

# WEITERES ÜBER DIE STRUKTUR DES PROTOPLASMAS IN DEN EIERN DER KNOCHENFISCHE.

Taf. I—III.

In dem XVI. Bande dieser Serie (Biol. Unt., 1911) habe ich schon eine eingehende, mit vielen Abbildungen versehene Darstellung vom Bau der Eier des *Gobius niger* in verschiedenen Ausbildungsstadien veröffentlicht,<sup>1)</sup> weshalb ich, zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen, auf jene Darstellung hinweise und nur die für die folgende Beschreibung nötigsten Tatsachen hier anführen will.

In dem XVII. Bande derselben Serie (1912) habe ich ferner den Eihüllen der Knochenfische im allgemeinen, und zwar auch besonders denen der Gobiiden, eine ausführliche Schilderung gewidmet, auf welche ich hier ebenfalls verweise<sup>2)</sup>, weil dieselbe für das Verständnis der zu schildernden Verhältnisse in mehrerer Beziehung erläuternd ist.

Bevor ich aber auf den eigentlichen Gegenstand dieser Abteilung, die Protoplasmastruktur der Eier der Knochenfische, v. a. bei den Gobiiden, eingehe, ist es indessen angemessen, das Verhalten und den Bau der Gobiuseier in den Ovarien und bei und nach der Ablage im allgemeinen kurz zu besprechen, weil dieses für das nähere Verständnis der vorliegenden Fragen in mehrerer Hinsicht von Bedeutung ist. Ich will deshalb in einer kurzen Einleitung diese Sache hier berühren. Auf der Taf. I sind die hierfür nötigen Abbildungen zusammengestellt.

\* \* \*

Dass die Gobiiden ihre Eier besonders gerne an flachen Gesteinen, Holzbrettern, Ziegelsteinen, Talerke-  
stücken, Muschelschalen, braunen Algen, Zosteren u. s. w. auf geringer Tiefe in der Nähe des Meeresstrandes während der Frühlings- und Sommermonate ablegen, indem die Weibchen, meistens in der Nacht und in den frühen Morgen-  
stunden, sie an solchen Gegenständen in grösseren oder kleineren, flach ausgebreiteten Gruppen, befestigen, ist schon seit alters bekannt. Ebenso, dass jedes Ei in einer besonderen kleinen, ovalen oder elliptischen, dünnen Hülle eingeschlossen liegt, welche eine durchsichtige Flüssigkeit enthält, in welcher das Ei schwebt. Bei den ver-  
schiedenen Gobiarten ist diese Hülle etwas verschieden gestaltet, und die Eier werden an etwas verschiedenen Gegenständen befestigt. Ich habe diese Verhältnisse nur bei *Gobius niger* und bei *Gobius flavescens* studiert und will sie besonders bei dem ersteren besprechen. In der zoologischen Literatur finden sich zwar eine Anzahl von Bemerkungen über die Art und Weise, auf welche die Gobiiden ihre Eier ablegen, im allgemeinen aber keine ein-  
gehenderen, sondern nur mehr gelegentliche Angaben darüber. Durch die Güte des Herrn Professor J. A. APPELLÖF wurde ich indessen auf eine Mitteilung des dänischen Zoologen Dr. C. G. JOH. PETERSEN<sup>3)</sup> hingewiesen, in welcher diese Frage etwas näher besprochen wird. PETERSEN hatte die fraglichen Verhältnisse bei folgenden Arten unter-  
sucht: *Gobius niger*, *Ruthensparri* (*flavescens*), *minutus* und *microps*. Die Eier des *Gobius niger*, welche direkt aus

<sup>1)</sup> GUSTAF RETZIUS, *Untersuchungen an Eiern von verschiedenen Wirbellosen und Wirbeltieren. B. Die Eier von Gobius niger L.* Taf. XVI—XVIII. Biolog. Unters., N. F., Band XVI, 1911.

<sup>2)</sup> GUSTAF RETZIUS, *Zur Kenntnis der Hüllen und besonders des Follikel-epithels an den Eiern der Wirbeltiere. 1. Bei den Fischen. Die Knochenfische,* Taf. III—V., Biolog. Unters., N. F., Band XVII, 1912, 1.

<sup>3)</sup> C. G. JOH. PETERSEN, *Om vore Kutlingers (Gobius) Æg og Ynglemaade.* Naturh. Foren. Vidensk. Meddelelser (5) Aarg. 3 (1891) 1892. Kjöbenhavn.

den Ovarien der Weibchen ausgenommen wurden, waren kugelförmig und undurchsichtig; wenn sie in Meereswasser gelegt wurden, zersprengten alle die schon reifen Eier eine sie umgebende Hülle und verlängerten sich; die zersprengte Hülle, blieb an dem niederen Eipol festsitzen; durch ihr Netzwerk wird das Ei an den Steinen u. s. w. befestigt. Die abgelegten fertigen Eier haben eine Länge von 1,5 mm.; sie sind spindelförmig, gegen das befestigte Ende etwas mehr verschmälert; das sie befestigende, eigentümliche Netzwerk bildet eine Scheibe, an deren Rande eine Menge feine Fasern auslaufen, welche eben das Ei an die Steine u. d. ankleben. Die betreffenden Männchen bleiben in der nächsten Umgebung als Wächter der Eier; so z. B. wenn die Eier an den umgewölbten Myaschalen abgelegt sind, liegt je ein Männchen unter der aus dem Sande des Bodens etwas hervorragenden Schale, mit dem Kopfe herausschauend. Die Eier des *G. Ruthensparri* (*flavescens*) fand PETERSEN meistens an *Zostera* sitzend; sie sind kürzer, eher birnförmig, mit dem breiteren Ende an der befestigten Stelle, an dem freien Ende schmaler. Die Eier des *G. microps* und des *G. minutus* bildet er auch denen des *G. Ruthensparri* der Form nach ähnlich ab. Hinsichtlich der Angaben anderer Verfasser, führt er solche von A. MALM, HOFFMANN, E. HOLT, ERNEST W. L. HOLT, FR. GUITEL, MÖBIUS und HEINCKE an; sie scheinen aber, wie oben schon angedeutet wurde, wenig sichere Tatsachen zu enthalten.

In der späteren betreff. Literatur habe ich noch keine näheren Angaben oder Beschreibungen dieser Verhältnisse finden können.

Ich gebe deshalb hier eine kurze Darstellung meiner eigenen Befunde in dieser Hinsicht. In meiner oben angeführten Arbeit vom J. 1912 »Zur Kenntnis der Hüllen und besonders des Follikelepithels an den Eiern der Wirbeltiere« (1. Bei den Fischen. Die Knochenfische) schilderte ich bei den Gobiiden, und zwar besonders bei *Gobius niger*, an den sich ausbildenden Eiern der Ovarien in der Follikelepithelschicht eine eigentümliche Lage von Fasern oder Balken, welche nicht in den Epithelzellen dieser Schicht entstehen und sich ausbilden, sondern in den Zwischenräumen frei zwischen diesen Zellen gelegen sind, und, als ganz dünne Fäserchen anfangend, allmählich dicker werden und die nach innen gegen das Ei, resp. die *Zona radiata*, hin radiierenden schmalen Zellfüsse voneinander trennen. An Vertikalschnitten der Follikelepithelschicht erscheinen diese Balken bald, wenn sie der Quere nach getroffen sind, als runde oder etwas ovale, scharf begrenzte, homogene (unstrukturierte) Körper, welche die Zellzwischenräume mehr oder weniger vollständig ausfüllen. Auf der Taf. IV der angeführten Arbeit (Biol. Unters., N. F., Bd. XVII) sind in den Fig. 1, 4, 5, 6 und 7 an Eiern von *Gobius niger*, und in den Fig. 19, 20, 21 an denen von *Gobius flavescens*, solche Balken im Querschnitt abgebildet worden. In anderen Fällen werden aber diese Balken der Länge nach getroffen (Fig. 2; 3 am Flächenschnitte), und man bemerkt dabei, dass sie einander ziemlich parallel verlaufen und hin und wieder sich dichotomisch teilen. Bei dem Studium ganzer Eier, an denen dieses Balkensystem gefärbt worden ist, erkennt man, dass die Balken von dem einen Eipol zu dem entgegengesetzten verlaufen, wie die Fig. 16 und 17 derselben Tafel (IV) der angeführten Arbeit, die erstere in der Ansicht des Eies von der Seite, die letztere von dem einen Pole aus, bei schwacher Vergrößerung zeigen; nach dem Pole zu fließen die Balken immer mehr miteinander zusammen, oder, umgekehrt, sie verzweigen sich von dem Pole her nach den Seiten des Eies hin.

Ich habe hier die Entstehungsweise und die Ausbildung dieses eigentümlichen Balkensystems an den Eiern der Gobiiden, die aber auch in der Follikelepithelschicht einiger anderer Knochenfische (*Esox bellone*, *Clupea sprattus*), obwohl in weit unregelmässigerer Anordnung, von neuem rekapituliert, teils weil diese Balken ein sehr interessantes Beispiel von interzellulär entstehenden, also nicht direkt in oder aus dem Protoplasma der Zellen sich ausbildenden Gewebeelementen, in diesem Falle sogar epithelialen Ursprungs, darstellen, teils auch, und dies hier ganz besonders, weil diese Balken für die folgende Geschichte der Gobiuseier eine Bedeutung haben. Es sind nämlich gerade die Balken dieser Schicht, welche bei der Abgabe der reifen Eier zur Befestigung derselben an den Steinen u. s. w. dienen, wie auch PETERSEN diese Befestigungsweise aufgefasst hat. Indessen habe ich mich bei der Untersuchung einer grösseren Anzahl von Weibchen von *Gobius niger* mit reifen Eiern in den Ovarien überzeugt, dass die Balken- oder Faserschicht sehr oft schon vor der Abgabe der Eier, also schon in den Ovarien, zersprengt war und an dem einen Ende des Eies büschelförmig hing, also nicht erst nach der Abgabe der Eier ins Meereswasser zersprengt wurde. Die Fig. 7 der Taf. I hierunten zeigt in schwacher Vergrößerung ein reifes oder beinahe reifes, aus einem Ovarium genommenes Ei, an welchem die Balkenlage der Follikelzellschicht noch unzersprengt ansitzt, und das von der Schicht des ovarialen Endothels noch an seiner Aussenfläche bedeckt ist. In der Fig. 8 ders. Tafel liegt aus dem Ovarium eines anderen Weibchens, bei welchem sich die Eier grösstenteils als ganz reif erwiesen und in grosser Menge dasselbe Aussehen darboten, vor; hier war die Follikelzellschicht zersprengt, und die

Balken hingen von dem einen Eipol büschelförmig hinaus. Im frischen Zustande sind die also zersprengten Balken oder Fasern von halbweicher, sehr elastischer Beschaffenheit und kleben leicht sowohl untereinander als an anderen Gegenständen an; sie befestigen sich an den Objektgläsern gerne und lassen sich bei der Präparation mit Nadeln lang ausziehen, schmelzen aber nicht direkt miteinander zusammen, sondern behalten trotz ihrer Klebrigkeit ihre Individualität; sie färben sich sowohl mit Anilinfarben als mit Hämatoxylin intensiv, zeigen aber keine innere Struktur, sind homogen und hell durchsichtig; es wäre gewiss theoretisch interessant, ihre chemische Beschaffenheit näher zu eruieren.

Ihre Aufgabe, die Eier an anderen Gegenständen zu befestigen, erfüllen sie in einer vortrefflichen Weise, und die eierlegenden Weibchen suchen deshalb mit Vorliebe solche Gegenstände auf, welche eine möglichst flache Oberfläche darbieten, an welcher die Balken- oder Faserbüschel angeklebt werden können.

Ehe ich in der Schildrung der reifen Eier und des Verhaltens der Fasern der Balkenlage der Follikelzellschicht weiter gehe, will ich indessen das Schicksal der anderen Elemente dieser Schicht und im allgemeinen der Eihüllen kurz berühren. Nach aussen von den Follikelzellen findet sich an sämtlichen Eiern, die an der Oberfläche der Ovarien liegen, eine dünne Haut, die auswendig mit einer einschichtigen Endothelzellschicht bekleidet ist, welche man mit der Lösung von Nitras argenticus nachweisen kann. Schon an den ganz kleinen Eiern ist dies leicht zu bewerkstelligen; die Fig. 1 *a, b, c* stellt drei solche Zellen dar; *d* und *e* sind etwas grössere Eier, an denen die Zellen kleiner und zahlreicher geworden sind; an den anreifenden Eiern werden diese Zellen wieder etwas grösser, wie die Fig. 7, welche übrigens bei schwächerer Vergrösserung als die in Fig. 1 dargestellten wiedergegeben ist, zeigt.

Mittelst derselben Silbermethode lässt sich aber ausserdem das Mosaik der äusseren Flächen der Follikelepithelzellen darstellen. In der Fig. 2 der Taf. I sieht man also, unter dem Mosaik der äusseren, ovarialen Endothelschicht mit den grossen polygonalen Maschen, das Mosaik mit den viel kleineren, langgestreckten Maschen der Follikelepithelzellen. In dem in Fig. 7 (Taf. I) abgebildeten, fast reifen Ei war auch dies letztere Mosaik unter dem Endothelzellmosaik und über der Balkenlage zu sehen, konnte aber bei der geringen Grösse dieser Figur nicht wiedergegeben werden. Bei der Zersprengung der Hüllen scheinen nun sowohl die äussere Ovarialhülle als die Follikelepithelzellen ganz abgeworfen zu werden, und nur die Fasern der Balkenlage bleiben erhalten, wobei sie mit ihrem einen, »inneren«, Ende befestigt bleiben und das andere, »äussere«, Ende frei hinausragt, wie die Fig. 8 der Taf. I zeigt; die verschiedenen Fasern sind nun bald einzeln, bald bündelweise in verschiedenen Richtungen hinausstrahlend und teilweise einander kreuzend. Die Stelle, wo sie am Ende des Eies befestigt sind, bildet eine ziemlich breite, rundliche Platte, welche schon an den Eiern, deren Follikelzellschicht noch nicht zersprengt ist, deutlich angegeben und besonders strukturiert ist. Die Fig. 3 der Taf. I zeigt bei stärkerer Vergrösserung diese Stelle an dem Ende eines beinahe reifen Eies; unten in der Fig. stossen die Balken hinzu, verschwinden aber bald als distinkte Fasern und gehen in eine zusammenhängende Platte über, an welcher man zerstreute längliche oder unregelmässig geformte Löcher bemerkt; an der obersten Wölbung schwinden auch die Löcher, und die Platte zeigt hier keinen besonderen Bau an der Oberfläche; unten rechts in der Figur sind die ovariale Endothelschicht und ebenso unter ihr das Mosaik der Follikelepithelzellen teilweise angedeutet. Im optischen Durchschnittsbild des betreffenden Endes des Eies erkennt man noch die Zusammensetzung der Befestigungsplatte aus Balken, welche sogar ganz eigentümliche Strukturbilder darbieten kann. Die Fig. 4 der Taf. I zeigt ein solches Bild der Balkenfaserplatte (links) mit dem Ansätze der eigentlichen Eihülle (rechts). Wenn die Fasern der zersprengten Balkenlagen der ehemaligen Zellschicht des Follikelepithels nicht direkt eine flache Unterlage antreffen, um an dieser sich zu befestigen, so rollen sie sich gerne umeinander, und dann bilden sie verästelte dickere Balken verschiedener Anordnung und Gestalt, von denen die Fig. 10 und 12 Beispiele geben, wobei die Eier als Beeren an den Zweigen hängen, indem sie von ihrem befestigten Ende frei ins Wasser hinausragen.

Ehe ich aber die Beschreibung der schon abgegebenen Eier weiter fortsetze, ist es doch notwendig, die Frage von den *Reifungserscheinungen* dieser Eier im allgemeinen etwas zu besprechen. In den jungen Eiern der Ovarien findet man ja, wie ich schon in der betref. Abhandlung vom Jahre 1911 (Biol. Unters., N. F., Band XVI) näher schilderte, ein echtes Mitom von feinen, geflechtartig (nicht netzförmig) angeordneten, gewundenen Fasern, in denen Mikrosomkörnchen reihenweise befestigt sind; diese Fasern liegen in einer hellen, mehr oder weniger reichlichen, scheinbar strukturlosen Zwischensubstanz (FLEMMING'S Paramitom oder Interfilarsubstanz). In dieser Zwischensubstanz setzen sich die Dotterkörner ab, und zwar meistens zuerst in balkenförmigen Zügen, welche von den Mitomfasern umspinnen sind. In der eben angeführten Abhandlung vom J. 1911 habe ich diese

Tatsachen in den Fig. 1—5 der Taf. XVII abgebildet und nun auch hier unten in der Fig. I der Taf. II von neuem wiedergegeben. Die eigentümliche stärkere Färbung der Mikrosomkörner in dem einen Seitenumfang der Eier (und zwar schwärzlich mittelst Eisenalaun-Hämatoxylin und blauviolett mittelst des Ehrlich-Biondigemisches), die ich in der erwähnten Abhandlung beschrieb und abbildete, zeigte sich auch in den im J. 1913 gemachten Präparaten aus neuem Material. Nach fortgesetzter stärkerer Absetzung und Anhäufung von Dotterkörnern werden diese immer in der ganzen Eisubstanz zerstreut liegend befunden (Fig. 3, 4 der Taf. XVII im XVI. Bande der Biolog. Unters. und Fig. 2 der Taf. II hier unten), so dass die Mitomfasern nunmehr reichliche Maschen um die zerstreuten Dotterkörner und nur an der Oberfläche des Eies eine mehr dotterfreie dünne Schicht bilden, in welcher die Körner auch meistens sehr klein sind; schliesslich wird auch diese Schicht mit Dotterkörnern versehen.

Während der meisten Zeit der Ausbildung der Eier in den Ovarien dauert dann dieser Bau derselben mit überall im Mitom zerstreuten zahlreichen Dotterkörnern fort.

Schliesslich tritt aber das eigentliche Reifungsstadium ein, und dann geschieht die merkwürdige Abtrennung des eigentlichen Protoplasmas, d. h. des Mitoms und des Paramitoms, von dem Dotter, dem Deutoplasma, indem das Protoplasma sich nach der einen Seite des Eies zieht und hier den sog. *Keimhügel* bildet. Frühere Erforscher der Knochenfischeier haben diesen Prozess besonders an den Lachseiern beschrieben. In seinen späteren Arbeiten über das Protoplasma und die Reifung dieser Eier hat His denselben ebenfalls so aufgefasst, dass erst *nach der Besamung* dieser Keimhügel entstehe, und zwar durch eine aktive Bewegung des Protoplasmas selbst. Ob bei Forellen- und Lachseiern dies erst nach der Besamung eintritt, habe ich nicht konstatieren können. Bei *Gobius niger* habe ich aber in einer Reihe von Fällen gefunden, dass die Bildung des Keimhügels schon in den Ovarien geschieht, also vor der Besamung und vor der Abgabe der Eier in das Meereswasser. Weil bei *Gobius* die Dotterkörner in relativ geringer Menge vorhanden sind, ist das sich abtrennende Protoplasma im ganzen nur wenig geringer als der Dotter. Es sammelt sich nun in den Gobiuseiern konstant an dem Ende des Eies, an welchem die Fasern der Balkenlage der Follikelzellschicht befestigt sind; dies wird besonders an solchen Eiern deutlich dargelegt, an denen diese Schicht zersprengt ist, wie an dem in Fig. 8 der Taf. I abgebildeten Eie, welches ja direkt aus einem Ovarium genommen wurde und weder besamt noch ins Meereswasser gelegt worden war. Aber auch an manchen sich anreifenden Eiern in den Ovarien, an denen die Follikelzellschicht mit der Balkenlage noch unzersprengt war, konnte man deutlich wahrnehmen, dass sich der Protoplasma-Keimhügel schon abgetrennt hatte. Man kann also die Besamung und den Einfluss des Meereswassers *nicht als direkte Ursache dieser Abtrennung des Protoplasmas bei den Eiern von Gobius niger* betrachten. Die wirkliche Ursache ist mir deshalb dunkel geblieben, und ich kann sie nur als den letzten Akt in dem Reifungsprozesse aufführen. Die abgetrennte Protoplasmasubstanz sammelt sich, wie erwähnt, in dem Teil des Eies, welcher an der Stelle der Follikelzellschicht liegt, wo ihre Balkenlage befestigt ist, und umfasst die mehr oder weniger kugelförmig gestaltete, nach dem anderen Umfang hin gelegene Deutoplasmasubstanz schalenförmig, indem diese mit konvexer Wölbung in jene hineinragt und die letztere mit ihrem äusseren Rande hervorschießt, um sich schliesslich in eine sehr dünne Schicht fortzusetzen, welche die ganze übrige Eioberfläche umfasst. Es findet sich also an der ganzen Oberfläche des reifen Eies eine Mitomschicht, welche das Deutoplasma umschliesst, und zwar nach einer Seite hin mit dem dicken, hohen Keimhügel, nach der anderen Seite aber nur mit einer äusserst dünnen Deckschicht.

Die Keimhügelmasse enthält gewöhnlich nur ganz vereinzelt Dötterkörner, die bei der beschriebenen Abtrennung in ihr geblieben und ihr gefolgt sind. Sie bildet im ganzen *die reinste und mächtigste Protoplasmasubstanz*, die man sich zur genaueren Untersuchung zu erwerben vermag. Nur in selteneren Fällen, und besonders bei unvorsichtiger Behandlung der Eier bei ihrer Fixierung oder bei kranken Eiern, kommt es vor, dass eine grössere Anzahl von Dotterkörnern zu dem Keimhügel geschleppt werden und in ihm zerstreut zu finden sind.

An den reifen Eiern, welche aus den Ovarien ins Meereswasser übergeführt werden, bemerkt man, ausser dem an dem einen Ende anhängenden Balkenfaserbüschel, eine das Ei rings eng umgebende dünne, ebene und glatte Hülle, welche sowohl an senkrechten Schnitten der fixierten Eier als auch, obwohl undeutlicher, an optischen Querschnitten sichtbar ist. Diese Hülle ist die an diesen Eiern schon in meiner betreff. Arbeit vom J. 1912 geschilderte und abgebildete *Zona radiata*. Nachdem die frischen Eier einige Minuten im Meereswasser gelegen haben, hebt sich von ihrer Oberfläche eine dünne Haut ab, anfänglich nur schwach, aber bald immer stärker, indem sie sich mit einer klaren Flüssigkeit anfüllt, welche offenbar wesentlich aus eingeströmtem (»eingesaugtem») Wasser besteht. Diese Haut, welche also die vom Eie abgelöste und immer mehr erweiterte *Zona radiata* darstellt, bildet für die Gobiuseier eine eigentümliche, blasenförmig vom Wasser aufgeblähte Hülle, welche anfangs, in den früheren

Stadien, rund ballonförmig das Ei umgibt, allmählich aber eine ovale, immer mehr elliptisch ausgezogene Gestalt annimmt, wobei das Ei gewöhnlich ungefähr an der Mitte ihrer Länge zu liegen kommt und dann stets den Keimhügel nach »innen« hin, d. h. nach dem befestigten Ende des Eies hin, den Deutoplasmaballen dagegen nach der entgegengesetzten Richtung, nach dem freien Eiende, nach »äussen«, kehrt. In den Fig. 10, 11 und 12 der Taf. I habe ich diese Verhältnisse wiederzugeben versucht. In Fig. 10 sieht man also einen Zweig, wie man sie in den Wasserschalen mit sich entwickelnden Eiern oft bekommt, wenn man die reifen Eier aus den Ovarien ins Seewasser hin überbringt. An den verschiedenen Ästen der aus der oben beschriebenen Balkenfaserlage der Follikelzellschicht der Eier gebildeten dicken Zweige sitzen hier noch fünf Eier angeheftet, von denen das oberste, dessen äusseres Ende nicht gezeichnet ist, die Zona radiata seiner Oberfläche noch dicht anliegend hat; an den nach unten hin folgenden Eiern sieht man die Abtrennung dieser Haut in steigendem Grade geschehen, wobei sie noch eine ziemlich sphärische Form behält; am untersten Eier ist die Zonablase schon stark oval geworden. Ist der Fig. 11 findet man, dass die Zonablasen stark elliptisch, als lang ausgezogene Hülsen erscheinen, wobei aber, wie dies die Regel ist, das »innere«, befestigte Ende noch schmaler ist als das äussere, freie. So gestaltet sind gewöhnlich die von den Fischen selbst ins Meereswasser abgegebenen und an den Gegenständen befestigten Eier, zuweilen sind aber die Zonahüllen auch in diesem Falle etwas kürzer.

In Fig. 12 ist schliesslich ein solcher Zweig mit sieben an ihm befestigten Eiern in ihren Zonablasen wiedergegeben, in denen der Keimhügel in verschiedenen Stadien der Teilung (mit je 2, 4 und mehr Blastomeren) dargestellt ist; oben links findet sich auch ein Ei mit noch ungeteiltem Keimhügel. Ich habe natürlich diese verschiedenen Teilungsstadien hier in schematischer Weise zusammengestellt, weil die Abbildung jedes einzelnen Stadium zu viel Platz auf der Tafel in Anspruch nähme; so verschiedene Stadien kommen ja nicht gleichzeitig an einem Zweige vor, sondern höchstens 2- und 4-Teilungen oder 4- und 8-Teilungen u. s. w. Es zeigte sich nämlich, was die Zeitmomente der Teilungsphasen bei diesen Eiern betrifft, dass die *erste* (die 2-Teilung) binnen dem Ablaufe der *zweiten* Stunde, die *zweite* (die 4-Teilung) binnen der *dritten* Stunde eintritt; nach etwa noch einer halben Stunde beginnt die Teilung in 8 Blastomeren sich zu zeigen und wird bald allgemein; nach etwa noch einer halben Stunde (also zusammen etwa vier Stunden) beginnt die Teilung in 16 Blastomeren einzutreten u. s. w. Einzelne Eier teilen sich zuweilen etwas schneller, andere können aber in dieser Hinsicht verlangsamt werden, so dass in der Tat zuweilen in derselben Kolonie von Eiern verschiedene Teilungsstadien, obwohl kaum so verschieden wie es in der Fig. 12 wiedergegeben worden ist, vorkommen können. In dieser Figur sind die Zonahüllen auch des Raumes wegen etwas kürzer gemacht als sie gewöhnlich sind; zwar kam es oft in den Präparaten von Eiern, welche in Präparatschalen künstlich besamt wurden, vor, dass die Zonahüllen nicht ihre vollständige Länge erhielten, und ich habe hier eben solche abgebildet.

Wie geschieht nun die *Befruchtung* dieser Eier? In zwei Fällen erhielt ich wirklich eine Teilung von Eiern, die ich direkt aus den Ovarien ins Meereswasser gelegt hatte, und zu denen ich meines Wissens kein Spermium zugesetzt hatte, so dass ich an die Möglichkeit einer inneren Befruchtung zu denken hatte. Nachdem ich aber nie mehr solche Fälle erhalten hatte, sondern nur nach dem Zusatz von Spermium Teilungserscheinungen wahrnehmen konnte, wurde jene Möglichkeit ausgeschlossen; die beiden Fälle von Befruchtung lassen sich wohl nur durch ein mit Spermium etwas verunreinigtes Wasser erklären. Die Besamung ist offenbar ein draussen im Seewasser vorsichgehender Akt. Die Gebärden der Weibchen und Männchen deuten entschieden darauf hin. Ein eierlegendes Weibchen wird nämlich getreu von einem Männchen begleitet, und das Männchen bleibt gerne in der Nähe der abgelegten Eier, um sie zu überwachen, wie auch PETERSEN beschreibt.

Nun kommt aber die Frage, wie dringen die Spermien in die Eier hinein? Die relativ dicke Zona radiata umgibt ja, nach der Zerspaltung der Follikelzellschicht, jedes Ei. An der Zona bemühte ich mich vergebens eine Öffnung zu finden; auch bei starker Färbung der Zona mittelst Methylenblau und Rosanilin u. s. w. war *keine eigentliche Öffnung* nachweisbar. Bei stärkster Vergrößerung liessen sich zwar an der Zona die äusserst feinen und dicht angeordneten Kanäle überall nachweisen, die ich in der oben angeführten Abhandlung vom J. 1912 (Biol. Unters., Band XVII) näher beschrieben habe. Diese Kanäle sind aber zu fein zum Eintritt der Spermien, falls diese sie nicht zu erweitern vermögen. Die Fig. 5 und 6 der Taf. I stellen zwei kleine Partien des Oberflächenbildes der Zona bei Zeiss' Apochr. 2 mm. Ap. 1,30 und komp. Okul. 12 dar. In der Fig. 6 links ist auch die Dicke der Zona bei dieser Vergrößerung angegeben. Um die Differenz der Grösse dieser Kanälchen der Zona und der Grösse der Spermienköpfe bei derselben Vergrößerung darzutun, gebe ich auf derselben Tafel auch eine solche Spermie wieder (Fig. 13 der Taf. I).

Das Eindringen der Spermien in die Eier blieb mir in der Tat unerklärt; ich versuchte es zwar mehrmals zu eruiieren, aber gerade als ich im Juni diese Untersuchung ernsthaft vornahm, zeigte es sich, dass eine Erkrankung der Weibchen allgemein auftrat, indem eben die Ovarien in der Weise zerstört wurden, dass die reifen Eier einer Auflösung anheimfielen, so dass sie nicht mehr mit Samen befruchtet werden konnten. Infusorien traten gewöhnlich massenhaft in den Ovarien auf, und die Weibchen starben nach einigen Tagen. Nach dem Auftritt dieser Krankheit konnte ich dann kein einziges Weibchen mit gesunden, entwicklungsfähigen reifen Eiern mehr finden und musste von der Lösung des fraglichen Befruchtungsproblems diesmal abstehen.

Indessen ist es wohl anzunehmen, dass die Besamung der Eier ganz kurz nach der Abgabe derselben geschieht, ehe die Zona sich von dem Eie abgetrennt hat, d. h. binnen der ersten Minuten nach der Ablage.

In Verbindung mit den Untersuchungen an den Eiern von *Gobius niger* studierte ich auch ein wenig die entsprechenden Verhältnisse bei *Gobius flavescens* (*G. Ruthensparri*), fand aber im ganzen so übereinstimmende Verhältnisse, dass es sich kaum lohnte, sie näher zu verfolgen, und dies um so weniger, als sie bei diesem bedeutend kleineren Tiere sich schwerer genau studieren lassen. Ich gebe deshalb von diesen Eiern hier nur eine Abbildung (Taf. I, Fig. 14) wieder, in welcher die beiden untersten am Zweige befestigten Eier, und v. a. das rechte, die normale Grösse und Gestalt der fertigen, angeschwellten Zonablase zeigt. Diese Gestalt stimmt auch recht gut mit der von PETERSEN gegebenen Figur und Schilderung der Eier dieses Tieres überein.

Nach dieser allgemeinen Einleitung über das Verhalten der Eier des *Gobius* in den Ovarien bei ihrer Reifung nach ihrer Abgabe in das Seewasser will ich nun zu der Darstellung und Besprechung des eigentlichen Gegenstandes dieser Abhandlung übergehen, nämlich der für die Lösung des schwierigen, aber fundamental so bedeutungsvollen Problems der *Struktur der Protoplasmas der Eier* hier zu findenden Bauverhältnisse.

In meiner hier oben angeführten Arbeit vom Jahre 1911 (Biolog. Unters., N. F., Band XVI, 4 B) habe ich zwar diese Verhältnisse schon besprochen. Es zeigte sich dabei, dass, wie schon hier oben betont wurde, in den noch jungen, unreifen Eiern nach der Fixierung derselben in Carnoy'schem oder Zenker'schem Gemisch die Protoplasmasubstanz aus einem Geflecht körnertragender Mitomfasern und einer scheinbar strukturlosen halbflüssigen Zwischensubstanz, einem Paramitom im Sinne FLEMMING's, in welcher die Dotterkörner, das Deutoplasma, sich absetzt, bestand. Ferner wurde auch von mir erwähnt, dass in diesen jungen Eiern die Dotterkörner sich in balkenartigen Zügen absetzen, um von dem Mitomfaserwerk umsponnen zu werden (Fig. 1 der Taf. II hierunten), und sich später in den sich reifenden Eiern in das ganze Ei zu zerstreuen (Fig. 2 d. Taf. II), wonach die Mitomfasern das ganze Ei durchspinnen. Nachdem dann in den reifen Eiern der hier oben beschriebene Spaltungsprozess des Protoplasmas und des Deutoplasmas eingetreten ist, wobei sich beinahe die ganze Protoplasmasubstanz im sog. Keimhügel befindet, sieht man an einem medianen Längsschnitt durch das ganze Ei (Taf. I, Fig. 9), wie oben erwähnt wurde, den Keimhügel (in der Figur hellgrau) halbmondförmig das Deutoplasma (in der Fig. schwarzgefärbt) seitlich umfassen und es im übrigen mit nur einer sehr dünnen oberflächlichen Schicht bekleiden; im Keimhügel selbst trifft man nunmehr in der Regel nur ganz vereinzelte Dotterkörner.

Bei der Untersuchung der Struktur des Protoplasmas im Keimhügel erhält man nun, nach guter Fixierung, die von mir im 16. Bande dieser Serie näher beschriebenen und in den Fig. 2—6 der Taf. XVII derselben Abhandlung wiedergegebenen Bilder, auf welche ich hier hinweise.

In solchen reifen, aber nicht befruchteten Eiern bleibt die Struktur dieser Protoplasmasubstanz in derselben Beschaffenheit, bis das Ei abstirbt und dekomponiert wird. Wenn aber die Befruchtung geschehen ist, fängt in ihr bald eine Umordnung der Mitomfasern an, und zwar um den Eizellkern herum, indem rings um seine beiden polaren Sphären je eine Strahlung entsteht (s. Fig. 9 der Taf. XVII der angeführten Abhandlung vom J. 1911, Band XVI). Bei der Teilung des Eiprotoplasmas in zwei Blastomeren entstehen dann die für die Protoplasmastruktur so interessanten Stadien, in denen die Mitomfasern in der Trennungsebene der beiden neuen Zellen von der einen zu der anderen in einer mehr oder weniger gestreckten Richtung überlaufen, von welchen Stadien die Fig. 5 der Taf. XVIII derselben Abhandlung vom J. 1911 ein charakteristisches Bild wiedergibt. Bei den folgenden Teilungen der Eizelle in 4, 8, 16, 32 u. s. w. immer kleinere Blastomeren wird das Protoplasma jeder derselben immer beschränkter. Während in den ersten Teilungsphasen die zu Strahlen ausgezogenen Mitomfasern um die Sphären herum mehr oder weniger bald in die geflechtartig schlingernde Anordnung des Mitoms übergehen (s. Fig. 9 der Taf. XVII derselben Abhandlung vom J. 1911), geht in den Teilungen in zahlreiche

Blastomeren das ganze Protoplasma in die Strahlungen auf, wie die Fig. 1—4 und 6 der Taf. XVIII derselben Abhandlung angeben. Diese Strahlungen, welche schon im frischen unfixierten Zustande wahrnehmbar sind, treten nach der Fixierung und Färbung nach verschiedenen Methoden mehr oder weniger scharf und distinkt hervor, wie die hier angeführten Figuren zeigen.

Eigentlich könnten nun diese Figuren hinreichen, um die Mitomnatur des Protoplasmas dieser Eier zu beweisen und festzustellen. Für mich, der solche Präparatenbilder zu Tausenden in ihren verschiedenen Stadien und Variationen durchstudiert hat, besteht auch kein Zweifel mehr hinsichtlich ihrer wahren Natur. Ihre Beschaffenheit stimmt ja auch in der Hauptsache mit der von mir bei den verschiedensten Eiern gefundenen so genau überein, dass sie einander nur bestätigen und verifizieren, um so mehr als dieselben bei verschiedenen Fixierungs- und Färbungsmethoden sich gleichartig darbieten. In den Eiern von *Gobius* treten aber diese Strukturen gerade deshalb, weil das Protoplasma des Keimhügels sich vom Deutoplasma so scharf abgetrennt hat, in ungemein klarer und distinkter Weise hervor.

Weil aber indessen, seit der Veröffentlichung dieser meiner Ergebnisse, von anderer bewährter Seite her Zweifel an der Richtigkeit und Wahrheit meiner Befunde und meiner Anschauungen betreffs der Protoplasmastruktur geäußert worden sind, habe ich mich entschlossen, dieselben im weiten Umfang und ohne alle vorgefassten Meinungen von neuem zu prüfen und zu kontrollieren. Man hat vor allem Bedenken gegen die von mir angewandten Fixierungsmethoden erhoben und infolge dessen meine Ergebnisse als Kunstprodukte, also als nicht der Natur entsprechende Bauverhältnisse, erklärt. Die von mir mit Vorliebe benutzten Fixierungsmethoden waren, nachdem ich eine Reihe solcher Methoden durchgeprüft hatte, vor allem das *Zenker'sche Gemisch* und andere Sublimatgemische, das *Carnoy'sche Gemisch* und das *Boveri-Morgan'sche Gemisch*. Alle diese Gemische enthalten ja Essigsäure in mehr oder weniger reichlicher Proportion; diese Säure gebe nun, sagt man, besonders die künstlichen Erscheinungen von »Fasernetzen« und Körnelungen als Niederschläge. Deshalb soll man sich an solche Fixationsflüssigkeiten halten, in deren Zusammensetzung die Essigsäure nicht oder nur in geringem Masse eingeht.

Dass Essigsäure in der Tat Niederschläge hervorrufen kann, ist ja eine seit lange bekannte Sache. Histologen, die sich mit Ernst und Kritik während vieler Jahre mit ihrer Wissenschaft in umfassender und intensiver Weise beschäftigt haben, dürften jedoch gelernt haben, solche Niederschlags-Bilder von den echten, natürlichen zu unterscheiden. In der histologischen Wissenschaft — wie in aller wissenschaftlichen Arbeit — sind Kritik und Skepsis in ausgedehntem Masse nützlich, ja sogar notwendig. Die Skepsis kann aber doch zu weit getrieben werden, und dies besonders, wenn man sie vorwiegend auf die Arbeiten anderer Forscher und weniger auf seine eigenen Methoden, Befunde und Ergebnisse appliziert.

Ich bin aber meinerseits gern bereit, alle Warnungen von anderen Seiten zu berücksichtigen und ihren Gehalt genau zu prüfen.

Infolgedessen habe ich nun auch in dem letzten Jahre eine neue Prüfung meiner während der vorigen Jahre hinsichtlich der Protoplasmastruktur gewonnenen Ergebnisse durchgeführt. Hierbei habe ich wieder in erster Linie das Protoplasma der *Eier* mancher Vertreter aus verschiedenen Klassen und Ordnungen des Tierreichs und dann noch mancher Zellarten nicht nur mit den von mir früher benutzten Fixierungsgemischen und Methoden untersucht, sondern auch die besonders von MEVES und seinen Schülern angewandten und empfohlenen Gemische von ALTMANN und MEVES selbst geprüft. In der hier folgenden Darstellung, welche dieser Abteilung des Buches angehört, werde ich indessen nur das zunächst vorliegende Thema, die Protoplasmastruktur in den Eiern von *Gobius* niger, behandeln, um dann später in besonderen Abhandlungen die der übrigen wichtigen Zellarten zu besprechen.

Ich schildere nun zuerst in kurzer Abfassung die Ergebnisse, die bei diesen neuen Untersuchungen mit den von mir vorher benutzten Methoden gewonnen worden sind, um dann die an demselben Material, den *Gobius*-eiern in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien und Teilungsphasen, mit dem Altmann'schen, dem Flemming'schen und dem Meves'schen Gemisch gewonnenen Resultate zu beschreiben und mit den vorigen zu vergleichen.

Die neuen, mit dem *Carnoy'schen*, dem *Zenker'schen* und anderen *Sublimat-Gemischen* erhaltenen Befunde bestätigten nun in ganz wunderschöner Weise meine früheren Ergebnisse. Ich kann deshalb hier auf meine frühere Darstellung und meine Abbildungen vom J. 1911, welche hier oben kurz referiert worden sind, hinweisen. Die Untersuchung der jungen Eier der Ovarien lieferte, wie dies schon oben referiert wurde, ganz dieselben Befunde wie früher (Fig. 1 und 2 der Taf. II, hier unten), und die Nachprüfung der Strukturverhältnisse in dem vom Dotter abgetrennten Keimhügel legte auch ganz dieselben Bilder wie im Jahre 1911 dar, nämlich ein feines, dichtes Geflecht (nicht Netz) von reihenweise Körnchen tragenden Mitomfasern (Fig. 3 der Taf. II, hier unten), welches

vollständig mit dem im XVI. Bande dieser Serie beschriebenen und auf der Taf. XVII jener Abhandlung in noch 2—3-maliger linearer Vergrößerung des Zeiss'schen Bildes wiedergegeben wurden, übereinstimmt. Ich ging dann zur neuen Untersuchung des Verhaltens des Protoplasmas in den *Teilungsstadien* über. In einer grossen Anzahl sehr schöner Präparate wurde nun von neuem festgestellt, dass ringsum die Zentralsphären eine Streckung der Mitomfasern vorsichgeht, wodurch die auch in frischem, unfixiertem Zustande wahrnehmbaren Strahlungen im Protoplasma entstehen, welche schon in der vorigen betreffenden Abhandlung (Band XVI, auf den Tafeln XVII und XVIII) in verschiedenen Verhältnissen abgebildet worden sind, weshalb ich auf diese Figuren hinweise. Hier werde ich nur zur Vervollständigung dieser Bilder auf der Taf. II (hier unten) noch einige solche Strahlungen hinzufügen. In der Fig. 5 dieser Tafel ist also links eine Blastomere kurz nach der Teilung, aber mit eben restauriertem Kern, an dessen Enden die beiden polaren Zentralkörper sichtbar sind, wiedergegeben; das sämtliche Protoplasmitomwerk ist um diese beiden Körper zu je einer Strahlung angeordnet, deren Strahlen bis zur Oberfläche der Blastomere reichen und hier oft knopfförmig endigen; dort wo sie miteinander in dem Querumfang zusammentreffen, biegen sie sich und schlingern zwischeneinander umher; in den Zwischenräumen zwischen ihnen, also in der Paramitoms substanz, sieht man einzelne schwarzgefärbte Dotterkörner. In der anderen, rechts anstossenden, nicht vollständig wiedergegebenen Blastomere erkennt man um den nach der Teilung sich eben restaurierenden, noch aus vier Bläschen bestehenden Kern eine ähnliche radiäre Strahlung der Mitomfasern. Solche Strahlungen sind dann noch, aber in etwas schwächerer Vergrößerung, in den Fig. 7 und 8 derselben Tafel (II) abgebildet; hier bestehen die Kerne noch aus einer grösseren Anzahl von kleinen Bläschen, welche noch nicht miteinander verschmolzen sind. Und in Fig. 9 liegt noch in derselben Vergrößerung, wie die Fig. 5 und 6, nämlich in 2-maliger linearer Vergröss. des Zeiss'schen Bildes von 2 mm., Ap. 1,30 und komp. Ok. 12, eine sich teilende Blastomere vor, in welcher der Kern die zu zwei Gruppen geteilten Chromosomen aufweist und das sämtliche Mitomwerk des Protoplasmas zu zwei Strahlungen um die Sphären angeordnet ist, in der Mitte der Zelle, wo die Strahlen einander kreuzen, Schlingelungen der Fasern darbietend, ungefähr wie bei der in Fig. 5 abgebildeten Blastomere.

In der Fig. 10 derselben Tafel (II) ist aus einer Blastomere eine Partie von einem Querschnitte einer solchen Strahlung wiedergegeben, in welcher man deutlich sieht, dass diese Strahlen als »Körner« (Punkte) erscheinen, nicht aber als optische Durchschnitte von Häutchen oder Alveolenwänden (Wabenwänden) zu deuten sind; nach der Seite der Blastomere hin (oben) kann man sie als sich schief verlängernde Fäden perspektivisch verfolgen. Solche überzeugende Bilder bekommt man in vielen dieser Blastomeren in den betreffenden Präparaten.

In manchen Eiern, welche sich in den ersten Teilungsphasen befinden, bekommt man oft die eigentlichen Strahlungssonnen nur in der nächsten Umgebung des Kerns, um die Sphäre herum, und diese Fasern laufen dann oft in schöner Weise direkt in die echten Mitomfasern aus. Ganz besonders distinkt erkennt man diese Anordnung, wenn es bei der Präparation gelungen ist, die Abfärbung des Hämatoxylin eben so zu unterbrechen, dass nur die Mikrosomen der Mitomfasern die schwarze Farbe behalten haben und die Fasersubstanz eine eosinrote Farbe bekommen hat, wie dies in der Fig. 11 der Taf. II wiedergegeben worden ist. Hier gehen die noch ganz kurzen Strahlenfasern bald direkt in die sich nach aussen hin stärker wellenförmig schlängelnden, deutlich körnertragenden Mitomfasern über. In Fig. 12 ist in doppelt so starker linearer Vergrößerung eine den Kern umgebende Partie des Mitomwerks wiedergegeben, in dessen etwas gewundenen, vom Messer zu mehr oder weniger langen Stücken abgeschnittenen Fäden die in der durch Eosin rotgefärbten Grundsubstanz vorhandenen schwarzgefärbten Mikrosomen scharf hervortreten.

In abnormer Weise treten ferner hin und wieder in dem Protoplasma der Keimhügel eine grössere oder kleinere Anzahl von kleinen Strahlungen auf, welche auch für die Fadennatur der Substanz in schöner Weise aufklärend sind. Die Fig. 13 der Taf. II, welche einige solche anormale Strahlungen darbietet, zeigt die radiierenden Strahlenfäden derselben als echte gekörnte Mitomfäden; in der Umgebung dieser Strahlungen sieht man hier auch eine für die Keimhügelsubstanz ungewöhnlich starke anormale Ansammlung von schwarz gefärbten Dotterkörnern und zwischen ihnen in der hellen Paramitoms substanz gewundene, körnertragende Mitomfäden.

Schliesslich habe ich noch auf der Tafel II zwei Abbildungen (Fig. 3 und 4) hinzugefügt, welche, meiner Ansicht nach, für die von mir vertretene Auffassung dieser Strukturen ebenfalls ganz beweisend sind. Wie ich schon in meiner Darstellung vom J. 1911 (Biol. Unt., Bd. XVI, Taf. XVIII, Fig. 5) abbildete und im Texte schilderte, entsteht bei der Teilung der Blastomeren in den früheren Teilungsphasen, eben bei der Einschnürung der Blastomeren, eine auffallend schöne und distinkte Ausdehnung und Ausrichtung der Mitomfasern, welche sich auf längere Strecken



von der einen neuen Blastomere zu der anderen verfolgen lässt und den Übergang dieser gestreckten Fäden nach jeder Seite hin in das Mitomwerk der beiden neugebildeten, sich voneinander trennenden Blastomeren direkt darlegt. In dem in Fig. 3 der Taf. II hier unten abgebildeten Falle, wo man oben die Einschnürungsrinne als quer getroffen und spitz einschneidend erkennt, ist die Dehnung der unter ihr befindlichen Mitomfasern noch nicht weit ausgebildet; sie ist aber ganz deutlich und lässt die Mitomfasern in die beiden seitlichen Teilungshälften hinein eine Strecke verfolgen. Auch in der Nähe der Oberfläche der Blastomerenhälften sieht man schön ausgezogene Mitomfäden.

In der Fig. 4 derselben Tafel (Taf. II) findet man dann ein weiter fortgeschrittenes Stadium der Teilungsphase der sich trennenden beiden Blastomerenhälften. Hier sind die ausgedehnten Mitomfäden, welche in ihrer mit Eosin gefärbten Grundsubstanz, wie in den Fig. 7, 11 und 12, nach hinreichender Abfärbung des Hämatoxylyns, in schwarzer Farbe nur die Körnerreihen der Mikrosomen darbieten, in ausgezeichnet schöner und distinkter Weise in langen Strecken querüber von der einen neuen Blastomere zu der anderen zu verfolgen, wonach ihre Fortsetzungen in die gewundenen Mitomfäden nach beiden Seiten deutlich wahrnehmbar sind. In dieser letzteren Figur sieht man die ganze Dicke der Teilungspartie zweier sich trennender neuer Blastomeren, mit der Einschnürungsrinne, quer getroffen, oben und den an den Keimhügel anstossenden Deutoplasmaballen unten.

Wer, wie ich, eine grosse Zahl von solchen Präparaten, wie die auf der Taf. II hier abgebildeten, gesehen und genau studiert hat, wird, meiner Ansicht nach, auch wenn er a priori gegen die Mitomlehre eingenommen ist und anderen Protoplasmastruktur-Theorien huldigt, genötigt, diese Strukturbilder als *natürliche*, nicht als »Kunstprodukte« aufzufassen. Diese Bilder wiederholen sich nämlich immer und immer wieder in mehr oder weniger scharf ausgeprägter und regelmässiger Gestalt in den sich teilenden Blastomeren der von mir untersuchten Eier.

Um indessen noch die letzten Zweifel anderer Forscher, die sich nicht, wie ich, eingehender mit diesem besonderen Gegenstand beschäftigt und nach den von mir benutzten Methoden gearbeitet haben, zu besiegen, habe ich gleichwohl zur Kontrolle der Befunde ausserdem die von ihnen rekommandierten Fixierungsmethoden geprüft, und zwar sowohl die ALTMANN'sche Methode als die FLEMMING'sche und die von MEVES und seinen Schülern empfohlene Abänderung der Flemming'schen Methode. Was nun die erstgenannte, die Altmann'sche, betrifft, so muss ich gestehen, dass ich bei den Gobiuseiern mit derselben nicht weiter kam. Ich erhielt in dem Protoplasma der Keimhügel nur die (rote) Färbung der *Mikrosomen* zur Ansicht; die Mitomfäden, denen sie angehören, traten nicht hervor; diese Fäden bleiben in einer homogen erscheinenden, »zusammengebackten Zwischensubstanz«, wie dies bei jener Methode die Regel ist, verborgen; auch wenn man sie bisweilen wahrzunehmen glaubte, war dies immer zu undeutlich, um hinsichtlich ihrer Existenz in solchen Präparaten Schlüsse zu ziehen.

Mit dem FLEMMING'schen und dem MEVES'schen Gemisch wurde dagegen glücklicherweise das Resultat ein anderes.

Auf der Tafel III habe ich nun eine Reihe von Abbildungen zusammengestellt, welche nach Präparaten, die durch die Methoden von FLEMMING und MEVES gewonnen wurden, wiedergegeben sind. Die Fig. 1—6 stellen Abbildungen nach der ersteren, die Fig. 7—13 nach den letzteren, dar.

Wie man schon bei einem Überblick der Tafel erkennt, findet man, wenn man diese Figuren mit denen der Tafel II und mit meinen früheren, in der Abhandlung vom J. 1911 über denselben Gegenstand vergleicht, eine auffallende Übereinstimmung der fraglichen Strukturverhältnisse. Von vornherein will ich aber gerne zugestehen, dass die mit diesen Methoden gewonnenen Präparate jedenfalls nicht immer so klare und deutliche Bilder geben, wie die mit dem Carnoy'schen und dem Zenker'schen Gemisch erhaltenen. Wie im allgemeinen die mit Osmiumsäure stark versetzten Gemische in den Zellkernen die Fadenstruktur nur undeutlicher hervortreten und die Kerne in der Regel mehr oder weniger homogen erscheinen lassen, so fixiert die Säure auch im Protoplasma die Paramitomsubstanz in einer grauen, homogenen Farbe, wodurch die Mitomfäden in der Regel nicht so scharf hervortreten, wie sonst. Hierzu kommt noch, dass diese Fäden samt ihren Mikrosomkörnern gewöhnlich die Hämatoxylinfarbe nicht so intensiv aufnehmen und behalten, wie nach der Behandlung mit den anderen genannten Gemischen.

In einer Anzahl von Präparaten, welche von dem mit dem Flemming'schen und dem Meves'schen Gemisch fixierten Eimaterial stammen, trat aber die vorhandene Struktur ganz deutlich und charakteristisch hervor. Die schönsten Bilder dieser Art erhält man aber nur an sehr dünnen Schnitten (1—2  $\mu$ ) und bei sehr sorgfältiger Differenzierung.

In der Fig. 1 der Taf. III erkennt man also an einem ungefähr vertikalen Durchschnitt des Keimhügels in den ersten Teilungsphasen folgende Verhältnisse: Ringsum die grossen polaren Sphären, in denen undeutlich

sichtbare, scheckige, hellere und dunklere Flecken sich finden, bemerkt man je eine polare Strahlung von radiären gekörnten Fasern, welche nach aussen hin in ein Geflecht von gekörnten, umeinander in verschiedenen Richtungen gewunden verlaufenden Fasern direkt übergehen und offenbar den von mir mit dem Carnoy'schen und dem Zenker'schen und den anderen vorher benutzten Fixierungsgemischen gewonnenen Strukturen vollständig gleichen: ein echtes Mitomwerk mit Mikrosomkörnern in den Fäden, und zwischen ihnen ein scheinbar strukturloses Paramitom. Diese Fig. ist in doppelter linearer Vergrößerung des Zeiss'schen Bildes von Apochr. 2 mm, Ap. 1,30 und komp. Okul. 12 wiedergegeben.

In der Fig. 2 der Taf. III liegt die Partie eines Präparates von einem Keimhügel vor, in welcher zehn kleinere Blastomeren in verschiedenen Teilungsphasen und auch in mehreren »ruhenden« Phasen wiedergegeben sind, in welchen allen ebenfalls eine echte Mitomstruktur nach meiner Auffassung wahrnehmbar ist. Die Kerne der »ruhenden« Blastomeren zeigen die durch die Osmiumsäure hervorgerufene dunkelgraue, beinahe homogene Beschaffenheit mit nur schwach hervortretenden Fäden und Körnern. In den anderen Blastomeren erkennt man echte Strahlungsbilder.

In der Fig. 3 der Taf. III liegt eine Partie von einem Vertikalschnitt von noch kleineren (weitergeteilten) Blastomeren vor, in denen ganz ähnliche Protoplasmastrukturen hervortreten; an den ruhenden Kernen erkennt man die Osmiumeinwirkung.

In der Fig. 4 derselben Tafel ist die untere (innere) Partie einer Teilungsstelle einer grösseren Blastomere abgebildet, in welcher die Mitomfasern, in derselben Weise wie in den Fig. 3 und 4 der Taf. II, von der einen Blastomerenhälfte zu der anderen in mehr oder weniger gedehnter und gestreckter Richtung hinüberlaufen; unten in der Fig. stösst der Deutoplasmaballen hinzu.

In der Fig. 5 der Tafel III ist eine Blastomere abgebildet, in welcher der Kern noch aus zwei, nach der Teilung noch nicht verschmolzenen Blasen besteht, und um die beiden mit je einem Zentralkörper versehenen Sphären je eine Strahlung von Protoplasmafäsern (Mitomfasern) sichtbar ist. Diese Figur ist in doppelter linearer Vergrößerung des Zeiss'schen Bildes v. Apochr. 2 mm, Ap. 1,30 und komp. Ok. 12 wiedergegeben.

Die Fig. 6 derselben Tafel stellt eine Blastomere mit dem Kern in der Teilung begriffen und mit auffallend dicken Strahlenfäden in den beiden polaren Strahlungen dar.

Die Fig. 7—10 geben Partien von Vertikalschnitten von Eiern aus den Ovarien in verschiedenen Stadien ihrer Ausbildung wieder, und zwar Fig. 7 von einem noch ganz jungen Ei mit ansitzendem, noch niedrigem Follikel-epithel, in welchem noch keine Balkenfasern entwickelt sind. In dem Eiprotoplasma, in dem eine noch geringe Anzahl von schwarz gefärbten Dotterkörnern liegen, erkennt man, obwohl nicht besonders scharf, die Mitomstruktur.

Die Fig. 8 stellt eine Partie von einem Vertikalschnitt eines weiter ausgebildeten Ovarieneies dar, in dessen Follikelepithel die quer geschnittenen Balkenfasern als schwarz gefärbte Körper zwischen den Follikelzellen liegen. Unter (nach innen vom) Follikelepithel bemerkt man die schwarz gefärbte, dicke Zona radiata und unter ihr das Eiprotoplasma mit scharf ausgeprägtem Mitomfasergeflecht und mit in dasselbe eingelagerten, verhältnismässig grossen Dotterkörnern.

Die Fig. 9 giebt eine Partie eines Vertikalschnitts von einem reifen Ovarienei wieder, in welchem das Protoplasma, der Keimhügel, sich vom Deutoplasma getrennt hat. Über dem Keimhügel erkennt man, von ihm teilweise etwas abgetrennt, die schwarz gefärbte Zona radiata und über ihr die Follikelepithelschicht mit etwas schief der Quere nach getroffenen, schwarz gefärbten Balkenfasern zwischen den Epithelzellen.

Die Fig. 10 ist eine kleine Partie eines Vertikalschnitts von dem Keimhügel eines reifen, eben ins Seewasser abgelegten Eies. Man erkennt hier im Protoplasma sehr deutlich das echte Mitomgeflecht mit feinen Mikrosomkörnern in den gewunden verlaufenden Fäden.

Die Fig. 11 stellt eine Partie eines Vertikalschnitts von einem Keimhügel mit acht hier wiedergegebenen, vom Messer verschieden getroffenen Blastomeren dar, weshalb nur in sechs von ihnen der Kern sichtbar ist; diese Kerne sind von der Osmiumsäure stark gefärbt und deshalb fast homogen erscheinend. Die vier obersten Blastomeren gehören der Oberflächenschicht des Keimhügels an und sind teilweise von der Osmiumsäure des Fixierungsgemisches so dunkel gefärbt und homogenisiert, dass man die Struktur ihres Protoplasmas nicht oder nur ganz undeutlich wahrnehmen kann. In den unter (nach innen von) diesen Oberflächenzellen liegenden Blastomeren erkennt man zwar auch die verdunkelnde Einwirkung der Osmiumsäure, und dies sowohl in der Substanz der Kerne als im Protoplasma der Zellkörper; in der letzteren tritt jedoch die Mitomanordnung in den Strahlenfasern mehr oder weniger scharf und deutlich hervor.

In der Fig. 12 derselben Tafel (III) sind Partien von fünf verschiedenen, aneinander gelagerten Blastomeren, in welchen die Kerne nicht sichtbar sind, wiedergegeben, in deren inneren kompakten Teilen, in denen ziemlich zahlreiche, schwarz gefärbte Dotterkörner liegen, die Mitomstruktur nur ziemlich unscharf hervortritt. Von diesen inneren Teilen schiessen aber nach der Oberfläche der Blastomeren überall eine Menge von echten Mitomfasern, mehr oder weniger radiär hinaus. Indem zwischen ihnen helle Zwischenräume vorhanden sind, lassen sie sich teilweise gut verfolgen.

Die Fig. 13 derselben Tafel stellt eine kleine, eben in der letzten Teilungsphase befindliche Blastomere dar, in deren Protoplasma sehr deutliche Mitomfasern nicht nur in den polaren Strahlungen, sondern auch in der Verbindungspartie der beiden sich voneinander abschnürenden Zellhälften in schöner Weise sichtbar sind.

In allen diesen hier näher beschriebenen Figuren der Tafel III, welche sämtlich nach Präparaten, die, wie oben betont wurde, teils mit dem FLEMMING'schen (Fig. 1—6), teils mit dem MEVES'schen Gemisch fixiert waren, gezeichnet worden sind, tritt also, wie schon oben bemerkt worden ist, dieselbe Struktur des Protoplasmas hervor, welche ich schon früher (1911) und auch jetzt nach Präparaten beschrieben und abgebildet habe, die mit den Essigsäure in stärkerem Masse, als in den Flemming'schen und Meves'schen Gemischen, enthaltenden Carnoy'schen, Zenker'schen, von Lenhossék'schen und Boveri-Morgan'schen Gemischen erzielt sind. Infolge der starken Osmiumsäure-Wirkung des Flemming'schen und des Meves'schen Gemisches wird aber die Zellsubstanz mehr oder weniger verdunkelt und tritt undeutlicher, weniger scharf, hervor. Sie wird aber oft, besonders an sehr dünnen Schnitten und nach geeigneter Differenziation der Hämatoxylinfärbung, recht deutlich, und zwar in ganz hinreichendem Masse, um die wahre Beschaffenheit dieser Struktur sicher zu eruieren.

Aus dieser Darstellung meiner Befunde an den mit dem Flemming'schen und den Meves'schen Gemisch und nach den angegebenen Methoden dieser Forscher fixierten Eiern von *Gobius niger*, wodurch ebenfalls eine Bestätigung der nach den anderen, vorher von mir angewandten Fixierungsmethoden gewonnen worden ist, dürfte also hervorgehen, dass ich nur berechtigt sein kann, an meiner früheren Auffassung und Darstellung der Protoplasmastruktur dieser Eier entschieden festzuhalten und bei denselben zu verharren.

Ein jeder Forscher, der sich ernsthaft und kritisch mit dem Studium dieser Strukturverhältnisse in den Eiern der dafür so geeigneten Tiere, wie in denen des *Gobius niger*, und zwar unter Benutzung aller der besten Methoden, beschäftigt, wird, meiner Ansicht nach, zu dem Schluss gelangen, dass in diesen Eiern ein ausgezeichnetes Material zur Eruierung des fraglichen Gegenstandes vorliegt. Offenbar ist schon vor fünfzehn Jahren WILHELM HIS bei seinen Untersuchungen an den *Eiern der Forelle* auf dem richtigen Pfade gewesen, obwohl seine Befunde und Anschauungen nicht so gewürdigt und anerkannt wurden, wie sie es verdienen; dazu trugen wohl z. T. seine nicht hinreichend deutlichen photographischen Abbildungen bei. Ich muss auch selbst gestehen, dass ich erst, nachdem ich die entsprechenden Verhältnisse an den Gobiuseiern eingehend untersucht hatte, die Befunde und die Darstellung von HIS am Forellenei aufzufassen und zu würdigen vermochte. Bei genauem Studium seiner betreffenden Arbeiten konnte ich dann auch seinen Scharfblick und seinen tiefen Einblick in das Strukturproblem des Protoplasmas dieser Eier klar auffassen. Es ist schade, dass es ihm nicht vergönnt wurde, diese seine Studien fortzusetzen und seine Ergebnisse weiter zu führen. Aus seinen Untersuchungen am Forellenei und aus meinen eigenen am Gobiusei geht indessen, wie ich mehrmals betont habe, hervor, dass eben in den *Eiern von Knochenfischen* ein ausgezeichnetes Material zum eingehenden Studium der Struktur des Protoplasmas vorliegt. Und es wäre gewiss nicht ohne Interesse, dieses Studium auch an Eiern anderer Knochenfische vorzunehmen. Es können vielleicht solche Eier vorkommen, die dafür noch geeignetere Verhältnisse darbieten oder wenigstens Variationen aufweisen, welche im stande wären, auf noch dunkle Punkte Licht zu werfen.

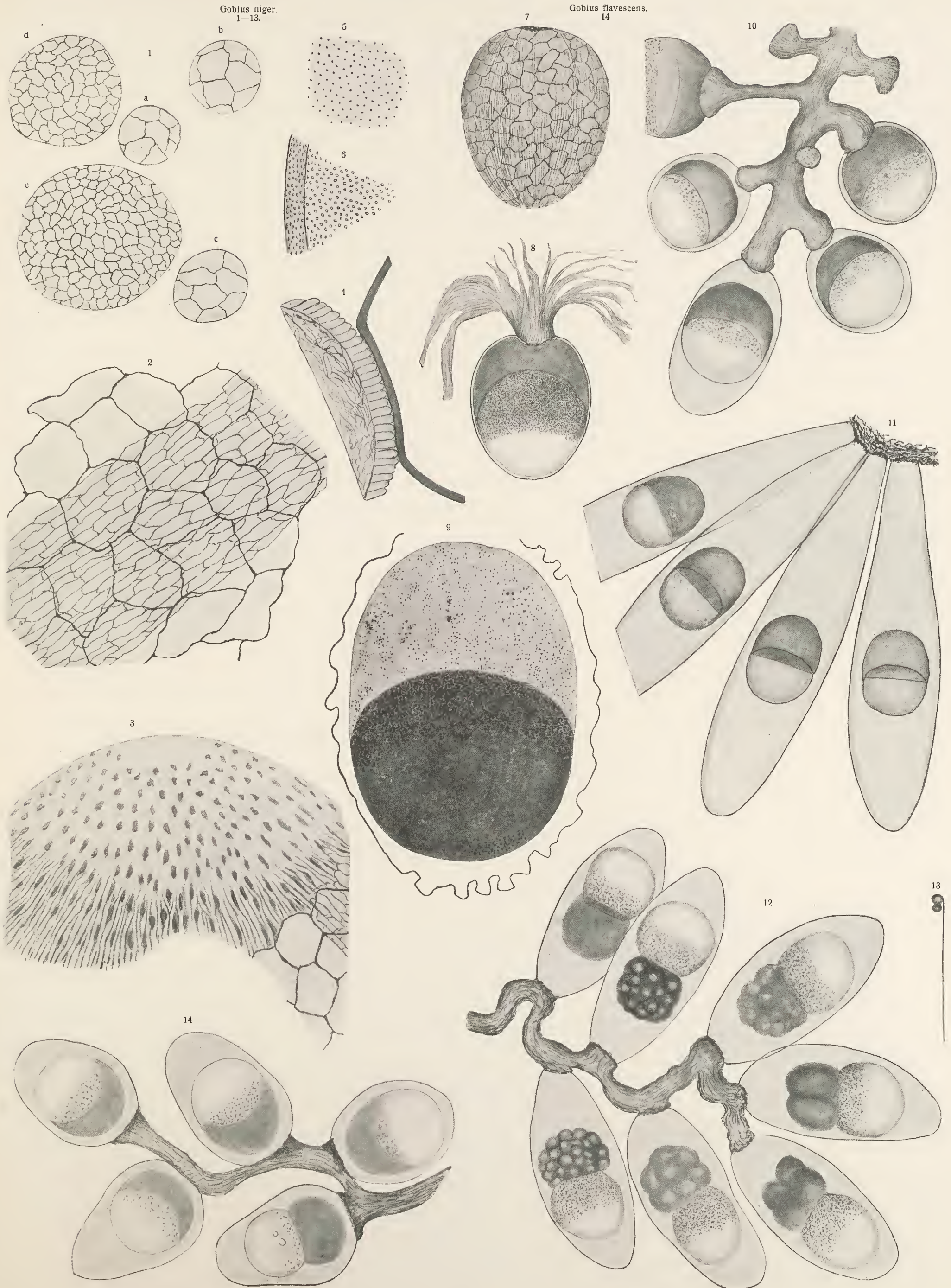
Es zeigt sich ja nicht selten, dass unter verschiedenen, einander im Systeme sonst mehr oder weniger nahe stehenden Tieren, zuweilen sogar unter ganz nahe verwandten, ein nicht unbeträchtlicher Unterschied obwaltet, wenn man sie zum Studium feinerer Strukturverhältnisse prüft. Zum Material für solche Untersuchungen können sie sehr wechselnde Vorteile darbieten. In der hier folgenden Abhandlung (2) werde ich ein solches Beispiel anführen: Zum Studium der Protoplasmastruktur in den Eiern eignet sich unter zwei recht nahe verwandten nudibranchiaten Mollusken die eine Art, *Aeolis papillosa*, in vorzüglicher Weise, während eine andere, *Aplysia*

punctata, aus technischen Ursachen grosse Schwierigkeiten darbietet. Es ist also stets notwendig, für die Lösung jedes solchen Problems, das *möglichst beste Material* aufzusuchen und es eingehend zu benutzen.

Ein solches Material zur Eruiierung des fraglichen Protoplasmaproblems liefert nun, wie ich mehrmals betont habe, das Ei von *Gobius niger*. Und doch wäre es wünschenswert, diese Untersuchungen auch auf eine Reihe anderer Teleostiereier auszudehnen. Ich habe hier diese Bemerkungen hinzugefügt, um andere Forscher auf dem betreffenden Gebiete dazu zu ermutigen.

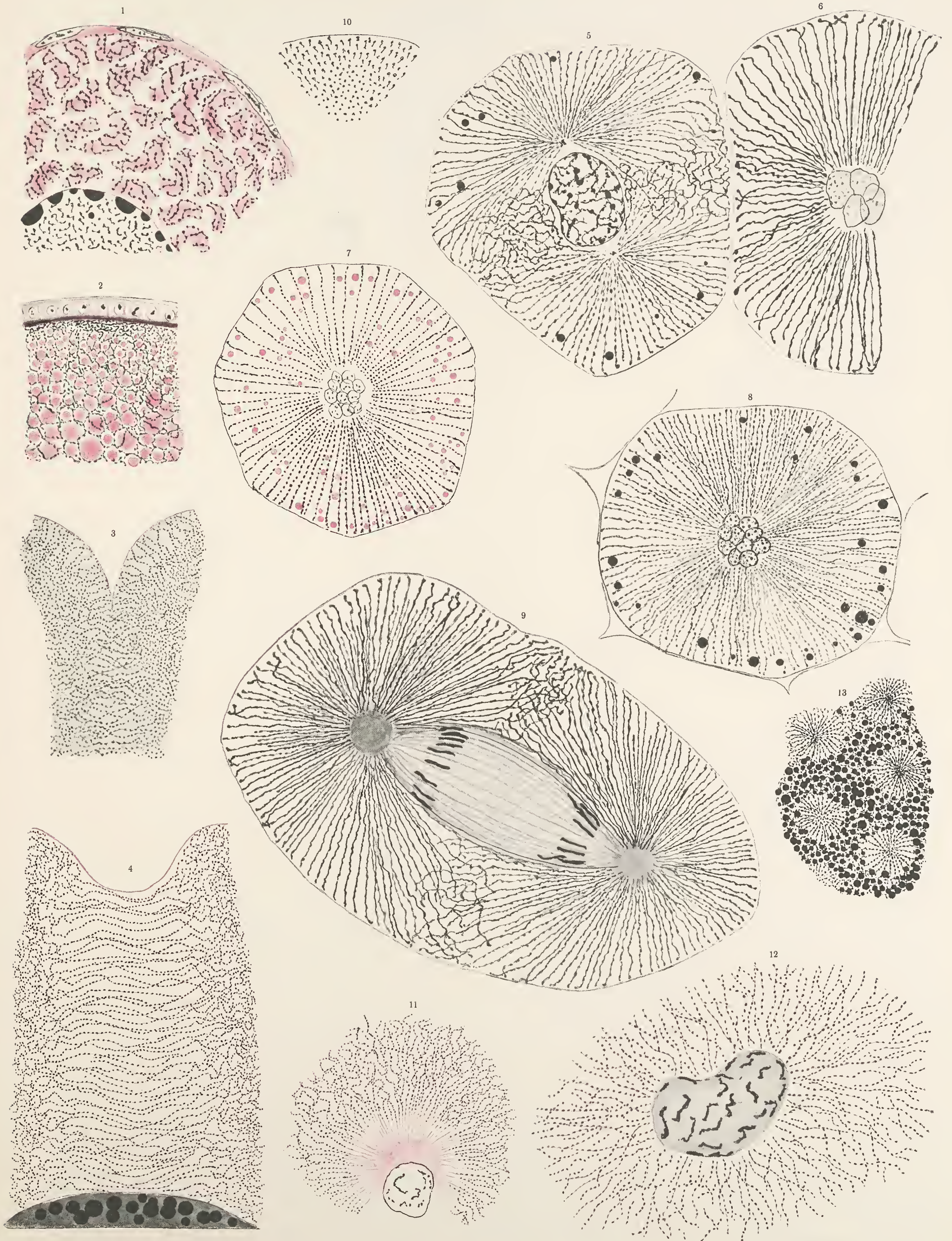
Was das Problem der Struktur des Protoplasmas betrifft, soll hier immer wieder hervorgehoben werden, dass man es vor allem an *möglichst reinem* Protoplasma nachforschen muss; und so rein, wie in dem Keimhügel der Eier der Knochenfische, findet man es kaum anderswo. Man hat die Lösung dieses Problems, meiner Meinung nach, zu viel in den verschiedenen komplizierten Organen des Körpers, z. B. in den Zellen der verschiedensten Drüsen studiert, in denen so viele Produkte wechselnder Natur vorkommen. Solche Untersuchungen sind natürlich auch sowohl berechtigt als indiziert; aus den verschiedenen Befunden dieser Art allgemeingültige, weitgehende Schlüsse zu ziehen, ist jedoch in hohem Grade gefährlich und kann gewiss oft irreführend sein.







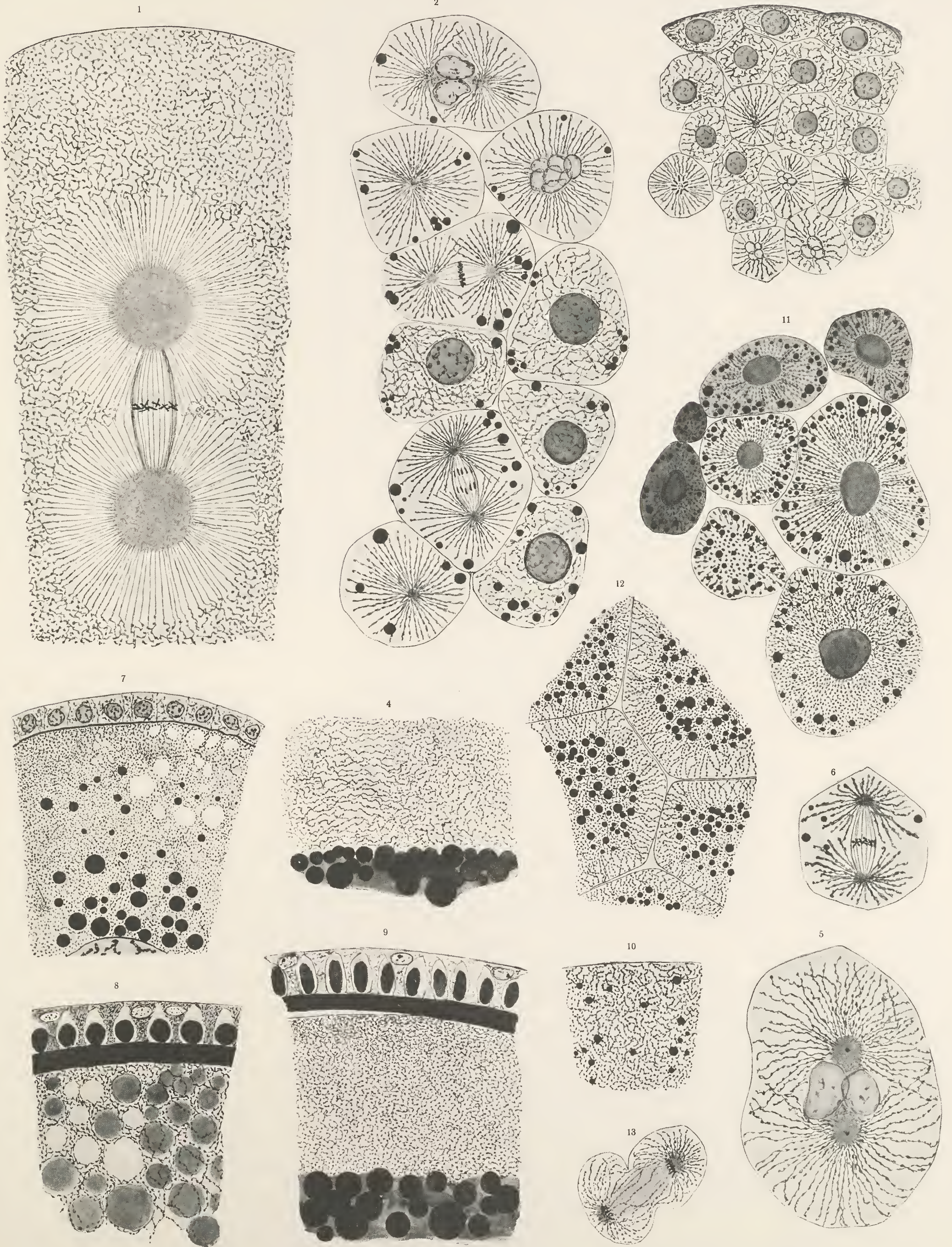
Gobius niger.







Gobius niger.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [NF\\_18](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Weiteres über die Struktur des Protoplasmas in den Eiern der Knochenfische 1-12](#)