu deuten sei. Ich kann nicht leugnen, dass es sein Verlockendes hat, hier, bei oberflächlicher Betrachtung wenigstens, an eine Entstehung der Furchungselemente durch eine Art Knospungsprocess zu denken. Es könnte sich aber auch in diesem Falle ausnahmsweise blos die oberste Partie des Keimes, im Uebrigen auf die gewöhnliche Weise, gefurcht haben und sich daraus das umgekehrte quantitative Verhältniss zwischen der obnehin in ihrer Mächtigkeit sehr schwankenden basalen Keimmasse und der Masse der oberflächlichen Furchungsabschnitte, wie es etwa in Fig. 22 dargestellt ist, ergeben haben, wobei sich die hier mächtige basale Masse unter den Furchungskugeln in der Fig. 16 ersichtlichen Weise ausgedehnt haben müsste. Sei dem, wie ihm wolle, der Furchungsprocess, das darf ich nach so zahlreichen und eingehenden Beobachtungen über denselben ungescheut aussprechen, ist in diesen Keime ein abnormer. Ein zwingender Grund liegt jedoch für die Annahme eines Knospungsprocesses zur Erklärung dieses Bildes keineswegs vor.

Ich kann nicht umhin, diesen Keim jetzt neuerdings mit den von mir beobachteten, mehr oder weniger vom gewöhnlichen Typus abweichenden Furchungsbildern am Hühnerei in Beziehung zu bringen. Aus meinen Studien über die Furchung im unbefruchteten Hühnerei hat sich ergeben, dass die ersten Furchungselemente sehr häufig ziemlich excentrisch auftreten¹⁾. Ich muss daher wohl an die Möglichkeit denken, dass ich es in dem in Fig. 16 abgebildeten Keime mit anormaler Furchung an einem unbefruchteten — vielleicht auch nur ungenügend oder zu spät befruchteten — Keime zu thun hatte.

Die Möglichkeit, dass selbst ein unbefruchteter Forellenkeim in einem, wenn auch noch so seltenem Ausnahmefalle, sich furcht, kann ich trotz nahezu hundertfältiger Misserfolge, bei den daraufhin angestellten Versuchen, die ich bis heute aufzuweisen habe, um so weniger leugnen, als einerseits Furchung am unbefruchteten Fischei von BURNETT und AGASSIZ²⁾ beobachtet wurde und anderseits im unbefruchteten Batrachiereie ein Beispiel vorliegt, dass die Furchung an gewissen un-

1) Vergleiche meine Abhandlung in diesem Bande, Seite 205 u. 206 und Fig. 8 der Abbildungen.

2) BURNETT, On the signification of cellsegmentation etc. in Proceed. of the Americ. Acad. of Arts and Sciences, Vol. III, 1857, p. 43 (Sitzung vom 21. Juni 1853). AGASSIZ in Proceed. of the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. VI, 1859, p. 9.

befruchteten Eiern nur in verhältnissmässig sehr seltenen Ausnahmefällen auftritt.

Nach alledem muss ich es aussprechen, dass der Forellenkeim sich durchaus nach dem bei Knochenfischen allgemein beobachteten Typus furcht. Wirkliche Furchungsbilder, welche nur mit Zuhilfenahme der Knospungstheorie gedeutet werden könnten, sind mir unter einer ganz bedeutenden Anzahl untersuchter Keime nie vorgekommen. Von jenen Keimen aber, welche Luckeln oder sagen wir, Knospen tragen, wie die in Fig. 3, 4 und 5 oder Fig. 1, 2 und 3 in den Abbildungen von STRICKER, ist es nach meinen Beobachtungen am lebenden Keime, während des ersten Brüttagcs wohl mehr als unwahrscheinlich, dass sich dieselben je abschöpfen, um als selbständige Organismen weiter zu leben und am Aufbaue des Embryo als Structurelemente Theil zu nehmen ¹⁾.

Die Kerne der Furchungskugeln.

Das Keimbläschen des aus dem Follikel ausgestossenen Forelleneies wird nach meinen Beobachtungen aus dem Keime eliminirt. Ich habe den ganzen Vorgang, der bei dieser Elimination sich abwickelt, in MAX SCHULTZE'S Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. VIII beschrieben und denselben in seinen verschiedenen Phasen abgebildet. Der Vorgang ist kurz folgender: In dem aus dem Follikel ausgestossenen Eie befindet sich der Keim zu einer gewissen Zeit in der Dottergrube zusammengezogen, mit seiner Oberfläche auf der Dotterkugel frei zu Tage liegend. In seiner Masse liegt das Keimbläschen, welches mit einer kleinen Oeffnung an der freien Oberfläche des Keimes mündet. Die dicke, von Porenkanälchen durchsetzte und dem Keime innig anhaftende Membran des Bläschens wird nun durch Contractionen des letzteren auseinander gezerzt und mitten auf der Oberfläche des Keimes als ein flaches, rundes Schleierchen ausgebreitet. Dadurch wird der Inhalt des Keimbläschens als eine feinkörnige Kugel frei und aus dem

1) Erst beim Schlusse meiner Abhandlung wurde ich in A. ROSENBERG'S Dissertation über die Entwicklung der Teleostiiernere (Dorpat 1867) auf die erste der dieser Arbeit beigedruckten Thesen aufmerksam, welche lautet: »Ein Furchungsmodus, wie ihn STRICKER aufgestellt hat, existirt nicht.« Ich kann dieser aphoristischen Behauptung gegenüber nichts Anderes thun, als sie reproduciren, da mir ein vom Autor gegen die Theorie STRICKER'S gerichteter Beweis aus der Literatur nicht bekannt ist.

Keime herausgehoben. Ich beobachtete hierbei einmal, dass der Inhalt des Keimbläschens in zwei ungleich grosse Kugeln getheilt war. Da die Abbildung dieses Stadiums (l. c. Fig. 9) leider nicht so ausgeführt ist, dass die Duplicität des Keimbläscheninhaltes deutlich erkennbar wäre, so habe ich es für angemessen erachtet, einen Keim, der mir nachträglich unterkam und den in zwei ungleiche Kugeln getheilten Inhalt des Keimbläschens noch auf seiner Oberfläche haftend, zeigte, abzubilden. Fig. 4 stellt diesen Keim von der Oberfläche gesehen dar; er ist in der Mitte in einen stumpfen Höcker erhoben, neben welchem zwei weisse rundliche Körper liegen, ein kleiner und ein grösserer. Der erstere (β) ist etwas compress, der letztere (γ) vollkommen kugelig.

Fig. 28 zeigt einen Durchschnitt durch diesen Keim, der durch den Höcker (α) desselben und die beiden Spaltungsproducte des Keimbläscheninhaltes (β , γ) geführt ist. Man sieht, dass der Keim mit dem grössten Theil seiner Masse noch im Dotter steckt; dieselbe ist an Dotterelementen, ganz feinen Tröpfchen der charakteristischen Dottermasse, ungewöhnlich reich und zeigt daher nicht jenes feingranulirte Aussehen, wie andere reife Keime. Links von dem kleinen Höcker (α), in den die Keimmasse erhoben ist, liegen, wie in seichten Vertiefungen derselben die Durchschnitte der beiden Spaltungsproducte des Keimbläscheninhaltes (β , γ). Diese erscheinen im Gegensatz zur Keimmasse sehr fein granulirt. Sie hängen mit dem Keime nicht zusammen, obwohl sie mit ihm in inniger Berührung sind. Zwischen dem Keime und den beiden Kugeln sieht man einen deutlichen Contour und unterhalb desselben wie eine mehr homogene Schichte (x), welche die Kugeln von der eigentlichen granulirten Keimmasse trennt. Somit ist also durchaus nicht daran zu denken, dass jene feingranulirten Kugeln etwa kleine Knospen des Keimes wären, wie ich deren allerdings mitunter beobachtet habe (Fig. 5 α , β u. Fig. 27 α). An solchen Knospen konnte ich aber deutlich den directen Zusammenhang mit dem Keime constatiren. Jene homogene Schichte muss ich ungeachtet der excentrischen Lage, in der sie sich auf der Oberfläche des Keimes befindet, für die in Auflösung begriffene Keimbläschenmembran halten, und zwar aus folgenden Gründen: Erstens sah ich dieselbe noch bevor sie ihre deutliche Structur verloren hatte, an einem ganz ähnlichen Keime, ebenfalls neben einem kleinen Höcker desselben, also nicht in der Mitte seiner Oberfläche liegen, wo sie sich nach meinen Abbildungen l. c. Fig. 1 und 2 gewöhnlich befindet, und zweitens sah ich wieder an anderen Keimen, dass die auf denselben ausgebreitete Membran des Keimbläschens, bevor sie verschwindet, homogen wird und sich immer undeutlicher von der Keimmasse abhebt, bis sie endlich zerbröckelt

und aufgelöst zu werden scheint. Die Möglichkeit, dass jene zwei Kugeln also etwa abgeschnürte Knospen des Keimes seien, halte ich hiermit für ebenfalls ausgeschlossen.

Was die weiteren Schicksale des Inhaltes des Keimbläschens anlangt, so bin ich leider nicht in der Lage, genaue Auskunft hierüber geben zu können. Dass das Keimbläschen seine Rolle als Zellkern ausgespielt hat, scheint mir wohl über jeden Zweifel erhaben¹⁾; es wird sich der Inhalt desselben somit wohl wie seine Membran endlich auflösen. Wie lange der erstere aber fortbestehen kann, das eben bin ich

1) In einer Zeit, in der sich in Deutschland Niemand mehr einem Zweifel an der Bedeutung des Furchungsprocesses hingeben konnte, wurde von LEREBoullet die Frage aufgeworfen, ob die ersten Embryonalzellen, d. h. jene Elementartheile, aus denen die Anlage des Embryo sich direct aufbaut, wirklich nichts Anderes seien, als das letzte Resultat der im Keime vor sich gehenden successiven Theilung in immer kleinere, kernhaltige Spaltungsstücke. (Ann. des sc. nat. IV. Sér. Zool. T. XVI, 1864, p. 429). Ja LEREBoullet leugnete sogar die Zellnatur der Furchungskugeln überhaupt und stellte die Behauptung auf (im Jahre 1864!), dass zwar eine Anzahl von Forschern, unter andern REICHERT, die Embryonalzellen als das Endergebniss des Furchungsprocesses betrachte, die »Mehrzahl der Autoren« leugne jedoch den Zellcharakter der Furchungskugeln! (Ann. des sc. nat. V. Sér. Zool. T. II, p. 4, 1864). Die Embryonalzellen entstehen nach LEREBoullet aus den Keimflecken, welche derselbe für Zellen erklärte. Diese werden durch das Platzen des Keimbläschens frei und zerstreuen sich im Dotter, später treten sie an die Oberfläche desselben, um dort den Keim zu bilden. Der Keim furcht sich so lange, bis seine Oberfläche glatt geworden. Bis daher waren die Spaltungsproducte »globes de segmentation«; von nun an entstehen in der Masse des glatten Keimes »globes générateurs«, die sich weiter furchen, wie die vorigen, und endlich, wie durch eine geheimnissvolle Metabolie, in »cellules embryonnaires« umgewandelt werden: Les cellules embryonnaires sont donc positivement des formations nouvelles! LEREBoullet hat somit die Ansicht Vogt's vom Batrachiereie und dem der Salme, bei welchen derselbe die Bildung der Embryonalzellen aus den Keimflecken ableitete, adoptirt. Gegen eine solche Annahme wird wohl heute Niemand mehr, der mit den Fortschritten der Physiologie seit 20 Jahren vertraut ist, einen Beweis verlangen. Meine Beobachtungen über die Elimination des Keimbläschens aus dem Keime beim Forellen- und Hühnereie im Vereine mit denen von v. BAER am Eie der Batrachier und der Anodonta, ebenso die von WHARTON JONES am Eie von Triton (Philos. Transact. 1837, p. 344: On the first changes in the ova of the Mammifera in consequence of Impregnation and on the Mode of origin of the Chorion), endlich die Beobachtungen von Ausstossung eines oder mehrerer Körperchen aus den Eiern der Säugethiere und Mollusken, welche wohl auf das Keimbläschen zurückzuführen sind (siehe meine Abhandlung in MAX SCHULTZE'S Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. VIII), lassen ausserdem dem Gedanken an irgend welche Verwendung des Keimbläschens, sei es zur Bildung der Kerne der Furchungskugeln oder der Embryonalzellen selbst, kaum mehr irgend eine Berechtigung; davon ganz abzusehen, dass wir heute die Genese und Bedeutung des Keimes genau kennen, wovon LEREBoullet zur Zeit seiner Untersuchungen keine Ahnung gehabt zu haben scheint.

ausser Stande zu sagen. Es scheint mir jedoch hier der Ort, eines Befundes zu erwähnen, der mir an zwei Keimen bisher aufsties, die schon in Furchung begriffen waren, und zwar ein schon ziemlich vorge-rücktes Stadium derselben zeigten. Der eine dieser Keime ist in Fig. 44 abgebildet. Zwischen den Furchungskugeln desselben liegt oberflächlich eine Anzahl kleiner Körner zerstreut, die sich auf den Durchschnitten durch diesen Keim als feingranulirte, und mit den Furchungskugeln durchaus nicht zusammenhängende, meist rundliche Körperchen erwiesen. Ich halte es nicht für unmöglich, dass dieselben vielleicht weitere Spaltungsproducte des Inhaltes des Keimbläschens seien, die sich zufällig auf dem Keime erhielten.

Der Thatsache, dass das Keimbläschen aus dem Keime eliminirt wird, habe ich blos Eines noch hinzuzufügen, nämlich, dass von demselben an Keimen reifer Eier, die ich während des ersten Brüttagcs und vorher untersuchte, mit Ausnahme der l. c. beschriebenen einzelnen Fälle, weder an Chromsäure- noch an Chlorgoldpräparaten, an den vollkommensten Serien der feinsten Durchschnitte niemals eine Spur zu beobachten war, eine wie grosse Anzahl von Keimen ich auch untersuchte.

Aber auch einen neuen, ersten Kern im noch ungefurchten Keime vermochte ich, trotz der mühsamsten Nachforschungen nur einmal aufzufinden. Derselbe war rund, scharf contourirt und maass 0,08 Mm. im Durchmesser. In seinem Innern konnte ich noch ein ebenfalls rundliches Körperchen von 0,04 Mm. Durchmesser deutlich beobachten. Der Keim, der diesen Kern barg, stammte vom ersten Brüttagc und war in Chromsäure erhärtet, dann mit Alkohol absolutus entwässert und mit Nelkenöl durchsichtig gemacht worden, worauf der Kern im durchfallenden Lichte mit voller Deutlichkeit erschien. Derselbe lag etwas excentrisch im Keime und, wie mir schien, näher der Oberfläche desselben als der Basis. So viel ich mich auch bemühte, dieses Gebilde auf einen Dottertropfen oder eine Vacuole zurückzuführen, so erschien es doch von solchen dermaassen verschieden, dass ich an eine Täuschung in dieser Beziehung nimmer glauben kann, trotzdem es mir nie mehr gelang, diesen ersten einfachen Kern ein zweites Mal zu beobachten. Leider missriethen die Durchschnitte durch diesen Keim, und bin ich daher ausser Stande, ein Bild von dem Kerne zu geben, da ich ihn vor dem Schneiden nur ganz oberflächlich skizzirt hatte. Mein Missgeschick, diesen einfachen ersten Kern ein zweites Mal aufzufinden, muss ich auf folgende Ursachen zurückführen: erstens auf die Schwierigkeit den Zeitpunkt zu errathen, in dem der Kern gebildet und deutlich sichtbar ist, zweitens auf die Schwierigkeit, denselben in einem relativ so

grossen Körper, wie der Keim gegenüber dem nicht mehr als 0,08 Mm. messenden Kern ist, aufzufinden und endlich drittens auf die Möglichkeit, dass derselbe durch sehr dichte Partien des Keimes verdeckt werde. Es ist Thatsache, dass selbst die Kerne schon ziemlich kleiner Furchungskugeln manchmal von einer so dichten, auffallend feinkörnigen Substanz umhüllt sind, dass sie, trotzdem ihr Vorhandensein aus gewissen Gründen kaum bezweifelt werden kann, auch auf sehr feinen Schnitten nicht oder nur höchst undeutlich zu unterscheiden sind. Dass dieser erste Kern des noch ungefurchten Keimes nicht von dem Keimbläschen abstammt, noch weniger mit ihm identisch ist, springt von selbst in die Augen. Es wirft sich aber nun die Frage auf, ob die Kerne der späteren Furchungskugeln von jenem ersten Kerne abstammen oder jedes Mal wieder neu gebildet werden.

Ich bedaure, diese Frage für die Kerne des Forellenkeimes nicht direct lösen haben zu können; was jedoch im Allgemeinen für die Annahme einer Descendenz der Kerne der Furchungskugeln von einander zu sprechen scheint, werde ich mich in dem Folgenden darzuthun bemühen.

In einem ungefurchten Keime befand sich an einer Stelle eines Durchschnittes, etwas mehr in der linken Hälfte und nahe der Basis des Keimes ein kleines Häufchen rundlicher Gebilde (Fig. 47 k). Dieselben lagen in einer durch das Chlorgold äusserst dunkel gefärbten, wie verdichteten Masse und konnte ich daher ihre Zahl und Form nicht genau unterscheiden. Die grössten derselben sind in der Fig. 48 k wiedergegeben. Ich kann mich über die Bedeutung dieses Häufchens kleiner, runder Körperchen hauptsächlich aus dem Grunde nicht mit Bestimmtheit äussern, ob es nämlich einem Kern (oder mehreren) entspricht, weil ich dasselbe eben nicht mit der hierzu wünschenswerthen Deutlichkeit in seinen Details beobachten konnte. Ausserdem würde mich die nach zwei Richtungen hin excentrische Lage dieses Gebildes im Keime, sowie die Anzahl seiner Elemente, nicht bewogen haben, an seiner Kernnatur (oder der seiner einzelnen Elemente) nach dem was ich vorhin über die Beobachtung eines ersten einfachen Kernes ausgesagt habe, zu zweifeln.

In dem Furchungsstadium mit einer einzelnen oberflächlichen Furche konnte ich zwei Mal an Keimen mit schöner Chlorgoldreaction ähnliche Gebilde beobachten, wie ich sie soeben im ungefurchten Keime der Fig. 47 beschrieben habe. In keinem dieser beiden Keime konnte ich mehr als zwei solcher Häufchen auf vollkommenen Serien hinlänglich dünner, successiver Schnitte beobachten. Die Fig. 29 zeigt eines jener Häufchen (Vergrösserung HARTNACK S. 8, O. 3, mit welcher

auch die Figg. 30—36 aufgenommen sind), das bei der Einstellung des Focus auf seinen optischen Querschnitt 44 ungleich grosse 0,004 bis 0,009 Mm. messende rundliche Körperchen unterscheiden liess (Fig. 29 *k*). Diese lagen wie in einer multiloculären Lücke der Keimmasse, die sie jedoch nicht ganz erfüllten (Fig. 29 *l*). In jedem dieser Körperchen befand sich ein anderes, bei weitem kleineres. Die Häufchen zeichneten sich vor der Keimmasse durch eine besonders schöne, intensiv violette Chlorgoldfärbung ihrer Elemente aus. Noch intensiver als die einzelnen Elemente aber waren die kleinen Inhaltskörper derselben gefärbt. Was die Lage jener Häufchen in den betreffenden Furchungsabschnitten anlangte, so war sie auf einem Schnitte, der just beide Häufchen zugleich getroffen hatte, eine ziemlich symmetrische, nahezu im Mittelpunkte je eines der beiden Furchungsabschnitte. Ganz ähnliche Häufchen, in derselben Weise situirt, traten in dem Stadium mit der Kreuzfurchung auf, zwei in den Mittelpunkten der angedeuteten Furchungssegmente eines Durchschnitte durch das erste Paar der vier Hügel, zwei andere, in derselben Weise, auch nur auf einem einzigen Schnitte unter den vielen, die ich aus dem zweiten Hügelpaare erhielt. Somit waren im ganzen Keime vier solcher Häufchen vorhanden, entsprechend der Anzahl der auf der Oberfläche ausgeprägten Furchungsabschnitte, gerade so wie die Zahl der Häufchen im vorigen Stadium ebenfalls der Zahl der Abschnitte entsprach, in die der Keim oberflächlich getheilt war. Ich kann nicht angeben, wie gross die Anzahl der einzelnen Elemente eines solchen Häufchens war, sie waren zu sehr aneinander gehäuft, doch schienen sie nicht weniger zahlreich als in den analogen Häufchen des vorigen Stadiums. Bezüglich ihrer Lage im Keime vergleiche man die Fig. 20 *k*. Dicht oberhalb jedes dieser vier Häufchen lag im Keime eine kleine unregelmässige Lücke (Fig. 20 *l*), von der ich jedoch nicht sagen kann, ob sie in ähnlicher Beziehung zu denselben stand, wie die Lücke in Fig. 29. Was die einzelnen Elemente eines solchen Häufchens anlangte, so war ein kleinerer Inhaltskörper nicht mit derselben Deutlichkeit wahrzunehmen, wie an jenen viel intensiver gefärbten aus dem vorigen Stadium.

Die übereinstimmende Anzahl jener Häufchen in zwei verschiedenen Furchungsstadien mit der der jedesmal an der Keimoberfläche angedeuteten Segmente legt die Vermuthung nahe, dass wir es in jenen Häufchen mit den Kernen der Furchungskugeln zu thun haben, wofür ausserdem noch das spricht, dass jene Gebilde sich durch Chlorgold und Carmin intensiver färbten, als die Masse des Keimes. Allein es wirft sich gleichzeitig auch die Frage auf, ob ein solches Häufchen in

seiner Gesamtheit dem einfachen Kerne anderer Zellen entspreche, oder ob jedes seiner Elemente einzeln als ein Zellkern aufzufassen sei. Es entstehen ferner die Fragen, woraus sind diese Häufchen entstanden und wie verhalten sie sich bei der nächsten Theilung des Furchungsabschnittes?

Was zunächst die Frage anlangt, woraus die Elemente dieser Häufchen entstanden seien, so könnten sie ihrer Masse nach Abkömmlinge des ersten Kernes sein. Derselbe maass in dem von mir beobachteten Falle 0,08 Mm. Von den vier Häufchen in dem Keime Fig. 20 konnte ich die Durchmesser annäherungsweise auf 0,013 bis 0,016 Mm. bestimmen. Dies beweist zur Genüge, dass einer Ableitung jener Körperchen vom ersten Kern, was die Massenverhältnisse anlangt, Nichts im Wege steht. Ein directer Beweis für diese Ansicht steht mir allerdings nicht zu Gebote. Was die zweite Frage, wie sich diese Häufchen bei der nächsten Furchung verhalten, anlangt, so bin ich für diese früheren Stadien nicht in der Lage, darüber etwas aussagen zu können. In späteren Stadien konnte ich nahezu bis zum Ende der Furchung ganz ähnliche Häufchen von rundlichen oder gegenseitig abgeplatteten Gebilden in den Furchungskugeln nachweisen. In dem Stadium, das auf Fig. 10 abgebildet ist, mit acht oberflächlich ange deuteten Furchungssegmenten, verhielten sich dieselben zunächst, wie in dem vorhergehenden mit der Kreuzfurche, d. h. sie stellten rundliche oder ovale compacte Massen dar, in denen die einzelnen Elemente dicht gedrängt lagen und sehr klein waren, in anderen Segmenten desselben Keimes aber erschienen die einzelnen Körperchen etwas grösser, deutlich getrennt und wie lose neben einander liegend (Fig. 30). Die einzelnen Körperchen waren rund oder oval oder birnförmig und von etwas verschiedener Grösse. An ihrer Peripherie bemerkte man eine verschiedene Anzahl ganz kleiner runder Körperchen, welche mitunter an derselben eine kleine Ausbauchung zu bewirken schienen und durch das Chlorgold oder den Carmin ebenso auffallend intensiv gefärbt waren als die einfachen Inhaltkörperchen der Elemente in den Häufchen des ersten Stadiums. Das ganze Bild erinnerte fast an das des Keimbläschens der Fische mit seinen peripher gelegenen Keimflecken. Die Zahl der Elemente eines Häufchens war sehr verschieden und wechselte von 5 bis zu 12 beiläufig. In späten Furchungsstadien, wie in dem auf Fig. 26 dargestellten und in noch späteren fanden sich gleichfalls solche Häufchen, wie deren in Fig. 31 u. 32 zwei dargestellt sind. (Diese beiden Häufchen, sowie die in Fig. 36 stammen von nicht tingirten Chromsäurepräparaten. Diesem Umstande muss ich es zuschreiben, dass die winzigen Körperchen an der Peripherie der ein-

zeln Elemente nicht sichtbar waren.) Die Grösse der einzelnen Häufchen wechselte sehr, im Allgemeinen waren sie aber nichts weniger als kleiner als die in den vorhergehenden Stadien. Das Missverhältniss zwischen ihrer Masse und der der Furchungselemente, welches in den ersten Stadien noch sehr auffallend war, nahm immer mehr ab, je mehr sich die Furchungskugeln spalteten und verkleinerten. Je später das Furchungsstadium, desto häufiger traten an der Stelle dieser Häufchen einfache grössere oder kleinere Kerne in den Furchungskugeln auf. Daneben fanden sich sehr häufig Zellen mit zwei Kernen oder, oft noch häufiger, mit zwei näher oder weiter auseinander liegenden Häufchen. Die Figg. 33, 34, 35 u. 36 stellen solche doppelte Häufchen aus Furchungselementen nahezu eines und desselben Stadiums dar. Dasselbe ist etwas älter als das in Fig. 26. Es ist kein Zweifel, dass jene Furchungskugeln, welche doppelte, einfache Kerne oder doppelte Häufchen zeigten, in Theilung begriffen waren. Aus den Figg. 33—36 scheint demnach hervorzugehen, dass jene eigenthümlichen Häufchen bei der Theilung eines Furchungssegmentes einfach mitgetheilt werden. Die Theilproducte der Häufchen rücken dann immer weiter auseinander, bis sie endlich in das Centrum der zukünftigen jungen Furchungskugeln zu liegen kommen.

Ausser solchen Häufchen und grösseren oder kleineren einfachen, rundlichen Kernen glaube ich mich auch von der Existenz gewisser, meist grösserer Kerne überzeugt zu haben, deren Rand mehrfach gekerbt erschien oder die mehr oder weniger tiefgebende Einschnitte zeigten.

An der Hand der soeben gelieferten Daten, glaube ich nun an die Beantwortung der Frage gehen zu können, woher jene eigenthümlichen Häufchen im Innern der Furchungskugeln stammen und wie dieselben, beziehungsweise ihre Elemente, aufzufassen seien.

Ähnliche Bilder, wie ich sie in den Figg. 29—36 abgebildet habe, wurden schon von REMAK¹⁾ in den Furchungskugeln des Batrachiereies und jüngst von E. LANG²⁾ in Zellen einer carcinomatösen Lymphdrüse beschrieben und von beiden Autoren als Kerntheilung gedeutet. REMAK führt diese Theilungen des Kernes analog der Zelltheilung auf, in dem Sinne, dass die Theilungsproducte dem ursprünglichen Kerne physiologisch gleichwerthige Gebilde wären. Er geht hierbei von der Voraussetzung aus, dass sich eine jede solche Zelle, wenn auch nicht sofort, so doch ziemlich bald in ebenso viele Theile spalten würde, als der

1) l. c. p. 439 und Taf. IX, Fig. 14 u. 14.

2) Kernfurchungen beobachtet von E. LANG. VIRCHOW'S ARCHIV. Bd. 54.

Kern Segmente darbietet. Die 4- bis 8fach getheilten Kerne kommen in den Furchungskugeln des Batrachiereies nach REMAK erst gegen das Ende des Furchungsprocesses vor, zu einer Zeit, in welcher die Furchungen nach ihm schon sehr rasch aufeinander folgen. Er glaubt daher, dass die Theilung der Kerne der Zellen für eine kurze Zeit vorausseile. Ich habe schon oben erwähnt, dass der Annahme einer Entstehung der ersten zwei Häufchen kernartiger Gebilde aus dem ersten einfachen Kern, was die Massen dieses und jener anlangt, wenigstens kein auffallendes Missverhältniss entgegensteht. Ich habe es weiter aus den Beobachtungen von getheilten Häufchen in den Figg. 33—36 als im höchsten Grade wahrscheinlich erklären müssen, dass jedes Häufchen, vor oder beim Beginne der Furchung, einfach in zwei getheilt wird, die successive auseinander rücken, bis sie in die Centra der zukünftigen jungen Zellen gelangen. Durch eine solche fortgesetzte Zelltheilung müssten natürlich die Elemente jener Häufchen endlich erschöpft werden. Es müsste endlich so weit kommen, dass jede Furchungskugel blos Ein solches Element enthält. Dies scheint insofern auch der Fall zu sein, als in späten Stadien wenigstens die Zahl der Zellen mit einem einfachen Kerne immer zunimmt. Die Kerne solcher Furchungszellen sind aber meist um ein bedeutendes grösser als die Elemente der früheren Häufchen. Man könnte daher daran denken, dass die Elemente der Häufchen während jenes Theilungsprocesses wachsen oder, dass jene grossen Kerne Neubildungen seien. Auffallend grosse Kerne sah ich in späteren Stadien der Furchung, auch in unseren Häufchen findet sich ab und zu ein 4—5 Mal grösseres Element als diese gewöhnlich sind. Die Fig. 36 zeigt ein solches Häufchen, das mit seiner Furchungskugel in Theilung begriffen ist und aus fünf kleinen und zwei ganz grossen Elementen besteht. Dies könnte zu Gunsten der ersteren Annahme gedeutet werden. Ich habe aber oben auch Kerne erwähnt (aus einkernigen Zellen) aus diesem selben Stadium, welche im Zerfall in kleinere Elemente begriffen scheinen, indem ihr Rand gekerbt ist oder tiefere furchenartige Einschnitte zeigt. Wenn man daher festhält, dass die Zahl der einzelnen Elemente jener Häufchen in den ersten Furchungskugeln beiläufig 20 nie zu überschreiten scheint, wenn man ferner bedenkt, dass selbst noch in ganz späten Stadien Häufchen mit fast ebenso zahlreichen Elementen, wie in den ersten, vorkommen, daneben aber grosse und einfache Kerne und wieder Kerne, welche eine beginnende Theilung verrathen, so muss man wohl annehmen, dass die Elemente unserer Häufchen wachsen, um schliesslich wieder in solche Häufchen zu zerfallen. Denn wie man auch sich die Theilung eines Kernes denken mag, ob

sie in der Weise vor sich gehe, wie die des Protoplasmas oder ob die Kerne von dem letzteren mechanisch entzwei geschnürt werden oder, welche Ursachen immer den Zerfall des Kernes herbeiführen mögen, dass jene Elemente, welche wir in einer mehr oder weniger grossen Anzahl zu einem Häufchen vereinigt in den Furchungskugeln der verschiedensten Stadien antreffen, alle ursprünglich aus einfachen Kernen durch Theilung hervorgehen, dürfte wohl nach den von mir gemachten Beobachtungen in späten Furchungsstadien kaum zu bezweifeln sein. Ebenso wenig dürfte aber auch die Annahme zu gewagt erscheinen, dass die Theilproducte der Kerne wieder Kerne seien. Ob die Zerklüftung solcher Kerne erst immer dann auftritt, wenn ihre Zahl in einer Zelle auf Eins reducirt ist, das vermag ich nicht zu entscheiden. Für die ersten Furchungsstadien ist eine Vermehrung der jungen Kerne in den Häufchen allerdings wahrscheinlich, aber auch für spätere Stadien ist sie nicht ausgeschlossen; zwei der Elemente in den Häufchen Fig. 36 besitzen eine Grösse, welche der mancher in Theilung begriffener grosser Kerne nichts nachgiebt.

Darnach dürften wir das Verhalten der Kerne in den Furchungskugeln, überhaupt im befruchteten Keime gewiss mit grosser Wahrscheinlichkeit folgendermaassen zusammenfassen: Zu einer gewissen Zeit vor der Furchung tritt in dem an einer Stelle der Dotteroberfläche zu einem über dieselbe prominirenden Klumpen contrahirten Keime ein einfacher neuer Kern auf von 0,08 Mm. Durchmesser mit einem halb so grossen Inhaltkörper. Derselbe steht durchaus in keiner Beziehung zu dem früheren Keimbläschen und ist daher eine Neubildung. Ebenfalls noch vor der Furchung scheint derselbe in eine Anzahl kleinerer Kerne zu zerfallen, welche zunächst zwischen den ersten beiden Furchungskugeln getheilt wird, so dass in jeder derselben ein Häufchen von circa 12 kleinen Kernen liegt. Die Kerntheilung geht also von Anfang an der Zelltheilung voraus und hat die Anzahl der Kerne schon vor dem Beginne der Furchung eine Höhe erreicht, welche die Zahl der Keimsegmente ungefähr erst nach der vierten Theilung aufweist. Allein die Kerntheilung scheint bis zu jenem vierten Furchungsstadium nichts weniger als still zu stehen, indem Kernhäufchen, so will ich jene Gebilde nennen, mit ebenso zahlreichen Elementen, wie am Beginne der Furchung, im dritten Stadium und bis in die spätesten Stadien derselben hinauf immer noch häufig vorkommen und erst gegen Ende der Furchung mehr und mehr einfachen Kernen Platz machen. Die Kerntheilung geht daher der Zelltheilung nicht blos vorher, sondern eilt derselben während eines grossen Theils der Furchungsperiode auffallend voraus. Es ist dabei höchst wahrscheinlich,

dass in den ersten Stadien der Furchung es selten, vielleicht bloß höchst vorübergehender Weise, oder gar nie zur Entstehung einkerniger Zellen kommt. Es muss daher vor der Hand unausgemacht bleiben, ob die einzelnen Elemente der Kernhäufchen noch innerhalb derselben sich vermehren oder ob eine solche Vermehrung erst beginnt, wenn jedes derselben zum einzigen Kern einer Zelle geworden ist. Dass dies letztere in spätern Furchungsstadien vorkommt, wurde beobachtet; die betreffenden Kerne waren meist sehr gross und stellten daher ein herangewachsenes Element eines Kernhäufchens dar, das erstere kann auch für diese späten Stadien nicht ausgeschlossen werden. Zur Zeit, wo zuerst einkernige Zellen mit Bestimmtheit nachgewiesen werden können, findet jedoch unstreitig noch immer ein directer Zerfall der Kerne in eine grössere Anzahl von jungen Kernen statt als bei der entsprechenden Zelle sofort und auf einmal Theilungen erfolgen ¹⁾.

Dass die kleinen Körperchen, welche sich in Fig. 29 im Centrum der Kerne befinden, auffallend stark durch das Chlorgold gefärbt und stark lichtbrechend waren, als Kernkörperchen zu deuten sind, ist wohl wahrscheinlich. Ob auch die wandständigen ähnlichen kleinen Körperchen in den Kernen späterer Stadien, Figg. 30, 33, 34 u. 35, so zu deuten seien, muss ich dahingestellt sein lassen; desgleichen, falls auch sie Kernkörperchen wären, ob dieselben aus den einfachen fritherer Stadien durch ähnliche Theilungsvorgänge entstanden sind und also in der Theilung den Kernen ebenso vorausseilen, wie diese den Furchungselementen.

Ueber das Verhalten der Kerne und ihrer Theilung zu den Furchungskugeln und deren Theilungen in den allerletzten Stadien der Furchung fehlen mir eingehendere Beobachtungen.

1) LEREBoullet l. c. konnte an den ersten Furchungskugeln des Forellenkeimes Kerne nicht unterscheiden. Da er am frischen Object untersuchte oder sich einer Schnittmethode wenigstens nicht bediente, so ist es wohl nicht zu verwundern, dass ihm dieselben bei ihrer Kleinheit entgangen sind. In späteren Stadien bildet er dieselben als ganzrandige einfache runde Körper ab. Ich kann nur annehmen, dass LEREBoullet hierbei in den meisten Fällen wenigstens, wo es sich nicht um die spätesten Stadien handelte, getäuscht wurde. Ich kann unmöglich glauben, dass Chlorgold solche einfache Kerne in der Weise verändern könnte, dass die von mir beschriebenen Bilder zu Stande kämen, ich kann es um so weniger, als in Chromsäure, gewiss einem von Chlorgold sehr verschiedenen Reagens, erhärtete Keime ganz dieselben Kernformen zeigten. KUPFFER l. c. sagt ebenfalls, dass er bei den von ihm untersuchten Knochenfischen die Kerne erst gegen Ende der Furchung zu unterscheiden vermochte. Nur bei *Gobius minutus* sah er schon in den ersten vier Furchungskugeln Kerne, die er ebenfalls als wasserklare, kugelige Blasen beschreibt mit meist zwei Kernkörperchen. Er hatte die Kerne sogar isolirt.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXII.

Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind mit einer Vergrößerung von HARTNACK, System 4, Ocular 4 und eingeschobenem Tubus gezeichnet.

- Fig. 1. Forellenkeim, wenige Stunden nach der Befruchtung, im Flächenbild gesehen (Chromsäurepräparat). Der Keim ist ganz in die Dotterkugel zurückgezogen, deren Oberfläche von der fettropfenhaltigen Dotterhaut *b* bedeckt ist; der Keim ragt am Grunde einer nabelförmigen Einziehung der Dotterkugel als kleiner, stumpfer Hügel *a* hervor.
- Fig. 2. Befruchteter Forellenkeim, vom ersten Brütstage, von der Oberfläche gesehen (Chromsäurepräparat). Der Keim bildet einen flachgewölbten runden Kuchen *a*, rings um welchen die Oberfläche der Dotterkugel etwas vertieft erscheint und eine Art Rinne bildet *c*; an einer Stelle ist die Keimmasse zu einer Art dicken, kolbig endenden Stieles erhoben *n*; *b* die Dotterhaut.
- Fig. 3. Befruchteter Forellenkeim, vom ersten Brütstage im Flächenbilde (Chromsäurepräparat). Der Keim *a* ist zu einem flachen Kuchen erhoben, seine Oberfläche erscheint höckerig, uneben, der Rand wie gelappt; *c* Rinne um den Keim; *b* die Dotterhaut.
- Fig. 4. Befruchteter (?) Forellenkeim, vom ersten Brütstage, von der Oberfläche gesehen (Chromsäurepräparat). Der Keim stellt eine ganzrandige, flachconvexe Scheibe dar *a*, die an einer Stelle zu einem stumpfen Hügel erhoben ist *α*; *β* u. *γ* Spaltungsproducte des Inhaltes des eliminirten Keimbläschens; *c* ganz flache Rinne um den Keim; *b* Dotterhaut.
- Fig. 5. Befruchteter Forellenkeim, vom ersten Brütstage, im Flächenbilde (Chromsäurepräparat). *a* der Keim, an seinem Rande wie auf der Dotterkugel ausgebreitet mit einer Anzahl kleiner Knospen *αα*, in der Mitte ist er zu einem breiten Hügel erhoben, der an einer Seite neben einander zwei kugelige, an ihrer Basis leicht eingeschnürte Knospen trägt *n*; *b* die Dotterhaut; *SS* Schnittrichtung.
- Fig. 6. Befruchteter Forellenkeim, vom zweiten Brütstage, erstes Furchungsstadium (Chlorgoldpräparat). *a* die flachconvexe Keimscheibe durch eine über die Mitte verlaufende, gegen die Ränder hin sich verflachende, seichte Furche oberflächlich in zwei Segmente getheilt, *b b'* die Dotterhaut.
- Fig. 7. Befruchteter Forellenkeim, vom zweiten Brütstage, erstes Furchungsstadium (Chlorgoldpräparat). *a* die flachconvexe Keimscheibe durch eine seichte, nahe am Rande beginnende, etwas über der Mitte des Keimes flach auslaufende Furche oberflächlich in zwei Abschnitte getheilt; *b* Dotterhaut.
- Fig. 8. Befruchteter Forellenkeim, vom zweiten Brütstage, von der Oberfläche gesehen, zweites Furchungsstadium (Chlorgoldpräparat). Die stark con-

vexe Oberfläche der Keimscheibe *a* ist durch zwei im rechten Winkel sich schneidende breite, seichte Furchen oberflächlich in vier quadrantenförmige Abschnitte zerlegt; *b* die Dotterhaut.

- Fig. 9. Befruchteter Forellenkeim, vom zweiten Brütstage, von der Oberfläche gesehen (Chlorgoldpräparat), Beginn des dritten Furchungsstadiums. Der Keim *a* erscheint als flachconvexe, elliptische Scheibe durch eine längere und eine kürzere breite, seichte Furche, die sich unter rechtem Winkel schneiden, zunächst in vier Abschnitte zerlegt, von denen zwei einander gegenüber liegende durch eine, der kurzen Furche parallel laufende, schmale, seichte Furche wiedergeheilt sind. Vom zweiten Paar der vier Hauptabschnitte zeigt bloß einer eine ähnliche Theilung durch eine schmale, der kurzen, breiten parallel laufende Furche, an dem ihm gegenüberliegenden grossen Segmente (α) war eine solche Theilungslinie nicht sichtbar; *b* die Dotterhaut.
- Fig. 10. Befruchteter Forellenkeim, vom zweiten Brütstage, von der Oberfläche gesehen (Chlorgoldpräparat), drittes Furchungsstadium. Der Keim *a* erscheint flachgewölbt, elliptisch; die Längsfurche im Zickzack, wie gebrochen, die acht auf der Oberfläche angedeuteten Segmente sind verschieden gross, indem sie sich stellenweise gegenseitig überlagern; *b* die Dotterhaut.
- Fig. 11. Befruchteter Forellenkeim, vom zweiten Brütstage, von der Oberfläche gesehen (Chlorgoldpräparat), Beginn des vierten Furchungsstadiums. Eines von den acht Segmenten, in die der Keim getheilt erscheint (α), ist durch eine enge, seichte Furche schräg in zwei Abschnitte getheilt; *b* die Dotterhaut.
- Fig. 12. Befruchteter Forellenkeim, vom zweiten Brütstage, Flächenbild (Chlorgoldpräparat), viertes Furchungsstadium. Die Oberfläche des Keimes *a* erscheint flachconvex und in 16 ungleich grosse Abschnitte getheilt, die sich stellenweise gegenseitig zu überlagern schienen; *b* Dotterhaut; *b'* verdickte innere Zone derselben, welche direct in die unteren Schichten der Keimmasse übergang.
- Fig. 13. Befruchteter Forellenkeim, vom zweiten Brütstage, Flächenbild (Chlorgoldpräparat), Beginn des vierten Furchungsstadiums. Der Keim *a* läßt die acht grossen Segmente des vorigen Stadiums noch deutlich erkennen, dieselben zeigen jedoch eine völlig von der in Fig. 9 wiedergegebenen, verschiedene Anordnung, was auf Bewegungserscheinungen in den Furchungskugeln zurückzuführen ist. Die Furchung, soweit sie dem vierten Stadium angehört, erscheint jedoch bei weitem weniger regelmässig als in Fig. 12; *b* die Dotterhaut.
- Fig. 14. Befruchtetes Forellenei, vom Beginne des dritten Brütstages, von der Oberfläche gesehen (Chromsäurepräparat). *a* der Keim, und zwar dessen ausgebreitete, noch ungefurchte basale Masse; *F* Furchungsmasse, die Furchungskugeln erscheinen an einer Stelle zu einer stark convexen Masse aufeinander gehäuft, zwischen denselben einzelne kleine Körnchen α (Ueberreste des ausgestossenen Keimbläschens?); *b* Dotterkugel von der Dotterhaut überzogen mit Fetttropfen *f*.
- Fig. 15. Befruchtetes Forellenei, vom dritten Brütstage, von der Oberfläche gesehen (Chromsäurepräparat). *a* stark convexe Furchungsmasse; *b* Dotterkugel von der Dotterhaut überzogen mit Fetttropfen *f*.

Fig. 16. In anormaler Furchung begriffener Keim des Forelleneies, Flächenbild (Chromsäurepräparat). Der Keim *a* flach und breit auf der Dotteroberfläche ausgebreitet, ohne scharfe Grenze in die Dotterhaut *b* sich verlierend; *F* deutlich abgeschnürte, *F'* undeutlich abgeschnürte Furchungskugeln.

Tafel XXXIII.

Die Figg. 17 bis 23 sind mit HARTNACK'S System 5 und Ocular 4 gezeichnet.

- Fig. 17. Medialer Durchschnitt durch einen befruchteten, noch ungefurchten Keim *a* sammt der Dotterhaut *b* (Chlorgoldpräparat). Der Keim setzt sich zu beiden Seiten mit seiner Masse direct in die Dotterhaut fort, die untere Grenze der Keimsubstanz ist theilweise durch einen scharfen Contour ausgezeichnet, der häufig durch kleinere oder grössere Fetttropfen *f* unterbrochen erscheint und in den unteren Contour der Dotterhaut übergeht (*b*); *f'* Fetttropfen in der Dotterhaut; *k* erstes Kernhäufchen (?).
- Fig. 18. Medialer Durchschnitt durch den Keim der Fig. 6, Beginn des ersten Furchungsstadiums (Chlorgoldpräparat). Die Oberfläche des Keimes zeigt eine seichte, spitzwinklige Einknickung in der Mitte *a*, den Durchschnitt der ersten Furche; nach den Seiten geht der Keim in die Dotterhaut *b* über, nach unten trägt er einzelne Fetttropfen *f* und ist durch einen stellenweise scharfen Contour von einer gröber granulirten Masse *c* getrennt, welche in das die Fetttropfen der Dottergrube umschliessende Maschenwerk übergeht. Jener Contour, der besonders links deutlich ist, setzt sich dort in den untern Contour der Dotterhaut fort.
- Fig. 19. Medialer Durchschnitt durch den Keim Fig. 7 (Chlorgoldpräparat), erstes Furchungsstadium. Der Durchschnitt geht durch jenen Theil des Keimes, in dem die Furche nahezu verstrichen erscheint, bei *a* ist der Querschnitt derselben durch eine leichte Einsenkung angedeutet; von derselben gehen zwei Contouren nach innen in den Keim, wo sie bogenförmig in einander laufen und einen kleinen Hohlraum etwas unterhalb der Mitte der Keimmasse einschliessen. Der Keim *aa* grenzt nach unten ohne deutlichen Contour an eine gröber granulirte Schichte, welche bei *f* einen Fetttropfen getragen hatte und nach unten zu in das Maschenwerk um die Fetttropfen der Dottergrube übergang.
- Fig. 20. Medialer Durchschnitt durch das eine Hügelpaar eines auf der Oberfläche in vier Abschnitte getheilten Keimes, ähnlich dem in Fig. 8 (Chlorgoldpräparat), zweites Furchungsstadium. *a* Durchschnitt durch eine der Furchen, *β* von dem Grunde derselben ausgehender, schwach gefärbter, minder granulirter Streif, der die beiden Furchungsmassen noch untereinander verbindet, aber nicht die ganze Dicke des Keimes durchsetzt. Der Keim *a* trug einige Fetttropfen bei *f*; zu beiden Seiten geht er in die Dotterhaut *b* über, nach unten ist er durch einen stellenweise scharfen Contour von der Masse *c* (vgl. Fig. 18 u. 19) getrennt; *k* Kernhäufchen; *l* Retractionslücken im Protoplasma der Furchungsabschnitte.

- Fig. 21. Durchschnitt durch einen Keim wie der in Fig. 9, durch die linke Hälfte desselben, mit drei Furchungsabschnitten *aa'a''* (Chlorgoldpräparat), Beginn des dritten Furchungsstadiums. Bei *a* sind die Furchungsabschnitte durch einen Contour theilweise von einander getrennt, im Uebrigen noch durch lichtgefärbte, äusserst schwachkörnige Säume verbunden; der Furchungsabschnitt *a'* nach oben von einem gegenüberliegenden Furchungsabschnitt überlagert und mit demselben noch zusammenhängend; *m* basale Masse nach oben an zwei Furchungsabschnitte grenzend und mit diesen durch lichte Säume zusammenhängend, während sie vom Abschnitte *a''* nicht deutlich getrennt schien; bei *β* ist sie selbst durch einen lichten Streif in zwei Theile getheilt, nach unten geht sie in eine grobgranulirte Masse *c* ohne deutliche Grenze über, welche Fetttropfen *f* der Dottergrube einschliesst.
- Fig. 22. Durchschnitt durch einen Keim wie der in Fig. 40 (Chlorgoldpräparat), drittes Furchungsstadium. *aaa* Durchschnitte der oberflächlichen Furchen; *aaaa* die vier oberen Furchungsabschnitte durch lichtere Spalten untereinander und von der darunter liegenden basalen Masse *mm* getrennt, zwischen deren Wänden ein dichtes, bei dieser Vergrösserung nicht gut wiederzugebendes Netzwerk feiner Protoplasmafäden ausgespannt ist; bei *β* erscheint die basale Masse *mm* in zwei Theile getheilt; *b* Uebergang des Keims in die Dotterhaut.
- Fig. 23. Durchschnitt durch einen in Furchung begriffenen Keim, ähnlich dem in Fig. 42 (Chlorgoldpräparat), viertes Furchungsstadium. *aa* Keim mit fünf theilweise vollständig, theilweise unvollständig durch scharfe Contouren begrenzten Furchungsabschnitten; der äusserste rechts von dem Ende eines zweiten überlagert; *m* basale Keimmasse hier noch ungefurcht erscheinend. Der Keim geht bei *b* in die Dotterhaut über und stösst nach unten an eine grobgranulirte Masse *c*, welche Fetttropfen *f* der Dottergrube umschliesst.
- Fig. 24. Medialer Durchschnitt durch einen Keim aus einem etwas späteren Furchungsstadium mit sechs oberflächlichen Furchungskugeln, von denen die äusserste links direct in die Dotterhaut *b* übergeht; *m* basale Masse noch keine Furchen zeigend, rechts in die Dotterhaut *b* übergehend (ein siebenter Furchungsabschnitt war hier wenigstens nicht deutlich bemerkbar (Chromsäurepräparat).
- Fig. 25. Medialer Durchschnitt durch den Keim in einem noch späteren Furchungsstadium, *aa* theilweise geschichtete Masse von Furchungskugeln; *m* basale Masse noch ungefurcht; *c* grobkörnige Substanz Fetttropfen *f* der Dottergrube einschliessend (Chromsäurepräparat).
- Fig. 26. Medialer Durchschnitt durch den Keim in einem noch späteren Furchungsstadium mit mehrfach geschichteter Furchungsmasse; *a* grosse Zelle mit zwei kleinen rundlichen, dunkleren, wie verdichteten Massen; *a* Durchschnitt einer Zelle, deren Protoplasma wie um zwei Mittelpunkte strahlig angeordnet und verdichtet erscheint; *a'a'a'* eben solche Zellen, bei denen nur eine solche wie um ein Centrum angeordnete Masse zu beobachten ist; *mmm* Furchungsabschnitte aus der basalen Keimmasse bei *b* und *b'* in die Dotterhaut übergehend, welche bei *b'* zwei Fetttropfen trug. Der Keim erscheint überall durch einen deutlichen Contour von der Dottermasse *c* getrennt, welche die Fetttropfen der Dottergrube *f* umschliesst. (Mit Carmin tingirtes Chromsäurepräparat.)

- Fig. 27. Durchschnitt durch den Keim Fig. 5 und eine seiner Knospen n in der Richtung SS (Chromsäurepräparat). Der Keim a ist in der Mitte zu einem Hügel erhoben, der einen stumpfen, an der Basis leicht eingeschnürten Höcker n trägt, den Durchschnitt einer der grossen Knospen n in Fig. 5. Zwischen den eingeschnürt erscheinenden Stellen an der Basis desselben sieht man von der unteren Fläche des Schnittes her einen Contour durchscheinen, als den Ausdruck der kreisförmigen Einschnürung an der Oberfläche der Knospe; bei a trägt der Keim eine kleinere Knospe; bei $f' f'$ zwei Fetttropfen; rechts und links setzte sich die Keimmasse in die Dotterhaut fort, die auf der Figur nicht mehr gezeichnet ist, nach unten setzt er sich ohne deutlichen Contour in die Dottermasse fort, es scheint jedoch seine Substanz über den Fetttropfen fff aufzuhören.
- Fig. 28. Durchschnitt durch den Keim der Fig. 4. a der Höcker, in den der Keim erhoben war. Der Keim war theilweise von der die Fetttropfen ff umschliessenden Masse c durch einen undeutlichen Contour getrennt, der in der Zeichnung nicht angedeutet ist, an anderen Stellen schien seine Masse mit der des Dotters zu verfließen; an einer Stelle trägt er eine grössere β und eine kleinere Kugel γ neben einander, welche auf einer dünnen Schichte einer mehr homogenen Substanz x aufruhon; erstere (β, γ) entsprechen den Spaltungsproducten des Keimbläscheninhaltes, letztere der aufgelösten Keimbläschenmembran (Chromsäurepräparat).

Die Figuren 29—36 sind mit HARTNACK'S System 8 und Ocular 3 gezeichnet.

- Fig. 29. Kernhäufchen k aus einem der zwei ersten Furchungsabschnitte, in einer multiloculären Lakune ll des Protoplasmas p eingeschlossen (Chlorgoldpräparat).
- Fig. 30. Kernhäufchen k aus dem dritten Furchungsstadium (mit acht oberflächlichen Furchungsabschnitten), p Protoplasma (Chlorgoldpräparat).
- Fig. 31 u. 32. Kernhäufchen kk aus einem Furchungsstadium, das etwas weiter vorgerückt ist, als das in Fig. 26 abgebildete; p Protoplasma (Chromsäurepräparat).
- Fig. 33, 34 u. 35 sind drei Furchungskugeln entnommen, welche in derselben Weise neben einander lagen, wie die Zeichnungen neben einander liegen, sie stellen im Auseinanderweichen begriffene Kernhäufchen vor, vor der Theilung der betreffenden Zellen. In Fig. 35 schienen die beiden Häufchen schon nahezu in den Mittelpunkten der zukünftigen jungen Zellen angelangt, p Protoplasma (tingirtes Chromsäurepräparat).
- Fig. 36. Ein ähnliches, in Theilung begriffenes Kernhäufchen kk mit zwei grossen und fünf kleinen Kernen (Chromsäurepräparat).



Fig. 1



Fig. 2

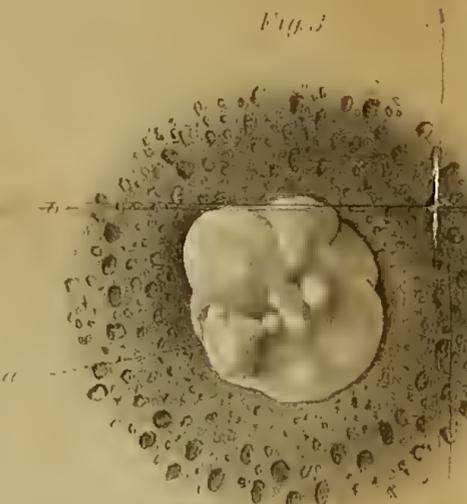


Fig. 3

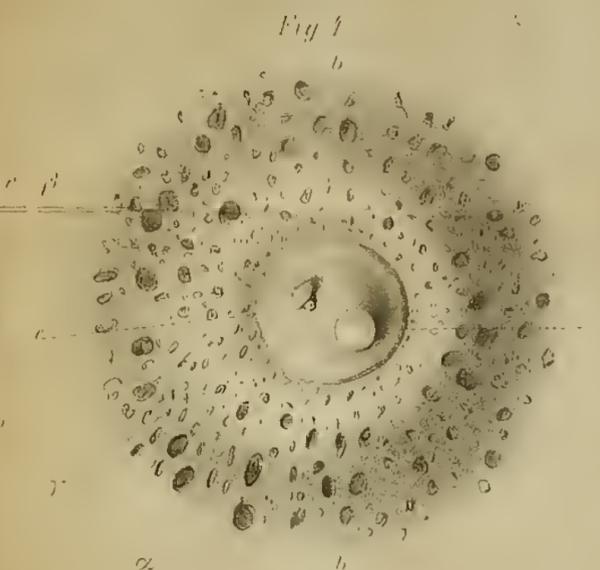


Fig. 4

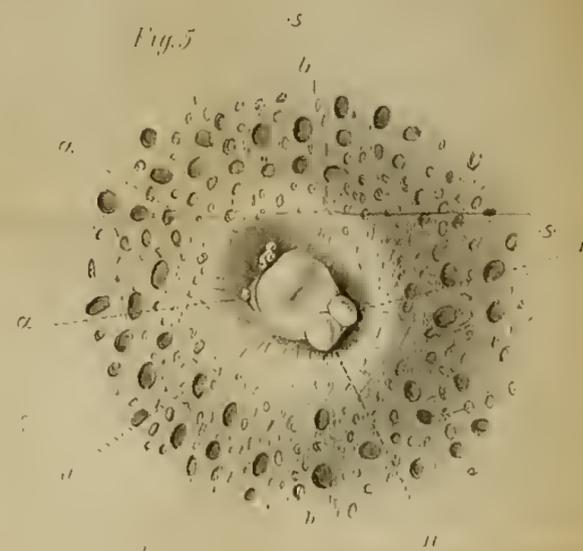


Fig. 5

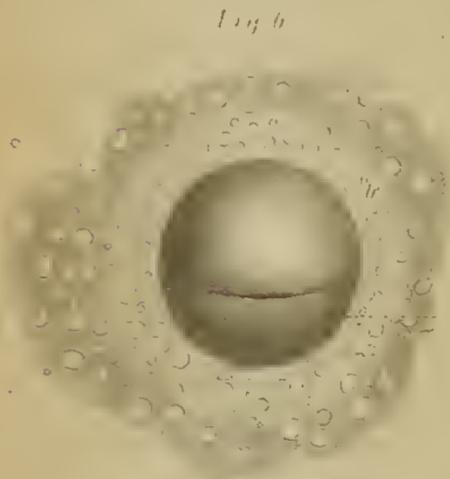


Fig. 6

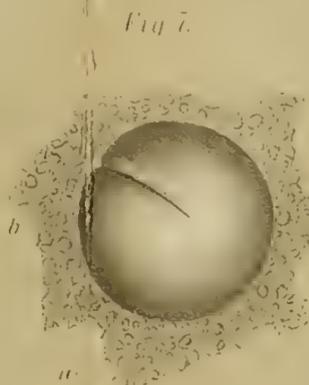


Fig. 7

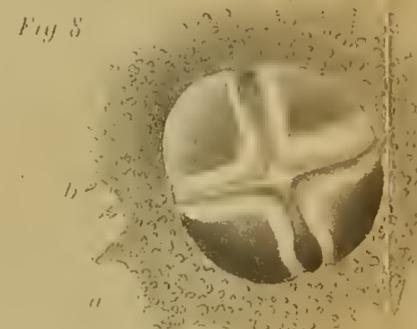


Fig. 8

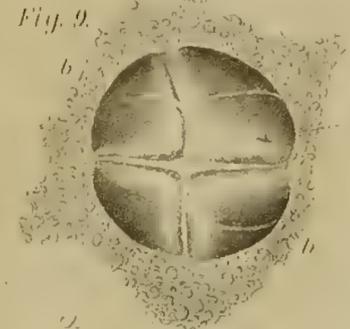


Fig. 9

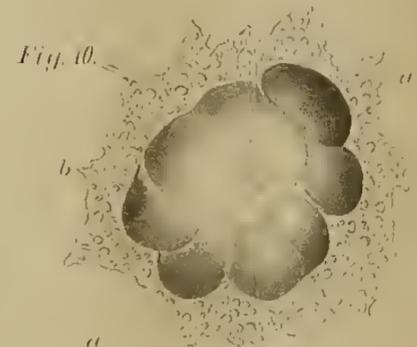


Fig. 10

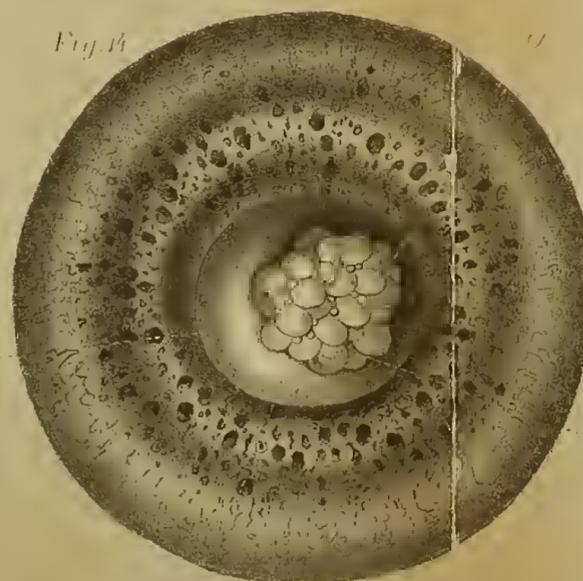


Fig. 11

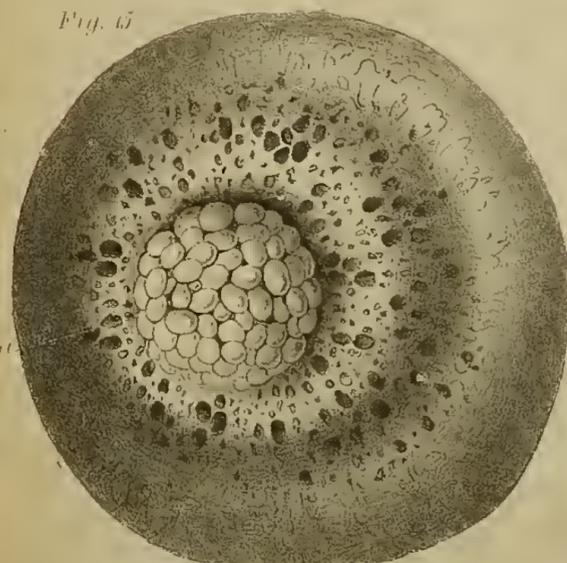


Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15

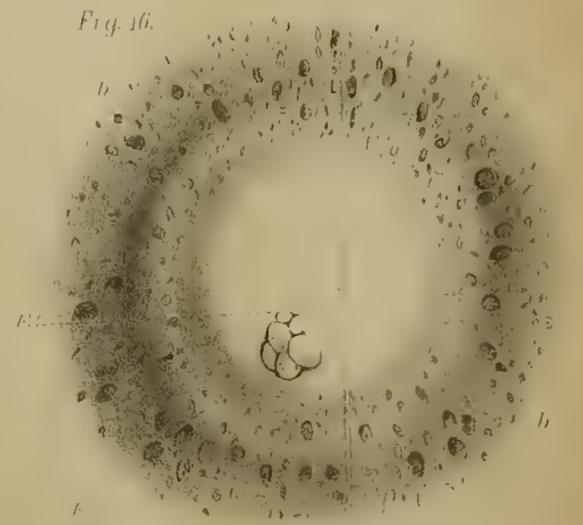


Fig. 16

Ernährungsorgane entwickelt. Erst wenn sie durch Polypidknospur

zu einer
eine kurz
stätte. I
Mensch
chilostom
Oöecien,
und wer
Sinnesorg
cellaria)
Schon wä
Wohnsitz
eines Poly
Der Haup
und der
erst nach
tung, letz
— welche

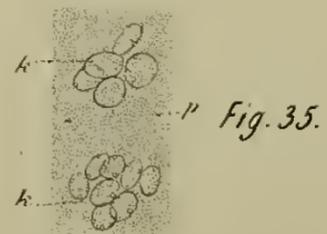
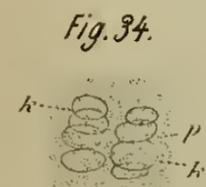
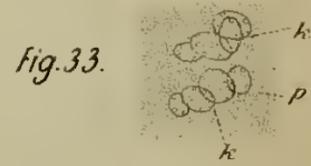
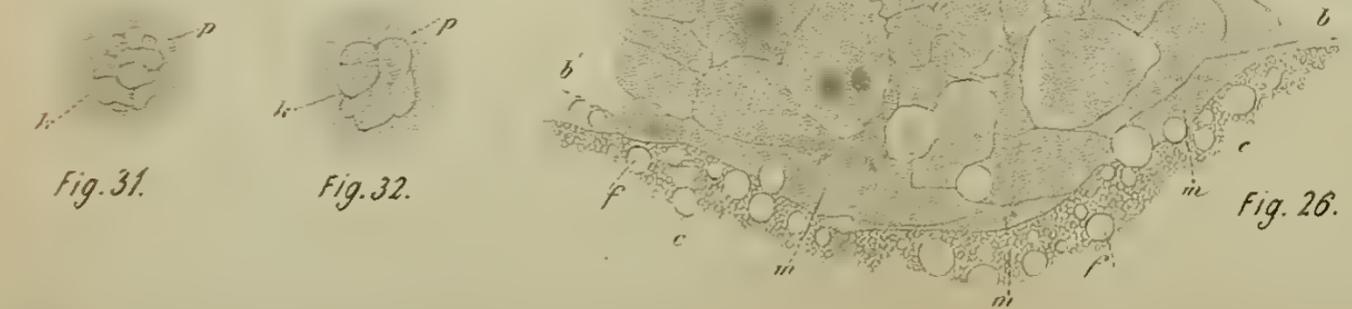
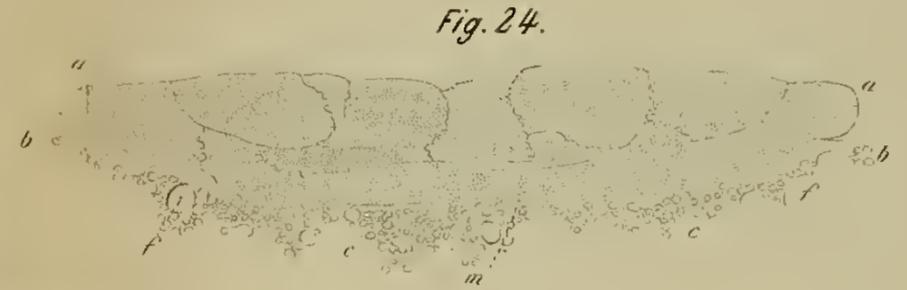
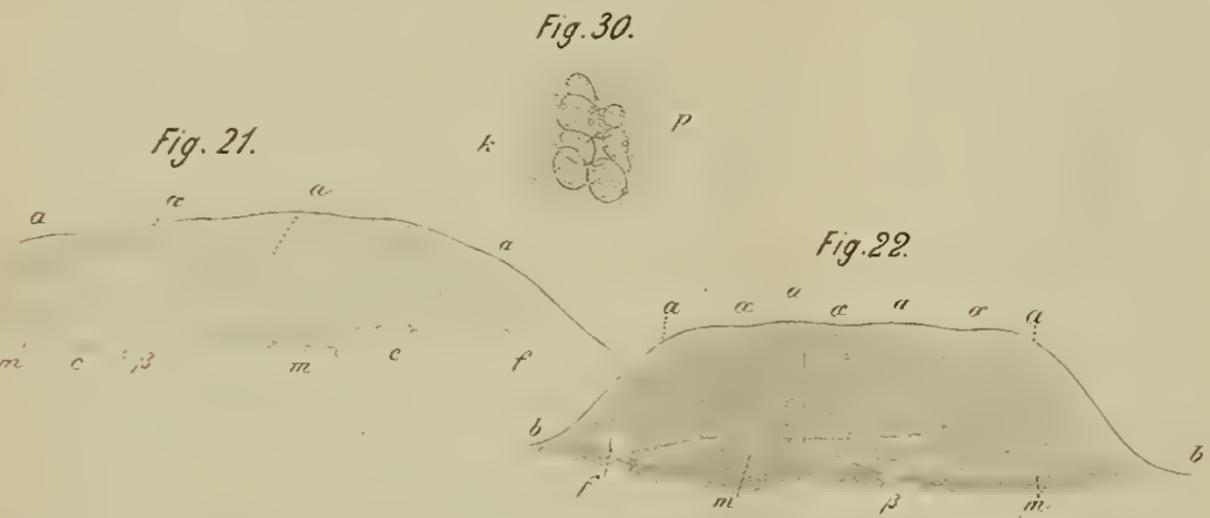
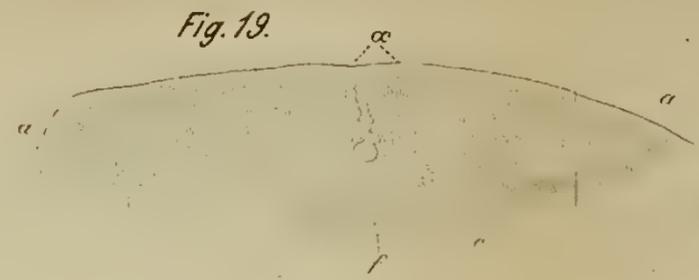
Das
demjenige
freies Sch
einer Amj

Der
generis, e
den Polyp
Embryo, :

Im A
bung der
dieselbe f
schon aus
Anmerkur
Zerfalls d
sicht nach
indem sie
Polypids
venperiso
pids nicht
liche Fortp
stides, des

Leip





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Oellacher Josef

Artikel/Article: [Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforelleneie. 373-421](#)