

Beiträge zur Kenntnis der Lebensvorgänge in tierischen Zellen.

Von

C. Frommann.

Mit Tafel XXIV.

I. Reife unbefruchtete und befruchtete Eier von *Strongylocentrotus lividus*.

Die Eier von *Strongylocentrotus lividus* sind von verschiedenen Beobachtern zur Verfolgung der Vorgänge bei der Befruchtung benutzt worden, indessen bezüglich der Beschaffenheit der Dottersubstanz einer genauen Prüfung bisher noch nicht unterzogen worden.

O. HERTWIG¹⁾ giebt nur an, daß in die homogene Dottermasse kleine runde Dotterkügelchen und Körnchen eingelagert sind und außerdem noch in sehr geringer Menge feinkörniges, rötlich braunes Pigment. Andere Beobachter erwähnen über die Beschaffenheit des Dotters, abgesehen von dem Vorkommen einer radiären Streifung in seiner Peripherie, gar nichts oder schließen sich den Angaben HERTWIG's einfach an.

Die folgenden Beobachtungen zeigen nicht nur, daß der Dotter schon im unbefruchteten reifen Ei und in seiner ganzen Ausdehnung eine bestimmte Struktur besitzt, sondern auch daß dieselbe während des Lebens einem unausgesetzten Wechsel unterworfen ist.

An frischen lebenden Eiern wie an gehärteten und an Teilen des Eikörpers, die bei Druck auf das Deckglas durch die geborstene Hülle ausgetreten sind, kann man sich bei entsprechender,

1) Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung und Teilung des tier. Eies, 1875, S. 3.

ca. 1000facher Vergrößerung überzeugen, daß die homogene Grundsubstanz nicht isolierte, sondern vielfach durch teils sehr feine, teils etwas derbere und meist sehr kurze Fäden verbundene Körnchen, kleine Körner wie knotige und strangförmige Bildungen einschließt. Auf den ersten Blick erscheint allerdings die Dottermasse nur teils fein, teils etwas derber körnig, bei genauerer Betrachtung zeigt sich dagegen, daß nur ein Teil der Körnchen rund ist und anscheinend frei in der Grundsubstanz liegt, daß dagegen andere und namentlich die derberen zackige feine Fortsätze entsenden, durch welche sie untereinander in der mannigfachsten Weise zusammenhängen und durch ihre Verbindungen bald nur äußerst enge, bald etwas weitere Maschen einschließen, die im letzteren Falle selber mitunter wieder etwas blasses, äußerst feines körnig-fädiges Material enthalten. Mehr vereinzelt oder in größerer Häufigkeit sind etwas derbere Fäden wie knotige und strangförmige Gebilde in die Dottermasse eingestreut, die mitunter ein sehr blaß granuliertes Aussehen besitzen, aus Aggregaten dicht aneinandergelagerter oder unvollständig verschmolzener feinsten Körnchen zu bestehen scheinen, anderemale nur einzelne und etwas schärfer umschriebene Körnchen einschließen. Dieselben hängen gleichfalls vielfach durch fädige Fortsätze teils untereinander, teils mit kleineren Knotenpunkten des Gerüsts zusammen (Fig. 1—4). Die radiäre Zeichnung, welche in der Peripherie mancher Eier auftritt, wird bewirkt teils durch einzelne etwas längere feine Fäden, die mit einzelnen Körnchen oder mit kleinen spindelförmigen Knötchen besetzt sind, teils durch etwas derbere, mitunter undeutlich granuliert Stränge, die mit benachbarten Strängen wie mit Körnern und Knoten vielfach durch Fortsätze verbunden sind und mitunter einen etwas zickzackförmigen Verlauf einhalten, wobei die Winkel die Abgangsstellen von Fortsätzen bezeichnen.

Um- und Neubildungen der Dotterstrukturen. Alle geformten Teile des Eikörpers unterliegen einem stetigen Wechsel ihrer Form, Größe, wie ihres mehr oder minder starken Brechungsvermögens, verschmelzen untereinander, teilen sich in 2 oder mehrere Fragmente, verflüssigen sich, während andere neugebildet werden und mitunter vollziehen sich diese Vorgänge so rasch, daß es ganz unmöglich ist, alle successiv entstehenden Bilder durch die Zeichnung zu fixieren. Außerdem kombinieren sich die Veränderungen in der mannigfachsten Weise an ein und denselben Knoten, Strängen und Fäden wie an benachbarten Teilen.

a) Derbere Fäden, wie strangförmige, zum Teil ein granuliertes Aussehen besitzende Gebilde sondern sich zu einzelnen distinkten Körnchen, die auseinander rücken oder mit benachbarten Körnchen, Knoten oder Strängen verschmelzen, andere Male verblassen sie und werden undeutlich granuliert oder schwinden ganz. Diesen Vorgängen geht öfter eine Teilung der Stränge in 2 oder mehrere Bruchstücke voraus, wobei durch die entstandenen Lücken mitunter Fortsätze treten, die sich von benachbarten Knoten oder Strängen aus entwickelt haben, oder es verdicken sich zunächst die Stränge in ihrer ganzen Ausdehnung oder partiell und erhalten knotige oder keulenförmige Auftreibungen. Mit den Änderungen in der Beschaffenheit der Stränge sind sehr häufig auch solche ihrer Form verbunden, gerade werden gekrümmt, ihre Enden biegen sich mitunter hakenförmig um, während gleichzeitig die abgehenden Fortsätze rückgebildet, vorhandene Verbindungen mit Nachbarteilen gelöst oder durch Vorsprossen von Fortsätzen Verbindungen neu gebildet werden.

b) Derbere Körnchen, wie glatte und granuliert Knoten zeigen ein den Fäden und Strängen ganz entsprechendes Verhalten. Dieselben ändern ihre Form, zackige, derbere oder feine fädige Fortsätze werden zurück- oder neugebildet und öfter vollziehen sich Rück- und Neubildung gleichzeitig und nebeneinander, ebenso sieht man häufig benachbarte Körnchen und Knoten untereinander oder mit Nachbarteilen verschmelzen oder sich bloß verdicken, früher oder später aber verblassen oder schwinden, häufig unter Hinterlassung sehr feiner blasser Körnchen. Gleichzeitig werden in Gerüstmaschen Körnchen wie Knoten ganz neugebildet, die anfangs ein sehr blasses Aussehen besitzen und rasch oder allmählich ein stärkeres Brechungsvermögen erlangen, um dann denselben Veränderungen zu unterliegen, wie die von anfangs an vorhandenen.

Ganz dieselben Veränderungen der Dottersubstanz wie das unbefruchtete Ei zeigen auch das befruchtete Ei und die Furchungskugeln und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß hier die Dottermasse wie ihrer Struktur nach so auch nach den vitalen Veränderungen, welchen sie unterliegt, vollkommen dem Protoplasma anderer Zellen entspricht.

An der Oberfläche des Eies und der Furchungskugel liegen teils einzeln verstreut, teils in Gruppen und Reihen gelbrote, ziemlich feine Pigmentkörnchen auf den geformten Teilen oder eingeschlossen in Maschen. Manche liegen geraume Zeit

ganz ruhig oder ändern ihre Lage nur sehr wenig, während sich langsame Umbildungen in der umgebenden Dottersubstanz vollziehen, andere dagegen werden langsam verschoben, so daß während der Beobachtung ihre Anordnung und Verteilung eine ganz andere wird. Sie rücken näher aneinander oder dicht zusammenliegende auseinander, Streifen und Gruppen derselben erhalten nur eine andere Konfiguration oder lösen sich ganz auf, indem die Körnchen sich über einen größeren Abschnitt der Eioberfläche verteilen. Einzelne Körnchen tauchen in die Tiefe und manche scheinen unter Verflüssigung ihrer Substanz ganz zu schwinden, so daß es schien, als handele es sich nur um Dotterkörnchen, die infolge ihrer Durchtränkung mit einem Farbstoff sich weniger leicht verändern als andere und nur passiv durch die Umbildungsvorgänge in ihrer Umgebung hin- und hergeschoben werden. Bei der ersten auf das Verhalten der Pigmentkörnchen gerichteten Beobachtung hatte ich gegen meine Erwartung im Laufe von 10 Minuten keine irgend erheblichen Lokomotionen wahrnehmen können, indessen kann das zeitweise Ausbleiben der letzteren nicht überraschen, da sie doch nur dann erfolgen können, wenn die durch die Vorgänge im Dotter hervorgerufenen Bewegungen nicht interferieren und wenn dieselben eine bestimmte Stärke erreichen.

Der runde oder ovale, homogene Eikern besitzt eine wechselnde Begrenzung. Dieselbe wird mitunter in größerer oder geringerer Ausdehnung durch einen zarten blassen, anscheinend fädigen und ununterbrochenen Kontur gebildet, der mit benachbarten protoplasmatischen Teilen nicht zusammenhängt (Fig. 5) oder in den sich feine und kurze Fädchen inserieren. Beim Wechsel der Einstellung schwindet meist eine solche, anscheinend dem Kern zugehörige Begrenzung und an ihrer Stelle wird die Kerneinfassung gebildet durch zarte körnige oder fädige, dem Dotter zugehörige Teile, die auch etwas in das Kerninnere prominieren können und die Kerngrenze unregelmäßig erscheinen lassen (Fig. 5 und Fig. 6). Nach Behandlung der Eier mit 0,2% Chromsäure erhält der Eikern dagegen gleichmäßig scharfe und glänzende Konturen, während gleichzeitig das Kernkörperchen deutlich vortritt.

Bildung und Beschaffenheit der Strahlenfiguren im befruchteten Ei.

Nach O. HERTWIG ¹⁾ werden die Strahlenfiguren dadurch bewirkt, daß sich die Dotterkörner in regelmäßiger Weise in radiärer Richtung hintereinander aufreihen und es soll diese Anordnung die Folge einer Anziehung sein, welche der Kern auf die homogenen Bestandteile des Dotters ausübt. Die angezogenen Teile sammeln sich in der Umgebung des Kerns am dichtesten, strahlen von hier als Fäden in die Umgebung aus, während in ihren Interstitien sich die Dotterkörnchen als passiv bewegte Teile lagern, deren Lagerung äußerlich die gesetzmäßige Anordnung der zwischen ihnen befindlichen Bestandteile anzeigt. Vor der Befruchtung ist der Spermakern, nach derselben der Furchungskern der Mittelpunkt einer strahligen Anordnung des Protoplasmas. So lange der Furchungskern kuglig ist, üben alle Teile der Kernkugel eine gleichmäßige Anziehung auf ihre Umgebung aus, während mit Streckung des Kerns sich die alte Radialfigur allmählich auflöst und an den Polen 2 neue Radialfiguren auftreten, deren Strahlen an Länge und Deutlichkeit und deren Ansammlungen von homogenem Protoplasma an Masse mit der weiteren Streckung des Kerns zunehmen. Die anfangs nach allen Richtungen hin gleichmäßig wirkende Anziehung auf das Protoplasma hat sich mit Streckung des Kerns auf seine beiden Pole verteilt, erreicht ihren Höhepunkt im Hantelstadium und wird erst mit Teilung des Kernbandes aufgehoben.

FOL ²⁾ hält die hellen Linien zwischen den Radiärreihen der Dotterkörnchen für den Ausdruck von centripetal gerichteten Plasmaströmungen, ohne indessen seine Ansicht auf direkte Beobachtungen stützen zu können. Die Plasmaströmungen ermöglichen nach ihm die Vergrößerung des Spermakerns und veranlassen die Ansammlungen homogenen Plasmas um den Furchungskern und später, nachdem er Spindelform angenommen, um seine Pole.

SELENKA ³⁾ spricht die Vermutung aus, daß bei Bildung und Vergrößerung der Radien eine Auflösung von Dotterkörnchen stattfindet und daß Dotterkörnchen zwischen die hellen Strahlen zu-

1) l. c. S. 39 u. 69.

2) Mémoires de la société de Physique et d'histoire naturelle de Genève, 1879, S. 139 u. 255.

3) Zoolog. Studien, 1878.

rückgedrängt werden. Sobald sich eine Sonne um den Spermakern (von *Toxopneustes varieg.*) gebildet hat, kommt es im Dotter zu lebhaften, mit Massenverschiebungen verbundenen Strömungen.

FLEMMING¹⁾ schließt sich der Anschauung FOL's soweit vollkommen an, daß es sich bei den Radiensystemen nicht nur um eine Aufreihung von Dotterkörnern, sondern zugleich und hauptsächlich um eine Differenzierung des Protoplasmas selbst handle, in welches die Körner eingebettet sind, also um eine vorübergehende Protoplasmastruktur. FOL hat die Radien geradezu als „*Filaments protoplasmatiques*“ bezeichnet²⁾ und auch FLEMMING erhielt den Eindruck, daß die Asteren aus feinen, radiär geordneten Strängen verdichteten Protoplasmas bestehen, zwischen denen die gleichfalls radiären Reihen der Dotterkörner liegen. Am lebenden Ei sind zwar Protoplasmastrahlen nicht, sondern nur Dotterkörnerreihen sichtbar, bei Einwirkung schwächerer Essigsäure aber und auch schon im Anfang der Essigkarminbehandlung werden die Dotterkörner blasser und dabei zeigt sich doch die feine, geradlinige Strahlung in großer Schärfe und zwar auch noch in den nächsten Bereich der Polzentren hineingreifend, welcher frei von Dotterkörnern ist. Dieser letztere Punkt scheint FLEMMING für die substanzielle Beschaffenheit der Radien ganz ausschlaggebend zu sein.

Den Angaben von O. HERTWIG, FOL und FLEMMING kann ich nur soweit zustimmen, daß im allgemeinen die Formelemente des Dotters innerhalb der in Rede stehenden Figuren eine radiäre Anordnung besitzen, diese Anordnung besitzt aber nicht entfernt die Regelmäßigkeit, wie man nach den Beschreibungen und den durchweg schematischen Abbildungen der genannten Autoren annehmen dürfte; es fehlt gar nicht selten streckenweise und mitunter in ziemlich beträchtlicher Ausdehnung eine radiäre Struktur vollständig, außerdem sind auch innerhalb derselben die Teile vielfach untereinander verbunden und unterliegen hier ganz gleichen Veränderungen wie in den übrigen Teilen des Zellkörpers.

1) Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. III. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XX, S. 31.

2) Die von FLEMMING zitierte, von der unter 2) zitierten abweichende Auffassung FOL's findet sich in einer etwas früher erschienenen, mir nicht zugänglichen Schrift desselben: *Commencement de l'hénogenie chez divers animaux*, Archiv. des scienc. physiq. et natur., Genève 1877.

Bestandteile der radiären Dotterfiguren sind hintereinander aufgereihete Körnchen, Körner und Knoten, wie Fäden und Stränge. Einzelne Reihen der ersteren, wie einzelne Stränge und Fäden erstrecken sich durch die ganze Ausdehnung der Radienfigur oder wenigstens durch einen großen Teil derselben, häufig liegen dagegen in einem und demselben Radius nur einzelne durch kleinere oder größere Zwischenräume getrennte Körnerreihen oder einzelne getrennte Strang- und Fadenstücke. Oft halten innerhalb der radiären Figur einzelne Körnerreihen, Fäden und Stränge eine radiäre Richtung überhaupt nicht oder nur streckenweise ein, biegen unter bogenförmigen Krümmungen in andere Richtungen aus und kreuzen spitz-, mitunter sogar rechtwinklig die radiär gerichteten.

Körnige Strahlen bestehen aus Reihen von Körnchen, in denen die letzteren entweder durch Zwischenräume voneinander getrennt oder dicht in perlschnurartiger Form hintereinander aufgereiht sind. Die Zwischenräume zwischen den Körnchen einer Reihe sind leer oder werden von Fäden durchsetzt, welche die letzteren in radiärer Richtung verbinden. Ähnliche Verbindungsfäden finden sich in wechselnder Häufigkeit zwischen den Körnchen benachbarter Reihen, wie zwischen reihenweise gestellten Körnchen und denen, welche zerstreut zwischen die Reihen eingelagert sind.

Die feineren Körnchenstrahlen bestehen aus einer einfachen Körnchenreihe, derbere aus einer Reihe von Körnern oder aus 2—3 Reihen nicht bloß dicht hintereinander, sondern auch dicht nebeneinander liegender Körnchen, wobei häufig einzelne Körnchen etwas ausgerückt sind und in die hellen Straßen zwischen den Strahlen prominieren.

Zwischen den aus Körnchen oder Körnchenreihen gebildeten Strahlen liegen vereinzelter eingestreut oder zu mehreren solche, die zum Teil oder ganz aus Körnern und knotigen Gebilden, aus längeren glatten oder nur mit vereinzelt Körnchen besetzten feinen Fäden, aus strangförmigen Gebilden oder aus kürzeren, gleichgerichteten Faden- und Strangstücken gebildet werden; ihre Teilstücke hängen durch feine Fadenbrücken oder durch etwas derbere Fortsätze gleichfalls häufig untereinander, wie mit denen benachbarter Radien zusammen.

In den hellen Straßen zwischen den Dotterstrahlen sind geringe Mengen sehr blasser, feinkörniger Substanz oder vereinzelt Körner und Knoten hie und da eingelagert. Die Strahlen selbst folgen sich aber keineswegs in annähernd regelmäßigen Abständen, sondern

zwischen ihnen bleiben Abschnitte, in denen Körner, Körnchen, knotige und strangförmige Gebilde in ganz regelloser Verteilung liegen. Derartige Abschnittenehmen bald nur den Raum von 1—2 Dotterstrahlen ein, in deren ganzer Ausdehnung oder nur an Stelle ihrer zentralen oder peripheren Teilstücke, bald fehlt eine Strahlung in größerer Ausdehnung.

Ganz dieselben Strukturverhältnisse wie im lebenden Ei bieten die Strahlungen auch nach Härtung der Eier erst in 50⁰/₀, dann in 75⁰/₀ und schließlich in absolutem Alkohol. Die Zahl der fädigen oder strangförmigen Radian zwischen den körnigen ist nicht vermehrt, dieselben lassen sich deshalb auch nicht als Produkte einer Gerinnung ansehen.

Die Abbildungen Fig. 7, 8 und 9 sind nach gehärteten Präparaten angefertigt und zeigen die wechselnde Beschaffenheit in der Struktur der Strahlungen. Abschnitte mit gerüstförmiger Struktur bei völligem Fehlen einer Strahlung finden sich an verschiedenen Stellen (α) und erreichen mitunter eine noch größere Ausdehnung als im Bereich des oberen Umfangs von Fig. 9.

In Betreff der Entwicklung und Ausbreitung der Strahlung fand FLEMMING, daß dieselbe um den Ei- wie um den Spermakern zunächst einseitig auftritt und zwar so, daß ihr Zentrum neben die Peripherie des Kerns fällt und sich erst' nachher so um den Kern ausbreitet, daß das Zentrum des letzteren mit dem der Strahlung zusammenfällt. Bei seiner Wanderung gegen den Eikern schiebt der Spermakern seinen einseitigen After vor sich her und klemmt ihn nach dem bildlichen Ausdruck FLEMMING's zwischen sich und den Eikern ein. Erst mit der Verschmelzung beider Kerne dehnt sich die Strahlung gleichmäßig um beide aus. Das Vorkommen einer einseitigen, nach dem Eikern zu gerichteten, zu seinem Umfang mitunter nur tangentialen Strahlung habe ich gleichfalls konstatieren können, mitunter fehlte aber die Strahlung gerade an der dem Eikern zugekehrten Seite des Spermakerns, und schien somit ihre Bildung und Richtung nicht in näherer Beziehung zur Bewegung der beiden Kerne zu stehen. In anderen Fällen umgab die Strahlung den Spermakern allseitig. Nach Aneinanderlagerung beider Kerne verbreitet sich dieselbe bald auch um den Eikern, bald bleibt sie beschränkt auf seinen, dem Spermakern unmittelbar benachbarten Abschnitt.

Ihrer Art nach ganz die gleichen Vorgänge wie an den geformten Dotterelementen des reifen befruchteten Eies vollziehen sich auch

an denen, welche an Bildung der Strahlungen des Sperma-Ei- und Furchungskerns beteiligt sind. Die ganzen Strahlen wie die einzelnen sie konstituierenden Teile ändern unausgesetzt ihre Form und Beschaffenheit, schwinden und werden neugebildet, während bei allem Wechsel im einzelnen doch der radiäre Charakter der Figur im ganzen erhalten bleibt.

Fäden und Stränge von homogenem oder granuliertem Aussehen erhalten Ausbiegungen oder krümmen sich mit den Enden ein und bilden bogen-, haken- oder schleifenförmige Figuren, gehen aus der radialen in eine mehr tangential Richtung über oder umgekehrt und schieben sich dabei über benachbarte Teile der Strahlung herüber; sie nehmen an Dicke in ihrer ganzen Ausdehnung zu oder nur stellenweise unter Bildung von Knoten, Buckeln oder spindelförmigen Auftreibungen und erhalten dabei häufig ein deutlich körniges Aussehen, wenn sie vorher nur einen Besatz mit vereinzelt Körnchen trugen oder ganz glatt waren. Benachbarte Fäden und Stränge verschmelzen teilweise oder ganz und formen sich zu unregelmäßig und wechselnd gestalteten Anhäufungen granulierter Substanz um, aus welcher sich neue Stränge und Fäden entwickeln können. Verdickte wie nicht verdickte Fäden und Stränge sondern sich zu einzelnen Körnchen oder teilen sich in 2 oder mehrere Stücke, die sich dann von neuem untereinander oder mit Nachbarteilen verbinden können, und ebenso verschmelzen häufig einem und demselben Radius angehörige Stücke zur Bildung eines einzigen Fadens oder Strangs, indem in den Lücken einzelne oder mehrere dicht hintereinandergestellte Körnchen auftreten. Andererseits kommt es auch zu einem völligen Schwund nicht bloß von einzelnen Körnern und Körnchen, sondern auch von ganzen Reihen derselben, wie von glatten Fäden und Strängen oder Abschnitten derselben. Die Teile verblassen und schwinden vollständig oder unter Hinterlassung von einzelnen sehr feinen und blassen Körnchen und in den nach dem Schwund zurückgebliebenen Lücken und Straßen treten, soweit sie nicht durch Verschiebungen von Nachbarteilen ausgefüllt werden, wieder anfangs blasse Körnchen und Knoten auf, die sich vergrößern, deutlichere Konturen erhalten, ihre Form, Größe und Beschaffenheit wechseln und sich mit Nachbarteilen zur Bildung eines Gerüsts verbinden oder sich von neuem in mehr oder weniger radiärer Richtung anordnen. So kann vorübergehend die Strahlung in beschränkter

oder auch in größerer Ausdehnung ganz schwinden, um sich früher oder später von neuem zu entwickeln.

Da die Strahlenfigur, so lange sie überhaupt besteht, unausgesetzt ihre Beschaffenheit ändert, läßt sich von derselben nur auf photographischem Wege ein Bild gewinnen, in welchem alle in einem bestimmten Zeitmoment vorhandenen geformten Teile wiedergegeben sind. An gehärteten Präparaten werden voraussichtlich die Teile zu verschiedenen Zeiten abgestorben und demnach neben den zuerst abgestorbenen andere sichtbar sein, die sich noch veränderten, bis die Wirkung des Alkohols auch zu ihnen vordrang. Der Charakter der Figur im ganzen wird aber durch den Umstand nicht alteriert, daß sie neben gleichzeitig abgestorbenen Teilen andere enthält, die nach dem Absterben der letzteren noch eine Umbildung erfahren haben.

Auf Fig. 10—13 sind einige der an Teilen der Strahlenfigur wahrzunehmenden Veränderungen abgebildet; Fig. 10 körniger Zerfall (*b*) eines zackigen Knotens *a*, Fig. 11 Richtungsveränderung der kurzen Schenkel des Fadenkreuzes *a* und Vorsprossen eines neuen Fortsatzes, Fig. 12 Schwund der Fortsätze des Strangs *a* unter Verdickung desselben und Auftreten von bogenförmigen Krümmungen, Fig. 13 kolbige Verdickung des oberen Endes eines zickzackförmigen Strangs unter Schwund seines unteren Abschnitts.

Ein Fließen von Körnchen wurde nur in vereinzelten Fällen beobachtet und zwar sowohl in zentripetaler als in zentrifugaler Richtung. Einmal löste sich von dem zentralen Ende des Spermakerns ein Körnchen ab und floß in der interradialen Straße, in welche der Strahl auslief, eine Strecke weiter nach dem Spermakern; in einer anderen Spermakernstrahlung löste sich ein Körnchen vom peripheren Ende eines Strahlstücks ab und floß in peripherer Richtung zum zentralen Ende des peripheren Teilstücks des Strahls, dem es sich anlegte. Auch an den Strahlungen des Furchungskerns wurde in vereinzelten Fällen das Fließen eines Körnchens in einer interradialen Straße bis zu seiner Anlagerung an das Ende eines Strahls beobachtet. Da die fließende Bewegung nicht längs der ganzen Radien, sondern nur längs Teilstücken derselben beobachtet wurde, kann sie sehr wohl die Folge von Bewegungen sein, die im Gefolge von Umbildungen der Strahlenfigur hervorgerufen worden sind, die in über oder unter der eingestellten Ebene befindlichen Abschnitten derselben stattgefunden

den haben ¹⁾. Sie kann ausserdem als Ausdruck von Stoffwechselvorgängen zwischen Kern (resp. der denselben umschließenden oder an den Polen angehäuften Plasmaschicht) und flüssigem Einhalt aufgefaßt werden, indessen steht dieser Annahme das Auftreten von Strahlungen entgegen, welche nur auf eng umgrenzte, außerhalb des Kerns gelegene Stellen (bei *Ascaris megaloc.* auf die Centrosomen) zentriert sind.

Verfolgt man das Auftreten und die Mengenzunahme des Polplasmas von Furchungskernen, so zeigt sich, daß anfangs die Dotterelemente ganz die gleichen Veränderungen erfahren wie an anderen Stellen des Eikörpers, daß solche nicht bloß verflüssigt, sondern auch neugebildet werden. Es überwiegt aber dann die Verflüssigung über die Neubildung, so daß erst geringe und dann immer mehr zunehmende Mengen vollkommen homogener Substanz gebildet werden, während gleichzeitig in der Umgebung derselben sich die Strahlenfigur entwickelt. Da bei Verfolgung dieser Vorgänge die Beobachtung immer nur auf ein oder ein Paar dicht zusammenliegende Körner, Knoten oder kurze Strangstücke gerichtet sein kann, läßt sich wohl konstatieren, daß innerhalb des neu entstandenen homogenen Plasmas Neubildungen geformter Teile nur anfangs spärlich und beschränkt auf seine peripheren Abschnitte vorkommen, es läßt sich aber nicht durch die direkte Beobachtung feststellen, daß das Polplasma nicht bloß an den untersuchten Stellen, sondern in seiner ganzen Ausdehnung lediglich aus einer Verflüssigung geformter Teile hervorgegangen ist. Für diese Deutung sprechen aber noch die folgenden Befunde. Wenn das Polplasma aus Verflüssigung von Dotterelementen hervorgegangen ist, wird es voraussichtlich eine andere, dichtere Beschaffenheit besitzen als die interradiale Flüssigkeit, der nur die Substanz einzelner verflüssigter oder gerade in Verflüssigung begriffener Dotterbestandteile beigemischt ist. Dementsprechend erlangt auch das Polplasma unter der Einwirkung von Alkohol eine äußerst dicht- und feinkörnige Beschaffenheit, es erscheint dunkler als die interradialen Straßen, in denen sich blasses, sehr

1) In den Krebsblutkörpern wurden von mir fließende, von Bewegungen des Zellkörpers ganz unabhängige Bewegungen einzelner Körnchen und Körner beobachtet, die sehr wahrscheinlich durch entsprechende Strömungen der verflüssigten Substanz eines Teiles der Körnchen und Körner bewirkt werden, während dieselbe sich mit der Substanz des Hyaloplasma vermischt (Untersuch. über Struktur, Lebensersch. und Reaktionen tierisch. und pflanzl. Zellen, S. 48).

feinkörnig-fädiges Material überhaupt nur in spärlicher Menge findet, bezüglich dessen es außerdem noch dahingestellt bleiben muß, inwieweit es sich um Gerinnungsprodukte oder um präformierte Teile handelt. Die gleiche fein, blaß und dicht granulirte Beschaffenheit wie die Masse des Polplasmas zeigen an Spirituspräparaten auch die zackigen Fortsätze, mit welchen dasselbe sich häufig zwischen die Teile der Radienfigur hineinerstreckt, wenn die Verflüssigung von Dotterbestandteilen nicht gleichmäßig in konzentrischer Richtung, sondern in der Richtung einzelner Radien weiter fortgeschritten ist als in der der übrigen, wie auch in Fig. 7 am Umfang links. In Uebereinstimmung mit meiner Ansicht steht ferner der Umstand, daß am lebenden Objekt im Bereiche der Peripherie des Polplasmas sich eine mehr oder weniger breite, kontinuierliche oder unterbrochene Zone von blassen Körnchen hinzieht, den Resten von derberen, unvollständig verflüssigten Dotterelementen, wie sie auch bei Verflüssigung derselben außerhalb der Strahlenfigur zurückbleiben. An gehärteten Präparaten ist diese Zone nicht mehr zu erkennen, weil die homogene Substanz in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig dichtkörnig geworden ist. Ebenso besitzen in der Peripherie des Polplasmas gelegene Körner und Knoten, desgleichen Stränge, soweit sie mit ihren Enden in das letztere einragen, meist ein blasses verwaschenes Aussehen und geht ihr Verblasen vielleicht der Verflüssigung voraus. Nicht zu verwechseln sind derartige Stränge mit anderen, die dicht über oder unter der Plasmaansammlung hinziehen und innerhalb derselben noch im Diffusionsbild mit verwaschenen Konturen wahrgenommen werden können.

Auch die Größenzunahme, welche der Furchungskern bald nach der Kopulation erfährt, wird sehr wahrscheinlich bewirkt durch die Verflüssigung von Dotterelementen in seiner nächsten Umgebung, die aber auch hier nicht gleichmäßig erfolgt, so daß die den ursprünglichen Kern umschließende Zone homogenen Plasmas mit zackigen Fortsätzen in die umgebende Dottersubstanz, resp. in die Strahlung eingreift, während ein deutlicher Kernkontur zu dieser Zeit überhaupt fehlt ¹⁾.

1) Nach den von BOVERI gemachten Beobachtungen (Gesellsch. für Morphol. und Physiologie zu München, Sitzungsber. vom 19. Juni 1888) stammt auch bei den Seeigelleiern die Substanz, welche die Strahlungen im Protoplasma wie die Teilung des Eies und der Furchungszellen bewirkt, aus dem Spermakern, da unter besonderen Umständen der letztere in einem lähmungsartigen Zustand in der

Nach Bildung der Strahlenfigur um den Spermakern und während seiner Wanderung zum Eikern konnte ich in seiner Zelensubstanz 2—3 deutlich vortretende oder blasse Körnchen, einmal deren 5 unterscheiden und auch FLEMMING hat an auf der Wanderung begriffenen Spermakernen oft eine feinkörnige Beschaffen-

Peripherie verharret, während sein Strahlenzentrum sich von ihm ablöst und allein gegen den Eikern hinrückt, worauf die Teilungsvorgänge sich in der gewöhnlichen Weise vollziehen. Statt mit dem Eikern verschmilzt dann der Spermakern nachträglich mit dem Kern einer der 8 ersten Furchungszellen.

Bezüglich der Bildung der Strahlungen am Furchungskern unter normalen Verhältnissen giebt BOVERI an, daß nach Verschmelzung beider Kerne die homogene, helle, dem Spermakern entsprechende Stelle sich zunächst schüsselförmig gegen den Kern abplattet und sich dann in einer Richtung sehr beträchtlich in die Länge streckt, so daß ihre Enden jederseits über den Kern hinausragen, während das Mittelstück immer schwächer wird und sich schließlich vollkommen durchschnürt. Die beiden Hälften runden sich allmählich ab, liegen aber nicht sofort an 2 völlig opponierten Punkten des Kerns, sondern gewinnen erst nach und nach eine solche Lage. Die Protoplasmastrahlen folgen allen diesen Veränderungen; anfangs um das einfache Zentrum gruppiert, verteilen sie sich dann auf beide Zentren und während des Übergangs aus der monozentrischen in die dizentrische Anordnung entsteht unter ihnen eine förmliche Verwirrung.

Bei meinen Beobachtungen habe ich nur feststellen können, daß nach Aneinanderlagerung beider Kerne im Spermakern blasse, vakuolenartige Stellen auftreten und daß seine helle Substanz jederseits etwas auf den seitlichen Umfang des Eikerns übergreift. Wenn nun nach BOVERI helle, homogene, vom Spermakern stammende Substanz sich über die Kernpole hinausstreckt, sich teilt und nach der Teilung die Zentren für die Sonnenfiguren bildet, so wird damit ein bestimmter Nachweis für die Herkunft der ersten Mengen des Polplasma gegeben. Die Menge desselben nimmt aber sehr beträchtlich zu und für seine Entstehung aus verflüssigten Dotterelementen spricht die direkte Beobachtung wie sein Reichtum an gerinnbarer Substanz. Wollte man annehmen, daß auch eine Anziehung auf den flüssigen Teil des Eikörpers von seiten bestimmter Zentren ausgeübt und der letztere mehr und mehr um die Pole angesammelt würde, so würde es zu einer bisher nicht konstatierten Verdrängung und partiellen Anhäufung einer beträchtlichen Anzahl von Dotterkörnern und Körnchen kommen müssen und eine solche Annahme sich auch nicht mit dem Auftreten von zentripetal wie zentrifugal gerichteten Strömungen vereinigen lassen, ganz abgesehen davon, daß das Polplasma eine andere Beschaffenheit besitzt, wie das interradiale. Daß eine einheitliche Zentrierung der am Furchungskern auftretenden Strahlungen nicht stattfindet, tritt am auffallendsten im Hantelstadium hervor. Neben parallelen benachbarten Strahlen und solchen, die

heit konstatiert. Bei einem dem Eikern schon fast unmittelbar angelagerten Spermakern sah ich, daß Körnchen, welche die Peripherie desselben kranzförmig umfaßten, ihre gegenseitige Lage änderten, daß zwischen ihnen sehr feine und kurze Fädchen auftauchten und wieder schwanden, während andere neu gebildet wurden. Unter diesen Umständen erscheint es nicht unwahrscheinlich, daß ein Austausch verflüssigter Substanzen zwischen Spermakern und flüssigen Dotterbestandteilen stattfindet, auch wenn, wie O. HERTWIG angiebt, der Spermakern als Ganzes aus einer ähnlichen festen Substanz besteht wie der Eikern, indessen ließen sich weitere, auf derartige Vorgänge gerichtete Beobachtungen nicht anstellen, da zur Zeit, als ich auf dieselben aufmerksam wurde (in der ersten Hälfte des Oktober), in Triest die Eierstöcke der Seeigel zum größten Teil entleert waren und nur wenige der in ihnen noch enthaltenen reifen Eier sich als befruchtungsfähig erwiesen.

Intercellularbrücken zwischen Embryonalzellen.

An Embryonen mit 12—16 und mehr Zellen sind die Spalträume zwischen den einzelnen Zellen meist sehr schmal und in denselben nur vereinzelt Körnchen zu erkennen, von denen es dahingestellt bleibt, ob es sich um Zellbrücken handelt, die wegen ihrer Kürze als Körnchen erscheinen. Auch innerhalb etwas weiterer Intercellularen waren mitunter, aber keineswegs regelmäßig Verbindungsfäden wahrzunehmen, die dann entweder rein quer oder schräg von einer Zelle zur anderen herüber verlaufen, im letzteren Falle mitunter so, daß 2 von derselben Zelle abtretende Fäden konvergierend den Spaltraum durchsetzen, um sich an der Peripherie der gegenüberliegenden Zelle in einem Knotenpunkte zu vereinigen (Fig. 14 u. 15). Andere Fäden verlaufen in der gerade einge-

nach einem noch innerhalb der Strahlung befindlichen Zentrum konvergieren, finden sich Bündel von 3—6 Strahlen, die bald nach einem vor dem Tochterkern mitunter hart an der Grenze des Polplasma gelegenen Zentrum konvergieren, bald nach einem jenseits des Tochterkerns oder in diesem selbst gelegenen Zentrum. Da die Beschaffenheit und Richtung der Strahlen im einzelnen einem fortwährenden Wechsel unterliegt, gleichzeitig solche gebildet, um- und rückgebildet werden und stellenweise die Strahlung vorübergehend ganz schwindet, kann es sich überhaupt nicht um Abhängigkeit der an sich ganz verschiedenen Vorgänge von einer Ursache handeln, welche gleichzeitig und ununterbrochen auf die ganze Umgebung des Polplasma die nämliche Wirkung ausübt.

stellten Ebene schräg noch auf- oder abwärts, so daß es dahingestellt bleibt, ob sie benachbarte Zellen verbinden oder nicht. In den Spalträumen zwischen den sich gegenüberliegenden Kanten der benachbarten Zellen treten mitunter einzelne Körnchen (Fadendurchschnitte) auf, andere Male kleine Knötchen, welche sich mit feinen zackigen Fortsätzen an die benachbarten Zellen inserieren (Fig. 15), mitunter entspringt aber auch von der Peripherie einer der beteiligten Zellen ein Faden, welcher in dem gegenüberliegenden Spaltraume eine Strecke weit fortläuft und thatsächlich frei zu enden scheint. In einem Fall inserierten sich an einem solchen Faden zwei kurze, in seiner Nachbarschaft von der gleichen Zelle entsprungene Fäden (Fig. 16).

II. Um-, Rück- und Neubildungen des Netzgerüsts in der grauen Substanz des Gehirns von *Torpedo marm.* und *Raja asterias* und in den Ganglienzellen des elektrischen Organes von *Torpedo marm.*

Ganz ähnliche Veränderungen, wie sie die Dotterelemente reifer Eier von *Strongylocentrotus lin.* darbieten und wie sie von mir auch an anderen tierischen und an manchen pflanzlichen Zellen nachgewiesen wurden¹⁾, unterliegt auch die Grundsubstanz der grauen Substanz des Gehirns von *Torpedo* und *Raja* und der Ganglienzellen von *Raja*.

Kleine, der Oberfläche der betreffenden Hirnteile mittelst der gekrümmten Scheere entnommene Partikel wurden im Serum des Tieres möglichst fein zerzupft und durch Wachsfüßchen vor dem Druck durch das Deckglas geschützt. Das bloßgelegte Gehirn kann 2 Stunden lang und vielleicht noch länger zur Untersuchung benutzt werden, wenn die Gehirnoberfläche durch aufgelagerte Blutgerinnsel vor dem freien Zutritt der atmosphärischen Luft und vor dem Einfluß der Verdunstung geschützt bleibt. An Fetzen grauer Substanz wie an Zellen, welche frei in die Zusatzflüssigkeit einragen, überzeugt man sich, daß in denselben neben feinsten Körnchen derbere wie kleine Knoten und sehr kurze und feine oder etwas derbere und längere Fäden und strangförmige Gebilde vorhanden sind, daß dieselben einen merklichen Unterschied im Brechungsvermögen besitzen, bald nur ganz blaß und verwaschen vortreten, bald einen matten, seltener einen stärkeren Glanz be-

1) l. c., S. 154 u. folgd.

sitzen und daß weiter die fädigen Teile sehr häufig von den Körnchen, Körnern, knotigen und strangförmigen Gebilden als zackige oder stielartige Fortsätze derselben entspringen und sie in größerer oder geringerer Ausdehnung zur Bildung eines zarten Gerüsts untereinander verbinden, das bezüglich der Art und Weise der Anordnung, Verbindung und Stärke seiner Teile wie bezüglich der Enge der Maschen sehr beträchtliche Verschiedenheiten darbietet.

Bei Prüfung des Verhaltens der Teile rücksichtlich der von ihnen wahrzunehmenden Veränderungen ist es zweckmäßig, zunächst einige, nicht weit voneinander liegende, derbere Formelemente ins Auge zu fassen und dieselben unter Berücksichtigung ihres gegenseitigen Lagerungsverhältnisses genau aufzuzeichnen. Man wird dann finden, daß dieselben im Verlaufe weniger oder bis 10 und mehr Minuten zum Teil oder sämtlich nur Änderungen bezüglich ihrer Form, Stärke und ihres Brechungsvermögens erfahren oder auch ihre gegenseitige Lage geändert, sich gegeneinander verschoben haben, daß sie andere Verbindungen eingegangen sind und mitunter ganz schwinden. Beobachtet man dann die Teile innerhalb eines kleinen Gerüstabschnitts, so wird man an denselben ganz ähnliche Veränderungen wahrnehmen, die aber schließlich zu einer völligen Änderung der Struktur führen, indem die vorhandenen Formelemente nicht bloß umgebildet werden, sondern zum Teil schwinden, während andere neu entstehen und sich mit den vorhandenen verbinden können. Eine unausgesetzte und sehr gespannte Aufmerksamkeit ist dabei unerlässlich, weil man andernfalls wohl konstatieren kann, daß die Beschaffenheit der Teile eine andere geworden ist, ohne daß man indessen sich darüber Rechenschaft ablegen könnte, wie diese Veränderung zustande gekommen und was mit den einzelnen Strukturelementen vor sich gegangen ist. Die Verfolgung der Vorgänge im einzelnen wird aber überhaupt unmöglich, wenn dieselben sehr rasch ablaufen und wenn die Teile ein sehr blasses verschwommenes Aussehen haben.

Fig. 17—28 und Fig. 32 geben einzelne Phasen der Umwandlungen einzelner Gerüstteile und kleiner Gerüstabschnitte wieder.

Fig. 17 u. 18 aus der grauen Substanz des Vorderhirns von Torpedo.

Fig. 17 *a—d* Umbildungen eines kleinen Gerüstabschnitts (nur

die derberen Teile sind gezeichnet), die sich von 5 zu 5 Minuten vollzogen und wobei die einzelnen Körner, Knoten, Stränge und Fäden sich in wechselnder Weise gruppiert haben. Die beiden vorderen V-förmigen Fadenstücke haben sich in *b* in 2 blasse Knoten umgewandelt, das darunter liegende länger, winklig geknickte, mit 2 unterliegenden Körnern verbundene Fadenstück hat die Verbindung mit den letzteren gelöst und sich zu 3 Knoten gesondert. Die beiden durch einen Faden verbundenen Körner links sind zu einem derberen Knoten verschmolzen, von den 2 winklig verbundenen Fadenstücken rechts hat sich das untere verkürzt und verdünnt, während von der Verbindungsstelle ein neuer Fortsatz vorgetrieben worden ist, der bis zu der Stelle reicht, wo bei *a* sich ein länglicher Knoten befindet, der bis auf ein Körnchen geschwunden ist. In *c* sind aus dem oberen Knoten von *b* durch Teilung kleinere mit zackigen Fortsätzen entstanden, während die unteren ihre Form verändert haben. In *d* sind unter weiteren Formveränderungen der Knoten einzelne zu faserigen Bildungen verschmolzen.

Aus den Strängen und Knoten von Fig. 18 *a* entwickelt sich im Verlaufe von kaum einer Minute ein blasses Netz mit derben Septen und engen Maschen; aus einer Anzahl Netzteile entsteht dann ein derberer, etwas glänzender, scharf umschriebener Strang, der sich in *b* zu einzelnen Fäden und Körnchen und gleichzeitig das übrige Netzgerüst zu einzelnen Bruchstücken gesondert hat.

Fig. 19—22 aus der grauen Substanz des Hinterhirns, Fig. 23 aus der grauen Substanz des Mittelhirns und Fig. 24 aus der grauen Substanz des Vorderhirns von *Raja asterias*.

Aus den Fig. 19 *a* abgebildeten Teilen haben sich sehr allmählich, im Verlaufe von 28 Minuten die in *b*, *c* und *d* abgebildeten unter Teilungs- und Verschmelzungsvorgängen wie unter Bildung von zackigen Fortsätzen entwickelt. Dabei zeigten einzelne auf der Zeichnung dunkler gehaltene Teile ein merklich stärkeres Brechungsvermögen als die übrigen. In *b* tragen die 3 derberen Stränge einzelne dunkle, deutlich von der Umgebung abgesetzte Körnchen. Im weiteren Verlauf der Beobachtung ließen sich nur noch ganz träge und unbedeutende Veränderungen wahrnehmen.

Fig. 20. In dem kleinen Gerüstabschnitt *a* ändern im Verlaufe von 8 Minuten die Knoten und Stränge ihre Form, verdicken sich und verschmelzen zum Teil und außerdem werden neue gebildet (*b*). Die beiden Stränge am rechten Rande von *b* sondern sich dann zu einzelnen undeutlich konturierten, etwas glänzenden Körnern und Körnchen.

Fig. 21. Der lange, blasse, ungleich dicke Strang längs des oberen Randes von *a* sondert sich im Verlaufe von 5 Minuten in 2, das linke Teilstück verschmälert sich, ändert seine Form etwas und verschmilzt an der Trennungsstelle mit einem neugebildeten blassen

Knoten; das rechte Teilstück hat einen nach abwärts gerichteten stiel förmigen Fortsatz vorgetrieben, während der schon vorher vorhandene, gleichfalls nach abwärts gerichtete Fortsatz länger geworden ist und seine Zacken am unteren Ende geschwunden sind. Auch die übrigen Teile haben ihre Beschaffenheit geändert; von denselben sind auf der Zeichnung nur 2 strang förmige Gebilde unterhalb der Trennungsstelle des oberen langen Strangs wiedergegeben.

Fig. 22 *a—g*. Aenderungen des Gerüsts in einem Fetzen grauer Substanz durch Formveränderungen, Verdickungen, Verschmelzen und Neubildung von Strängen, Knoten, Körnern und Fäden, die sich im Verlaufe von 28 Minuten vollziehen. Die fein und dicht granulierten Stränge von *g* verblassen wieder und sondern sich nach weiteren 7 Minuten zu einzelnen distinkten Körnchen.

Fig. 23. Die Körner von *a* sind nach 7 Minuten in *b* zum Teil geschwunden, zum Teil anders gruppiert; nach weiteren 18 Minuten sind sie sämtlich geschwunden, während sich zwischen den Körnchen eine Anzahl Fadenreiser entwickelt haben (*c*) und nach weiteren 4 Minuten ein Fadengerüst (*d*). Das letztere löst sich im Verlaufe von 8 Minuten wieder auf unter Bildung einer Anzahl blasser, homogener oder sehr fein granulierter Knoten und Stränge (*e*). Im Verlaufe von ferneren 8 Minuten werden die Knoten schärfer konturiert und etwas glänzend, die Substanz zwischen ihnen fein granuliert, während die Stränge zur Bildung von fast homogener, nur wenig granulierter Substanz verschmelzen (*f*), aus der dann von neuem sich blasse Knoten und Stränge entwickeln.

Fig. 24. Die in dem Gewebsetzen *a* enthaltenen Körner, Fadenreiser, Stränge und Knoten werden im Verlaufe von 8 Minuten zum Teil dicker, nehmen andere Formen an, bekommen längere Fortsätze, zum Teil verschmelzen sie untereinander, außerdem entwickeln sich zwischen ihnen neue aus sehr blasser, allmählich etwas deutlicher vortretender Substanz (*b*). Durch weitere Umformungen und Teilungen der blassen Gerüstteile entsteht im Laufe von 7 Minuten das Bild von *c*.

Innerhalb des zarten Gerüsts der grauen Substanz lassen sich nervöse Teile nicht von solchen, sondern welche aus Elementen der Bindesubstanz hervorgegangen sind. Die gleichen Vorgänge wurden aber auch an der Gerüstsubstanz der Ganglienzellen des elektrischen Lappens von Torpedo beobachtet. Das Netzgerüst zeigt hier ähnliche Verschiedenheiten rücksichtlich der Anordnung und Beschaffenheit seiner Teile wie in der grauen Substanz. Es finden sich Abschnitte, wo dasselbe gleichartig und äußerst zartfädig, seine Maschen sehr eng und seine Knotenpunkte nur zum Teil etwas derber sind und andere, wo neben sehr feinfädigen Stromateilen derbere, mitunter etwas glänzende, meist aber auch blasse Fäden, Knoten und Stränge eingelagert sind, die

weniger zahlreiche Verbindungen eingehen und weitere, häufig durchbrochene Maschen einschließen. Fäden, Knoten und Stränge sind mitunter äußerst blaß und fein granuliert, andere Male nur mit einzelnen distinkten Körnchen besetzt. Manche vereinzelt oder in Gruppen und Reihen eingelagerte Körnchen sind durch einen auffallend starken Glanz ausgezeichnet.

Fig. 25—33. Gerüstteile von Zellen des elektrischen Lappens.

Fig. 25. Die Teile des kleinen Gerüstabschnitts *a* verschmelzen zur Bildung des ausgezackten Knotens *b*.

Fig. 26. Der Knoten und das winklige Fadenstück *a* verschmelzen zu einem sehr blaß granulierten Strang *b*.

Fig. 27. Die rechtsseitige Wand der Masche rechts von *a* wird beträchtlich derber, während die Wand links schwindet. Gleichzeitig hat das Korn in der Masche links einen Fortsatz zu ihrer linken Wand getrieben und ist dann ganz mit derselben verschmolzen. Aus der Substanz beider entwickelt sich dann ein sehr engmaschiges Netz, dessen Teile wieder zur Bildung einiger blasser Knoten miteinander verschmelzen (*b*).

Fig. 28 *a—d*. Successive Veränderungen eines rechtwinklig gebogenen, mit einer knopfartigen Verdickung endenden, etwas glänzenden Strangs. Der kurze aufsteigende Schenkel schwindet nach 2 Minuten bis auf die Verdickung am Ende unter Hinterlassung von etwas feinkörniger Substanz (*b*). Dann schwindet die rechte Hälfte des horizontalen Schenkels ganz und nach 15 Minuten sondert sich die linke Hälfte in 2 Stücke, die sich zu 2 glänzenden Körnern zusammenziehen. Unterdessen haben sich im Bereich des ganz geschwundenen rechten Teilstücks des horizontalen Schenkels eine Anzahl Körnchen gebildet und ist das am oberen Ende des aufsteigenden Schenkels zurückgebliebene Korn zu einer Anzahl Körnchen zerfallen, so daß schließlich in *d* der Strang als solcher ganz geschwunden ist und die an seiner Stelle und in der Umgebung vorhandenen Körner und Körnchen sind nur zum Teil direkt aus seinem Zerfall hervorgegangen, zum Teil aber nach seinem Schwund neugebildet.

Fig. 29. Der ein Paar gablige Fortsätze tragende Faden erhält am oberen Ende eine körnige Verdickung und sondert sich dann im Bereiche seiner oberen Hälfte zu einzelnen Körnchen, während seine untere Hälfte ganz schwindet.

Fig. 30. Der Stiel des gegabelten Fadens verkürzt und verdickt sich und sondert sich dann zu feinen, blassen, dicht gestellten Körnchen, während gleichzeitig die Zinken der Gabel sich verlängern.

Fig. 31. Die zackigen Fortsätze des Fadens runden sich ab und persistieren als Körnchen, während der Faden in seiner ganzen übrigen Ausdehnung schwindet.

Fig. 32. Die zum Teil mit kurzen Fortsätzen versehenen Fäden von *a* ändern in *b* und *c* ihre Form etwas, gehen zum Teil Verbindungen ein, treiben Fortsätze vor und bilden dieselben zurück, erhalten Verdickungen und bilden sich schließlich unter Abschnüruvorgängen zu einer Anzahl blasser, zackiger Knoten um (*d*).

Fig. 33. 2 spindelförmige Verdickungen tragende, sehr fein auslaufende Fäden. Die spindelförmigen Abschnitte verdicken sich und sondern sich zu derberen, etwas stärker brechenden Körnchen, während die Fadenenden ganz schwinden.

Die vereinzelt, reihen- oder gruppenweise in die Zellsubstanz eingelagerten glänzenden Körnchen verblassen zum Teil und schwinden im Verlaufe von 15 Minuten oder sondern sich zu feinen, sehr blassen Körnchen, zum Teil persistieren sie, ohne sich wesentlich zu verändern.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen geht hervor, daß die Veränderungen der Stromateile der Ganglienzellen denselben Charakter tragen wie die Veränderungen der Stromateile in der grauen Substanz und, abgesehen von ihrem häufig langsameren Verlauf, auch wie die in den Eiern von *Strongylocentrotus livid.*; dieselben entsprechen aber auch, natürlich nur in morphologischer Beziehung und ganz abgesehen von der chemischen Konstitution der Teile, mehr oder minder vollständig denen, welche von HEITZMANN, mir und HURLBUTT an den Blutkörpern von einigen Wirbellosen, von mir an der Netzsubstanz der Tentakel von *Hydra* und von HEITZMANN an lebenden Knorpelzellen vom Kaninchen nachgewiesen wurden. In den Leukocyten vom Frosch schwinden nicht bloß Kerne und werden aus protoplasmatischen Teilen neugebildet (STRICKER, ich), sondern es erfahren auch einzelne körnige und fädige Teile des Zellkörpers den in Rede stehenden ähnliche Veränderungen, ohne daß es dabei zur Neubildung von Kernen zu kommen braucht. Auch in Netzlamellen von Pflanzenzellen mit strömendem Plasma, in den Mesophyllzellen von *Aloe aboresc.*, dem Inhalt der Köpfehen der Drüsenhaare von *Pelargonium* z., wie in erweichten und geschwellten, lebendes Protoplasma enthaltenden Abschnitten ihrer Membranen wurden ganz entsprechende Um-, Rück- und Neubildungsvorgänge von mir beobachtet¹⁾. In

1) l. c. S. 155 u. 255 u. figd. Jenaische Zeitschr. Bd. 18, S. 632 u. figd. In einem „Zelle und Protoplasma“ überschriebenen und in Nr. 333 der M. allgem. Zeitung enthaltenen Artikel hat der Vf., A. RAU, eine Anzahl von in morphologischer und physiologischer Beziehung sehr wichtigen Thatsachen völlig unberücksichtigt gelassen,

allen diesen Fällen handelt es sich nicht um den einmaligen Eintritt von Veränderungen einer und derselben Art, die sich als das Absterben der Teile begleitende oder ihm unmittelbar vorausgehende Erscheinungen auffassen ließen, sondern um Vorgänge verschiedener Art, die unter gleichbleibenden äußeren Bedingungen in ununterbrochenem und häufig sehr raschem Wechsel an denselben Teilen oder an Teilen, die nacheinander dieselbe Stelle einnehmen, sich für geraume Zeit verfolgen lassen, bis sie sich erst langsamer und dann gar nicht mehr vollziehen. Es kann deshalb nicht sowohl der Eintritt der betreffenden Vorgänge an sich als ein Zeichen des beginnenden Absterbens angesehen werden, sondern nur ihre vom definitiven Stillstand gefolgte Verlangsamung; inwieweit dieselben bei Ganglienzellen übereinstimmen mit denen innerhalb des lebenden Tieres, läßt sich vielleicht an geeigneten Objekten feststellen.

Sehr allmählich verlangsamten sich die Um-, Neu- und Rückbildungen in dem Stroma der grauen Substanz des Vorderhirns von Scardinius erytrophthalmus; eine halbe Stunde lang vollzogen sich die ersteren stetig, wenn auch ziemlich langsam, machten dann längere Pausen, waren aber erst nach weiteren $\frac{3}{4}$ Stunden ganz erloschen.

Ähnliche Vorgänge sind auch in der grauen Substanz von Warmblütern von Spina beobachtet worden, wie aus dem folgenden Citat von HEITZMANN¹⁾ hervorgeht: „Several years ago Spina

so die Veränderungen, welche in lebenden Zellen zur völligen Umgestaltung des protoplasmatischen Gerüsts führen können, das Vorkommen von Veränderungen der Membranen von Pflanzenzellen, welche nur unter dem Einfluß lebender, in den Membranen enthaltener Substanz zu stande kommen können, das verbreitete Vorkommen von Verbindungen zwischen benachbarten Zellen durch Protoplasmafäden, die Bildung von Stärke in Netz- und Maschensubstanz des Protoplasma u. a. Daß Vf. ein selbständiges, auf eigene Erfahrungen gestütztes Urteil nicht besitzt, geht aus dem Artikel zur Genüge hervor; er hat sich desselben auch völlig enthalten und überläßt es den Lesern, sich auf Grund seines Referats ein solches zu bilden. Welches Interesse diese Leser u. a. an der genauen Bekanntschaft mit dem Verfahren nehmen sollen, welches NOLL zum Nachweis des Appositionswachstums der Membranen angewendet hat, ist schlechterdings unbegreiflich.

1) Our present knowledge of the structure and functions of the gray substance of the nerve-centers. Medico-legal society of New York, meeting May 20, 1885.

demonstrated that thin slices of the gray substance of an animal recently killed, the tissues of which are still living, exhibit with high powers of the microscope, without further treatment, very conspicuous changes in the configuration of the reticulum, which moves, contracts and expands for quite a time, if kept in a liquid favorable to the life of the specimen, such as warmed serum of blood. Thus it was directly proved, that the gray matter consists of living matter in a reticular arrangement."

Erklärung der Tafel XXIV.

(Vergrößerung 1050.)

Fig. 1—4. Dotterstrukturen von *Strongylocentrotus lividus*, 1 und 4 vom lebenden Ei, 2 und 3 nach Härtung erst in 50 0/0, dann in stärkerem Alkohol. Die derberen blassen Knoten besitzen zum Teil eine etwas körnige Beschaffenheit.

Fig. 5 und 6. Kerne des reifen Eies. Bei 5 besitzt der Eikern bei *aa* einen zarten, blassen, anscheinend ihm zugehörigen Kontur, während der Kern bei 6 nur durch körnige und fädige, der Dottersubstanz zugehörige Teile begrenzt wird, die mit anderen in ihrer Umgebung befindlichen Verbindungen eingehen.

Fig. 7, 8 und 9. Struktur der Protoplasmastrahlungen von Furchungskernen, 7 vom Polplasma einer Kernspindel (Scheitelansicht), 8 und 9 vom Polplasma von Hantelfiguren. (Die Eier waren in 50 0/0 und dann in stärkerem Alkohol gehärtet.)

Fig. 10—13. Änderungen in der Form und Beschaffenheit von Teilen der Strahlen. Aus den mit *a* bezeichneten Teilen sind die mit *b* bezeichneten während der Beobachtung hervorgegangen.

Fig. 14—16. Zellbrücken zwischen Embryonalzellen. Bei 14 neben queren Brückenfäden konvergierende, die sich nach innerhalb des Intercellularraums oder an der Peripherie der gegenüberliegenden Zelle vereinigen. Bei 15 neben ein paar Brückenfäden ein die Spalte zwischen 3 Zellen einnehmender kleiner Knoten, der durch 2 seiner zackigen Fortsätze mit der Peripherie der den Spaltraum rechts begrenzenden Zellen verbunden ist; bei 16 ein frei vom Kantenwinkel in den einen Spaltraum einragender Faden, in den 2 neben ihm von der gleichen Zelle abgetretene Fäden sich inserieren.

Fig. 17, 28 und Fig. 32 einzelne Gerüstteile und kleine Gerüstabschnitte (*a*) aus der grauen Substanz des Gehirns von *Torpedo marm.* und *Raja ast.* und aus Ganglienzellen des elektrischen Lappens von *Torpedo marm.* Die successiven Phasen der Umwandlungen der ersteren sind mit *b*, *c* u. s. w. bezeichnet. Das Nähere im Text.

Fig. 17 und 18 aus der grauen Substanz des rechten Vorderhirns von *Torpedo*. Beobachtungsdauer bei Fig. 17 20, bei Fig. 18 nur ein Paar Minuten.

Fig. 19—22 aus der grauen Substanz des Hinterhirns, Fig. 23 aus der grauen Substanz des Mittelhirns, Fig. 24 aus der grauen Substanz des Vorderhirns von *Raja asterias*. Beobachtungsdauer in Fig. 19 28 Minuten, in Fig. 20 etwas über 8 Min., in Fig. 21 10 Min., in Fig. 22 35 Min., in Fig. 23 45 Min., in Fig. 24 15 Min., in Fig. 28 etwas über 20 Min.

Fig. 29. Der ein paar gablige Fortsätze tragende Faden erhält am oberen Ende eine körnige Verdickung und sondert sich dann im Bereiche seiner oberen Hälfte zu einzelnen Körnchen, während seine untere Hälfte ganz schwindet.

Fig. 30. Der Stiel des gegabelten Fadens verkürzt und verdickt sich und sondert sich dann zu feinen, blasen, dicht gestellten Körnchen, während gleichzeitig die Zinken der Gabel sich verlängern.

Fig. 31. Die zackigen Fortsätze des Fadens runden sich ab und persistieren als Körnchen, während der Faden in seiner ganzen übrigen Ausdehnung schwindet.

Fig. 33. Die spindelförmigen Abschnitte der beiden Fäden verdicken sich und sondern sich zu derberen, etwas stärker brechenden Körnchen, während die fein auslaufenden Fadenenden ganz schwinden.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [NF_16](#)

Autor(en)/Author(s): Frommann C.

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Lebensvorgänge in tierischen Zellen. 389-412](#)