

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung
der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums
der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Dritter Band.

Abteilung Helgoland.

Mit 14 Tafeln, 66 Figuren im Text und zahlreichen Tabellen.

Kiel und Leipzig.

Verlag von Lipsius & Tischer.

1900.





Inhalts-Verzeichnis

zu

Band III. Abteilung Helgoland.

	Seite
Die Blaszellen von <i>Antithamnion Plumula</i> (Ellis) Thur. und <i>Antithamnion cruciatum</i> (Ag.) Näg. Von Dr. A. Nestler in Prag. Hierzu Tafel I	1
Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen. Von Dr. Paul Kuckuck.	
5. Ein neuer <i>Asperococcus</i> mit beiderlei Sporangien. Mit Taf. II [8] und 4 Textfiguren	13
6. Die Gattung <i>Myriotrichia</i> Harvey. Mit Taf. III—V [9—11] und 21 Textfiguren . .	21
7. Ueber den <i>Ectocarpus investiens</i> der Autoren. Mit Taf. VI [12] Fig. 1—5 und 5 Textfiguren	49
8. <i>Compsonema</i> , ein neues Genus der Phaeosporeen. Mit Taf. IV [12] Fig. 6—9 . . .	56
9. Ueber den Generationswechsel von <i>Cutleria multifida</i> (Engl. Bot.) Grev. Mit Taf. VII [13] und VIII [14] und 15 Textfiguren	61
Beiträge zur Fauna der südöstlichen und östlichen Nordsee. III. Teil. VI. Hydroiden. Von Dr. Clemens Hartlaub. Mit 1 Textfigur	83
Eier und Larven von Fischen der deutschen Bucht. II. Die Bestimmung der schwimmenden Fischeier und die Methodik der Eimessungen. Von Fr. Heincke und E. Ehrenbaum. Mit Taf. IX und X, 17 Textfiguren und zahlreichen Tabellen	127
Variation und Asymmetrie bei <i>Pleuronectes flesus</i> L. Von Dr. Georg Duncker in Hamburg. Mit Taf. XI—XIV, 3 Textfiguren und zahlreichen Tabellen	333

22509

Die Blaszellen von *Antithamnion Plumula* (Ellis) Thur. und
Antithamnion cruciatum (Ag.) Näg.

Von
Dr. A. Nestler
in Prag.

Hierzu Tafel I.

I.

An den Thalluszweigen von *Antithamnion Plumula* (Ellis) Thur. treten, soweit die bisher durchgeführten Untersuchungen einen Schluss gestatten, wahrscheinlich stets eigentümliche, sofort in die Augen fallende Zellen auf: es sind blasig aufgetriebene Gebilde von ellipsoidischer Form (Fig. 1, 2, 10—x), denen die Chromatophoren nahezu ganz abgehen¹⁾. An dem der Ansatzstelle derselben gegenüber liegenden Pol bemerkt man häufig (keineswegs immer) eine ganz kleine Zone, welche einige wenige Chromatophoren enthält; der übrige Teil derselben erscheint farblos, schwach glänzend. Eine besondere Struktur des Inhaltes dieser blasigen Zellen ist, solange dieselben, beziehungsweise der Thalluszweig, vollständig intakt sind, nicht zu erkennen. Die Grösse derselben schwankt je nach dem Alter der Entwicklung und erreicht im Maximum $36 \mu : 20 \mu$, der Querdurchmesser ist öfters grösser, als der der betreffenden Mutterzelle, an welcher die Blaszelle sitzt. Dass wir es hier nicht mit einer Gallenbildung zu thun haben, wie es Cohn²⁾ angenommen hat, welcher in derartigen Zellen die Entwicklung eines Chytridiums (nach diesem Autor *Chytridium Plumulae*) beobachtet hat, geht aus der gesetzmässigen Anordnung derselben sofort hervor: an den primären Blattfiedern des Thallus sind sie genau so angeordnet, wie die sekundären Fiedern und an den sekundären wie die tertiären Fiedern, kurz sie befolgen genau das Verzweigungssystem des Thallus (Fig. 1 x). Sowie die Fiedern stets an dem vorderen (= distalen) Ende jeder Internodialzelle sitzen, so auch die Blaszellen. Die Fiederästchen

¹⁾ Analoge, bisher nicht näher untersuchte Bildungen kommen nach Berthold („Über die Verteilung der Algen im Golf von Neapel“, 1882, S. 516) wahrscheinlich allen Arten der Gattungen *Antithamnion* und *Pterothamnion* zu.

²⁾ Cohn, Archiv f. Mikroskopie, III. S. 41 u. 42. Taf. II, Fig. 3 u. 4. Citiert nach Berthold l. c.

höherer Ordnung finden sich nur an einer Seite ihrer relativen Hauptaxe, seltener auch normal zu der vom Fiederästchen und von der Hauptaxe bestimmten Ebene¹⁾); genau so verhalten sich auch die Blasenellen. Dieselben sind deshalb notwendiger Weise als metamorphosierte Fiederästchen zu betrachten. — Gewöhnlich besitzt jede Zelle einer Blattfieder an der bestimmten Stelle ein normales Fiederchen höherer Ordnung oder eine Blasenelle. Doch kann man auch Blattfiedern beobachten, welche aus 5—10 Zellen bestehen und nur eine Blasenelle aber keine Verzweigungen aufweisen. Basalstellen von etwa abgefallenen Blasenellen waren niemals zu erkennen.

Die Wände der blasigen Zellen sind dünner als die der Mutterzellen; manche zeigen eine bisquitförmige Gestalt; eine Scheidewand, beziehungsweise eine Trennung in 2 Zellen konnte aber niemals nachgewiesen werden. — Eine Plasmaverbindung, wie sie zwischen den normalen Zellen von *Antithamnion* sehr leicht nach Einwirkung von Chloralhydrat oder verdünnter Schwefelsäure oder auch Chlorzinkjod nachgewiesen werden kann, konnte ich zwischen einer Blasenelle und ihrer Mutterzelle nicht beobachten.

Was den Inhalt anbelangt, so ist derselbe, wie schon eine oberflächliche Betrachtung ergibt, von dem der normalen Blattzellen sehr verschieden: die Blasenellen an intakten Blattzellen erscheinen inhaltsleer mit Ausnahme der bereits erwähnten wenigen Chromotophoren, weiss, schwach glänzend. An abgestorbenen Fiederzweigen, an welchen die Blasenellen gewöhnlich eine grau-weiße Farbe zeigen, ferner nach Behandlung mit gewissen Reagentien, von denen später die Rede sein wird, erscheint der Inhalt der Zellen gekörnt; bei genauer Untersuchung sieht man aber, dass es keine kompakten Körnchen sind, welche das ganze Innere der Blase ausfüllen, sondern ganz kleine, feine Bläschen, welche sich eng aneinander anschliessen; der Inhalt scheint in diesem Falle einen schaumigen Charakter zu haben (Fig. 6). Fixiert man dieselben mittelst Pikrin-Osmium-Platinchlorid-Essigsäure und färbt mit Hämalan [P. Meyer]²⁾ aus, so treten in den normalen Thalluszellen die Zellkerne sehr schön hervor; auch in den Blasenellen wird der Zellkern sehr schön sichtbar (Fig. 3). — Um auf die Qualität des Inhaltes dieser Zellen einen Schluss ziehen zu können, wurden verschiedene Färbemethoden und die Einwirkung verschiedener Reagentien versucht.

Bei Anwendung von Böhmer's Haematoxylin auf lebende Thalluszweige, welchem ein ungefähr gleiches Quantum von Chloralhydrat (5 T. Chloralh. + 3 T. Wasser) zugesetzt wird, werden die Blasenellen nach kurzer Zeit tiefblau gefärbt, ohne dass sich nach dieser Prozedur ein geformter Inhalt in denselben erkennen lässt. (Nebenbei bemerkt werden durch dieses einfache Verfahren in den normalen Zellen dieser Alge sowohl die grossen Zellkerne samt ihren Nucleoli, als auch die fast in jeder Zelle vorkommenden kubischen Eiweisskrystalle schön blau gefärbt und treten deutlich hervor.)

Wendet man das genannte Haematoxylin allein an, so tritt nach kurzer Zeit der Einwirkung eine ganz schwache Blaufärbung der bewussten Zellen ein. Später sieht man bei einer Anzahl

¹⁾ Vergl. Berthold, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. Jahrb. f. wiss. Bot. XIII, S. 614 ff.

²⁾ Zimmermann, Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns. S. 7.

von Blaszellen eine auffallende Erscheinung: an der Basis derselben tritt der Inhalt derselben in Form eines unregelmässigen Klumpens heraus (Fig. 9) und nimmt allnählich eine tiefblaue Färbung an. — Eine Austrittsöffnung, wie sie bei den analogen Organen von *Antithamnion cruciatum* leicht beobachtet werden kann, konnte hier nicht wahrgenommen werden.

Methylgrün in 1%iger Essigsäure vermischt mit einem gleichen Quantum Chloralhydrat (was am einfachsten auf dem Objektträger selbst vorzunehmen ist), färbt nur die Blaszellen nach kurzer Einwirkung sehr schön smaragdgrün; auf diese Weise kann man nicht allein die ausgewachsenen Blaszellen, sondern alle, auch die kleinsten Entwicklungsstadien derselben sehr deutlich hervortreten lassen.

Durch Chlorzink-Jod zieht sich der Inhalt ein wenig von der Membran zurück und wird gelb bis braun gefärbt. Jod in Meerwasser färbt die Zellen gelb bis braun. Durch Jodtinktur tritt eine sehr schöne gelbe bis bräunliche Färbung ein. Bei Anwendung von Salpetersäure tritt Gelbfärbung ein.

Arsenfreies Anilinblau¹⁾ in Meerwasser aufgelöst, so dass eine blaue Färbung eben noch zu erkennen ist. Nach 20 Stunden zeigte sich die in diesem Wasser befindliche Alge im allgemeinen noch intakt; nur hier und da war ein kleiner Spross zum Teil abgestorben. Vorherrschend an letzteren, aber auch an vollkommen gesunden Fiedern zeigten die Blaszellen eine Speicherung des Farbstoffes. Nach 40 Stunden war die grosse Mehrzahl derselben blau gefärbt, auch solche an vollständig intakten Fiederzweigen. — Es genügt, nur eine ganz geringe Menge von Anilinblau dem Meerwasser zuzufügen, so dass von einer Färbung desselben gar nichts wahrzunehmen ist. In diesem Falle tritt selbst nach mehrtägiger Dauer des Versuches keine direkt sichtbare Färbung der Blaszellen hervor; fügt man jedoch zu dem unter dem Mikroskope liegenden Präparate einen Tropfen einer verdünnten Säure (Essigsäure, Salzsäure etc.) oder Chloralhydrat hinzu, so tritt in allen Blaszellen sofort sehr schöne, tiefblaue Färbung ein, während die normalen Zellen ungefärbt bleiben. Auch Tannin wird aus einer ganz schwachen Lösung in Meerwasser von den fraglichen Zellen reichlich gespeichert, wie man bei Zusatz von Eisenchlorid leicht erkennen kann.

Über die Entwicklung der Blaszellen lässt sich nur Weniges sagen: Während bei der Entstehung eines normalen Seitenzweiges stets erst eine kleine convexe Erhabenheit, eine Papille, sich emporwölbt, worauf die trennende Scheidewand angelegt wird (Fig. 4, n_1 , n_2), sieht man selbst bei ganz jungen Stadien der Blaszellen die schwach gebogene Scheidewand bereits vorhanden (Fig. 4, 2, 5—x). Es hat den Anschein, als ob an dieser Stelle die Membran der Mutterzelle sich gespalten hätte; das ist aber offenbar nicht denkbar, da einerseits das Vorhandensein der wenn auch wenigen Chromatophoren in den Blaszellen, andererseits der in diesen nachgewiesene Zellkern eine derartige Annahme sofort ausschliesst. Gewöhnlich werden nur an jungen Blattzweigen junge Stadien der Entwicklung der Blaszellen gefunden; ich habe aber auch den

¹⁾ Bei einem Drogisten gekauft.

Fall beobachtet, wo an einem ältern Spross neben einer vollkommen entwickelten Blaszelle junge Stadien dieser auffallenden Bildungen vorkamen. (Fig. 2.)

Um zu erproben, welchen Einfluss eventuell das Licht auf die Entwicklung dieser Blaszellen ausübt, wurden frische *Antithamnion*-Exemplare in geeigneten Aquarien vollständig verdunkelt, während gleichzeitig Kontrollpflanzen unter sonst gleichen Bedingungen einem diffusen Lichte ausgesetzt waren. Wesentliche Unterschiede konnten selbst nach dreiwöchentlicher Dauer des Versuches nicht beobachtet werden, obwohl die Pflanzen bei diesem Versuche vollständig intakt blieben. Nur das eine war an den verdunkelten Exemplaren zu erkennen, dass manche Blasen an jugendlichen Fiedern eine relativ grosse Ausbildung erlangt hatten, so dass dieselben um ein vielfaches die betreffende Mutterzelle übertrafen (Fig. 10). Die chemischen Reaktionen, wie sie oben des näheren geschildert worden sind, waren die nämlichen, ob die Alge im Dunkeln oder im Licht kultiviert wurde. —

Beim Absterben des Thallus nehmen die Blaszellen, wie oben schon angedeutet wurde, eine grau- oder gelblich-weiße Farbe an, und ihr Inhalt erscheint wie aus kleinen Bläschen zusammengesetzt (Fig. 6); in anderen Zellen bildet der Inhalt ein parenchymartiges Netz (Fig. 7); noch andere zeigen nur wenige Fäden im Innern (Fig. 8). — Es mag noch hervorgehoben werden, dass beim Faulen der Pflanze die Blaszellen sich am längsten erhalten; sie zeigen sich am widerstandsfähigsten. Wenn von den normalen Thalluszellen nichts mehr zu erkennen ist, sind die Blaszellen ihrer Form nach noch vollständig intakt.

Wenn ich sämtliche über die Blaszellen von *Antithamnion Plumula* (Ellis) Thur. gemachten Beobachtungen zusammenfasse, so komme ich zu folgenden Resultaten:

1. Die Blaszellen von *A. Pl.* sind metamorphosierte einzellige Fiederästchen, welche sich sowohl durch die Form, als auch durch den Inhalt von den normalen Zellen unterscheiden.

2. Mit Ausnahme von einigen wenigen, ganz kleinen Farbstoffkörpern (sie fehlen bisweilen vollständig) am distalen Pol des Ellipsoids sind sie farblos.

3. Der Inhalt derselben ist nach den Reaktionen zu schliessen eine proteinartige Substanz, welche in intakten Zellen strukturlos, bei Beginn des Absterbens eine blasig-schaumige Struktur zeigt.

4. In jeder Blaszelle lässt sich durch geeignete Fixierungs- und Färbemittel ein Zellkern nachweisen.

5. Durch Methylgrün, Haematoxylin und arsenfreies Anilinblau können selbst die jüngsten Entwicklungsstadien derselben ausgefärbt werden.

6. Arsenfreies Anilinblau und Tannin, welche in unmerkbar kleiner Menge dem Meerwasser beigelegt werden, werden von den Blaszellen mit Leichtigkeit und in grosser Menge aufgenommen, während die übrigen Zellen keine Spur der genannten Stoffe erkennen lassen. Daraus ist zunächst zu urteilen, dass die genannten Substanzen sehr leicht durch die Membran der Blaszellen hindurchdringen. Es wird aber auch sehr wahrscheinlich, dass das Wasser mit den notwendigen Nährsalzen gerade durch diese Blaszellen sehr leicht von der Pflanze aufgenommen und weiter geleitet werden kann.

Es liegt daher die Annahme sehr nahe, dass diese grossen Blasenzellen vorherrschend der Nahrungsaufnahme dienen.

Für die Ansicht, dass dieselben etwa Reservestoffbehälter sind, da sie proteinartige Substanzen enthalten, konnte bisher kein Beweis erbracht werden.

II.

Die Blasenzellen von *Antithamnion cruciatum* (Ag.) Näg. sind ihrer Lage und Entwicklung nach von denen bei *A. Plumula* sehr verschieden. Während die von *Plumula* stets nur auf eine einzige Zelle der Blattfieder sich stützen, gehören zu denen von *A. cruciatum* im ausgebildeten Zustande 3—4 Zellen, welche in der Regel die Blasenzone bogig umfassen (Fig. 11, 12, 14, 16), selten in einer Geraden angeordnet sind (Fig. 16 b). Die Basiszelle (*a*) dieses auf die angegebene Weise veränderten Thalluszweiges ist die grösste; auf der grösseren, gebogenen Endfläche derselben sitzt die Blasenzone (*x*) auf, während die übrigen, kleineren Zellen (*b*, *c*) jene in einem kleinen Bogen umspannen. Da dieselbe Anordnung stets wiederkehrt, so ist wieder der Gedanke von vornherein auszuschliessen, dass wir es hier mit einer Gallenbildung zu thun haben.¹⁾

Diese blasig aufgetriebenen Zellen zeigten sich mir, so lange die Alge vollständig frisch war, stets weiss, schwach glänzend; abgesehen von den quer durch die Zelle gelagerten, höchst eigentümlichen ein bis zwei stab- oder leistenförmigen Bildungen war sonst keine Struktur und kein weiterer Inhalt wahrzunehmen. Während bei *A. Plumula* in der Regel einige wenige Farbstoffträger am distalen Ende des ellipsoidischen Körpers vorkommen, habe ich bei *A. cruciatum* weder in den Entwicklungsstadien der Blasenzellen noch im ausgebildeten Zustande derselben jemals eine Spur von Chromatophoren erkennen können.

Bezüglich der leistenförmigen Bildungen ist folgendes zu sagen:

Ich fand bei *A. cruciatum* gewöhnlich nur eine einzige derartige Bildung, seltener zwei, welche parallel neben einander zu liegen scheinen. Ihre Anordnung zeigt, wie man aus den Figuren 11 und 12 erkennen kann, eine gewisse, sehr auffallende Konstanz: sie liegen stets den kleinen die Blasenzone umfassenden Zellen gegenüber. Von diesen auffallenden Bildungen wird später noch ausführlich die Rede sein.²⁾

Hie und da findet man auch eine Blasenzone, welche keine stabförmige Bildung, dagegen deutlich einen Zellkern erkennen lässt; nach aussen hin sind derartige Zellen mit einer dicken, bogenförmig gestalteten Membranleiste versehen (Fig. 15); ein weiterer Inhalt ist nicht vorhanden.

¹⁾ Dass dieselben keine abortierten Sporenmutterzellen sind, hat bereits Bruns (Berichte d. deutsch. bot. Ges. Bd. XII pag. 182 hervorgehoben: sie haben nicht die Stellung der Tetrasporen.

²⁾ Berthold (Über die Verteilung der Algen im Golf von Neapel. Mitteilungen a. d. zoolog. Station zu Neapel, 1882, S. 516) beschreibt diese Gebilde für *Pterothamnion Plumula* Naeg., welche Form synonym ist mit *Antithamnion Plumula* (Ellis) Thur. Bei *Antithamnion Plumula* (Ellis) Thur. aber konnte ich diese leistenförmigen Bildungen niemals beobachten. — Ohne auf diesen Widerspruch näher einzugehen, werde ich im folgenden auf diese schätzenswerten Angaben Berthold's bezüglich der Leistenbildungen hinweisen.

Was die Entwicklung dieser Blaszellen anbelangt, so habe ich darüber folgende Beobachtungen gemacht:

Aus einer jugendlichen Zelle (Fig. 18 α , β , γ), welche die erste Anlage eines Thalluszweiges und zwar eines Kurztriebes darstellt, entstehen durch eine Längswand (m n), welche entweder gerade oder schwach bogenförmig verläuft, zwei Zellen: die eine kleinere (x) ist scheinbar inhaltsleer; sie stellt den Anfang der Blaszelle dar; die andere, grössere Zelle hat einen normalen Inhalt: Cytoplasma, Chromotophoren und Zellkern; diese nun teilt sich durch 1—3 Querscheidewände in jene Zellen, welche später die Blaszelle bogig umspannen. Dadurch, dass die ursprünglich schmale Blaszelle rasch an Grösse zunimmt und sich abrundet, werden die mit ihr verbundenen Zellen gezwungen, sich in Bogenform um dieselbe zu lagern. — Sehr bemerkenswert ist auch die bei genauer Durchforschung eines Thallus vereinzelt zu beobachtende Erscheinung, dass eine Zelle, welche ihrer Form und Lage nach zu einer Blaszelle sich hätte entwickeln sollen, ihrem Inhalte nach eine ganz normale Zelle ist. Ein solcher Fall ist in Fig. 19 abgebildet; man sieht hier zwei Zweige eines jüngeren Thallusstückes, welche einander gegenüberliegen und jenen Bau zeigen, wie er für die Entwicklung der Blaszellen charakteristisch ist: eine grössere Basalzelle (a) und zwei kleinere Zellen (b und c), welche die Anlage der Blaszelle (x) begrenzen. Es entwickelte sich jedoch nur aus der einen Zelle dieser beiden Zweige eine Blaszelle, während die andere (n) den Inhalt einer normalen Thalluszelle aufweist.

Um den Inhalt dieser Zellen, insbesondere jene stabförmigen Bildungen ihrer Natur nach näher kennen zu lernen, wurde die Wirkung verschiedener Stoffe auf dieselben geprüft.

Bei Zusatz von destilliertem Wasser zu der in Meerwasser liegenden Alge verschwinden die Stabkörper sofort, die Blaszellen schwellen an und platzen, wobei der Inhalt explosionsartig hervordringt.¹⁾

In Meerwasser, dessen Salzgehalt auf 10 % erhöht wurde, tritt in den fraglichen Zellen langsam Plasmolyse ein, indem sich der Inhalt ein wenig von der Membran abhebt; die stabförmigen Bildungen werden vollständig unsichtbar; lässt man normales Seewasser zufließen, so erscheinen diese wieder in ihrer früheren Lage, nachdem der plasmolytische Zustand aufgehört hat. — In Meerwasser, dessen Salzgehalt auf 15 % erhöht wurde, verlieren die stabförmigen Bildungen sofort ihre Form und Lage; man bemerkt eine sichelförmige Masse, welche der Aussenseite der Zelle anliegt (Fig. 16 b) und ein anderes Lichtbrechungsvermögen hat, als der übrige Inhalt der Zelle; dieser erscheint nun feinkörnig; ausserdem sieht man im Innern der Zelle zarte Linien, ähnlich Plasmafäden. Diese Veränderung tritt wie gesagt augenblicklich ein, so dass man die Umwandlung, die mit dem stabförmigen Gebilde vor sich geht, nicht verfolgen kann. Lässt man nun wieder normales Seewasser von der einen Seite zum Deckglase zufließen, während man auf der andern Seite mittelst Fliesspapier das frühere Wasser ableitet, so tritt keine weitere Veränderung ein; nur die feinen Fäden im Innern verschwinden.

¹⁾ Vergl. auch Berthold l. c. S. 516.

Bei Zusatz von Jod in Meerwasser zu intakten Zellen wurde folgende, auffallende Erscheinung beobachtet: die leistenförmige Bildung wird ziemlich rasch unsichtbar, ohne ihre Farbe geändert zu haben, indem sie von dem einen Ende an scheinbar immer kleiner und kleiner wird; in der Zelle selbst erscheint ein feinkörniger Inhalt; es bildet sich nun in der Blaszelle eine Öffnung (Fig. 13 ö) in der Nähe der kleinen, die Blaszelle umfassenden Zellen, durch welche die feinkörnige Substanz heraustritt; dieselbe bleibt als ein rundlicher Ballen vor der genannten, runden Öffnung liegen (Fig. 13 ρ). Öfters kann man auch im Innern der Zelle zarte Fäden beobachten (Fig. 13), welche vom Rande der blasigen Zelle gegen die entstandene Öffnung hin gerichtet sind.

Fügt man zu diesem Präparat Böhmers Haematoxylin hinzu, so färbt sich die ausgetretene Masse rasch intensiv blau; man sieht dann auf oder bei jeder Blaszelle einen blauen Ballen liegen. — Der oben geschilderte Vorgang wurde sehr oft beobachtet. — Es zeigten sich aber auch bei der nämlichen Prozedur mittelst Jod in Meerwasser einige Blaszellen, bei welchen die stabförmige Bildung nicht unsichtbar war, sondern (scheinbar?) eine Umlagerung erfahren hatte: sie war gegen die Mitte der Zelle gerückt und erschien schwach gekrümmt (Fig. 14); die Blaszelle selbst zeigte sich samt ihrer Leiste schwach gelb gefärbt. —

In einem in Meerwasser liegenden Thalluszweig, welcher zahlreiche Blaszellen mit zwei stabförmigen Gebilden enthielt, wurde vom Rande des Deckglases aus allmählich absoluter Alkohol hinzugefügt; dadurch wurden die Leistengebilde bald vollständig unsichtbar, und das ganze Innere der Zelle erschien von einer grau-weißen, körnigen Masse ausgefüllt. Durch beständiges Hinzufügen von absolutem Alkohol und Ableitung der früheren Flüssigkeit lag schliesslich das Präparat nur in Alkohol, ohne dass eine weitere Veränderung der fraglichen Zellen wahrgenommen werden konnte. — Lässt man wieder Meerwasser hinzufließen, so verschwindet der körnige Inhalt, und es erscheint auffallender Weise an Stelle der beiden Leisten stets nur eine einzige.

Durch allmähliches Hinzufügen von absolutem Alkohol zu Meerwasser können die Blaszellen fixiert werden, wobei sowohl die leistenförmige Bildung als auch der homogen erscheinende Inhalt der Zelle gelblich werden; die Stabbildung liegt dann entweder deutlich sichtbar in der Mitte der Zelle, oder es ist nur am Rande der Blaszellen eine sichelförmige Bildung zu erkennen (Fig. 16 a, 17). Derartig fixierte Zellen verändern bei Zusatz von destilliertem Wasser, Jod, Farbstofflösungen etc. ihre Form nicht mehr.

Eine wässrige Lösung von arsenfreiem Anilinblau zu fixierten Zellen hinzugefügt, färbt dieselben dunkelblau, während der Stab- oder Sichelkörper in ähnlicher Weise wie die Membranen der normalen Thalluszellen, sich hellblau färbt. —

Bei Zusatz von Jod-Alkohol tritt gelbe bis gelbbraune Färbung ein; durch Salpetersäure Gelbfärbung. Fügt man im letzteren Falle Kalilauge hinzu, so ändert sich die Farbe nicht, d. h. es findet keine merkbare Steigerung der gelben Farbe statt.

Wendet man auf durch Alkohol fixiertes Material das Millon'sche Reagens an, so zeigt sich nach mehrstündiger Einwirkung desselben der Stab- oder Sichelkörper deutlich ziegelrot gefärbt, während der übrige Inhalt der Blasenelle eine gelblich-braune Farbe aufweist.

Die Speicherung von arsenfreiem Anilinblau aus einer sehr verdünnten Lösung geschieht in derselben Weise, wie bei *Antithamnion Plumula* und tritt sehr schön bei Zusatz einer verdünnten Säure hervor; der stabförmige Körper erscheint hell-, der übrige Teil der Blasenelle dunkelblau gefärbt. —

Lässt man Jod und Schwefelsäure auf eine Blasenelle einwirken, so sieht man einen blauen Rand um dieselbe, während das ganze Innere samt der Leiste gelbbraun erscheint. —

Obwohl sich aus allen diesen Reaktionen kein sicherer Schluss auf die Qualität des Inhalts ziehen lässt, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass in den Blasenellen proteinartige Substanzen enthalten sind. Das zeigt besonders die stets deutlich hervortretende Xanthoproteinsäure-Reaktion und die Gelbfärbung durch Jod. Ebenso macht es die Millon'sche Reaktion sehr wahrscheinlich, dass auch das stab- oder sichelförmig erscheinende Gebilde eiweissartiger Natur sei. (Dass sich dasselbe umbiegen kann, lässt sich öfters beobachten; doch kann man aus dieser Erscheinung weiter nichts schliessen, als dass dasselbe wahrscheinlich aus organischer Substanz bestehe).

Ich möchte aber auch darauf hinweisen, dass die stets konstante Lage jener Gebilde gewiss sehr auffallend ist; es lässt sich nicht recht einsehen, warum diese vermeintlichen Eiweisskrystalle nicht auch andere Lagen in der Blasenelle einnehmen, z. B. normal zu einer der kleinen Nachbarzellen. Nicht selten, insbesondere bei fixiertem Material, macht diese Bildung den Eindruck, als ob sie eine in das Innere der Zelle hervorspringende Membranleiste sei. Ich konnte öfters jene Form und Lagerung derselben beobachten, wie sie in Fig. 17 dargestellt ist.

Damit soll nur angedeutet werden, dass die Natur dieser Bildungen keineswegs schon vollständig sicher gestellt ist und neue Untersuchungen notwendig sind.

Dass diese Blasenellen eine besondere Funktion im Leben der Alge zu erfüllen haben, geht auch hier wieder, wie bei *Plumula*, von vornherein aus dem zahlreichen Vorkommen derselben deutlich hervor.¹⁾ Aus dem proteinartigen Inhalte derselben auf Reservestoff-Behälter zu schliessen, liegt wohl nahe; aber so lange nicht nachgewiesen ist, wann und zu welchem besonderen Zwecke diese aufgespeicherten Substanzen verbraucht werden, lässt sich auch nicht mit einiger Sicherheit urteilen. Die von mir bisher zu diesem Zwecke angestellten Kulturversuche ergaben kein Resultat. — Dass arsenfreies Anilinblau mit grosser Leichtigkeit durch die Membranen dieser Blasenellen und nur durch diese hindurchdringt, lässt mich, wie bei *Plumula*, vermuten, dass diese Zellen die besondere Funktion der Nahrungsaufnahme haben. Doch sind auch für die Begründung dieser Ansicht noch weitere Versuche notwendig.

Meinem werten Kollegen, Herrn Dr. P. Kueckuek, der mich während meines Aufenthaltes in der Kgl. Biologischen Anstalt auf Helgoland in liebenswürdiger Weise mit reichem Material zur Ausführung der vorstehenden Arbeit versorgte, spreche ich meinen herzlichen Dank aus.

¹⁾ Bruns (l. c. pag. 182) nennt dieselben Glanzellen; er lässt es unentschieden, ob dieselben Lichtsammler oder Dämpfer im Sinne Bertholds vorstellen.



Erklärung der Zeichnungen.

Antithamnion Plumula (Ellis) Thur.

1. Ein Stück des Thallus, um die gesetzmässige Anordnung der blasig aufgetriebenen Zellen (x) zu zeigen. V. 180.
2. Verschiedene Entwicklungsstadien der Blasenzone (x); ch = einige Chromatophoren. V. 200.
3. Durch Hinzufügen von Haemalaun (P. Meyer) zu fixiertem Material werden sowohl in den normalen, als auch in den blasigen Zellen (x) die Zellkerne (z) deutlich sichtbar. V. 200.
- 4, 5. Während bei normaler Fiederanlage (n_1, n_2) die Scheidewand, welche dieselbe von der Mutterzelle trennt, erst nach Bildung einer relativ hohen Papille entsteht, wird dieselbe bei einer Blasenzone bereits in sehr jungem Stadium angelegt. V. 300.
6. Blasenzone (x) bei Beginn ihres Absterbens; der Inhalt derselben besteht aus kleinen, dicht aneinander gereihten Bläschen. V. 500.
- 7, 8. Weiter vorgerückte Stadien der Desorganisation. V. 300.
9. Bei Anwendung von Böhmer's Haematoxylin auf intakte Blasenzone (x) tritt an der Basis derselben eine unregelmässige Inhaltsmasse (p) heraus, welche eine intensiv blaue Färbung annimmt. V. 200.
10. Junger Thallusweig mit sehr grosser Blasenzone. V. 200.

Antithamnion cruciatum (Ag.) Näg.

11. Thallusweig mit blasig aufgetriebener Zelle (x); dieselbe wird von drei Basalzellen (a, b, c) bogig umspannt; in derselben zwei leistenförmige Bildungen (s). V. 300.
12. In der Blasenzone nur ein einziges, breites, stabförmiges Gebilde. V. 300.
13. Veränderung der intakten Blasenzone (x) bei Zusatz von Jod in Meerwasser; p = durch eine Öffnung (δ) herausgetretene feinkörnige Masse, welche sich bei Zusatz von Böhmer's Haematoxylin rasch intensiv blau färbt. V. 300.
14. Die leistenförmige Bildung (s) erfuhr nach dem Austritte des körnigen Inhaltes der Blasenzone durch die Öffnung (δ) eine teilweise Umlagerung und eine schwache Krümmung. V. 300.
15. Eine Blasenzone mit einem Zellkern. V. 300.

-
- 16 a u. b. Bei fixiertem Material oder auch, wenn Meerwasser von 15%igem Salzgehalt zu intakten Blasenellen hinzugefügt wird, erscheint am Rande derselben, gegenüber den kleinen Zellen (*b, c, d*) eine scharf abgegrenzte, sichelförmige Zone. Es scheint, dass dieselbe identisch mit dem vordem sichtbaren leistenförmigen Gebilde ist. V. 300.
17. Fixierte Blasenelle mit eigentümlicher leistenförmiger Bildung.
18. α, β, γ Entwicklungsstadien der Blasenelle. V. 900.
19. Zwei opponierte Thalluszweige: der eine zeigt die Anlage einer Blasenelle (*x*); bei dem anderen, welcher analog wie der erste gebaut ist, befindet sich an Stelle der Blasenelle eine normale Zelle. V. 500.

Aus der Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Beiträge

zur

Kenntnis der Meeresalgen.

Von

Dr. Paul Kuckuck.

5. Ein neuer *Asperococcus* mit beiderlei Sporangien. Mit Tafel II [8] und 4 Textfiguren.
 6. Die Gattung *Myriotrichia* Harvey. Mit Tafel III—V [9—11] und 21 Textfiguren.
 7. Über den *Ectocarpus investiens* der Autoren. Mit Tafel VI [12] Fig. 1—5 und 5 Textfiguren.
 8. *Componema*, ein neues Genus der Phaeosporeen. Mit Tafel VI [12] Fig. 6—9.
 9. Über den Generationswechsel von *Cutleria multifida* (Engl. Bot.) Grev. Mit Tafel VII [13] und VIII [14] und 15 Textfiguren.
-

5.

Ein neuer *Asperococcus* mit beiderlei Sporangien.¹⁾

Hierzu Tafel II [8] und 4 Textfiguren.

Die Gattung *Asperococcus* wurde 1813 von dem französischen Phykologen Lamouroux²⁾ aufgestellt und lange Zeit kannte man von ihr nur die unilokulären Sporangien. Erst 78 Jahre später fand ein englischer Botaniker, Buffham³⁾, bei dem Prototyp der Gattung, *Asperococcus bullosus* Lam., die plurilokulären Sporangien und 4 Jahre darauf beschrieb sie dann Sauvageau⁴⁾ auch bei *A. compressus* Griff. Während bei beiden Arten die unilokulären Sporangien weit häufiger auftreten als die plurilokulären, ist bei einem neuen von mir bei Rovigno aufgefundenen *Asperococcus* das Umgekehrte der Fall.

In den bereits früher (nämlich in der unten, Fussnote 1, angeführten Arbeit „Über Schwärm-sporenbildung u. s. w.“) erwähnten Kulturen, die ich im Mai 1894 von Rovigno nach Helgoland überführte, entwickelte sich im Laufe des Sommers eine reichhaltige Sommervegetation, die aus *Heterospora Vidovichii*, verschiedenen *Elachista*-Arten, *Ectocarpus globifer* und *E. Sandrianus*, *Ascocyclus orbicularis*, *Giraudia sphacelarioides*, *Sphacelaria cirrhosa* und *Sph. Plumula*, *Erythrotrichia ceramicola*, *Dasycladus clavaeformis* und *Acetabularia mediterranea* bestand. Anfang Juni erschienen nun die ersten Exemplare einer kleinen, unverzweigten, borstenförmigen Phaeosporee,

¹⁾ Bei einem wiederholten Aufenthalte, den ich mit Unterstützung des hohen Kultusministeriums und der Biologischen Anstalt an der Station des Berliner Aquariums in Rovigno nahm, um zum Vergleich mit der Helgoländer Algenvegetation die Verteilung der dortigen Meeresalgen nach ihren natürlichen Standorten kennen zu lernen, hatte ich nebenher Gelegenheit, einige Lücken auszufüllen, die sich noch immer bei zahlreichen Meeresalgen besonders hinsichtlich ihrer Morphologie und ihrer Entwicklungsgeschichte finden. Einige Resultate dieser Untersuchungen, die in Rovigno begonnen und an der Biologischen Anstalt in Helgoland weiter geführt wurden und als deren Vorläufer eine 1895 in Pringsheims Jahrbüchern erschienene Abhandlung: „Über Schwärm-sporenbildung bei den Tilopterideen und über *Choristocarpus tenellus* (Kütz.) Zan.“ gelten kann, folgen in den Abhandlungen 5–8.

²⁾ „Essai sur les genre de la famille des Thallasiophytes etc.“

³⁾ Buffham, The plurilocular zoosporangia of *Asperococcus bullosus* etc. 1891 (Journal of Botany, vol. XXIX, p. 321, pl. 314.)

⁴⁾ Sauvageau, Sur les sporanges pluriloculaires de l'„*Asperococcus compressus*“ Griff. 1895 (Journ. de Botanique, n. du 16. sept 1895).

die in kleinen Gruppen von 2 bis wenigen, 3—4 mm hohen Individuen scharenweise die Glaswand bedeckten. Mitte Juni erntete ich dann einige schöne, 10 mm hohe, kräftig entwickelte und individuenreiche Büschel (Taf. II [8] Fig. 1a), die in einem anderen Behälter an anderen Algen sich entwickelt hatten, und habe das Pflänzchen dann bis in den Juni hinein beobachtet. Der vegetative Bau und die plurilokulären Sporangien — nur diese fanden sich an den Kulturexemplaren — wiesen auf eine nahe Verwandtschaft mit *Desmotrichum* und *Asperococcus*.

Da ich unfiltriertes Nordseewasser verwendet hatte, so war immerhin der Gedanke nicht von der Hand zu weisen, dass die Schwärmer, aus denen sich die Pflänzchen entwickelt hatten, diesem entstammten, die kleine Phaeosporee also dem Helgoländer, nicht dem Rovigneser Gebiete gut zu schreiben war. Die Zusammensetzung der oben geschilderten spontanen Vegetation freilich sprach wenig dafür, denn obgleich sich 3 Algen darin finden, die beiden Gebieten gemeinsam sind, so überwiegen doch bei weitem die nur in dem einen derselben, nämlich bei Rovigno vorkommenden Arten und man vermisst gänzlich eine solche, die nur bei Helgoland angetroffen wird. Zu meiner Freude fand sich unter Präparaten, die mir von Professor Berthold freundlichst übersandt wurden und aus Neapel stammten, auch ein Pflänzchen, das durchaus mit meinen Kulturzüchtlingen übereinstimmte und im Hafen von Nisita am 26. April 1880 mit plurilokulären Sporangien gesammelt, doch nicht publiziert worden war. Nach diesen Befunden vermutete ich, die Vegetationszeit müsse im Freien früher fallen als in meinen Kulturen, etwa mit *Myriotrichia adriatica* zusammen (s. u.) oder etwas später wie diese.

Im Frühsommer 1895 besuchte ich Rovigno abermals und konnte nun die kleine Phaeosporee auch im Freien konstatieren. Auf einem Kalkstein, den ich Anfang Mai bei der Punta St. Eufemia aus flachem Wasser mit der Zange heraufholte, wuchs in kleineren Scharen und etwas robusteren Exemplaren unser kleiner *Asperococcus* (Taf. II [8] Fig. 1b), der sich als solcher nunmehr durch die teils auf getrennten Individuen, teils vermischt mit den plurilokulären auftretenden unilokulären Sporangien zu erkennen gab, nachdem ich anfangs gezweifelt hatte, wo ich die Kulturpflanzen einreihen sollte. Ein zweites Mal, diesmal nur mit plurilokulären Sporangien, sammelte ich den neuen *Asperococcus*, für den ich den Namen *A. scaber* vorschlage, Ende Mai vor dem kleinen Stationsmolo, wo er in einer Tiefe von 2—3 m ebenfalls an Steinen wuchs.

Die Vereinigung zu kleinen Gruppen und Büscheln erklärt sich aus dem Vorhandensein einer zuweilen recht ansehnlichen Basalscheibe, die in ihrem Wachstum durchaus den für *Myrionema*, *Ascoicyclus* u. s. w. bekannten Gesetzen folgt (Taf. II [8] Fig. 2 und Textfigur 4). Es ist möglich, dass im Freien, wo die Pflanze selten ein so glattes Substrat findet, die Ausbildung der Basalscheibe öfters gehemmt wird oder doch nicht so regelmässig vor sich geht, wie in der Kultur, wo sie bei einer Ausdehnung von 0,3—0,7 mm rundliche, etwas gelappte Umrisse zeigt. So weit bekannt, fehlt bei den anderen *Asperococcus*-Arten ein geschlossenes horizontales Lager. Bei *A. echinatus* (Mert.) var. *filiformis* Rke. lösen sich die Zellreihen nach Reink e¹⁾ in zahlreiche

¹⁾ Algenflora der westlichen Ostsee, p. 53.

gegliederte Wurzelhaare auf, *A. bullosus* besitzt nach Thuret¹⁾ ein monosiphones, verzweigtes Protonema und ähnlich scheint es bei *A. compressus* zu sein.²⁾

Aus den Zellen der Basalscheibe, die eine Anzahl plattenförmiger Chromatophoren besitzen, erheben sich hier und da farblose Haare mit basalem Wachstum (Taf. II [8] Fig. 2 bei *h*) und in der Nähe des Centrums sehr bald auch die ersten Anlage der vertikalen Thallome (*a*). Die durch eine horizontale Wand abgegliederte papillenförmige Zelle verlängert sich und nimmt keulenförmige Gestalt an; durch eine Querwand zerfällt sie in eine obere halbkugelige und eine untere zylindrische Zelle und bald entstehen durch weitere Teilungen 6—8zellige Stadien, die in der Mitte oder in der unteren Hälfte am dicksten sich nach oben und unten verdünnen und deren stark eingeschnürte Zellen eine ihrer Breite ungefähr gleich kommende Höhe zeigen. Nunmehr tritt ein äusserst lebhaftes interkalares Wachstum ein, das alle Zellen des Fadens in seiner ganzen Ausdehnung beherrscht und so einen monisophonen, aus scheibenförmigen, niedrigen Zellen zusammengesetzten Thallus erzeugt, an dessen Spitze sich schon frühzeitig ein farbloses Haar entwickelt hat. In gewissen Zwischenräumen erscheinen darauf die ersten Längswände, sodass eine vorübergehende Gliederung in Knoten und Internodien zu stande kommt, die dadurch noch mehr in die Augen fällt, dass seitliche Haare zuerst in den Knotenzellen gebildet werden (Textfigur 1, *A—C*). Während der Anlage dieser ersten Längswände dauert die interkalare Teilung noch fort und ist zuweilen in der unteren Hälfte so lebhaft, dass ein undeutlicher basaler Vegetationspunkt entsteht (*B* und Taf. II [8] Fig 2 bei *b*). Allmählich werden die Längsteilungen nun immer zahlreicher und infolge einer ausgesprochenen Neigung derselben in der unteren Hälfte an Stelle der Querteilung zu treten, wächst der Thallus hier anfangs rascher in die Dicke, als in der oberen Hälfte, wo die Querteilung und damit das Längenwachstum noch eine Weile vorherrscht (*C*). Nur ganz unten an der Basis ist Längen- und Dickenwachstum wenig lebhaft, sodass hier eine stark verschmälerte Partie resultiert, die eine Trennung des aufrechten vom niederliegenden Thallus befürchten liesse, wenn nicht durch bald eintretende Rhizinenbildung (Fig. 2) dieser Gefahr vorgebeugt würde. Im Allgemeinen liegen also die Verhältnisse ganz ähnlich wie bei *Stictyosiphon tortilis*. Auch dort

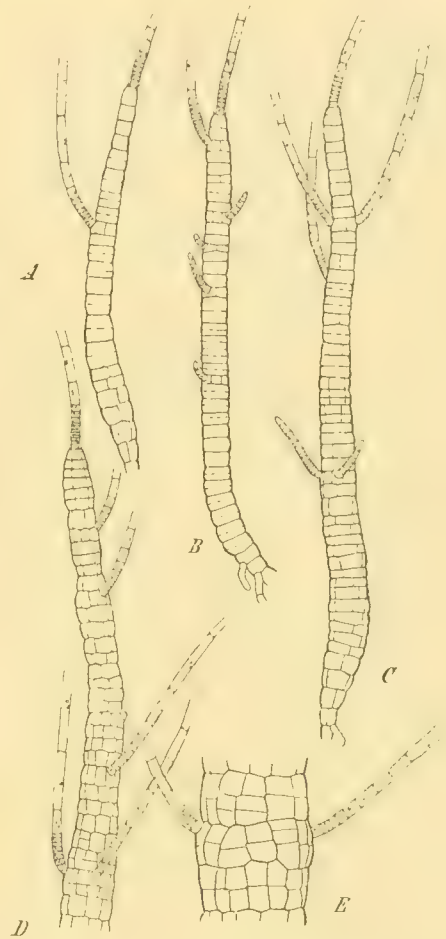


Fig. 1.

Asperococcus scaber Kek. *A, B, C* jüngere Thallome, *D* Spitze eines älteren, *E* Partie aus einem vor der Fruktifikation stehenden Thallus.

Vergr. $\frac{150}{1}$.

¹⁾ Thuret et Bornet, Études phycologiques p. 17, pl. VI, fig. 5.

²⁾ Reinke, Über die Entwicklung von *Phyllitis*, *Scytosiphon* u. *Asperococcus* p. 268 f. (Pringsheim's Jahrbücher, Bd. 11, 1878.

tritt bei jüngeren einreihigen Pflänzchen die Querteilung nicht selten im unteren Teile besonders lebhaft auf, während sie bei älteren mehrreihig gewordenen Thallomen noch am längsten an der Spitze zu finden ist.¹⁾

Die fortschreitende Fächerung der Zellen erstreckt sich bald auch auf den oberen Teil der Pflanze (Textfigur 1 *D*) und wird hier bei den im Freien wachsenden Exemplaren schliesslich so lebhaft, dass dieselben keulenförmige Gestalt annehmen; es treten immer weitere Wandbildungen bald in tangentialer, bald in radialer oder in horizontaler Richtung auf und der Querschnitt, der anfangs nur 4 Zellen aufwies, pflegt bei ausgewachsenen Exemplaren ausser 4 inneren grossen und chromatophorenarmen Markzellen eine ziemlich beträchtliche Anzahl kleinerer chromatophorenreicher Rindenzellen zu zeigen. Die Zellteilung nähert sich dabei möglichst dem in der Textfigur 2 wiedergegebenen Schema. Natürlich treten mannigfache Abweichungen von diesem Wachstumsmodus ein, in der Mehrzahl der Fälle aber und auch in unseren beliebig herausgegriffenen Querschnittsfiguren (Tafel II [8] Fig. 7—9) ist der Grundtypus einleuchtend. Ein besonders regelmässiges und durch Fortpflanzungsorgane noch nicht gestörtes Bild giebt uns die erste der zitierten Figuren, wo sich nur noch eine fünfte zentralwärts gelegene Zelle eingeschoben hat. Auf jede der inneren

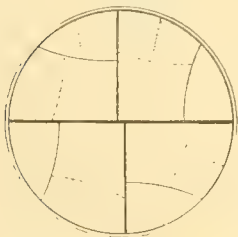


Fig. 2.

Asper. scaber Kck
Schema der Zellteilung im
Querschnitt; die Stärke der
Wände giebt ihr verschiedenes
Alter an.

Zentralzellen kommen stets 4 periphere Zellen und da die Zentralzellen von isodiametrischer Gestalt sind, so wird jede derselben im idealen Falle einen aus 16 Rindenzellen bestehenden Mantel tragen. Diese Verhältnisse springen auch auf dem Längsschnitt (Taf. II [8] Fig. 4 links unten) und auf dem Oberflächenbild (Textfigur 1 *E*) in die Augen.

Die plurilokulären Sporangien, die, wie schon oben erwähnt wurde, weit häufiger als die unilokulären sind, gehen aus einer beliebigen Rindenzelle der oberen Thallushälfte dadurch hervor, dass durch eine tangentiale oder urglasförmig schiefe Wand eine papillenförmige Erhebung abgeschnitten wird, welche die junge Sporangienanlage darstellt. Sie nimmt mit ihrer Basis meist nicht die ganze Breite der Rindenzelle ein, sodass oft Raum gelassen wird für ein zweites aus derselben Rindenzelle sprossendes Sporangium, das mit dem Schwestersporangium unten verwächst (Taf. II [8] Fig. 4 bei *p* 2). Die einzellige papillenförmige Anlage fächert sich durch einige wenige Querwände und das reife Sporangium hat eine stumpf-kegelförmige Gestalt. In den unteren Fächern treten meist einige Längswände auf, da hier die Fächer, wie sich aus ihrer Gestalt ergibt, geräumiger zu sein pflegen (Taf. II [8] Fig. 4, 7 und 10).

Die Sporangien sind also einer Rindenzelle nicht gleichwertig, sondern entsprechen vielmehr einer oberen Ausstülpung derselben. Sie überragen, mit ihrer Basis etwas eingesenkt, die Oberfläche des Thallus und geben derselben ein rauhes, höckeriges Aussehen (Taf. II [8] Fig. 3). Gewöhnlich sind sie zu kleinen Gruppen zusammengedrückt, zwischen denen hier und da einige farblose, gleichfalls aus einer Rindenzelle abgegliederte Haare inseriert sind.

¹⁾ Atlas deutscher Meeresalgen, pag. 48 f, Taf. 31

Die Entleerung der Sporangien erfolgt durch ein Loch am Scheitel; an den leeren Hüllen sieht man das Zellwandnetz meist noch gut erhalten (Taf. II [8] Fig. 4, 10 und 11). Die Schwärmer selbst habe ich nicht beobachtet.

Die Pflänzchen, die ich im Freien gesammelt habe, sind robuster als die Kulturexemplare und zeigen ausser der oben beschriebenen plurilokulären auch unilokuläre Sporangienbildung. Auch sie besitzen einen aus 4 grosslumigen Zellfäden zusammengesetzten Markstrang, der von einem Mantel kleinerer Zellen umgeben ist. Doch wird zwischen diese und die Sporangien-schicht an vielen Stellen eine weitere noch kleinzelligere Schicht eingeschoben (Taf. II [8] Fig. 10). Die plurilokulären Sporangien wurden sehr reichlich gebildet und bedeckten die Oberfläche in zusammenhängenden Sori (Fig. 10). Viel spärlicher fanden sich unilokuläre Sporangien, die entweder auf besonderen Individuen oder auch vereinzelt zwischen den plurilokulären Sporangien auftreten. Sie entstehen ebenso wie diese durch Aussprossung einer Rindenzelle und sind von kugel- bis birnenförmiger Gestalt (Textfigur 3 bei *u*). Wie bei den andern *Asperococcus*-Arten sind sie von 2—3zelligem chromatophorenhaltigen Stacheln begleitet (bei *a*), zwischen denen hier und da farblose Haare (bei *h*) entspringen.

Der Chromatophorenapparat ist in Gestalt zahlreicher meist biskuitförmiger Platten vorhanden, die mehr oder weniger dicht der inneren Zellwand anliegen und ein, resp. zwei Pyrenoide besitzen (Taf. II [8] Fig. 5 und 6). In der Mitte der Zellen befindet sich dort, wo die grossen Vakuolen mit ihren Plasma-septen zusammenstossen, ein rundlicher Zellkern mit deutlichem Kernkörperchen.

Diese Untersuchungen waren bereits seit längerer Zeit abgeschlossen, als ich in einem Rovigneser Kulturgefäss Mitte Juli bis Anfang August 1897 neue Pflänzchen von *A. scaber* beobachtete, der demnach wie *Leptonema fasciculatum*, *Derbesia marina* und andere Algen ein regelmässiger Kulturbewohner zu sein scheint. Die Basallager mehrerer Exemplare zeigten nun die sehr eigentümliche Erscheinung, dass sie ausser aufrechten Thallomen und Haaren auch plurilokuläre Sporangien trugen (Textfigur 4), die bald den Zellen des Basallagers direkt aufsassen, bald endständig oder seitlich einem kurzen monosiphonen Faden entsprangen. Ich gedenke einen ganz ähnlichen Fall in einer später folgenden Abhandlung zu beschreiben und werde dann auch auf die Deutung dieser Erscheinung etwas näher eingehen.

Die Zugehörigkeit von *A. scaber* zur Gattung *Asperococcus* wird durch den ganzen Bau und die von Stacheln begleiteten unilokulären Sporangien erwiesen. Bevor ich die letzteren kennen lernte, betrachtete ich diese Phaeosporee als eine neue *Desmotrichum* nahe stehende und von demselben hauptsächlich durch den radiären Bau unterschiedene Gattung der Punctarien, wozu mich

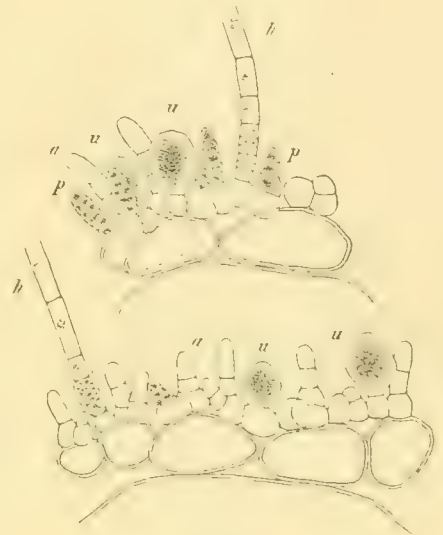


Fig. 3.

Asper. scaber Kck. Zwei Querschnittsfragmente durch Partien mit unilokulären (*u*) und plurilokulären (*p*) Sporangien, Stacheln (*a*) und Haaren (*h*). Vergr. $\frac{200}{1}$.

besonders die frappante Ähnlichkeit bewog, die zwischen verdünnten, plurilokuläre Sporangien tragenden Spitzen von *A. scaber* und von *Desmotrichum undulatum* herrscht. Bei *Asperococcus bullosus* sind nach den Beobachtungen Buffham's (l. c.) die im ganzen ähnlich gebauten aber bedeutend grösseren plurilokulären Sporangien mit unilokulären Sporangien und mit Paraphysen oder Stacheln gemischt und zu Sori vereinigt; bei *A. compressus* stehen die plurilokulären Sporangien wie bei der Rovigneser Art nicht in begrenzten Sori, sind aber ebenfalls von mehrzelligen Paraphysen begleitet (Sauvageau l. c.). Der völlige Mangel der Paraphysen bei Exemplaren des *A. scaber*, die ausschliesslich plurilokuläre Sporangien tragen, scheint die Gattungen *Asperococcus* und *Desmotrichum* jedenfalls sehr zu nähern und man muss die Gründe anerkennen, die Sauvageau veranlassen, eine Zusammenstellung von *Desmotrichum*, *Punctaria* und *Asperococcus* zu befürworten. Trotzdem sind andererseits die Beziehungen zwischen den Gattungen *Asperococcus* und *Myriotrichia* so zahlreich und eng, dass ich mich dem Beispiel Reinke's anschliesse¹⁾, der *Asperococcus*, *Myriotrichia* und *Striaria* zur Familie der Asperococcaceen vereinigt. Die unten folgenden Untersuchungen über *Myriotrichia* sprechen zu Gunsten dieser Gruppierung.

Die Diagnose von *Asperococcus scaber* würde etwa lauten:



Fig. 4.

Asper. scaber Kck. Basallager mit einem alten und einem jüngeren Thallus, mit Haaren und plurilokulären Sporangien. Vergr. $\frac{150}{1}$.

Asperococcus scaber n. sp.

Diagnose: Aus einer marginal wachsenden Basalscheibe entspringen ein oder mehrere aufrechte Thallome, die zuerst monosiphon sind und durch interkalare Teilungen wachsen. Durch zahlreiche Längswände entstehen bald bis 10 mm lange, bis 0,5 mm dicke, borsten- bis keulenförmige, radiär gebaute, solide bleibende Fäden mit meist 4 grossen Zentral- und vielen kleineren Rindenzellen. Echte Phaesporeenhaare seitlich und an der Spitze. Plurilokuläre Sporangien nicht von Stacheln begleitet, kegelförmig, dem Thallus etwas eingesenkt, oben einreihig, unten mehrreihig, 24—36 μ hoch, 12—20 μ breit, zu undeutlichen Gruppen vereinigt oder weitere Strecken überziehend. Unilokuläre Sporangien auf getrennten oder denselben Individuen, von 2—3-zelligen Stacheln begleitet, kugel- bis

¹⁾ Atlas deutscher Meeresalgen p. 50 ff., Algenflora der westlichen Ostsee p. 64.

birnförmig, 40—45 μ hoch, 30—35 μ breit. Chromatophoren zahlreiche runde bis biskuitförmige Platten mit ein oder zwei Pyrenoiden in jeder Zelle.

Vorkommen: An Steinen im flachen Wasser; April-August, besonders aber im Mai. Häufiger Kulturbewohner.

Verbreitung: Im adriatischen Meer bei Rovigno (Punta St. Eufemia, Val di Bora vor dem Stationsmolo)! Bei Neapel im Hafen von Nisita (Berthold)!

Tafelerklärung.

Tafel II [8].

Asperococcus scaber Kuckuck.

- Fig. 1. Büschel in natürlicher Grösse, *a* aus den Helgoländer Kulturen, *b* vom natürlichen Standort.¹⁾
- Fig. 2. Basalscheibe mit 6 verschieden alten aufrechten Thallomen (3 ganz jungen bei *a a*, einem etwas älteren bei *b* und zwei erwachsenen) und einem Haar bei *h*. Vergr. $\frac{300}{1}$.
- Fig. 3. Partie aus der oberen Hälfte des Thallus mit plurilokulären Sporangien und Haaren. Vergr. $\frac{200}{1}$.
- Fig. 4. Optischer Längsschnitt durch den fertilen Thallus; bei *p p* junge und reife plurilokuläre Sporangien, bei *p₁* 3 entleerte, bei *p₂* 2 unten verwachsene Sporangien, bei *h* ein Haar. Vergr. $\frac{300}{1}$.
- Fig. 5. Gruppe von Rindenzellen aus einem erwachsenen Thallus, von oben gesehen, mit den länglichen-biskuitförmigen pyrenoidtragenden Chromatophoren und dem Zellkern. Vergr. $\frac{1000}{1}$.
- Fig. 6. Zwei vegetative Zellen aus einem jungen Thallus. Vergr. $\frac{1000}{1}$.
- Fig. 7. Querschnitt durch den sterilen Teil eines Thallus. Vergr. $\frac{300}{1}$. Vergl. die Textfigur 2.
- Fig. 8 u. 9. Querschnitte mit plurilokulären Sporangien bei *p* und einem Haar bei *h*. Vergr. $\frac{400}{1}$.
- Fig. 10. Querschnitt durch ein kräftig fruktifizierendes im Freien gewachsenes Exemplar mit plurilokulären Sporangien in allen Stadien und 3 Haaren; zwischen die ursprüngliche Rindenschicht und die Sporangien hat sich fast überall eine noch kleinzelligere Schicht eingeschoben. Vergr. $\frac{200}{1}$.
- Fig. 11. Gruppe von 4 entleerten Sporangien, umgeben von Rindenzellen, von denen eine ein Haar trägt eine andere (unten) zur Fertilisierung schreitet. Vergr. $\frac{300}{1}$.

¹⁾ Wo nicht anders bemerkt, sind die Figuren nach Kulturexemplaren gezeichnet.

Fig 7

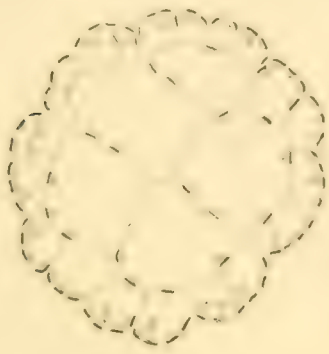


Fig 8



Fig 9



Fig 6

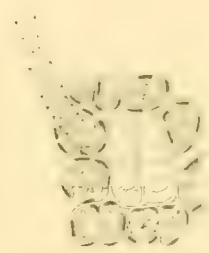


Fig 11



Fig 5

Fig 4

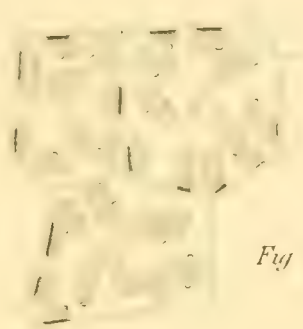


Fig 5

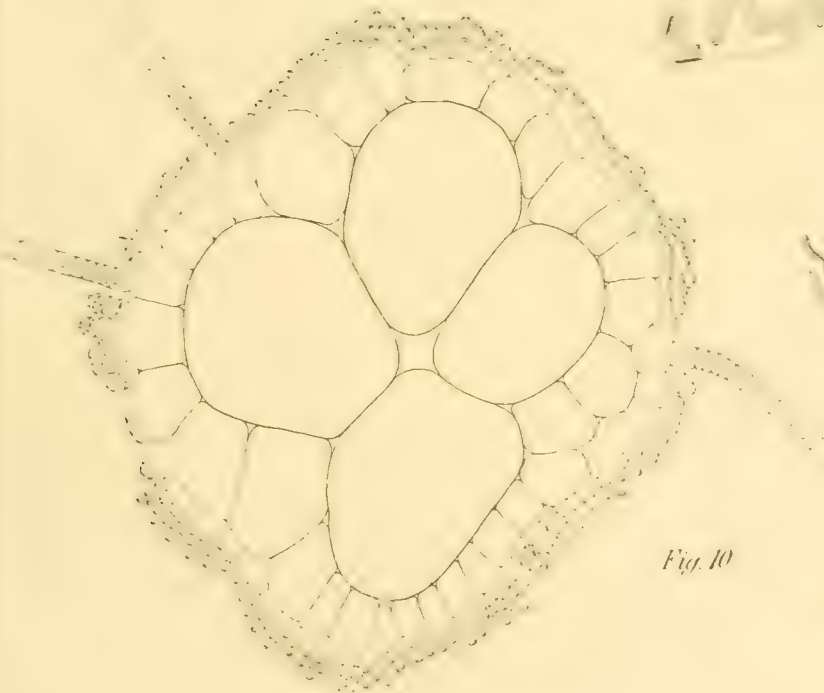


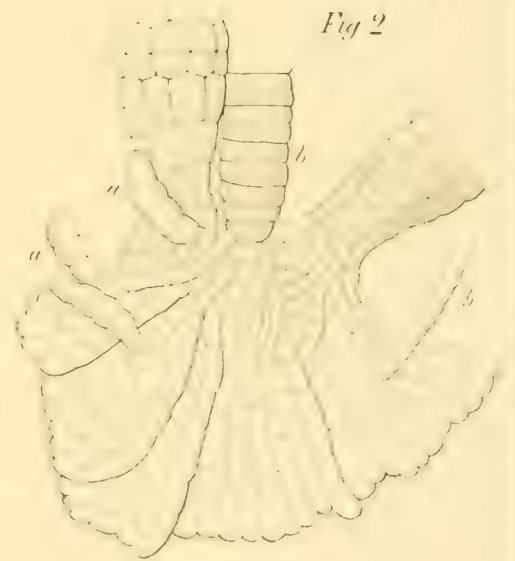
Fig 10



Fig 1 b

Fig 1 a

Fig 2



6.

Die Gattung *Myriotrichia* Harvey.

Hierzu Tafel III—V (9—11) und 21 Textfiguren.

Zur Gattung *Myriotrichia* werden in De Toni's Sylloge Algarum Vol. III, p. 526 ff. folgende 6 Arten gerechnet: *M. claviformis* Harv., *M. densa* Batters, *M. filiformis* (Griff.) Harv., *M. adriatica* Hauck, *M. canariensis* Kütz., *M. Protasperococcus* Berthold. Von diesen sind *M. claviformis* und *filiformis* seit längerer Zeit bekannt, *M. densa* wurde 1895 von Batters aufgestellt¹⁾, *M. adriatica* freilich ohne Abbildung schon 1886 von Hauck beschrieben²⁾ und *M. canariensis* von Kützing 1856 im 6. Bande der Tabulae phycologicae Taf. 2 abgebildet und mit lateinischer Diagnose versehen. Die 3 letztgenannten Arten sind uns in ihren Einzelheiten weniger genau bekannt, während von *M. Protasperococcus* sogar nur der Name existiert.³⁾

Die vorliegenden Untersuchungen gingen von *Myriotrichia Protasperococcus* aus, die ich im Frühjahr 1894 bei Rovigno auffand und näher studieren konnte. Als mir dann später auch *M. adriatica* in die Hände fiel, gab dies die Veranlassung ab, auch die übrigen Arten in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Auf die Frage nach der Geschlechtlichkeit oder Ungeschlechtlichkeit der Zoosporen konnte ich leider nicht näher eingehen, da ich dem Austritt der Zoosporen nicht beigewohnt habe (vergl. unten).

1. *Myriotrichia repens* (Hauck) Karsakoff.

Diese ziemlich variable Art ist in der Literatur mehrfach unter ganz verschiedenem Namen beschrieben worden. Obgleich sie schon 1859 bei Antibes gesammelt wurde, ist als ihr eigentlicher Autor Hauck zu betrachten, der 1879 einige kurze von 2 Figuren begleitete Notizen über

¹⁾ Batters, On some British marine algae (Annals of Botany vol. IX, p. 311).

²⁾ Meeresalgen, p. 337.

³⁾ Berthold, Verteilung der Algen im Golf von Neapel etc., 1882 (Mitteilg. der zool. Station zu Neapel Bd. 3 p. 502).

sie veröffentlichte¹⁾ und ihr den Namen *Myriotrichia repens* gab, freilich mit einigem Zweifel, ob sie zu dieser Gattung gestellt werden könnte. Im Jahre 1885 erschien sie als „*Streblonema candelabrum*“ in den „Algologischen Untersuchungen“ L. Reinhard's, der sie ziemlich ausführlich behandelte und durch eine Tafel illustrierte, aber wohl nur über etwas dürftig entwickeltes Material verfügte.²⁾ In demselben Jahre kam Hauck's bekanntes Werk „Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs“ heraus. Hier ist für die kleine Phaeosporee eine eigene Gattung „*Dichosporangium*“ gegründet, die mit folgender Diagnose versehen ist: „Thallus mikroskopisch, monosiphon gegliedert, aus einem verzweigten, im Rindengewebe grösserer Algen kriechenden primären Faden bestehend, aus welchem aufrechte Äste entspringen, die an der Spitze in eine oder mehrere langgliedrige farblose Haare ausgehen. Einfächerige Zoosporangien kugelig oder verkehrt eiförmig, sitzend, sowohl einzeln aus den kriechenden primären Fäden direkt entspringend, als auch an der Spitze der aufrechten Äste aus den obersten polysiphon werdenden Gliedern derselben entwickelt, und zwar anfänglich paarweise einander opponiert, später gehäuft. Vielfächerige Zoosporangien fadenförmig, an der Spitze der aufrechten Äste, anfänglich paarig einander opponiert, später büschelig.“ Gleichzeitig ist aber die Gattung *Myriotrichia* um eine neue Art, *M. adriatica* Hauck, vermehrt, deren kurze Beschreibung viele Anklänge an die obige Diagnose zeigt und die, wie wir sehen werden, von *Dich. repens* nicht getrennt werden kann. Schliesslich, 1892, hat Fräulein N. Karsakoff *Dichosporangium* und *Myriotrichia* wieder vereinigt³⁾, weil das in Hauck's „Hilfsschlüssel“ benutzte Merkmal der basilären Sporangien auch für das letztere Genus zutrifft.

Myriotrichia repens ist in der nördlichen Adria speziell bei Rovigno nicht selten und scheint immer auf anderen übrigens sehr verschiedenartigen Algen, nie an Felsen oder Steinen zu wachsen. In meinem Journal finde ich folgende Daten:

- 14. April 1894 bei Bagnole, ca. 20 m tief, meist junge Exemplare an *Stictyosiphon adriaticus*.
- 6. Mai 1895, vor Punta Sa. Catarina, ca. 10 m tief, c. spor. unil., an *Stict. adriaticus*.
- 15. Mai 1895, im Südhafen, 2—3 m tief, steril auf *Nemacystus ramulosus*.
- 24. Mai 1895 (*Dichosporangium*), Südhafen, sdl. Sa. Catarina, ca. 6—7 m tief, c. spor. plur. et unil., an *Mesogloea Leveillei*.
- 4. Juni 1895, Bagnole, 1—3 m unter dem Niveau, c. spor. plur. et unil., an *Castagnea fistulosa* (*Dichosp.*) und *Stictyos. adriaticus* (*Myr. adriatica*).
- 6. Juni 1895 (*Dichosp.*), Nordseite von Sa. Catarina, 0,5—1 m tief, c. spor. unil. et plur., auf *Nemacystus ramulosus*.

Zum Vergleiche konnte ich folgendes Material benutzen, für dessen freundliche Überlassung ich den Herren Professor Berthold in Göttingen, Dr. Bornet in Paris und Batters in Wormley zu vielem Danke verpflichtet bin:

¹⁾ Hauck, Beiträge zur Kenntnis d. adriatischen Meeresalgen XII (Österreich. Botan. Zeitschrift, XXIX. Jahrg.), p. 242 f.

²⁾ Reinhard, Algologische Untersuchungen; I. Materialien z. Morphol. u. Systemat. d. Algen d. Schwarzen Meeres, 1885, p. 82—87, Tab. III. Er bemerkt z. B.: „Ich habe an einem Zweige mehr als zwei einfächerige Sporangien nicht gefunden.“ Übrigens wären mir von dem russisch geschriebenen Werke nur die schönen und durch Klarheit ausgezeichneten Abbildungen zugänglich gewesen, wenn nicht Herr Stud. zool. Kassianoff aus Moskau die Freundlichkeit gehabt hätte, mir gelegentlich eines längeren Aufenthalts an der Helgoländer Station den betreffenden Abschnitt zu übertragen.

³⁾ N. Karsakoff, Quelques remarques sur le genre *Myriotrichia* 1892 (Journal de Botanique).

- 11. Februar 1880, Neapel, Porto di Nisita, c. spor. pluril., an *Nemacystus ramulosus*.
- 25. Mai 1880, Neapel, Punta Pancrazio, ca. 15 m tief, c. spor. plur., auf *Castagnea fistulosa*.
- 29. Mai 1880, Secca di Foria, 60 m tief, c. spor. unil. et pluril., auf kleinen Exemplaren von *Mesogloea Leveillei* (nach einem Notizblatt von Berthold).
- 21. Mai 1859, Antibes, c. spor. plur.
- August 1894, Swanage, c. spor. unil., auf *Mesogloea*.

Hauck beobachtete seine *Myr. adriatica* „auf *Stilophora rhizodes*“, sein *Dich. repens* im Mai und Juni „auf *Mesogloea Leveillei*, *Nemacystus ramulosus* u. a. Mesogloeeaceen.“ Reinhard fand das Pflänzchen im Hafen von Sebastopol Ende Mai 1883 auf *Striaria attenuata*. Schliesslich, um die Aufzählung vollständig zu machen, mag noch erwähnt sein, dass ich Ende Juni 1894 noch einige Exemplare der zierlichen Phaeosporee erntete, die in Rovigneser Kulturen auf *Asperöcoccus scaber* wuchsen.

Die beigegebenen Zeichnungen wurden sämtlich nach Rovigneser Material angefertigt, mit dem die oben von anderen Lokalitäten angeführten Proben gut übereinstimmen.

Auf dem Thallus von *Stictyosiphon adriaticus* entwickelt die Spore zunächst eine Art Vorkeim, einen kriechenden monosiphonen, wenig verzweigten Faden, der zwischen den Rindenzellen der Wirtspflanze hinwächst, indem er sich, worauf schon Reinhard (l. c. p. 82) aufmerksam macht, in seinem Verlauf genau den radialen Membrangrenzen derselben anschliesst (Textfigur 1). Wie die Spore auf den erst im Frühjahr sich entwickelnden Thallus der Wirtspflanze gelangt, kann ich nicht sagen und jenes Problem, von dem schon Thuret in einem Briefe an Cohn¹⁾ spricht und welches „in dem regelmässigen alljährlichen Erscheinen gewisser Arten auf anderen ebenfalls annuellen Arten“ liegt, ist auch heute noch als ungelöst zu betrachten. Für unseren Fall könnte man annehmen, dass sich bereits im März auf einem anderen Substrat, auf den Winter überdauernden robusteren Algen, vielleicht auch auf Steinen eine Generation aus dem überwinternden Vorkeim (bezw. der Spore) entwickelt und Sporangien erzeugt, deren Zoosporen nun erst auf *Stictyosiphon* gelangen, um hier eine neue Generation zu bilden. Schwieriger wird dagegen die Erklärung, wenn es sich um gänzlich endophytische und an diese Lebensweise angepasste Formen handelt, die seit langem immer nur in ganz bestimmten, nicht ausdauernden Wirtspflanzen beobachtet werden. Ob hier vielleicht eine anders gestaltete Zwischengeneration vorliegt und ob



Fig. 1.

Myriotrichia repens (Hauck) Kars. Niederliegender, auf *Stictyosiphon adriaticus* kriechender Thallus mit 2 jungen und 3 älteren aufrechten Fäden. Vergr. $\frac{200}{1}$.

¹⁾ Cohn, Über einige Algen von Helgoland, 1865 (in Rabenhorst, Beiträge zur Kenntnis und Verbreitung der Algen, Heft 2).

eine solche Zwischengeneration vielleicht auch gewissen epiphytischen Pflanzen zukommt, das ist eine Frage, deren Entscheidung der Zukunft vorbehalten bleibt.

Aus einzelnen Zellen des zuweilen sehr kurz bleibenden Vorkeimes entwickeln sich durch Aussprossung die aufrechten Thallome. Die Entwicklung des Vorkeimes verläuft also in diesem Anfangsstadium ganz ähnlich wie bei *M. Protasperococcus* (vergl. w. u. und Taf. IV [10] Fig. 6). Seine etwas gewundenen meist 2—3mal so langen als breiten Zellen enthalten eine grössere Anzahl

dicht gelagerter plattenförmiger Chromatophoren. Wie betont werden mag, hat nur die Spitzenzelle, die mit ihrer keilförmigen Endigung die Rindenzellen des Wirtes ein wenig auseinanderdrängt, die Fähigkeit sich zu teilen.

Im wesentlichen gleich verläuft die Entwicklung des horizontalen Thallus, wenn dieselbe auf Pflanzen wie *Stilophora rhizodes*, *Striaria attenuata* oder *Asperococcus scaber* vor sich geht. Keimt *M. repens* dagegen auf Arten wie *Mesogloea Leveillei*, *Castagnea fistulosa* und ähnlichen, die sich durch ein lockeres peripherisches Gewebe auszeichnen, so dringt der Keimling zwischen die Assimilationsfäden ein und dehnt sich am Grunde derselben zu einem besonders reich verzweigten, *Streblonema*-ähnlichen Thallus aus, der ausser den aufrechten Ästen auch unilokuläre Sporangien und Haare trägt (Taf. III [9] Fig. 4, Textfigur 4, vergl. w. u.).

Die vertikale, anfangs durch eine abgliedernde Wand einzellige Aussprossung teilt sich alsbald durch eine Querwand in eine obere und in eine untere Zelle, von denen die letztere der ersteren im Wachstum vorausseilt, sodass man eine kurze chromatophorenreiche Zelle einer langgestreckten heller gefärbten aufsitzend findet. Die untere Zelle teilt sich nicht mehr, während die



Fig. 2.

Myr. repens (Hauck) Kars. A, B junge, C, D etwas ältere, E alter aber noch steriler Faden zur Erläuterung des apikalen Wachstums. A—D Vergr. $\frac{200}{1}$, E Vergr. $\frac{100}{1}$. Figur E ist an den mit gleichen Marken (*) versehenen Stellen an einander gesetzt zu denken.

obere unter gleichzeitiger Entwicklung eines farblosen Haares einige rasch aufeinander folgende Teilungen eingeht (Textfigur 1 links und rechts, 2 A, B). Indem sich nun hauptsächlich die nach unten abgegliederten Zellen bis zum 5- und 6fachen ihrer Dicke strecken, während die interkalaren Teilungen in den unter dem terminalen Haar gelegenen Zellen andauern, erhalten wir Stadien, wie sie Textfigur 2 C, wo nach unten noch 7 langgestreckte Zellen folgen, und im

weiteren Verlauf der Entwicklung Textfigur 2 *D* wiedergibt, wo auch die Ausbildung und Neu-
 anlage von Haaren weiter vorgeschritten ist. Oft beginnt die Fruktifikation schon sehr frühzeitig,
 nicht selten erreicht der sterile Thallus aber auch eine beträchtliche Länge, ehe zur Anlage von
 Sporangien geschritten wird, und einen solchen Fall zeigt uns Textfigur 2 *E*. Alle Zellen unter-
 halb von * sind ausgewachsen und vermögen sich nicht mehr zu teilen; die teilungsfähige Region
 ist hier scharf auf das obere Drittel des Thallus beschränkt, aber auch hier treffen wir bereits
 durch kurze Zellen getrennt einige gestreckte sich nicht mehr teilende Zellen, die einen gewissen
 Rhythmus im Wachstum veranlassen. Zugleich zeigt uns unsere Figur eine reiche Entwicklung
 von Haaren, die sich durch den Mangel an Chromatophoren und ausgeprägtes basales Wachstum
 als echte Phaeosporeenhaare charakterisieren. Sie stehen bald einzeln, bald zu zweien, bald auch
 zu mehreren in Wirteln und werden als seitliche den Sporangien gleichwertige Organe angelegt.
 Dass auch an der Spitze ein Haar schon sehr frühzeitig entwickelt wird, wurde bereits oben erwähnt;
 später ist der Thallus meist durch ein ganzes Büschel von Haaren gekrönt. — Schon Reinhard
 bezeichnet l. c. das Wachstum als apikal, spricht daneben aber auch von trichothallischen Teilungen, welcher Ausdruck für der-
 artige Fälle besser zu vermeiden ist. Das Wachstum ist interkalar, aber mit so starker Bevorzugung der oberen Region,
 dass man von einem apikalen, akroskop erlöschenden Wachstum sprechen kann; von hier bis zu dem rein terminalen Wachstum,
 wie wir es z. B. bei den Sphacelariaceen kennen, ist allerdings noch ein grosser Schritt.

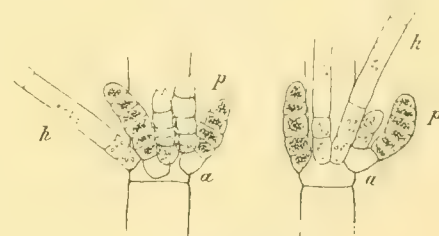


Fig. 3.

Myr. repens (Hauck) Kars. Zwei Knoten-
 zellen mit den Wirteln plurilokulärer Spor-
 angien und Haare; *a* Stielzelle, *p* Sporangien,
h Haare. Vergr. $\frac{400}{1}$.

Die Fortpflanzung findet durch Zoosporen statt, welche
 in plurilokulären und unilokulären Sporangien gebildet werden,
 die meist auf getrennten, doch auch nicht selten auf demselben
 Individuum vorkommen. Während wir oben (Textfigur 2) gesehen haben, dass die Haare sich
 über den ganzen Thallus verteilen, wenn sie auch im oberen Teile zahlreicher auftreten, und dass
 die Zellen, unter deren oberer Querwand sie hervorsprossen, sich später stark verlängern können, bleibt
 die Bildung von Sporangien im allgemeinen auf die oberen zwei Drittel des Thallus beschränkt und
 die Zelle, an der sie als seitliche Aussprossung angelegt werden, behält auch in den späteren Stadien,
 wenn die Sporangien bereits entleert sind, ihre geringe den Wert ihrer Breite meist kaum erreichende
 Höhe bei. Dadurch entsteht dann besonders bei ausgewachsenen Pflanzen eine scharfe Gliederung
 zwischen kurzen, Sporangien und Haare tragenden Knoten und langgestreckten Internodien (Taf. III
 [9] Fig. 1). Doch ist es keine seltene Erscheinung, dass bei bereits kräftiger Fertilisierung die
 zwischen den Knoten gelegenen Zellen fortfahren, sich zu teilen, sodass zwischen die alten Wirtel
 immer neue Knoten und Zwischenknoten eingeschoben werden (Taf. III [9] Fig. 3 und 4). —
 Nachdem sich die junge Anlage des plurilokulären Sporangiums, die sich von einem jungen Haare
 nur durch die gefärbte und dichtere Beschaffenheit ihres Inhaltes unterscheidet, durch eine etwas
 schief stehende Wand von der als Tragzelle fungierenden vegetativen Zelle abgegliedert hat, teilt

sie sich erst in zwei, dann in vier, schliesslich durch mehrmalige Wandbildung in 6 oder 8 Zellen, deren jede einen kahnförmigen mit Augenkpunkt versehenen Chromatophor enthält.

Meist werden, noch ehe dieses Stadium erreicht ist, von der Tragzelle nach einander zwei neue Aussprossungen erzeugt, die sich ebenfalls zu Sporangien entwickeln. Da die Dicke des Fadens 15—20 μ , die der Sporangien 7—10 μ beträgt, so würde mit der Bildung von etwa 4—5 Sporangien der zur Verfügung stehende Platz besetzt sein, in Wirklichkeit treffen wir aber gar nicht selten mehr als ein Dutzend Sporangien in einem Kranze an. In solchen Fällen lehrt die nähere Untersuchung, dass sich zwischen Sporangium und Tragzelle ein neues Element eingeschoben hat, nämlich eine kleine Zelle, die steril bleibend ihrerseits erst ein oder mehrere Sporangien trägt (Textfigur 3). Da sich diese Stielzelle zuweilen noch einmal teilt und nun aus beiden Tochterzellen Sporangien hervorsprossen und da ferner von zwei kurz bleibenden durch interkalare Teilung entstandenen Tochterzellen des Hauptstrosses sowohl die obere wie die untere

zu Tragzellen werden können, so entstehen sehr dichte Haufen von Sporangien (Taf. III [9] Fig. 1, 3 und 10) und bei geringer Verlängerung der Internodialzellen können sich schliesslich die Sporangien verschiedener Wirtel berühren, sodass der obere Thallus mit einem fast kontinuierlichen Sorus bekleidet erscheint. In der Regel geben die Tragzellen gleichzeitig mit den Sporangien auch einigen Haaren ihren Ursprung und dies ist in dem oberen Thallusteil der bevorzugte Ort derselben; zwischen den sterilen Wirteln an den starkgestreckten Zellen des Internodiums beobachtete ich sie in der Regel nicht. Sie sitzen den Tragzellen direkt auf und eine eingeschobene Zelle, wie bei den Sporangien, wird bei ihnen nicht gebildet.

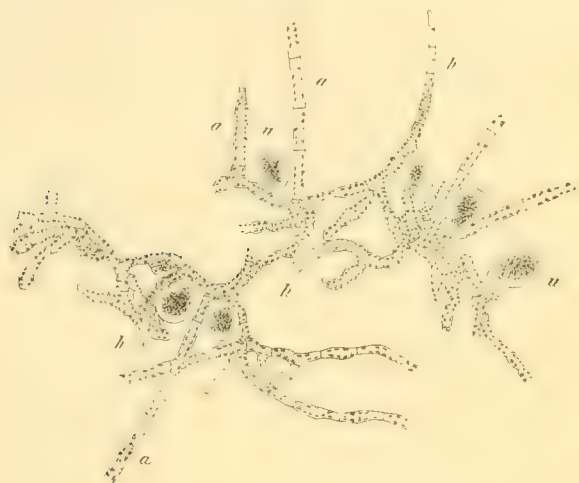


Fig. 4.

Myr. repens (Hauck) Kars. Niederliegender, zahlreiche unilokuläre Sporangien (*u*), Haare (*h*) und aufrechte Fäden (*a*) tragender, zwischen den Fäden von *Nemacystus ramulosus* kriechender Thallus. Vergr. $\frac{200}{1}$.

Gewöhnlich besitzen die plurilokulären Sporangien nur eine einzige Reihe von Fächern, sind also nach dem Typus der plurilokulären Sporangien von *Phycoctis*, *Elachista* u. a. gebaut. Nur ausnahmsweise stellen sich die Wände etwas schief oder ganz in Längsrichtung, sodass stellenweise zwei Fächer neben einander zu liegen kommen. Die Anzahl der Fächer schwankt meist zwischen 6 und 8. Ihre Entleerung erfolgt durch Vorquellen der Membran am Scheitel und successive Auflösung der Querwände, die nur als zarte, ringförmige Leisten erhalten bleiben. Oft wächst in die entleerte Hülse ein Ersatzsporangium hinein.

Die unilokulären Sporangien entsprechen in ihrer Entstehungsweise den plurilokulären und sind wie in der ganzen Gattung *Myriotrichia* von kugeliger Gestalt. Sie sind jedoch immer sitzend und die Einschiebung einer Stielzelle scheint hier stets zu unterbleiben. Bald treten sie auf besonderen Individuen auf (Taf. III [9] Fig. 2, 5—8), bald mit den plurilokulären gemischt auf

demselben Exemplar und im gleichen Sorus (Taf. III [9] Fig. 3). Während aber die plurilokulären Sporangien auf den aufrechten Thallus beschränkt bleiben, rücken die unilokulären Sporangien mit Vorliebe auf den kriechenden, primären Fäden hinüber (Taf. III [9] Fig. 4 und Textfigur 4), ganz wie es für *M. clavaeformis* und *M. filiformis* eigentümlich ist.¹⁾ Schon Sauvageau ist die ausserordentliche Ähnlichkeit solcher fertiler Basalfäden von *M. filiformis* mit *Streblonema sphaericum* Derb. et Solier aufgefallen,²⁾ wenn diese dieselbe Wirtspflanze, nämlich *Nemacystus erythraeus* bewohnte. Ich kann hinzufügen, dass die Ähnlichkeit zwischen *M. repens* und *Streblonema sphaericum* nicht minder gross ist, wovon unsere Textfiguren 4—6 Zeugnis ablegen. Wären bei *M. repens* nicht die aufrechten Fäden mit den charakteristisch wachsenden Spitzen und den langgestreckten unteren Zellen vorhanden, so wäre die Übereinstimmung eine vollkommene. Hier wie dort die gleiche Ausbildung der Zellen, das gleiche Wachstum durch Scheitelzelle, die gleiche Verzweigung, dieselbe Form und Anheftung der unilokulären Sporangien und dieselbe Ausbildung der basal wachsenden Haare. Doch soll damit keineswegs gesagt sein, dass die Pflanzen spezifisch zu vereinigen wären; wir haben hier nur ein Beispiel, einen wie hohen Grad von Ähnlichkeit zwei ganz verschiedene Pflanzen unter den gleichen Lebensbedingungen erreichen können. Bei dieser Gelegenheit mag hinzugefügt werden, dass die Adriaexemplare des *Strebl. sphaericum*, die in *Mesogloea Lervillei* wachsen, doch gut zu den Sauvageau'schen Auseinandersetzungen passen und dass es mir gelungen ist, auch hier, freilich nur sehr spärliche, plurilokuläre Sporangien aufzufinden (Textfigur 7), wie er sie für seine bei Gijon gesammelten Pflanzen beschreibt (l. c. Fig. 3). Die Zusammengehörigkeit der im „Atlas deutscher Meeresalgen“ Taf. 18 abgebildeten Pflanzen ist auch mir jetzt sehr zweifelhaft.

Längswände treten nur sehr ausnahmsweise auf und fehlen nicht selten auch den Knotenzellen reichlich fruktifizierender Exemplare gänzlich, doch pflegen sie hier, wo Sporangien und Haare abgezweigt werden, doch ziemlich regelmässig zu erscheinen (Taf. III [9] Fig. 2, 8—10), den gestreckten Internodialzellen fehlen sie aber stets.



Fig. 5.
Streblonema sphaericum Derb. et Sol. Zwischen den Fäden von *Mesogloea Lervillei* kriechender Thallus mit jungen unilokulären Sporangien (a) und Haaren (h).
Vergr. $\frac{200}{1}$.

¹⁾ Vergl. die Bournet'schen Zeichnungen Pl. XIII, Fig. 1 und 6 in der Abhandlung von Karsakoff.

²⁾ Sauvageau, Note préliminaire sur les algues marines du golfe de Gascogne 1897 (Journal de Botanique t. XI)

Die Chromatophoren des aufrechten Thallus sind ebenso wie die des protonemaartigen Basallagers plattenförmig und zahlreich in jeder Zelle vorhanden, aber wenigstens in den langgestreckten Zellen viel lockerer gelagert wie dort (z. B. Taf. III [9] Fig. 1). Jeder Chromatophor enthält ein Pyrenoid, welches sich in Alkohol nicht löst.

Es mag verwunderlich erscheinen, dass Hauck die Zusammengehörigkeit von *Myriotrichia adriatica* und *Dichosporangium repens* nicht erkannt hat. In Wirklichkeit besteht ein gewisser Unterschied zwischen solchen meist kürzeren Exemplaren, bei denen die Teilungsfähigkeit auf die obersten Zellen beschränkt erscheint und die Sporangien nur an der Spitze des Fadens entwickelt werden — *Dichosporangium repens* (vergl. die Figuren 6—10 auf Taf. III [9]) — und solchen, bei denen unter starker Verlängerung des Fadens die Zellen auch noch weiter unten teilungsfähig bleiben und die Sporangien in zahlreichen Wirteln die oberen zwei Drittel bekleiden — *Myriotrichia adriatica* (vergl. die Figuren 1—3 und 5 auf Taf. III [9]) —, ein Unterschied, der durch

das Auftreten von basilären Sporangien bei *Dich. repens* noch verschärft zu werden scheint; allein durch den Vergleich sehr zahlreicher Proben bin ich schliesslich zu der Überzeugung gekommen, dass sich die beiden Pflanzen nicht einmal als Formen trennen lassen. In einigen Präparaten finden sich zwischen zahlreichen Fäden des „*Dichosp. repens*“ einige denselben Basalfäden entspringende stark verlängerte Fäden von „*Myr. adriatica*“ und in anderen Präparaten überwiegt diese letztere Form. Auch wird diese Ansicht gestützt durch die vollkommen übereinstimmende Ausbildung der Sporangien und das gleiche Wachstum der aufrechten Fäden (vergl. z. B. Textfigur 1 und Taf. III [9] Fig. 4). Übrigens bemerkt auch schon Hauck¹⁾: „Seltener entstehen die Haare und die Fruktifikationsorgane in der Mitte oder in gewissen Absätzen der aufrechten Fäden“ und ebenso wenig fehlt in der kurzen Notiz Berthold's folgende Angabe: „Die Fäden tragen oft nur an der Spitze unterhalb der Haare Sporangien, oft sind sie aber auch stark verlängert und in grösseren oder geringeren Abständen mit Sporangienwirteln besetzt“.



Fig. 6.

Streblospiothamnion Derb. et Sol. Wie Fig. 5, aber mit zahlreichen Sporangien. Vergr. $\frac{200}{1}$.

Das Auftreten der unilokulären Sporangien an den horizontalen Fäden dürfte wohl mit der kräftigeren Entwicklung des Basallagers in dem dafür mehr geeigneten Substrat zusammenhängen.

Niemals habe ich eine Verzweigung beobachtet, doch scheint dieser Fall, der auch bei *M. canariensis* und etwas häufiger bei *M. clavaeformis* vorkommt, nicht ausgeschlossen zu sein, denn Hauck giebt l. c. an, dass „zwischen den Zoosporangienhaufen hin und wieder einzelne Zellen zu einfachen Fäden auswachsen, die ihrerseits wieder in Haare auslaufen oder aber auch Fruktifikationsorgane tragen“.

¹⁾ Beiträge u. s. w., p. 243.

Interessant ist auch unsere kleine Phaesporee durch ihr Vorkommen in den verschiedensten Tiefen. Ich fand sie dicht unter dem Niveau und in einer Tiefe von 2—3 m, wo sie besonders schön entwickelt war und ausser den basalen Sporangien meist an der Spitze gehäufte Fortpflanzungsorgane trug. Auch in 6—7 m Tiefe war sie noch schön entwickelt. Dagegen trat sie in grösserer Tiefe (10—20 m) in mehr vereinzelt Exemplaren auf, die stark verlängert waren und zahlreiche wirtelig stehende Sporangien trugen. Endlich hat sie Berthold bei Neapel noch in der bemerkenswerten Tiefe von 60 m gefunden. Vielleicht hängt das etwas veränderte in der Verlängerung des Thallus zum Ausdruck kommende Wachstum und die damit zusammenfallende Verteilung der Sporangien auch mit dem Standort zusammen (vergl. die obige Liste der Rovigneser Standorte p. 22 [56]). Die Vegetationszeit fällt in das Frühjahr und in den Frühsommer und scheint im Mai der Höhepunkt erreicht zu werden. Berthold beobachtete schon im Februar die ersten Pflänzchen. An der englischen Küste erscheint *Myriotrichia repens* erst im August, vielleicht weil die zusagenden Wirtspflanzen nicht früher entwickelt sind.

Es ist in der Litteratur von Wollny noch ein zweites *Dichosporangium* beschrieben worden, das er nach seiner Wirtspflanze — *Chordaria flagelliformis* — als *Dich. Chordariae* bezeichnet hat.¹⁾ Ich habe diese Pflanze bei Helgoland jeden Sommer in Menge gesammelt, aber nur plurilokuläre Sporangien daran gefunden. Dieselbe ist aus der Gattung *Myriotrichia* (*Dichosporangium*) zu entfernen. Dagegen ist Foslie's *Dich. repens* f. *varians* sicherlich hierher zu rechnen,²⁾ doch ist das Pflänzchen, besonders hinsichtlich der kurzen astartigen Bildungen näher zu untersuchen (l. c. Pl. II Fig. 2).

Es wird gut sein, zum Schluss noch eine etwas ausführlichere Diagnose beizufügen:

Myriotrichia repens (Hauck) Karsakoff.

Synonymie: *Myriotrichia ? repens* Hauck 1879.
Dichosporangium repens Hauck 1885.
Streblonema candelabrum Reinhard 1885.
Myriotrichia adriatica Hauck 1885.
Myriotrichia repens (Hauck) Karsakoff 1892.

Diagnose: Aus einem monosiphonen, mit Scheitelzelle wachsenden, verzweigten, niederliegenden Faden erheben sich meist zahlreiche, aufrechte, unverzweigte, fast durchweg monosiphone Fäden mit interkalarem, oben stark gefördertem und akropetal erlöschendem Wachstum. Unterste Zellen 8—13 μ breit, 4—5 mal so lang als breit, verschmälert, oberste Zellen meist



Fig. 7.

Strebl. sphaericum Derb. et Sol. Niederliegender Thallus mit zwei entleerten plurilokulären (*p*) und einem reifen unilokulären (*u*) Sporangium und einem Haar (*h*). Vergr. $\frac{300}{1}$.

¹⁾ A. Wollny, Algologische Mitteilungen (Hedwigia, Heft IV, 1886 p. 125 ff. Tab. I).

²⁾ M. Foslie, New or critical Norwegian Algae 1894 p. 10 ff. (Repr. from Det Kgl. norske Videnskabers Selskabs Skrifter.)

bedeutend kürzer, 15—25 μ breit. Echte Phaeosporeenhaare seitlich und an der Spitze. Sporangien an der Spitze gehäuft oder im oberen Teil in Wirteln angeordnet, die durch lange Internodialzellen getrennt sind. Plurilokuläre Sporangien einreihig, 4—8 Fächer enthaltend, aufrecht oder etwas abstehend, 25—35 μ lang, 7—10 μ breit, an kurz bleibenden Tragzellen entwickelt, oft unter Einschiebung von einer oder zwei sterilen Stielzellen. Unilokuläre Sporangien meist kugelförmig, 25—45 μ im Durchmesser, wie die plurilokulären angeordnet, aber immer sitzend, nicht selten dem niederliegenden, primären Faden direkt aufsitzend. Chromatophoren viele rundliche unregelmässige Platten in jeder Zelle, an der Innenseite ein Pyrenoid tragend.

Vorkommen: An anderen Algen vom Niveau bis in grössere Tiefen, Februar Juni, August, besonders aber im Mai (vergl. die obigen Listen).

Verbreitung: Im adriatischen Meer an der istriatischen Küste nicht selten (Hauck); Rovigno!; bei Neapel (Berthold)!; bei Antibes (Bornet)! Im schwarzen Meer bei Sebastopol (Reinhard). An der englischen Küste (Dorset) bei Swanage (Batters)! An der westlichen Küste Norwegens (Espevær Ende Juli) eine nahe stehende Form an *Castanea virescens* (Gran, Foslie).



Fig. 8.

Myr. canariensis Kütz. Pflänzchen mit unilokulären Sporangien und Haaren, bei * aneinandergesetzt zu denken.

Vergr. $\frac{100}{1}$.

2. *Myriotrichia canariensis* Kützing.

Von dieser Art existiert bisher nur die kurze Diagnose, die Kützing der Abbildung in den *Tabulae phycologicae* Bd. VI Taf. 2 (1856) beigegeben hat. Der Güte des Herrn Professor Suringar verdanke ich die von den kanarischen Inseln stammenden Originalauskizzen aus dem Leidener Herbar, nach dem die beigegebenen Textfiguren 8 und 9 gezeichnet sind. Die verschiedenen von mir unter Schonung des spärlichen Materials entnommenen Proben weisen nur unilokuläre Sporangien auf, die wie bei den anderen Arten dem Thallus ungestielt aufsitzen. Der Thallus ist mehr weniger scharf in Knoten und Internodien gegliedert und ähnelt im Wachstum sehr den dünnen Thallomen von *M. Protasperococcus* und *M. clavaeformis*. Mit der letzteren hat er auch die Stacheln gemeinsam, die allerdings nur vereinzelt auftreten (Textfigur 9). Die Haare sind meist wie bei den anderen Arten inseriert, doch schieben sich nicht selten eine oder mehrere chromatophorenreiche Zelle an der Basis ein, aber nur ausnahmsweise

kommt es wie bei *M. clavaeformis* zur Ausbildung von Langtrieben, die dann über die ersten Stadien nicht hinauszukommen scheinen (Textfigur 9 B bei *b*). Da auch die Form und Anordnung der plurilokulären Sporangien, soweit die Kützing'schen Figuren ein Urteil gestatten, mit *M. clavaeformis* übereinstimmt, so wird sich möglicherweise *M. canariensis* in den Formenkreis dieser Art einfügen lassen. Über die Ausbildung des horizontalen Thallus kann ich keine Auskunft geben und auch bei Kützing fehlt jede Andeutung darüber.¹⁾

3. *Myriotrichia Protasperococcus* Berthold.

Von dieser Art ist bisher nichts bekannt geworden als der Name. Sie wurde Mitte August 1880 von Professor Berthold bei Neapel entdeckt und 1882 in seiner Abhandlung „Über die Verteilung der Algen im Golf von Neapel“ u. s. w. p. 502 mit der Bemerkung aufgeführt: „Häufig auf *Cutleria* auf der Rhede von Neapel im März. Im Herbst vereinzelt auf *Stictyosiphon* und *Cutleria* aus grösseren Tiefen“. Mitte April 1894 brachte ich nun beim Dredschen zwischen den Inseln St. Catarina und Bagnole (bei Rovigno) aus einer Tiefe von ca. 20 m mehrere Thallome von *Cutleria multifida* herauf, die mit einer kleinen, anscheinend ganz neuen Phaeosporee besetzt waren (Taf. IV [10] Fig. 1). Erst bei meiner Rückkehr nach Helgoland kam mir bei wiederholter Durchsicht der Berthold'schen Arbeit die Vermutung, dass vielleicht seine unbeschrieben gebliebene *Myriotrichia Protasperococcus* vorliegen möchte. Das mir darauf von dem Autor freundlichst überlassene Spiritusmaterial sowie seine mikroskopischen Präparate und Notizen stellten die Identität der von ihm und mir gefundenen Exemplare ausser Zweifel. Bei einem zweiten Aufenthalt im Frühsommer 1895 habe ich *M. Protasperococcus* dann noch wiederholt gesammelt, so Anfang Mai bei Sa. Catarina in einer Tiefe von 25 m auf *Stictyosiph. adriaticus* wachsend, Ende Mai an derselben Lokalität auf *Cutl. multifida* angeheftet, endlich Ausgang Mai im Hafen von Cherso auf *Stict. adriaticus*, diesmal nur 1—2 m unter dem Niveau.

Die Entwicklung der eleganten kleinen Braunalge verläuft folgendermassen.

Die Spore, über deren Herkunft nichts gesagt werden kann, wächst auf dem Thallus von *Cutleria* zunächst zu einem horizontalen monosiphonen etwas gewundenen Faden aus, dessen meist

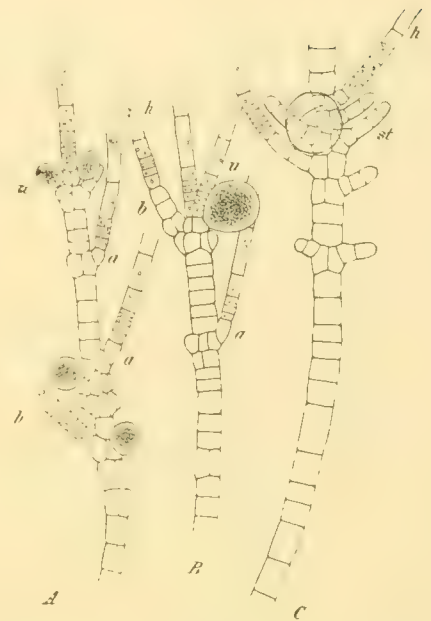


Fig. 9.

Myr. canariensis Kütz. A, B zwei unilokuläre Sporangien (*a*) tragende Fadenspitzen; *b* Haare, *b* Langtrieb; C Thalluspartie mit einem entleerten Sporangium, Haaren (*h*) und Stacheln (*st*). Die Haare entspringen teils sessil (vergl. Fig. 12), teils unter Vermittlung von 1—2 vegetativen Zellen (unterdrückten Langtrieben, z. B. bei *a*).

Vergl. $\frac{206}{1}$.

¹⁾ Haucek erwähnt in den „Beiträgen“ u. s. w. (p. 243) die Ähnlichkeit zwischen *Myr. repens*, in den „Meeresalgen“ (p. 337) die Ähnlichkeit zwischen *M. adriatica* und der Kützing'schen Art.

doppelt so lange als breite Zellen ziemlich kräftige Wandungen besitzen. Die Verlängerung dieses Vorkeimes, der die Anheftung am Substrat bewirkt, geschieht durch Streckung der einzelnen Zellen und durch Teilung der Spitzenzelle, die vermöge ihrer keilförmigen Gestalt die Rindenzellen der Wirtspflanze auseinander treibt (Taf. IV [10] Fig. 6). So folgt der Vorkeim durchaus den Wandungen der Rindenzellen und entwickelt sich da am raschesten, wo zwei Komplexe von Rindenzellgruppen an einander stossend eine grössere Nachgiebigkeit der Zellwände bedingen. Wir treffen hier also auf ganz ähnliche Verhältnisse wie oben bei *M. repens*. In jeder Zelle finden sich eine Anzahl linsenförmiger oder etwas länglicher, je ein Pyrenoid besitzender Chromatophoren.

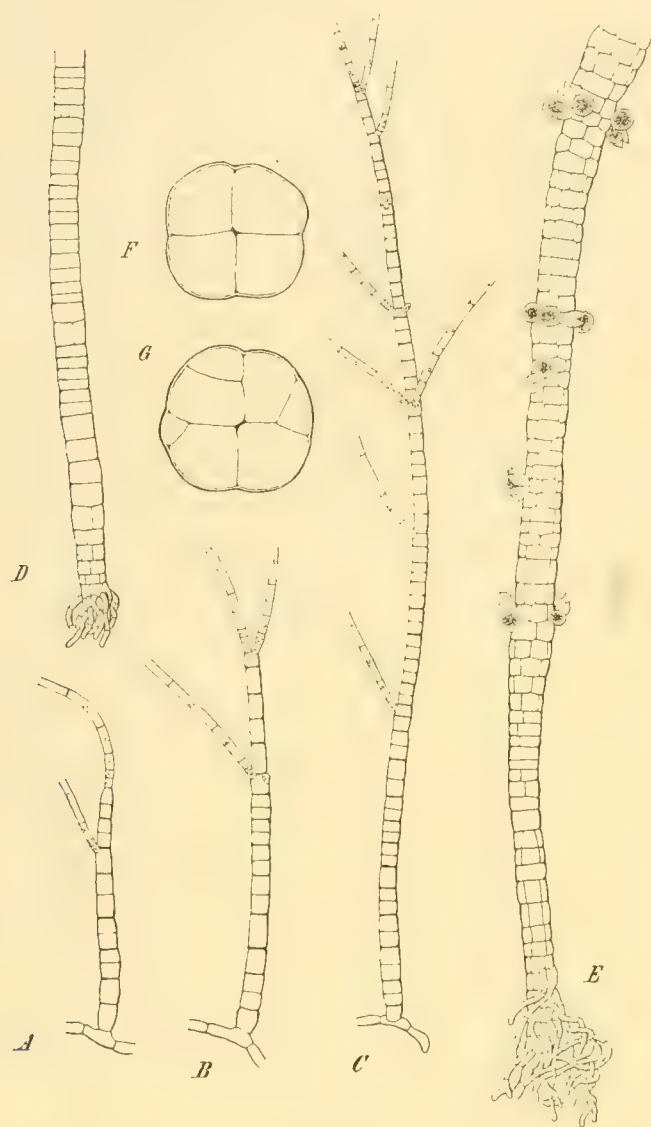


Fig. 10.

Myr. Protasperococcus Berth. A, B, C junge noch monosiphone Pflänzchen mit zahlreichen interkalaren Teilungen. D unterer Teil eines etwas älteren Pflänzchens mit einigen Längswänden; an der Basis haben sich Rhizinen entwickelt. E unterer Teil eines älteren mehrreihig gewordenen Pflänzchens mit unilokulären Sporangien und kräftig entwickelten Rhizinen (E nach Berthold'schem Material). F, G zwei Querschnitte durch polysiphon werdende Stämmchen. Vergr. A, B $\frac{160}{1}$, C $\frac{100}{1}$, D, E $\frac{80}{1}$, F, G $\frac{240}{1}$.

selten eine Länge von 20 mm. Schon mit unbewaffnetem Auge erkennt man in kurzen Abständen etwas dunklere, knötchenartige Stellen, die an *Ceramium*-Zweige erinnern und die fertilen Stellen des Thallus darstellen (Taf. IV [10] Fig. 1).

Sehr bald erheben sich aus einer oder mehreren Zellen des wohl meist unverzweigt bleibenden primären Fadens ein oder wenige aufrechte Thallome, die, stets unverzweigt bleibend, anfangs monosiphon, ein oder mehrere terminale und eine Anzahl seitlicher Haare tragen. Die Zellteilungen sind hier nicht wie bei *M. repens* lokalisiert, sondern finden im ganzen Verlaufe des Fadens statt, der eine Art Gliederung durch die nicht selten wirtelig entspringenden und den Ort der ersten Längsteilungen verratenden Haare erfährt. Die Zellen selbst sind halb bis doppelt so lang als breit, je nach ihrem Alter, die Haare echte Phaeosporeenhaare, also farblos und mit basalem Vegetationspunkte. Die nebenstehende Textfigur 10 (A—D) möge dazu dienen, das keinem deutlichen Gesetze unterworfenere Auftreten der interkalaren Teilungen zu erläutern.

Ist die Pflanze ausgewachsen, so bedeckt sie in ziemlich dichten Räschen die Wirtspflanze; die einzelnen Individuen sind meist haardünn, schlaff, von gelbbrauner Färbung und überschreiten

Die von mir im April 1894 gesammelten Pflänzchen trugen ganz überwiegend plurilokuläre Sporangien, nur vereinzelt fanden sich zwischen diesen auch unilokuläre. Dagegen hielten sich bei den im Mai 1895 gesammelten Exemplaren die unilokulären und plurilokulären Sporangien ungefähr die Wage. Die Neapeler Exemplare, die Berthold Mitte August sammelte, wiesen jedoch ausschliesslich unilokuläre Sporangien auf. Danach scheint es, dass hier ein auch bei anderen Phaeosporoen beobachteter Turnus im Auftreten der Fortpflanzungsorgane sich geltend macht, nach welchem die Fruktifikation im Frühjahr mit den plurilokulären Sporangien beginnt, um allmählich gegen den Sommer hin von den unilokulären Sporangien abgelöst zu werden.

Figur 2 (Taf. IV [10]) giebt das Bild eines kräftig fruktifizierenden Thallusstückes bei schwacher Vergrösserung wieder. Man sieht, wie sich zwischen die reifen oder ihrer Reife entgegen gehenden ringförmigen Sori der plurilokulären Sporangien, die zugleich die Ursprungsstelle von Haarwirteln sind, immer neue Sori einschieben. Auch die geringe Höhe sämtlicher Thalluszellen deutet darauf hin, dass trotz weit vorgeschrittener Fertilisierung einzelner Partien noch ein lebhaftes Längenwachstum des Thallus stattfindet.

Die plurilokulären Sporangien sind, wenn man die weniger häufigen Fälle mit einrechnet, ziemlich variabel; im ganzen aber zeichnet sich gerade *M. Protasperococcus* vor den anderen Arten durch eine grössere Regelmässigkeit in der Anordnung der Fortpflanzungsorgane aus, und dies veranlasst den zierlichen Habitus des Pflänzchens. In den ihrer Fertilisierung sich nähernden Thalluspartien wird zunächst die Monosiphonität durch einige Längswände unterbrochen. Bald tritt eine solche axile Wand nur in einer Zelle, bald in 2 oder 3 benachbarten Zellen auf und indem dies in gewissen Abständen und vorzugsweise dort geschieht, wo durch Haarwirtel schon eine Gliederung des Thallus in Knoten und Zwischenknoten angedeutet war, wird letztere jetzt noch in die Augen fallender. In der Regel tritt zur ersten axilen Wand noch eine zweite sie senkrecht kreuzende, sodass 4 Quadranten entstehen (Textfigur 10 *F*). Betrachten wir zunächst einen häufigeren Fall, wie ihn Figur 8 (Taf. IV [10]) im optischen Längsschnitt zeigt. Durch tangentielle Wände sind hier von den einzelnen Quadranten flache Zellen abgeschieden worden, die sich alsbald durch axil oder horizontal gestellte Wände weiter gefächert haben. Oft stellt die so gebildete, aus einem einschichtigen kleinzelligen Mantel oder Hohlzylinder bestehende Zellenlage schon den definitiven Sorus dar. Figur 15 (Taf. V [11]) zeigt ein der Figur 8 etwa entsprechendes Oberflächenbild. Auch in Figur 7 (Taf. IV [10]) haben wir eine grosse Regelmässigkeit in der Anordnung des Sorus, doch hat sich hier (rechts) stellenweise noch eine sterile Zellenlage eingeschoben und oben (rechts) haben wir ein zweietagiges Sporangium.

Obleich einschichtige Sori häufig vorkommen, werden an kräftig fruktifizierenden Individuen mehrschichtige Bildungen nicht weniger häufig beobachtet. Figur 12 (Taf. V [11]) zeigt ein nach lebendem Material gezeichnetes Oberflächenbild, dessen noch wesentlich einschichtiger Sorus etwa dem optischen Längsschnitt von Figur 7 (Taf. IV [10]) entspricht, ein grosser Teil der Lokuli hat bereits seine Zoosporen durch eine rundliche oder schlitzförmige Öffnung austreten lassen; ein anderer Teil (rechts) ist noch gefüllt. Leider habe ich keine schwärmenden Zoosporen beobachtet;

es wäre dies von Interesse gewesen, um festzustellen, ob die Schwärmer mehr als einen Chromatophor enthalten, wie dies nach dem Zellinhalt wahrscheinlich ist. — Dagegen lässt ein Sorus, wie ihn Figur 13 (Taf. V [11]) zeigt, vermuten, dass viele Lokuligruppen noch tangential Teilungen eingegangen sind und Querschnitte durch derartige Stellen bestätigen diese Vermutung (Taf. V [11] Fig. 10). Während wir nun bei den einschichtigen Sori jedes Fach als ein reduziertes Sporangium auffassen können, sind es hier Gruppen von 2—4, am häufigsten aber von 8 Fächern, die als Sporangien bezeichnet werden dürfen. Bei dem zitierten Querschnitt treten meist 8fächerige würfelförmige Sporangien auf (Fig. 10 bei *) und die nebenstehende Textfigur 11 giebt schliesslich ein Extrem, in welchem ganze Gruppen von Fächern sich in stark vorspringende Haufen gegen einander individualisiert haben und Verhältnisse erreicht werden, die an die Sporangien einer *Cutleria* erinnern.

Ebenso wie die plurilokulären Sporangien treten auch die unilokulären in Zonen auf und ihre erste Anlage bemerkt man an jenen Stellen, wo durch Bildung von Längswänden der Thallus zuerst gewebeartig wird. Die Entwicklung der Neapeler Pflanzen, nach denen die



Fig. 11.

Myr. Protasperococcus Berth.
Querschnitt durch einen Sorus
stark hervortretender pluri-
lokulärer Sporangien; bei *r*
eine Rhizine. Vergr. $\frac{435}{1}$.

Figuren 3 und 9 auf Taf. IV [10] und V [11] und Textfigur 10 *E* gezeichnet wurden, verläuft ebenso wie die der Rovigneser; doch tritt hier die Neigung zur Gewebebildung stärker hervor und so kräftige Thallome wie der in Textfigur 10 *E* wiedergegebene sind nichts seltenes. Doch habe ich einmal (30. Mai 1895) auch in der Adria, nämlich im Hafen von Cherso (Quarnero) einige Exemplare gesammelt, die an ausgiebiger Gewebebildung und üppiger Sporangienfruktifikation die Neapeler Pflanzen noch übertrafen (Taf. IV [10] Fig. 5). Die Gewebebildung beginnt wie bei den plurilokulären Pflanzen mit 2 sich kreuzenden Vertikalwänden (Textfigur 10 *F*) und die fortschreitende Wandbildung folgt dem oben für

Asperococcus scaber entwickelten Gesetz (Textfigur 2 auf p. 16 [50]). Aus den 4 Quadranten werden also erst durch antikline Wände keilförmige Zellen herausgeschnitten (Textfigur 10 *G*) und dann durch perikline Wände mit einander verbunden. So entsteht ein oft noch durch einige radiale Wände sich vergrößernder Mantel etwas kleinerer Rindenzellen, der die 4 Zentralzellen umgiebt. Ähnlich wie bei *Asperococcus* wird darauf durch eine urglasförmige Wand von den Rindenzellen eine äussere Zelle abgegliedert, welche sich zu dem kugeligen, dem Thallus stiellos aufsitzenden Sporangium entwickelt (Taf. V [11] Fig. 9). Schliesslich umgeben eine grössere Anzahl von unilokulären Sporangien das zentrale Gewebe in ringförmigen Gruppen, die mit einigen Haaren untermischt sind. Die Entleerung der Sporangien erfolgt in der gewöhnlichen Weise durch einen Riss am Scheitel.

Während bei den Rovigneser Pflanzen auch bei alten Individuen die Basis meist frei ist, sodass man den Ursprung des aufrechten Thallus aus dem kriechenden Primärfaden noch erkennen kann, wird derselbe bei den Berthold'schen Exemplaren in der Regel durch reichlich entwickelte Rhizinen verdeckt (Textfigur 10 *D* und *E*). Könnten diese Verhältnisse sowie der mehr gewebe-

artige Charakter vielleicht Zweifel aufsteigen lassen, ob die uni- und plurilokulären Individuen wirklich zu einer Spezies gehören, so werden diese Zweifel durch das gleichzeitige Auftreten der beiden Sporangienarten in einem Sorus beseitigt (Taf. V [11] Fig. 11 und 16). Die unilokulären Sporangien entstehen hier dadurch, dass die junge einzellige Anlage eines Sporangiums sich nicht mehr gleich den ebenso aussehenden Anlagen der plurilokulären Sporangien teilt, sondern ungeteilt bleibt und den anderen Fächern im Wachstum vorausleitet. Wie es scheint, kommen Übergangsbildungen dadurch zustande, dass einzelne Fächer der plurilokulären Sporangien die normalen Fächer an Grösse überragen und mehrere Zoosporen beherbergen (Taf. V [11] Fig. 11).

Die Zellen des aufrechten Thallus enthalten eine grössere Anzahl scheibenförmiger, oft unregelmässig ausgezogener und bei der Teilung biskuitähnlicher Platten mit einem kräftig entwickelten Pyrenoid und einen rundlichen, zentral in den Plasmasepten aufgehängten Kern (Taf. V [11] Fig. 12).

Ich habe geschwankt, ob unsere Phaeosporee nicht ein selbständiges Genus repräsentiert, und auch Berthold ist, wie ich aus seinen Notizen ersehe, geneigt gewesen, *M. Protasperococcus* zum Vertreter einer besonderen Gattung zu machen. Die plurilokulären Sporangien erinnern z. T. viel mehr an *Kjellmania* Rke. als an *Myriotrichia*, die unilokulären Sporangien finden sich niemals wie bei anderen *Myriotrichia*-Arten an den kriechenden Fäden und mehrzellige Stacheln fehlen hier ganz. Auf der anderen Seite finden sich doch genug Übereinstimmungen im Wachstum und in der Fruchtbildung. Auch leidet unser gegenwärtiges Phaeosporeen-System an einem Reichtum monotyper Gattungen, den ich nicht vermehren wollte, und so habe ich mich schliesslich ebenso wie Berthold, dem freilich die plurilokulären Sporangien unbekannt waren, dafür entschieden, *M. Protasperococcus* an dem ihr einmal angewiesenen Platze zu belassen.

Es erübrigt noch, mit einigen kurzen Worten auf die verwandtschaftlichen Beziehungen der kleinen Phaeosporee hinzuweisen. Die Übereinstimmung, die mit *Kjellmania* in der Fruktifikation herrscht, wurde bereits erwähnt. So könnten unsere Figuren 7 und 10, abgesehen vielleicht von den Haaren, die bei *Kjellmania* nicht zwischen den Sorussporangien vorzukommen scheinen, ganz gut auch der Reinke'schen Pflanze angehören¹⁾; doch giebt die Verzweigung bei *Kjellmania* einen scharfen Unterschied von der stets unverzweigten *M. Protasperococcus* ab. Auch an *Halothrix lumbricalis* (Kütz.) Rke. mag hier erinnert werden, sofern die fertigen Sporangien sich einander sehr gleichen²⁾. — Dass die Bildung der unilokulären Sporangien bei *Myriotrichia* und *Isthmoplea* übereinstimmt, ist schon Reinke aufgefallen³⁾ und diese Übereinstimmung ist frappant, wenn man z. B. unsere Figur 8 (Taf. IV [10]) mit Figur 10 auf Taf. 30 im Atlas deutscher Meeresalgen vergleicht. — Ist der Thallus durch zahlreiche Längswände gefächert, so machen sich Verhältnisse geltend, die zu *Asperococcus* hinüberleiten, einer Gattung, die sich ihrerseits wieder durch die monosiphon werdende varietas *filiformis* bei *Asperococcus echinatus* dem Genus *Myriotrichia* nähert.

¹⁾ Reinke, Schütt und Kuckuck, Atlas deutscher Meeresalgen Taf. 3 Fig. 5—7

²⁾ Atlas, Taf. 1 Fig. 2 und 4.

³⁾ Atlas, p. 51 Fussnote 3.

Die Diagnose unserer Pflanze würde etwa so lauten:

Myriotrichia Protasperococcus Berthold.

Diagnose: Thallus unverzweigt, monosiphon oder bald polysiphon werdend, aus einem horizontalen, kriechenden monosiphonen Faden entspringend. Wachstum interkalar, echte Phaeosporeenhaare vorhanden, seitlich oder terminal inseriert. Chromatophoren in zahlreichen, ein Pyrenoid enthaltenden Platten in jeder Zelle. Plurilokuläre und unilokuläre Sporangien in ringförmigen Sori, meist auf getrennten Individuen, zuweilen auf derselben Pflanze und im gleichen Sorus; erstere meist 1—8-, seltener mehrfächerig, letztere kugelig sitzend.

Vorkommen: Auf *Cutleria multifida* und *Stictyosiphon adriaticus* meist in grösserer Tiefe (15—35 m), seltener in flachem Wasser (1—2 m), im April mit plurilokulären, im Mai mit beiderlei, im August mit unilokulären Sporangien.

Verbreitung: Im adriatischen Meer bei Rovigno!, im Hafen von Cherso (Quarnero)!; im Golf von Neapel (Berthold)!.

Obgleich die Litteratur über *Myriotrichia claviformis* und *M. filiformis*, die beiden am längsten bekannten Arten der Gattung, recht ausgedehnt ist, muss ich gestehen, dass es schwierig ist, sich aus derselben ein genaues Bild von dem Bau dieser Pflanzen zu machen. Es sind daran teils die mangelhaften Abbildungen, teils die ungenaue Kenntnis der Pflanzen, vor allem aber ihre grosse Variabilität Schuld, die jene von *M. repens* und *M. Protasperococcus* noch übertrifft und zur Folge hat, dass sich so viele scheinbare und wirkliche Widersprüche in den Beschreibungen finden. Ich bedaure deshalb ganz besonders, dass mir gerade diese beiden Arten niemals im Freien zu Gesichte gekommen sind. Es gelang mir nicht, *M. claviformis*, die offenbar in der Adria (und überhaupt im Mittelmeer) recht selten ist und nur einmal in unvollkommen entwickelten Exemplaren von Hauck bei Muggia nahe Triest gesammelt wurde, auch bei Rovigno aufzufinden, sodass ich für diese Art ebenso wie für *M. filiformis* und *M. densa* auf das Studium von Spiritusmaterial angewiesen war, das fast ausschliesslich von der englischen Küste stammt und das ich der Güte des Herrn Batters verdanke. Nun weist aber gerade eine Bemerkung von Sauvageau¹⁾ darauf hin, dass z. B. *M. filiformis* an der französischen Küste kleiner bleibt und auch sonst

¹⁾ Sauvageau, Note préliminaire sur les algues marines du golfe de Gascogne 1897, p. 36 ff. des Separatabdruckes (Journal de Botanique).

Verschiedenheiten von der englischen Pflanze zeigt. Um also die Vielgestaltigkeit dieser Arten kennen zu lernen, wäre ein reicheres Material nötig als mir zur Verfügung stand, und vor allem auch die Beobachtung derselben und ihrer Formen im Freien erforderlich. Die folgenden Notizen wollen deshalb nur als ein Beitrag zur Kenntnis des *Claviformis*-Formenkreises angesehen werden und einer monographischen Behandlung desselben vorarbeiten.

4. *Myriotrichia claviformis* Harvey.

Der horizontale Thallus ist bei *M. claviformis* kräftig entwickelt und seine zwischen den Zweigen der Wirtspflanze kriechenden Äste tragen ganz wie bei *M. repens* ausser den aufrechten Sprossen zahlreiche unilokuläre Sporangien. Haare habe ich dagegen nicht beobachtet und dieselben fehlen auch in der Bournet'schen Figur der Karsakoff'schen Abhandlung (Textfigur 13). Nicht selten trägt der durch seine endophytische Lebensweise ausgezeichnete niederliegende Thallus mehr den Charakter von Rhizinen, die sich in schräger oder senkrechter Richtung zwischen die Zellreihen der Wirtspflanze drängen, und in diesem Falle rücken die Sporangien an die Basis der aufrechten Sprosse herauf (Textfigur 13). Diese selbst stimmen im Wachstum mit *M. Protasperococcus* überein (Textfigur 12). Es treten also interkalare Teilungen in der ganzen Länge des von einem Haar gekrönten Fadens auf, doch erfährt zuweilen wie auch in dem abgebildeten Stadium die Spitze des Fadens eine geringe Förderung. Die fertig entwickelten Pflanzen haben, je nachdem sie uni- oder plurilokuläre Sporangien tragen, ein so verschiedenes Aussehen, dass mir Zweifel aufgestiegen sind, ob alles Material, das ich unter dem Namen *M. claviformis* erhielt, wirklich zu derselben Spezies gehört.

Textfigur 14 stellt zwei entwickelte Pflänzchen mit unilokulären Sporangien dar, die der Batters'schen forma *typica* entsprechen und einen verhältnismässig konstanten und charakteristischen Typus repräsentieren. Die kleinen, z. T. monosiphonen Pflänzchen enden in ein oder mehrere Sporangien oder Haare und tragen seitlich sitzende Sporangien, echte Phaeosporeenhaare, monosiphone, den „ramuli, Dornen oder Stacheln“ der Autoren entsprechende Kurztriebe und polysiphon werdende von einem Haar gekrönte Langtriebe. Nicht selten wird die Entwicklung der Nebenachsen so üppig, dass der ganze obere Teil der Pflanze von einem dichten Filz von Zweigen und Haaren bekleidet und keulenförmig verdickt erscheint. Aber auch dann bleibt der Gegensatz zwischen Kurz- und Langtrieben gewahrt, indem erstere trotz ansehnlicher Länge monosiphon und haarlos zu bleiben pflegen, die letzteren aber sich ganz wie das Hauptstämmchen entwickeln und auch unilokuläre Sporangien produzieren (Textfigur 14 oben). Textfigur 15, die nach einer von mir angefertigten im Kieler Herbarium befindlichen

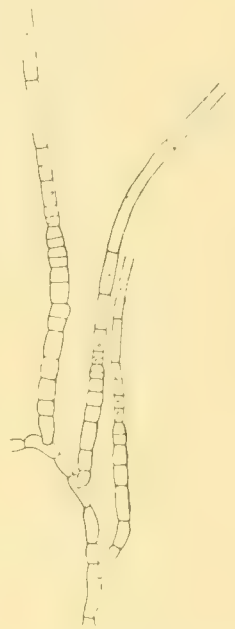


Fig. 12.

Myr. claviformis Harv. Niederliegender Faden mit 3 jungen aufrechten Sprossen. Vergr. $\frac{200}{1}$. (Nach einer im Kieler Herbarium befindlichen Handzeichnung von C. Apstein.)

Handzeichnung kopiert ist, illustriert diese Verhältnisse im einzelnen und mag insbesondere auf die auch hier sich geltend machende Ähnlichkeit mit *Isthmoplea* hinsichtlich der Sporangien hingewiesen werden. Harvey's Figur in der *Phycologia britannica* (Pl. CI 3) ist entschieden sehr idealisiert; er spricht nicht nur von „quadrifarius ramuli“, sondern giebt diesen selbst in der Abbildung zweizeilig stehende Fiedern. Dass von einer vierzeiligen Anordnung der Auszweigungen (Stacheln oder Äste) nicht die Rede sein kann, hat schon Nägeli nachgewiesen¹⁾, doch ist auch des letzteren Darstellung insofern nicht ganz zutreffend, als danach nur basal wachsende Haare und dem Hauptstämmchen gleich gestaltete, nur kürzere in ein Haar endigende Äste vorhanden sind.

Unilokuläre und plurilokuläre Sporangien sind wie bei allen anderen Arten stets ungestielt, nicht selten opponiert und zuweilen zu undeutlichen, ringförmigen Sori angeordnet.

Die plurilokulären Sporangien der mir zur Verfügung stehenden Exemplare sind warzen-, kegel- bis papillenförmig (Textfigur 16), selten mit ihren Spitzen cylindrisch verlängert, mit breiter Basis aufsitzend oder, ähnlich wie bei *Asperococcus scaber*, mit derselben dem Thallus etwas eingesenkt. Sie stehen bei jungen Pflanzen zerstreut oder in kleineren Gruppen, bei älteren in



Fig. 13.

Myr. clavaeformis Harv. Niederliegender, z. T. rhizinenartig gewordener Thallus mit aufrechten Sprossen und jungen oder entleerten unilokulären Sporangien, die besonders in B an die Basis der aufrechten Sprosse heraufgerückt sind. Vergr. $\frac{200}{1}$. (Swanage, Sept. 94, mis. Batters.)



Fig. 14.

Myr. clavaeformis Harv. Zwei aufrechte Sprosse mit z. T. entleerten unilokulären Sporangien, Haaren, Stacheln und Langtrieben. Vergr. $\frac{100}{1}$. (Swanage, Sept. 94, mis. Batters.)

undeutlichen, ringförmigen, mehr weniger ausgedehnten und zusammenfliessenden Sori. Nach den Untersuchungen Karsakoff's sind zweierlei nicht scharf geschiedene, neben einander vorkommende Formen plurilokulärer Sporangien vorhanden (bei *M. filiformis* sind die Verhältnisse im wesentlichen dieselben), einmal solche mit meist 3 Etagen von Fächern und meist 8 grossen Zoosporen und zweitens solche mit meist 4 Etagen von Fächern und meist 16 etwas kleineren Zoosporen; die ersteren fungieren als Oogonien, die letzteren als Antheridien. Über den Kopulationsprozess

¹⁾ Nägeli, Die neueren Algensysteme etc. 1847. p. 147 ff. Taf. III Fig. 14—20; vergl. auch die Ausführungen von Zanardini, Iconographia phycologica adriatica 1860—76 Bd. 3 p. 101—104 Taf. CV.

ist die Originalarbeit zu vergleichen und mag nur hervorgehoben sein, dass derselbe am häufigsten zwischen zwei gleichzeitig neben einander zur Ruhe gekommenen Zoosporen ungleicher Grösse stattzufinden scheint, seltener zwischen zwei in voller Bewegung befindlichen und dass, wenn die Beobachtungen exakt sind, woran zu zweifeln vor der Hand kein Grund vorliegt, hier ein Schritt weiter zur heterogamen Befruchtung von *Cutleria* gemacht wäre, bei der bekanntlich Antheridien und Oogonien gleichfalls plurilokulär sind. An konserviertem Material ist es misslich, die Frage nach der ungleichen Ausbildung der Sporangien zu prüfen, da nur reife Stadien in Betracht kommen können und diese allein am Inhalte zu erkennen sind, der uns

hier im Stiche lässt.

Auffallend ist es mir, dass bei den englischen Pflanzen und auch bei den Proben, die mir Dr. Bornet freundlichst überlassen hat, Stacheln entweder ganz fehlen oder nur sehr vereinzelt und in kümmerlicher Entwicklung vorhanden sind, während sie nach den Angaben von Karsakoff mit den plurilokulären Sporangien gemischt stehen sollen. Auch bei plurilokulären Exemplaren der zu *M. claraeformis* gestellten *f. minima* Holmes et Batters (Holmes, Alg. rar. brit. Nr. 167)

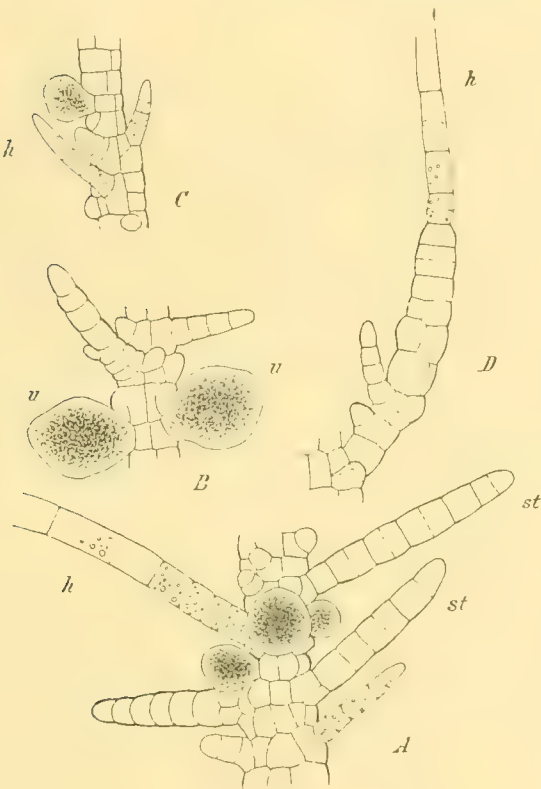


Fig. 15.

Myr. claraeformis Harv. Einzelne Partien zur näheren Erläuterung der Übersichtsfigur 14, bei D ein Langtrieb; u Sporangien, h Haare, st Stacheln. Vergr. $\frac{300}{1}$. (Nach einer im Kieler Herbarium befindlichen Handzeichnung des Verfassers.)



Fig. 16.

Myr. claraeformis Harv. Stämmchen mit plurilokulären Sporangien. Vergr. $\frac{100}{1}$. (Weymouth, Sept. 92, mis. Batters.)

fehlen dieselben gänzlich. Vielleicht handelt es sich hier um dieselbe Erscheinung, die wir oben bei *Asperococcus scaber* kennen lernten, dessen plurilokuläre Individuen ja auch der Stacheln entbehren.

5. *Myriotrichia filiformis* (Griff.) Harv.

M. filiformis ist bald nur als Form von *M. claraeformis* behandelt worden, bald und besonders in neuerer Zeit als selbständige Art. Mir lagen nur Exemplare mit überwiegend pluri-

lokulären Sporangien vor (Textfigur 18), die allerdings den entsprechenden Pflanzen von *M. claviformis* sehr ähneln und wie jene durch den Mangel von Stacheln ausgezeichnet sind. Übrigens giebt für diese Art auch Gran¹⁾ an (in der Übersetzung): „Auch bei *Desmotrichum* können Paraphysen vorkommen, und diese können ausserdem ganz oder fast ganz bei solchen Exemplaren von *Myriotrichia filiformis* fehlen, die fast ausschliesslich plurilokuläre Sporangien tragen.“ Die Anordnung und Vereinigung der Sporangien zu Sori und die Ausdehnung der letzteren ist hier wie dort sehr variabel und als diagnostisches Merkmal kaum verwertbar. Auch Karsakoff äussert sich wie folgt: „Les deux



Fig. 17.

Myr. filiformis (Griff.)
Harv. Niederliegender
Faden mit 3 jungen auf-
rechten Sprossen.
Vergr. $\frac{200}{1}$. (Nach einer
im Kieler Herbarium be-
findlichen Handzeich-
nung von C. Apstein.)

espèces se ressemblent beaucoup et, comme elles croissent souvent enchevêtrées, il n'est pas toujours facile, surtout à l'état jeune, de dire à laquelle appartient tel ou tel filament. Il en est encore de même si l'on observe le développement d'un jeune thalle en partant d'une zoospore qui germe. Qu'elle provienne du *M. filiformis* ou du *M. claviformis*, les choses semblent se passer de la même manière.“ (Vergl. hierzu unsere Textfigur 17.) Ob das von ihr nach Harvey's Vorgang angegebene Merkmal: „les ramuscules qui garnissent les filaments du *M. filiformis* sont courts et disposés en anneaux séparés par des intervalles où le filament se voit à nu. Dans le *M. claviformis*, les ramuscules plus longs forment un revêtement continu“ ein durchgreifendes ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Die beiden hierzu zitierten von Bornet herrührenden Zeichnungen, die übrigens Pflanzen mit unilokulären Sporangien darstellen, zeigen im übrigen grosse Übereinstimmung. Ein anderes Merkmal würde nach Karsakoff im Bau der plurilokulären Sporangien liegen, die bei *M. filiformis* 2, bez. 3 (auch 4) Etagen und meist 4 grosse, bez. 8 kleinere Zoosporen enthalten, bei *M. claviformis* meist 3, bez. 4 Etagen und meist 8 grosse, bez. 16 kleinere Zoosporen



Fig. 18.

Myr. filiformis (Griff.)
Harv. Stämmchen mit
plurilokulären und ei-
nem vereinzelt unilokulären Sporangium
Vergr. $\frac{100}{1}$. (Hilbe
Island, Jan. 90. mis.
Batters.)

enthalten. Auch hier ist, wie man sieht, der Unterschied ein mehr gradueller als prinzipieller.

Sehr bemerkenswert ist der Fall, den Sauvageau²⁾ beschreibt und abbildet, nicht nur weil er möglicherweise eine bessere Diagnostizierung gestatten würde, sondern auch weil er die verwandtschaftlichen Beziehungen zur Gattung *Streblonema* erweitert. Aus den kriechenden Thallusfäden können sich nämlich kurze, monosiphone, verzweigte Fäden erheben, die fadenförmige pluri-

¹⁾ H. H. Gran, Kristianiafjordens algeflora I, 1897 p. 41 Tab. I Fig. 4–6. (Videnskabselskabets Skrifter 1896 Nr. 2.)

²⁾ Note préliminaire etc. p. 36 ff. Fig. 1.

lokuläre Sporangien tragen. Niemals aber entspringen die letzteren gleich den auch *M. filiformis* nicht fehlenden basilären unilokulären Sporangien direkt aus dem horizontalen Faden¹⁾.

Aus allem geht hervor, dass die beiden eben besprochenen Arten in mehr als einer Hinsicht einer erneuten und sorgfältigen Untersuchung wert sind, die besonders eine natürlichere Gruppierung der anscheinend sehr zahlreichen Formen anstreben und feststellen müsste, ob sich mehrere zentrale Typen finden lassen. Nicht minder wichtig und von allgemeinerem Interesse wäre eine Nachprüfung der bemerkenswerten Resultate, die Karsakoff hinsichtlich der Fortpflanzung erhalten hat.

6. *Myriotrichia densa* Batters.

Diese Art wurde zuerst von Buffham 1887 auf *Zostera* im Hafen von Swanage (Dorset) aufgefunden und 1891 im „Journal of Botany“ beschrieben und kurz abgebildet. Er stellte sie im Einverständnis mit Bournet, dem er Proben mitteilte, zu *M. clavaeformis*, von der bis dahin in der Litteratur nur die unilokulären Sporangien bekannt waren. Auch Karsakoff schloss sich i. c. dieser Ansicht an. Später (1895) wurde von Batters auf Grund reichlicheren Materials, das ausser in Swanage noch an verschiedenen anderen Punkten der englischen Küste gesammelt wurde und der Buffham'schen Pflanze entspricht, und nach einer voraufgehenden vorläufigen Notiz in den „Annals of Botany“ (Vol. IX p. 311 ff.) eine neue Art aufgestellt, der Batters den Namen „*M. densa*“ gab. Schon Buffham bemerkt: „The aspect of the form bearing the plurilocular zoosporangia²⁾ is so different from that of the specimens bearing the unilocular zoosporangia that at first I could not determine to what known British species my specimens should be referred“. In der That sind die Verschiedenheiten von *M. clavaeformis* recht beträchtlich, wenn man unsere Textfigur 19, die nach einem typischen mir von Herrn Batters gütigst zugesandten Exemplar von *Myr. densa* gezeichnet wurde, mit unseren Textfiguren 14 und 15 vergleicht. Die Stacheln oder Kurztriebe haben sich hier zu kräftigen meist

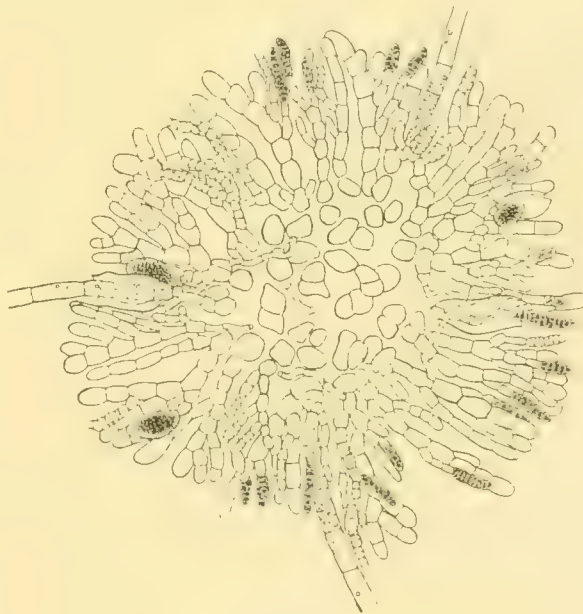


Fig. 19.

Myr. densa Batters. Querschnitt durch ein voll entwickeltes Exemplar mit zahlreichen plurilokulären und unilokulären Sporangien und Haaren; die Kurztriebe sind meist einseitig verzweigt und bilden eine zusammenhängende Schicht. Vergr. $\frac{200}{1}$, (Weymouth, Sept. 92, mis. Batters.)

¹⁾ Nach Fertigstellung dieser Untersuchungen erhielt ich von Herrn Sauvageau freundlichst eine am 10. Mai 1898 bei Guéthary gesammelte Probe der kleinen *M. filiformis* zugesandt. Die Pflänzchen tragen reichlich uni- und plurilokuläre Sporangien und besitzen, soweit dies an dem eingesalzenen, aber noch gut erhaltenen Material zu sehen ist, keine Stacheln.

²⁾ Buffham meint die von ihm entdeckten Pflanzen, die übrigens wenn auch spärlicher zugleich unilokuläre Sporangien tragen, nicht die oben (Textfigur 16) für *M. clavaeformis* abgebildete Form.

einseitig verästelten Assimilationszweigen entwickelt, die einen unteren Abschnitt ausgenommen, fast den ganzen Thallus mit einem dichten gleichmässigen Polster bekleiden, das sich mit den entsprechenden Bildungen von *Cladosiphon* J. Agardh vergleichen lässt. Unilokuläre und plurilokuläre Sporangien werden meist an derselben Pflanze angetroffen. Die ersteren sind kugelig bis verkehrt ei- oder birnförmig und entspringen mit Vorliebe einer der unteren Zellen der Assimilationszweige, die letzteren, durch ihre zylindrische Gestalt von den *Clavaeformis*-Sporangien abweichend, rücken an denselben höher hinauf und werden meist durch kürzere oder längere Stiele an die Peripherie des Thallus emporgeschoben. Ausser den Sporangien finden sich noch farblose Haare vom gewöhnlichen Bau. Endlich ist darauf hinzuweisen, dass das zentrale aus isodiametrischen Zellen bestehende Gewebe stark gelockert erscheint und ebenso wie die basalen Teile des peripherischen Gewebes zur Rhizinenbildung neigt. Erinnern wir uns der verhältnismässig einfachen Organisation von *M. repens*, des gewebeartig werdenden Thallus bei *M. Protasperococcus* und der bei *M. canariensis* und *M. clavaeformis* auftretenden Kurztriebe, so erscheint *M. densa* als der höchste Typus des ganzen mit dem Namen *Myriotrichia* bezeichneten Formen- und Artenkreises.

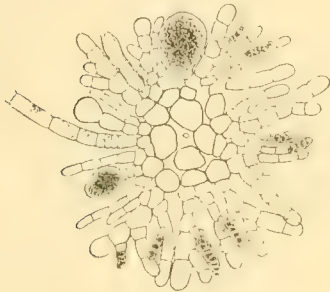


Fig. 20.

Myr. densa Batters. Querschnitt durch ein dünneres Exemplar.
Vergr. $\frac{200}{1}$.
(mis. Batters als *M. clavaeformis*.)

Man könnte daran denken, *M. densa* ganz aus ihrer Gattung zu entfernen, wenn nicht das Wachstum der jugendlichen Pflanzen, wie mir Herr Batters vor längerer Zeit brieflich mitteilte, mit *Myriotrichia* übereinstimmte und gewisse Übergangsformen existierten. Mir selbst lagen nur ältere Exemplare vor; die

jüngsten derselben, an denen die Assimilationszweige noch nicht entwickelt sind, kommen allerdings den anderen *Myriotrichia*-Arten ziemlich nahe. Batters hat eine var. *subcylindrica* beschrieben, die er zu *clavaeformis* stellt. Ich glaube nicht irre zu gehen, wenn ich einige der Proben, die mir der Autor vor Jahren zugestellt und die schlechthin als *M. clavaeformis* bezeichnet sind, mit dieser Varietät identifiziere. Die Pflanzen zeichnen sich dadurch aus, dass die Kurztriebe, die im unteren Teile ganz fehlen und etwas weiter herauf noch unverzweigte Stacheln darstellen, im oberen Teile kürzer und weniger verzweigt sind wie bei *M. densa*. Die unilokulären Sporangien, die im unteren Teile aus den Rindenzellen entspringen (Textfigur 21), rücken hier auf die Basis der Kurztriebe herauf und die plurilokulären Sporangien sind in Form und Anheftung denen von *M. densa* durchaus gleichgestaltet (Textfigur 20). Das ist das einzige Merkmal, das zu der Batters'schen Beschreibung der var. *subcylindrica* nicht stimmt, die ich freilich nur aus der zitierten Arbeit kenne¹⁾. Es heisst dort in der gruppierenden Zusammenstellung von *M. clavae-*



Fig. 21.

Myr. densa Batters. Partie aus dem unteren Teil mit den unilokulären Sporangien und den noch unverzweigten Stacheln.
Vergr. $\frac{200}{1}$.
(mis. Batters als *M. clavaeformis*.)

¹⁾ Batters, On some new British Marine Algae 1895 (Ann. of Botany, Vol. IX).

formis var. *subcylindrica*: „Horizontal branches simple or bearing only one or two patent secondary branches; sporangia sessile, gametangia conical“.

Zum Schluss mögen hier die wichtigsten Merkmale der verschiedenen Arten zu einer Gattungsdiagnose zusammengestellt sein:

Myriotrichia Harvey.

Diagnose: Aufrechter Thallus aus einem niederliegenden, verzweigten, monosiphonen, terminal wachsenden Faden entspringend, in der Regel unverzweigt, selten fast durchaus monosiphon (*M. repens*), meist polysiphon, mit farblosen, basal wachsenden, terminal oder seitlich stehenden Haaren besetzt. Bei einigen Arten mehrzellige Kurztriebe (Stacheln) vorhanden, die bei *M. densa* zu meist einseitig verzweigten Assimilationsästen werden. Chromatophoren zahlreiche rundliche oder mehr unregelmässige pyrenoidtragende Platten in jeder Zelle. Unilokuläre und plurilokuläre Sporangien meist auf verschiedenen Individuen, zu ringförmigen Gürteln oder mehr weniger ausgedehnten Sori vereinigt. Unilok. Sporangien meist kugelig, sitzend, zuweilen (*M. densa*) auch auf die Kurztriebe heraufgerückt, häufig (*M. repens*, *clavaeformis*, *filiformis*) auch an den niederliegenden Fäden entwickelt. Plurilok. Sporangien von sehr variabler Gestalt, fadenförmig-zylindrisch (*M. repens*, *densa*), warzen- oder papillenförmig (*M. Protasperococcus*, *clavaeformis*, *filiformis*), etwas eingesenkt oder sitzend oder kurz gestielt oder (*M. densa*) auf die Kurztriebe heraufrückend, seltener zu ein- oder wenigschichtigen Lagern vereinigt (*M. Protasperococcus*).

Tafelerklärung.

Tafel III [9].

Myriotrichia repens (Hauck) Karsakoff.

- Fig. 1. Stück eines aufrechten Sprosses mit plurilokulären Sporangien (*p*) und Haaren (*h*). Vergr. $\frac{300}{1}$.
- Fig. 2. Stück eines aufrechten noch lebhaft wachsenden Sprosses mit unilokulären Sporangien (*u*) und Haaren (*h*); man beachte auch das Auftreten von Längswänden. Vergr. $\frac{300}{1}$.
- Fig. 3. Wie vorher, aber in den Wirteln stehen beiderlei Sporangien gemischt. Vergr. $\frac{150}{1}$.
- Fig. 4. Niederliegender Faden (*b*) mit zwei unilokulären Sporangien (*u*), drei aufrechten Sprossen (einem jungen bei *a*) und einer Rhizine (*r*). Vergr. $\frac{150}{1}$.
- Fig. 5. Aufrechter Spross mit terminalen und wirtelig stehenden unilokulären Sporangien und Haaren. Vergr. $\frac{150}{1}$.
- Fig. 6–8. Spitzen der aufrechten Fäden mit den terminal gehäuften jungen, reifen und entleerten unilokulären Sporangien und den terminalen Haaren; bei Fig. 8 sind die Längsteilungen in den obersten Zellen deutlich zu erkennen. Fig. 6 und 7 Vergr. $\frac{300}{1}$, Fig. 8 Vergr. $\frac{500}{1}$.
- Fig. 9–10. Wie vorher mit plurilokulären Sporangien. Vergr. $\frac{300}{1}$.



P. Kocknek del.

Entwick. d. Myriotrichia

Myriotrichia repens (Hauck) Karsakoff.

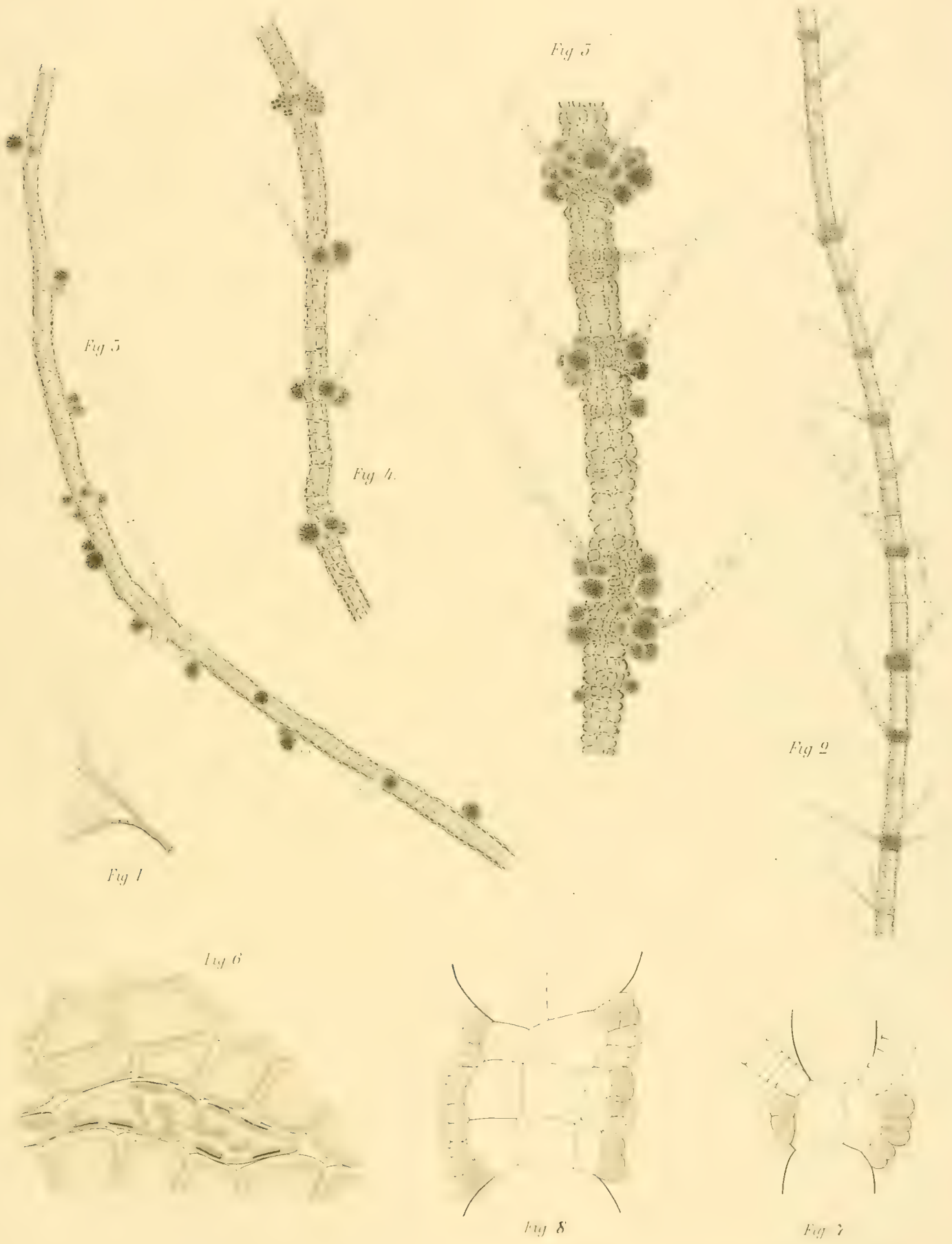
Tafelerklärung.

Tafel IV [10.]

Myriotrichia Protasperococcus Berthold.

- Fig. 1. Fragment von *Cutleria multifida*, mit *M. Protasperococcus* besetzt, in natürlicher Grösse.
- Fig. 2. Partie mit den ringförmigen Sori plurilokulärer Sporangien und den Haaren. Vergr. $\frac{100}{1}$.
- Fig. 3. Pflanze mit unilokulären Sporangien, mittlere Partie*). Vergr. $\frac{100}{1}$.
- Fig. 4. Ähnlich wie Figur 3, aber auch mit plurilokulären Sporangien. Vergr. $\frac{150}{1}$.
- Fig. 5. Thalluspartie mit kräftiger Gewebebildung und reichlicher Sporangienfruktifikation (Cherso). Vergr. $\frac{150}{1}$.
- Fig. 6. Spitzenzellen des niederliegenden Thallus, die Zellgruppen von *Cutleria* auseinandertreibend; nach dem Leben gezeichnet. Vergr. $\frac{500}{1}$.
- Fig. 7 u. 8. Optische Längsschnitte durch Sori plurilokulärer Sporangien, in Fig. 8 z. T. entleert. Vergr. $\frac{700}{1}$.

*) Nach Material von Berthold gezeichnet.



H. H. del.

Myriotrichia Protaspercoccus Berthold.

Tafelerklärung.

Tafel V [11].

Myriotrichia Protasperococcus Berthold.

- Fig. 9. Querschnitt durch einen Sorus unilokulärer Sporangien*). Vergr. $\frac{300}{1}$.
- Fig. 10. Querschnitt durch einen Sorus plurilokulärer Sporangien; bei * ein würfelförmiges, 8fächeriges Sporangium. Vergr. $\frac{650}{1}$.
- Fig. 11. Querschnitt durch einen gemischten Sorus; bei *h* ein Haar. Vergr. $\frac{650}{1}$.
- Fig. 12. Partie mit einem einschichtigen, z. T. entleerten Sorus plurilokulärer Sporangien und einem Haar; in den Zellen erkennt man die pyrenoidhaltigen Chromatophoren und den in Plasma-septen aufgehängten Zellkern; nach dem Leben gezeichnet. Vergr. $\frac{900}{1}$.
- Fig. 13. Sorus plurilokulärer Sporangien, z. T. entleert. Vergr. $\frac{400}{1}$.
- Fig. 14. Partie mit einem Sorus unilokulärer Sporangien, eines davon entleert (an *Isthmoplea* erinnernd). Vergr. $\frac{400}{1}$.
- Fig. 15. Thalluspartie mit verschiedenen jungen und alten einschichtigen Sori von plurilokulären Sporangien; bei *h* ein Haar. Vergr. $\frac{400}{1}$.
- Fig. 16. Partie mit einem Sorus, in dem unilokuläre und plurilokuläre Sporangien gemischt stehen. Vergr. $\frac{400}{1}$.

*) Nach Material von Berthold gezeichnet.

Fig. 10

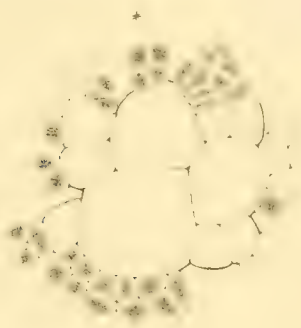


Fig. 11

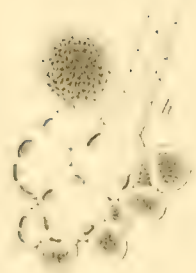


Fig. 13



Fig. 12



Fig. 9

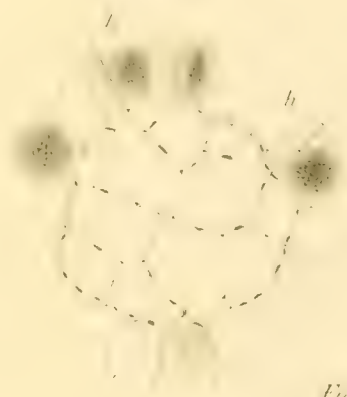


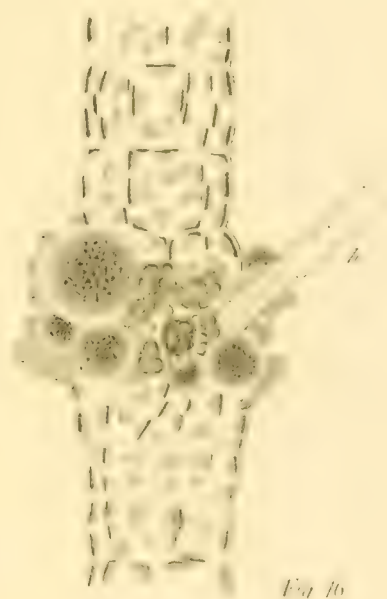
Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16



7.

Über den *Ectocarpus investiens* der Autoren.

Hierzu Tafel VI [12] Fig. 1—5 und 5 Textfiguren.

Unter dem Namen *Streblonema investiens* gab Thuret im Jahre 1859 in Lloyd's „Algues de l'Ouest de la France“ (n^o 281) eine kleine Phaeosporee aus, die auf den knorpeligen Stämmchen von *Gracilaria compressa* dunkelbraune Flecken bildete und zum ersten Male im Jahre 1850 bei Saint-Vaast von ihm gesammelt zu sein scheint. Die Pflanze blieb ohne Beschreibung und ohne Diagnose und auch Le Jolis begnügte sich in seiner „Liste des Algues marines de Cherbourg“ (1864) mit der kurzen Angabe ihres Vorkommens bei Saint-Vaast, obgleich er zahlreiche Diagnosen anderer von Thuret aufgestellter Arten giebt. Erst Hauck bringt 1875 in seinem „Verzeichnis der im Golf von Triest gesammelten Meeresalgen“ einige kurze durch mehrere Textfiguren erläuterte Notizen¹⁾, um 10 Jahre später in seinem bekannten Handbuche der als *Ectocarpus investiens* bezeichneten und zum Subgenus *Herponema* gestellten Alge eine etwas genauere nach einer Bornet'schen Zeichnung kopierte Figur beizufügen²⁾. Später (1892) ist dann Sauvageau³⁾ auf die kleine Alge näher eingegangen und hat insbesondere die Beziehungen zu ihrer Wirtspflanze näher untersucht. Diesen Beschreibungen entspricht durchaus die Alge, die ich Mitte Juni 1895 bei Rovigno im Südhafen sammelte und die an den unteren Teilen von *Gracilaria compressa* die charakteristischen, sammetartigen, braunen Polster bildete.

Nun haben die Brüder Crouan schon im Jahre 1851 eine Phaeosporee beschrieben und abgebildet⁴⁾, die sie auf der Rhede von Brest gefunden hatten und für die sie ein neues Genus

¹⁾ Österreich. Botanische Zeitschrift, XXV. Jahrgang p. 389 f.

²⁾ Meeresalgen, 1885 p. 325 Fig. 135.

³⁾ Sauvageau, Sur quelques Algues Phéosporées parasites 1892 p. 16 ff. pl. I Fig. 6 (Journal de Botanique. T. VI).

⁴⁾ Crouan frères, Études microscopiques sur quelques algues nouvelles ou peu connues constituant un genre nouveau. (Annales des Sciences naturelles III. Série. Botanique Bd. 15 p. 359 ff. Pl. 16.)

„*Cylindrocarpus*“ aufstellten. Sie wächst ebenfalls auf *Gracilaria compressa*, bildet hier aber äusserlich ansitzende, 1—2 mm hohe, schleimige Büschel. Anfang Mai 1895 glückte es mir, auch die Crouan'sche Pflanze bei Rovigno zu sammeln; freilich fand ich sie nicht auf *Gracilaria*, sondern auf Kalksteinen festgewachsen, die in einer Tiefe von 10 m nahe bei der Insel Sa. Catarina gedreht wurden. Ein genaueres Studium zeigte mir, dass die von Crouan mit dem Namen „*Cylindrocarpus microscopicus*“ belegte Pflanze von dem Thuret'schen *Streblonema investiens* nicht getrennt werden kann, obgleich die beiden Phaeosporeen bisher als so verschieden von einander betrachtet wurden, dass sie z. B. in De Toni's Sylloge Algarum an ganz entfernten Stellen, *Cylindrocarpus microscopicus* bei den *Chordariaceae* zwischen *Myriactis* und *Corynophlaca*, *Streblonema investiens* bei den *Ectocarpaceae* zwischen *Isthmoplea* und *Dichosporangium* stehen.

Von *Ectocarpus investiens* (Thur.) Hauck giebt Sauvageau in seiner oben zitierten Untersuchung über parasitische Phaeosporeen eine so ausführliche und zutreffende Beschreibung, dass ich mich hier kurz fassen kann. Die Alge lebt anfangs ganz parasitisch im Innern des *Gracilaria*-Stengels, wo ihre langzelligen, dünnen, verzweigten und chromatophorenarmen Fäden das grosszellige Markgewebe in mannigfachen Windungen umschliessen. Später bohren sich nach und nach zahlreiche Zweigspitzen zwischen den kleinen Rindenzellen nach aussen und entwickeln sich zu monosiphonen, zerstreut oder einseitig verzweigten aufrechten Zweigsystemen, die ausser den Sporangien auch echte Phaeosporeenhaare tragen. Besonders bei älteren Pflänzchen macht sich eine deutliche Differenzierung bemerkbar zwischen den aus der Wirtspflanze hervorstehenden Hauptstämmchen und den peripherischen Zellfäden: erstere be-



Fig. 1.

Cylindrocarpus microscopicus Crouan. Isolirtes, auf *Gracilaria compressa* wachsendes Büschel mit den rhizinenartigen endophytischen Fäden bei *e*, einer Rhizine bei *r*, den unilokulären Sporangien und den Haaren. Vergr. $\frac{150}{1}$.

sitzen 15—20 μ breite, kräftige Zellen, deren bandförmiger verzweigter Chromatophor nur einen geringen Teil der inneren Zellwand bekleidet; letztere bestehen aus stark verdünnten Zellen, deren dichter Chromatophoreninhalt sie viel dunkler erscheinen lässt (Textfigur 1). Dieser Gegensatz zwischen einem markartigen und einem assimilierenden Teil tritt in der Sauvageau'schen Figur, die nach jüngeren Stadien gezeichnet ist, weniger hervor, ist aber deshalb wichtig, weil er sich bei dem Crouan'schen *Cylindrocarpus microscopicus* in verstärktem Masse wiederfindet. Bemerkenswert sind aus diesem Grunde auch die Rhizinen, die nur bei älteren Pflanzen vorkommen

und auch schon Sauvageau auffielen; sie werden von dem unteren Teil einer markartigen Zelle entsendet, sind sehr langzellig und zeigen erst eine zum Verlauf des Hauptfadens senkrechte Richtung, um später sich im Bogen der Wirtspflanze zuzuwenden (*r* in Fig. 1). — Von Fortpflanzungsorganen beobachtete ich bei den Rovigneser Pflanzen nur die unilokulären Sporangien. Die plurilokulären Sporangien, die nach Sauvageau vor den unilokulären an jungen Pflanzen aufzutreten pflegen, sind cylindrisch, terminal oder seitlich mit oder ohne Stiel angeheftet und stets der Länge nach gefächert.

Auf den ersten Blick scheint die als *Cylindrocarpus microscopicus* bezeichnete Pflanze ziemlich abweichend gebaut zu sein. Die von mir bei Rovigno gesammelten Exemplare wuchsen zu kleinen Heerden vereinigt auf Kalksteinen, waren von schmutzig-bräunlichgelber Färbung und zeigten bei einer Höhe von 2—6 mm ovale oder birnenförmige Gestalt (Taf. VI [12] Fig. 1). Ein vertikaler Schnitt durch ein mittelgrosses Exemplar, das vorsichtig von dem Kalksteine abgelöst wurde, zeigt einen ausgesprochenen Gegensatz zwischen einem inneren Gewebe, das aus chromatophorenarmen, gestreckten und durch zahlreiche, querverlaufende Rhizinen verbundenen Zellen besteht und einer nach aussen aus jenem entspringenden Schicht büschelig angeordneter, schmalzelliger Assimilationszweige (Taf. VI [12] Fig. 3). Der Markteil ist hier bedeutend kräftiger entwickelt, als bei *Ectocarpus investiens* und bekommt dadurch, dass zahlreiche Markfäden neben einander entspringen und durch ein Gewirr von gewundenen Rhizinen mit einander verflochten werden, viel mehr den Charakter eines Gewebes. Weiterhin scheinen bei *E. investiens* zahlreiche einzelne Individuen neben einander die Rindenschicht von *Gracilaria* zu durchbrechen, während bei *C. microscopicus* jedes Individuum aus einem ganzen Bündel von Fäden besteht, die einen geschlossenen kugel- oder birnförmigen verhältnismässig grossen Thallus bilden (Taf. VI [12] Fig. 1). Bei näherem Zusehen lassen sich diese Unterschiede aber auf die verschiedene Lebensweise der Pflänzchen zurückführen. Siedelt sich *C. microscopicus* auf *Gracilaria* an, so dringt derselbe unter gewissen, nicht genauer bekannten Umständen in das Gewebe dieser Pflanze ein und entwickelt sich in den Membranen der Markzellen zu einem Geflecht langzelliger Fäden, die als modifizierte Markfäden aufzufassen sind. Erst bei der Fortpflanzung kommt der Endophyt mit zahlreichen Zweigspitzen an die Oberfläche, um hier unter Vermittlung einer geringen Anzahl markartiger Zellen gleich zur Bildung von Assimilationsfäden und Sporangien zu schreiten. Ähnlich wie bei *Phycocelis aecidioides* (Rosenv.) Kck. mindestens jeder Sorus ein Individuum repräsentiert, so muss auch bei *E. investiens* nicht ein einzelner sporangientragender Zweig, sondern ein ganzes Polster als Individuum aufgefasst werden, das zu einem gemeinsamen, zusammenhängenden Geflecht endophytischer Fäden gehört, obgleich in Wirklichkeit infolge Zusammenfließens der einzelnen Polster schwer bestimmt werden kann, wo das eine Individuum aufhört und das andere beginnt (Taf. VI [12] Fig. 2). Bei den auf Steinen wachsenden Pflanzen ist wahrscheinlich ein horizontales vielleicht scheibenförmiges Basallager vorhanden, aus dem die Markfäden entspringen. — Liegt also in dem scheinbar abweichenden Bau von *E. investiens* und *C. microscopicus* kein Grund, die beiden Pflanzen getrennt zu halten, so könnte doch die Verschiedenheit der Lebensweise Bedenken

erregen, sie zu vereinigen. Dass sich Sporen, die sich auf Steinen festsetzen, anders entwickeln als Sporen, die auf *Gracilaria* keimen, kann ohne weiteres durch die Verschiedenheit des Substrates erklärt werden. Ganz analoge Fälle giebt es bei anderen Phaeosporeen. So bildet *Pogotrichum filiforme* Rke., wenn es auf sterilen Laminarien wächst, ein oberflächliches geschlossenes Basallager, wenn es sich dagegen auf dem weichen Sorusteil entwickelt, dringt das Keimpflänzchen in die gallertigen Membranen der Paraphysen ein und es entsteht ein Geflecht von getrennten Fäden. Auffallend ist es aber, dass dieselbe Thallusform von *Cylindrocarpus*, die von mir auf Steinen gefunden wurde, von Crouan auf *Gracilaria* beobachtet worden ist, also auf derselben Pflanze,



Fig. 2.

Cyl. microscopicus Crouan. Äussere Partie eines auf Steinen wachsenden Exemplars mit den markartigen Fäden bei *b*, den daraus entspringenden Rhizinen bei *r*, den Assimilationsfäden bei *a*, den Haaren bei *h* und den unilokulären Sporangien bei *u*. Vergr. $\frac{150}{1}$.

auf der auch die endophytische Form wächst. Eine Untersuchung des spärlichen Originalmaterials, wie es in der Crouan'schen Exsikkatensammlung „Algues marines du Finistère“ no. 9 vorliegt, ergab nun, dass auch diese Pflänzchen ein entwickeltes endophytisches Lager besitzen, dass sie sich also nur durch die stärkere Ausbildung der markartigen Fäden und die daraus resultierende abweichende Form des Thallus von den polsterförmigen Pflanzen des „*Ectoc. investiens*“ unterscheiden. Vielleicht ist dies auf Rechnung des Umstandes zu setzen, dass die Crouan'schen Pflanzen auf den oberen Teilen von *Gracilaria* wachsen, wo sie für eine reichere endophytische Entwicklung nicht den genügenden Raum finden.

Alle diese Gründe sprechen dafür, dass *Cylindrocarpus microscopicus* Crouan und *Ectocarpus investiens* (Thuret) Hauck identisch miteinander und nicht einmal als Formen zu trennen sind. Übrigens finde ich mich dabei in Übereinstimmung mit Bornet, der auf dem Etikett eines in unserem Herbarium befindlichen Exemplars von *E. (Streblonema) investiens* als Synonym den Crouan'schen Namen zitiert. Doch hat die Be-

zeichnung der Brüder Crouan die Priorität, obgleich Thuret seine Pflanzen schon 1850 sammelte und in Herbarnotizen ihre endophytische Lebensweise kurz beschrieb. Es erübrigt noch, auf einige Details hinzuweisen, die an dem Rovigneser Material gewonnen wurden. Leider gelang es mir nicht, bei der Steine bewohnenden Form auf diese kommt es mir hier wesentlich an — über den Ursprung der vertikalen Fäden in's Klare zu kommen, wie schon oben bemerkt wurde. Nach Analogie ähnlicher Fälle, besonders der im Bau ähnlichen *Leathesia crispa* Harvey (= *Leathesia concinna* mihi), kann es aber als ziemlich sicher gelten, dass ein scheibenförmiges, einschichtiges Basallager der gemeinsame Entstehungsort des aufrechten

Thallus ist. Sehr charakteristisch sind die horizontalen, häufig opponiert entspringenden Rhizinen, die den ausgesprochenen Zweck haben, die aufrechten pseudodichotom verzweigten Markfäden an einander zu verankern und dies teils durch die wagerechte Form und rankenförmige Krümmung, teils und ganz besonders durch eine eigentümliche Umformung ihrer Spitzen erreichen. Dieselben bilden, wo sie auf eine Markzelle oder auf eine andere Rhizinenzelle treffen, kurze klammer- oder saugnapfförmige Aussackungen, die sehr fest an der fremden Zellwand haften (Textfigur 4). Gallerte, wie sie bei anderen Phaeosporeen oft die Interzellularräume des Markgewebes erfüllt, wird hier nur in beschränkter Masse ausgeschieden und umgibt die derbwandigen Markzellen als zarter Mantel (Taf. VI [12] Fig. 4). Die Chromatophoren zeigen im „Mark“ und in den peripherischen Büscheln eine etwas abweichende Gestalt: dort sind es ein oder zwei lange, schmale, hier und da etwas verbreiterte oder eingeschnürte, gewundene und verzweigte Bänder (Taf. VI [12] Fig. 4), hier mehr rundliche etwas ausgebuchtete Platten, die ebenfalls in der Ein- oder Zweizahl vorhanden sind und einen grösseren Teil der Zellwand bedecken (Taf. VI [12] Fig. 5). Wenn Sauvageau für *Ectocarpus investiens* (l. c. p. 17) angibt: „Dans les articles des filaments dressés assimilateurs, comme dans ceux des filaments entophytes les chromatophores sont des plaques pariétales“, so ist dies nicht ganz genau, insofern dabei die markartigen Zellen unberücksichtigt bleiben, die auch bei der endophytischen Form ausgeprägt bandförmige Gestalt besitzen. Von Fortpflanzungsorganen beobachtete ich bei *C. microscopicus* beiderlei Sporangien und zwar die unilokulären etwas häufiger. Die Entleerung der letzteren sah ich leider nicht, sodass ich über die Ursache für die gleichzeitige Ausstossung der Sporen, die Crouan auffiel¹⁾, nichts zu sagen vermag. Vermutlich handelt es sich hier um einen ähnlichen Vorgang wie bei den *Fucus*-Antheridien. Der Bau des reifen Sporangiums entspricht ganz der Figur, wie sie z. B. für *Spermatochmus paradoxus* (Roth) Kütz. im „Atlas deutscher Meeresalgen“ (Taf. 35 Fig. 8) gegeben wurde, nur fiel mir an der Kuppe desselben die starke, fast papillenförmige Verschleimung der inneren Membran auf, der eine schwärmsporenfremde Anhäufung des darunter liegenden Protoplasmas entspricht (Textfigur 5). Die plurilokulären Sporangien, die durch Umwandlung junger Zweigspitzen entstehen, sind von cylindrischer Gestalt und durch ziemlich zahlreiche Längswände gefächert. Jedes Fach enthält eine Zoospore (Taf. VI [12] Fig. 5 und Textfigur 3).



Fig. 3.

Cyl. microscopicus Crn. Wie Fig. 2, aber mit plurilokulären Sporangien (p). Vergr. $\frac{150}{1}$.



Fig. 4.

Cyl. microscopicus Crn. Einige Rhizinen mit den klammerartigen Endigungen. Vergr. $\frac{300}{1}$.

¹⁾ l. c. p. 360 f., vergl. auch die Figuren 4 und 5 auf Pl. 16.

Zum Genus *Cylindrocarpus* rechneten die Brüder Crouan 1851 in den „Annales des sciences etc.“ (p. 359) 3 Pflanzen, nämlich *C. microscopicus*, *C. volubilis* und *C. Berkeleyi*; 1867 stellten sie *C. volubilis* aber im „Florule du Finistère“ zur Gattung *Ectocarpus*, während sie Sauvageau neuerdings (1897) wieder, wie es schon Thuret gewollt hatte, als ein *Streblonema* betrachtet¹⁾. Jedenfalls ist sie aus der Gattung *Cylindrocarpus* auszuschneiden, dagegen fügt sich



Fig. 5.

Cyl. microscopicus Crn.
Oberer Teil eines unilokulären Sporangiums mit der verschleimten Membran und der schwärmsporenfreien Plasmaprotuberanz.
Vergr. ca. $\frac{900}{1}$.

C. Berkeleyi, die ich nur aus Herbariummaterial kenne, derselben gut ein²⁾, sodass der später (1858) von Nägeli geschaffene Name *Petrospongium* zu den Synonymen zu verweisen ist. Auch Agardh³⁾, der die Nägeli'sche Bezeichnung anwendet, giebt zu, dass die Analogie im Bau von *C. microscopicus* und *C. Berkeleyi* „keine geringe“ sei, fügt aber hinzu: „tamen confiteor me dubitare an species hae revera congenericae sint. In Petrosp. Berkeleyi frondes singulae componuntur plurimis filis a strato hypothallino radiantibus, omnibus intra mucum cohibentem conjunctis; in Cylindrocarpo microscopico plurimae frondes juxtapositae invicem liberae mihi adparuerunt“. Darnach scheint Agardh das

Laub von *C. microscopicus* als einen Rasen oder ein Büschel von zahlreichen neben einander getrennten Individuen anzusehen, eine Auffassung, die schon oben besprochen wurde. — Die nächsten Verwandten von *Cylindrocarpus*, die ich als unterstes Glied zu den *Chordariaceae* stelle, dürften Gattungen wie *Leathesia* und *Castagnea* sein. Auf den Ectocarpeenartigen Bau der letzteren hat bereits Reinke in seiner „Algenflora“ (p. 76) hingewiesen.

Folgendermassen hätte etwa die Diagnose unserer kleinen Phaeosporee zu lauten:

Cylindrocarpus microscopicus Crn.

Synonymie: *Streblonema investiens* Thur.

Ectocarpus investiens auct.

Diagnose: Bildet kleine, 2—6 mm hohe, birnförmige Polster von schwammiger Konsistenz, die aus 2 Schichten bestehen, einer inneren markartigen, deren langgestreckte, wenig verzweigte, vertikal verlaufende und chromatophorenarme Fäden von Klammerrhizinen zusammengehalten werden, und einer äusseren assimilierenden, deren reich verzweigte, chromatophorenreiche, verdünnte Fäden echte Phaeosporeenhaare, unilokuläre und plurilokuläre Sporangien tragen. Unil. Sporangien 60—80 μ lang, 25—30 μ breit, meist eiförmig, pluril. Sporangien 80—140 μ lang, 10—13 μ breit,

¹⁾ Note préliminaire etc. p. 43.

²⁾ Die Alge wird von Hauck (Meeresalgen p. 358) auch für Helgoland aufgeführt. eine Angabe, die gewiss auf der Liste von Wollny (Hedwigia 1880) basiert, der sie auf Steinen im Nordhafen gefunden haben will, wo ich sie aber bisher vergeblich suchte.

³⁾ Till Algernes Systematik II, p. 45 f.

cyindrisch, längsgefächert. Chromatophoren meist zu zweien, in den Assimilationsfäden mehr rundliche, etwas ausgebuchtete Platten, in den Markfäden lange, gewundene, wenig verzweigte Bänder. Häufig auch auf *Gracilaria compressa* und *multipartita* braune zusammenfliessende Polster bildend und dann durch Endophytismus mehr oder weniger modifiziert, indem die keimende Spore in das Gewebe der Wirtspflanze eindringt und in deren Membranen dünne, langzellige, gewundene und verzweigte Fäden bildet.

Vorkommen: Auf Steinen in einer Tiefe von 10 m, auf *Gracilaria compressa* und *multipartiata* auch im flachen Wasser, im Frühling (Mai).

Verbreitung: Adria: Küste von Istrien (Hauck), Rovigno! An der atlantischen Küste von Frankreich (Thuret, Bornet, Crouan, Sauvageau)!

8.

Compsonema, ein neues Genus der Phaeosporeen.

Mit Tafel VI [12] Fig. 6—9.

Die Familie der *Myrionemaceae* umschliesst eine Reihe verhältnismässig einfach gebauter Gattungen, die sich sämtlich durch den Besitz eines Basallagers auszeichnen, das den Ursprungsort zahlreicher bald mit einander verwachsener, bald nur durch Gallerte verbundener oder ganz freier Vertikalfäden bildet. Trotz dieses übereinstimmenden Baues scheinen die Myrionemaceen gleich den Squamariaceen unter den Florideen doch keine durchaus natürliche Gruppe zu bilden, sondern z. T. aus den untersten Gliedern oder aus reduzierten Formen anderer Familien zu bestehen. So zeigen *Myrionema* und auch *Microspongium* unzweifelhafte Beziehungen zu den Chordariaceen, besonders aber finden sich Anklänge an die Ectocarpeen, soweit diese als reduzierte Formen aufzufassen sind. Auch die kleine Phaeosporee, zu deren Beschreibung ich nun übergehe und die bei den Myrionemaceen ihren Platz finden mag, weist manche Ähnlichkeit mit jener vielgestaltigen Familie auf.

Compsonema gracile wächst bei Rovigno in einer Tiefe von 1—2 m, wo sie auf Steinen kleine braune Flecken oder Polster bildet. Das erste Mal sammelte ich sie Ende Mai 1895 im Val di Bora vor dem kleinen Molo der zoologischen Station, das zweite Mal an derselben Örtlichkeit Anfang Dezember 1896. Beide Male trug sie Fortpflanzungsorgane, doch war sie im Dezember besonders kräftig entwickelt und dicht mit Sporangien besetzt. Der untere Teil des Lagers ist bei älteren Pflanzen meist stark gebräunt, sodass der Aufbau des Thallus schwer erkennbar wird, aber an günstigen Stellen ist der Übergang aus den horizontalen in die vertikalen Fäden doch deutlich zu sehen (Taf. VI [12] Fig. 6 und 7). Die Zellen der Basalscheibe sind meist stark gestreckt, doppelt bis dreimal so lang als hoch und oft nach unten, wahrscheinlich den Unebenheiten des Substrates folgend, stark ausgesackt oder papillenförmig vorgezogen. Aus-

jeder Zelle entspringt ein aufrechter, nach oben wenig verdickter Zellfaden, der bis auf die seitlichen Sporangien und Haare vollkommen unverzweigt ist und niemals Längsteilungen zeigt. Im unteren Teile sind seine Zellen gestreckt, 3—4mal so lang als breit, nach oben zu werden sie allmählich kürzer und sind im oberen Drittel nur einhalb bis ebenso lang als breit. Es scheint, dass Querteilungen nur in der obersten als Scheitelzelle zu bezeichnenden Zelle vorkommen und die nach unten abgeschiedenen Zellen sich nicht mehr teilen, sondern nur in die Länge wachsen. Jedenfalls treten in der unteren Hälfte keinerlei Querteilungen mehr auf und auch in der oberen Hälfte konnte ich solche nie mit genügender Sicherheit feststellen, wenn ich auch hin und wieder kürzere Zellen zwischen etwas längeren fand.

Die gesammelten Pflanzen trugen nur plurilokuläre Sporangien, die den Fäden seitlich meist mit einem mehr- bis vielzelligen Stiel angeheftet sind, selten nur einen einzelligen Stiel haben oder dem Faden direkt aufsitzen (Taf. VI [12] Fig. 6). Durch ihre schotenförmige Form und die weitgehende Längsfächerung unterscheiden sie sich von den in der Regel cylindrischen, einreihigen oder nur spärlich längsgeteilten Sporangien der meisten übrigen Myrionemeen. Ihre Länge schwankt zwischen 125 und 170 μ , ihre grösste Breite, die im unteren Drittel zu liegen pflegt, zwischen 18 und 22 μ . Die Zoosporen treten an der Spitze aus und in der Regel wächst in die entleerte Hülse, deren Fächerung noch lange erhalten bleibt, ein Ersatzsporangium hinein.

Recht zahlreich sind die farblosen Haare, die wie die Sporangien bald sitzend, bald kurz oder langgestielt sind und an ihrer Basis eine auffallend grosse Anzahl teilungsfähiger Zellen zeigen (Taf. VI [12] Fig. 7). In den untersten, von einer manschettenförmigen Kappe umgebenen Zellen finden sich gewöhnlich einige kleine, blasse Chromatophoren, ein Fall, der auch bei anderen Phaeosporeen beobachtet wird.

Die Zellen des Basallagers und der unteren Region der aufrechten Fäden (Taf. VI [12] Fig. 7) besitzen einen plattenförmigen, gelappten oder etwas ausgebuchteten Chromatophor; in den oberen Teilen der aufrechten Fäden ist derselbe kräftig ausgebildet, sodass sich diese vorzugsweise der Assimilation dienende Region des Thallus durch ihre dunklere Färbung abhebt und eine Arbeitsteilung entsteht, die auch für manche Squamariaceen, z. B. *Cruoria pellita* charakteristisch ist. In der Regel wird nur eine Seite der Zellwand von dem hier vielfach zerschlitzten Chromatophor bedeckt (Taf. VI [12] Fig. 8), ganz ähnlich wie ich dies für eine Helgoländer Phaeosporee, *Ectocarpus lucifugus*¹⁾ unlängst beschrieben habe.

Endlich mag noch auf eine eigentümliche Erscheinung der Zellwand hingewiesen werden, die mir bisher noch bei keiner anderen Phaeosporee aufgestossen ist. Die Aussenmembran der Assimilationsfäden erscheint nämlich in Schichten differenziert, die nach dem Scheitel zu divergieren und wie ineinander steckende trichterförmige Hülsen den Faden umgeben. Zuweilen liegen diese Schichten der inneren Membran so dicht an, dass sie nur bei stärkerer Vergrösserung erkennbar sind (Taf. VI [12] Fig. 8), nicht selten aber stehen sie manschettenartig ab und die Ränder des

¹⁾ Diese Beiträge, Abhandlung 4 p. 363 (39) Taf. XII (6) Fig. 16 (Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen Bd. 2 1897).

Fadens erscheinen dann im optischen Schnitt wie mit Fransen besetzt (Taf. VI [12] Fig. 9). Bald entspricht eine Schicht je einer Gliederzelle, bald kommen mehrere Schichten auf eine Zelle. Ob hier vielleicht Wachstumserscheinungen vorliegen, wie sie von Bohlin für *Ophiocytium* beschrieben wurden¹⁾, wage ich nicht zu entscheiden. Auch die Schichtungen der Gallertscheiden bei manchen Cyanophyceen mögen hier zum Vergleich herangezogen werden, besonders die Abbildungen von *Scytonema chlorophaeum* Kütz. auf Tafel XXXIV der Notes algologiques von Bornet und Thuret²⁾.

Ich gebe der neuen Gattung folgende Diagnose:

Compsonea nov. gen.

Diagnose: Bildet auf Steinen kleine braune Flecken oder Polster. Aus einer einschichtigen Basalscheibe erheben sich zahlreiche unverzweigte, monosiphone ca. 1 mm lange Assimilationsfäden, deren 8—11 μ dicke Zellen unten 2—3 mal so lang, oben ungefähr ebenso lang als breit sind. Plurilokuläre Sporangien schotenförmig, 18—22 μ breit, 125—170 μ lang, längsgefächert, ebenso wie die basalwachsenden, 8—9 μ dicken Haare seitlich ohne Stiel oder mit ein- bis vielzelligem Stiel den Assimilationsfäden angeheftet. Unilokuläre Sporangien unbekannt. Chromatophor eine ausgebuchtete oder zerschlitzte Platte in jeder Zelle.

Einzige Art: *Compsonea gracile* n. sp.

Vorkommen: Auf Steinen in einer Tiefe von 1—2 m, Mai und Dezember, mit plurilok. Sporangien.

Verbreitung: Bisher nur aus der Adria (Rovigno!) bekannt.

¹⁾ Knut Bohlin, Studier öfver några Slågten af Alggruppen Confervales Borzi 1897 (Meddelanden från Stockholms Höskola Nr. 160).

²⁾ Nach Abschluss der Arbeit erschien Sauvageau's Abhandlung: „Sur quelques Myrionémacées“ I (Annal. des Sciences natur. 8. Série tome V, 1898). Es bleibt abzuwarten, ob diese übrigens recht sorgfältigen Untersuchungen eine wirklich natürliche Abgrenzung der Familie ergeben werden. Von den dort aufgestellten neuen Gattungen *Hecatonema* und *Chilionema* unterscheidet sich *Compsonea* durch die Monosiphonität der niederliegenden Fäden, die Gestalt der aufrechten Fäden, die Abwesenheit von Zweigen, die stets seitliche Inserierung der Haare, wahrscheinlich auch durch die Chromatophoren und die Membranbildung.

Tafelerklärung.

Tafel VI [12.]

Fig. 1—5 *Cylindrocarpus microscopicus* Crouan.

- Fig. 1. Drei auf Steinen wachsende Exemplare in natürlicher Grösse.
- Fig. 2. Endophytische Form, auf *Gracilaria compressa* polsterbildend, in natürlicher Grösse.
- Fig. 3. Teil eines radialen Vertikalschnitts durch ein Pflänzchen der Fig 1; im Inneren (links) die durch Rhizinen zusammengehaltenen „Markfäden“, aussen (rechts) die noch sterilen, haartragenden Assimilationsbüschel. Vergr. ca. $\frac{50}{1}$.
- Fig. 4. Markzelle mit den bandförmigen Chromatophoren. Vergr. $\frac{650}{1}$.
- Fig. 5. Zweigstück aus dem äusseren Teil, mit einem reifen plurilokulären Sporangium; in den Zellen meist zwei plattenförmige Chromatophoren. Vergr. $\frac{650}{1}$.
- Fig. 1, 2, 4, 5 nach dem Leben.

Fig. 6—9 *Compsonema gracile* Kuckuck.

- Fig. 6. Vertikalschnitt durch ein Polster; aus den etwas papillenförmig vorgezogenen Basalzellen erheben sich die unverzweigten Assimilationsfäden, die seitlich Haare und plurilokuläre Sporangien (in verschiedenen Stadien) tragen. Vergr. $\frac{200}{1}$.
- Fig. 7. Drei Zellen des Basallagers mit daraus entspringenden aufrechten Fäden, von denen einer ein sitzendes Haar trägt; man erkennt die ausgebuchteten Chromatophoren. Vergr. $\frac{650}{1}$.
- Fig. 8. Zellen aus dem oberen Teile der Assimilationsfäden mit den zerschlitzten Chromatophoren. Vergr. ca. $\frac{1200}{1}$.
- Fig. 9. Spitze eines Assimilationsfadens mit der scheidenförmigen Differenzierung der äusseren Membran, im optischen Längsschnitt. Vergr. $\frac{1000}{1}$.
- Fig. 7 und 8 nach dem Leben.

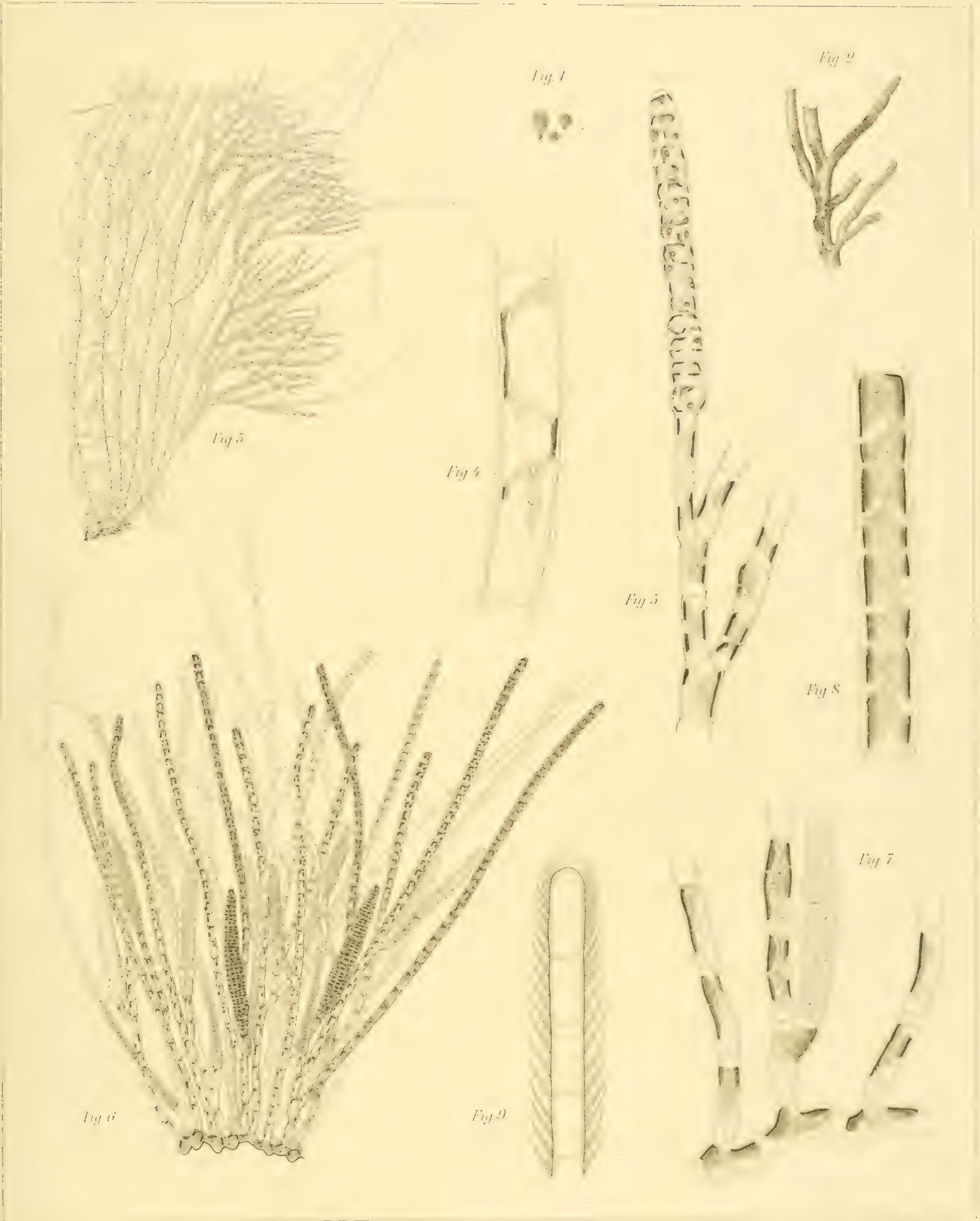


Fig. 1-5. *Cylindrocarpus microscopicus* Grouan
Fig. 6-9. *Compsomena gracile* Kek.

9.

Über den Generationswechsel von *Cutleria multifida* (Engl. Bot.) Grev.

Hierzu Tafel VII [13] und VIII [14] und 15 Textfiguren.

1. Einige historische Bemerkungen.

Reinke gebührt das Verdienst, zum ersten Male — 1878 — darauf hingewiesen zu haben¹⁾, dass sich aus den befruchteten Oosporen von *Cutleria multifida* (Engl. Bot.) Grev. aller Wahrscheinlichkeit nach „eine zweite, im Habitus von der ersten weit abweichende, ungeschlechtliche Generation entwickle“. Er folgerte dies aus dem „sehr verschiedenen Aussehen, das die von der Neapeler Station erreichten Keimlinge von jungen *Cutleria*-Trieben zeigen, wie man sie bei der Entwicklung adventiver Sprossungen beobachtet“. Auch die Keimversuche, die er mit den indifferenten Zoosporen von *Aglaozonia reptans* Cr. machte, veranlassten ihn zu der Äusserung: „Später habe ich auch wohl daran gedacht, es möge die neutrale Form einer *Cutleria* sein“. Nur „das Unglück, seine Beobachtungen vor Erledigung eines der wichtigsten Punkte abbrechen zu müssen“, hinderten ihn daran, seine Vermutung durch weitere Kulturversuche zu bestätigen.

Thuret hatte 1850 bei St. Vaast-la-Hogue, wo die männlichen Exemplare sehr selten sind, die Keimung der Oosporen stets direkt, also ohne vorhergehende Befruchtung vor sich gehen sehen, eine Beobachtung, die 5 Jahre später von den Brüdern Crouan an Brester Material bestätigt wurde. Reinke dagegen konstatierte für Neapel, wo das Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Individuen 3:2 ist, nicht nur die Befruchtung der Eier durch die Spermatozoiden, sondern stellte auch fest, dass isolierte Eier sich nicht weiter entwickeln.

Ein Jahr nach Reinke — 1879 — nahm Falkenberg von neuem die Frage nach der ungeschlechtlichen Generation von *Cutleria* wieder auf²⁾. Übereinstimmend mit Reinke stellte

¹⁾ Reinke, Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Cutleriaceen des Golfs von Neapel 1878 (Nova Acta Bd. XL p. 57—96 Taf. VIII—XI).

²⁾ Falkenberg, Die Befruchtung und der Generationswechsel von *Cutleria* 1879 (Mitteil. a. d. Zoolog. Station zu Neapel Bd. I p. 420 Taf. XIII).

er in seinen ausgezeichneten Untersuchungen für Neapel fest, dass unbefruchtete Eier nach einigen Tagen regelmässig zu Grunde gehen. Zugleich aber glückte es ihm, die Weiterentwicklung der von Reinke erhaltenen cylindrischen Keimpflanzen zu verfolgen und zu zeigen, dass sich aus einer ihrer unteren Zellen ein seitliches dorsiventral gebautes Gebilde entwickelt, das mit *Aglaozonia* die grösste Ähnlichkeit hat. Doch blieb eine Lücke insofern bestehen, als diese Pflanzen abstarben, bevor sie Fortpflanzungsorgane produzierten. Auch liess sich einwenden, dass der Zusammenhang von *Cutleria* und *Aglaozonia* deshalb nicht absolut sicher nachgewiesen sei, weil das bei den Kulturen verwandte Wasser nicht filtriert war, mithin die Anwesenheit von indifferenten *Aglaozonia*-Sporen nicht ganz ausgeschlossen war.

2. Die Helgoländer Kulturen.

Einer Anregung Reinke's folgend begann ich im Frühjahr 1893 in Helgoland mit neuen Untersuchungen über diesen Gegenstand. Obgleich Wollny *Cutleria multifida* hier gefunden hatte, wird diese Pflanze doch von ihm als selten bezeichnet¹⁾ und wurde weder von Reinke noch von mir seitdem im Freien konstatiert. Da andererseits aber *Aglaozonia* im Nordhafen eine der häufigsten Pflanzen ist, so lag es nahe, den umgekehrten Weg zu beschreiten und von dieser Alge auszugehen. Es wurden daher im April 1893 einige im Nordhafen gedrehte Steine mit *Aglaozonia*-Krusten in Kultur genommen. Diese Kulturen sind es, über deren Ergebnis ich 1894 kurz berichtet habe²⁾ und deren Ernte nicht nur kleine typische Cutlerien mit Oogonien, sondern auch die als var. *confervoides* bezeichneten eigentümlichen Pflänzchen ergaben. Während jene an der Glaswand der Kulturbehälter wuchsen, hatte sich die *Confervoides*-Form auf *Plocamium coccineum* und *Delesseria sanguinea* und zwar in Gemeinschaft mit *Aglaozonia*-Krusten angesiedelt. Obgleich mir schon damals mehrere Stellen meiner Präparate darauf hinzudeuten schienen, dass zwischen den reduzierten Cutlerien und den jungen *Aglaozonien* ein direkter anatomischer Zusammenhang existierte, hoffte ich doch darüber an günstigerem Material bald ins Klare kommen zu können. Leider wurde ich in den Sommern 1894 und 1895 durch Reisen und Krankheit an der Fortsetzung der Kulturen gehindert. Erst im Juni 1896 konnte ich dieselben in grösserem Massstabe wieder aufnehmen und da es mir darauf ankam, dass die Keimpflänzchen von vornherein unter möglichst natürlichen Bedingungen wuchsen und ich mich mittlerweile an dem Material von 1893 auch überzeugt hatte, dass der unterste Teil junger *Confervoides*-Stadien in der That zu *Aglaozonien*-Thallomen auswachsen konnte (Textfig. 9 u. 10), so sah ich von dem Auffangen der Sporen im hängenden Tropfen ab und verfuhr folgendermassen: In einen grösseren Kulturbehälter

¹⁾ Wollny, Die Meeresalgen von Helgoland. Hedwigia 1887 p. 14.

²⁾ Bemerkungen z. marinen Algenvegetation von Helgoland 1894. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen Bd. Abteilung Helgoland p. 251 f.

mit filtriertem Wasser wurde ein frisch gedrehtes Töckstück¹⁾ mit gut entwickelten Aglaozonien gebracht, das vorher ebenfalls in filtriertem Wasser sorgfältig abgespült war. Die Krusten trugen zahlreiche Sporangiosori, deren Reife und teilweise Entleerung unter dem Mikroskop kontrolliert wurde. Über die Sori wurden Objektträger gehängt, die an einem schwimmenden Kork ein umgekehrtes V bildeten, und an den folgenden Vormittagen festgestellt, dass sie richtig gefangen hatten (Textfig. 1). Es kommt hinzu, dass die Anwesenheit von *Cutleria*-Sporen im Helgoländer Meerwasser infolge des Fehlens bzw. der grossen Seltenheit dieser Alge so gut wie ausgeschlossen und dass es leicht war, solche Töckstücke zu wählen, die nur *Aglaozonia*-Krusten trugen, oder alle übrigen Algen zu entfernen. So erhielt ich eine Reihe von Pflanzen, deren Bestand noch durch die spontane Vegetation an den Glasbehältern der Kulturwände vermehrt wurde. Diese Versuche wurden im Sommer 1897 mit gleichem Resultate wiederholt und wenn ich mit ihrer Veröffentlichung noch zögerte, so geschah es, weil ich immer noch hoffte, die Geschlechtspflanzen endlich auch im Freien zu finden.

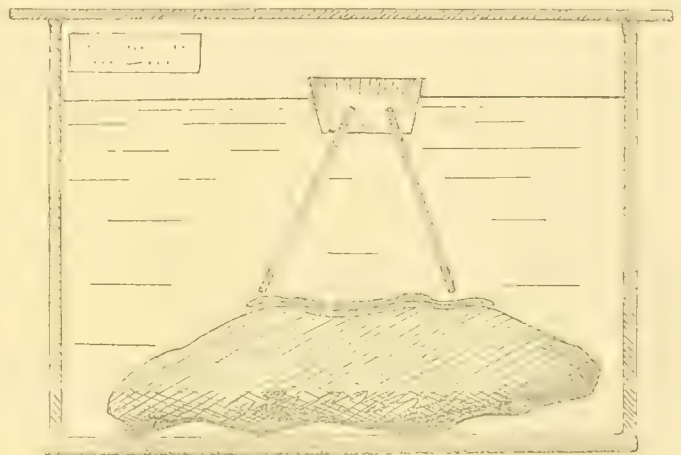


Fig. 1.

Kulturgefäss mit einem *Aglaozonia*-tragenden Töckstück; Vorrichtung zum Auffangen der Sporen.

Um jedem Einwande zu begegnen, habe ich endlich Anfang Juni 1898 nochmals Kulturen mit etwas veränderter Versuchsanstellung angesetzt. Eine kleine *Aglaozonia*-Partie, die einen reifen Sorus enthielt, wurde abends in den hängenden Tropfen eines Feuchtkammerpräparats gebracht und verblieb dort die Nacht. Am nächsten Morgen waren zahlreiche Schwärmer ausgetreten, von denen am Nachmittag die allermeisten zur Ruhe gekommen waren. Darauf wurden die Deckgläschen in Gläser mit filtriertem Wasser übergeführt; es war mithin die Möglichkeit des Zutritts anderer geschlechtlicher Sporen ausgeschlossen, aber die Kulturbedingungen weniger günstig, wie beim Gebrauch der V-förmigen Objektträger. Die Resultate dieser während der Niederschrift dieser Zeilen (Anfang Dezember 1898) noch lebensfrischen Kulturen entsprechen den früheren Versuchen.

3. Die Beobachtungen von Church.

Im Frühjahr 1898 erschien von A. H. Church eine Publikation über diesen Gegenstand, die wegen ihrer Gründlichkeit alle Anerkennung verdient²⁾. In einer günstigeren Lage wie ich

¹⁾ Unter „Töck“ verstehen die Helgoländer eine torfartige Süßwasserbildung auf dem Grunde des Nordhafens.

²⁾ A. H. Church, The Polymorphy of *Cutleria multifida* (Grev.) 1898 (Annals of Botany, Vol. XII No. XLV March, p. 75—109 pl. VII—IX).

konnte er an der englischen Küste in den Laboratorien von Plymouth mit *Cutleria* und *Aglaozonia* zugleich operieren. Seine Resultate¹⁾ sind ungefähr folgende:

Cutleria und *Aglaozonia* wachsen bei Plymouth 2—3 Faden unter der Niedrigwassermarken, aber während *Cutleria* hier eine rasch sich entwickelnde Sommerpflanze ist, die ihr Maximum im Juli und Anfang August erreicht, im September rasch zurückgeht und im Oktober ganz verschwunden ist, stellt *Aglaozonia* eine langsam wachsende, perennierende Winterform dar, die sich am reichlichsten im Oktober und November findet und im März und April Fortpflanzungsorgane trägt. Nun ergibt ein Vergleich zwischen Plymouth und Neapel, dass dieselben Pflanzen, die dort im flachen Wasser während des Sommers gedeihen, in der Regel auch bei Neapel meist im flachen Wasser wachsen, ihre Vegetationszeit dann aber in den Winter verlegen, seltener unter Beibehaltung der Jahreszeiten sich in grössere Tiefen zurückziehen. *Cutleria* folgt der allgemeinen Regel, ihrem Gedeihen wird also bei Plymouth durch das Fallen der Temperatur, bei Neapel, wo sie sich hauptsächlich von Dezember bis April findet, durch das Steigen derselben ein Ziel gesetzt, während *Aglaozonia* auch in Neapel ausdauert. „It is clear, therefore, that the vital capacities of the sexual plant towards temperature are much more limited than those of the asexual *Aglaozonia*, which is perennial, not only in the warmer waters of the Mediterranean summer, but in the cold waters of the North Atlantic and North Sea winter“. (p. 78.)

Für die *Cutleria*-Kulturen, die Church von Anfang August bis Anfang Oktober in Plymouth unterhielt und die er dann in Oxford fortsetzte, wurde stets filtriertes Wasser verwandt, es war daher wenigstens bei den Eiern, die erst nach längerer Zeit von den vorher sorgfältig abgespülten weiblichen Exemplaren ausgestossen wurden, eine Befruchtung ausgeschlossen. Das Ergebnis entsprach den Beobachtungen Thuret's an der gegenüberliegenden Seite des Kanals: Die parthenogenetische Keimung der *Cutleria*-Eier erfolgte rasch und normal, wenn auch das Wachstum nicht so lebhaft war wie bei den Versuchen von Falkenberg, wobei wohl die Temperatur eine Rolle spielen mag. Diesen Gegensatz zwischen konstanter parthenogenetischer Keimung im Kanal am Ende des Sommers und konstanter Befruchtung bei Neapel im ersten Frühling bringt Church in Zusammenhang mit der Verschiedenheit der äusseren Lebensbedingungen an diesen beiden Lokalitäten und veranlasst ihn zu der Vermutung, „that the parthenogenesis of the Channel plants may be due to the fall of the temperature of the sea at the end of the northern summer, which, by diminishing the sexuality of the oospheres, causes the plant to become an asexual form by degeneracy, although morphologically retaining the distinction of sex“.

Während nun aber die Thuret'schen Keimpflanzen (Études phycologiques Pl. X Fig. 9) in ihrem Wachstum sich ganz wie ein Adventivzweig verhalten, wurde in den Kulturen von Plymouth erst ein kurzes fadenförmiges, vorwiegend interkalar wachsendes Stadium gebildet, aus dem durch Hinzutreten von Längsteilungen eine meist keulenförmige, radiär gebaute und am unteren Ende befestigte Gewebemasse entsteht. Unter allmählicher Sistierung ihres Wachstums begannen an einer

¹⁾ Der über Church's Untersuchungen referierende Teil dieser Abhandlung ist im Biologischen Centralblatt 1899 als selbständiges Referat abgedruckt.

oder an mehreren Stellen, von einer Oberflächenzelle ausgehend, Neubildungen, die zu marginal wachsenden lappenförmigen Auswüchsen, jungen *Aglaozonia*-Scheiben, führten. Dieses Stadium, das ganz mit den von Falkenberg in Neapel, aber im Frühling und aus befruchteten Eiern gezüchteten Keimpflänzchen übereinstimmt, nennt Church, indem er Falkenberg's Bezeichnung „Fuss“ für den aufrechten, radial gebauten Teil des Keimlings annimmt, „Fussembryo“.

Von der im Kanal im ersten Frühling (im Mittelmeer im Spätherbst) fruktifizierenden *Aglaozonia* wurden Ende März 1897 Zoosporen in Glasschälchen aufgefangen und keimten hier, wie es schon die Brüder Crouan beschrieben haben, sofort und ziemlich schnell, sodass in wenigen Tagen Fäden von 3—6 Zellen gebildet wurden, entsprechend den *Cutleria*-Keimlingen, die unter annähernd gleicher Temperatur gewachsen waren. Während diese monosiphonen Fäden hauptsächlich durch interkalare Teilungen heranwuchsen, entwickelt sich in der zweiten oder dritten Woche die Basalregion zu einem dem Fuss des *Cutleria*-Keimlings homologen vielzelligen Gewebekörper; aber obgleich es sogar zur Bildung einer kleinen unregelmässigen Haftscheibe kam, war die Hauptwachstumsenergie auf den fadenförmigen Teil, der Zweige und Rhizinen aussandte, beschränkt und es unterblieb die Ausbildung von dorsiventralen Lappen an der unteren Partie. Anfang Mai wurde eine Kultur von diesen jungen Pflanzen, denen nur die eigentümliche Fusion der Äste unterhalb ihrer Wachstumszone zur typischen *Cutleria* fehlte, nach Oxford überführt, doch fand eine Weiterentwicklung zur Bildung des erwachsenen *Cutleria*-Thallus nicht statt, wenn auch die *Ectocarpus*-ähnlichen Büschel an Grösse zunahm und sich mit ihren Hauptästen zuweilen seilartig umeinander wanden. Im Juli, kurz bevor die Kulturen zu Grunde gingen, trat bei diesen Pflanzen, die Church als „Protonematoidembryonen“ bezeichnet und die der *Cutleria multifida* var. *confervoides* von Kuckuck entsprechen, eine lebhaftige Produktion von Antheridien ein.

Sehr bemerkenswert sind diese Kulturen von Oxford auch dadurch, dass hier bei zahlreichen jungen Pflanzen aus dem unteren haftscheibenartigen Teil zuweilen sehr kräftig entwickelte *Aglaozonia*-Lappen hervorgesprosst waren, die, wie schon hervorgehoben wurde, bei den viel eher zu Grunde gehenden Plymouth-Kulturen niemals auftraten.

In dem „Seasonal Dimorphism“ betitelten Kapitel resumiert der Verfasser die Ergebnisse dieses ganzen Abschnittes etwa dahin, dass (1) *Cutleria*-Eier, mochten sie nun befruchtet sein oder parthenogenetisch keimen, einen Fussembryo entwickelten, aus dem schliesslich ein *Aglaozonia*-Thallus entstand, dass (2) *Aglaozonia*-Zoosporen eine erkennbare *Cutleria*-Form, den Protonematoidembryo, produzierten, aber auch echte *Aglaozonia*-Scheiben, und dass (3) *Cutleria*-Eier, die von Thuret unter nicht näher bekannten Umständen parthenogenetisch zum Keimen gebracht wurden, einen echten Protonematoidembryo ergaben, der sich unzweifelhaft zu einer *Cutleria* entwickelt hätte. — Für die unter 4—6 gegebenen Zusammenfassungen, die auch *Cutleria adspersa* und *Zanardinia collaris* heranziehen, mag auf das Original verwiesen und von den übrigen theoretischen Erörterungen dieses Abschnittes nur noch hervorgehoben sein, dass das verschiedene Verhalten der *Aglaozonia*-Keimlinge, die unzweifelhaft auf dem Wege zu einer echten *Cutleria* sind, von den *Cutleria*-Keimlingen, die durch Sistierung des Fusswachstums in ihrer Ent-



wickelung gleichsam abirren, nicht auf äussere Einflüsse zurückzuführen sein dürfte, da dieselben in den April- und Septemberkulturen ungefähr gleich sind, sondern dass hier erbliche Eigenschaften eine Rolle spielen müssen, die es freilich noch zu keiner Konstanz im Wechsel der beiden Generationen gebracht haben. Dies alles zeigt, „that the polymorphy of *Cutleria* presents little in common with the antithetic alternation of primitive gametophyte and nursed sporophyte of the Archegoniatae: and still less with the case of *Coleochaete* and the Florideae“.

So weit Church im ersten Teile seiner Abhandlung. Trotz seiner Untersuchungen halte ich aber die Veröffentlichung der von mir gemachten Beobachtungen noch für zweckmässig, weil sie ausser einigen neuen Daten Anlass zu interessanten Vergleichen bieten¹⁾.

4. Einige Bemerkungen über die Helgoländer *Aglaozonia*.

Aglaozonia parvula (C. Ag.) Zan.²⁾ ist bei Helgoland eine der häufigeren Algen und wird zu allen Jahreszeiten angetroffen. Am zahlreichsten und am schönsten entwickelt tritt sie auf einer Bank von Töck im Nordhafen auf, die etwa 5 m unter dem mittleren Wasserspiegel liegt. Sie findet sich aber auch sonst im ganzen Nordhafen bei einer Tiefe von 5—10 m auf Geröllsteinen, besonders wenn dieselben von Lithothamnien überzogen sind, wird ferner im sogenannten Skitgat nicht vermisst und wächst auch noch an der Spitze des Wittkliffbrunnens bei ca. 12 m Tiefe. Endlich gehört sie in etwas zarteren Individuen zu den Charakteralgen des Repulsegrunds, eines Kreideriffs im Norden der Insel, das ausser leidlich entwickelten Laminarien nur krustenförmige Algen wie *Cruoria pellita*, *Petrocelis Henedyi*, *Lithothamnion polymorphum*, oder rasenförmige wie *Antithamnion cruciatum*, *Chylocladia rosea* und die bläschenförmige *Valonia ovalis* trägt und 12—16 m unter dem Niveau liegt. Niemals steigt *Aglaozonia* in die Tidenregion hinauf, wie es doch viele andere Algen des Nordhafens thun. Ende Mai, Anfang Juni pflegen sich die ersten Fortpflanzungsorgane zu zeigen, im Juli findet man sie allgemein und auch zu Anfang August sind sie noch häufig; im September dagegen sind sie passiert. Die Zeit der Reproduktion verschiebt sich also bei Helgoland um ein bedeutendes gegen Plymouth, wo sie nach Church im März und April stattfindet. Dieser Unterschied ist, wie wir sehen werden, von einiger Wichtigkeit.

Die morphologischen Verhältnisse von *Aglaozonia* sind besonders von Reinke und Falkenberg in befriedigender Weise studiert und mögen daher hier nur einige ergänzende Bemerkungen über die Helgoländer Pflanzen Platz finden.

¹⁾ So äussert auch Church selbst l. c. p. 99: „More complete data for the occurrence of *Cutleria* in the North Sea would be of great interest, as from the preceding it would appear that here the high degree of temperature necessary to form the mature plant did not obtain, as a rule, throughout a sufficient length of time“ etc.

²⁾ So muss die Pflanze heissen und unter diesem Namen führt sie auch Reinke 1891 in seiner Liste der Helgoländer Algen auf. Den Namen *Aglaozonia* ganz fallen zu lassen und nur von einer ungeschlechtlichen Generation von *Cutleria* zu reden, empfiehlt sich nicht.

Wie schon oben bemerkt wurde, ist *Aglaozonia* bei Helgoland häufig und üppig entwickelt. So dredschte ich noch im Dezember Töckstücke, die bei einer Länge von 20—25 cm und einer Breite von 15—20 cm von Aglaozonien völlig bedeckt waren. Obgleich es sich hier gewiss um mehrere Individuen handelte, so können einzelne Krusten doch sicherlich bis zu 5 cm lang werden. Auch in den übrigen Monaten wird *Aglaozonia* stets in grosser Menge und schönen Exemplaren angetroffen (Taf. VII [13] Fig. 1).

Der krustenförmig-lappige, fächerartig sich ausbreitende Thallus besteht je nach dem Alter aus 2 bis 3 Lagen grösserer Markzellen, einer kleinzelligen Oberschicht und einer etwas grosszelligeren Unterschicht. Die Art des Scheitelwachstums und die Gesetze, nach denen der Thallus sich teilt, sind bekannt, dagegen wird die Bildung von Haaren nur kurz erwähnt und mag daher durch einige Figuren erläutert sein (Taf. VII [13] Fig. 3 und 4). Dieselben stehen bei älteren Pflanzen immer in kleinen, meist strichförmigen und zur Richtung des Laubwachstums parallel angeordneten Sori (Taf. VII [13] Fig. 1). Wie unsere Textfigur 10 A zeigt, werden sie schon sehr früh angelegt und erscheinen später in den Thallus eingesenkt. Der Dickenzuwachs des Laubes geht nämlich von den oberen Rindenzellen aus, deren nach innen abgeschiedene Tochterzellen sich strecken und zu Markzellen werden (Taf. VII [13] Fig. 4), während die oberflächlichen Zellen sich durch Vertikalwände weiter fächern. Die so entstehende neue Lage von Markzellen ist kleinzelliger und zeigt auch auf einem parallel zum Längenwachstum des Laubes geführten Vertikalschnitt zahlreichere Vertikalwände wie die in dieser Richtung gestreckten älteren Markzellen. Bei dem Bestreben ihrer Zellen sich auszudehnen wird daher, unterstützt durch das lebhaftes Wachstum der Rindenzellen, die Laubfläche auf der Oberseite etwas konvex, eine Erscheinung, die an den wachsenden Randlappen leicht in die Augen fällt und ein dichtes Anschmiegen des Thallus an sein Substrat zur Folge hat. (Die nach unten konvexe Krümmung des radialen Vertikalschnitts in Fig. 4 auf Taf. VII [13] ist nur zufällig durch den Schnitt veranlasst.) Wächst nun die obere Tochteranlage einer Rindenzelle zu einem Haar aus, so bleibt die nach unten gelegene Zelle (in Fig. 3 auf Taf. VII [13], die einen zum Längenwachstum senkrechten, also tangentialen Vertikalschnitt darstellt, durch dunkleren Ton gekennzeichnet) klein und es kommt schliesslich ein schmales, flaches Grübchen zu stande, dessen Boden mit einer Schicht kleiner, oblonger Zellen austapeziert ist und dessen Wände von dem umgebenden und weiter in die Dicke wachsenden Gewebe gebildet werden. Die Haare selbst zeigen den bekannten Bau der echten Phaeosporenhare. An der Unterseite, die nach frühzeitiger Abspaltung der kleinzelligen Unterschicht von dieser aus keinen Dickenzuwachs mehr erfährt, entsprechen den Haaren die Rhizinen, zwei bis wenigzellige, monosiphone, gewundene Fäden mit knollen- oder saugnapfförmig erweiterten Endzellen, deren Aussackungen zwischen die Töckpartikelchen eindringen und fest mit ihnen verwachsen (Taf. VII [13] Fig. 2).

Die Sorusbildung beginnt mit einer Spaltung der Rindenzellen parallel zur Laubfläche; die nach oben abgeschiedenen Zellen wachsen papillenförmig empor und scheiden nach unten nochmals niedrige Zellen ab. So erscheinen, wie dies auch die Reinke'sche Figur klar zum Ausdruck

bringt, die dicht gedrängten, sich gegenseitig prismatisch abplattenden Sporangien vom grosszelligen Markgewebe durch eine doppelte Schicht kleinerer Zellen getrennt (Taf. VII [13] Fig. 2).

In den jungen Sporangien befinden sich die in lebhafter Teilung begriffenen, rundlichen biskuitförmigen Chromatophoren noch alle in der Wandstellung; das Protoplasma zeigt zahlreiche polyedrische Vakuolen und in den Septen zahlreiche Physoden. Bald darauf, wenn infolge der fortschreitenden Teilungen der verfügbare Platz an der Innenwand besetzt ist, fangen hier und da einzelne Chromatophoren an, in die Plasmasepten hineinzurücken und dieser Vorgang führt schliesslich zu einem Stadium, wo zahlreiche Chromatophoren nicht nur die Wände bedecken, sondern auch das Innere ausfüllen. Gleichzeitig hat die succedane Teilung der Kerne begonnen, die mit der Bildung von 12—16 Tochterkernen abzuschliessen pflegt. Indem sich nunmehr das Plasma mit den Chromatophoren und Physoden um die einzelnen Kerne gruppiert und die so entstehenden Parteien durch zarte, physodenfreie Plasmasepten von einander abgetrennt werden, hat das Sporangium seine Reife erreicht. In jeder Sporenmasse ist an einem der zahlreichen Chromatophoren der Augenpunkt bereits deutlich ausgebildet. Schon frühzeitig wird an der Spitze des Sporangiums eine Verdickung der Wand bemerkbar, indem hier nach dem Innern zu eine immer mächtiger werdende Schleimschicht abgesondert wird (Taf. VII [13] Fig. 5 u. 6). Hand in Hand damit geht eine Verschleimung der äusseren Membran an einer kreisförmig umschriebenen Stelle. Wahrscheinlich erfolgt der Vorgang der Entleerung so, dass die untere Schleimkalotte stark Wasser imbibiert und, unterstützt von der sich gegenseitig pressenden Sporenmasse, schliesslich die weiche Partie der Exine zum Platzen bringt (Taf. VII [13] Fig. 6).

In den Feuchtkammerpräparaten, die am Nachmittag des vorhergehenden Tages mit Sorusfragmenten beschickt wurden, waren am nächsten Tage, morgens um 7 Uhr, in der Regel grosse Mengen von Schwärmern ausgetreten, die sich an der nach dem Fenster zu gelegenen Seite des hängenden Tropfens gesammelt hatten. Die Schwärmer messen durchschnittlich 15—18 μ in der Länge und 11—13 μ in der Breite, und sind von birnförmiger Gestalt und rundlichem Querschnitt. Die hinteren zwei Drittel des Körpers sind mit zahlreichen plattenförmigen Chromatophoren erfüllt, die auch in das Innere hineingehen, einer derselben pflegt etwas vorgeschoben zu sein und den lebhaft roten Augenpunkt zu tragen, der seinerseits wieder, ganz wie bei den gewöhnlichen Phaeosporeen-Schwärmern die beiden ungleich langen Zilien trägt (Taf. VII [13] Fig. 7). Die Bewegung der *Aglaozonia*-Schwärmer ist aber träger, wie die der viel kleineren, rasch durch einander wirbelnden Phaeosporeen-Schwärmer, mehr schwimmend und gleitend, zuweilen auch drehend und wälzend. Nach einigen Stunden kommt die Mehrzahl der Schwärmer zur Ruhe, indem die vordere Geissel mit der Spitze festhaftet und wahrscheinlich vom Augenpunkt bis zur Spitze des Schwärmers mit dem Körper verschmilzt. Gleichzeitig wird die hintere Geissel herangeschlagen und der Schwärmer zieht sich nun, ganz wie dies für die Zoosporen der Phaeosporeen bekannt ist, an der vorderen Geissel bis zum Anheftungspunkte heran. Dann rundet sich die Schwärmermasse, die anfangs noch seitlich eine farblose, dem Vorderende entsprechende Stelle

wahrnehmen lässt, ab, umgibt sich in den nächsten Stunden mit einer Membran und hat bereits nach 6—12 Stunden elliptische Gestalt angenommen, also mit der Keimung begonnen.

Bald setzen sich die Schwärmer am Deckgläschen fest, bald scheinen sie auf den Boden des hängenden Tropfens gesunken zu sein oder sie zwingen sich in den Rand desselben ein. Ich glaube kaum, dass die zu Boden sinkenden Schwärmer spezifisch schwerer wie die am Deckgläschen haftenden sind, vielmehr scheint mir die Berührungsfäche zwischen Tropfen und Luft eine ebenso gute Gelegenheit zum Anheften zu bieten, wie das Deckgläschen. Einen Unterschied in der Gestalt und Grösse zeigen die beiden Schwärmergruppen nicht. Die letztere ist im allgemeinen vielmehr ziemlich konstant, obgleich in manchen Feuchtkammerpräparaten recht bedeutende Grössenunterschiede beobachtet wurden. Missgeburten kommen hier ebenso vor wie bei den Phaeosporien-Schwärmern und haben mit Kopulationsvorgängen, die hier ja auch ausgeschlossen sein dürften, nichts zu thun. Die beigegebene Skizze bringt einige solcher Zwillings- und Drillingssporen zur Anschauung (Textfigur 2).

Church giebt an, dass die *Aglaozonia*-Schwärmer an der Oberfläche seiner Kulturen einen Film bildeten und meint, dass die ersten Stadien flottierten und erst später zu Boden sanken. Ich bezweifle, dass dies in der freien Natur die normale Erscheinung ist, vielmehr führen mich meine Kulturen zu der Vermutung, dass die Sporen sich meist nicht allzuweit von ihrer Mutterpflanze festsetzen.



Fig. 2.

Skizze unvollkommen geteilter Schwärmer (Zwillings- und Drillingssporen) von *Aglaozonia parvula*; die Zilien waren bei der unbeholfenen Bewegung auch ohne Anwendung von Osmiumdämpfen z. T. deutlich erkennbar.

5. Die Keimprodukte der *Aglaozonia*-Sporen.

Die ersten Keimstadien sind von Church zutreffend beschrieben worden. 10 Tage alte Keimpflänzchen sind in der nebenstehenden Textfigur 3 und in Fig. 8 auf Taf. VII [13] dargestellt; sie sind aus Sporen gekeimt, die am 11. Juni 1898 im hängenden Tropfen aufgefangen wurden und zeigen einen 3--10zelligen aufrechten Teil und 3zellige Rhizinen (*r*). Bei *a* in *A* und *B* lag der ursprüngliche Sporenkörper. Textfigur 4 giebt ein Stadium derselben Kultur vom 11. August wieder, der aufrechte Faden zeigt ca. 2 Dutzend Zellen, die Rhizinen haben sich erheblich vermehrt, doch sind um diese Zeit, wie die Textfigur 5 vom 14. August zeigt, auch schon weiter entwickelte Pflanzen vorhanden,

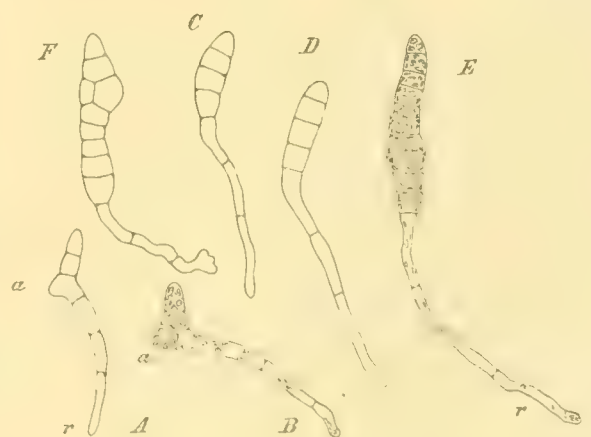


Fig. 3.

Keimpflänzchen aus *Aglaozonia*-Sporen; Aussaat vom 11. Juni 1898, Ernte vom 21. Juni; *a a* Haftstelle, *r r* Rhizinen. Vergr. $\frac{300}{1}$.

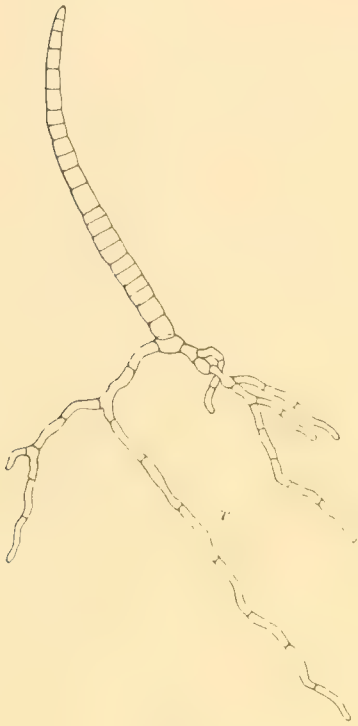


Fig. 4.

Keimpflänzchen aus einer *Aglaoxonia*-Spore; Aussaat vom 11. Juni 1898, Ernte vom 11. August; *r* Rhizinen.
Vergr. $\frac{150}{1}$.

Dagegen erntete ich auf Töck, der mit reifen *Aglaozonien* bedeckt im Juli 1898 in einen grösseren Kulturbehälter gesetzt war, eine ganze Reihe junger normaler *Cutlerien*, die dicht neben den *Aglaozonia*-Krusten sich entwickelt hatten und von denen Fig. 12 auf Taf. VIII [14] eine Probe giebt. In einem anderen ähnlichen Kulturgefäss zeigten sich im September an der Glaswand ganze Schaaren junger Geschlechtspflanzen, die noch im Dezember vollkommen lebenskräftig waren und eine Grösse von 1,2 cm erreicht hatten (Taf. VIII [14] Fig. 10 *B* u. *C*), obgleich das Wasser in den Kulturen zeitweise unter 8° C. sank. Doch kam es hier nicht zur Anlage von Fortpflanzungsorganen; eine Lücke, die durch unsere auf gleiche Weise erhaltenen Pflanzen vom

bei denen in der unteren Partie des aufrechten Thallus eine lebhaftige Zweigbildung (*b*) begonnen hat. Diese führt schliesslich, indem der Teil bei und dicht über *a* gewebeförmig wird und die Zweige oben verschmelzen, zu einem jungen, schon ganz die Merkmale einer typischen *Cutleria* tragenden Keimpflänzchen, von denen eines, das sich bis zum 13. September entwickelt hatte, in Textfigur 6, ein etwas weiter vorgeschrittenes von ungefähr gleichem Datum (14. Sept.) in Textfigur 7 dargestellt wurde.

In der Aussaat vom 11. Juni blieben die in Fig. 6 und 7 dargestellten Stadien in der Minderheit, die allermeisten Pflanzen kamen über das *Conferva*-artige Stadium nicht hinaus und obgleich sie schliesslich dichte *Ectocarpus*- oder *Elachista*-artige Büschel bildeten und noch Anfang Dezember durchaus frisch waren, war im allgemeinen ein Stillstand in der Kultur zu verzeichnen und eine Bildung von Fortpflanzungsorganen unterblieb. Eine zweite Aussaat, die am 27. Juli gemacht wurde, ergab am 14. September Stadien, die nicht weit über Fig. 4 hinaus waren.

Die Pflanzen blieben auch schwächlich und waren Ende Oktober infolge Bakterienwucherung zu Grunde gegangen.

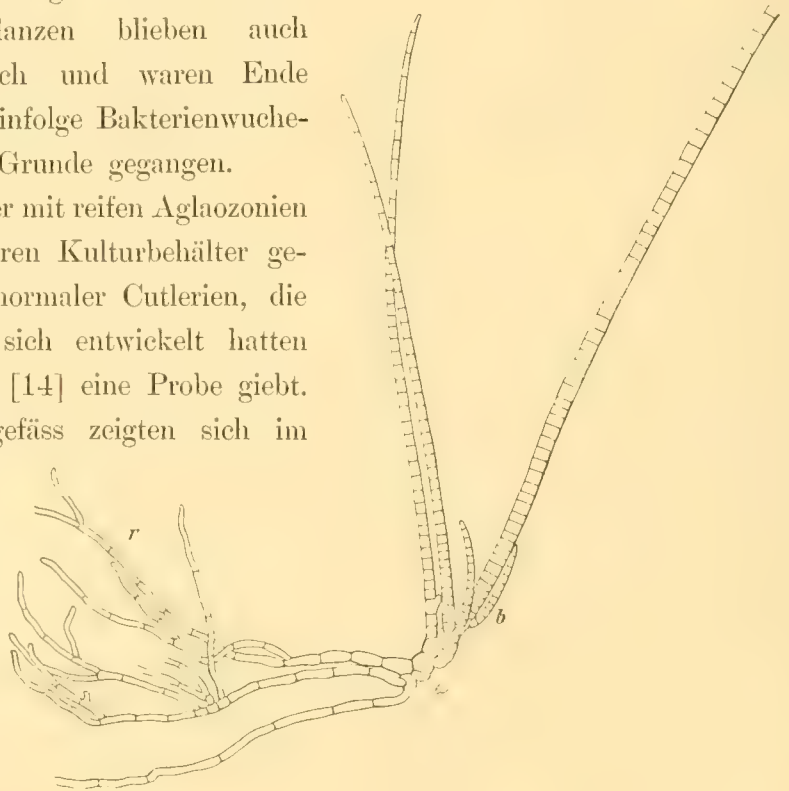


Fig. 5.

Keimpflänzchen aus einer *Aglaoxonia*-Spore; Aussaat vom 11. Juni 1898, Ernte vom 14. August; *r* Rhizinen, *a* Stelle, wo die Spore lag, *b* junge Zweige.
Vergr. $\frac{100}{1}$.

Sommer 1893 ausgefüllt wird (Taf. VIII [14] Fig. 13). Hier waren bereits im August Oogonien in grosser Anzahl entwickelt und auch frei gewordene Oosporen kamen zur Beobachtung (Taf. VIII [14] Fig. 14 u. 15). Die Pflanzen waren 0,5—1 cm gross, die Oogonien bedeckten den grössten Teil des Laubes, der fadenförmige Teil fehlte an den Oogonien meist oder war wenig entwickelt. Der Augenpunkt war in den reifen Fächern deutlich erkennbar, die Oosporen sind den indifferenten *Aglaozonia*-Sporen ganz ähnlich gestaltet und ungefähr von derselben Grösse, doch wurde die Anheftungsweise der Zilien bei der Spärlichkeit des Materials nicht mit Sicherheit festgestellt. Es kann wohl keinem Zweifel

unterliegen, dass diese Pflanzen ebenso aus Sporen der *Aglaozonia* gekeimt sind, wie die in Figur 7 abgebildete junge *Cutleria*.

Church nennt seine Beobachtungen noch „incomplete, since the observation of the development of the mature assimilating thallus of *Cutleria* has get to be made“ (l. c. p. 91) und da seinen jungen Keimpflanzen noch „the aggregation and fusion of the branches behind the growingpoints to the peculiar fasciated thallus of the adult *Cutleria*“ (l. c. p. 90) fehlt. Diese

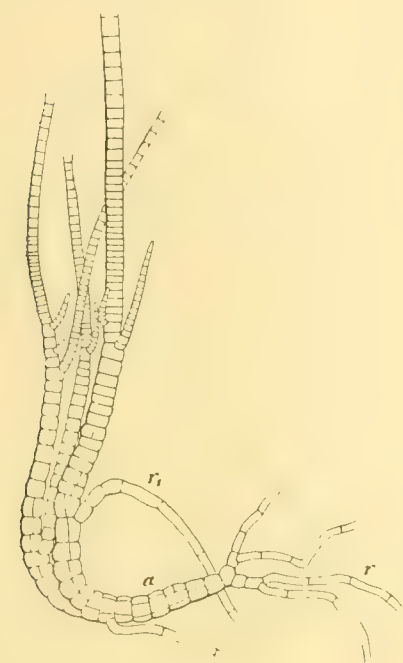


Fig. 6.

Junge *Cutleria*, aus einer *Aglaozonia*-Spore gezüchtet; Aussaat vom 11. Juni 1898, Ernte vom 13. September. Vergr. $\frac{100}{1}$.

Lücke ist also durch die Helgoländer Kulturen ausgefüllt und jedenfalls gezeigt, dass aus *Aglaozonia*-Sporen typische Cutlerien entstehen können.

Ein Teil der Keimpflanzen macht nun diese Entwicklung wenigstens in den Kulturen nicht durch, sondern bleibt auf dem *Conferva*-ähnlichen, von Church als Protonematoidembryo bezeichneten Stadium stehen und trägt in diesem Stadium auch Fortpflanzungsorgane. Solche Pflänzchen waren es, die mich 1894 zur vorläufigen Aufstellung einer var. *confervoides* veranlassten und von denen eines in den „Bemerkungen z. marin. Algenvegetation etc.“ I p. 251 im Text abgebildet wurde. Ich habe es nicht für unnötig gehalten,

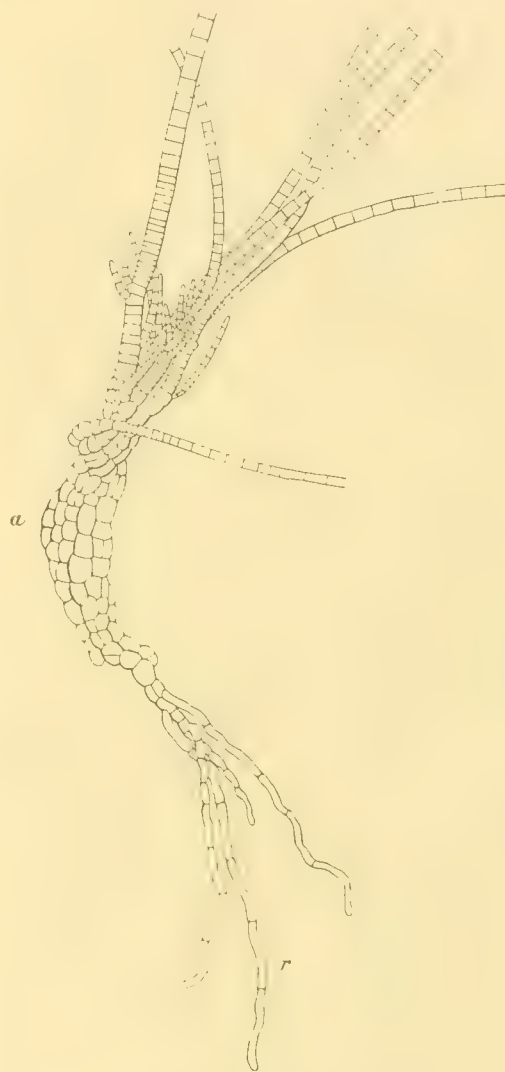


Fig. 7.

Wie Fig. 6, Ernte vom 14. September. Vergr. $\frac{100}{1}$.

dieselbe Pflanze nebst einigen anderen, die alle den Kulturen von 1893 entstammen, auf Taf. VIII [14] noch einmal darzustellen. Hier unterbleibt entweder die Bildung von Längswänden ganz (Fig. 17 u. 18) oder sie tritt nur im untersten Teile und ganz vereinzelt (Fig. 16) auf; der aufrechte Spross, der mit einigen langzelligigen Rhizinen am Substrat haftet, ist in der Regel

zerstreut, seltener gegenständig verzweigt, trägt seitlich stiellos angeheftete, oft reihenweis sitzende Oogonien und läuft über diesen unter Vermittlung einer oft sehr ausgedehnten Teilungsregion in eine lange Zellreihe aus. Zuweilen stehen einzelne Oogonien verkehrt, d. h. nach der Basis zu-

gerichtet, ganz wie dies Church auch bei den Antheridien seiner männlichen „Protonematoidembryonen“ beobachtet hat (l. c. Pl. VII Fig. 3), vielleicht nur eine Folge der Kultur in geschlossenen Behältern, wo der richtende Einfluss des strömenden Wassers ausgeschaltet ist. In der nebenstehenden Textfigur 8 ist schliesslich noch ein Pflänzchen abgebildet, das höchstens an der nicht intakten Basis verzweigt gewesen sein dürfte, im übrigen aber in seiner ganzen enormen Länge unverzweigt geblieben ist. Hier sind ausser der oberen noch einige sekundäre Wachstumszonen vorhanden, von denen die unterste durch ihre Länge ausgezeichnet ist. Die Entleerung der Oogonien erfolgt ganz normal, obgleich ich den Austritt hier nicht beobachtet habe. Antheridien sah ich weder bei diesen *Conferva*-ähnlichen noch bei den typischen Pflanzen.



Fig. 8.

Conferva-ähnliche Form von *Cutleria*;
Kultur vom Sommer 1893, Ernte
vom August; bei *a* die Basis.
Vergr. $\frac{100}{1}$.

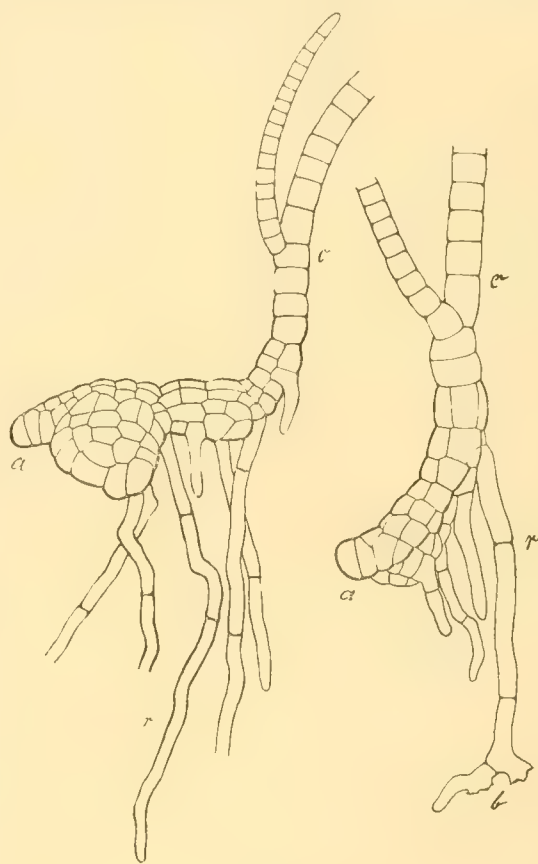


Fig. 9.

Conferva-ähnliche Formen von *Cutleria* (*c*), an der Basis in eine *Aglaozonia* (*a*) auswachsend; *r* Rhizinen. Kultur vom August 1893. Vergr. $\frac{300}{1}$.

Schon oben wurde bemerkt, dass der untere Teil der jungen *Conferva*-Stadien zu *Aglaozonia*-Scheiben auswachsen könne und solche Bildungen fehlen auch in den Kulturen von

1898 nicht. Doch waren sie 1893 und 1896 ganz besonders schön entwickelt und nach diesen Kulturen sind die beiden Textfiguren 9 und 10 gezeichnet (vergl. auch Taf. VII [13] Fig. 9). Man sieht in Fig. 9 rechts, wie sich am unteren Teile ein Vorsprung mit grosser Scheitelzelle entwickelt hat, die im weiteren Verlauf zu einer Scheitelkante und in Fig. 9 links zu einer kleinen gelappten Scheibe führt, die rechts den nach oben bogig aufsteigenden Sprossabschnitt trägt. Geht das lokale Wachstum dagegen von einer etwas über der Basis gelegenen Zelle aus, so erscheint die Scheibe, wie dies in Fig. 10 *D* sichtbar ist, seitlich angeheftet. Dass trotz der auf sie ver-



Fig. 10.

Conferva-ähnliche Formen von *Cutleria*, die an ihrer Basis in *Aglaozonia*-Scheiben ausgewachsen sind; *o* Oogonien, *r* Rhizinen, *h* Haar. Kultur vom Sommer 1896, Ernte vom August.

Vergr. $\frac{100}{1}$.



Fig. 11.

Conferva-ähnliche Form von *Cutleria*, deren Rhizinen *r* eine *Aglaozonia*-Scheibe *ag* gebildet haben; Aussaat vom 11. Juni 1898, Ernte vom 14. August.

Vergr. $\frac{100}{1}$.

wandten Wachstumsenergie der aufrechte rudimentär bleibende Spross doch noch zur Reproduktion gelangen kann, beweist Fig. 10 *B*. In der Regel überwiegt aber die Entwicklung des dorsiventralen Auswuchses derart, dass bald eine grosse gelappte Scheibe entsteht, an der die Überreste des bald abfallenden aufrechten Teiles meist noch erkennbar sind. So ist schliesslich das Resultat des Keimungsprozesses nicht eine *Cutleria*, sondern wieder eine *Aglaozonia* und in unserer Fig. 9 auf Tafel VII [13] haben wir *Aglaozonia* in kräftiger Entwicklung neben normalen jungen

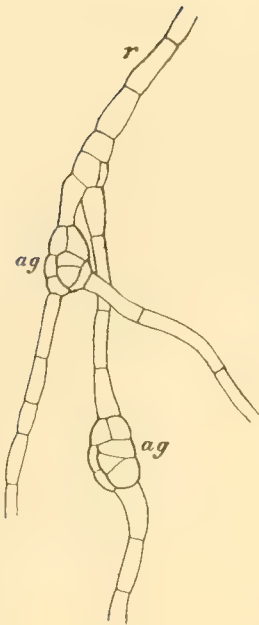


Fig. 12.

Teil eines Rhizomenschiefes (von einem etwa Fig. 7 entsprechenden Pflänzchen), der über ein halbes Dutzend ziemlich weit entwickelter Aglaozonien trug. Die in der Figur abgebildeten Rhizinen haben einige junge interkalare Scheiben angelegt (*ag*). Vergr. $\frac{300}{1}$.

Cutlerien auf einem Blättchen von *Delesseria sanguinea* vereinigt. Solche Fälle, in denen sich der „Protonematoidembryo“ also wie ein „Fuss-embryo“ verhält, waren auch in den Kulturen von Church häufig, doch wird von dem englischen Forscher ein Auftreten von Oogonien am aufrechten Thallus nicht erwähnt.

Einen besonderen Fall giebt Fig. 19 auf Tafel VIII [14] wieder, nämlich eine normale junge *Cutleria*, bei der ein Spross (rechts) eine grössere Selbständigkeit bewahrt und ganz wie die reduzierte *Conferva*-Form seitlich sitzende Oogonien produziert hat. Die eigentliche Periode der Reproduktion dürfte bei diesem Exemplar erst weit später eingetreten sein, nachdem es flächenförmige Ausbildung erlangt hatte.

Endlich können *Aglaozonia*-Scheiben auch von den Rhizinen einer jungen Protonematoidpflanze angelegt werden. Sie scheinen hier entweder zu entstehen, indem sich die Spitze einer Rhizine (vielleicht durch Berührungszreiz) zu einer Scheibe erweitert, die dann an der Unterseite neue Rhizinen aussendet (Taf. VII [13] Fig. 11, Textfigur 11), oder indem interkalar gelegene Zellen sich durch verschieden orientierte Wände spalten. Die diesen Fall erläuternde Textfigur 12 ist einem Rhizinenbüschel entnommen, das gegen ein halbes Dutzend zum Teil schon kräftig entwickelter *Aglaozonien* trug.

Die in Helgoland erhaltenen Resultate stimmen also mit den von Church bei Plymouth erzielten überein und ergänzen sie in einigen wichtigen Punkten.

6. Die äusseren physikalischen Bedingungen, insbesondere die Temperaturverhältnisse des Wassers.

Im Anschluss an seine Ergebnisse behandelt Church die Beziehungen von *Cutleria* und *Aglaozonia* zu den physikalischen Verhältnissen der äusseren Umgebung, unter denen die Temperatur einen der am leichtesten zu messenden Faktoren bildet. Während die Grösse ihrer jährlichen Schwankungen bei Neapel 20 ° C. beträgt, stellt sich dieser Wert für Plymouth nur auf 12 °, für die Ostküste von Schottland sogar nur auf 6 °; das Maximum fällt immer auf Ende August, das Minimum auf den Februar, mit dem aufsteigenden Aste der Temperaturkurve ist also zugleich ein Wachsen der Lichtintensität, mit dem absteigenden Aste eine Abnahme derselben verbunden. Aber während die Zunahme von Licht und Wärme an der englischen Küste eine üppige Entwicklung der Sommervegetation zur Folge hat, wird sie bei Neapel der Vegetation, die hier im allgemeinen ihr Optimum in der kälteren Jahreszeit findet, hinderlich.

Die Frage, welcher von diesen beiden stets zusammenauftretenden Faktoren, Lichtintensität und Temperatur, die wichtigere Rolle spielt, ist schwer zu entscheiden, obschon Berthold¹⁾ zu dem Schluss kommt, dass „die Abstufungen in der Intensität der Wasserbewegung und der Beleuchtung für den Golf von Neapel als die wesentlichsten, die Verteilung der Algen bedingenden Faktoren angesehen werden müssen“. Aus der Zusammenstellung, die Church unter Beifügung einer Tabelle (monatliche Oberflächentemperaturen einer Reihe von Lokalitäten der Nordsee, der Ostsee [Kiel] und des Mittelmeers [Neapel, Adria]) giebt, hebe ich nur folgendes hervor: Die ausdauernde *Aglaozonia* vegetiert bei Plymouth bei einer Temperatur, die sich während eines Jahres zwischen 6° und 11° C. bewegt, und ihr Optimum liegt bei 10—12°; der von einer starken Lichtabnahme begleitete Temperaturfall leitet eine Periode lebhaften Wachstums im Herbst ein und wenn letzteres auch im November und Dezember nur gering ist, so keimen die Zoosporen doch im Frühling bei 12°. *Cutleria* dagegen hat ein Temperaturoptimum von 12—16°, ihre Entwicklung ist im Mai und Juni von grosser Lichtintensität begleitet und im Herbst verschwindet die Pflanze. — Bei Neapel hat *Aglaozonia* Temperaturveränderungen von 8—27° durchzumachen. *Cutleria* dagegen beginnt sich schon im Dezember zu entwickeln und verschwindet im April, ihr Optimum scheint daher bei einer ähnlichen Temperatur zu liegen wie im Kanal. — In der Nordsee, wo die Wassertemperatur im Februar schon ziemlich tief sinkt und ein rasches Steigen derselben erst nach einem späten und kalten Frühling eintritt, scheint die Dauer der warmen Periode für *Cutleria* nicht mehr auszureichen, da sie z. B. bei Berwick, wo *Aglaozonia* gemein ist, fehlt und bei Helgoland sehr selten ist. Bei den Orkney- und Shetlands-Inseln treten dagegen die Geschlechtspflanzen, wenn sie auch klein bleiben, wieder häufiger auf, was Church auf eine Einwirkung des Golfstroms schiebt, der bei den Orkney-Inseln eine Februartemperatur von 6° bedingt. In die westliche Ostsee, die ein sehr niedriges Wintermittel hat, dringt weder *Aglaozonia* noch *Cutleria* ein, während an der norwegischen Küste die erstere noch bis Nordland geht, die letztere bei Christiania noch günstige Verhältnisse findet, weiter hinauf aber, wo die kritischen Temperaturen häufiger erreicht werden, immer spärlicher auftritt. — Mögen hier die Temperaturen auch mehr als der allein seinem Masse nach genauer bekannte Ausdruck von klimatischen Verhältnissen angesehen werden und mag man auch einwenden, dass Schlüsse hieraus schon deshalb nicht zwingend seien, weil z. B. die Vegetationszeit von *Cutleria* bei Neapel sich nicht wegen der zu hohen Temperatur, sondern wegen der zu grossen Lichtintensität in die kühlere Jahreszeit verschieben könnte, dass ferner für das Fehlen von *Aglaozonia* und *Cutleria* in der westlichen Ostsee der geringe Salzgehalt viel mehr als die Temperatur verantwortlich gemacht werden müsste, so sind doch z. B. das Auftreten von *Cutleria* bei den Orkney-Inseln und bei Christiania und die Verschiedenheiten in der Verbreitung von *Aglaozonia* auffallend genug und geeignet, die An-

¹⁾ Berthold, Über die Verteilung der Algen im Golf von Neapel u. s. w. p. 422 (Mitteilg. a. d. zoolog. Station zu Neapel 1882). Der Widerspruch dürfte sich so lösen, dass innerhalb eines begrenzten Gebietes die Anordnung der Algen vorzugsweise von den Lichtverhältnissen beherrscht wird, während bei der geographischen Verbreitung der Algen den Temperaturverhältnissen die wesentliche Rolle zufällt.

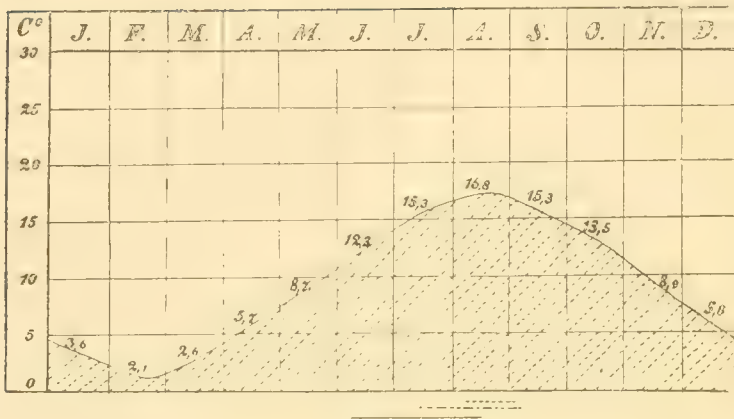


Fig. 13.

Kurve der Oberflächentemperaturen des Meerwassers von Helgoland; die senkrechten Kolonnen entsprechen den Monaten, die wagerechten je 5 Celsiusgraden.

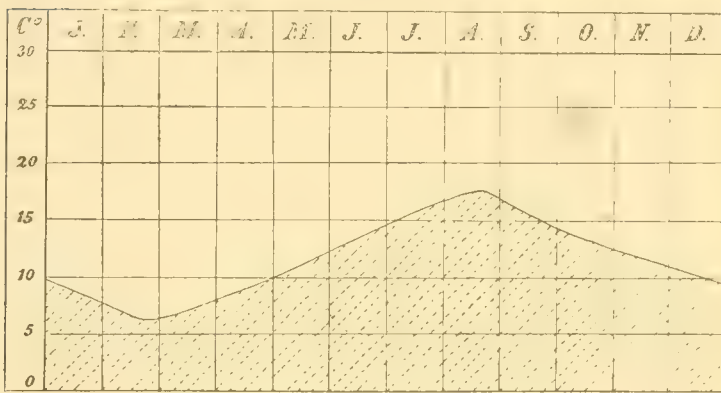


Fig. 14.

Kurve der Oberflächentemperaturen von Plymouth.

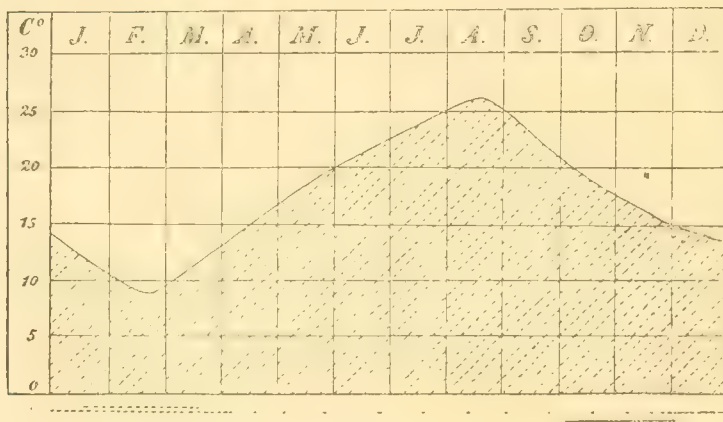


Fig. 15.

Kurve der Oberflächentemperaturen von Neapel.

sicht von Church, dass die Temperatur mehr als die Lichtintensität wenigstens für die Verbreitung von *Cutleria* den Ausschlag giebt, zu stützen.

Ich habe nun nebenstehend den Verlauf der Oberflächentemperaturen für die drei Orte Helgoland, Plymouth und Neapel graphisch dargestellt (Fig. 13 bis 15). Die Kärtchen von Plymouth und Neapel können auf grosse Genauigkeit keinen Anspruch erheben, da die vorliegenden, von Church wiedergegebenen Angaben, nach denen sie konstruiert sind, nur ungefähre Zahlen geben. Für die Kurven von Helgoland habe ich dagegen die Beobachtungen von 1874—1883 benutzt, die von der Kieler Kommission veröffentlicht wurden¹⁾, und zu diesen die Beobachtungen der Biologischen Anstalt von 1893—1895 gezogen. Aus diesen 13 Jahren wurden die Monatsmittel berechnet und in die Felder eingetragen. Ein Vergleich der drei Kurven lehrt nun folgendes: An allen drei Orten fällt die niedrigste Temperatur in die zweite Hälfte des Februar, die höchste in die zweite Hälfte des August. Der mittlere Jahresunterschied in den Oberflächentemperaturen beträgt für Neapel ca. 20°, für Plymouth ca. 12°, für Helgoland ca. 15° C. Neapel hat demgemäss, vielleicht infolge der Abgeschlossenheit des Mittelmeer-

¹⁾ G. Karsten, Die Beobachtungen über die physikalischen Eigenschaften des Wassers der Ostsee und Nordsee (Kommissionsberichte 1878 p. 253) u. d. s., Die Beobachtungen an den Küstenstationen und Schiffsbeobachtungen (Kommissionsberichte 1884 p. 11).

beckens, das exzessivste, Plymouth wohl infolge des Golfstromes das temperierteste Meerwasserklima, während Helgoland mit der tiefsten Wintertemperatur im Sommer doch die Durchschnittstemperatur von Plymouth erreicht. Die punktierten Linien unter den Kärtchen bedeuten die Anwesenheit der geschlechtlichen, die ausgezogenen Linien die der ungeschlechtlichen Generation; da, wo die Linien verdoppelt sind, liegen die Perioden der Reproduktion. Bei Neapel, wo *Cutleria* Ende November—Anfang Dezember zuerst auftreten dürfte, fruktifiziert diese Pflanze bei einer Temperatur von 8—13 °, bei Plymouth, wo sie von April bis in den September angetroffen wird, fruktifiziert sie bei einer Temperatur von 15—17 °, bei Helgoland endlich, wo sie nur äusserst spärlich und selten auftritt, etwa bei derselben Temperatur. Die an allen 3 Orten perennierende *Aglaozonia* fruktifiziert bei Neapel im Spätherbst bei 15—20 °, bei Plymouth im Frühjahr bei 7—10 °, bei Helgoland im Sommer bei 12—16 °. Wenn also die Beobachtungen der Fruchtzeiten richtig sind und die Kurven einigermassen den wirklichen Verhältnissen entsprechen, so findet die Reproduktion an den verschiedenen Örtlichkeiten nicht unter ganz gleichen Temperaturverhältnissen statt: *Cutleria* trägt bei Plymouth Fortpflanzungsorgane bei einer etwas höheren Temperatur als im Mittelmeer und wird dennoch parthenogenetisch und *Aglaozonia* bildet bei Neapel Zoosporen bei einer weit höheren Temperatur als bei Plymouth. Dass hier nicht genaue Übereinstimmung herrscht, hängt sicher mit dem wechselweisen Auftreten der beiden Generationen in den verschiedenen Jahreszeiten zusammen. Würde *Aglaozonia* bei Neapel dieselbe Durchschnittstemperatur des Wassers abwarten wollen, die bei Plymouth während ihrer Reproduktionszeit herrscht, so könnte sie erst im Februar und März fruktifizieren, dann wäre aber die Entwicklung von *Cutleria* durch zu hohe Temperaturen stark behindert, vielleicht unmöglich gemacht. Die Abhängigkeit zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Generation tritt in unseren Kärtchen klar hervor: Bei Neapel, wo *Aglaozonia* im Herbst Fortpflanzungsorgane trägt, schliesst sich *Cutleria* in den Wintermonaten an; bei Plymouth, wo sie ihre Sporangien im März und April zeitigt, fällt die Vegetationsperiode für *Cutleria* in den Sommer; bei Helgoland endlich verschiebt sich die Reproduktionszeit von *Aglaozonia* bis in den Hochsommer und so bleibt für die Entwicklung von *Cutleria* nur noch die kurze Zeitspanne von August bis September, denn schon im letzteren Monat beginnt die Wassertemperatur rapide zu sinken.

Es ist auffallend, dass *Aglaozonia* bei Plymouth schon im März und April Sporangien produziert, bei Helgoland erst im Juni und Juli, während die zusagenden Temperaturen doch schon im April und Mai erreicht werden. Diese Erscheinung, die sich auch kaum ändert, wenn man nach dem Beispiel der Phänologen mit Temperatursummen operieren wollte, ist um so weniger verständlich, als bei früherer Sporenbildung für die Entwicklung der geschlechtlichen *Cutleria*-Generation noch genügende Zeit zur Verfügung stehen würde. Der strenge Winter von Helgoland, der die Wassertemperatur zuweilen auf — 0,6 ° sinken lässt (so war die ganze Helgoländer Bucht Ende Februar 1895 mit dichtem Watteis ausgefüllt, die Temperatur schwankte in diesem Monat zwischen + 2,6 ° und — 0,6 °, betrug noch am 4. März 0 ° und Mitte März + 1 °), erniedrigt die Temperaturen des Frühjahrs im Vergleich zu Plymouth doch nur um den Unterschied etwa eines

Monats und da die Kurve rasch steigt und im Sommer gleiche Temperaturen wie bei Plymouth erreicht werden, so bedarf die starke Reduktion der geschlechtlichen Generation weiterer Erklärung.

Kjellman giebt in seinem „Handbok i Skandinaviens Hafsalgflora“ I (1890) als Fruktifikationszeit für die Geschlechtspflanze Juli—September, für die ungeschlechtliche Pflanze August an. Ich habe in der Litteratur vergeblich nach eingehenderen biologischen Mitteilungen über das Verhalten von *Cutleria* und *Aglaozonia* an den skandinavischen Küsten gesucht, aber eine Bemerkung von Gran lässt vermuten, dass hier besondere, vielleicht denen von Helgoland ähnliche Verhältnisse herrschen¹⁾.

Aus unseren Beobachtungen ergibt sich mithin für das Helgoländer Gebiet folgendes: Die Sporen von *Aglaozonia* können sich zu vollkommen normalen Cutlerien entwickeln, die in den Kulturen eine Höhe von 1,2 cm erreichten und Oogonien trugen. Im Freien wird die Geschlechts-pflanze nur äusserst selten angetroffen (so von Wollny in den achtziger Jahren); ob sie die Grösse der englischen Pflanzen erreicht, ist unbekannt. Neben der typischen geht aus den *Aglaozonia*-Sporen eine als Verkümmierungsform aufzufassende und mit jener durch Übergänge verbundene *Conferva*-ähnliche Geschlechtsform hervor, die bisher nur in Kulturen beobachtet wurde, aber wahrscheinlich, da sie hier sehr konstant erscheint und ein gesundes und normales Aussehen zeigt, auch im Freien auftritt. Sehr häufig sistiert aber diese Form schon frühzeitig ihr Wachstum zu Gunsten eines der Mutterpflanze gleichgestalteten *Aglaozonia*-Triebes, der als seitlicher Auswuchs aus den untersten Zellen der reduzierten Form entsteht. Männliche Pflanzen wurden bei Helgoland bisher nicht angetroffen. — Die als wurzelbürtige *Aglaozonien* bezeichneten Bildungen sind möglicherweise nur Kulturprodukte.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass der durch die Textfiguren 9 und 10 und die Fig. 9 auf Taf. VII [13] illustrierte Fall bei Helgoland im Freien verhältnismässig häufig eintritt, dass in der Entwicklung der *Aglaozonia*-Sporen also die Richtung, welche an anderen günstiger gelegenen Küstenstrichen zur Bildung der Geschlechtspflanze führt, hier sehr frühzeitig verlassen und unter Zurückdrängung dieser Generation gleich zur Anlage der ungeschlechtlichen Pflanze geschritten wird. Dort, wo *Cutleria* überhaupt noch nicht konstatiert wurde und *Aglaozonia* allein noch vorkommt, wie in den nördlichen Teilen der norwegischen Küste, schwindet vermutlich auch diese letzte Andeutung der *Cutleria*-Generation und die Keimung der *Aglaozonia*-Sporen führt sofort zu dorsiventral gebauten Pflänzchen. Wollte man dagegen annehmen, dass es die jungen *Aglaozonien*, wie sie z. B. Fig. 9 auf Taf. VII [13] zeigt, nicht zur Sporangienreife bringen, so bliebe für die Regeneration der bei Helgoland so üppig auftretenden *Aglaozonia*-Vegetation nur die spärliche Ernte von *Cutleria*-Sporen übrig, die Mehrzahl der im Sommer produzierten *Aglaozonia*-

¹⁾ Gran, Algevegetationen i Tønsbergfjorden. 1893 (Christiania Vidensk.-Selskabs Forhandl. Nr. 7). Es heisst dort p. 25 für den Tønsbergfjord, einen schmalen Arm des Christianiafjords: „Sublitoral, den kjønsløse plante tem. alm.; kjønsløse sjelden og kun i ganske unge exemplarer paa gamle zosterablade. — De smaa, oprette, trichothallisk voksende kjønsløse planter var altid forsynede med en i forhold til sin egen størrelse meget stor hæftepude, der havde samme form og tilvækstmaade som den kjønsløse plante“.

Schwärmer verfehlte dagegen ihre Bestimmung und die Pflanzen wären hauptsächlich auf vegetative Vermehrung angewiesen. Mag diese auch gerade bei *Aglaozonia* ziemlich ergiebig sein, da die Randzellen älterer Thallome durch lokales Wachstum zahlreiche kleine fächerförmige Läppchen bilden können, so erscheint die oben dargelegte Auffassung doch als die natürlichere.

Durch die geringe Grösse der typischen bald zur Fruchtreife gelangenden Cutlerien, das Auftreten besonderer *Conferva*-Stadien und die häufige Unterdrückung der geschlechtlichen Generation würde trotz der ungünstigen klimatischen Verhältnisse für einen genügenden Nachwuchs gesorgt werden.

Die typischen Cutlerien, die in den Helgoländer Kulturen gezüchtet wurden oder spontan darin auftraten, waren an der Unterlage stets mit einem Schopf von Rhizinen (Taf. VIII [14] Fig. 13, Textfigur. 6 u. 7), nie, wie dies Gran kurz beschreibt (vergl. die Fussnote auf vorig. Seite), mit einem Basallager vom Bau einer *Aglaozonia* befestigt. Im Prinzip ist dieser Fall mit unserer Textfigur 10 B zu vergleichen. Eingehendere Untersuchungen an Material des Christianiafjordes wären daher von grossem Interesse; auch wäre es wichtig, festzustellen, wie sich im nördlichen Norwegen die Schwärmer von *Aglaozonia* bei der Keimung verhalten.

Weitere allgemeine Gesichtspunkte werden sich besser im Anschluss an die nächste Abhandlung¹⁾ erörtern lassen.

¹⁾ Abb. 11, Zur Fortpflanzung der Phaeosporeen.

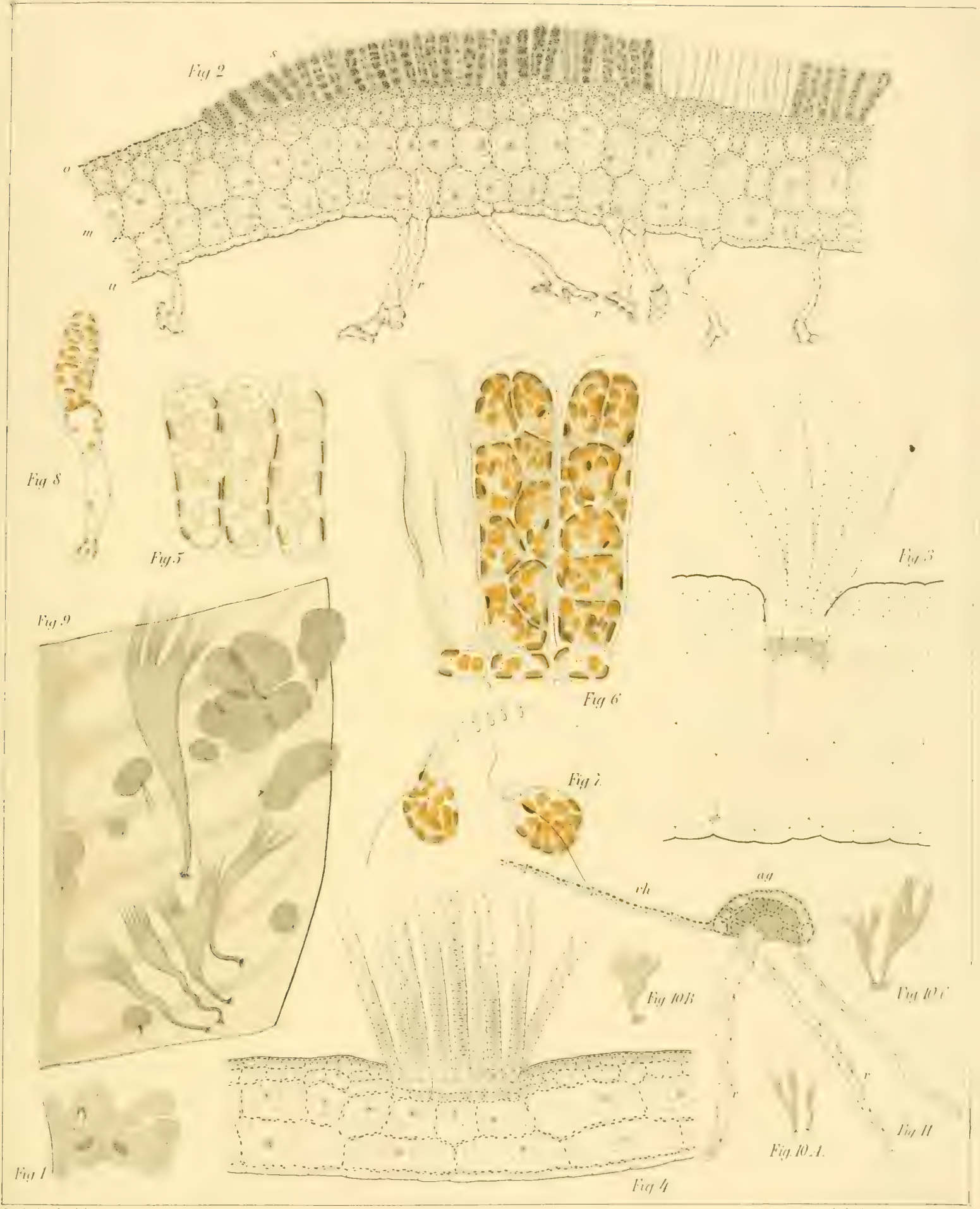
Tafelerklärung.

Tafel VII [13.]

Cutleria multifida (Engl. Bot.) Grev.

(*Aglaozonia parvula* [C. Ag.] Zan.)

- Fig. 1. *Aglaozonia* in natürlicher Grösse mit 3 teils entleerten Sori und den strichförmigen Haarbüscheln.
- Fig. 2. Tangentialer Vertikalschnitt durch den fruktifizierenden Thallus; *r* Rhizinen, *m* Marksicht, *u* Unterschicht, *o* Oberschicht, *s* Sporangien, rechts entleert. Vergr. $\frac{200}{1}$.
- Fig. 3. Tangentialer Vertikalschnitt durch ein Haarbüschel. Vergr. $\frac{400}{1}$.
- Fig. 4. Radialer Vertikalschnitt durch ein Haarbüschel. Vergr. $\frac{200}{1}$.
- Fig. 5. Jugendliche Sporangien mit den Chromatophoren. Vergr. $\frac{1200}{1}$. Nach dem Leben.
- Fig. 6. Reife Sporangien, das linke entleert. Vergr. $\frac{1000}{1}$. Nach dem Leben; die lebhaft roten Augenpunkte sind schwarz gehalten.
- Fig. 7. Zwei Schwärmosporen von *Aglaozonia*. Vergr. $\frac{1200}{1}$. Nach dem Leben; die linke Schwärmspore hat sich mit der langen Zilie festgesetzt, die Augenpunkte sind schwarz gehalten.
- Fig. 8. Ein 10 Tage altes Keimpflänzchen. Vergr. $\frac{500}{1}$.
- Fig. 9. Fragment eines Blattes von *Delesseria sanguinea* mit zahlreichen jungen Keimpflanzen, teils typischen Cutlerien, teils *Aglaozonien* mit ganz reduziertem *Cutleria*-Anhang. Vergr. $\frac{12}{1}$. Kultur vom Sommer 1893, geerntet im August.
- Fig. 10. Spontan in einer Kultur vom Sommer 1898 aufgetretene sterile Cutlerien, *A* im Oktober, *B*, *C* Mitte Dezember geerntet. Vergr. $\frac{2}{1}$.
- Fig. 11. Eine Rhizine (*rh*), die zu einer jungen *Aglaozonia* (*ag*) ausgewachsen ist, die wiederum 3 Rhizinen (*r*, *r*) getrieben hat. Vergr. $\frac{300}{1}$. Aussaat vom 11. Juni 1898, geerntet am 14. September.



P. Kacelnik del.

Fig. 10A, B, C. Miller del.

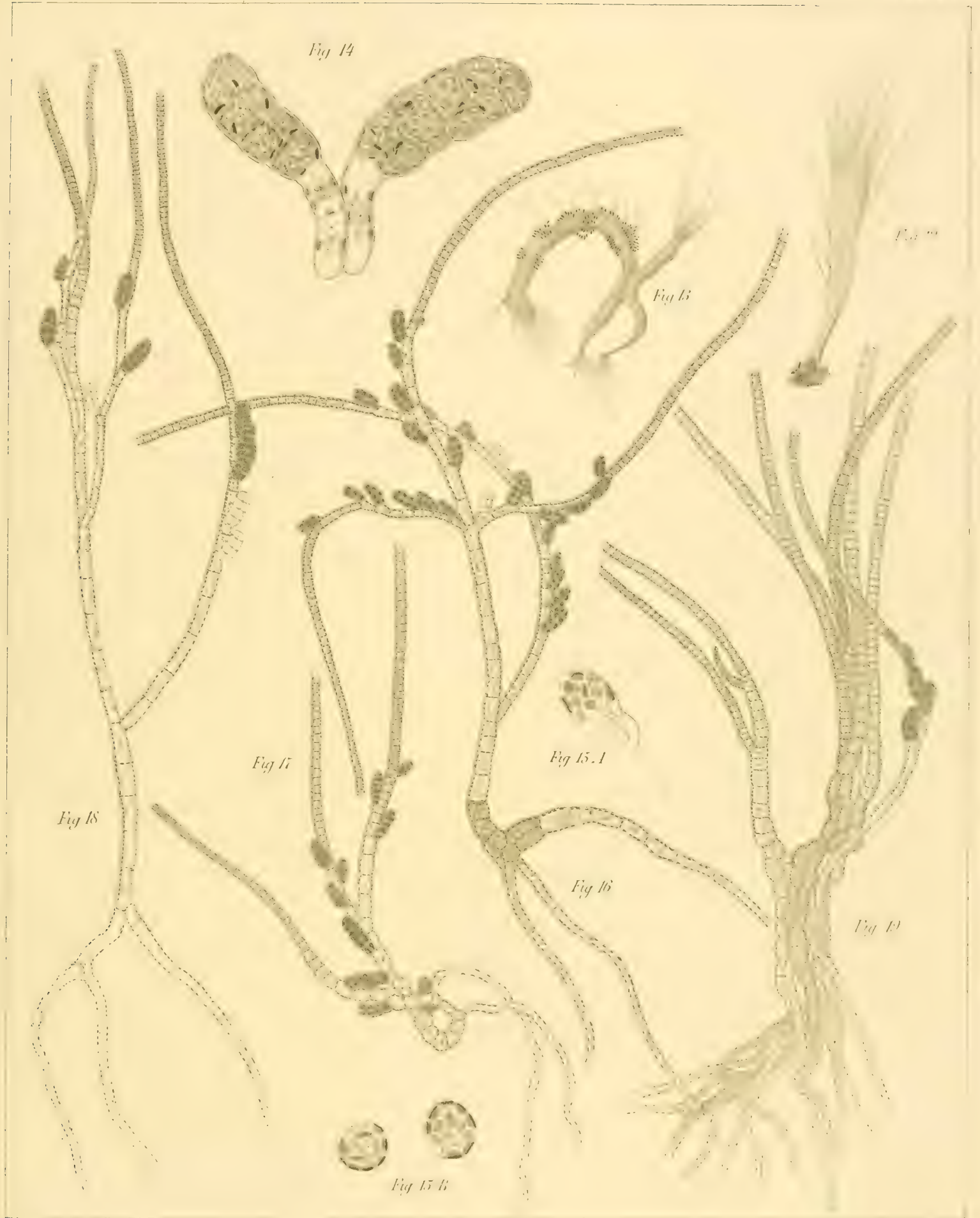
Cutleria multifida (Engl. Bot.) Griseb.
(*Aglaozonia parvula* (C. Ag.) Zan.)

Tafelerklärung.

Tafel VIII [14].

Cutleria multifida (Engl. Bot.) Grev.

- Fig. 12. Junge *Cutleria*, dicht neben *Aglaozonia* auf einem Töckstück gewachsen; Kultur vom Juli 1898, geerntet Anfang Oktober. Vergr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 13. Zwei Cutlerien, das Exemplar links mit Oogonien; Kultur vom Sommer 1893, geerntet Ende August. Vergr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 14. Zwei Oogonien von einem Exemplar wie in Fig. 13. Vergr. ca. $\frac{800}{1}$.
- Fig. 15. *A* eine schwärmende Oospore, *B* zwei zur Ruhe gekommene Oosporen. Vergr. ca. $\frac{800}{1}$.
- Fig. 16–18. Exemplare der *Conferva*-ähnlichen Form, in voller Frucht; Kultur vom Sommer 1893, geerntet im August. Vergr. $\frac{150}{1}$.
- Fig. 19. Ein junges Exemplar der typischen Form, rechts jedoch mit einem oogonientragenden Zweig. Kultur vom Sommer 1893, geerntet im August. Vergr. $\frac{200}{1}$.



Cutleria multifida (Engl. Bot.) Grv.

Aus der Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Beiträge

zur

Fauna der südöstlichen und östlichen Nordsee.

Ergebnisse dreier wissenschaftlicher Untersuchungsfahrten in den Jahren 1889 und 1890,
im Auftrage der Section des deutschen Fischerei-Vereins für Küsten- und Hochseefischerei

a u s g e f ü h r t

von

Prof. Dr. Fr. Heincke.

Herausgegeben von der Biologischen Anstalt auf Helgoland.

III. Teil.

VI. Hydroiden. Von Dr. Clemens Hartlaub.

VI. Hydroiden.

Von

Dr. Clemens Hartlaub.

Die vorliegende Arbeit giebt ein systematisches Verzeichnis von Hydroiden, welche in der süd-östlichen und östlichen Nordsee durch die von Herrn Professor Fr. Heincke geleiteten Expeditionen der „Sophie“ (1889) und des „August Bröhan“ (1890) gesammelt wurden, zweier Fischdampfer, die von der Sektion des Deutschen Fischerei-Vereins für Küsten- und Hochseefischerei zu wissenschaftlichen Fischereiversuchen ausgeschiedt wurden.

Die Hydroidensammlung wurde anfänglich Herrn Oberlehrer Dr. K. Drost¹⁾ in Oldenburg zur Bearbeitung übergeben und gelangte erst nach dessen im Frühjahr 1894 erfolgten Tode in meine Hände. Ich fand den Erhaltungszustand der Sammlung sehr mangelhaft und die Bearbeitung dadurch in vieler Hinsicht erschwert. In einzelnen Fällen (*Perigonimus*, *Campanularia*) habe ich auf eine Bestimmung der Spezies gänzlich verzichten müssen. — Von den Bestimmungen waren bereits eine Menge durch Herrn Drost mit grosser Sorgfalt ausgeführt und in einem kurzem Manuskript vermerkt. Ich habe diese Bestimmungen, soweit es möglich war, sämtlich kontrolliert. In einzelnen Fällen war das Material jedoch verloren oder vertrocknet, und ein gewisser, aber kleiner Teil desselben war in schwer zugänglicher Weise für Museumszwecke in Altona untergebracht und wurde von mir nicht nachuntersucht, weil ich aus dem Katalog darüber ersah, dass es sich um sehr leicht zu bestimmende Formen handelte und somit wohl ein Zweifel an der Richtigkeit der Drost'schen Bestimmung ausgeschlossen war. Alle von Drost ausgeführten und von mir nicht kontrollierten Artbestimmungen finden sich in den folgenden Listen durch „(Drost)“ gekennzeichnet.

An neuen Arten enthielt das Material nur eine kleine, vielleicht den Lafoëiden zugehörige Form, die ich *Galanthula marina* genannt habe, ausser ihr aber auch einige noch weniger bekannte Spezies, wie z. B. *Lovenella clausa* und die von mir erst kürzlich beschriebene *Opercellarella nana*. Die

¹⁾ Anmerkung des Herausgebers. Der leider zu früh in jugendlichem Alter verstorbene Dr. Karl Drost, eine zeitlang Assistent an dem von mir geleiteten Laboratorium der Sektion für Küsten- und Hochseefischerei in Oldenburg, später Oberlehrer an der Oberrealschule daselbst, beteiligte sich mit grossem Fleiss und Geschick an der Ordnung und Bearbeitung des von mir in der Nordsee gesammelten zoologischen Materials. Nur sein zunehmendes körperliches Leiden hinderte ihn an einer erfolgreichen Durchführung der übernommenen Arbeiten. Heincke.

Lovenellen trugen Gonangien, die wir auch erst seit Kurzem durch Helgoländer Material kennen gelernt haben.

Von dem ganzen befischten Areal können wir zweckmässig drei Gebiete unterscheiden¹⁾.

Das erste von diesen, nämlich der östliche Teil der deutschen Bucht, die Gewässer quer ab von der holsteinischen Küste und nördlich bis Hornsriff, wurde von beiden Dampfern exploriert.

Das zweite erstreckt sich in der nördlichen Verlängerung des ersten die jütländische Küste hinauf durch das Skagerrack hindurch bis Christiansand. Es wurde von dem Dampfer „Sophie“ befahren.

Das dritte liegt querab von den ost- und westfriesischen Inseln und bildete ein Hauptfeld der Thätigkeit des „August Bröhan“.

Da möglicher Weise ein gewisses Licht auf die Verbreitung der Arten geworfen wird, die ausschliesslich in einem dieser drei Gebiete gefangen wurden, so seien dieselben hier aufgezählt:

Nur in dem ersten der drei genannten Gebiete wurden erlangt:

<i>Plumularia pinnata</i>	Journal-Nr. 12.
<i>Antemularia ramosa</i>	„ „ 264, 269/270.
<i>Sertularella polyzonias</i>	„ „ 256/257.
<i>Sertularia pumila</i>	„ „ 160.
— <i>filicula</i>	„ „ 160.

Nur im zweiten der drei Gebiete wurden erlangt:

<i>Podocoryne carnea</i>	Journal-Nr. 103, 126.
<i>Dicoryne conferta</i> * ¹⁾	„ „ 113—148.
<i>Eudendrium ramosum</i> *	„ „ 72.
— <i>arbuscula</i>	„ „ 106.
<i>Corymorpha nutans</i> *	„ „ 49.
<i>Gonothyraea Loveni</i> *	„ „ 91/92.
— <i>gracilis</i> *	„ „ 131.
<i>Galanthula marina</i> nov. gen. nov. spec.	„ „ 113.
<i>Lafoëa fruticosa</i>	„ „ 59.
<i>Calycella pygmaea</i> *	„ „ 91/92.
<i>Cuspidella grandis</i> *	„ „ 91/92, 136, 147.
— <i>humilis</i>	„ „ 91/92, 99, 131, 136, 137, 147.
<i>Fillelum serpens</i> *	„ „ 59, 66, 81, 129, 131, 134, 136.
— ? <i>expansum</i>	„ „ 91/92.

¹⁾ Vergl. Beiträge z. Fauna d. südöstl. u. östl. Nordsee, Einleitung von Prof. Fr. Heincke. (Auszug aus dem Fangjournal) in: Wiss. Meeresunters. Neue Folge I Heft 1 p. 303. 1894.

*) Die mit Stern bezeichneten Arten gehören auch der Helgoländer Fauna an.

<i>Halecium Beanii</i>	Journal-Nr. 66, 131, 136.
— <i>sessile</i>	„ „ 129.
<i>Sertularia abietina</i>	„ „ 54.
<i>Thujaria thuja</i>	„ „ 91/92, 99, 131, 137, 145.
— <i>articulata</i>	„ „ 91/92, 98, 139.

Ausschliesslich aus dem dritten der oben genannten Gebiete stammt

<i>Campanularia spec.</i>	Journal-Nr. 249, 255.
---------------------------	-----------------------

In diesem Gebiete wurde auch die von mir 1897 beschriebene

<i>Opercularella nana</i>	Journal-Nr. 184
---------------------------	-----------------

gefunden.

Die nachstehende Liste giebt einen Ueberblick über das gesamte Material. Es handelt sich um 30 verschiedene Gattungen und 50 bestimmte Spezies.

Uebersicht der Gattungen und Arten.

<i>Hydractinia echinata</i> Flem.	<i>Lafoëa dumosa</i> Fleming.
<i>Podocoryne carnea</i> Sars.	— <i>fruticosa</i> Sars.
<i>Dicoryne conferta</i> Alder.	<i>Calycella syringa</i> L.
<i>Bougainvillia ramosa</i> van Bened.	— <i>pygmaea</i> Alder.
<i>Perigonimus</i> Sars.	<i>Cuspidella grandis</i> Hincks.
<i>Eudendrium arbuscula</i> Wright.	— <i>humilis</i> Hincks.
— <i>rameum</i> Pall.	<i>Filellum serpens</i> Hassal.
— <i>ramosum</i> Pall.	— ? <i>expansum</i> Levinsen.
<i>Tubularia larynx</i> Ellis.	<i>Halecium halecinum</i> L.
— <i>indivisia</i> L.	— <i>Beanii</i> Johnst.
<i>Ectopleura Dumortieri</i> van Bened.	— <i>sessile</i> Norman.
<i>Corymorpha nutans</i> Sars.	— <i>tenellum</i> Hincks.
<i>Clytia Johnstoni</i> Alder.	<i>Sertularella polyzonias</i> L.
<i>Obelia geniculata</i> L.	<i>Diphusia rosacea</i> L.
— <i>longissima</i> Pall.	— <i>fallax</i> Johnst.
— <i>dichotoma</i> L.	<i>Sertularia pumila</i> L.
<i>Campanularia verticillata</i> L.	— <i>argentea</i> Ell. u. Sol.
— ? spec.	— <i>cupressina</i> L.
<i>Gonothyraea Loveni</i> Allman.	— <i>abietina</i> L.
— <i>gracilis</i> Sars.	— <i>filicula</i> Ell. u. Sol.
<i>Thaumantias inconspicua</i> Forbes.	<i>Hydrallmania falcata</i> L.
<i>Lovenella clausa</i> Lovén.	<i>Thujaria thuja</i> L.
<i>Campanulina</i> van Bened.	— <i>articulata</i> Pallas.
<i>Opercularella nana</i> Hartl.	<i>Antennularia ramosa</i> Lam.
<i>Galanthula marina</i> nov. gen. nov. spec.	<i>Plumularia pinnata</i> L.

Abkürzungen in der Kolumne „Häufigkeit“: s = selten, m = mässig häufig, h = häufig, sh = sehr häufig.

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Hydractinia echinata</i> Flem.	37	Rhede von List	1—18	Sabellarien, Zingel- grund	11./8.	—	Brittisch-Irische, dänische, norwegi- sche, belgische,	(Drost) mit Gonaden
<i>Alcyonium digitatum</i> Flem. Brit. An. p. 517.	42	Hornsriff-Binnen- Feuerschiff	22	feiner Sand mit kl. Muscheln	9./8.	—	französische Küste, W. schwedisc Kü- ste, Island, Grön- land, Jan Mayen (F. Fischer).	(Drost) mit Gonaden
<i>Hydractinia echinata</i> Johnst. B. Z. p. 34 pl. I fig. 4—6. — Hincks 1868 l. c p. 23. — Allman 1871 p. 220. — Levinsen 1892 p. 153. — Levinsen 1893 (Haughs Togter) p. 374 — Hartlaub 1894 p. 164.	113 124 168 175 245 248 249 263 268	55° 13' — 6° 21' 10 M. NO von 54° 55' — 6° 40' 10 M. NNW von Helgoland Tonne der Nordsee- gründe i. d. Weser- mündung etwas weiter a. dem Dogger wie 55° 14' — 4° 18' 55° 8' — 4° 43' 55° 29' — 4° 55' 9 M. ONO v. Horns- riff-Feuerschiff 55° 15' — 7° 43' südl. Hornsriff	48 35 40 20 32 47 32 13 23	Schlick feiner gelber Sand m. Schill grober Sand m. Schill feiner Sand m. kl. Steinen u. Schill feiner Sand m. Schill brauner Sand Sand m. Schill Sand feiner Sand Schlick feiner grauer Sand	19./8. 11./9. 25./8. 29./8. 11./9. 12./9. 12./9. 14./9. 15./9.	s — s s s m s s s		auf <i>Fusus gra-</i> <i>cilis</i> da Costa
<i>Podocoryne carnea</i> Sars. <i>Podocoryne carnea</i> Sars. Fauna Litt. Norw. part. I p. 4 t. I fig. 7—18. — Hincks 1868 p. 29 Pl. V. — Allman Monogr. 1871 p. 349 Pl. XVI. — Levinsen 1892 (Grönl.) l. c. p. 153. — Schneider 1897 l. c. p. 480.	103 126	56° 36' — 6° 06' 10 M. NW v. Horns- riff-Feuerschiff	50 30	Schlick feiner grauer Sand	18./8. 11./9.	s s	Grossbritannien u. Irland, Norwegen, Grönland, Neapel, Rovigno, Öresund (Winther), Gull- maren (Sege- stedt).	auf <i>Turritella</i> auf <i>Aporrhais</i>

Die in der Ostsee vorkommende *Podocoryne* (Möbius „Die wirbellosen Tiere der Ostsee“, Jahresber. Comm. z. wiss. Unters. d. D. Meere 1871 p. 101) ist nach Levinsen (Haughs Togter 1893) nicht *P. carnea* Sars sondern *P. inermis* Allmann.

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
? <i>Eudendrium arbuscula</i> Wright. — Wright Observations on Brit. Zooph. l. c. 1859 p. 113 pl. IX fig. 5. — Hincks 1868 l. c. p. 84. — Allman Monograph. 1871 p. 336. — Segerstedt 1889 l. c. p. 9. — C. Schneider 1897 l. c. p. 477.	106	56° 10' — 5° 39'	58	Schlick. Reiche Schlickfauna	18./8	s	Queensferry, Firth of Forth. dänische W.-Küste, schwedische W.-Küste, Mittelmeer (Rovigno).	
<i>Eudendrium rameum</i> Pall. <i>Tubularia ramea</i> Pallas Elench p. 83. <i>Eudendrium rameum</i> Johnst. B. Z. 2 nd ed. p. 45 pl. V. — Hincks 1868 l. c. p. 80. — Allmann Monograph. 1871 p. 334. — Allmann Chall. Rep. 1884 p. 4. — Hartlaub 1894 l. c. 166. — Marktanner 1895 l. c. p. 395.	37--39 63 190 194	Rhede von List 56° 45' — 7° 23'	1--18 38	Sabellarien, Zingelgrund Sand mit kleinen Steinen	8./8. 11. 8.	m —	Ostsee (Kiel), britische Küsten, Irland, Shetland, norwegische Küste, Kara-See, W.-Küste von Grönland, O.-Spitzbergen, Mittelmeer (Neapel), Kerguelen.	(Drost)
<i>Eudendrium ramosum</i> L. Small ramified tubular Coralline Ellis Corall. p. 31 pl. XVI. <i>Tubularia ramosa</i> Linn. Syst. pag. 1302.	72	2 M. quer ab Klittmöller	13	Gr. Steine, Schill	12. 8.	s	Küsten von Grossbritannien u. Irland, Helgoland, Skagerrak, norweg. Küste. Grönland, Jan Mayen, Pas de Calais, Adria (Rovigno, Triest).	(Drost)

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Eudendrium ramosum</i> Ehrenberg, Corall. d. Roth. Meer. p. 72. — Hincks 1868 l. c. p. 82. — Allmann Mono- graph. 1871 p. 332. — F. Fischer l. c. 1886 p. 1. — Marktanner 1890 l. c. 201. — Hartlaub 1894 l. c. p. 166. — C. Schneider l. c. 1897 p. 477.								
<i>Perigonimus</i> Sars. — M. Sars Fauna lit. Norw. I p. 8. — Allmann Mono- graph. p. 321. — Hincks 1868 l. c. p. 89. — Hargitt & Os- born 1894 Amer. Naturalist. Vol. 28. p. 27. — Ch. Hargitt 1895 (Charakter and Di- stribution of the Gen. <i>Perigonimus</i>). — Hartlaub 1897 l. c. p. 477—479.	16 103 106 115 128 147 168 178 225	54° 52' — 6° 30' 56° 36' — 6° 06' 56° 10' — 5° 39' Rand d. Doggerbk. 55° 08' — 6° 41' 56° 09' — 7° 39' 57° 10' — 8° 16' 10 M. NW v. Hel- goland 54° 07' — 6° 51' 54° 01' — 4° 05' NNW v. Terschel- ling-Feuerschiff	46 50 58 40 30 27 40 34 47	Schlick mit Sand Schlick " " Schlick m. f. Sand schlickiger Sand mit Schill grober Sand mit Schill " " feiner grauer Sand mit Schill grauer schlickiger Sand	4./8. 18./8. " " 19./8. 12./9. 25./8. 30./8. 5./9.	s m s s — s s s s	Europäisch, auch im Mittelmeer, O.-Küste Amerikas (Long Island Sound).	sehr wahrsch. <i>repens</i> (z. T. <i>linearis</i> Drost. z. T. <i>repens</i> Drost) (<i>repens</i> Drost) (<i>linearis</i> Drost) gut erhaltene Medusenkn., Tiarapolyp. sehr wahrsch. <i>repens</i>

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Bougainvillia ramosa</i> van Bened.							Britische Küsten (u. a. Liverpool- Distrikt), belgische Küste, Oster- schelde, O.-dänische Gewässer, West- Küste v. Schweden.	Alle Exem- pl. m. Meduskn.
<i>Eudendrium ramosum</i> van Bened. Rech. s. les Tubul. p. 56 pl. IV.	23. 26	6 M. NO von 54° 55' — 6° 34'	44	sandiger Schlick	5./8.	s		Die kleine zw. <i>B. ramosa</i> und <i>B. muscus</i> Allm. stehende Var. (Drost)
<i>Bougainvillia ramosa</i> Allman. Ann. Mag. N. H. 1864.	156, 157	14 M. N z. W von Helgoland	23	feiner Sand	17./9.	"		
— Hincks 1868 p. 109 pl. XIX fig. 2.								
— Allman Monogr. p. 311 pl. IX fig. 5—7.	160	Helgoland Süder- hafen	18	Riffgrund	18./9.	"		kleine Var. (Drost)
— Segerstedt 1889 l. c. p. 10.	184	54° 11' — 5° 55'	32—40	Schlick mit Sand	30./8.	"		
— Levinsen (Hauchs Tochter) 1893 p. 377.	190	54° 14' — 5° 40'	43	sandiger Schlick	31./8.	"		kleine Var. (Drost)
— Hartlaub 1894 l. c. p. 168.	204	ca. 21 M. östl. v. Borkumr. Feuersch.	25	Riffgrund	2./9.	"		
	213	53° 45' — 4° 47' N v. Terschelling	29—37	feiner gelber Sand, wechseld. m. Schlick	4./9.	"		z. Teil kleine Exemplare
	214	"	37	Schlick	"	"		
	217	etw. nördl. wie 214	41	"	"	"		
	225	54° 01' — 4° 05' NNW v. Terschel- ling-Feuerschiff	47	grauer schlickiger Sand	5./9.	"		
	264	55° 50' — 7° 25' NNW v. Horns- riff-Feuerschiff	31—28	grauer Sand	14./9.	"		
	268	55° 15' — 7° 43' südl. Hornsriff	23	feiner Sand	15./9.	"		
	271	55° 06' — 7° 00'	34	wahrscheinlich Riff- grund	15./9.	"		kleine Var. (Drost)

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Bougainvillia muscus</i> Allm.	147	57° 10' — 8° 16'	27	grober Sand mit Schill	14./9.	s	Süd-Küste Eng- lands (Torquay), Liverpool-Distrikt, Pas de Calais, W.- Küste Schwedens,	
<i>Perigonimus muscus</i> Allman. Ann. Mag. N. H. 1863.							Kattegat, Adria (Rovigno).	(Drost)
<i>Bougainvillia muscus</i> Allman. Ann. Mag. N. H. 1864.	230	53° 35' — 4° 06'	35	Schlick und Sand	8./9.	—		
— Hincks 1868 l. c. p. 111.								
— Allman Mono- graph. p. 317 Pl. X fig. 1—3.								
— Bétencourt l. c. 1888 p. 101.								
— Hartlaub 1897 l. c. p. 455.								
— C. Schneider 1897 l. c. p. 480.								
— L. Thornely 1894 l. c. p. 6.								
<i>Tubularia indivisa</i> L.	54	56° 28' — 6° 42'	46	feiner Sand u. sand. Schlick m. Steinen	10./8.	s	Grossbrit. Küsten, Norweg. Küste,	
„TubularCoralline like Oaten pipes“ Ellis Corall. p. 31 t. XVI fig. 6.	59	6 M. weiter NO als 56° 36' — 6° 51' Kante der Jüt- landsbank	38	Riffgrund	11./8.	s	Bay von Biscaya, Adria, Ostküste v. Nord-Amerika, zwischen Cuba und Florida, Grönland, Alasca, Weisses Meer, W.-Spitzber- gen. ¹⁾	mit <i>Lafoëa</i> <i>fruticosa</i> be- wachsen!
<i>Tubularia indivisa</i> Linn. Syst. p. 1301.	99	57° 12' — 7° 08'	34	grober Sand	17./8.	s		(Drost)
— Hincks 1868 l. c. p. 115.	131	22 M. NW von Hansthalm Feuer	47	steinig	12./9.	—		
— Allman Mono- graph. 1871 pag. 400 Pl. XX.	160	Helgoland Süder- hafen	18	viele grosse Steine mit Byozoen, Ser- pulen, Echinus	18./9.	s		
— Winther Naturh. Tidskr. 1880 p. 232.								

¹⁾ Im östlichen Spitzbergen scheint die Art, den Kückenthal'schen Sammlungen nach zu urteilen, zu fehlen. Vgl. Marktanner l. c. Im westl. Spitzbergen ist sie nach meinen Beobachtungen nicht selten.

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
— Segerstedt l. c. 1889 p. 11.								
— Bétencourt l. c. 1888 p. 102.								
— Levinsen 1893 (Grönland) p. 9.								
— Levinsen 1893 (Hauchs Togter) p. 373.								
— Garstang, W., 1894 l. c. p. p. 212, 223 ¹⁾ .								
<i>Tubularia larynx</i> Ellis u. Solander.	23-26	6 M. NO von 54° 55' — 6° 34'	44	sandiger Schlick	5./8.	s	Grossbritannische Küsten,	
„Tubulous Coralline wrinkles like the windpipe“ Ellis Co- rall. p. 30 t. XVI fig. 6.	37	Rhede von List	1-18	Sabellarien, Zingel- grund	8./8.	m	norwegische Küste nördl. bis Dront- heim, Mittelmeer (Neapel), Adria, Ostsee: grosser u. kleiner Belt.	
<i>Tubularia muscoides</i> Pallas. (non Linn.) Elench. 82.	91, 92	57° 24' — 8° 03' Nordre d. Jütlandsb.	65-80	grober Schlick mit kleinen Steinen	15./8. 16./8.	h		
	99	57° 12' — 7° 33'	60	Schill	17./8.	s		
	155	54° 41' — 7° 19'	26	Sand m. Muscheln	17./9.	s		
<i>Tubularia larynx</i> Ell. u. Sol. l. c. p. 31.	166	10 M. NW von Helgoland	40	grober Sand mit Schill	25./8.	s		
— Hincks 1868 l. c. p. 118.	168	10 M. NW von Helgoland	40	grober Sand mit Schill	25./8.	s		
— Allman Mono- graph. 1871 p. 406.	169	etwas abgetrieben	35	Riffgrund	25./8.	s		
	177	54° 07' — 6° 51'	34	feiner grauer Sand mit Schill	30./8.	m		
— Winther 1880 l. c. p. 233.	184	54° 11' — 5° 55'	32-40	Schlick mit Sand	30./8.	s		
— Levinsen 1893 l. c. p. 373.	205	54° 03' — 6° 14'	31	Riffgrund	2./9.	s		
— Edw. T. Browne 1897 l. c. p. 244.	213	53° 45' — 4° 47' N. v. Terschelling	29-37	feiner gelber Sand wechsel. m. Schlick	4./9.	h		
	271	55° 06' — 7° 00'	34	wahrscheinl. Riff- grund	15./9	m		

¹⁾ Liste über die Brutzeiten der Hydroiden von Plymouth.

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen	
<i>Tubularia larynx</i> Ellis u. Solander.	273	55° 06' — 7° 00'	34	wahrscheinl. Riff- grund	15. 9.	s			
	274	ca. 23 M. W von Hörnum (Sylt)	24	harter Sand	16. 9.	m			
	276	12 M. NNW von Helgoland	23	Sand	„	s			
	278	Kante der Helgo- länder Tiefe	36	Riffgrund	„	m			
<i>Ectopleura Dumortieri</i> van Bened.	126	10 M. NW v. Horns- riff-Feuerschiff	30	feiner grauer Sand	11./9.	m	Ost-Küste v. Eng- land, Isle of Man, Helgoland, Pas de Calais, belgische Küste, Lofoten.		
<i>Tubularia Dumortieri</i> van Beneden. Mém. sur les Tubul. p. 50 pl. II.	128	55° 09' — 7° 39'	30	schlickiger Sand mit Schill	12./9.	s			
	154	54° 39' — 7° 06'	36	feiner Sand	17./9.	s			
<i>Ectopleura Dumortieri</i> Agass. N. H. U. S. IV p. 342. — Hincks 1868 p. 124 pl. XXI fig. 4. — Allman Monogr. 1871 p. 424.	156, 157	14 M. Nzw von Helgoland	23	„	„	m			
	168	ca. 10 M. NW von Helgoland	40	grober Sand mit Schill	25. 8.	s			
	184	54° 11' — 5° 55'	32 40	Schlick mit Sand	30. 8.	m			
<i>Tubularia simplex</i> Hartlaub. 1894 p. 170 u. p. 206.	203	etw. östl. v. 20 M. östl. von Borkum- Feuerschiff	28	Riffgrund (grober Sand mit Steinen)	2./9.	m			
	245	etw. weiter auf dem Dogger als 55° 14' — 4° 18'	32	feiner Sand mit Schill	11./9.	s			
	271	55° 06' — 7° 00'	34	wahrsch. Riffgrund	15. 9.	s			
<i>Corymorpha nutans</i> M. Sars.	49	56° 0' — 7° 03'	28	grober Sand mit Steinen	9./8.	m	Britische Küsten, Irland, Orkney Isl., Shetland Isl., Hel- goland, norwegische Küste.	3 kl. Exempl. mit Medusen- knospen (Drost)	
— Sars „Beskrivel- ser“ etc. p. 7 pl. I fig. 3.									
— Hincks 1868 p. 127 Pl. XXII fig. 2.									
— Allman Monogr. 1871 p. 388 Pl. XIX.									

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
— L. Thornely 1894 l. c. p. 6.								
— Hartlaub 1894 l. c. p. 170.								
— Edw. T. Browne 1896 p. 463.								
<i>Clytia Johnstoni</i> Alder.	2.	54° 34' — 7° 35' NzW v. Helgoland	24	feiner weisser Sand	2./8.	s	Die meisten europ. Küsten — Helgo- land — Grönland, Alasca, Ostküste v. N.-Amerika.	(Drost)
<i>Sertularia volubilis</i> Ell. u. Sol. Zooph. p. 51 Pl. IV.	6	54° 37' — 7° 28'	27—30	grober Sand mit kleinen Steinen	2./8.	—		
<i>Campanularia John- stoni</i> Alder. North. Durh. Cat.	8	54° 37' — 7° 28'	27—30	grober Sand mit kleinen Steinen	„	s		
— Levinsen 1893 (Hauchs Togter) p. 378.	44	Hornsriff-Binnen- Feuerschiff	22	feiner Sand mit kl. Muscheln	9./8.	—		(Drost)
— C. Schneider 1897 p. 481.	45	zwischen Hörnum- Aussenfeuerschiff u. den Tonnen	13	feiner Kies mit Steinen	9./8.	s		
<i>Clytia Johnstoni</i> Hincks 1868 p. 143.	72	2 M. quer ab von Klittmöller	„	grobe Steine, Schill	12./8.	—		(Drost)
— Winther 1880 l. c. 234.	81	Fjord v. Christian- sand	1—2	Felswand	14./8.	m		
— Hartlaub 1894 l. c. p. 171. 1897 l. c. p. 502.	82	„	40—80	Schlick und Sand	„	h		
	124	10 M. NO von 54° 55' — 6° 40'	35	feiner gelber Sand m. Schill	11./9.	s		
	147	57° 10' — 8° 16'	27	gr. Sand m. Schill	14./9.			
	149	12 M. W v. Horns- riff-Feuerschiff	36	feiner Sand	15./9.	s		
	154	54° 39' — 7° 06'	36	„	17./9.	s		
	156/157	14 M. NzW von Helgoland	23	„	17./9.	s		
	160	Helgoland, Süder- hafen	18	Riffgrund	18./9.	m		m. Gonangien
	166	ca. 10 M. NW von Helgoland	40	grober Sand mit Schill	25./8.	s		

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Clytia Johnstoni</i> Alder.	168	ca. 10 M. NW von Helgoland	40	grober Sand mit Schill	25./8.	s		m. Gonangien
	169	etwas abgetrieben	35	Riffgrund	„	s		„
	177	54° 07' — 6° 51'	34	feiner grauer Sand mit Schill	30./8.	s		„
	178	„	„	„	„	h		
	180	4 M. O von Bor- kumriff-Feuerschiff	23	Riffgrund		h		
	184	54° 11' — 5° 55'	32—40	Schlick mit Sand	„	s		„
	190	54° 14' — 5° 40'	43	sandiger Schlick	31./8.	—		(Drost)
	194	„	„	„	1./9.	m		
	201	etw. östl. von 20 M. östl. von Borkum- riff-Feuerschiff	25	Riffgrund grober Sand mit Steinen	2./9.	h		m. Gonangien
	203	„	„	„	„	m		„
	205	54° 03' — 6° 14'	31	Riffgrund		h		
	213	53° 45' — 4° 47' N. v. Terschelling	29—37	feiner gelber Sand wechsel. m. Schlick	4./9.	s		
	218	etw. nördl. wie 213	41	Schlick	„	—		(Drost)
	223	54° 01' — 4° 05' NNW v. Terschel- ling-Feuerschiff	47	grauer schlickiger Sand	5./9.	m		
	225	„	„	„	„	m		m. Gonangien
	229	53° 35' — 4° 06'	35	Schlick und Sand	8./9.	s		
	249	55° 29' — 4° 55'	32	Sand mit Schill	12./9.	s		„
	262	etw. s. östl. von 55° 26' — 6° 50' südl. Hornsriff	37	grober Sand und Steine	13./9.	m		
	263	9 M. ONO v. Horns- riff-Feuerschiff	13	Sand	14./9.	sh		„
	267	55° 15' — 7° 43' südl. Hornsriff	23	feiner Sand	15./9.	h		„
268	„	„	„	„	m		„	

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Clytia Johnstoni</i> Alder.	269,270	55° 10' — 7° 25'	23	Riffgrund	15./9.	sh		m. Gonangien
	273	55° 06' — 7° 00'	34	wahrsch. Riffgrund	„	m		
	274	ca. 23 M. W von Hörnum (Sylt)	24	harter Sand	16./9.	m		„
	276	12 M. NNW von Helgoland	23	Sand	„	m		„
	278	Kante der Helgol. Tiefe	36	Riffgrund	„	s		
	279	ca. 4 M. NWzW Helgoland	38	Schlick	„	m		„
<i>Obelia geniculata</i> L.	23, 26	6 M. NO von 54° 55' — 6° 34'	44	sandiger Schlick	4./8.	s	Kosmopolitisch. Manila-See (Mark- tanner l. c. 1890), Neuseeland, Ost- küste v. Australien, Magelhan-Str. (Hartlaub M. S.), O.-Küste v. Nord- Amerika.	
„Knotted-Thread Co- ralline“ Ellis. Co- rall. p. 22 pl. XII b. B.	37	Rhede von List	1—18	Sabellarien, Zingel- grund	8./8.	s		„
<i>Sertularia geniculata</i> Linn. Syst. p. 1312.	45	zwischen Hornsriff- Aussenfeuerschiff und den Tonnen	13	feiner Kies mit Steinen	9./8.	m		„
<i>Obelia geniculata</i> All- man Ann. Mag. N. H. May 1864.	54	56° 28' — 6° 42'	46	feiner Sand u. sand. Schlick m. Steinen	10./8.	m		
— Hincks 1868 l. c. p. 149.	81	Fjord v. Christian- sand	1—2	Felswand	14./8.	m		
— Winther 1880 l. c. p. 235.	91/92	57° 24' — 8° 03' Nordrand der Jüt- landsbank	65—80	grober Schlick mit kleinen Steinen	15./8. 16./8.	s		„
— Allmann 1888 (Chall. Rep.) XXIII p. 23.	98	ca. 22 M. NNW ¹ / ₂ W von Haustholm	53	Sand mit kleinen Steinen	17./8.	s		
— Lendenfeld v. Coel. d. Südsee V l. c. p. 657.	99	57° 12' — 7° 33'	60	Schill	„	m		„
	100	57° 02' — 7° 08'	34	grober Sand	„	s		„
— Marktanner 1890 l. c. p. 207.	104	56° 36' — 6° 06'	50	Schlick	18./8.	„		
	110	55° 18' — 6° 09'	47	„	19./8.	h		„
— Hartlaub 1894 l. c. p. 171.	137	etw. NW von 57° 20' — 7° 56'	70	Schill mit Steinen	13./9.	—		(Drost)
— Nutting C. 1896 l. c. p. 147.	149	12 M. W v. Horns- riff-Feuerschiff	36	feiner Sand	15./9.	m		m. Gonangien

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Laomedea geniculata</i> Levinsen 1893 (Hauchs Tochter) p. 380.	169	ca. 10 M. NW von Helgoland	35	Riffgrund	25./8.	s		
— L. Thornely 1894 l. c. p. 3.	184	54° 11' — 5° 55'	32—40	Schlick mit Sand	30./8.	„		von einem Stück Hum- merschale
<i>Obelia commissuralis</i> L. Agass. in parte Contributions. Pl. XXXIII fig. 2 (1862).	213	53° 45' — 4° 47' N von Terschelling	29—37	feiner gelber Sand, wechsel. m. Schlick	4./9.	„		
	223	54° 01' — 4° 05' NNW v. Terschel- ling-Feuerschiff	47	grauer schlickiger Sand	5./9.	h		
<i>Eucope diaphana</i> L. Agass. ibid. Pl. XXXIV fig. 1—9a.	229	53° 35' — 4° 06'	35	Schlick und Sand	8./9.	s		
— A. Agass. Ill. Cat. 1865 l. c. p. 83.	236	ca. 55° 10' — 3° 40' Rand d. Doggerbk.	27	Sand	9./9.	„		m. Gonangien
	237	„	„	„	„	h		„
<i>Eucope alternata</i> A. Agass. ibid. p. 86.	240	55° 14' — 4° 18'	42	„	10./9.	„		„
	242	„	„	„	„	s		
	244	etwas weiter auf dem Dogger wie J.-Nr. 242	32	feiner Sand mit Schill	11./9.	„		auf Tök
	249,250	55° 29' — 4° 55'	32	Sand mit Schill	12./9.	h		m. Gonangien
	260	55° 26' — 6° 50' südlich Hornsriff	37	grober Sand und Steine	13./9.	„		
	263	9 M. ONO v. Horns- riff-Feuerschiff	13	Sand	14./9.	s		„
	267	55° 15' — 7° 43' südlich Hornsriff	23	feiner Sand	15./9.	h		„
	269/270	55° 10' — 7° 25'	„	Riffgrund	„	m		„
	274	ca. 23 M. W von Hörnum (Sylt)	24	harter Sand	16./9.	s		
	279	ca. 4 M. NWzW von Helgoland	38	Schlick	„	„		

Besonders grosse Mengen von *O geniculata* wurden gesammelt an den Stationen Nr. 223, 237, 240, 260, 263, 269/270.

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen	
<i>Obelia longissima</i> Pall.	2	54° 34' n. Br. 7° 55'	24	feiner weisser Sand	2./8.	s	Nordsee, Grossbrit. Küsten, belgische Küsten, Grönland (Levinsen 1893), Alasca, Tromsø (Hartlaub 1898 M. S.)		
<i>Sertularia longissima</i> Pallas. Elench. 119.		ö. L. NzW von Helgoland							
<i>Obelia longissima</i> Hincks 1868 l. c. p. 154.	8	54° 37' — 7° 28'	27—30	grober Sand mit kleinen Steinen	„	s			
— Winther 1880 l. c. p. 237.	23—26	6 M. NO von 54° 55' — 6° 34'	44	sandiger Schlick	5./8.	s			
— Hartlaub 1894 l. c. p. 172.	42	Hornsriff-Binnen- feuerschiff	22	feiner Sand mit kleinen Muscheln	9./8.	s			m. Gonangien
	44	„	„	„	„	m			
<i>Laomedea longissima</i> Kirchenpauer 1862 l. c. p. 23.	72	2 M. quer ab Klitt- möllern	13	gr. Steine, Schill	12./8.	s			
— Levinsen 1892 l. c. p. 169.	91, 92	57° 12' — 8° 03' Nordrand der Jüt- landsbank	65—80	grober Schlick mit kleinen Steinen	15./8. 16./8.	s			auf Muschel- schalen; z. T. m. Gonangien
— Levinsen 1893 (Hauchs Togter) p. 381.	99	57° 12' — 7° 33'	60	Schill	17./8.	s			m. Gonangien
— Nutting, C., 1896 l. c. p. 147.	100	57° 02' — 7° 08' Rand d. Jütlandsb.	34	grober Sand	„	—			(Drost)
	103	56° 36' — 6° 06'	50	Schlick	18./8.	s			
	105	25 M. weiter nach SWzW a. J.-Nr. 103	„	feiner Sand	„	„			
	106	56° 10' — 5° 39'	58	„	„	„			
	113	55° 13' — 6° 21'	48	„	19./8.	m			
	126	10 M. NW v. Horns- riff-Feuerschiff	30	feiner grauer Sand	11./9.	m			
	134, 136	57° 20' n. Br. 7° 56' ö. L.	58	Kies, steinig	13./9.	s			
	145	57° 24' — 7° 57'	75	feiner dunkl. Sand, Schill	14./9.	s	a. Muschelsch.		
	147	57° 10' — 8° 16'	27	gr. Sand mit Schill	„	s			
	151	55° 32' — 6° 11'	45—50	Schlick	16./9.	s			
	156, 157	14 M. NzW von Helgoland	23	feiner Sand	17./9.	m			
	167	ca. 10 M. NW von Helgoland	40	grober Sand mit Schill	25./8.	m			

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Obelia longissima</i> Pall.	175	Tonne d. Norder- Gründe i. d. Weser- mündung	20	feiner Sand mit kl. Steinen und Schill	29./8.	h		
	180	4 M. O v. Borkum- riff-Feuerschiff	23	Riffgrund	30./8.	s		
	184	54° 11' — 5° 55'	32—40	Schlick mit Sand	„	s		jung. Anwuchs auf e. Stück Hummersch.
	201	ca. 21 M. östl. v. Bor- kumriff-Feuerschiff	25	Riffgrund (grober Sand mit Steinen)	2./9.	s		
	209	unweit Terschel- ling-Feuerschiff	28	grauer Sand	3./9.	s		
	213	53° 45' — 4° 47' N von Terschelling	29—37	feiner grauer Sand wechsel. mit Schlick	4./9.	h		auf Holz
	214	ca. derselbe Ort	37	Schlick	„	s		
	217	etwas nördlicher	41	„	„	„		
	236	ca. 55° 10' — 3° 40' Rand d. Doggerbk.	27	Sand	9./9.	sh		
	249	55° 29' — 4° 55'	32	Sand mit Schill	12./9.	s		
	250	„	„	„	„	„		
	253	55° 26' — 5° 40'	52	Schlick	13./9.	s		
	255	55° 26' — 6° 25'	48	Sand	„	sh		a. Muschelsch.
	263	9 M. ONO v. Horns- riff-Feuerschiff	13	„	14./9.	sh		z. T. m. Go- nangien, auf Muschelsch. (kurzästige Var.)
	267	55° 15' — 7° 43' südl. Hornsriff	23	feiner Sand	15./9.	h		<i>O. plicata</i> -ähn- liche Exempl.
	268	„	„	„	„	h		a. Muschelsch.
269, 270	55° 10' — 7° 25'	23	Riffgrund	„	s		m. einigen Go- nangien; auf Steinen und Muschelsch.	
275	ca. 27 M. W von Amrum	27	Sand	16./9.	m			

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Obelia longissima</i> Pall.	276	12 M. NNW von Helgoland	23	Sand	16./9.	—		(Drost)
	278	Kante der Helgo- länder Tiefe	36	Riffgrund	„	m		
Verbreitung auf den besuchten Gründen zl. gleichmässig. Grund vorwiegend sandig-schlickig. Tiefen 13—80 m.								
<i>Obelia dichotoma</i> L. „Sea thread Coralline“ Ellis Corall. 21 pl. XII fig. A, a.	6 23, 26	54° 37' — 7° 28' 6 M. NO von 54° 55' — 6° 34'	27—30 44	grober Sand mit kl. Steinen sandiger Schlick	2./8. 5./8.	s	Nordsee, Kattegat, schwed. Westküste, norweg. Küste (Trondhjem Fjord), Grossbrit. Küste, Mittelmeer (Hel- ler), St. Paul (Novara-Exp. nach Marktanner l. c. 1890 p. 209).	
<i>Sertularia dichotoma</i> Linn. Syst. 1312.	91, 92	57° 24' — 8° 03' Nordrand der Jüt- landsbank	65—80	grober Schlick mit kl. Steinen	15./8.	s		
<i>Laomedea dichotoma</i> Johnston B. Z. Pl. XXVI fig. 1.	102	56° 52' — 6° 17' kl. Fischerbank	47	Steine, grober Sand, „weed“	18./8.			
<i>Obelia dichotoma</i> Hincks 1868 l. c. p. 156 (in parte).	126	10 M. NW v. Horns- riff-Feuerschiff	30	feiner grauer Sand	11./9.	h		
	131	22 M. NW von Hansthalm Feuer	47	steinig	12./9.			
	154	54° 39' — 7° 06'	36	feiner Sand	17./9.	s		
	166	ca. 10 M. NW von Helgoland	40	grober Sand mit Schill	25./8.			
	168	„	„	„	„	m		
	177	54° 07' — 6° 51'	34	feiner grauer Sand mit Schill	30./8.			
	178	„	„	„	„	h		
	184	54° 11' — 5° 55'	32—40	Schlick mit Sand	30./8.			
	190	54° 14' — 5° 40'	43	sandiger Schlick	31./8.			
	200	20 M. östl. von Borkum Feuerschiff	28	Riffgrund (grober Sand mit Steinen)	2./9.			
202	etw. östl. von 200	25	„	„				
203	„	„	„	„	s			
217	ca. 53° 45' — 4° 47' N v. Terschelling	41	Schlick	4./9.	s			

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Obelia dichotoma</i> L.	225	54° 01' — 4° 05' NNW v. Terschel- ling-Feuerschiff	47	grauer schlickiger Sand	5./9.			
	238	ca. 55° 10' — 3° 40' Rand d. Doggerbk.	27	Sand	9./9.			
	242	55° 14' — 4° 18'	42	„	10./9.	h		
	244	etwas weiter auf dem Dogger	32	feiner Sand mit Schill	11./9.	m		
	248	55° 8' — 4° 43'	47	brauner Sand	12./9.	m		
	267	55° 15' — 7° 43' südlich Hornsriff	23	feiner Sand	15./9.	s		
	269/270	55° 10' — 7° 25'	23	Riffgrund	15./9.	h		
	271	55° 06' — 7° 00'	34	wahrsch. Riffgrund	15./9.	h		
	273	„	„	„	„	„		
	274	ca. 23 M. W von Hörnum (Sylt)	24	harter Sand	16./9.	m		
279	ca. 4 M. NWzW von Helgoland	38	Schlick	16./9.	„			
Nur wenige Fundorte nördlich von Hornsriff (91, 92, 102, 126, 131)! Grund vorwiegend sandig. Tiefen 23–80 m.								
<i>Campanularia verticil- lata</i> L.	136	57° 20' n. Br. 7° 56' ö. L.	58–67	Schill und kleine Steine	13./9.	s	Nach Hincks in immensen Quanti- täten an der SW- Küste Englands. Great-Cumbrey (Firth of Clyde), Silverpit, engl. Ost- Küste, norweg. Küste, Christiania- fjord-Nordcap, Westküste Schwe- dens, Kattegat, Hirshals (Skager- rack, Jütland), Bucht v. Biscaya, Nähe d. Bäreninsel (Hartl. M. S.), Ost- Spitzbergen häufig, Westküste Grön- lands, Labrador.	Ueber die Be- deutung der den Stamm v. <i>C. vert.</i> zusam- mensetzenden Röhren vergl. Hartlaub 1896 l. c. und Schneider 1897 l. c. (Drost)
„Horse-Tail Coralline with bell shaped cups“ Ellis Corall. p. 23 pl. XHI fig. a, A.								
<i>Sertularia verticillata</i> Linn. Syst. p. 1310.								
<i>Campanularia verticil- lata</i> Lam. An. s. Vert. (2nd ed.) II p. 131. — Hincks 1868 l. c. p. 167. — Levinsen 1892 l. c. p. 166.	160	Helgoland, Süder- hafen	18	Riffgrund	18./9.	s		

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
— Levinsen 1893 (Hauchs Togter) p. 378.								
— Hartlaub 1894 l. c. p. 174.								
— Marktanner 1895 l. c. p. 405.								
— Hartlaub 1897 l. c. p. 488.								
— C. Schneider 1897 l. c. p. 509.								

Die Art scheint an der deutschen, holländischen und belgischen Küste zu fehlen; Helgoland, wo sie ziemlich häufig ist, scheint ein für die deutsche Bucht isolierter Standort zu sein.

<i>Campanularia?</i> spec.	249	55° 29' — 4° 55'	32	Sand mit Schill	12./9.	s		auf <i>Sertularia</i>
	255	55° 26' — 6° 25'	48	Sand	13./9.	s		

Kleine nach Art von *C. ravidentata* Alder wachsende Campanularide. Ihre Kelche sind glattrandig, kleiner wie die von *C. ravidentata*, länglich und an der Basis schmal. Die Hydrocauli sind relativ dick und an der Basis vor dem Kelche eine Strecke weit geringelt. Vorwiegend entspringen von der Hydorhiza einzeln bleibende Hydranthen, seltener kurze unverzweigte Schosse. Gonangien? — Möglicherweise junge Obelien.

<i>Lovenella clausa</i> Lovén.	23, 26	6 M. NO von 54° 55' — 6° 34'	44	sandiger Schlick	5./8.	s	Küste von Schweden (auf <i>Fucus</i>).	m. Gonangien
<i>Campanularia clausa</i> Lovén. Bidrag till Kännedomen af Slägtena Campan. och Syncoryna 3 (note).	151 177 184	55° 32' — 6° 11' 54° 07' — 6° 51' 54° 11' — 5° 55'	45—50 34 32—40	Schlick feiner grauer Sand mit Schill Schlick mit Sand, sehr viel Kruster	16./9. 30./8. 30./8.	s s s	4 M. SW von Helgoland Schlickgrund, auf kl. Muscheln	m. Gonangien
<i>Lovenella clausa</i> Hineks 1868 l. c. p. 177 Pl. XXXII fig. 2.								
— Hartlaub 1897 l. c. p. 501 Taf. XX fig. 1—3.								

Die erste Beschreibung der Gonangien dieser Art findet sich bei Hartlaub 1897 l. c. p. 501 Taf. XX fig. 1—3.

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Thaumantias inconspicua</i> Forbes.	2	54° 34' — 7° 35' NzW v. Helgoland	24	feiner weisser Sand	2./8.	h	Hebriden (<i>Thaumantias</i> , Hincks), Firth of Forth,	
— Forbes Monogr. Brit. Nakedeyed Medusae p. 52 pl. VIII.	59	6 M. NO von 56° 36' — 6° 51' Kante d. Jütlandbank	38	Riffgrund	11./8.	s	Cullercoats, Torquay, Brixham, Swanage	} <i>C. varidentata</i> Hincks
— Wright Journ. Micr. Sc. (N. S.) II p. 221 u. 308.	66	4 M. NNW von Lodberg-Feuer	25	steinig	11./8.	s	Bay, Dorset	
— Hincks 1868 l. c. p. 179.	91/92	57° 24' — 8° 03' Ndr. d. Jütlandb.	65—80	grober Schlick mit kleinen Steinen	15./8. 16./8.	s	St. Malo (Marktanner).	
<i>C.? varidentata</i> Alder. Suppl. North. and Durh. Cat. in Trans. Tynes. F. C. v. p. 238 pl. X.	131	22 M. NW von Hansthalm Feuer	47	steinig	12./9.	s		
— Hincks 1868 p. 176.	137	etw. weiter NW wie 57° 20' — 7° 56'	70	Schill mit Steinen	13./9.	—		(Drost)
— Bétencourt l. c. 1888 p. 105.	154	54° 39' — 7° 06'	36	feiner Sand	17./9.	—		(Drost)
— Marktanner 1890 l. c. 205.	160	Helgoland Süderhafen	18	Riffgrund	18./9.	s		
— L. Thornely 1894 l. c. p. 6.	168	10 M. NW v. Helgoland	40	grober Sand mit Schill	25./8.	m		
	177	54° 07' — 6° 51'	34	feiner grauer Sand mit Schill	29./8.	s		
	184	54° 11' — 5° 55'	32—40	Schlick mit Sand	30./8.	s		
	211	unweit Terschelling-Feuerschiff	28	grauer Sand	3./9.	m		
	213	53° 45' — 4° 47' N. v. Terschelling	29—37	feiner gelber Sand wechsel. m. Schlick	4./9.	s		
	225	54° 01' — 4° 05' NNW v. Terschelling-Feuerschiff	47	grauer schlickiger Sand	5./9.	s		
	255	56° 26' — 6° 25'	48	Sand	13./9.	s		
	271	55° 06' — 7° 00'	34	wahrsch. Riffgrund	15./9.	—		(Drost)
	273	„	„	„	„	s		

Ich begreife unter dieser Art auch diejenigen Exemplare, die sich durch die geringe Zahl ihrer Kelchzähne auf *Campanularia varidentata* Alder beziehen lassen würden. Mir scheint die letztere Spezies nur den Wert eines Synonyms von *Th. inconspicua* zu haben. Man findet neben Exemplaren mit kleinen Kelchen und wenigen Kelchzähnen Uebergänge zu solchen, die grössere Kelche und 8—10 Zähne haben. Eine starke Variation der Kelchzähne wird bei Campanulariden selbst

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
? <i>Gonothyraea Loveni</i> Allm. „Sea-thread Coralline“ Ellis. Corall. pl. XII C, XXXVIII B. <i>Campanularia genicu- lata</i> Lovén. Wieg- manns Archiv 1837. <i>Laomedea Loveni</i> All- man. Ann. Mag. N. H. August 1859. <i>Gonothyraea Loveni</i> Allman. Ann. Mag. N. H. May 1864. — Hincks 1868 l. c. p. 181. — Winther 1880 l. c. p. 240. — Hartlaub 1894 l. c. p. 175. <i>Laomedea Loveni</i> Le- vinsen 1892 (Grön- land) p. 170. — Levinsen 1893 (Hauchs Togter) p. 380. — Nutting 1896 l. c. p. 148.	91/92	57° 24' — 8° 03' Nordrand der Jüt- landbank	65—80	grober Schlick mit kl. Steinen	15./8. 16./8.	h	Helgoland, Ostsee (Kiel), England, Schottland, Faroer, Dänemark, Belgien, W.-K. Schwedens, Roscoff, Pas de Calais, Mittelmeer, Grönland.	auf <i>Flustra</i> zu- sammen mit zahlreichen Scyphistomen. — ohne Go- nangien

Nutting l. c. hält *G. Loveni* und *G. hyalina* für ein und dieselbe Art, da er Uebergangsformen beobachtete.

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Gonothyrea gracilis</i> Sars.	131	22 M. NW von Hansthalm-Feuer	47	steinig	12./9.	s	Helgoland, Irland, Pas de Calais, norweg. Küste, Stavanger, W.-K. Schwedens, grosser Belt — Nordcap — Mittelmeer.	an einer Mu- schelschale
<i>Laomedea gracilis</i> Sars M. Beretning om en Zool. Reise i Lofoten og Finmar- ken p. 18.								
<i>Gonothyrea gracilis</i> Allmann Ann N. H. May 1864. — Hincks 1868 l. c. p. 183. — G. O. Sars 1893 l. c. p. 121. — L. Thornely 1894 l. c. p. 6. — Hartlaub 1894 p. 175.								
<i>Campanulina</i> v. Bened.	23/26	6 M. NO von 54° 55' — 6° 34'	44	sandiger Schlick	5./8.	s		
— van Beneden Un- mot sur le mode de Reproduction des An. inf. in: Bull. Acad. Roy Belgique 1847 XIV Nr. 5 fig. 6 (<i>C.</i> <i>tenuis</i>).	124	10 M. NO von 54° 55' — 6° 40'	35	feiner gelber Sand mit Schill	11./9.	s		
	128	56° 09' — 7° 39'	30	schlickiger Sand mit Schill	12./9.	s		
	156/157	14 M. NzW von Helgoland	23	feiner Sand	17./9.	h		
— Hincks 1868 l. c. p. 186.	168	10 M. NW von Helgoland	40	grober Sand mit Schill	25./8.	s		
— Hartlaub 1897 l. c. p. 498.	178	54° 07' — 6° 51'	34	feiner grauer Sand mit Schill	30./8.	s		
	273	55° 06' — 7° 00'	34	wahrsch. Riffgrund	15./9.	s		

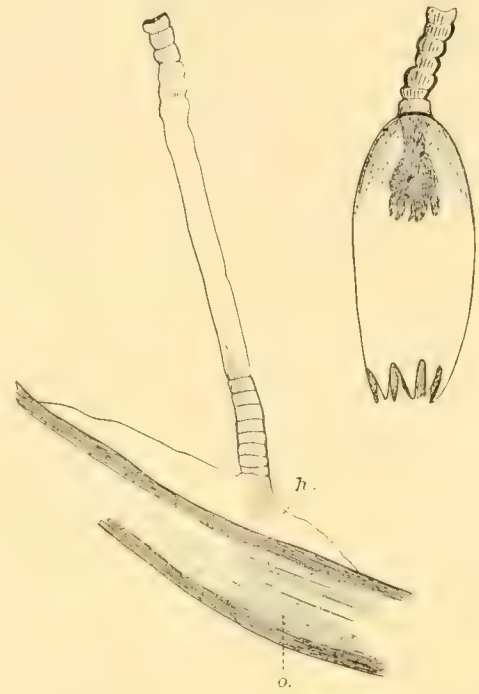
Das Material lässt seiner mässigen Erhaltung wegen und aus Mangel an Gonangien eine zuverlässige Speziesbestimmung nicht zu.

In der Umgegend von Helgoland und in der Elbmündung auf kleinen Muscheln lebend ist *Campanulina Hincksii* Hartl. häufig. Ferner kommt bei Helgoland an den Hummerkästen eine Art vor, die wahrscheinlich mit *C. repens* identisch sein dürfte. Die kleinen Stämmchen sind buschig, stark verzweigt. Die Gonangien werden der Hauptsache nach von einer Medusenknospe ausgefüllt, an deren Basis aber schon die Anlage einer zweiten, zuweilen selbst einer dritten Meduse bemerkbar ist. Auf mikrosk. Präparaten erkennt man dieselben sehr deutlich. Die Meduse dieser *Campanularia* ist bei der Ablösung relativ sehr gross. Die Otolithenbläschen enthalten 4—5 Otolithen. Die Exumbrella hat keine Nesselzellen. Die Gonaden sind schwach angelegt — ebenso die Bulben der interrad. Tentakel.

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Lafoëa fruticosa</i> Sars. <i>Campanularia fruti- cosa</i> Sars. Reise i Lofoten og Fin- marken 1850. <i>Lafoëa fruticosa</i> Sars Vid. Forhandling. 1862. — Hincks 1868 l. c. p. 202 Pl. XLI fig. 2. — Allman Chall. Rep. XXIII p. 34. — Marktanner 1890 l. c. p. 217. — Levinsen 1892 l. c. p. 171.	59	6 M. weiter NO als 56° 36' — 6° 51' (Kante der Jüt- landbank	38	Riffgrund	11./8.	m	Northumberland, Durham (Liverpool- Distrikt), Oban Bay, Shetland, South Devon, nor- wegische Küste, Kara-See, Island, Grönland, Alasca, W.-Spitzbergen, Magellan-Strasse (Allm.).	an <i>Tubularia indivisia</i>
<i>Calycella pygmaea</i> Alder M. S. <i>Lafoëa pygmaea</i> Hincks 1868 l. c. p. 205 Pl. XL. fig. 3. — Hartlaub 1894 l. c. p. 176. <i>Halisiphonia pygmaea</i> Marktanner 1890 p. 212. <i>Calycella syringa</i> Le- vinsen 1892 l. c. p. 180. — Marktanner 1895 l. c. p. 412. <i>Calycella pigmaea</i> L. Thornely 1897 l. c. p. 47.	91,92	57° 24' — 8° 03'	65—80	grober Schlick mit kl. Steinen	15./8. 16./8.	s	Tynemouth, Liver- pool-Distrikt. Grönland. Ost- Spitzbergen?	a. Gonangien

Nach neueren Ansichten gehört die früher zu *Lafoëa* gezählte Art zum Genus *Calycella*, weil sie ein Operculum besitzt. Dasselbe liess sich an meinem Material, das leider stark mit Diatomeen bewachsen war, mit Sicherheit nicht erkennen. Doch sprechen meine Präparate viel eher für wie gegen die obige Ansicht.

Die bislang unbekanntenen Gonangien wurden von Miss Thornely l. c. beschrieben; sie tragen extracapsuläre Gonophoren, welche im kleinen denen von *Calycella syringa* gleichen. — Marktanner l. c., welcher unter den Kückenthal'schen Hydroiden von Ost-Spitzbergen winzige Calyccellen fand, hat diese unter dem Namen *Calycella syringa* aufgeführt, schreibt aber, dass es sich möglicherweise um *Lafoëa pygmaea* handle. Levinsen hielt *Calycella pygmaea* nur für eine kleine Varietät von *C. syringa*, die in der Grösse der Kelche ausserordentlich variere.

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Galanthula marina</i> nov. gen. nov. spec	113	55° 13' — 6° 21'	48	Schlick	19./8.	s		
								
<p><i>Galanthula marina</i> nov. gen. nov. spec. nach einem mikroskop. Präparat mittelst Zeichenapparat gez., stark vergrössert. h Hydrorhiza, o Stamm einer Obelia.</p>								

Genus-Diagnose: Hydrorhiza kletternd, Hydranthen unverzweigt mit länglich eiförmigen, scharf abgesetzten Hydrotheken. Hydrotheka ohne Basalraum und ohne Randverdickung am Diaphragma.

Spezies-Diagnose: Hydrorhiza weit und dünnwandig. Perisark an allen Teilen dünn, Hydranthenstiele überall gleich dünn, ziemlich lang, unvollkommen geringelt. Ringelung unterhalb der Hydrotheken sehr markant, dagegen an der Basis des Stiels mehr im Charakter einer scheibenförmigen Geldrollen-Segmentierung. — Segmente fein längsgestreift. Hydrotheka seitlich ausgebaucht, mehr oder minder eiförmig mit stark eingeschnittenem Rande. Marginale Zähne länglich und spitz.

Auf Hydrozoen (*Obelia*).

Die Gattung hat Ähnlichkeit mit *Hebella*, insofern der weitglockige Kelch ohne Vermittelung eines durch ein Diaphragma abgetrennten Basalraums direkt dem Stiel aufsitzt. Bei *Hebella* zeigt das Perisark an der Grenze zwischen Stiel und Kelch eine ringförmige nach innen vorspringende Verdickung, welche unserer Gattung fehlt. Die langen Hydranthenstiele, die bauchige Form der Hydrotheka und ihr tief eingeschnittener Rand sind weitere Merkmale, die es mir passend erscheinen lassen, die neue Form vor der Hand nicht mit *Hebella* zu vereinigen. Bestimmtes über ihre generische Bedeutung lässt sich einstweilen nicht sagen, da wir die Gonothecken und die Art ihrer Fortpflanzung noch nicht kennen. Die Kelche erinnern durch die starke Auszackung des Randes an solche von *Gonothyraca gracilis*, doch sind die Kelche dieser schon durch ihre bedeutendere Grösse (sie sind über mal so gross) leicht zu unterscheiden. Die Ringe unterhalb des Kelches zeigen nicht die gewöhnliche Abrundung, sondern vielmehr scharfe Kanten. Man wird wohl nicht fehl gehen, wenn man den obersten der Stielringe für gleichwertig einem, in diesem Falle eben scharf von der oberen Kelchscheibe abgesetzten Basalraum erachtet. Es scheint ein chitines Diaphragma zwischen diesem obersten Stielring und der Hydrotheka vorhanden zu sein; der Hydranth bildet auf dieser Grenze, wenigstens eine plattenförmige Fusscheibe, so wie es in Campanularien-Kelchen auf dem Diaphragma der Fall ist. — Die Ringelung der Hydranthenstiele variiert, doch habe ich ganz geringelte Stiele nicht beobachtet.

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Filellum expansum</i> Levinsen 1892 l. c. p. 172. — Levinsen 1893 (Hauchs Togter) p. 382.	91/92	57° 24' — 8° 03'	65—80	grober Schlick mit kl. Steinen	15./8. 16./8.	m	Grönland, Karische See, Dänemark.	
<p>Ob es sich bei dieser Form um eine Hydroide und nicht um eine der <i>Freia ampulla</i> verwandtes Tier handelt, möchte ich dahingestellt sein lassen. Levinsen hat nur die Röhren, nicht aber die Hydranthen beschrieben und letztere auch wohl nicht gesehen. Ebenso wenig konnte ich in dem erweiterten basalen Teile, der häufig gefüllt war, etwas deutlich auf Hydroiden zu beziehendes unterscheiden.</p>								
<i>Halecium halecinum</i> L. „Herring - Bone Co- rall.“ Ellis Corall. p. 17 pl. X.	165	10 M. NW von Helgoland	40	grober Sand mit Schill	25./8.	s	Weit verbreitet. Viele europäische Küsten, Grönland, Ost-Spitzbergen (Markt.), Massachusetts, La- brador.	
<i>Sertularia halecina</i> Linn. Syst. p. 1308.	191	54° 14' — 5° 40'	43	sandiger Schlick	31./8.	„		
<i>Halecium halecinum</i> Schweiger Handb. N. 426.	194	„	„	„	1./9.	s		
— Hincks 1868 l. c. p. 221.	201	ca. 21 M. östl. von Borkumriff-Feuer- schiff	25	Riffgrund (grober Sand mit Steinen)	2./9.	s		
— Winther 1880 l. c. p. 243.	213	53° 45' — 4° 47'	29—37	feiner gelber Sand, wechsel. m. Schlick	4./9.	s		
— Levinsen 1893 (Hauchs Togter) p. 389.	214	Ort des Aufholens der Kurre	37	Schlick	„	s		
— Hartlaub 1894 l. c. p. 178.	217	etw. nördl. wie 214	41	„	„	s		
— Marktanner 1895 l. c. p. 482.	218	„	„	„	„	s		
— C. Schneider 1897 l. c. p. 481.	224	54° 01' — 4° 05' NNW v. Terschel- ling-Feuerschiff	47	grauer schlickiger Sand	5./9.	s		
	229	53° 35' — 4° 06'	35	Sand und Schlick	8./9.	m		
	274	ca. 23 M. W von Hörnum (Sylt)	24	harter Sand	16./9.	s		
	279	ca. 4 M. NWzW von Helgoland	38	Schlick	„	s		

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
— Hartlaub 1894 l. c. p. 179. — Edw. T. Browne 1897 l. c. p. 246. — Schneider 1897 l. c. p. 483.								
<i>Diphasia rosacea</i> L. „Lily or Pomegranate Coralline“ Ellis Cor. p. 8 pl. IV figs. a A.	59	6 M. NO von 56° 36' — 6° 51' Kante d. Jütland- bank	38	Riffgrund, grosse u. kleine Steine mit Serpula-Flustra, Ascidien u. a. Reiche Tierwelt	11./8.	s	Britische Küsten (u. a. Liverpool- Distrikt), Pas de Calais, Faroer, Massachusetts-Bay (Agassiz).	
<i>Sertularia rosacea</i> Linn. Syst. p. 1306.	129	16 M. NW von Hansthalm-Feuer	37	steinig. Bryozoen, Alcyonien.	12./9.	s		
<i>Diphasia rosacea</i> Agassiz Contribu- tions IV p. 355.	131	22 M. NW von Hansthalm Feuer	47	steinig	12./9.	s		
— Hincks 1868 l. c. p. 245. — Winther 1880 l. c. p. 265. — Bétencourt l. c. 1888 p. 108. — Hartlaub 1894 l. c. p. 179. — L. Thornely 1894 l. c. p. 7.	160	Helgoland Süder- hafen	18	Riffgrund, viele grosse Steine mit Bryozoen, Serpulen, Echinus	18./9.	s		
<i>Diphasia fallax</i> Johnst.	137	etwas weiter NW wie 57° 20' — 7° 56'	58	Kies, steinig	13./9.	s	Britische Küsten (u. a. Liverpool- Distrikt), W.-Küste Schwedens, norweg. Küste (Chrfj.- Tromsø), W.-Grön- land, N. - Amerika.	
<i>Sertularia pinnata</i> Johnst. B. Z. (1st ed.) 127 pl. IX figs. 5, 6.	141	noch etwas weiter NW wie 137	70	Schill mit Steinen	„	s		
<i>Diphasia fallax</i> Agass. N. H. U. S. IV p. 355.	190	54° 14' — 5° 40'	43	sandiger Schlick	31./8.	s		
— Hincks 1868 l. c. p. 249. — L. Thornely 1897 l. c. p. 7.	264	55° 50' — 7° 25' NNW von Horns- riff-Feuerschiff	31—28	grauer Sand	14./9.	s		

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<p><i>Sertularia pumila</i> L. „Sea-Oak Coralline“ Ellis Corall. p. 9 pl. V fig. a, A.</p> <p><i>Sertularia pumila</i> Linn. Syst. p. 1306.</p> <p>— Hincks 1868 l. c. p. 260 pl. LIII fig. 1.</p> <p>— Hartlaub 1894 l. c. p. 180.</p> <p>— Browne Edw. T. 1897 l. c. p. 246.</p> <p><i>Dynamena pumila</i> Lamx. Bull. Soc. Philom. 1812 III p. 184.</p> <p>— Marktanner 1890 l. c. p. 239.</p>	160	Helgoland, Süder- hafen	18	Riffgrund, viele gr. Steine m. Bryozoen, Serpulen, grosse Echinus	18./9.	h	Dänische, norweg., W.-schwedische, britische, irische belgische Küsten, Roscoff, St. Malo, — Mittelmeer, Faroer, Grönland, Weisses Meer, Nova Scotia, Grand Manan, Süd-Afrika (Krause).	
<p><i>Sertularia abietina</i> L. „Sea fir“ Ellis Corall. p. 4 pl. I figs. b, B.</p> <p><i>Sertularia abietina</i> Linn. Syst. 1307.</p> <p>— Hincks 1868 l. c. p. 266.</p> <p>— Allman 1888 Chall. Rep. XXIII p. 62.</p> <p>— Hartlaub 1894 l. c. p. 180.</p> <p><i>Abietinaria abietina</i> Kirchenpauer 1884 l. c. p. 31.</p> <p>— Marktanner 1890 l. c. 245.</p>	54	56° 28' — 6° 42'	46	feiner Sand u. sand. Schlick m. Steinen	10./8.	—	Weisses Meer, Kara-See, W.-Spitzbergen (Kirchenpauer; Hartlaub M. S.), Halifax, Nova Scotia (Allm.), Labrador, New- foundland, Mittel- meer, Adria, nördl. Stiller Ocean (Sitka), Unalaska, Kamtschatka.	(Drost)

Artnamen und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Sertularia filicula</i> Ell. u. Sol. — (or Fern Coralline) Ellis u. Solander Zooph. p. 57 pl. VI fig. c, C. — Hincks 1868 l. c. p. 264. — Kirchenpauer 1884 l. c. p. 32. — Marktanner 1890 l. c. p. 245. <i>Diphasia filicula</i> Le- vinsen 1892 l. c. p. 199.	160	Helgoland Süder- hafen	18	Riffgrund	18./9.	s	Common near Liver- pool and along the eastern coast (Hincks). Peterhead, Oban, Norfolk and Suffolk, Irland, norwegische Küste, Grand Manan (Stimpson), Labrador, Grön- land, nördl. Stillen Ozean, Aleuten (Clark), Unalaska, Kamtschatka, Cu- rilen, Weisses Meer.	

Exemplare von Helgoland werden auch bei Kirchenpauer (Nordische Gattungen und Arten von Sertulariden 1884 p. 32) erwähnt. Die hier auch vorkommende *Sertularia abietina* nähert sich *S. filicula* sehr durch besonders zierlichen Wuchs. Exemplare, die ich in Norwegen und bei Spitzbergen sammelte, sind viel robuster. Die Arten schienen auch Kirchenpauer in einander überzugehen.

<i>Sertularia argentea</i> Ell. und Sol.	37	Rhede von List	1—18	Sabellarien, Zingel- grund	8./8.	—	Britische Küsten, Irland, Pas de	(Drost)
„Squirrels Tail“ Ell. Corall. p. 6 pl. II fig. c, C.	66	4 M. NNW von Lodberg-Feuer	25	steinig — grosse St. mit Hydrozoen, Ascidien, Algen etc.	11./8.	m	Calais, norwegische Küste, Barents- Meer, Kattegat, Öresund, Süd- Afrika (Busk.), Süd-Amerika (Marktanner).	
<i>Sertularia argentea</i> Ell. u. Sol. Zooph. p. 38.	124	10 M. weiter NO als 54° 55' — 6° 40'	35	feiner gelber Sand m. Schill	11./9.	—		(Drost)
— Hincks 1868 l. c. p. 268.	129	16 M. NW von Hansthalm-Feuer	37	steinig	12./9.	s		
— Marktanner 1890 l. c. p. 232.	131	22 M. NW von Hansthalm-Feuer	47	steinig	12./9.	„		
— Levinsen 1893 (Hauchs Tochter) p. 385.	236	Rand d. Doggerbk.	27	Sand	9./9.	„		
	245	etw. weiter auf dem Dogger als 55° 14' — 4° 18'	32	feiner Sand mit Schill	11./9.	m		
	249/250	55° 29' — 4° 55'	32	Sand mit Schill	12./9.	m		
	274	ca. 23 M. W von Hörnum (Sylt)	24	harter Sand	16./9.	s		
	276	12 M. NNW von Helgoland	23	Sand	„	m		

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Sertularia cupressina</i> L.	6	54° 37' — 7° 28'	27—30	grober Sand mit kleinen Steinen	2./8.	—	Britische, irische, norwegische, bel- gische, holländische	(Drost)
„Sea - Cypress.“ Ell. Corall. p. 7 pl. III fig. a, A.	180	4 M. O v. Borkum- riff-Feuerschiff	23	Riffgrund -- Aste- rias, Gammariden— sehr viel Amphioxus	30./8.	m	Küsten, Faroer, Kattegat, Labra- dor, Massachusetts- Bay, Halifax, Nova Scotia.	
<i>Sertularia cupressina</i> Linn. Syst. p. 1308. — Hincks 1868 l. c. p. 270.	203	reichlich 20 M. östl. von Borkumriff- Leuchtturm	25	Riffgrund (grober Sand mit Steinen) — viel Amphioxus und Echinodermen	2./9.	m		
— Marktanner 1890 l. c. p. 233.	230	53° 35' — 4° 06'	35	Schlick und Sand	8./9.	—		(Drost)
— Levinsen 1893 (Hauchs Tochter) p. 383.	240	55° 14' — 4° 18'	42	Sand	10./9.	s		
— Hartlaub 1894 l. c. p. 232.	264	55° 50' — 7° 25' NNW v. Hornsriff- Feuerschiff	31—28	grauer Sand	14./9.	s		
	276	12 M. NNW von Helgoland	23	Sand	16./9.	—		(Drost)
	278	Kante der Helgo- länder Tiefe	36	Riffgrund	16./9.	s		
<i>Hydrallmania falcata</i> L.	59	6 M. NO von 56° 36' — 6° 51'	38	Riffgrund	11./8.	—	Britische Küsten („universally dis- tributed“, Hincks), Oster-Schelde, Ostende, Pas de Calais, W.- Küste v. Schweden, Öre- sund, grosser Belt, norweg. Küste, Weisses Meer, Faroer, Island, Massachusetts-Bay, Grand Manan, South-Afrika (Busk.).	(Drost)
„Sickle Coralline“ Ell. Corall. p. 12 pl. VII fig. a, A and pl. XXXVIII fig. 6.	66	4 M. NNW von Lodberg-Feuer	25	steinig	11./8.	—		(Drost)
<i>Sertularia falcata</i> Linn. Syst. p. 1309.	91, 92	57° 24' — 8° 03' Nordr. d. Jütlandb.	65—80	grober Schlick mit kleinen Steinen	15./8. 16./8.	s		
<i>Hydrallmania falcata</i> Hincks Brit. Zooph. p. 273.	98	ca. 22 M. NNW 1/2 W von Hanstholm	53	Sand mit kleinen Steinen	17./8.	s		
— Marktanner 1890 l. c. p. 235.	99	57° 12' — 7° 33'	60	sehr viel grosser Schill	„	s		
— Hartlaub 1894 l. c. p. 181.	134	57° 20' — 7° 56'	58—67	Schill und kleine Steine	13./9.	s		
	136							
	137	etw. NW von 57° 20' — 7° 56'	70	Schill mit Steinen	13./9.	s		
	138	„	„	„	„	—		(Drost)
	141	„	„	„	12./9.	s		

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
	145	57° 24' — 7° 57'	75	feiner dunkler Sand mit Schill	14./9.	s		
	160	Helgoland, Süder- hafen	18	Riffgrund, viel grosse Steine	18./9.	s		
	167	ca. 10 M. NW von Helgoland	16	—	25./8.	s		
	168	„	40	grober Sand mit Schill	„	m		
	169	etwas abgetrieben	35	Riffgrund	„	s		
	178	54° 07' — 6° 51'	34	feiner grauer Sand mit Schill	30./8.	s		
	190	54° 14' — 5° 40'	43	sandiger Schlick		s		
	213	53° 45' — 4° 47' N von Terschelling	29—37	feiner gelber Sand wechsel. m. Schlick	4./9.	m		mit einzelnen Gonangien
	225	54° 01' — 4° 05' NNW v. Terschel- ling-Feuerschiff	47	grauer schlickiger Sand	5./9.	h		
	253	55° 26' — 5° 40'	52	Schlick	13./9.	s		
	273	55° 06' — 7° 00'	34	wahrscheinl. Riff- grund	15./9.	s		
	278	Kante der Helgo- länder Tiefe	36	Riffgrund	16./9.	s		
<i>Thujaria thuja</i> L.	91, 92	57° 24' — 8° 03' Nordrand der Jüt- landsbank	65—80	grober Schlick	15./8.	s	„a prevalent nor- thern form“ (Hincks). South Devon, Cornwall, Tolperro, Liverp.-	(Drost)
„Bottle-Brush Coral- line“ Ellis Corall. p. 10 pl. V fig. b, B.	99	57° 12' — 7° 33'	60	Schill	17./8.		Distrikt, Doggerbk. (bes. schöne Exempl. nach Hincks), Tromsoe, Nordkap, Skagerrak, Katteg., Weiss. Meer, Island, Grönland, St. Law- rence, Behrings	
<i>Sertularia thuja</i> Linn. Syst. p. 1308.	131	22 M. NW von Hansthalm	47	steinig	12./9.	s	Straits (Stimpson), Nova Scotia, Mit- telmeer (Pallas).	
<i>Thujaria thuja</i> Flem. Brit. Ann. p. 545. — Hincks 1868 p. 275. — Marktanner 1980 l. c. p. 237. — Levinsen 1892 l. c. p. 194.	137	etw. weiter NW wie 57° 20' — 7° 56'	70	Schill mit Steinen — viele gr. Steine mit Bryozoen und Hydrozoen — einige Algen	13./9.	s		
	145	57° 24' — 7° 57'	75	feiner dunkl. Sand, Schill	14./9.	s		

Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Thujaria articulata</i> Pallas.	91,92	57° 24' — 8° 03' Nordrand der Jüt- landbank	65—80	grober Schlick mit kleinen Steinen	15./8. 16./8.	s	Grossbritannien u. Irland	
„Sea-Spleenwort or Polypody“ Ellis Cor. p. 11 pl. VI.	98	ca. 22 M. NNW $\frac{1}{2}$ W von Hanstholm	53	Sand mit kleinen Steinen	17./8.	s	(„widely distribu- ted“ Hincks), Oster-Schelde, Spitzbergen	
<i>Sertularia articulata</i> Pall. Elench. p. 137.				reiches Leben, Spongien, Bryo- zoen, Crustaceen			(Kirchenpauer), Cap d. guten Hoff- nung (Novara).	
<i>Thujaria articulata</i> Fleming Br. An. p. 545. — Hincks 1868 p. 277. — Marktanner 1890 p. 236. — Allen 1896 l. c. p. 65.	139	etwas weiter NW wie 57° 20' — 7° 56'	70	Schill mit Steinen	13./9.	s		mit einzelnen Gonangien aus einem Kabeljau- magen
<i>Antennularia ramosa</i> Lam.	264	55° 50' — 7° 25' NNW v. Hornsriff- Feuerschiff	31—28	grauer Sand, viel Schill mit leb. Mollusken	13./9.	s	Helgoland? Britische Küsten (Liverpool-Distr.), Irland, Shetland,	
„Lobsters-Horn Co- ralline, var.“ Ellis Corall. p. 15, 16, pl. IX fig. b, C.	269 270	55° 10' — 7° 25'	23	Riffgrund	15./9.	s	Christiania, W.-Küste von Schweden, Pas de Calais, Cancale (N.-franz. Küste), South-Afrika (Busk.).	m. Gonangien
<i>Antennularia ramosa</i> Lamk. An. s. vert. (2nd éd.) II p. 156. — Hincks Brit. Hydr. Zooph. p. 282 pl. LXII. — Marktanner 1890 l. c. p. 259. — G. C. Browne 1890 l. c. p. 397. — Hartlaub l. c. p. 183. — Edw. T. Browne 1897 l. c. p. 245. — L. Thornely 1894 l. c. p. 7.								



Artname und Litteratur	Journal- Nr.	Fundort	Tiefe in m	Grund	Zeit	Häufig- keit	Geographische Verbreitung	Be- merkungen
<i>Plumularia pinnata</i> L. <i>Sertularia pinnata</i> Linn. Syst. p. 1312. <i>Plumularia pinnata</i> Lamk. An. s. vert. (2nd éd) II p. 164. — Hincks Brit. Hydr. Zooph. p. 295 pl. LXV fig. 1. — Marktanner 1890 l. c. p. 253. — Hartlaub 1894 l. c. p. 182. — Nutting C. 1896 l. c. p. 49. — Schneider 1897 l. c. p. 485.	12	etwas östlicher als 54° 40' — 6° 43' Höhe von Amrum	32	grober Sand mit Steinen	3./8.	—	Brit. Küste („from Cornwall to Shet- land“ Hincks), norwegische Küste, W.-Küste von Schweden, Öresund, Pas de Calais, Mit- telmeer (Rovigno).	„21 Stämme auf gemeins. Hydrorhiza, alle m. zahlr. Gonangien“ (Drost)

Beachtenswerte Beobachtungen über die Natur der *Sarcostyle* und über eine ungeschlechtliche Vermehrungsart der Kolonien enthält die Publikation von C. Nutting.

Litteratur-Verzeichnis.

- Agassiz, L., Contributions of the Nat. Hist. Unit. St. Acalephae Vol. III u. IV 1862.
- Agassiz, A., North American Acalephae in: Ill. Cat. Mus. Comp. Zool. Harvard College Nr. 2 Cambridge, U. S. 1865.
- Alder, J., A Catalogue of the Zoophytes of Northumberland and Durham in: Trans. Tynes. Nat. F. Club 1857, und dazu Suppl. *ibid.* Vol. V.
- Allen, E. J., Notes on Dredging and Trawling Work during the latter half of 1895 in: Journ. Mar. Biol. Ass. Vol. IV p. 164—66.
- Allman, G. J., Notes on the Hydroid Zoophytes in: Ann. Mag. Nat. Hist. (3) IV, pp. 137—144, 1859.
- Notes on the Hydroida in: Ann. Mag. Nat. Hist. (3) XI, pp. 1—12 Pl. II, 1863.
- A Monograph. of the Gymnoblasic or Tubularian Hydroids 1872.
- Notes on the Hydroid Zoophytes in: Ann. Mag. Nat. Hist. (3) Vol. VIII p. 168 1861.
- Notes on the Hydroida in: Ann. Mag. Nat. Hist. (3) XIV, pp. 57—64 pl. II 1864.
- Report on the Hydroida dredged by H. M. S Challenger in: Challenger-Report Vol. VII 1883, Vol. XXIII 1888.
- Beneden van, P. J., Un Mot sur le Mode de Reproduction de animaux inférieurs in: Bull. Acad. Roy. Belgique XIV Pl. I p. 448—462, 1847.
- Recherches sur la Faune de Belg. Polypes 1866.
- Bétencourt, A., Les Hydraires du Pas-de-Calais in: Bull. Sc. France et Belgique 1888.
- Birula, A. A. B., Recherches sur biologie et zoogéographie principalement des mers russes. II Hydrozoaires, Polychètes et Crustacés, recueillies par le Dr. A. Botkine en 1895 dans les golfes du Enisei et de L'Obi (avec. 2pls.) in: Ann. Zool. Acad. Imp. Sc. St. P'bourg, 1897. Nr. 1 p. 78—115, 116.
- Bourne, G. C., Notes on the Hydroids of Plymouth in: Jour. Mar. Biol. Ass. Vol. I 1889/90.
- Browne, E. T., On British Hydroids and Medusae in: Proceed. of the Zool. Soc. of London 1896 p. 459.
- The Hydroids of Valencia Harbour, Ireland in: Irish Naturalist Sept. 1897.
- Clark, S. F., Report on the Hydroids collected of the Coast of Alaska and the Aleutian Islands in: Proceed. Acad. Nat. Sc. Philad. 1876 p. 209—238.
- Ehrenberg, C. G., Ueber die Acalephen d. Rothen Meeres etc. in: Abh. Berlin Akad. 1835 p. 181.
- Ellis, J., Essay towards a Natural History of Corallines 1755.

- Ellis & Solander, The Natural History of many curious and uncommon Zoophytes, London 1786.
- Fischer, F., Polypomedusen von Jan Mayen in: Internationale Polarforschung, Jan Mayen 1882—83 Wien 1886.
- Fleming, J., A History of British Animals Ednburgh 1828.
- Forbes, Edw., A Monograph of the British Naked-Eyed Medusae London 1848.
- Garstang, W., Notes on the Breeding Seasons of Marine Animals at Plymouth in: Journ. Mar. Biol. Ass. Vol. III p. 212 u. 222.
- Gray, J. E., Radiata, in: List of the specimens of British animals in the collection of the British Museum, Part 1, 1847.
- Hargitt, Ch. W., Character and Distribution of the genus Perigonimus in: Mitth. d. Zool. Stat. Neapel XI 1895 p. 479.
- Hargitt, Ch. W., & H. L. Osborn, Perigonimus Jonessii, a Hydroid supposed to be new, from Cold Spring Harbour, Long Island in: Amer. Natural. Vol. 28 p. 27—34, 12 Figg. (5) 1894.
- Hartlaub, C., Die Coelenteraten Helgolands in: Wiss. Meer.-Unters. Komm. z. Unters. d. d. Meere, Kiel, Neue Folge I, 1 1894 p. 161.
- Die Hydromedusen Helgolands in: Wissensch. Meer.-Unters. Komm. z. Unters. d. d. Meere, Kiel, Neue Folge II, 2 1897 p. 449 Tafel XIV—XXII.
- Hassal, A. H., and J. Coppin, Description of three species of marine Zoophytes in: Transact. microsc. Soc. Vol. 3 1852 p. 160—164.
- Hincks, Th., A Catalogue of the Zoophytes of South Devon and South Cornwall in: Ann. Mag. Nat. Hist. (Ser. 3) V 8.
- A History of the British Zoophytes London 1868.
- Johnston, G., A History of the British Zoophytes (2nd. édit) 2 Vols 1847.
- Kirchenpauer, Die Seetonnen der Elbmündung in: Abh. Naturw. Ver. in Hamburg Bd. IV. Abth. 3, 1862.
- Nordische Gattungen und Arten von Sertulariden in: Abh. Naturw. Ver. Hamburg VIII Heft III 1884.
- Lamarck, J. B. de. Animaux sans vertèbres (2te édit) 1835—45.
- Lamouroux, J. V. F., Exposition méthodique de genres de l'ordre des Polypiers, avec les descriptions de celles des principales espèces 1821.
- Lendenfeld, v., Die Hydromedusen des australischen Gebiets in: Z. f. wiss. Zool. Bd. 41 Heft 4 p. 617.
- Levinsen, G. M. R., Annulata, Hydroida, Anthozoa, Porifera in: Vid. Udbytte af Kanonbaaden „Hauchs Togter“ i 1883—86.
- Om Fornyelsen af Ernaeringsindividerne hos Hydroiderne Vidensk. Medd. f. naturh. Forening i Kjøbenhavn 1892.
- Meduser, Ctenophorer og Hydroider fra Grønlands Vestkyst Vidensk. etc. 1892.
- Linné, K. von, Systema Naturae, 12ed.
- Lovén, S. L., Bidrag till kändedom af Släktena Campanularia och Syncoryna, Svensk. Vetensk. Acad. Stockholm p. 260—281, 1835. Transl.: Arch. f. Naturgesch. p. 249—262, 321—326, pl. VI 1837.
- Marktanner Turneretscher, G., Die Hydroiden des k. k. naturhist. Hofmuseums, Annalen des k. k. naturh. Hofmuseums. Wien 1890 Vol. V.

- Marktanner Turneretscher, G., Hydroiden d. Exp. nach Ost-Spitzbergen 1889 in: Zoologische Jahrbücher Syst. Bd. VIII. (Graz 1895).
- Möbius, R., Die wirbellosen Tiere der Ostsee in: Jahresbericht, Komm. z. wiss. Unters. d. d. Meere, Kiel 1873 p. 97.
- Norman, A. M., Note on Selaginopsis and on the circumpolar distribution of certain Hydrozoa in: Ann. Nat. Hist. (5) Vol. I p. 189—192 1878.
- Nutting, C. C., Notes on Plymouth Hydroids in: Journ. Mar. Biol. Ass. Vol. IV p. 146.
- Pallas, P. S., Elenchus Zoophytorum 1766.
- Sars, G. O., Bidrag til Kundskaben om Norges Hydroider in: Vidensk. Selsk. Forhandlingar for 1873.
- Sars, M., Beretning om en zoologisk Reise i Lofoten og Finmarken in: Nyt Magazin for Naturvidenskaberne V 6.
- Fauna littoralis Norwegiae Heft I, Christiania 1846.
- Bemærkninger om fire norske Hydroider; Vidensk. Selsk. Forhandl. Kristiania 1862.
- Segerstedt, M., Bidrag till kännedomen om Hydroid-Faunan vid Sveriges Vestkust in: Bihang till k. Svenska Vet. Acad. Handlingar, V 14, Afd. 4 Nr. 4.
- Schneider, C., Hydroidpolypen von Rovigno etc. in: Zoolog. Jahrbücher, Syst. 10. Band 1897.
- Schweigger, A. F., Handbuch der Naturgeschichte der skeletlosen, ungegliederten Tiere, 1820 p. 426.
- Thornely, R. L., Supplementary Report upon the Hydroid Zoophytes of the L. M. B. C. District in: Trans. Biol. Soc. Liverpool Vol. VIII 1894.
- Winther, G., Fortegnelse over de i Danmark og dets nordlige Bilande fundne Hydroide Zoophyter in: Naturh. Tidskr. 12. Bd. p. 223—278. 1880.
- Wright, T. St., On the Reproduction of *Thaumantias inconspicua*, Quart. Journ. Micros. Sc. II p. 221, 222 1862.
- Wright, Str., Observations on British Zoophytes in: Edinb. N. P. Journ. 1859 p. 113.

Aus der Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Eier und Larven
von Fischen der deutschen Bucht.

II.

Die Bestimmung der schwimmenden Fischeier und die Methodik
der Eimessungen.

Von

Fr. Heincke und E. Ehrenbaum.

Mit 2 Tafeln (IX u. X), 17 Figuren im Text und zahlreichen Tabellen.

Inhalt.

	Seite
Vorwort	131
I. Die Bestimmung der schwimmenden Fischeier	135
II. Die Methodik der Eimessungen und die Bestimmung der Eier nach der Grösse.	
1. Maßstab und Messung	139
2. Die Variabilität des specifischen Eidurchmessers	141
3. Die Variabilität des Eidurchmessers als Gegenstand der Kollektiv- maßlehre	146
4. Unsere Untersuchungen über den Eidurchmesser.	
A. Methode der Berechnungen	151
B. Ergebnisse der Untersuchung an frischen, lebenden Eiern	155
1. Anwendbarkeit des Wahrscheinlichkeitsgesetzes. — 2. Die unvermeidlichen Messungs- fehler. — 3. u. 4. Typische Unterschiede im Durchmesser der lebenden Eier einer und derselben Species. — 5. Der Variationsumfang des specifischen Eidurchmessers. — 6. Komplexe Messungsreihen. — 7. Die Erkennung und Zerlegung komplexer Reihen.	
C. Die Messungen an konservierten Eiern	203
1. Die Konservierung mit Perenyi'scher Flüssigkeit. — 2. Die Konservierung mit Formalin.	
III. Systematik der schwimmenden Fischeier.	
<i>Pleuronectes limanda</i> L. Kliesche	215
<i>Pleuronectes flesus</i> L. Flunder	217
<i>Pleuronectes platessa</i> L. Scholle	223
<i>Drepanopsetta platessoides</i> Fabr. Rauhe Scholle	225
<i>Pleuronectes microcephalus</i> Donov. Rotzunge	226
<i>Pleuronectes cynoglossus</i> L. Hundszunge	229
<i>Rhombus maximus</i> L. Steinbutt	230
<i>Rhombus laevis</i> Rondel. Glattbutt	231
<i>Rhombus norvegicus</i> Gthr.	232
<i>Arnoglossus laterna</i> Gthr. Lammszunge	234
<i>Solea vulgaris</i> Quensel. Seeszunge	235
<i>Solea lutea</i> Bp. Zwergzunge	237
<i>Gadus aeglefinus</i> L. Schellfisch	239
<i>Gadus morrhua</i> L. Kabeljau	243
<i>Gadus pollachius</i> L. Pollack	246
<i>Gadus virens</i> L. Köhler	247
<i>Gadus merlangus</i> L. Wittling	249
<i>Gadus luscus</i> Willughby. Zwergdorsch	254
<i>Lota molva</i> L. Leng	256
<i>Rauicaps vaninus</i> L. Froschquabbe	258
<i>Motella mustela</i> L. Fünfbärtelige Seequabbe	260
<i>Clupea sprattus</i> L. Sprott	262
<i>Engraulis encrasicolus</i> L. Sardelle	265



	Seite
<i>Ctenolabrus rupestris</i> L. Klippenbarsch	266
<i>Callionymus lyra</i> L. Leyerfisch	270
<i>Callionymus maculatus</i> Bp.	271
<i>Trigla</i> sp. Knurrhähne	272
<i>Trachinus</i> sp. Petermännchen	274
<i>Scomber scomber</i> L. Makrele	275
<i>Caranx trachurus</i> L. Bastardmakrele	277
<i>Mullus surmuletus</i> L. Meerbarbe	279
IV. Die Eibestimmungen anderer Autoren nach dem Durchmesser.	
1. Die Bestimmungen von Apstein	282
2. Die Eibestimmungen von Williamson	289
V. Methodisches Verfahren bei der Bestimmung planktonischer Eier	292
VI. Tabelle zur Bestimmung schwimmender Fischeier in der deutschen Nordsee.	294
Litteratur-Verzeichnis	297
Anhang.	
A. Umrechnung von Strichen (E) in Millimeter	303
B. Maßtabellen	303
C. Berechnung der Hauptwerte und der theoretischen Reihen	313
D. Nachtrag	325

Vorwort.

Seit mehreren Jahren beschäftigt sich in der Biologischen Anstalt der eine von uns — Ehrenbaum — mit eingehenden und durch alle Jahreszeiten fortgesetzten Untersuchungen über die Eier und Larven von Fischen der deutschen Nordsee. Der erste Teil der Ergebnisse dieser Arbeiten ist bereits 1897 veröffentlicht worden, als zweiter ist die vorliegende Abhandlung anzusehen.

Obwohl bei diesen Untersuchungen die Eier aller bei Helgoland und in der deutschen Bucht vorkommenden Fischarten berücksichtigt sind, so weit sie überhaupt bis jetzt von uns gefischt werden konnten, ist doch ein besonderes Gewicht auf die schwimmenden (planktonischen) Eier der Nutzfische gelegt worden, unter denen wieder die Pleuronektiden und Gadiden die erste Stelle einnehmen. Die seit fast sieben Jahren täglich mit unserm Brutnetz gemachten qualitativen und eine Anzahl quantitativer Planktonfänge haben viele Tausende solcher Eier für die Untersuchungen geliefert. Ausserdem sind von verschiedenen Nutzfischarten Eier künstlich befruchtet worden, wobei wir uns der wertvollen Hülfe des Herrn Duge in Geestemünde erfreuen konnten, der uns mehrere Male auf hoher See befruchtete Eier von Schollen und Schellfischen verschaffte. Zahlreiche Eier, sowohl gefischte wie künstlich befruchtete, sind in unseren Aquarien erbrütet worden. Auf diese Weise konnten die neueren Untersuchungen von Mc'Intosh, Cunningham, Holt u. a. über die schwimmenden Eier der Nutzfische vielfach ergänzt und erweitert und unsere Kenntnis derselben vermehrt werden.

Wir brauchen wohl kaum näher zu begründen, dass eine solche möglichst genaue Kenntnis der schwimmenden Nutzfischeier, der Besonderheiten ihres zeitlichen und örtlichen Auftretens, ihrer Entwicklung u. a. m. nicht nur wissenschaftlich wertvoll ist, sondern auch eine praktische Bedeutung hat. Sie bildet in der That eine der unerlässlichen Grundlagen für die richtige Beurteilung der Produktion des Meeres an Nutzfischen und des praktischen Wertes einer künstlichen Aufzucht derselben.

Es ist das grosse Verdienst Hensen's, zuerst einen Weg angezeigt zu haben, auf dem man durch die Untersuchung schwimmender Fischeier zu einer begründeten Vorstellung über die Zahl von Nutzfischen gelangen kann, die zu einer bestimmten Jahreszeit in einem bestimmten Meeresteile gelaicht haben. Die Gangbarkeit dieses Weges gründet Hensen — wir glauben, mit vollem Rechte — auf die Annahme, dass die schwimmenden Eier einer Fischart, z. B. der Scholle, auf den Laichplätzen und in der Umgebung derselben sich annähernd gleichmässig im Wasser ver-

teilen. Bestimmt man nun mit der hier als bekannt angesehenen Hensen'schen Methode der quantitativen Planktonfischerei die relative Zahl von Scholleneiern, die unter einer Meeresoberfläche von bestimmter Grösse, z. B. von 1 Quadratmeter, vorkommen, so lässt sich die absolute Zahl der in einem gewissen Moment in einem grösseren Meeresgebiet gleichzeitig schwimmenden Scholleneier mit Wahrscheinlichkeit berechnen. Von dieser Zahl aus gelangt man weiter zu der Zahl der laichenden Weibchen, die jene Eier abgelegt haben, indem man empirisch feststellt, wie viel reife Eier ein laichendes Schollenweibchen des in Frage kommenden Meeresteiles durchschnittlich ablegt. So gelangt Hensen in seinen ersten Arbeiten über diesen Gegenstand (Über das Vorkommen und die Menge der Eier einiger Ostseefische, insbesondere derjenigen der Scholle, der Flunder und des Dorsches. 1883. — Über die Bestimmung des Planktons. 1887.) zu dem Ergebnis, dass auf dem 16 □ Meilen grossen Fischereigebiet von Eckernförde in den Laichmonaten Januar bis April etwa 370 Eier von Butt und Dorsch zusammen unter dem Quadratmeter Oberfläche vorkommen, woraus sich für das Gesamtgebiet etwa 165 000 laichende Dorschweibchen im Durchschnittsgewicht von $3\frac{1}{2}$ Pfund und 2 800 000 laichende Schollenweibchen berechnen. Dies Ergebnis, verglichen mit der Zahl der jährlich in dem gedachten Gebiet durchschnittlich gefangenen laichreifen Dorsche und Schollen, führt dann weiter zu dem Schlusse, dass die Zahl derjenigen laichfähigen Dorsche und Schollen, die dort jährlich dem Menschen zur Beute fallen, etwa ein Drittel von der Zahl der nichtgefangenen ausmacht, oder mit anderen Worten, dass die Fischerei jährlich etwa ein Viertel des vorhandenen Bestandes an fortpflanzungsfähigen Dorschen und Butten vernichtet.

Die Fruchtbarkeit dieser Methodik ist ersichtlich. Um sie auf einem grösseren Felde zu erproben, hat der deutsche Seefischerei-Verein auf Vorschlag und nach dem Plane von Hensen in den Monaten Februar bis Mai 1895 auf einem gemieteten Fischdampfer drei Untersuchungsfahrten ausgeführt, auf denen unter der Leitung von Apstein an 181 Stellen der Nordsee quantitative Fänge schwimmender Fischeier gemacht sind in der Absicht, für die Berechnung der in jenen Monaten abgelegten schwimmenden Fischeier wissenschaftlich brauchbares Material zu erhalten. Die Ergebnisse dieser Fahrten sind von Hensen und Apstein gemeinsam bearbeitet und in einer Abhandlung: „Die Nordsee-Expedition 1895 des deutschen Seefischerei-Vereins. Über die Eimenge der im Winter laichenden Fische. 1897“ veröffentlicht worden. Sie gipfeln in dem Nachweise, dass in der Zeit vom 15. Februar bis 1. Mai 1895 in der Nordsee unter jedem Quadratmeter Oberfläche durchschnittlich **255,55** Eier und **30,91** Fischlarven freischwebend vorhanden waren. Dies ergibt für das gesamte Gebiet der Nordsee im weitern Sinne (ohne Skagerrak) — mit Krümmel (43, 96) zu 547 623 Millionen Quadratmeter angenommen — rund 157 Billionen schwimmender Eier und Larven. Die Zahl der wirklich auf den drei Fahrten gefischten Eier, auf der jenes rechnerische Ergebnis basiert, betrug rund 8000. Um aus der gefundenen Eimenge weitere Schlüsse über die Mengen der laichenden Fischweibchen ziehen zu können, die jene Eier abgelegt hatten, mussten jene thatsächlich gefischten 8000 Eier nach Fischarten gesondert, d. h. bestimmt werden. Es fand sich, dass sie sich mit

wenigen Ausnahmen aus den Eiern des Dorsches (Kabeljau), des Schellfisches, der Scholle, der Flunder, der Kliesche, der sog. rauhen Scholle oder Scharbzunge (*Drepanopsetta platessoides* Fabr.) und des Sprotts zusammensetzten. Nach Verteilung der Eier auf diese 7 Arten und unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Eizahl, die ein Weibchen jeder dieser Arten jährlich produziert, ergab die weitere Rechnung diejenigen Zahlen an laichenden Weibchen jeder Spezies, die in den genannten Monaten des Jahres 1895 in der ganzen Nordsee mit Wahrscheinlichkeit vorhanden waren. So ergaben sich z. B. für den Kabeljau rund 44, für den Schellfisch 180, die Scholle 103, die Kliesche 773, die Flunder 38 und *Drepanopsetta* 68 Millionen laichende Weibchen als Bestand der ganzen Nordsee. Hieraus lassen sich die Gesamtzahlen laichender Fische beider Geschlechter mit Hülfe des empirisch zu ermittelnden Zahlenverhältnisses der letzteren berechnen.

Es liegt auf der Hand, dass ein solches positives Ergebnis der quantitativen Bestimmung der schwimmenden Fischeier von der grössten Bedeutung ist für eine richtige Kenntnis der Produktion der Nordsee an Nutzfischen. Kennt man den Bestand eines Meeres an laichreifen Nutzfischen auch nur mit annähernder Sicherheit, so ist auch eine Lösung der Frage möglich, ob zur Zeit in der Nordsee eine Überfischung stattfindet oder nicht.

Andererseits ist ebenso klar, dass die Sicherheit des Hensen'schen Ergebnisses bezüglich der Individuenmengen der einzelnen Nutzfische in erster Linie von einer zuverlässigen Bestimmung der wirklich gefischten Eier abhängt. Hensen und Apstein glauben, dass es ihnen gelungen sei die gefischten Eier und Larven mit Wahrscheinlichkeit in Arten zu trennen, obwohl es nicht möglich war, die Bestimmung der Eier am frischen Material zu machen; dieselbe konnte vielmehr nur an konservierten Eiern und im wesentlichen nur durch Messung ihres Durchmessers ausgeführt werden. Wir in Helgoland vermochten uns beide beim genaueren Studium der genannten Abhandlung von vornherein gewisser Zweifel nicht zu erwehren. Namentlich legten uns die Schlüsse, die Hensen über das Vorkommen und das Laichen der Flunder in der Nordsee aus der von Apstein ausgeführten Eibestimmung zog, wenigstens die Möglichkeit einer irrtümlichen Bestimmung der Flundereier nahe. Nach Hensen laicht die Flunder vorwiegend auf hoher See, in grosser Menge z. B. auf den Long Forties. Die Gesamtzahl der im Jahre 1895 laichenden Weibchen dieser Art wird für die Nordsee auf nicht weniger als rund 38 Millionen berechnet, d. h. fast so viel als laichende Kabeljau-Weibchen. Dem gegenüber stand die unzweifelhafte Thatsache, dass die Flunder sowohl von den Angel-, wie von den Kurrenfischern so gut wie gar nicht auf der hohen Nordsee gefangen wird, sondern allen bisherigen Erfahrungen nach ein reiner Küstenfisch ist, der selten die 40 m-Tiefengrenze überschreitet. Ausserdem erschien es uns nach den Erfahrungen Ehrenbaum's und anderer Forscher bei der Bestimmung schwimmender Fischeier ausserordentlich schwierig, allein mit Hülfe des Durchmessers die spezifische Herkunft eines Eies zweifellos sicher festzustellen.

Diese übrigens auch von Hensen und Apstein nicht ganz unterdrückten Zweifel haben den Arbeiten der Biologischen Anstalt über Fischeier während der beiden letzten Jahre eine ganz besondere Richtung gegeben und sind der Anlass zu der nachfolgenden Untersuchung gewesen,

die in der Hauptsache eine genaue Bestimmung der schwimmenden Fischeier und eine methodische Behandlung der Eimessungen bezweckt. Die Untersuchung wurde im Frühjahr 1897 gleich nach dem Erscheinen der Abhandlung von Hensen und Apstein begonnen, zunächst zu unserer eigenen Orientierung. Es zeigte sich bald, dass die Bestimmung schwimmender Fischeier, namentlich im konservierten Zustande, viel schwieriger ist als Andere und wir selbst bis dahin geglaubt hatten. Soll eine sichere Bestimmung ermöglicht werden, — und sie ist nötig wegen der grossen Bedeutung der Feststellung der Eimengen im Meere — so ist zuerst eine sehr gründliche vorbereitende Untersuchung an zahlreichen Fischarten und vielen Tausenden von Eiern nötig. Sie hat uns vom Winter 1897/98 an recht lange beschäftigt, namentlich, weil sich bald herausstellte, dass eine der wichtigsten und in diesem Falle im Vordergrund des Interesses stehende spezifische Eigenschaft der schwimmenden Fischeier, nämlich ihr Durchmesser, ohne ausgedehnte Zuhilfenahme des mathematischen Kalküls nicht sicher bestimmt werden kann.

Unser Wunsch war, wenigstens für die schwimmenden Eier der wichtigsten Nutzfische der Nordsee so scharfe Diagnosen aufzustellen, dass sie unter allen Umständen, also auch, worauf es ja wesentlich ankam, im konservierten Zustande sicher bestimmt werden können. Dies Ziel ist nicht erreicht und, wie wir glauben, zur Zeit auch nicht erreichbar. Es zeigt sich namentlich, dass die Bestimmung der Eier allein nach ihrem Durchmesser unmöglich ist und deshalb auch Hensen und Apstein nicht glücken konnte und nicht geglückt ist. Ergiebt sich damit zunächst ein negatives Resultat unserer Untersuchungen, so sind doch auch mancherlei positive Ergebnisse zu verzeichnen, von denen vielleicht einige allgemeineres Interesse beanspruchen können. Jedenfalls hoffen wir mit dieser Arbeit die methodische Grundlage für die Bestimmung der schwimmenden Fischeier zu legen. Auf ihr wird sich die wissenschaftliche „Feststellung der topographischen und bathymetrischen Verbreitung der Eier und Larven der marinen Nutzfische“ aufbauen lassen, wie sie die im Juni d. Js. in Stockholm geplante internationale Erforschung der Meere im ersten Satze ihres biologischen Programms verlangt.¹⁾

Was die äusserliche Beteiligung beider Verfasser an dieser Abhandlung betrifft, so sind Abschnitt I und III in der Hauptsache von Ehrenbaum ausgearbeitet, der auch die weitaus grösste Zahl aller empirischen Beobachtungen und Eimessungen ausgeführt hat. Heincke hat den Abschnitt II, den methodischen Teil, verfasst, während die übrigen Kapitel von beiden gemeinsam geschrieben sind. Bei den mathematischen Rechnungen hat uns Herr stud. math. C. Ramsauer in Berlin dankenswerte Hülfe geleistet.

Helgoland, den 31. Dezember 1899.

Die Verfasser.

¹⁾ S. Conference internationale pour l'exploration de la mer, réunie à Stockholm 1899 — Stockholm. 1899. S. 10 und Anlage 1. S. 18.

I.

Die Bestimmung der schwimmenden Fischeier.

Für alle Untersuchungen über die Verteilung schwimmender Fischeier in der Nordsee und alle daraus zu ziehenden Schlüsse ist die Frage von grösster Bedeutung, ob es überhaupt möglich ist die frei in der Nordsee treibenden Fischeier in allen Fällen auf ihre Abstammung zurückzuführen und damit zuverlässig zu bestimmen.

Diese Frage kann nur bedingungsweise bejaht werden. Die treibenden Fischeier sind der Wissenschaft überhaupt erst seit etwa 35 Jahren bekannt. Seit ihrer Entdeckung durch den bekannten norwegischen Forscher G. O. Sars ist eine Reihe von Arbeiten über diesen Gegenstand, namentlich von britischen, aber auch von deutschen, französischen, dänischen, amerikanischen, italienischen und anderen Forschern veröffentlicht worden, die unsere Kenntnis der treibenden Eier bedeutend gefördert und viele der letzteren mit solcher Sicherheit charakterisiert haben, dass es leicht gelingt die Bestimmung der Eier auszuführen.

So wird z. B. das Ei der Seeszunge, *Solea vulgaris* Quensel, unfehlbar an der Gruppierung der in enormer Zahl vorhandenen und sehr kleinen Oelkügelehen erkannt. Ebenso leicht verrät sich das Ei der Sardelle, *Engraulis encrasicolus* L., durch seine ovale Form, das Ei der nordischen *Callionymus*-Arten durch die zierlichen Erhabenheiten der Eihülle, welche in bienenwabenartigen Sechsecken angeordnet sind. Indessen giebt es nur wenige Fischarten, deren Eier durch ein so stark hervorstechendes Merkmal nach Art der angeführten Beispiele ausgezeichnet sind. Etwas grösser ist schon die Zahl solcher Eiformen, die sich durch die Kombination zweier Merkmale erkennen lassen. So wird sich z. B. das Ei des Sprotts, *Clupea sprattus* L., fast immer durch die gleichzeitige Berücksichtigung der Grösse und einer eigentümlichen totalen Zerklüftung des Dotters erkennen lassen. Ebenso ist das gleichzeitige Vorhandensein eines auffallend geringen Eidurchmessers (0,64 mm) und einer Oelkugel von gewissen Dimensionen für das Ei von *Arnoglossus laterna* Walb. so bezeichnend, dass damit eine Bestimmung dieser Form sicher gelingt. Die Eier der Zwergzunge, *Solea lutea*, Bp., sind an dem Vorhandensein einer mässig grossen Zahl gleichförmig über den Dotter verteilter kleiner Oelkugeln unter gleichzeitiger Berücksichtigung des geringen Eidurchmessers, die Eier der „rauhn Scholle“ *Drepanopsetta platessoides* Fabr., durch ihre ausserordentliche Grösse in Verbindung mit einem grossen perivitellinen Raume leicht kenntlich. Solche Beispiele liessen sich wohl noch mehr finden. Trotzdem ist die Zahl derselben nicht gross zu nennen. Sie wird erst grösser, wenn man zur Bestimmung auch die Pigmentierung des Embryos heranzieht, also ein Merkmal, das erst im Laufe der Entwicklung des Eies deutlich wird und daher nicht allen Eiern derselben Art jederzeit in gleichem Maße zukommt. Immerhin ist diese Pigmentierung ein ausserordentlich wichtiges Merkmal. Weit entwickelte Embryonen lassen sich fast bei allen Fischarten mit grosser Bestimmtheit an der Pigmentierung erkennen.

Ein weiteres Mittel, mit Hilfe dessen man über die qualitative Zusammensetzung irgend eines Eierfanges sich Klarheit verschaffen kann, besteht darin, dass man die unbekanntes Eier aus dem gegebenen Fange oder aus einem Parallelfange isoliert und sie unter Bedingungen bringt, unter denen sie sich weiter entwickeln und schliesslich zum Ausschlüpfen gelangen. An den ausschlüpfenden Larven wird man nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse mit sehr seltenen Ausnahmen bestimmen können, von welchen Eltern die

Eier stammten. Ausserdem kann man versuchen in der Nähe des Eierfanges mit der Kurre laichreife Fische zu fangen und mit deren Geschlechtsprodukten die künstliche Befruchtung auszuführen. Die so gewonnenen Embryonen würden, wenn sie sich normal weiter entwickeln, ein wertvolles Vergleichsmaterial bilden. Indessen begegnet die Ausführung der künstlichen Befruchtung bei Fahrten, wie z. B. die Apstein'schen waren, Schwierigkeiten, deren Grösse nur der mit den Verhältnissen Vertraute ermessen kann. Nicht nur fehlt an Bord eines Fischdampfers die Ruhe und Sauberkeit, mit der man im Laboratorium die künstliche Befruchtung vornehmen kann, sondern es ist auch kaum zu erwarten, dass mit wenigen kurzen Kurrenzügen überhaupt brauchbares Material von laichreifen Fischen gefangen wird. In manchen Fällen lässt sich zudem die Befruchtung nur nachts ausführen, in andern Fällen stehen ihrem Gelingen Hindernisse entgegen, deren Natur man überhaupt noch nicht kennt.

Es giebt also doch noch eine recht grosse Zahl von Eiarten, die mit den bisher bekannten Hilfsmitteln nicht sofort bestimmt werden können. Alle Eier lassen sich zwar nach dem Fehlen oder Vorhandensein einer Oelkugel in zwei grosse Gruppen scheiden und nach der Grösse noch in eine Anzahl kleinerer Gruppen zerlegen. Diese selbst sind aber in vielen Fällen nicht weiter in ihre Elemente auflösbar. Selbst unter Berücksichtigung der Jahreszeit, die für die eine oder andere Fischart als Laichzeit bekannt ist, gelingt die Scheidung nur selten, zumal bei vielen Fischen die Laichzeiten sich über 4 bis 5 Monate erstrecken. Eine besonders schwer auflösbare Gruppe dieser Art bilden z. B. diejenigen *Gadus*-Arten, welche Eier ohne Oel produzieren. Es sind der Schellfisch, *Gadus aeglefinus* L., und der Kabeljau, *G. morrhua* L. einerseits, der Köhler, *G. virens* L., der Pollack, *G. pollachius* L., der Wittling, *G. merlangus* L., der Zwergdorsch, *G. minutus* L., und *G. luscus* Willughby andererseits. Alle die genannten Arten laichen in den ersten Monaten des Jahres, bezw. des Frühjahres, und die Grössendifferenzen ihrer Eier sind meist so unbedeutend, dass die Grösse allein zur Unterscheidung dieser Formen nicht benutzbar erscheint. Der Schellfisch hat — um nur ein Beispiel anzuführen — Eier von 1,67—1,35 mm Durchmesser, der Kabeljau solche von 1,60—1,23 mm. Das sind Maße, die zum weitaus grössten Teil zusammenfallen. Auch die wichtigsten Gadiden-Eier mit Oelkugeln, nämlich die des Seehechts, *Merluccius vulgaris* L., und des Lengs, *Lota molva* L., erscheinen nach dem Durchmesser der Eier allein kaum unterscheidbar. Ähnliches gilt von der Gruppe der *Trigla*-Arten nebst *Scomber scomber* L. und *Rhombus laevis* L. Ferner von der Gruppe der *Motella*-Arten. Selbst die Scheidung der Plattfischarten *Pleuronectes flesus* L. und *Pl. limanda* L. einerseits und *Pleuronectes microcephalus* Don. und *Pl. cynoglossus* L. andererseits wird bei alleiniger Zuhülfenahme der Eigrösse nicht immer gelingen, abgesehen davon, dass schon die Trennung der letzteren Gruppe von gewissen gleich grossen Gadiden-Eiern nur bei Vorhandensein weit entwickelter und gut pigmentierter Embryonen möglich ist.

Begegnet nun nach dem Vorhergehenden schon die Bestimmung frischer Eier erheblichen Schwierigkeiten, so wachsen diese beträchtlich, sobald es sich um konservierte Eier handelt. Und doch ist man aus den bereits angeführten Gründen oft lediglich auf derartiges Material für die Untersuchung angewiesen, da es bei winterlicher Jahreszeit und entsprechend ungünstigem Wetter oft ganz unmöglich ist, die frisch gefangenen Eier einer auch nur oberflächlichen Untersuchung zu unterwerfen.

Durch die Konservierung wird ein Teil der wertvollsten Erkennungsmerkmale zum Verschwinden gebracht, ein anderer aber derartig verändert, dass nur nach sorgfältigem Studium dieser Veränderung die Merkmale für die Eibestimmung noch benutzbar bleiben. Die farbigen Pigmente des Embryos verschwinden bei jeder Konservierung früher oder später. Der Fettgehalt des Eies in Form von Oeltröpfchen verschwindet in der Regel bei längerer Einwirkung der Konservierungsflüssigkeit, besonders des Alkohols. Doch bleibt die Vertiefung des Dotters, in welcher die Oelkugel lag, gewöhnlich als solche erhalten und sichtbar, so dass man auch an konservierten Eiern meist sehen kann, ob dieselben Oeltropfen enthielten oder nicht. Am bemerkenswertesten und wichtigsten sind die Veränderungen, die die Eigrösse erleidet. Diese richten sich zunächst nach der jeweilig benutzten Konservierungsflüssigkeit. Erst neuerdings haben wir nach dem Vorgange Williamsons 1%iges Formalin für die Konservierung benutzt, das nur geringe und zunächst meist zu vernachlässigende Schrumpfung erzeugt. Bei unseren hier vorliegenden Untersuchungen hat dieses Konservierungsmittel nur eine unwesentliche Rolle gespielt; wir glauben ihm jedoch für die Zukunft vorläufig den Vorrang vor allen anderen einräumen zu sollen. Ursprünglich benutzten wir, wie auch Hensen und Apstein, in fast allen Fällen Perenyi'sche Flüssigkeit, welche auch den Vorzug hat die Eiform bestens zu erhalten. Wir

fanden jedoch nicht, wie die genannten Autoren behaupten, dass diese Konservierung mit nachfolgender Alkohol (70₁₀)-Behandlung für die Veränderung der Eigrösse belanglos ist. In der Regel — wenn auch nicht immer — verursacht sie eine mehr oder minder bedeutende Schrumpfung, deren Grad je nach der Eispezies verschieden ist und im allgemeinen mit der Dauer der Alkoholeinwirkung bis zu einer gewissen Grenze zunimmt.

Es ist klar, dass dieser Umstand die Schwierigkeiten die Eier im konservierten Zustande zu bestimmen enorm vergrössert und dass namentlich die Benutzung des Eiddurchmessers für die Bestimmung solange ausgeschlossen ist, als man sich nicht genaue Rechenschaft über seine Veränderung durch die Konservierung geben kann.

Wenn Hensen und Apstein trotz aller dieser Schwierigkeiten es dennoch versucht haben das von ihnen gefischte Eiermaterial im konservierten Zustande zu bestimmen, so sind sie dabei von der Voraussetzung ausgegangen, dass die Zahl der in Betracht kommenden Eiarten zu einer bestimmten Jahreszeit in der Nordsee eine beschränkte sein und dass sie sich noch weiter einschränken lassen müsse, wenn man nur die nach Zahl und Grösse wesentlichen Fische berücksichtigt. Die mit dieser Einschränkung schliesslich in Betracht kommenden wenigen Fischarten können vielleicht in der Grösse und einigen sonstigen Eigenschaften ihrer Eier so sehr von einander verschieden sein, dass diese Eier unter allen Umständen — ob frisch oder konserviert — auf ihren Ursprung zurückzuführen sind. Unter dieser Voraussetzung sind die genannten beiden Autoren bei der Bearbeitung ihres Materials folgendermassen verfahren.

Sie haben aus ihrem Fangmaterial 557 Eier genommen und genau gemessen. Diese 557 Eier entstammten verschiedenen quantitativen Vertikalfängen und auch einigen qualitativen Oberflächen-Fängen verschiedener Orte und verschiedener Reisen — also auch verschiedener Jahreszeiten. So sind beispielsweise die als Schellfischeier charakterisierten Eier einem bei No. 24 — am 18. Februar auf dem nördlichen Teile der Grossen Fischerbank — gemachten Oberflächenfange entnommen; die als Kliescheier bestimmten entstammen dem bei No. 143 am 26. April NW vom Eiderfeuerschiff gemachten Vertikalzuge. Auch für die Bestimmung der Flunder- und Sprott-Eier sind quantitative Fänge der 3. Reise benutzt worden, doch konnten dieselben nicht mehr genau angegeben werden.

Eine graphische Darstellung der von Apstein an jenen 557 Eiern erhaltenen Messungsergebnisse ergibt ein Schema (vgl. 32, 33), nach welchem die gemessenen Eier in mindestens 5 Gruppen zerfallen. Eine weitere Zerlegung dieser Gruppen ist nur bei einer derselben gelungen, da eine Komponente dieser Gruppe — die Sprotteier — durch das morphologische Merkmal der Zerklüftung des Dotters leicht kenntlich ist. Die Gruppe der grössten Eier, der leider nur eine geringe Zahl von Messungen zu Grunde gelegt werden konnte, schien zwar mit der nächstgrössten teilweise zu verschmelzen, die übrigen Gruppen aber waren alle sehr scharf gegeneinander abgegrenzt. Da nun Hensen und Apstein der Ansicht sind, dass während der in Betracht kommenden Zeit in dem von ihnen befischten Gebiet nur die Eier von Scholle, Schellfisch und Kabeljau, Flunder, Sprott und Kliesche in so bemerkenswerten Mengen vorhanden sind, dass sie Berücksichtigung verdienen, so ergab sich die Benennung der oben erwähnten 5 Gruppen, welche nach der Grösse der Eier gebildet worden waren, von selbst. Die von den genannten Forschern selbst erhobenen Bedenken, dass vielleicht noch Leng, Wittling und Köhler hätten berücksichtigt werden müssen, können nach ihrer Meinung fallen, da die ersten beiden erst später in die Hochzeit des Laichens einträten und auch der Wittling wegen seiner geringen Grösse nur wenig Eier ablege, während der Köhler zwar in den ersten Monaten des Jahres laiche, aber verhältnismässig selten sei.

Die von Hensen und Apstein der Grösse nach unterschiedenen Gruppen sind also folgende:

- | | | | |
|----|----------------------|------------------|----------------------|
| 1. | Grösse: 43—40 Strich | = 1,935—1,800 mm | Scholle |
| 2. | „ 39—32 „ | = 1,755—1,440 | „ Schellfisch |
| 3. | „ 30—25 „ | = 1,350—1,125 | „ Kabeljau |
| 4. | „ 23—17 „ | = 1,035—0,765 | „ Flunder und Sprott |
| 5. | „ 16—14 „ | = 0,720—0,630 | „ Kliesche. |

Nachdem diese 5 bzw. 6 Gruppen oder Grössenfächer geschaffen waren, sind sämtliche 7923 Eier, die in den quantitativen Fängen enthalten waren, gemessen und auf diese Fächer verteilt worden. Dabei ist

keine Rücksicht darauf genommen worden, ob die beobachtete Häufigkeit jeder einzelnen Maßgrösse auch jedesmal der durch die grundlegende Kurve vorgeschriebenen Ordinate entsprach.

Es lässt sich zeigen, dass ein solches Verfahren — wir nennen es die *Sortiermethode* — zu erheblichen Irrtümern führen kann und deshalb durch eine exaktere Methode ersetzt werden muss. Eine solche aufzufinden ist einer der vornehmsten Zwecke unserer Untersuchungen gewesen. Wenn auch die Bestimmung der Eier durch Messung des Eidurchmessers keinen unbedingten Erfolg verspricht, so darf doch die Wichtigkeit derartiger Messungen nicht unterschätzt werden. Gelingt es nämlich exacte Messungen des Eidurchmessers mit andern auf gleich exaktem Wege gemessenen Merkmalen der Eier zu kombinieren, so scheint eine völlig zuverlässige Bestimmung der Eier und damit das hochbedeutsame Ziel, das *Hensen* und *Apstein* sich gesteckt haben, erreichbar.

Aus diesem Gesichtspunkte muss der grosse Arbeitsaufwand gerechtfertigt erscheinen, der uns durch die vielen tausend Messungen verursacht wurde, die wir im Interesse der Lösung einer so wichtigen Aufgabe angestellt haben.

Das folgende Kapitel bringt die Ergebnisse unserer Untersuchungen zur Methodik der Eimessungen und der Bestimmung der Eier nach dem Durchmesser.

II.

Die Methodik der Einmessungen und die Bestimmung der Eier nach der Grösse.

1. Massstab und Messung.

Zahlreichere und mehr systematische Messungen von schwimmenden Fischeiern sind bisher nur von Williamson, Apstein und Ehrenbaum gemacht. Alle messen unter dem Mikroskop mit Hilfe eines Okularmikrometers, das in 100 gleiche Striche geteilt ist. Jeder Strich misst bei der von Williamson angewandten Vergrösserung, wie er uns freundlich mitteilte, $90 \mu = 0,090 \text{ mm}$. Apstein's Strich misst $45 \mu = 0,045 \text{ mm}$. Ehrenbaum's Strich von Winkel's Mikrometer-Okular No. 4 misst bei Objektiv 1 und eingeschobenem Tulus $31,44 \mu = 0,03144 \text{ mm}$. Williamson giebt seine Messungen stets in Millimetern an, rechnet also die Striche darauf um; Apstein und Ehrenbaum nehmen den Strich selbst als Maßeinheit. Hiernach ist also

1 Strich Apstein (A) = $0,0450 \text{ mm} = 1,431$ Strich Ehrenbaum

1 Strich Ehrenbaum (E) = $0,03144 \text{ mm} = 0,698$ Strich Apstein

1 Strich Williamson (W) = $0,0900 \text{ mm} = 2,000$ Strich Apstein = $2,863$ Strich Ehrenbaum.

Wir werden im folgenden diese verschiedenen angewandten Striche immer dadurch unterscheiden, dass wir hinter das Wort „Strich“ den Anfangsbuchstaben des Beobachters in Klammern setzen.¹⁾

Die Grösse des Striches (der Maßeinheit) ist für die Sicherheit der Messung nicht gleichgültig. Da die meisten wirklichen Maße zwischen zwei Mikrometerstriche fallen, müssen sie geschätzt werden. Man kann nun allein auf die ganzen Striche schätzen, wie es von Apstein geschehen ist, oder auf die ganzen und die halben Striche, wie Ehrenbaum anfangs (1897) gethan oder auf noch kleinere Bruchteile, wie Williamson, der offenbar bis auf $\frac{1}{10}$ seiner Striche geschätzt hat, da die Maßangaben in seinen Tabellen von 9 zu $9 \mu = 0,009 \text{ mm}$ fortschreiten. Die Erfahrung lehrt, dass bei solchen Schätzungen von Bruchteilen eines Mikrometerstriches häufiger auf die ganzen Striche geschätzt wird als auf die halben, weil jene festgelegt sind, diese aber selbst erst in ihrer Lage geschätzt werden müssen. Andererseits werden wieder die halben Striche öfter geschätzt als die viertel u. s. f. So müssen notwendig bei Schätzung auf halbe Striche fehlerhafte Anhäufungen von Maßen bei den ganzen Strichen entstehen und bei noch weitergehender Schätzung, auch von $\frac{1}{10}$ Strich, fehlerhafte Anhäufungen bei halben Strichen. Diese Fehler werden um so grösser sein, je grösser der Strich, die Maßeinheit, ist und je weiter die Schätzung von Bruchteilen geht, am grössten also bei Williamson. Dessen Tabellen weisen in der That, wie weiter unten gezeigt werden soll, sehr erhebliche Fehler dieser Art auf. Man soll daher, um Gleichwertigkeit der Einzelmessungen zu erzielen, nur auf ganze

¹⁾ Die Umrechnung von Strichen (E) in Millimeter siehe in Tabelle A des Anhangs.

Striche, d. h. wirklich markierte Abschnitte des Mikrometers, schätzen. Dies ist in der Folge (1898) auch stets von uns gesehen. Die Angabe, dass ein Ei 37 Strich (E) im Durchmesser misst, bedeutet demnach, dass das wirklich beobachtete Maß in dem Intervall von 36,5 bis 37,5 liegt. Man verzichtet dabei allerdings auf eine noch genauere Messung, aber nur im Interesse der Sicherheit. Andererseits verlangt dieser Verzicht, dass der Maßstab möglichst klein zu nehmen ist. Von diesem Gesichtspunkte aus sind die Ehrenbaum'schen Striche als die kleinsten unzweifelhaft besser als die von Apstein und Williamson.

Zu den möglichen Schätzungsfehlern treten jedoch noch andere, nämlich die Messungsfehler, vermeidliche und unvermeidliche. Die ersteren entstehen durch zu rohes Verfahren beim Messen. Wir messen die Eier, indem wir sie in einen ausgeschliffenen Objektträger in dieselbe Flüssigkeit thun, in der sie sich vorher befanden, d. h. frische lebende Eier in Seewasser, konservierte meist in Alkohol von 70 % oder in Formalin-Seewasser, gewöhnlich mehrere Eier gleichzeitig, zuweilen nur eins zur Zeit. Die Flüssigkeit muss die Eier eben bedecken; zu viel Flüssigkeit bringt die Eier in Bewegung, besonders im Alkohol wegen der durch Verdunstung entstehenden Strömungen. Zu wenig Flüssigkeit, sodass die Eier aus derselben hervorragen, ergibt falsche Maße. Man stellt ferner zweckmässig den einen Pol des Eidurchmessers auf einen der Zehner-Striche des Mikrometers ein, aber nicht auf den äussersten. Auf diese Weise wird man grobe Fehler bei der Messung möglichst vermeiden und es bleiben nur die unvermeidlichen zurück.

Diese sind wieder zweierlei Art. Erstens solche, die in der Natur jeder Messung, auch der schärfsten, liegen und weil sie den Gesetzen des Zufalls gehorchen, nach ihrer wahrscheinlichen Grösse berechnet werden können. Zweitens solche Fehler, die in der Natur des zu messenden Objektes liegen, in unserm Falle vor allen darin, dass wohl kein einziges schwimmendes Fischei eine vollkommene Kugelgestalt besitzt, seine verschiedenen Durchmesser also nicht gleich sind. Die Eier der Sardelle (*Engraulis encrasicolus*) haben eine ausgeprägte ovale Gestalt und der Unterschied zwischen dem grössten und kleinsten Durchmesser macht eine grössere Zahl von Strichen aus. Aber auch bei den hier wesentlich in Betracht kommenden, dem Aussehen nach ganz kugeligen Eiern haben wir sehr häufig eine Differenz von 1 Strich zwischen verschiedenen Durchmessern des frischen, aufgefischten Eies beobachtet. Bei künstlich befruchteten, also nicht normal abgelegten Eiern und bei konservierten finden sich sogar Differenzen von 2 Strichen und mehr. Ein Teil solcher grosser Messungsunterschiede muss wohl sicher auf die Unregelmässigkeit der Eigestalt zurückgeführt werden. Hieraus ergibt sich die Forderung, zur Erzielung genauerer Maße einen mittleren Durchmesser jedes Eis aus der Messung einer grösseren Zahl von Einzeldurchmessern zu berechnen, da es ganz unmöglich ist, die Lage eines und desselben Normaldurchmessers für jedes Ei zu bestimmen. Eine solche Verschärfung des Messungsverfahrens würde jedoch die Arbeit des Messens in einem Grade vermehren, der wahrscheinlich, wie weiter unten noch gezeigt werden soll, dem erlangten Gewinn nicht entspricht. Wir haben jedoch nach gewonnener Erkenntnis dieser Unregelmässigkeit der Eigestalt (seit Juli 1898) von jedem Ei stets zwei aufeinander senkrecht stehende Durchmesser (durch Drehung des Okulars um 90°) gemessen und daraus das Mittel genommen.

Wenn endlich dieselben Eier von verschiedenen Personen gemessen werden, so tritt zu den unvermeidlichen Messungsfehlern noch der persönliche Fehler hinzu. Niemals werden zwei Personen, auch wenn sie nach derselben Methode und jede möglichst sorgfältig messen, auch mit gleicher Schärfe messen; der mittlere Messungsfehler ist also persönlich verschieden. Wird eine grössere Zahl von Eiern gemessen und aus diesen Messungen ein Mittelwert gezogen, so wird auch dieser Mittelwert bei sonst ganz gleichen Umständen persönlich verschieden ausfallen müssen, weil stets der eine Beobachter im Durchschnitt etwas grösser oder etwas kleiner messen wird, als der andere. Der so entstehende persönliche Fehler ist also ein bestimmt gerichteter im Gegensatz zu den zufälligen Fehlern, die dieselbe Person macht und die ebensogut positiv wie negativ sein können. Nach unseren Erfahrungen kann dieser persönliche Fehler recht erheblich sein und die unmittelbare Vergleichung der Messungen verschiedener Autoren nicht unwesentlich erschweren. Um ihn möglichst klein zu machen, sollten daher alle Beobachter, die sich mit Eimessungen abgeben, nach einer einheitlichen Methode arbeiten und jeder mit möglichster Sorgfalt und der nötigen Vorsicht die ersten Messungen, die man zur Einübung macht, zu wichtigen Schlüssen nicht verwenden.

Die hier von uns gegebenen Messungen sind mit wenigen Ausnahmen von Ehrenbaum gemacht, persönlich also einheitlicher Natur. Wo ein anderer, z. B. unser für diese Untersuchung geschulter Präparator Hinrichs, die Messungen gemacht hat, ist dies stets besonders vermerkt.

Es ist von grosser Wichtigkeit die ungefähre Grösse der unvermeidlichen Messungsfehler empirisch zu bestimmen, was weiter unten geschehen soll. Es ergibt sich, dass es unmöglich ist dabei die beiden Arten unvermeidlicher Messungsfehler, nämlich die in der Natur jeder Messung selbst und die in der Natur des Objektes (Abweichungen des Eies von der Kugelgestalt) liegenden, von einander zu sondern. Man muss sich begnügen den aus beiden kombinierten Fehler zu bestimmen. Wir finden, dass derselbe auch bei nur einmaliger Messung jedes Eies in Mittel $\pm \frac{1}{2}$ Strich (E) nicht überschreitet. Hierdurch wird die Wahl der Maßeinheit in sofern beeinflusst, als man exakter Weise diese jedenfalls nicht kleiner nehmen darf als das Doppelte jenes durchschnittlichen Messungsfehlers, also nicht kleiner als 1 Strich (E).

2. Die Variabilität des spezifischen Eidurchmessers.

Alle Autoren, die grössere Mengen von schwimmenden Fischeiern gemessen haben, konstatieren eine bedeutende Variabilität des spezifischen Eidurchmessers. So variiert beispielsweise der Eidurchmesser frischer lebender Eier bei vier der bekanntesten Nutzfischarten nach verschiedenen Autoren in den nachstehenden Grenzen:

Eier von	n. Williamson mm	n. Holt mm	n. Ehrenbaum mm	n. allen dreien mm	n. allen dreien Strich (E)
<i>Gadus aeglefinus</i>	1,37—1,67	1,37—1,49	1,45—1,60	1,37—1,67	43—53
<i>Gadus morrhua</i>	1,35—1,47	1,37—1,40	1,23—1,60	1,23—1,60	39—51
<i>Pleuronectes fesus</i>	0,90—0,97	0,91—0,95	0,85—1,10	0,85—1,10	27—35
<i>Pleuronectes limanda</i>	0,82—0,88	0,78—0,84	0,69—0,98	0,69—0,98	22—31

Ausser der erheblichen Grösse des Variationsumfanges, der nicht weniger als 7 bis 13 Striche oder etwa $\frac{1}{4}$ des mittleren Eidurchmessers beträgt, fallen hier gleich zwei andere sehr wichtige Thatsachen ins Auge.

Einmal der Umstand, dass die verschiedenen Autoren weder alle denselben Umfang der spezifischen Variabilität angeben, noch eine gleiche Grösse dieses Umfangs. So variiert der Durchmesser des frischen Flunderereies (*Pl. fesus*) nach Holt nur von 0,91 bis 0,95 mm, also um 0,04 mm; nach Williamson von 0,90 bis 0,97 mm, also um 0,07 mm; bei Ehrenbaum von 0,85 bis 1,10 mm, also um nicht weniger als 0,25 mm. Der letztere konstatiert also beim Flunderereis einen Variationsumfang, der über dreimal so gross ist, als Williamson und über sechsmal so gross, als Holt ihn findet. Es zeigt sich sehr bald, dass dieser Unterschied der Ergebnisse verschiedener Forscher im wesentlichen daher kommt, dass sie sehr verschiedene Mengen von Eiern und von verschiedenen Fundorten gemessen haben. Innerhalb bestimmter Grenzen gilt offenbar der Satz, dass mit der Zahl und der Verschiedenartigkeit der Herkunft der untersuchten Eier einer Fischart auch der Umfang der Variabilität wächst und immer neue Extreme, sowohl positive wie negative, gefunden werden.

Zweitens zeigt sich, dass die Variationsgebiete solcher Arten, deren Eidurchmesser nur geringe spezifische Verschiedenheit haben, mehr oder weniger übereinander greifen, und dass das so entstehende, gemeinsame Variationsgebiet beider Arten um so grösser wird, je mehr Eier von jeder derselben gemessen werden. Nach Holt ist das gemeinsame Variationsgebiet vom Schellfisch und Kabeljau 1,37 bis 1,40 mm, d. h. diese Maße finden sich bei den Eiern beider Species; sein Umfang ist 0,04 mm. Nach Williamson ist das gemeinsame Gebiet 1,37 bis 1,47 mit dem Umfange von 0,11 mm, nach Ehrenbaum, der die grösste Zahl von Messungen gemacht hat, 1,45 bis 1,60 mm mit dem Umfange von 0,16 mm. Vereinigt man die Ergebnisse aller drei Autoren, so ergibt sich folgerichtig ein noch grösseres gemeinsames Variationsgebiet, nämlich von 1,37 bis 1,60 mm mit dem Umfange von 0,24 mm. Das gesamte Variationsgebiet beider Arten, des Schellfisches und Kabeljaues zusammen, ergibt sich aus den Messungen aller drei Autoren zu 1,23 bis 1,67 mm mit dem Umfange von 0,45 mm. Von diesem Gesamtgebiet sind 0,24, d. h. nicht weniger als 50 % beiden Arten gemeinsam, während für den Schellfisch ein eigentümliches Gebiet von 0,07 mm oder rund 16 % und für den Kabeljau ein solches von 0,14 mm oder 31 % des Gesamtgebietes vorhanden ist. Ähnliches ergibt sich für Flunder und Kliesche (*Pl. limanda*), nur dass hier das gemeinsame Variationsgebiet kleiner ist, als bei Schellfisch und Kabeljau.

Es ist selbstverständlich, dass die im vorigen beispielsweise gegebenen Eimessungen verschiedener Autoren an solchen Eiern gemacht sind, deren spezifische Herkunft zweifellos war, sei es, dass es sich um künstlich befruchtete Eier handelte, oder um solche planktonisch gefischte, die nach andern morphologischen Eigenschaften des Eies, z. B. der Pigmentierung des Embryos, vollkommen sicher bestimmt werden konnten. Wenn wir dies noch besonders betonen, so geschieht es, weil schon diese wenigen Beispiele den Beweis liefern, dass die spezifische Herkunft schwimmender Fischeier allein nach dem Eisdurchmesser nicht sicher ermittelt werden kann. Es ist z. B. ganz unmöglich, die Eier vom Schellfisch und Kabeljau nach dem Eisdurchmesser zu bestimmen. Wenn dies Apstein mittelst seiner Sortiermethode (s. Abschnitt I) scheinbar gelungen ist, so kann dies nur daher kommen, dass die von ihm angegebenen Variationsgebiete der beiden genannten Arten unrichtig und künstlich festgelegt sind.

Um trotz der grossen Variabilität des Eisdurchmessers feste spezifische Werte für denselben zu erhalten, haben die Autoren, die sich bisher mit diesem Gegenstand beschäftigten, zwei verschiedene Methoden angewandt. Die meisten berechnen die mittlere Eigrösse als arithmetisches Mittel aus der Gesamtzahl der von ihnen ausgeführten Einzelmessungen. Apstein (32, 33 f.) bestimmt dagegen die sogenannten normalen Eigrössen; diese gewinnt er, indem er die Eigrössen, ausgedrückt in Strichen, auf eine Abessinlinie einträgt und die zu jeder Grössenstufe gehörenden Eimengen als Ordinaten nimmt, wobei dann die zur grössten Ordinate gehörende Eigrösse den normalen Wert bezeichnet. Der Normalwert Apstein's ist also dasselbe, wie der häufigste oder, um uns eines in der Folge zu gebrauchenden Ausdrucks zu bedienen, der dichteste Wert. Die bequemste und zunächst liegende Berechnung des mittleren Wertes, den wir als arithmetisches Mittel mit A bezeichnen wollen, ist unabhängig von irgend einer besonderen Verteilung der beobachteten Einzelmaße innerhalb des ganzen Variationsumfanges, d. h. zwischen den beiden Extremen. Die Bestimmung des normalen oder dichtesten Wertes (allgemein mit D zu bezeichnen) ist dagegen abhängig von der besonderen Verteilung der einzelnen Werte und genau genommen nur möglich, wenn nur ein einziger solcher dichtester Wert existiert. Folgende Beispiele dienen zur Erläuterung. Sie sind ausgewählt nur mit der Absicht, die Möglichkeit sehr verschiedener Messungsreihen und die verschiedene Lage und Bedeutung der Werte A und D in denselben zu veranschaulichen, aber ohne Rücksicht darauf, ob die Messungen mehr oder weniger scharf oder ob die Eier lebend oder konserviert waren. Die Bestimmung der Species ist jedoch sicher.

1. 100 Eier des *Sprotts*, lebend, gefischt bei Helgoland Anfang Mai:

$$\frac{\text{Strich (E)} \quad 28 \quad - \quad 29 \quad - \quad 30 \quad - \quad 31 \quad - \quad 32 \quad - \quad 33 \quad - \quad 34 \quad - \quad 35 \quad - \quad 36}{\text{Eizahlen} \quad 2 \quad + \quad 6 \quad + \quad 16 \quad + \quad 26 \quad + \quad 29 \quad + \quad 13 \quad + \quad 6 \quad + \quad 1 \quad + \quad 1} A = 31,48. \quad D = 32.$$

- 1a. 100 Eier des *Sprotts*, lebend, gefischt bei Helgoland Ende Mai:

$$\frac{\text{Strich (E)} \quad 27 \quad - \quad 28 \quad - \quad 29 \quad - \quad 30 \quad - \quad 31 \quad - \quad 32 \quad - \quad 33 \quad - \quad 34}{\text{Eizahlen} \quad 2 \quad + \quad 4 \quad + \quad 24 \quad + \quad 40 \quad + \quad 21 \quad + \quad 7 \quad + \quad 1 \quad + \quad 1} A = 30,04. \quad D = 30.$$

2. 100 künstlich befruchtete Eier der *Scholle*, lebend, Februar 1898, 12 Tage nach der Befruchtung gemessen:

$$\frac{\text{Strich (E)} \quad 55 \quad - \quad 56 \quad - \quad 57 \quad - \quad 58 \quad - \quad 59 \quad - \quad 60 \quad - \quad 61 \quad - \quad 62}{\text{Eizahlen} \quad 1 \quad + \quad 4 \quad + \quad 3 \quad + \quad 2 \quad + \quad 6 \quad + \quad 33 \quad + \quad 43 \quad + \quad 8} A = 60,19. \quad D = 61.$$

- 2a. 100 künstlich befruchtete Eier der *Scholle*, lebend, Februar 1898, 18 bis 20 Tage nach der Befruchtung gemessen:

$$\frac{\text{Strich (E)} \quad 60 \quad - \quad 61 \quad - \quad 62 \quad - \quad 63 \quad - \quad 64}{\text{Eizahlen} \quad 1 \quad + \quad 23 \quad + \quad 61 \quad + \quad 12 \quad + \quad 3} A = 61,93. \quad D = 62.$$

3. 110 künstlich befruchtete Eier der *Kieler Scholle*, lebend, gemessen 2. März 1899 von Apstein:⁴⁾

$$\frac{\text{Strich (A)} \quad 39 \quad - \quad 40 \quad - \quad 41 \quad - \quad 42 \quad - \quad 43 \quad - \quad 44 \quad - \quad 45}{\text{Eizahlen} \quad 10 \quad + \quad 36 \quad + \quad 42 \quad + \quad 15 \quad + \quad 5 \quad + \quad 1 \quad + \quad 1} A = 40,78. \quad D = 40.$$

⁴⁾ Nach einer privaten Mitteilung von Herrn Dr. Apstein.

- 3a. Dieselben 110 Scholleneier, nach der vorigen Messung konserviert und wieder gemessen am 7. Mai 1897 von Apstein:¹⁾

$$\begin{array}{l} \text{Strich (A)} \quad 33 - 34 - 35 - 36 - 37 - 38 - 39 - 40 - 41 - 42 \\ \text{Eizahlen} \quad 1 + 11 + 15 + 21 + 19 + 11 + 19 + 5 + 7 + 1 \end{array} \quad A = 37,08. \quad D = 36.$$

4. 60 lebende, von Juni bis Juli 1897 im Plankton bei Helgoland gefischte Eier der Zwergzunge (*Solea lutea*):

$$\begin{array}{l} \text{Strich (E)} \quad 23 - 23,5 - 24 - 24,5 - 25 - 25,5 - 26 - 26,5 \\ \text{Eizahlen} \quad 2 + 7 + 17 + 17 + 8 + 5 + 2 + 2 \end{array} \quad A = 24,46. \quad D = 24 \text{ u. } 24,5.$$

Der allgemeine Charakter aller dieser hier aufgeführten Messungsreihen — und, wie gleich hinzugefügt werden mag, überhaupt aller Messungsreihen von Fischeiern — ist der, dass die Zahlen, die die Häufigkeit der einzelnen Maßstufen bezeichnen, von dem häufigsten oder dichtesten Wert D an nach beiden Seiten hin stetig abnehmen. In der Regel liegt dieser dichteste Wert etwa in der Mitte zwischen den beiden Extremen der Variation, ganz genau z. B. bei 1 und 2a, ziemlich genau bei 1a. D kann aber auch weit nach einem Ende der Reihe hin gerückt sein, wie in 3 und ganz besonders in 2. Der dichteste Wert kann sehr scharf markiert sein z. B. in 1a und in 2a, wo die Häufigkeit von D beide male die Häufigkeit der beiden ihn einschliessenden Werte bedeutend überragt. Oder die zu D gehörige Zahl ist nur wenig grösser als beide oder als eine der Nachbarzahlen, wie in 1 und 3a. Oder endlich, es existieren gar zwei ganz gleiche D-Werte neben einander, wie in 4. Es ist auch sehr wohl denkbar, dass drei und mehr gleiche, entweder neben einander oder getrennt liegende D-Werte in einer Messungsreihe vorkommen; es könnte u. a. auch die Reihe 2a aus lauter gleich häufigen Werten zusammengesetzt gedacht werden, nämlich aus je 20 Eiern der Grössen 60 bis 64 Strich.

Im Gegensatz zu der Möglichkeit des Auftretens mehrerer dichtester Werte in einer Messungsreihe gibt es begriffsmässig immer nur einen mittleren Wert A derselben. Ist nur ein D-Wert oder sind zwei gleiche unmittelbar neben einander vorhanden, so liegt A stets mehr oder weniger in der Nähe desselben, um so näher oder auch ganz mit ihm, bezw. der Mitte beider zusammenfallend, je mehr D der Mitte zwischen beiden Extremen genähert ist und je mehr die übrigen Häufigkeitszahlen von D aus nach oben und unten eine ähnliche oder gleiche abnehmende Reihe bilden, wie z. B. in 1a, 2a und 4. Grössere Abweichungen zwischen A und D finden sich dagegen dann, wenn entweder mehrere von einander getrennte D-Werte in der Reihe vorhanden sind oder der einzige vorhandene weiter von der Mitte der Reihe entfernt liegt, wie in 2 und 3, oder endlich die Reihe erhebliche Störungen des regelmässigen Abfalls nach beiden Seiten vom dichtesten Wert an aufweist, wie z. B. in ausgeprägter Weise die Reihe 3a.

Es fragt sich nun, welcher der beiden Werte, der mittlere A oder der dichteste D, als am meisten charakteristisch für eine Reihe vorzuziehen ist, wenn man die spezifische Grösse des Eidurchmessers durch einen einzigen Wert ausdrücken will? Die Praxis hat sich bisher für den mittleren Wert entschieden, nicht nur bei Eimessungen, sondern bekanntlich bei allen Messungen variierender Eigenschaften von Pflanzen und Tieren. Und zwar nicht nur deshalb, weil es in jeder Reihe nur einen solchen Wert gibt, sondern auch weil die Erfahrung lehrt, dass der dichteste Wert allgemein nur wenig von ihm abweicht, so lange die gemessenen Objekte einem und demselben Typus angehören, d. h. derselben Species oder derselben Rasse oder, wie es bei Eiern möglich ist, demselben Fischindividuum. Gibt man nun neben dem mittleren Wert noch das obere und untere Extrem der Messungsreihe an, so bekommt man gleichzeitig auch eine gewisse Vorstellung von der besondern Natur der Reihe, indem nun die Lage des mittleren Wertes und damit auch annähernd die des dichtesten Wertes bestimmt ist. Die Reihe 2 unserer Beispiele wird demnach bezeichnet durch 55—62. A = 60,19; die Reihe 2a durch 60—64. A = 61,93 u. s. f. In dieser Weise sind bisher fast alle Forscher verfahren, die Messungen an schwimmenden Fischeiern gemacht haben.

Eine eingehendere wissenschaftliche Betrachtung der Messungsreihen, die in der Absicht geschieht etwaige Gesetzmässigkeiten derselben festzustellen, führt nun allerdings dahin, neben dem mittleren Wert einer Reihe nicht nur den dichtesten Wert — und zwar diesen gerade als wesentlichsten

¹⁾ Nach einer privaten Mitteilung von Herrn Dr. Apstein.

und am meisten charakteristischen — sondern auch noch eine ganze Reihe anderer Werte mit möglichster Schärfe mathematisch zu bestimmen. Womit dem eine ganz neue Art der wissenschaftlichen Behandlung und Verwertung der Messungsergebnisse eingeführt wird, was weiter unten alsbald geschehen soll.

Vorläufig interessiert uns jedoch nur das Ergebnis, zu dem die verschiedenen Forscher auf dem alten Wege bei ihren Untersuchungen über die spezifische Eigrösse der verschiedenen Fischarten gelangt sind. Es zeigt sich hier, dass ebenso wie die extremen, so auch die mittleren Werte einer Species sehr verschieden ausfallen können, nicht nur bei verschiedenen Beobachtern, sondern auch bei verschiedenen Messungsreihen eines und desselben Beobachters und einer und derselben Gegend. Die folgenden beiden Tabellen über die extremen und mittleren Eigrössen der Kliesche und Scholle mögen dieses Ergebnis erläutern. Es sind nur frische, d. h. lebende Eier in Betracht gezogen.

Tab. 1. Eier der Kliesche (*Pleur. limanda*).

Beobachter (Ort)	Zahl	Extreme mm	Mittel (A) mm	Bemerkungen
Holt (Britische Küste)	?	0,78—0,84	0,81	gefischt
Williamson (Schottische Küste)	33	0,82—0,88	0,85	künstlich befruchtet
Ehrenbaum (Helgoland)	30	0,91—0,98	0,94	künstl. befruchtet 3./3. 98.
„ „	100	0,82—0,88	0,85	dsgl. 17./3. 98.
„ „	100	0,82—0,88	0,84	dsgl. 29./3. 98.
„ „	131	0,79—0,94	0,84	gefischt vom 31. 1. bis 10./2. 98.
„ „	100	0,69—0,85	0,78	dsgl. vom 10./5. bis 13./5. 98.
„ „	30	0,72—0,82	0,77	dsgl. vom 25./5. bis 26./6. 98.
Bei allen in mm		0,69—0,98	0,77—0,94	
..... in Strichen (E)		22—31	24,49—29,89	
..... in Strichen (A)		15—22	17,11—20,89	

Tab. 2. Eier der Scholle (*Pleur. platessa*).

Beobachter (Ort)	Zahl	Extreme mm	Mittel (A) mm	Bemerkungen
Mc'Intosh (Schottische Küste)	?	1,65—1,79	1,75	gefischt (?)
Cunningham (Englische Küste)	?	1,65—2,13	1,95	gefischt
Williamson (Schottische Küste)	22	1,85—2,09	1,94	künstl. befruchtet
Ehrenbaum (Helgoland)	6	1,67—1,92	1,84	gefischt, März, April.
„ „	29	1,73—2,04	1,96	gefischt, Jan. bis Febr. 98.
„ „	100	1,89—2,01	1,94	} künstl. befruchtet Febr. 98.
„ „	100	1,73—1,92	1,85	
Apstein (Kiel)	110	1,76—2,03	1,84	12 Tage später gemessen. Jede Portion von einem andern Individuum; beide von der grossen Fischerbank. künstl. befr. 2./3. 97; an demselben Tage gemessen
Bei allen in mm		1,65—2,13	1,75—1,96	
..... in Strichen (E)		56—68	55,66—62,34	
..... in Strichen (A)		37—47	38,89—43,55	
Bei allen ausschliesslich Mc'Intosh in mm		ebenso	1,84—1,96	
..... in Strichen (E)		ebenso	58,52—62,34	
..... in Strichen (A)		ebenso	40,89—43,55	

Die erhebliche Verschiedenheit des mittleren, als spezifisch angenommenen Eidurchmessers springt klar in die Augen. Bei der Kliesche beträgt sie nicht weniger als 0,17 mm oder 5,4 Ehrenbaum'sche und 3,8 Apstein'sche Striche. Bei der Scholle macht sie 0,21 mm oder rund $6\frac{1}{2}$ Ehrenbaum'sche und $4\frac{1}{2}$ Apstein'sche Striche aus. Selbst wenn man das am meisten abweichende Mittel, das von Mc'Intosh, fortlässt, weil derselbe das obere Extrem seiner Messungen (1,79) später nicht aufrechterhalten hat, so erhält man für die Scholleneier doch immer noch eine Differenz der Mittel von 0,12 mm oder rund 4 Ehrenbaum'schen und $2\frac{1}{2}$ Apstein'schen Strichen.

Ähnliche grosse Differenzen der Mittel ergeben sich nach unserer Prüfung bei allen Arten schwimmender Fischeier. Die Gewinnung eines scharf bestimmten spezifischen Mittels der Eigrösse erscheint hiernach kaum möglich. Für den allgemeinen Zweck, eine annähernde Kenntnis der spezifischen Eigrösse einer Fischspecies zu erlangen, mag es auch wohl genügen die weiten empirisch gefundenen Grenzen anzugeben, innerhalb derer er liegen muss. Für unsere besonderen Ziele aber, namentlich für die Klärung der Frage, wie weit der spezifische Eidurchmesser als Mittel zur sichern Bestimmung der schwimmenden Fischeier benutzbar ist, darf auf eine schärfere Grenzbestimmung eines solchen Wertes, wenn er überhaupt besteht, füglich nicht verzichtet werden. Dies erhellt ganz deutlich, wenn man einen Blick auf die graphische Darstellung wirft, die Hensen und Apstein S. 33 Fig. 3 ihrer Abhandlung (32) geben, um ihre Unterscheidung der Eier durch Messung zu veranschaulichen. Wenn die grössten Ordinaten der dort gezeichneten fünf Eier-Kurven nach wiederholter Messung entsprechender Arten und Mengen von Eiern von verschiedenen Orten und Zeiten sich beliebig nach rechts oder links um 1 bis 2 Striche verschieben können — und das ist nach den eben besprochenen Erfahrungen mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen — so wird die jetzt so scharfe Trennung der fünf Eisorten sicher verschwinden und die Sortiermethode von Apstein unanwendbar werden.

Der somit unerlässliche Versuch zu einer schärferen Bestimmung der spezifischen Eigrösse zu gelangen, muss damit beginnen die möglichen Ursachen zu erwägen, die jene so sehr verschiedenen Mittel der Eigrössen ergeben können. Sie sind ersichtlich sehr verschiedener Art.

1. Die Eigrösse einer Fischart, z. B. der Scholle, könnte verschieden sein in den verschiedenen Meeren oder den verschiedenen Teilen eines und desselben Meeres, die Eier der Ostseescholle z. B. im Mittel grösser oder kleiner als die der Nordseescholle u. s. f. Diese Möglichkeit ist um so erwägenswerter, als die Existenz gut unterscheidbarer Lokalrassen verschiedener Fische, auch der Scholle, unzweifelhaft festgestellt ist.

2. Die mittlere Grösse der Eier jüngerer und älterer Fische derselben Art könnte verschieden sein, da in der That Anhaltspunkte dafür vorhanden sind, dass die älteren und grösseren Individuen einer Art grössere Eier ablegen als die jüngeren und kleineren, und dass die im Beginn der Laichsaison abgelegten Eier einer Art grösser sind als die später abgelegten.

3. Die mittlere Eigrösse könnte verschieden sein je nach dem Entwicklungsgrade des Embryos. In der That erscheint es kaum zweifelhaft, dass während der Entwicklung und besonders kurz vor dem Ausschlüpfen des Embryos wohl bei allen Eiern eine Dehnung der Eihaut und damit eine Vergrösserung des Eidurchmessers eintritt.

4. Die mittlere Eigrösse kann bei einer und derselben Portion Eier einer Fischart verschieden ausfallen je nach der Schärfe der Messung. In der That ergibt die Probe, dass niemals zwei oder mehrere nacheinander von verschiedenen oder von demselben Beobachter ausgeführte Messungen derselben Eier genau das gleiche Mittel ergeben. Die Ergebnisse fallen um so verschiedener aus, je verschiedener die sächlichen und persönlichen Umstände bei den wiederholten Messungen gewesen sind (vergl. oben S. 140).

5. Jede, selbst die absolut scharfe Messung gleichartiger, in grosser Zahl vorhandener Objekte, wie es die Eier einer Fischart sind, ist ihrer Natur nach so lange unvollkommen, bis alle vorhandenen Individuen gemessen sind, aus denen insgesamt das allein richtige Mittel gezogen werden kann. Da niemals alle Eier einer Fischart gemessen werden können, vielmehr bei der ausserordentlichen Menge derselben nur ein verschwindend kleiner Bruchteil, so entsteht die überaus wichtige Frage, ob überhaupt die Berechnung eines Mittels möglich ist, das sich dem unbekanntem wahren Mittel in brauchbarer Weise hinreichend annähert und wenn —, wie gross die Zahl der zu messenden gleichartigen Objekte sein muss, um dieses Ziel zu erreichen.

Die Zahl der möglichen Ursachen, die ein verschiedenes spezifisches Mittel der Eigrösse ergeben können, ist mit den obigen vier sicher noch nicht erschöpft. Jedenfalls ist gewiss, dass man zu einer schärferen Bestimmung der hier zu suchenden mittleren Werte nur wird gelangen können, wenn es möglich ist, den Anteil, den jede einzelne jener verschiedenen Ursachen an der Gestaltung dieser Werte hat, einigermaßen für sich zu ermitteln. Diese Möglichkeit besteht in der That. Wir gelangen hiermit zu jener exakteren wissenschaftlichen Behandlung der Eimessungen, von der schon oben die Rede war, und die sich nicht nur als nutzbringend, sondern als *unentbehrlich* erweisen wird.

3. Die Variabilität des Eidurchmessers als Gegenstand der Kollektivmasslehre.

Die Grösse eines befruchteten lebenden Fischeies, in unserm Falle der Durchmesser desselben, ist so gut eine messbare Eigenschaft eines organischen Individuums, wie etwa die Körperlänge des ausgebildeten Fisches oder wie die Armlänge oder die Schädelbreite eines Menschen. Es ist daher zu erwarten, dass die individuelle Variabilität dieser Eigenschaft, d. h. die beobachtbare und messbare Verschiedenheit derselben bei nächstähnlichen Individuen, in diesem Falle bei den verschiedenen Eiern eines Fischweibchens oder einer bestimmten Lokalforn einer Fischart oder dieser Art an sich, denselben allgemeinen Gesetzen gehorcht wie etwa die individuelle Verschiedenheit der Schädelbreite innerhalb einer menschlichen Familie, eines Volksstammes oder einer Rasse.

Es ist nun zunächst von den Anthropologen und später auch von einer grösseren Zahl von Botanikern und Zoologen an sehr umfangreichem Material der Nachweis geliefert worden, dass die individuelle Variabilität messbarer Eigenschaften von Pflanzen und Tieren den Gesetzen des Zufalls unterliegt und zwar um so strenger, je mehr oder besser gesagt, unter der Voraussetzung, dass die betreffenden Individuen, abgesehen von der Besonderheit ihres individuellen Zustandes, als Gesamtheit den gleichen Entwicklungs- und Lebensbedingungen unterliegen. In einem solchen Falle befinden sich beispielsweise die von einem Schollenweibchen zu gleicher Zeit abgelegten und befruchteten Eier, die sich vom Orte der Ablage an in dem umgebenden Wasser verteilen. Hier sind alle Bedingungen so sehr gleich, dass man vollkommene Gleichheit aller Eier in allen ihren Eigenschaften erwarten sollte. Wenn diese trotzdem nicht existiert, vielmehr jedes einzelne Ei einen etwas anderen Durchmesser besitzt, so ist dies zahllosen untergeordneten Kräften zuzuschreiben, die in derselben Weise regellos und zufällig wirken, wie etwa jene, die die verschiedenen Würfe beim Würfelspiel herbeiführen. Wie in diesem zum passenden Vergleich herangezogenen Falle die einzelnen Würfe bestimmte, nach den Gesetzen des Zufalls geregelte Abweichungen von einem sog. normalen Durchschnittswurfe oder wahrscheinlichsten Wurfe zeigen, dessen Augenzahl $3\frac{1}{2}$ mal die Zahl der Würfel ausmacht, so zeigen also auch die einzelnen individuellen Eidurchmesser nach den Gesetzen des Zufalls geregelte Abweichungen von einem Normalwerte. Dasjenige Wahrscheinlichkeitsgesetz, das im allgemeinen als adäquater Ausdruck dieser zufälligen Wirksamkeit der sog. individualisierenden Kräfte angesehen werden kann, ist das bekannte *Gauss'sche Fehlergesetz*. Dasselbe, ausgedrückt durch die Gleichung

$$(1) \quad y = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-hh. xx} \quad \text{oder}$$

$$(1a) \quad x = \frac{1}{\sqrt{\pi} \sqrt{1/2} n} e^{-\frac{2 xx}{n}}$$

besagt, dass bei jeder menschlichen Beobachtungsart (Zählung, Messung) stets Fehler gemacht werden, die rein zufälliger Natur sind und in Ansehung des wahren Wertes der zu messenden Grösse ebenso gut positiv wie negativ sein können; dass ferner jener wahre Wert oder der wahrscheinlichste gleich dem arithmetischen Mittel aus allen Einzelmessungen ist und dass endlich grosse Abweichungen von dem wahren oder mittleren

Werte in bestimmtem Verhältnisse seltener sind als kleine, dass mit andern Worten die Häufigkeit oder Wahrscheinlichkeit eines Beobachtungsfehlers eine Funktion seiner Grösse ist. Wenn y die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers von der Grösse x ist, so giebt die obige Gleichung diese Beziehungen zwischen y und x an. In ihr bedeutet e die Basis der natürlichen Logarithmen = 2,71828 und $-\frac{1}{h}(1) = \sqrt{\frac{1}{2}n}$ (1a) eine Konstante, die je nach der Schärfe der Beobachtungsart verschieden ist.

Übertragen auf die individuelle Variabilität nächstverwandter Organismen besagt dieses Gauss'sche Gesetz, dass die auf alle gleichartigen Individuen einwirkenden gemeinsamen Lebensbedingungen gleichsam bestrebt sind, in jedem einzelnen Falle denselben Wert einer Eigenschaft zu erzeugen (den normalen, mittleren, typischen Charakter derselben), dass dies aber niemals völlig gelingt, die Natur vielmehr bei jedem Individuum einen gewissen Fehler macht, dessen Grösse und Häufigkeit eben jenem Wahrscheinlichkeitsgesetze folgt. Wie dort so bezeichnet auch hier eine gewisse Konstante ($\frac{1}{h} = \sqrt{\frac{1}{2}n}$) die jedesmalige Schärfe, mit der die Natur bei ihren Versuchen zur Erzeugung des typischen Wertes verfährt. Es ist klar, dass diese Konstante ein Maß von dem ist, was wir „Variationsgrad“ oder „Variationsbreite“ einer Eigenschaft nennen.

Mit Hülfe der auf das Gauss'sche Gesetz aufgebauten Methode der kleinsten Quadrate lässt sich leicht berechnen, wie weit die Erfahrung, d. h. die empirisch gefundenen Werte einer Messungsreihe, mit den theoretischen Forderungen jenes Gesetzes in Einklang stehen. Die Messung von 200 künstlich befruchteten Scholleneiern ergibt beispielsweise folgende empirische Zahlen:

$$\begin{array}{r} \text{Strich (E)} \quad 60 \quad - \quad 61 \quad - \quad 62 \quad - \quad 63 \quad - \quad 64 \\ \hline \text{Empir. Eizahlen } 2 \quad + \quad 53 \quad + \quad 112 \quad + \quad 29 \quad + \quad 4 = 200 \end{array}$$

Das arithmetische Mittel A aller Messungen ist gleich 61,90. Man berechnet nun die Abweichungen d jeder einzelnen Messung vom Mittel, quadriert dieselben, bildet die Summe dieser Quadrate ($\sum d^2$), dividiert dieselbe durch die Anzahl m der Einzelmessungen ($\frac{\sum d^2}{m}$), zieht die Quadratwurzel daraus $\sqrt{\frac{\sum d^2}{m}}$

und erhält damit die Wurzel aus dem s. g. mittleren Abweichungsquadrat = $q = 0,756$ in unserm Falle. Von q gelangt man durch Multiplikation mit 0,6745 zu dem Wert w , hier = 0,51, der s. g. wahrscheinlichen Abweichung der Einzelmessung.⁴⁾ Von q sowohl wie von w aus gelangt man dann weiter zu den Integralwerten t , die angeben, wie viele Einzelabweichungen theoretisch nach dem Gauss'schen Gesetz zwischen bestimmten Abweichungsgrenzen liegen müssen, z. B. zwischen den Abweichungen $-0,40$ und $-1,40$ von $A = 61,90$ oder zwischen den Eigrößen 61,50 und 60,50 Strich. Dies bedeutet, wie man sich aus den früheren Erörterungen (S. 140) erinnern wird, die Zahl von Eiern, die zu 61 Strich gehören. Berechnet man auf diese Weise die ganze theoretische Reihe für die 200 Scholleneier, so ergibt sich:

$$\begin{array}{r} \text{Strich (E)} \quad 60 \quad - \quad 61 \quad - \quad 62 \quad - \quad 63 \quad - \quad 64 \\ \hline \text{Theor. Eizahlen } 6 \quad + \quad 53 \quad + \quad 98 \quad + \quad 39 \quad + \quad 4 = 200 \end{array}$$

Die Uebereinstimmung der empirischen und theoretischen Zahlen ist keineswegs vollständig, jedoch immerhin eine so grosse, dass die Gültigkeit des Fehlergesetzes für das Variieren des Eidurchmessers in diesem Falle als erwiesen gelten kann.

Um dies zu verstehen, ist zu bemerken, dass die volle Gültigkeit des Gauss'schen Gesetzes genau genommen eine unendliche Zahl von Einzelmessungen (also $m = \infty$) sowie eine vollkommene Symmetrie der Abweichungen voraussetzt, d. h. in letzterer Beziehung die Annahme enthält, dass positive Abweichungen von dem wahren Wert des zu messenden Objektes ebenso wahrscheinlich sind, wie negative, dass somit irgend einer positiven Abweichung von der Grösse x eine ebenso grosse negative Abweichung auf der andern Seite des Mittels entspricht.

Betrachten wir von diesen beiden Voraussetzungen des Gauss'schen Gesetzes zunächst nur die der unendlichen Grösse von m , so erhellt, dass die Übereinstimmung der empirischen mit der theoretischen Messungsreihe eine Funktion der Zahl m und um so grösser sein wird, je grösser m selbst ist, d. h. je mehr

⁴⁾ Die Werte q und w werden bei Kollektivgegenständen des Tier- und Pflanzenreiches auch als „Variations- oder Variabilitäts-Koeffizienten“ bezeichnet. Wir nehmen hier als solchen Variations-Koeffizienten stets w , d. h. den wahrscheinlichen Fehler des Einzelwertes.

Individuen gleicher Art gemessen sind. Es findet hier eben das allgemeine Gesetz der Wahrscheinlichkeitslehre Anwendung, dass erst die unendliche häufige Wiederholung des gleichen Ereignisses alle zufälligen Gestaltungen desselben ausgleicht, die *unausgeglichenen* Zufälligkeiten daher um so grösser sind, je kleiner die Zahl der Beobachtungen ist. Was für die Übereinstimmung der empirischen und theoretischen Messungsreihe gilt, findet aber in gleicher Weise Anwendung auf den wahren Wert des zu messenden Objektes, in unserem Falle den typischen Wert des Eidurchmessers. Absolut genau ergibt sich derselbe als das arithmetische Mittel aus der gesammten, sehr grossen bis unendlich grossen Zahl gleichartiger Eier. So lange daher nur ein kleiner Bruchteil davon gemessen wird, muss das empirische von dem wahren Mittel um so mehr abweichen, je kleiner die untersuchte Zahl ist. Zugleich ergibt sich, dass wiederholte Messungen einer gleichen Zahl von Eiern, z. B. eine zehnmal wiederholte Messung von je 200 Eiern aus derselben gleichartigen Menge, nach den Gesetzen des Zufalls jedesmal ein anderes Mittel ergeben muss.

Folgt hieraus die Forderung, dass zur scharfen Berechnung der typischen Eigrösse eine möglichst grosse Zahl von Eiern gemessen werden muss, so giebt uns andererseits die Wahrscheinlichkeitsrechnung das Mittel an die Hand, den Grad der Annäherung des so empirisch gefundenen typischen Wertes an dem unbekanntem wahren Wert genau zu berechnen. Ist bei unseren oben als Beispiel angeführten 200 Scholleneiern die sog. wahrscheinliche Abweichung des einzelnen Eies = w zu 0,51 gefunden, so bedeutet das in der Sprache der Wahrscheinlichkeitsrechnung, dass in der theoretischen Reihe die Hälfte der sehr zahlreichen Eier solche Durchmesser haben, die zwischen den Werten $61,90 + 0,51$ und $61,90 - 0,51$ liegen, also zwischen 62,41 und 61,39, während von der andern Hälfte bei einem Viertel die Durchmesser über 62,41 und bei einem Viertel unter 61,39 liegen. Dividirt man nun die wahrscheinliche Abweichung $w = 0,51$ durch die Quadratwurzel aus der Zahl der gemessenen Individuen, so erhält man in

dem Werte $\frac{0,51}{\sqrt{200}} = 0,036$ den sog. wahrscheinlichen Fehler des mittleren Wertes A . In der Sprache der Wahrscheinlichkeitsrechnung heisst dies, dass das wahre Mittel wahrscheinlich in den Grenzen $61,90 + 0,036$ und $61,90 - 0,036$, also zwischen 61,936 und 61,864 liegt. Oder mit andern Worten, man kann bei wiederholten Messungen von 200 andern Scholleneiern aus derselben Menge erwarten, dass das gefundene Mittel ebenso häufig innerhalb wie ausserhalb dieser Grenzen liegt. Nimmt man den wahrscheinlichen Fehler zweimal, also zu 0,072, so kann man schon 82 gegen 18 wetten, dass das wahre Mittel zwischen $61,90 + 0,072$ und $61,90 - 0,072$, also zwischen 61,972 und 61,828 liegt. Nimmt man gar den wahrscheinlichen Fehler fünfmal, also zu 0,180, so kann man 9999 gegen 1 wetten, dass das wahre Mittel zwischen $61,90 + 0,180$ und $61,90 - 0,180$ liegt, also zwischen 62,08 und 61,72. Man kann diese durch das Fünffache des wahrscheinlichen Fehlers bestimmten Grenzen die *sicheren* (wenn auch nicht *absolut* sicheren) Grenzen des wahren Mittels nennen. Allgemein ergibt sich hieraus, dass die Sicherheit des gefundenen Mittels proportional der Quadratwurzel aus der untersuchten Zahl zunimmt.

Sollte nun eine weitere Messung von 200 Scholleneiern etwa das Mittel 63,00 ergeben, während die erste gemessene Portion das Mittel 61,90 ergab, so wäre dies ein sicherer Beweis, dass beide Portionen von Eiern nicht gleichartiger Natur mit nur rein zufälligen Unterschieden sind, sondern dass neben diesen rein zufälligen Verschiedenheiten derselben noch solche bestehen, die eine die Gesamtheit jeder Portion allgemein betreffende und in bestimmter Richtung verändernd einwirkende Ursache haben. Wir gelangen hier zu jenen schon oben (S. 145) besprochenen Ursachen, die nicht nur eine zufällige, sondern auch eine wirkliche Verschiedenheit der typischen Eigrössen bewirken können, z. B. Verschiedenheit der Spezies oder der Rasse oder des Alters der Fische, von denen die Eier stammen.

Ist somit das Gauss'sche Gesetz in seiner Anwendbarkeit auf die individuelle Variabilität nicht nur ein Mittel, das Wesen dieser Variabilität zu erkennen, sondern auch die rein zufälligen von den wirklichen Unterschieden zweier Individuengruppen exakt zu sondern, so erhellt nicht nur seine grosse Fruchtbarkeit für die wissenschaftliche Behandlung der uns hier beschäftigenden Probleme, sondern macht es uns auch zur unabweisbaren Pflicht, die Methode der Eimessungen auf dieses Wahrscheinlichkeitsgesetz zu begründen, wie dies auch von zahlreichen neueren Forschern auf ähnlichen Untersuchungsgebieten geschehen ist.

Bevor wir jedoch an diese Aufgabe herangehen, erweist es sich auf Grund neuer und allerneuester Untersuchungen, namentlich von dem Engländer Pearson und unserem verstorbenen Psychophysiker

Theodor Fechner (20) als notwendig, das sog. Gauss'sche Gesetz in seiner Anwendbarkeit auf die individuelle Variabilität einer bestimmten Modifikation oder besser einer Verallgemeinerung zu unterwerfen.

Das Gauss'sche Gesetz ist als solches von seinem berühmten Entdecker nur als Gesetz der Beobachtungsfehler ermittelt und angewendet worden. Jeder Beobachtung nun liegt eine reale, scharf und unveränderlich bestimmte Grösse des zu messenden Objektes zu Grunde. Den Einzelmessungen dieses Objektes kommt dagegen nicht die gleiche Realität zu, es sind vielmehr bei jeder neuen Messung wechselnde, subjektive Erzeugnisse des Beobachters. Bei einer Reihe gleichartiger Naturobjekte verhält es sich dagegen wesentlich anders. Hier sind das Reale gerade die zahlreichen verschiedenen Einzelfälle oder Individuen, dagegen ist der typische mittlere Wert derselben rein ideal und eine blosser Abstraktion aus den realen Einzelobjekten. A priori ist also eine vollkommene Gleichstellung einer Reihe einzelner Messungen eines und desselben realen Objektes mit einer Reihe von Messungen gleichartiger Gegenstände nicht ohne weiteres gestattet, obwohl offenbar beide das gemeinsam haben, dass sie nach Zufall variieren. Um den wichtigen Unterschied zwischen beiden deutlich festzulegen, nennen wir hier nach dem Vorgange von Fechner (20)¹⁾ eine nach Zufall variierende Gruppe gleichartiger Objekte einen Kollektivgegenstand und die Lehre, die sich mit der wissenschaftlichen Messung der Eigenschaften solcher Kollektivgegenstände beschäftigt, Kollektivmaßlehre. Man unterscheidet räumliche und zeitliche Kollektivgegenstände. Räumliche sind z. B. die gleichzeitig lebenden Mitglieder einer menschlichen Familie oder die gleichzeitig nebeneinander abgelegten Eier eines Fisches. Zeitliche sind z. B. die mittleren Temperaturen des 1. Januar, an einem gegebenen Orte durch eine Reihe von Jahren verfolgt, die jährlichen mittleren Kornpreise eines gegebenen Ortes u. a. m. Was im besonderen die organischen Kollektivgegenstände betrifft, so ist es von grosser Wichtigkeit, solche in weiterem und solche in engerem Sinne oder besser solche höheren und solche niederen Grades zu unterscheiden. Die befruchteten, gleichzeitig abgelegten Eier eines Schollenweibchens sind ein Kollektivgegenstand niedersten Grades, die sämtlichen zu verschiedenen Zeiten nacheinander abgelegten Eier desselben Weibchens schon zweiten Grades, die sämtlichen Eier einer lokalen Rasse der Scholle schon dritten Grades, die der Scholle als Spezies schon vierten Grades. Streng genommen variieren nur die Kollektivgegenstände niedersten Grades nach blosser Zufall, was gerade für die vorliegende Untersuchung von Bedeutung ist.

Schon Quetelet, namentlich aber Pearson (s. die Schriften von Pearson bei Dunker (17)) und Fechner haben nun überzeugend nachgewiesen, dass das Gauss'sche Gesetz für zahlreiche Kollektivgegenstände, namentlich statistische, wie Kornpreise, Geburts- und Sterblichkeitsziffern u. a., insofern nicht zutrifft, als es auf der Voraussetzung einer völligen Symmetrie der Abweichungen von einem Hauptwert begründet ist oder mit andern Worten auf der Annahme, dass negative und positive Abweichungen gleichwahrscheinlich sind. Es ist theoretisch sehr wohl denkbar und wird in der That durch die Erfahrung bei vielen Kollektivgegenständen der eben genannten Art bestätigt, dass die Wahrscheinlichkeit positiver und negativer Abweichungen nicht gleich, sondern verschieden gross ist. Wenn die Wahrscheinlichkeit, dass eine Abweichung negativ wird, sich zu derjenigen, dass sie positiv wird, wie $p:q$ verhält, $p+q=1$ also die Wahrscheinlichkeit bedeutet, dass überhaupt eine negative oder positive Abweichung entsteht, oder mit andern Worten, wenn die die Abweichung vom typischen Werte bewirkenden, in zufälliger Kombination wirkenden gleichwertigen Elementarursachen im Verhältnis von $p:q$ negativ oder positiv wirken, so berechnen sich die Wahrscheinlichkeiten der verschiedenen möglichen positiven und negativen Abweichungen allgemein durch Entwicklung des Binomiums $(p+q)^n$, wo n die Summe aller in jedem einzelnen Falle gleichzeitig zur Wirksamkeit gelangenden Elementarursachen bedeutet und meistens eine grosse (beim Gauss'schen Gesetz unendlich grosse) Zahl ist. Ist nun, wie im Gauss'schen Fehlergesetz $p=q=1/2$, so werden durch Entwicklung des Binomiums $(1/2+1/2)^n$ die Wahrscheinlichkeiten gleichgrosser positiver und negativer Abweichungen ebenfalls gleich gross. Nimmt man die Wahrscheinlichkeiten als Ordinaten, die Abweichungen

¹⁾ Fechner, 20, Einleitung S. 3, § 1. „Unter einem Kollektivgegenstände (kurz K.G.) verstehe ich einen Gegenstand, der aus unbestimmt vielen, nach Zufall variierenden Exemplaren besteht, die durch einen Art- oder Gattungsbegriff zusammengehalten werden“.

als Abschnitte der Abscisse und verbindet die Endpunkte der Ordinaten durch gerade Linien, so erhält man ein sog. Variationspolygon, das sich nach beiden Seiten von der zum Abweichungswert 0 oder zum arithmetischen Mittelwert A gehörenden grössten Ordinate vollkommen symmetrisch ausbreitet und bei unendlichem n zu einer symmetrischen Variationskurve wird, deren Enden sich die Abscisse asymptotisch nähert. Ist $p <$ oder $> q$, z. B. $p + q = (1/4 + 3/4)$ oder $= (3/4 + 1/4)$, so ergibt die Entwicklung des entsprechenden Binomiums eine bezüglich des Hauptwertes H , d. h. desjenigen, der die grösste Wahrscheinlichkeit oder die grösste Ordinate hat und jetzt nicht mehr mit dem arithmetischen Mittel zusammenfällt, asymmetrisches Variationspolygon (Kurve), das, je nach dem die positiven oder negativen Elementarursachen an Zahl überwiegen, nach der positiven oder negativen Seite von Hauptwert hin flacher abfällt, als nach der entgegengesetzten. Dabei folgen jedoch die einzelnen Ordinaten oder Wahrscheinlichkeiten der Abweichungen innerhalb der positiven und der negativen Seite des asymmetrischen Polygons demselben allgemeinen Gesetz, wie in jeder Hälfte eines symmetrischen. Der durch die grösste Ordinate bezeichnete Hauptwert des asymmetrischen Polygons (Kurve) fällt jetzt, wie gesagt, nicht mehr mit dem arithmetischen Mittel aller Einzelmessungen zusammen; dieser häufigste oder dichteste, jetzt mit D zu bezeichnende Wert liegt vielmehr um so weiter von dem arithmetischen Mittel A entfernt, je grösser die Asymmetrie der Variation, d. h. je ungleicher p und q sind. Zur Veranschaulichung mögen die untenstehenden beiden Variationspolygone dienen.

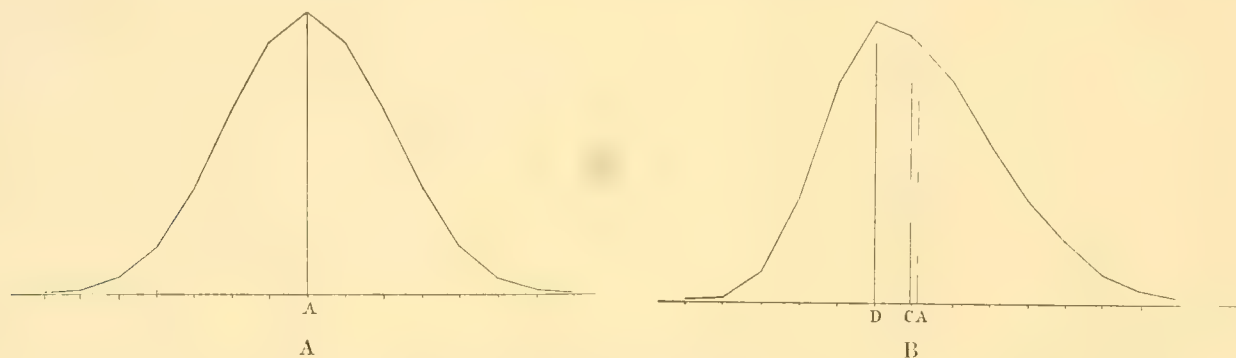


Fig. 1. Symmetrisches (A) und asymmetrisches (B) Variationspolygon. A Lage des arithmetischen Mittels, C des Zentralwertes, D des dichtesten Wertes.

Um sogleich ein augenfälliges Beispiel einer asymmetrischen Variation bei Kollektivgegenständen zu geben, sei hier eine schon oben S. 142 unter 2 aufgeführte Messungsreihe von Fischeiern wiederholt. 100 künstlich befruchtete Scholleneier, lebend gemessen, ergaben:

Strich (E)	55	—	56	—	57	—	58	—	59	—	60	—	61	—	62	A = 60,19. D = 61
Eizahlen	1	+	4	+	3	+	2	+	6	+	33	+	43	+	8	

Hier liegt der dichteste Wert $D = 61$, so weit er aus dieser Reihe rein empirisch bestimmt werden kann, ziemlich beträchtlich von $A = 60,19$ ab und die negative Seite der Variationskurve ist flacher und weiter als die positive, weil eben die negativen Abweichungen zahlreicher sind als die positiven.

Es liegt auf der Hand, dass das auf der Annahme völliger Symmetrie der Abweichungen begründete Gauss'sche Gesetz nur einen einzigen speziellen Fall eines allgemeineren Wahrscheinlichkeitsgesetzes, nämlich des asymmetrischen, behandelt. Fechner (20, V, S. 55 ff.) nennt dieses allgemeinere Gesetz das zweiseitige Gauss'sche Gesetz im Gegensatz zu dem ursprünglichen einfachen G. G. Diese Bezeichnung, die wir acceptieren, ist um so treffender, weil jede Seite der asymmetrischen Variationskurve, wie schon erwähnt, für sich wieder den Regeln des einfachen G. G. folgt.

Es kann nicht zweifelhaft sein, dass jede messende Behandlung von Kollektivgegenständen in Zukunft sich nicht, wie bisher, auf das einfache, sondern das zweiseitige G. G. gründen muss. Dies soll auch von uns geschehen und wird sich als in hohem Grade nutzbringend erweisen. Es muss jedoch schon jetzt nachdrücklich darauf aufmerksam gemacht werden, dass die meisten bisher einwandfrei untersuchten Kollektivgegenstände aus dem Pflanzen- und Tierreich eine verhältnismässig sehr schwache Asymmetrie der Variabilität gezeigt

haben. Die nach dem einfachen G. G. und die nach dem zweiseitigen berechneten Variationspolygone fallen meist sehr nahe zusammen. In recht vielen Fällen wird man daher, wenn es auf eine sehr grosse Genauigkeit nicht ankommt, zur wesentlichen Vereinfachung und Abkürzung des Rechnungsverfahrens auch das einfache G. G. mit Erfolg benutzen können.

Da das einfache G. G. eine Art der zufälligen Variabilität behandelt, die streng genommen nur ein einziger Fall unter unzähligen möglichen ist, so kann es nicht wunder nehmen, dass genau betrachtet keine einzige empirische Messungsreihe jenem Gesetz vollkommen genügt. Die unvermeidlichen Fehler in der Messung jedes einzelnen Individuums, die notwendig beschränkte Zahl der untersuchten Einzelobjekte u. a. m. werden mit grösster Wahrscheinlichkeit auch bei faktisch bestehender Symmetrie der Variation doch ein gewisses Überwiegen der positiven oder negativen Abweichungszahlen und damit in allen Fällen eine Asymmetrie des Variationspolygons erzeugen. Von diesem Gesichtspunkte aus unterscheiden wir mit Fechner zwischen unwesentlicher und wesentlicher Asymmetrie eines Kollektivgegenstandes. Erstere wird dadurch bedingt, dass bei im Grunde vollkommener oder nahezu vollkommener Symmetrie der Variation durch unausgeglichene Zufälligkeiten infolge geringer Zahl der untersuchten Individuen oder durch Messungsfehler u. a. mannigfaltige, in der Art der Untersuchung liegende Momente ein mehr oder weniger starkes Auseinanderfallen der Werte A und D — dieses wichtigste Kennzeichen asymmetrischer Variation — verursacht wird. Es erhellt aber leicht, dass solche unwesentliche Asymmetrie eines Kollektivgegenstandes in demselben Grade schwächer werden und schliesslich so gut wie ganz verschwinden muss, je mehr die Zahl der Einzelmessungen gesteigert und die Schärfe der Beobachtungsart vergrössert wird. Umgekehrt wird die wesentliche, d. h. in der Natur des variierenden Objektes liegende Asymmetrie gerade um so stärker und deutlicher hervortreten, je mehr die Zahl der Beobachtungen und ihre Schärfe zunimmt.

Wir gründen unsere nachfolgende Behandlung der schwimmenden Fischeier als Kollektivgegenstände allein auf die Untersuchungen von Fechner und ihrer ergänzenden Bearbeitung durch Lipps (20) und bedienen uns auch im wesentlichen der dort gegebenen Bezeichnungsweise. Obwohl die ganz unabhängig von Fechner angestellten Untersuchungen von Pearson (s. Duncker 17)⁴⁾ denselben Gegenstand in mancher Beziehung noch allgemeiner und vielseitiger behandeln, so ziehen wir doch hier die Fechner'sche Bearbeitung vor, nicht nur weil sie deutsch ist, sondern vor allem, weil sie bis zu einem gewissen Grade für den weniger mathematisch Geschulten bequemer zu studieren und leichter verständlich ist.

Um den eigentlichen Text unserer Abhandlung nicht zu sehr zu belasten und in die Länge zu ziehen, werden wir manche rein mathematische Auseinandersetzungen sowie alle Formeln zur Berechnung der Haupt- und anderer Werte der Variationskurven in einem Anhang geben. Dieser kann freilich die umfangreichen Tabellen der Integralwerte t der Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Abweichungen nicht mitliefern. Mit Beziehung auf diese und noch viele andere Dinge muss also auf das Originalwerk von Fechner verwiesen werden, das somit für jeden, der unsere Untersuchungen prüfen oder ähnliche anstellen will, unentbehrlich ist.

4. Unsere Untersuchungen über den Eidurchmesser.

A. Methode der Berechnungen.

Bei der allgemeinen Voraussetzung asymmetrischer Variabilität des Eidurchmessers, also unter Zugrundelegung des zweiseitigen G. G., sind aus jeder empirisch gewonnenen Messungsreihe zunächst eine Anzahl von Werten zu berechnen, die als Hauptwerte (H) der Messungsreihe bezeichnet werden können. Hierbei sind zugleich die wichtigsten andern Elemente der Reihe zu bestimmen.

Unter Hauptwert allgemein ist eine durch besondere charakteristische Eigenschaften bezeichnete berechnete Grösse des Eidurchmessers zu verstehen, auf die alle empirisch gefundenen Grössen der einzelnen Eier (als a zu bezeichnen) bezogen werden. Ein solcher Hauptwert ist z. B. das arithmetische Mittel A , gezogen aus sämtlichen a . Ist m diese Gesamtzahl aller a , so bezeichnet man zweckmässig mit m , die Zahl

⁴⁾ Duncker hat sich in seiner Schrift über die Methode der Variationsstatistik das grosse Verdienst erworben, die Pearson'sche Methode in die deutsche biologische Wissenschaft eingeführt zu haben.

der a , d. h. derjenigen Einzelwerte, die kleiner als der Hauptwert A sind, also unter ihm liegen, und mit m' die Zahl der a' , d. h. der Einzelwerte, die grösser als der Hauptwert sind, also über ihm liegen; wobei also $m, + m' = m$. Ist $\sum a$ die Summe aller Einzelwerte, mithin $\frac{\sum a}{m} = A$, so ist $\sum a$, die Summe aller Einzelwerte a , die sämtlich kleiner als A sind, und $\sum a'$ die Summe aller a' , die sämtlich grösser als A sind. Bezeichnet man mit Θ allgemein die Abweichungen von dem Hauptwerte A , so sind in unserm Falle Θ , die Abweichungen der a , also die negativen, Θ' die positiven Abweichungen von A . $\frac{\sum \Theta}{m}$ oder $\frac{\sum \Theta, + \sum \Theta'}{m} = \varepsilon$ ist die sog. mittlere Abweichung aller a vom Hauptwerte ohne Rücksicht auf ihr Vorzeichen, $\frac{\sum \Theta}{m}$, die mittlere negative und $\frac{\sum \Theta'}{m'} = \varepsilon'$ die mittlere positive Abweichung. Mit $m' - m, = u$ wird allgemein der Unterschied zwischen der Zahl der positiven und negativen Abweichungen bezüglich des Hauptwertes bezeichnet. Mit z endlich bezeichnet man die Zahl der Einzelobjekte a , die eine gleiche oder als gleich angenommene Grösse haben, z. B. die Zahl aller Eier, deren Durchmesser 61 Striche beträgt.

Die für unsere Zwecke wichtigsten Hauptwerte einer asymmetrischen Variationsreihe sind nun folgende: (vergl. Fechner 20, X, 160 ff.).

1. Das arithmetische Mittel A . Er ist bestimmt dadurch, dass er in Beziehung auf die Grösse der Einzelobjekte a die Mitte der Reihe bildet und dass somit, auf ihn bezogen, die Summe der negativen Abweichungen ($\sum \Theta$) = der Summe der positiven ($\sum \Theta'$) und die Summe der Quadrate aller Abweichungen ($\sum \Theta^2$) ein Minimum ist.

2. Der Zentralwert C . Er ist bestimmt dadurch, dass er in Beziehung auf die Zahl der Einzelobjekte a die Mitte der Reihe bildet, dass somit, auf ihn bezogen, die Zahl der negativen Abweichungen $m,$ = der Zahl der positiven m' ist und zugleich die Summe aller Abweichungen ($\sum \Theta$) ein Minimum ist. Er kann auch als „wahrscheinlicher Wert“ eines Kollektivgegenstandes bezeichnet werden, insofern, als er ebenso oft über-, wie unterschritten wird.

3. Der dichteste Wert D . Er ist dadurch bestimmt, dass die auf ihn fallende Zahl z der Einzelobjekte ein Maximum ist (die grösste Ordinate der Variationskurve) und dass sich, auf ihn bezogen, die Zahl der negativen zur Zahl der positiven Abweichungen verhält, wie die mittlere negative zur mittleren positiven Abweichung, also $m, : m' = \varepsilon, : \varepsilon'$.

Die Lage dieser drei Hauptwerte zu einander ist durch das sog. Lagengesetz (Fechner, 20, S. 71 ff.) genau bestimmt (s. Fig. 1, S. 150). Der Zentralwert C liegt stets zwischen D und A und die Abstände der drei Werte folgen unter der Voraussetzung verhältnissmässig geringer Asymmetrie der Regel, dass annähernd

$$p = \frac{C-D}{A-D} = \frac{\pi}{4} = 0,7854; \pi = 3,14159$$

Je grösser die Asymmetrie einer Messungsreihe ist, desto weiter fallen die drei Hauptwerte A , C und D auseinander, desto ungleicher werden also auch die beiden Seiten der Variationskurve bezüglich D , dem die grösste Ordinate, also der Gipfel der Kurve entspricht. Je kleiner die Asymmetrie ist, um so mehr nähern sich umgekehrt die Hauptwerte einander und bei völliger Symmetrie der Variabilität, die die Voraussetzung des einfachen G. G. bildet, fallen sie alle drei in denselben einen Wert zusammen, wie leicht ersichtlich ist. Denn bei vollkommener Symmetrie ist bezüglich des Hauptwertes, zu dem der Gipfel der Variationskurve gehört, $m, = m'$ und $\sum \Theta, = \sum \Theta'$, weil irgend einer negativen Abweichung stets eine gleichgrosse positive entspricht, mithin auch $\varepsilon, = \varepsilon'$ und $m, : m' = \varepsilon, : \varepsilon'$. Beim Zutreffen des einfachen G. G. ist also das arithmetische Mittel A zugleich der Zentralwert C und der dichteste oder häufigste, d. h. der wahrscheinlichste Wert D .

Da, wie schon oben bemerkt wurde, auch bei vollkommenem Zutreffen des einfachen G. G., empirisch doch in jedem Falle wegen unausgeglichener Zufälligkeiten ein gewisser Grad von sog. unwesentlicher Asymmetrie beobachtet wird, der bei genauer Messung der Einzelobjekte nur von der Zahl der letzteren abhängt, so gilt es die wahrscheinliche Grösse dieser unwesentlichen Asymmetrie zu berechnen, um beurteilen zu können, ob neben ihr noch eine wesentliche Asymmetrie besteht. Um dies Ziel zu erreichen, bezeichnet man den Grad der Asymmetrie dadurch, dass man den Wert $u = m' - m,$ bezüglich A bestimmt und untersucht, wie gross derselbe mit Wahrscheinlichkeit, d. h. der Sicherheit 1 gegen 1, erwartet werden kann,

wenn nur unwesentliche Asymmetrie besteht. Bezeichnet man diesen wahrscheinlichen Wert von n mit V , so ist $V = 0,40659 \sqrt{m}$ (Fechner, 20, 250) wo m die Gesamtzahl der Einzelmessungen bedeutet. Sei diese z. B. 100, so ist also $V = 4,0659$, d. h. man kann bei sehr oft wiederholten Messungen von je 100 Scholleneiern derselben Herkunft eine wahrscheinliche Differenz von 4,0659 zwischen m , und m' bezüglich A erwarten. Bleibt der empirisch gefundene Grad der Asymmetrie daher erheblich unter dieser Zahl, so kann man mit ziemlicher Sicherheit symmetrische oder äusserst schwache asymmetrische Variation voraussetzen, übersteigt er aber jenen Wert wesentlich, so ist mit derselben Sicherheit wesentliche Asymmetrie anzunehmen, liegt er endlich sehr nahe jener Zahl, so ist die Wahrscheinlichkeit für wesentliche und unwesentliche Asymmetrie gleich.

Um nun zur Berechnung der drei Hauptwerte einer Messungsreihe zurückzukehren, wählen wir als Beispiel eine schon oben (S. 147) angeführte Messung von 200 künstlich befruchteten Scholleneiern:

Strich (E)	a	60	—	61	—	62	—	63	—	64
Eizahlen	z	2	+	53	+	112	+	29	+	4 = 200 = m

Der Hauptwert A , das arithmetische Mittel, berechnet sich am einfachsten und unmittelbar, indem die Summe aller Einzelwerte durch ihre Gesamtzahl m dividiert wird, wobei die Summe aller a durch Multiplizieren jedes einzelnen a mit dem zugehörigen z und Summierung der Produkte erhalten wird. Man erhält $A = 61,900$.

Um die weit umständlichere Berechnung der Werte C und D zu ermöglichen, muss man zunächst darauf zurückgehen, dass, wenn in obiger Messungsreihe 112 Eier als zu 62 Strich gehörig aufgeführt werden, dies nicht etwa bedeutet, dass alle 112 Eier genau 62 Strich messen, vielmehr diese 112 Eier sich faktisch innerhalb des Intervalles von 61,5 bis 62,5 Strich verteilen und nur deshalb unter eine einzige Grösse gebracht sind, weil die richtige Messung der Grösse jedes einzelnen Eies innerhalb dieses Intervalles zu unsicher oder unmöglich ist. Denken wir uns nun die 112 Eier innerhalb dieses Intervalles in gleichmässigen Abständen verteilt, was zwar nach den Gesetzen des Zufalles nicht streng der Fall ist, indem vielmehr die Werte nach dem dichtesten Wert zu dichter verteilt sind als in entgegengesetzter Richtung, aber bei verhältnismässig geringem Umfang des Intervalles angenommen werden kann und praktisch angenommen werden muss, so lässt sich zunächst der Hauptwert C verhältnismässig leicht durch Interpolation bestimmen. Da bezüglich C die obere und untere Abweichungszahlen m' und m , gleich sind, also jede = 100, so liegt C offenbar in dem Intervall 61,5 — 62,5 und berechnet sich sehr einfach nach der allgemeinen Formel (Fechner 20, 169),

$$(1) \quad C = g + \frac{m}{z_0} \frac{v}{J}$$

Hier bedeutet g , den Anfang des sog. Eingriffsintervalles, d. h. desjenigen, in dem der Hauptwert liegen muss, also 61,5; m ist die Gesamtzahl der a , also 200. v die sog. Vorzahl, d. h. die Gesamtzahl der unterhalb des Eingriffsintervalles liegenden a , also $2 + 53 = 55$; z_0 die Zahl der zum Eingriffsintervall gehörenden a , also 112 und J endlich die Grösse des Eingriffsintervalles, also $62,5 - 61,5 = 1,0$. Hiernach ist also

$$C = 61,5 + \frac{100 - 55}{112} = 61,5 + 0,402 = 61,902.$$

Am schwierigsten ist die Berechnung des dichtesten Wertes D . Auch er liegt als derjenige Wert a , dem das grösste z zukommt, ersichtlich innerhalb des Intervalles 61,5 — 62,5 und wird als solcher empirisch ebenfalls durch Interpolation nach der Proportion:

$$(2) \quad x : (i - x) = (z_0 - z_{-1}) : (z_0 - z_1) \quad (\text{Fechner } 20, 185)$$

bestimmt. Hier bedeutet x den zu suchenden Wert, der zu dem Anfang g , des Eingriffsintervalles, also desjenigen, in dem D liegen muss, hinzuzuzählen ist, um D zu erhalten, so dass also $D = g + x$. i bedeutet die durch die ganze Reihe der Messungen sich fortsetzende Intervallgrösse, hier also = 1; z_0 die zum Eingriffsintervall 61,5 bis 62,5 gehörende Zahl von a , also = 112; z_{-1} die zum nächstanstossenden Intervall nach der negativen Seite, also zu 60,5 bis 61,5 gehörende Zahl, also = 53; z_1 die zu dem nächstanstossenden Intervall nach der positiven Seite gehörende Zahl, also = 29. Demnach:

$$x : (1 - x) = (112 - 53) : (112 - 29)$$

woraus sich $x = 0,415$ und $D = 61,5 + 0,415 = 61,915$ ergibt. Dieser so gefundene rein empirische häufigste Wert D — wegen seiner Berechnung durch Interpolation mit D_i bezeichnet — ist jedoch in Be-

ziehung auf die zweite an D zu stellende Forderung, dass nämlich bezüglich D die oberen und unteren Abweichungszahlen m' und m , sich verhalten müssen, wie die obere und untere mittlere Abweichung ε' und ε , noch erheblich ungenau. Bezeichnet man den scharf bestimmten, dem obigen Proportionalgesetz genügenden Wert von D , als D_p , so berechnet sich dieser nach einem viel unständlicheren und komplizierteren Verfahren als D_i . Dasselbe ist, wie überhaupt das ganze Berechnungs-Verfahren aller Werte, im Anhang genau angegeben und an einem Beispiele ausgeführt. Da D_p stets in der Nähe von D_i liegt, so haben wir in solchen Fällen, wo es nur auf eine allgemeine Charakteristik der Reihe ankam, von der unständlichen Berechnung von D_p abgesehen und nur D_i angegeben. Im hier gegebenen Fall findet man $D_p = 61,908$.

Somit erhalten wir für unsere oben als Beispiel gewählte Reihe von Scholleneiern

$$\begin{array}{r} \text{Strich (E)} \quad a \quad 60 \quad - \quad 61 \quad - \quad 62 \quad - \quad 63 \quad - \quad 64 \\ \hline \text{Eizahlen} \quad z \quad 2 \quad + \quad 53 \quad + \quad 112 \quad + \quad 29 \quad + \quad 4 = 200 \end{array}$$

die drei Hauptwerte $A = 61,000$; $C = 61,902$; $D_p = 61,908$. Die Asymmetrie der Reihe ist ersichtlich sehr gering, da die Unterschiede der Hauptwerte erst in der dritten Dezimalstelle auftreten. Dementsprechend ist auch der Unterschied der positiven und negativen Abweichungen bezüglich D_p — dem der Gipfel der Variationskurve entspricht — sehr gering, indem sich m , zu 100,7 und m' zu 99,3 berechnet. (Diese Berechnung geschieht durch einfache Interpolation, s. Anhang.) Bestimmt man den Grad der Asymmetrie nach den (oben S. 152) gegebenen Auseinandersetzungen bezüglich des arithmetischen Mittels $A = 61,900$, indem man die Zahl der positiven und negativen Abweichungen von A als m' und m , bestimmt und ihre Differenz $= u$ als Grad der Asymmetrie bezeichnet, so erhält man $m = 99,8$, $m' = 100,2$ und $u = m' - m = 0,4$. Nun ist nach S. 153 der wahrscheinliche Grad von unwesentlicher Asymmetrie in Folge unausgeglichener Zufälligkeiten zu $V = 0,40659 \sqrt{200}$ anzunehmen, demnach zu 5,75. Da $u = 0,4$ hinter $V = 5,75$ ganz erheblich zurückbleibt, so ist also mit grosser Wahrscheinlichkeit zu schliessen, dass unsere obige Reihe von lebenden Scholleneiern nahezu ganz symmetrisch variiert. Dementsprechend stimmt auch der Wert $p = \frac{C - D}{A - D}$ der sich hier zu 0,750 berechnet, relativ sehr nahe mit dem Wert $\frac{\pi}{4} = 0,7854$ überein.

Berechnet man nun, wie weit die empirische Messungsreihe mit der theoretischen, auf die berechneten Hauptwerte gegründeten Reihe übereinstimmt, und zwar sowohl unter der Voraussetzung asymmetrischer Variation mit der grössten Ordinate der Variationskurve für D_p als auch unter der Voraussetzung vollkommener Symmetrie nach dem einfachen G. G. mit der grössten Ordinate für A (s. den Gang dieser Berechnung im Anhange), so ergibt sich:

$$\begin{array}{r} \text{Strich (E)} \quad 60 \quad - \quad 61 \quad - \quad 62 \quad - \quad 63 \quad - \quad 64 \\ \hline \text{Eizahlen} \left\{ \begin{array}{l} \text{empirisch} \quad 2 \quad + \quad 53 \quad + \quad 112 \quad + \quad 29 \quad + \quad 4 = 200 \\ \text{theoretisch} \left\{ \begin{array}{l} D_p \quad 6,5 \quad + \quad 53 \quad + \quad 97 \quad + \quad 40 \quad + \quad 3,5 = 200 \\ A \quad 6 \quad + \quad 53,5 \quad + \quad 98 \quad + \quad 39 \quad + \quad 3,5 = 200 \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array}$$

Die Übereinstimmung der empirischen mit der theoretischen Reihe ist um so grösser, je kleiner die Summe der absoluten Zahlendifferenzen bezüglich der einzelnen Grössenintervalle zwischen beiden ist, d. h. je mehr sich das theoretische mit dem empirischen Variationspolygon deckt. Diese Differenzen sind:

$$\begin{array}{r} \text{Strich (E)} \quad 60 \quad - \quad 61 \quad - \quad 62 \quad - \quad 63 \quad - \quad 64 \\ \hline \text{empirische Eizahlen} \quad 2 \quad + \quad 53 \quad + \quad 112 \quad + \quad 29 \quad + \quad 4 \\ \text{Differenzen bz. } D_p \quad 4,5 \quad + \quad 0,0 \quad + \quad 15 \quad + \quad 11 \quad + \quad 0,5 = 31,0 \\ \text{„ bz. } A \quad 4,0 \quad + \quad 0,5 \quad + \quad 14 \quad + \quad 10 \quad + \quad 0,5 = 29,0 \end{array}$$

Die Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung ist in Anbetracht der relativ geringen Zahl von 200 Eiern eine befriedigende. Sie würde jedenfalls noch grösser sein, wenn jedes einzelne Ei absolut genau hätte gemessen werden können; so aber stecken in der empirischen Reihe auch noch die unvermeidlichen Messungsfehler. Wie weit dieselben die Gestalt eines Variationspolygons beeinflussen, soll noch weiter unten behandelt werden. Ferner zeigt sich, dass das einfache G. G. hier noch etwas besser mit der Erfahrung stimmt, als das zweiseitige, indem bezüglich seiner die Differenzensumme nur 29, bezüglich des letzteren 31 beträgt.

Um die mathematische Analyse unserer Messungsreihe zu vollenden, müssen wir schliesslich unter Beziehung auf die Auseinandersetzungen auf S. 148 noch die wahrscheinlichen Grenzen der Hauptwerte A und D_p berechnen. Für A berechnet sich unter Zugrundelegung des einfachen G. G. nach S. 148 der Wert q oder die Quadratwurzel aus dem mittleren Fehlerquadrat $\left(\frac{\sum \theta^2}{m}\right)$ zu 0,756 und die sog. wahrscheinliche Abweichung der Einzelmessung w zu q . $0,6745 = 0,5099$, woraus die wahrscheinlichen Grenzen des Mittels $A = 61,900$, wie oben sich zu $61,900 \pm 0,036$, genau $\pm 0,03605$, also zu 61,936 und 61,864 ergeben. Bezüglich D_p , also unter Voraussetzung asymmetrischer Variabilität, ergeben sich die Grenzen dadurch, dass für jede Seite des Variationspolygons die wahrscheinliche Abweichung w für sich berechnet wird, also w , und w' . Man erhält w , zu 0,5164 und w' zu 0,5097. Indem man sich nun jede Seite des asymmetrischen Variationspolygons durch Anfügung einer genau gleichen Seite mit umgekehrten Vorzeichen zu einem ganzen symmetrischen Polygon mit dem arithmetischen Mittel $= D_p$ ergänzt denkt, erhält man zwei verschiedene Polygone, die eine aus zweimal 100,7 = 201,4, die andere aus zweimal 99,3 = 198,6 Einzelwerten gebildet. In dem ersten durch Verdoppelung der negativen Seite gebildeten Polygon ist dann der wahrscheinliche Fehler des Mittels

$$D_p = \pm \frac{0,5164}{\sqrt{201,4}} = \pm 0,03638, \text{ in dem andern} = \pm \frac{0,5097}{\sqrt{198,6}} = \pm 0,03617. \text{ Danach liegt } D_p \text{ wahr-}$$

scheinlich zwischen den Grenzen $61,908 - 0,03638$ und $61,908 + 0,03617$ oder 61,872 und 61,944. Die Grenzen für A bei Annahme völliger Symmetrie sind aber entsprechend 61,864 und 61,936, also ziemlich die gleichen, wie bei dem geringen Grade der Asymmetrie zu erwarten war.

Es ist schliesslich noch nötig die Art anzugeben, wie die Richtung der Asymmetrie bezeichnet werden soll. Die Asymmetrie muss offenbar positiv genannt werden, wenn die Wahrscheinlichkeit der positiven Abweichungen grösser ist als die der negativen und umgekehrt. Nun ergibt das Lagengesetz für die drei Hauptwerte A , C und D , dass A und C stets nach derselben Seite von D liegen und zwar nach jener, nach welcher die Wahrscheinlichkeit und damit auch die Zahl der Abweichungen die grössere ist. Sind somit A und C kleiner als D , so besteht negative Asymmetrie, sind A und C grösser als D , so besteht positive Asymmetrie. Da C stets zwischen A und D liegt, so genügt es also, um die Richtung der Asymmetrie zu bestimmen, den Wert C auf die oben angegebene Weise durch Interpolation zu berechnen. Hierbei ist aber wohl zu beachten, dass diese Bezeichnung der Richtung der Asymmetrie immer bezüglich D zu denken ist. Bezieht man dagegen die Asymmetrie auf das arithmetische Mittel A , so ergibt sich aus dem Lagengesetz, dass diese stets die umgekehrte Richtung hat, wie bezüglich D . Wenn also bei wirklicher positiver Asymmetrie die Zahl der positiven Abweichungen bezüglich D grösser ist als die Zahl der negativen, so ist umgekehrt die Zahl der positiven Abweichungen vom arithmetischen Mittel kleiner als die der negativen.

Unsere als Beispiel gewählte Messungsreihe von 200 Scholleneiern ist mithin als negativ asymmetrisch zu bezeichnen, weil A kleiner als D , und dem entsprechend ist bezüglich D die untere oder negative Abweichungszahl m , = 100,7 grösser als die obere oder positive $m' = 99,3$. In der That findet nun bezüglich A das umgekehrte statt, indem hier m , = 99,8 kleiner als $m' = 100,2$ ist.

B. Ergebnisse der Untersuchung an frischen, lebenden Eiern.

1. Anwendbarkeit des Wahrscheinlichkeits-Gesetzes auf die schwimmenden Fischeier.

Um bei der Behandlung der schwimmenden Fischeier als Kollektivgegenstände möglichst exakt vorzugehen, ist es nötig mit solchen Eiern zu beginnen, deren spezifische Natur nicht nur durch von der Messung unabhängige morphologische Charaktere oder sonstwie unzweifelhaft sicher ist, sondern die auch nach Verwandtschaft, Zeit und Ort möglichst gleichartig sind oder einen Kollektivgegenstand möglichst niederen Grades bilden. Diese Bedingungen werden offenbar am besten von solchen Eiern erfüllt, die von einem und demselben Weibchen stammen, zu gleicher Zeit künstlich befruchtet sind und in demselben Entwicklungsalter sich befinden. Als zweite Forderung tritt hinzu eine möglichst grosse Zahl solcher Eier zu messen.

Leider reicht unser Material nicht aus alle diese Erfordernisse gleichzeitig zu erfüllen, hauptsächlich aus dem Grunde, weil sich uns die Notwendigkeit dieser Anforderungen für eine ganz exakte Behandlung erst im Laufe der Untersuchung herausstellte, als es bei manchen Arten nicht mehr möglich war neues und umfassenderes Material herbeizuschaffen, sollte nicht die Veröffentlichung unserer Arbeit noch weiter hinausgeschoben werden. Eier jenes allerstärksten Grades der Gleichartigkeit können wir daher höchstens 500 Stück von einer und derselben Spezies vorführen. Wir lassen die so gewonnenen Messungsreihen von fünf Fischarten hier zunächst folgen, begnügen uns aber dort, wo es sich nur um 100 oder 200 Eier handelt, meist mit einer allgemeinen Charakteristik derselben.

Vorweg ist noch Folgendes zu bemerken. Eine vollständige Übereinstimmung zwischen Theorie und Empirie ist selbst bei ganz homogenem Material und grossen Zahlen nicht zu erwarten, teils wegen der niemals ganz ausgeglichenen Zufälligkeiten, teils und besonders wegen der unvermeidlichen und hier niemals ganz zu eliminierenden Messungsfehler. Über diese Messungsfehler wird in einem nachfolgenden Abschnitt sogleich Näheres mitgeteilt werden. Um die störenden Einflüsse, die die unvermeidlichen Messungsfehler auf die gesetzmässige Gestalt einer Messungsreihe notwendig ausüben, nach Möglichkeit abzuschwächen, ist die Wahl eines bestimmten Intervalles (Grössenstufe) innerhalb einer Reihe von besonderer Bedeutung. (Man vergleiche nach dieser Richtung hin die Erörterungen im VII. und VIII. Kapitel des Fechner'schen Werkes). Wir haben nach verschiedenen andern Versuchen schliesslich das Intervall einer Reihe fast immer gleich 1 Strich (E) angenommen. Wir gelangen aber zu diesen Intervallen auf zwei verschiedene Weisen. In den Fällen, wo von jedem Ei nur ein Durchmesser gemessen wurde (sog. Einzelmessungen), ergibt sich die Zugehörigkeit eines Eies zu einem bestimmten Intervall einfach dadurch, dass der Durchmesser in bekannter Weise auf einen ganzen Strich geschätzt wird. In den Fällen dagegen, wo von jedem Ei zwei auf einander senkrechte Durchmesser gemessen wurden (sog. Doppelmessungen), — und dies ist seit Anfang Juli 1898 stets geschehen — gelangt man zunächst, indem jeder Durchmesser ebenfalls auf einen ganzen Strich geschätzt wird, durch Berechnung des Mittels aus beiden Durchmessern zu Intervallen, die um einen halben Strich fortschreiten. Z. B. ergeben zwei Durchmesser desselben Eies von 36 und 37 Strich einen mittleren Durchmesser von 36,5 Strich; zwei Durchmesser, jeder von 36 Strich, einen mittleren Durchmesser derselben Grösse. 200 Eier von *Pleuronectes fesus* ergeben auf diese Weise folgende Reihe:

Strich (E)	32	—	32,5	—	33	—	33,5	—	34
Eizahlen	12	+	69	+	90	+	24	+	5 = 200

Von diesen Intervallen gleich $\frac{1}{2}$ Strich gelangt man nun wieder zu den Intervallen von ganzen Strichen dadurch, dass die auf die halben Striche fallenden Zahlen je zur Hälfte dem oberen und unteren ganzen Strich zugeteilt werden. Man erhält dann ersichtlich:

Strich (E)	32	—	33	—	34
Eizahlen	46,5	+	136,5	+	17 = 200

Dass dabei in ein Intervall, z. B. 32, d. h. 31,5 bis 32,5, nicht eine ganze, sondern eine gebrochene Zahl von Eiern fällt, ist freilich nur in der Theorie möglich, aber hier durchaus statthaft. Dies zur Erklärung der vielen gebrochenen Zahlen in unseren Maßtabelle.

Weiter ist zu bemerken, dass der sog. „wahrscheinliche Fehler“ (bei Annahme symmetrischer Variabilität), der gewöhnlich mit w bezeichnet wird, hier und in unseren Maßtabelle f genannt wird. f bedeutet den wahrscheinlichen Fehler, wie er sich empirisch berechnet und umfasst sowohl den wahrscheinlichen Fehler, den die Natur macht, oder w im engeren Sinne, also den Variabilitäts-Koeffizienten, als auch den, der durch fehlerhafte Messung verursacht wird (nachher φ genannt). f ist überall, wo alle Elemente der Variationskurven bestimmt sind, berechnet nach der Formel $\sqrt{\frac{\sum d^2}{m}}$ 0,6745. F ist der wahrscheinliche Fehler des Mittelwertes $= \frac{f}{\sqrt{m}}$.

1. Eier von derselben Befruchtung und gleichem Entwicklungsalter.

1. 500 Kliescheneier (*Pleuronectes limanda*) von Helgoland. ♀ 21,2 cm, ♂ 22 cm lang
Künstlich befruchtet am 23. Februar 1899, gemessen am 25. Februar. Jugendliche Embryonal-
anlage. — Doppelmessungen, Ganze geschätzt. Maßtabelle des Anhangs I, 12.

Strich (E)	25	—	26	—	27	—	28
Eizahlen	1	+	30,5	+	390,5	+	78 = 500

$A = 27,091$; $C = 27,060$; $D_i = 27,035$; $D_p = 26,948$. Asy. R (D) positiv; Asy. G (A) =
 $u = 24,57$; W. Asy. (A) = $V = 9,09$; untere mittlere Abweichung = ε , = $0,3395$; obere mittl. Abweichg.
= $\varepsilon' = 0,4820$; $m = 500$; untere Zahl bz. $D_p = m$, = $206,616$; obere Zahl = $m' = 293,384$. $\frac{C - D_p}{A - D_p}$
= $p = 0,7793$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$.

Wahrscheinliche Grenzen des dichtesten Wertes D_p ¹⁾ $26,932$ und $26,964$; sichere Grenzen desselben
 $26,878$ und $27,028$.

Bei Annahme vollkommener Symmetrie $\Sigma d^2 = 108,3595$; $f = 0,318$; $F = 0,014$. Wahrscheinliche
Grenzen von $A = A \pm F = 27,077$ und $27,105$. Sichere Grenzen von $A = A \pm 5 F = 27,021$ und $27,161$.

Die Berechnung der theoretischen Reihen nach dem zweiseitigen (D_p) und dem einfachen G. G. (A_q)
und der Vergleich derselben mit der empirischen Reihe ergibt (in abgerundeten Zahlen):

Strich (E)	25	—	26	—	27	—	28	—	29	empirisch
Eizahlen	1	+	30,5	+	390,5	+	78			
	<i>60</i>	+	<i>334</i>	+	<i>103</i>	+	<i>3</i>	theor. nach D_p	Differenzen-Summe ²⁾	115
	<i>51</i>	+	<i>354</i>	+	<i>94,5</i>	+	<i>0,5</i>	„ nach A_q	„	75

Das Ergebnis dieser Berechnungen ist, dass die Reihe der 500 *limanda*-Eier eine schwache positive
Asymmetrie zeigt. u überschreitet V noch nicht dreimal und p ist nahe zu gleich $\frac{\pi}{4}$. Die Übereinstimmung
zwischen Theorie und Erfahrung ist vielleicht nicht ganz befriedigend, da die Summe der Differenzen zwischen
empirischer und theoretischer Reihe ein Zehntel der Gesamtzahl der Eier nicht überschreiten sollte, während
sie hier nach D_p $0,23$, nach A_q $0,15$ der Zahl 500 beträgt. Man kann aber ziemlich sicher diesen Mangel
an Übereinstimmung auf Rechnung der unvermeidlichen Messungsfehler setzen. Bemerkenswerter Weise ist
die Übereinstimmung zwischen theoretischer und empirischer Reihe grösser bei Annahme vollkommener
symmetrischer Variabilität.

2. 500 Kliescheneier (*Pleuronectes limanda*) von Helgoland. Von derselben Befruchtung
wie die vorigen, aber gemessen am 7. März, 13 Tage alt, mit weit entwickelten Embryonen. —
Doppelmessungen, Ganze geschätzt. Maßtabelle I, 13.

Strich (E)	26	—	27	—	28
Eizahlen	41,5	+	378	+	80,5 = 500

$A = 27,078$; $C = 27,052$; $D_i = 27,031$; $D_p = 26,963$. Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = $u =$
 $19,97$; W. Asy. (A) = $V = 9,09$; ε , = $0,3716$; $\varepsilon' = 0,4867$; $m = 500$; m , = $216,491$; $m' = 283,509$.
 $p = 0,7704$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$. Wahrscheinliche Grenzen von D_p $26,948$ und $26,980$; sichere Grenzen $26,888$
und $27,048$.

Bei Annahme vollkommener Symmetrie $\Sigma d^2 = 118,958$; $f = 0,329$; $F = 0,015$. Wahrscheinliche
Grenzen von A $27,063$ und $27,093$, sichere Grenzen $27,003$ und $27,153$.

¹⁾ $D_p - \frac{0,845347 \varepsilon}{\sqrt{2} m}$ und $D_p + \frac{0,845347 \varepsilon'}{\sqrt{2} m'}$

²⁾ Die Differenzen der Frequenzzahlen der entsprechenden Intervalle der theoretischen und empirischen Reihe ohne Rück-
sicht auf das Vorzeichen addiert.

Strich (E)	25	—	26	—	27	—	28	—	29	
Eizahlen	41,5 + 378 + 80,5								empirisch	
	0,5 + 69 + 323,5 + 104 + 3								theor. nach D_p Differenz.-S. 109	
	0,5 + 58,5 + 344,5 + 95,5 + 1								„ „ A_q „ 67	

Diese 500 Eier sind den vorigen in allen Beziehungen sehr ähnlich; die Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung ist etwas besser und ebenfalls grösser bei Anwendung des einfachen G. G. Die Unterschiede in den beiden Hauptwerten der Reihen 1 und 2 sind so gering, dass sie durch blossen Zufall verursacht sein können.

3. 200 Flundereier (*Pleuronectes flesus*) von Helgoland. ♀ 44 cm lang. Künstlich befruchtet am 24. März 1899, gemessen am 28. März im Stadium der Keimscheibe. — Doppelmessungen, Ganze geschätzt. Maßtabelle II, 10.

Strich (E)	32	—	33	—	34
Eizahlen	46,5 + 136,5 + 17 = 200				

$A = 32,852$; $C = 32,892$; $D_i = 32,930$; $D_p = 33,023$. Asy. R. (D) negativ. Asy. G. (A) = $u = 10,63$; W. Asy. (A) = $V = 5,75$; $\epsilon_r = 0,5618$; $\epsilon'_r = 0,3914$; $m = 200$; $m_r = 117,873$; $m'_r = 82,127$; $p = 0,7685$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$. Wahrscheinliche Grenzen von D_p 32,992 und 33,049, sichere Grenzen 32,868 und 33,153.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 59,149$; $f = 0,367$; $F = 0,026$. Wahrscheinliche Grenzen von A 32,826 und 32,878; sichere Grenzen 32,722 und 32,982.

Strich (E)	31	—	32	—	33	—	34	
Eizahlen	46,5 + 136,5 + 17							empirisch
	3,5 + 50,5 + 119,0 + 27							theor. nach D_p Differenz.-S. 35
	1,5 + 50,5 + 125,0 + 23							„ „ A_q „ 23

Die Übereinstimmung von Theorie und Erfahrung ist in jeder Beziehung befriedigend und am grössten bei Annahme symmetrischer Variabilität.

Von den folgenden Reihen 4 bis 9 sind nur die Hauptwerte A , C und D_i sowie Grad und Richtung der Asymmetrie berechnet.

4. 100 Scholleneier von einem 56 cm langen Weibchen von der grossen Fischerbank, künstlich befruchtet am 11. Februar 1898 und gemessen am 23. Februar. — Einzelmessungen, Ganze geschätzt. Maßtabelle III, 4.

Strich (E)	60	—	61	—	62	—	63	—	64	$A = 61,870$; $C = 61,872$; $D_i = 61,882$.
	1 + 30 + 51 + 17 + 1 = 100									Asy. R. (D) negativ; Asy. G. (A) = $u = 0,26$.
										W. Asy. (A) = $V = 4,07$.

5. 110 Scholleneier aus der Kieler Bucht, künstlich befruchtet am 2. März 1897 und am selben Tage von Apstein gemessen. — Einzelmessungen, Ganze geschätzt.

Strich (A)	39	—	40	—	41	—	42	—	43	—	44	—	45	$A = 40,780$; $C = 40,714$; $D_i = 40,682$.
	10 + 36 + 42 + 15 + 5 + 1 + 1 = 110													Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = $u = 0,26$.
														W. Asy. (A) = $V = 4,26$.

6. 120 Flundereier (*Pleuronectes flesus*) von einem 35 cm langen Weibchen bei Helgoland, künstlich befruchtet am 20. April 1898, gemessen am 27. April; Embryonen weit entwickelt, kurz vor dem Ausschlüpfen. — Einfache Messungen, Ganze geschätzt. Maßtabelle II, 22.

Strich (E)	30	—	31	—	32	—	33	$A = 31,417$; $C = 31,412$; $D_i = 31,407$.
Eizahlen	8 + 57 + 52 + 3 = 120							Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = $u = 0,46$.
								W. Asy. (A) = $V = 4,45$.

7. 100 Kliescheneier (*Pleuronectes flesus*) von einem 16 cm langen Weibchen bei Helgoland, künstlich befruchtet am 17. März 1898, gemessen an demselben Tage. — Einfache Messungen, Ganze geschätzt.

$$\begin{array}{r} \text{Strich (E)} \quad 26 \quad - \quad 27 \quad - \quad 28 \\ \hline \text{Eizahlen} \quad 14 \quad + \quad 75 \quad + \quad 11 \quad = \quad 100 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} A = 26,970; C = 26,980; D_i = 26,988. \\ \text{Asy. R. (A) negativ; Asy. G. (A) = } u = 1,56. \\ \text{W. Asy. (D) = } V = 4,07. \end{array}$$

8. 100 Schellfischeier (*Gadus aeglefinus*) von der jütischen Küste, künstlich befruchtet am 21. März 1898, gemessen am 29. März 1898. — Einfache Messungen, Ganze geschätzt. Maßtabelle X, 1.

$$\begin{array}{r} \text{Strich (E)} \quad 46 \quad - \quad 47 \quad - \quad 48 \quad - \quad 49 \quad - \quad 50 \quad - \quad 51 \\ \hline \text{Eizahlen} \quad 8 \quad + \quad 15 \quad + \quad 50 \quad + \quad 16 \quad + \quad 9 \quad + \quad 2 \quad = \quad 100 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} A = 48,090; C = 48,040; D_i = 48,040. \\ \text{Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = } u = 5,00. \\ \text{W. Asy. (A) = } V = 4,07. \end{array}$$

9. 100 Eier von *Ctenolabrus rupestris*, von einem Weibchen bei Helgoland, künstlich befruchtet am 30. Juni 1898, gemessen 1. Juli 1898, Stadium der Keimscheibe. — Doppelmessungen, Ganze geschätzt, Intervalle gleich $\frac{1}{2}$ Strich.

$$\begin{array}{r} \text{Strich (E)} \quad 26 \quad - \quad 26,5 \quad - \quad 27 \quad - \quad 27,5 \\ \hline \text{Eizahlen} \quad 23 \quad + \quad 49 \quad + \quad 27 \quad + \quad 1 \quad = \quad 100 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} A = 26,530; C = 26,525; D_i = 26,521. \\ \text{Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = } u = 0,88. \\ \text{W. Asy. (A) = } V = 4,07. \end{array}$$

2. Eier von derselben Befruchtung, aber ungleichem Entwicklungsalter.

Um zu etwas grösseren Zahlen in einer Messungsreihe zu gelangen, haben wir verschiedene Portionen nicht absolut gleichartiger Eier zusammengeworfen, dabei jedoch die Vorsicht gebraucht, zunächst nur solche Reihen zu vereinigen, deren Mittelwerte so verschieden sind, dass sie mit Wahrscheinlichkeit oder einiger Möglichkeit aus blossen unausgeglichenen Zufälligkeiten oder unvermeidlichen Messungsfehlern herühren können.

10. 1000 Kliescheneier (*Pleuronectes limanda*) von Helgoland. Künstlich befruchtet am 23. Februar 1899, gemessen am 23. Februar und 7. März. Dies sind die beiden oben behandelten Reihen 1 und 2 in eine zusammengeworfen, was angesichts der beiden Mittelwerte 27,091 und 27,078 vollkommen gerechtfertigt erscheint.

$$\begin{array}{r} \text{Strich (E)} \quad 25 \quad - \quad 26 \quad - \quad 27 \quad - \quad 28 \\ \hline \text{Eizahlen} \quad 1 \quad + \quad 72 \quad + \quad 768,5 \quad + \quad 158,5 \quad = \quad 1000 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} A = 27,085; C = 27,056; D_i = 27,033; D_p = 26,956. \text{ Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = } u = 44,38; \\ \text{W. Asy. (A) = } V = 12,86; \varepsilon_r = 0,356; \varepsilon'_r = 0,484; m = 1000; m_r = 423,805; m'_r = 576,195; p = 0,7745; \\ \frac{\pi}{4} = 0,7854. \text{ Wahrscheinliche Grenzen von } D_p \text{ 26,946 und 26,966; sichere Grenzen 26,906 und 27,016.} \end{array}$$

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 227,360; f = 0,322; F = 0,010$. Wahrscheinliche Grenzen von A 27,075 und 27,095; sichere Grenzen 27,035 und 27,135.

$$\begin{array}{r} \text{Strich (E)} \quad 25 \quad - \quad 26 \quad - \quad 27 \quad - \quad 28 \quad - \quad 29 \\ \hline \text{Eizahlen} \quad 1 \quad + \quad 72 \quad + \quad 768,5 \quad + \quad 158,5 \quad \text{empirisch} \\ \quad \quad \quad 0,5 \quad + \quad 129,5 \quad + \quad 656,5 \quad + \quad 207,5 \quad + \quad 6 \quad \text{theor. nach } D_p \text{ Differenz.-S. 225} \\ \quad \quad \quad 0,5 \quad + \quad 109,5 \quad + \quad 698 \quad + \quad 190,5 \quad + \quad 1,5 \quad \text{,, ,, } A_q \text{ ,, 142} \end{array}$$

Die Asymmetrie tritt hier entsprechend der grösseren Zahl etwas stärker hervor. Die Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung ist nicht ganz befriedigend, indem die Differenzensummen etwas gross sind. Beachtenswert ist, dass auch hier die Übereinstimmung grösser ist bei Annahme symmetrischer Variabilität.

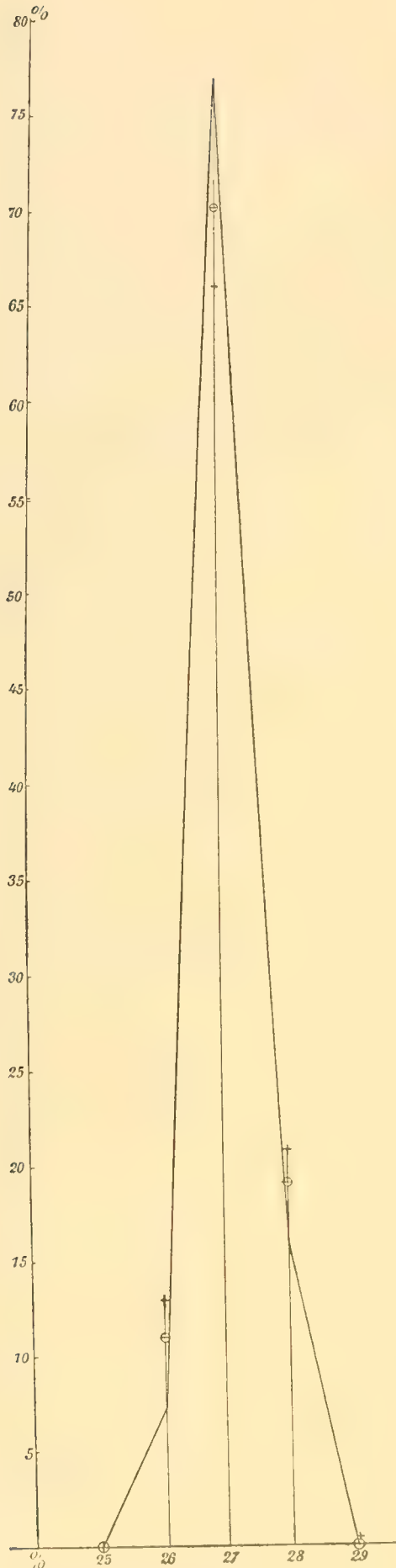


Fig. 2. 1000 Kliescheneier.

Die nebenstehende Figur 2 zeigt das empirische Variationspolygon dieser 1000 Kliescheneier in prozentuarischer Form, d. h. die wirklichen Eizahlen sind in Prozente der gesamten Zahl m umgerechnet. Der Maßstab der Zeichnung ist: 1 Grössenintervall der Abscisse = 1 cm; 1 ‰ der Ordinate = 3 mm. Derselbe Maßstab ist bei allen folgenden Zeichnungen von prozentuarischen Variationspolygonen angewandt, wodurch alle gleichen Flächeninhalt bekommen und unmittelbar vergleichbar sind. Von den beiden theoretischen Variationspolygonen, dem nach D_p und dem nach A_q , sind hier nur die Endpunkte der Ordinaten angegeben, die verbindenden Linien aber weggelassen, weil sie die Zeichnung unendlich machen würden. Die + markieren die Endpunkte der Ordinaten nach D_p , die o diejenigen nach A_q . Man sieht, dass das Polygon nach A_q sich besser mit dem empirischen deckt, als das nach D_p .

11. 200 Flundereier (*Pleuronectes flesus*) von Helgoland. ♀ 48 cm lang. Künstlich befruchtet am 15. April 1899, 100 am 18. April gemessen, mit schwacher Embryonalanlage, andere 100 am 19. April gemessen, mit die halbe Peripherie umspannenden Embryonen. Mittelwerte entsprechend 34,025 und 34,210. Doppelmessungen, Ganze geschätzt. Maßtabelle II, 18.

Strich (E)	33	—	34	—	35
Eizahlen	21	+	134,5	+	44,5 = 200

$A = 34,118$; $C = 34,087$; $D_i = 34,058$; $D_p = 33,991$. Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = $u = 8,24$; W. Asy. (A) = $V = 5,75$; $\epsilon = 0,4255$; $\epsilon' = 0,5516$; $m = 87,099$; $m' = 112,901$; $p = 0,7609$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$. Wahrsch. Grenzen von D_p 33,964 und 34,022; sichere Grenzen 33,856 und 34,146.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 62,739$; $f = 0,378$; $F = 0,027$. Wahrsch. Grenzen von A 34,091 und 34,145; sichere Grenzen 33,983 und 34,253.

Strich (E)	32	—	33	—	34	—	35	—	36	
Eizahlen	21	+	134,5	+	44,5	empirisch				
	0,5	+	30,5	+	117	+	48,5	+	3,5	nach D_p Differenz. S. 35
	0,5	+	26,5	+	123,5	+	48,0	+	1,5	nach A_q Differenz. S. 22.

Die Asymmetrie der Reihe ist sehr gering und die Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung sehr befriedigend, namentlich bei Annahme symmetrischer Variabilität.

12. 200 Flundereier (*Pleuronectes flesus*) von Helgoland. ♀ 34 cm lang. Künstlich befruchtet am 9. Mai 1898, 100 davon gemessen am 10. Mai im Stadium der Keimscheibe, die anderen 100 gemessen am 12. Mai mit sehr weit entwickelten Embryonen. — Einfache Messungen, Ganze geschätzt. Maßtabelle II, 25 + 26. Die beiden einzelnen Reihen und die vereinigte Reihe sind folgende:

Strich (E)	30	—	31	—	32	—	33	
10. Mai	2	+	60	+	36	+	2 = 100	$A = 31,380$
12. Mai			50	+	50		= 100	$A = 31,500$
	2	+	110	+	86	+	2 = 200	

$A = 31,440$; $C = 31,391$; $Di = 31,318$. Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = $u = 8,80$; W. Asy. (A) = $V = 5,75$.

3. Eier von verschiedenen künstlichen Befruchtungen und verschiedenem Entwicklungs-Alter, aber von gleicher Zeit und gleichem Ort.

13. 450 Eier von *Ctenolabrus rupestris* von Helgoland. Am 5. Juli 1898 wurden die Eier von drei Weibchen (a, b, c) künstlich befruchtet. Von den so gewonnenen Eiern jedes Fisches wurden je 50 Stück am 6. Juli (mit Keimscheibe), am 7. Juli (mit grossen Embryonen) und am 8. Juli (mit sehr grossen Embryonen) gemessen. Beim Fisch a waren die entsprechenden Mittelwerte der drei Entwicklungsstadien in Strichen 25,93 — 26,15 — 26,15; bei Fisch b 25,95 — 26,08 — 26,12; bei Fisch c 26,03 — 26,21 — 26,11. Da diese Mittel in Ansehung der geringen Zahl 50 sehr wenig von einander verschieden sind, ist es erlaubt alle 450 Eier zusammen als einen Kollektivgegenstand anzusehen. — Doppelmessungen, Ganze geschätzt. Maßtabelle XVII, 13 bis 21.

Strich (E)	25	—	26	—	27	—	28
Eizahlen	30	+	354	+	65,5	+	0,5 = 450

$A = 26,081$; $C = 26,051$; $Di = 26,029$; $Dp = 25,944$; Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = $u = 21,43$; W. Asy. (A) = $V = 8,63$; $\varepsilon_s = 0,3376$; $\varepsilon_r = 0,4754$; $m = 450$; $m_s = 187$; $m_r = 263$; $p = 0,7899$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$. Wahrscheinliche Grenzen von Dp 25,928 und 25,962, sichere Grenzen 25,864 und 26,034.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 94,539$; $f = 0,310$; $F = 0,015$. Wahrscheinliche Grenzen von D 26,066 und 26,096; sichere Grenzen 26,006 und 26,156.

Strich (E)	25	—	26	—	27	—	28
Eizahlen	30	+	354	+	65,5	+	0,5 empirisch
	55	+	303	+	89,5	+	2,5 theor. nach Dp Differenz.-S. 102
	46	+	322,5	+	81	+	0,5 „ „ Aq „ 63

Der Charakter dieser Reihe und die Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung ist ganz wie bei den 500 Kliescheneiern der Reihen 1 und 2.

4. Planktonisch gefischte Eier.

14. 411 Kliescheneier (*Pleuronectes limanda*), vereinigt aus folgenden vier bei Helgoland im Jahre 1898 gefischten Portionen. — Einfache Messungen, Ganze geschätzt. Maßtabelle I, 1 + 2 + 5 + 6.

Strich (E)	24	—	25	—	26	—	27	—	28	—	29	—	30
Eizahlen	7	+	43	+	50	+	23	+	7	+	1	= 131.	31. Jan. bis 10. Febr., A. 26,870.
	6	+	24	+	35	+	14	+	1	= 80.	12. Febr.	A. 26,750.	
	2	+	16	+	22	+	36	+	16	+	8	= 100.	17. bis 25. März A. 26,720.
	11	+	31	+	33	+	20	+	5	= 100.	2. April	A. 26,770.	
Zusammen	2	+	40	+	120	+	154	+	73	+	21	+	1 = 411.

Die Unterschiede in den Mitteln sind angesichts der kleinen Eizahlen und des grossen Variationsumfanges so gering, dass das Zusammenwerfen der einzelnen Portionen gestattet ist.

$A = 26,786$; $C = 26,782$; $Di = 26,752$; $Dp = 26,769$; Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = $u = 1,09$; W. Asy. (A) = $V = 8,25$; $\varepsilon_s = 0,856$; $\varepsilon_r = 0,868$; $m = 411$; $m_s = 203,426$; $m_r = 207,574$; $p = 0,7647$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$. Wahrscheinliche Grenzen von Dp 26,733 und 26,805, sichere Grenzen 26,589 und 26,949.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $f = 0,73$; $F = 0,036$. Wahrscheinliche Grenzen von A 26,750 und 26,822; sichere Grenzen 26,606 und 26,966.

Strich (E)	23	— 24	— 25	— 26	— 27	— 28	— 29	— 30	
Eizahlen		2	+ 40	+ 120	+ 154	+ 73	+ 21	+ 1	empirisch
	0,5	+ 6,5	+ 41	+ 115	+ 143,5	+ 81	+ 21	+ 2,5	theor. nach D_p Differenz.-S. 31.
	0,5	+ 6,5	+ 41	+ 114,5	+ 143,5	+ 81,5	+ 21	+ 2,5	„ „ A_q „ 32.

Die Asymmetrie ist minimal und die Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung befriedigend und gleich gut für das einfache wie zweiseitige G. G.

Die hier genauer behandelten 14 Messungsreihen bestätigen in der That die Vermutung, dass das allgemeine Gesetz, wonach organische Kollektivgegenstände niedersten Grades nach reinem Zufall variieren, zweifellohne auch für die schwimmenden Fischeier gilt. Es zeigt sich ferner, dass lebende Eier möglichst gleichartiger Natur eine sehr geringe Asymmetrie der Variabilität ihres Durchmessers besitzen. Hiernach ist es möglich mit Hülfe der Wahrscheinlichkeits-Rechnung die wahrscheinlichen und sicheren Grenzen gewisser typischer Werte einer Gruppe gleichartiger Eier zu berechnen und zugleich ohne wesentliche Einbusse an Genauigkeit erlaubt, in der Praxis als bequemsten typischen Wert einer Eigruppe das arithmetische Mittel (A) der Einzelmessungen anzusehen und seine Grenzen nach dem einfachen G. G. zu berechnen. Der Abstand zwischen dem dichtesten Werte (D_p) und dem arithmetischen Mittel (A) beträgt im Durchschnitt in unseren Fällen nicht mehr als $\frac{1}{10}$ Strich (E) oder 0,003 mm oder etwa den 300. Teil des Eidurchmessers. Die sicheren Grenzen beider Werte (D_p und A) greifen meistens stark übereinander.

Die Möglichkeit, das einfache G. G. hier an Stelle des zweiseitigen zu setzen, erspart eine Menge mühsamer Berechnungen. In unseren Maßtabellen des Anhangs sind dementsprechend nur diejenigen Werte der asymmetrischen Reihe angegeben, die leicht zu berechnen sind und ausreichen, um die Grösse und Richtung der Asymmetrie zu erkennen. Im übrigen sind die Berechnungen nach dem einfachen G. G. ausgeführt,

indem der wahrscheinliche Fehler $f = 0,6745 \sqrt{\frac{\sum d^2}{m}}$ und $F = \frac{f}{m}$ und auf Grund dieser Werte die wahrscheinlichen und sicheren Grenzen des arithmetischen Mittels bei jeder einzelnen Messungsreihe angegeben sind.

Durch die Vergleichung der auf diese Weise aus den verschiedenen Messungsreihen von Eiern erhaltenen typischen Mittel und ihrer wahrscheinlichen und sicheren Grenzen gelangt man nun weiter zur Beantwortung der Frage, ob zwischen verschiedenen Eigruppen ausser solchen Unterschieden, die nur durch unausgeglichene Zufälligkeiten bedingt werden, auch noch andere existieren, die ihre Entstehung bestimmten gerichteten Ursachen verdanken, also sog. wirkliche Unterschiede nach der Jahreszeit, der Grösse und dem Alter der Muttertiere, der Rasse und Species u. a.

Bevor wir in diese, für unseren besonderen Zweck, nämlich die Bestimmung der schwimmenden Fischeier, äusserst wichtige Untersuchung eintreten, müssen wir uns genauer mit den unvermeidlichen Messungsfehlern beschäftigen.

2. Die unvermeidlichen Messungsfehler, ihre Grösse und Eliminierung.

Wir gehen bei dieser Betrachtung zunächst aus von der Annahme einer symmetrischen Variabilität gleichartiger Eier und einer vollkommenen Kugelgestalt derselben.

Bezeichnet a den durch Messung gefundenen und α den wahren Durchmesser eines Eies, so ist unter der Annahme einer absolut fehlerlosen Messung $a = \alpha$. Da diese Annahme nie zutrifft, ist a stets $>$ oder $<$ α . Nennt man wahrscheinlichen Fehler bei der Messung eines Eis diejenige Fehlergrösse, die bei zahlreichen Messungen ebenso oft über- wie unterschritten wird und bezeichnet ihn mit φ , so besagen die Gleichungen

$\alpha = \alpha \pm \varphi$ und $a = a \mp \varphi$, dass der durch Messung gefundene und der wahre Durchmesser eines Eies sich um eine Grösse von einander unterscheiden, die mit gleicher Wahrscheinlichkeit zwischen 0 und φ und über φ liegt.

Zu diesem Fehler, den der Beobachter macht, gesellt sich unseren früheren Betrachtungen entsprechend der Fehler, den die Natur macht, indem der wahre Durchmesser α des einzelnen Eies innerhalb einer Gruppe gleichartiger Eier gleichsam eine fehlerhafte Gestaltung (Variante) eines typischen Eidurchmessers A ist. Bezeichnet man den wahrscheinlichen Fehler, den die Natur am einzelnen Ei macht, mit w , so besagen nun die Gleichungen $\alpha = A + w$ und $A = \alpha \mp w$, dass der typische oder wahre Durchmesser einer Eigruppe und der wahre Durchmesser des einzelnen Eies sich um eine Grösse von einander unterscheiden, die mit gleicher Wahrscheinlichkeit zwischen 0 und w und über w liegt.

Beide Fehler, der, den die Natur macht, und der, den der Beobachter macht, sind völlig unabhängig von einander¹⁾ und ihr Zusammentreffen folgt daher den Gesetzen des Zufalls. Die wahrscheinliche Abweichung des durch Messung gefundenen Durchmessers eines einzelnen Eies, die wir f nennen wollen, ist daher

$$(1) \quad f = \sqrt{w^2 + \varphi^2}$$

und die Gleichungen

$$\begin{aligned} a &= A \mp \sqrt{w^2 + \varphi^2} = A \pm f & \text{und} \\ A &= a \mp \sqrt{w^2 + \varphi^2} = a \mp f \end{aligned}$$

besagen, dass der durch Messung gefundene Durchmesser a eines Eies von dem wahren typischen Durchmesser der Eigruppe um eine Grösse abweicht, die mit gleicher Wahrscheinlichkeit zwischen 0 und $\sqrt{w^2 + \varphi^2}$ und über $\sqrt{w^2 + \varphi^2}$ liegt.

Der wahre typische Wert der Eigruppe ist bei Annahme symmetrischer Variabilität das arithmetische Mittel aus den wahren Durchmessern der einzelnen Eier, den einzelnen α , und wird um so genauer bestimmt, jemehr einzelne Eier gemessen werden. Ist nun \mathbf{A} das aus den mit Messungsfehlern behafteten a gezogene

Mittel, so ist

$$A = \mathbf{A} \pm \frac{\sqrt{w^2 + \varphi^2}}{\sqrt{m}} = \mathbf{A} \pm \sqrt{\frac{w^2 + \varphi^2}{m}}$$

oder

$$A = \mathbf{A} \pm \frac{f}{\sqrt{m}} = \mathbf{A} \pm F$$

$$(2) \quad F = \frac{f}{\sqrt{m}} = \sqrt{\frac{w^2 + \varphi^2}{m}}$$

wobei m die Zahl der gemessenen gleichwertigen Eier bezeichnet.

F ist somit die aus einer Messungsreihe berechnete wahrscheinliche Abweichung des empirisch gefundenen Mittels \mathbf{A} vom wahren, typischen und absolut fehlerfreien Mittel einer Eigruppe, also der Fehler an eben dem Werte, den wir suchen wollen. Es ist klar, dass dieser wahre Mittelwert um so schärfer bestimmt werden kann, je kleiner w und φ und je grösser m ist. Die Grösse w , den wahrscheinlichen Fehler der Natur oder den wahren Variations-Koeffizienten, können wir als einen festgegebenen nicht verkleinern, wohl aber den wahrscheinlichen Messungsfehler φ , der um so kleiner ausfallen wird, je sorgfältiger und schärfer die Messung selbst ist.

Ist die Grösse des unvermeidlichen Messungsfehlers φ bei einer Messungsreihe bekannt oder empirisch bestimmbar, so lässt sich der wahre Variations-Koeffizient w leicht berechnen. Sei beispielsweise aus einer Messung von 100 lebenden gleichartigen Eiern f zu 0,7 und durch wiederholte Messung derselben 100 Eier der wahrscheinliche Fehler der Einzelmessung φ zu 0,5 gefunden, so ist

$$\begin{aligned} 0,7 &= \sqrt{w^2 + 0,25} \\ w &= 0,49. \end{aligned}$$

¹⁾ Man sagt vielleicht besser, sie können in diesem Falle als völlig unabhängig von einander angenommen werden. Bei der im Verhältnis zur absoluten Grösse des Eies immerhin geringen Variabilität des Durchmessers ist es höchst unwahrscheinlich, dass die Grösse des Eies einen Einfluss auf die Grösse des Messungsfehlers hat.

Hieraus folgt, dass der empirische Variationskoeffizient f der unvermeidlichen Messungsfehler wegen stets grösser ist, als der wahre Variationskoeffizient w , dass mithin eine Gruppe gleichartiger Eier uns immer variabler erscheint, als sie in Wirklichkeit ist oder dass, graphisch dargestellt, die Variationskurve und das Variationspolygon in Wahrheit stets steiler sind, als sie thatsächlich erscheinen.

Um die Grösse φ des auch bei möglichster Sorgfalt der Messung nach den auf S. 140 gegebenen Vorschriften übrigbleibenden Messungsfehlers empirisch zu bestimmen, haben wir zwei verschiedene Untersuchungen angestellt und zwar beide male an konservierten Eiern, weil das wiederholte Messen derselben lebenden Eier wegen der Empfindlichkeit derselben leicht neue unkontrollierbare Fehler mit sich bringt.

1. Zunächst sind 10 konservierte Scholleneier jedes 10 mal gemessen und zwar derart, dass die Grösse jedes Eies so sorgfältig wie möglich auf $\frac{1}{10}$ Strich (E) geschätzt wurde. Für jedes einzelne Ei wurde dann das Mittel aus allen zehn Messungen berechnet und weiterhin nach dem einfachen G. G. der wahr-

scheinliche Messungsfehler φ nach der Formel $\varphi = 0,6745 \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$, wo n die Zahl der wiederholten Messung desselben Eies bedeutet. Der Wert φ schwankte bei den 10 Eiern von 0,200 bis 0,526 Strich (E) und betrug im Mittel 0,38. Dies bedeutet also, dass, wenn eins der konservierten Scholleneiern z. B. auf 51,4 Strich geschätzt wird, der wahre Wert seines Durchmessers in der Hälfte aller Fälle zwischen den Grenzen $51,4 \pm 0,38$, also zwischen 51,02 und 51,78 Strich liegt, in der anderen Hälfte jenseits derselben. Sicher liegt sein wahrer Wert zwischen $51,4 - 5 \times 0,38$ und $51,4 + 5 \times 0,38$, also zwischen 49,5 und 53,3 Strich.

Es fragt sich, ob man diese unvermeidlichen Messungsfehler nicht dadurch aus der Messungsreihe eliminieren kann, dass jedes Ei einem bestimmten Intervall zugerechnet wird und dass diese Intervalle so gross genommen werden, dass man sicher sein kann, dass jedes Ei, trotzdem es mehr oder weniger falsch gemessen ist, doch mit Sicherheit oder stark überwiegender Wahrscheinlichkeit in das richtige Intervall zu liegen kommt. Offenbar ist eine gewisse Eliminierung der Messungsfehler auf diese Weise, d. h. durch Schätzung der Eier auf grössere Intervalle, möglich. Ein Ei sei zu 51,4 Strich gemessen, dann liegt sein wahrer Wert sicher zwischen 49,5 und 53,3 Strich, d. h. in einem Intervall von 3,8 Strich, das 10 mal so gross ist, als der wahrscheinliche Messungsfehler. Nimmt man nun ein 3,8 Strich grosses Intervall mit zwei Abgrenzungen bei 49,5 und 53,3 Strich, so fallen offenbar alle möglichen Messungsfehler in dieses Intervall. Die Wahrscheinlichkeit der Eliminierung des Fehlers durch Schätzung auf ein so grosses Intervall ist also, wenn die wirklich gemessene Eigrösse gerade in die Mitte des Intervalls fällt, gleich 1. Ist die wirklich gemessene Eigrösse dagegen etwa 49,5, liegt also am Ende eines solchen Intervalls, so fällt ersichtlich nur noch die Hälfte aller möglichen Fehler in das geschätzte Intervall, die andere Hälfte in das benachbarte. Die Wahrscheinlichkeit der Eliminierung ist also auf 0,5 vermindert. Im Mittel beträgt daher bei Schätzung auf ein Intervall gleich 10φ die Wahrscheinlichkeit der Eliminierung 0,75. Dies ist zugleich der höchste erreichbare Grad der Eliminierung, da eine weitere Vergrösserung der Intervalle ersichtlich ohne Effekt ist. Nimmt man das Intervall oder die Maßeinheit, auf die geschätzt wird, nun gleich 2φ , also hier zu 0,76 Strich, so liegt die Wahrscheinlichkeit oder der Grad der Eliminierung der Messungsfehler zwischen 0,50 und 0,25 und ist im Mittel = 0,375. Bei dieser Intervallgrösse überwiegt also noch die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ei in ein falsches Intervall gerät, die entgegengesetzte. Nimmt man die Maßeinheit gleich $2q$, d. h. zweimal die Wurzel aus dem mittleren Fehlerquadrat (dem sog. mittleren Messungsfehler der Astronomen), in unserm Falle, da $q = 1,483 \varphi$ ¹⁾ = 0,5635, also zu 1,127 Strich (E), so liegt die Wahrscheinlichkeit der Fehler-Eliminierung zwischen den Grenzen 0,683 und 0,341, beträgt also im Mittel 0,512 und überwiegt damit um ein Geringes die entgegengesetzte. Kleiner als $2q$ sollte man daher die Intervallgrösse in einer Messungsreihe nicht nehmen.

¹⁾ Über die normalen Beziehungen von w und q und anderer Werte einer symmetrischen Messungsreihe zu einander s. Fechner 20, 273.

2. Unsere zweite Untersuchung zur Bestimmung der unvermeidlichen Messungsfehler besteht darin, dass wir 100 konservierte Schellfischeier jedes 10 mal⁴⁾ gemessen haben, diese aber so, dass zur möglichsten Eliminierung von Messungsfehlern jedes Ei gleich auf einen ganzen Strich (E) geschätzt wurde. Es ergaben sich für ein und dasselbe Ei bei zehnmal wiederholter Messung meistens zwei, nicht selten drei, manchmal auch vier verschiedene Striche; nur bei einem einzigen Ei erhielten wir 10 mal denselben Strich. Der wahrscheinliche Messungsfehler φ des einzelnen Eies schwankte bei allen 100 Eiern von 0,00 bis 0,77 und betrug im Mittel 0,38. Man sollte φ in diesem Falle kleiner erwarten als 0,38, da ja sicher ein Teil der Messungsfehler durch Schätzung auf ganze Striche eliminiert ist, was bei den Scholleneiern der ersten Untersuchung nicht der Fall war. Da der Wert φ jedoch selbst wieder mit einem zufälligen, von der Zahl der gemessenen Eier abhängigen Fehler behaftet ist und auch der Grad der Schärfe der Messung keineswegs immer derselbe ist, so ist hierauf kein besonderer Wert zu legen. Wichtig ist, dass diese Untersuchung ergibt, dass auch die Schätzung des Eidurchmessers auf ganze Striche, die wir fast durchgehends geübt haben, die unvermeidlichen Messungsfehler noch lange nicht zu eliminieren vermag, einmal weil dies überhaupt auf diesem Wege nur bis zu einer gewissen, oben angegebenen Grenze möglich ist, und zweitens, weil bei einem $\varphi = 0,38$ die Maßeinheit = 1 Strich offenbar zu klein ist.

Indem die Messungsfehler viele Eier in ein falsches Intervall bringen, ändern sich selbstverständlich bei der zehnmal wiederholten Messung derselben Reihe von 100 Schellfischeiern nicht nur das Mittel und die anderen Hauptwerte derselben, sondern auch andere Werte der Reihe, wie Grad und Richtung der Asymmetrie, Variationskoeffizient u. a. Hiervon giebt die nachfolgende Tabelle ein anschauliches und für die Praxis der Eimessungen sehr lehrreiches Bild.

Tab. 3. Zehnmahlige Messung derselben 100 konservierten Schellfischeier.

No. d. Messung	Zahl der Eier nach Strichen									Hauptwerte			Asymmetrie		
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	A	C	Di	R	u	V
I.			3	9	21	36	23	7	1	36,92	36,97	37,04	neg.	3,76	4,066
II.			4	3	24	34	26	8	1	37,03	37,06	37,06	neg.	1,96	4,066
III.	1		3	10	15	41	23	7		36,88	37,01	37,09	neg.	10,84	4,066
IV.		2	3	6	19	40	24	5	1	36,89	37,00	37,07	neg.	8,80	4,066
V.	1	1	1	8	18	44	20	7		36,88	36,98	37,02	neg.	8,56	4,066
VI.			3	8	24	35	23	7		36,88	36,93	36,98	neg.	3,40	4,066
VII.		1	4	6	22	37	25	5		36,85	36,96	37,05	neg.	8,10	4,066
VIII.			2	7	24	34	26	6	1	36,97	37,00	37,06	neg.	2,04	4,066
IX.		1	5	3	19	40	24	6	2	36,98	37,05	37,07	neg.	5,60	4,066
X.	1		3	5	20	31	32	6	2	37,06	37,18	37,54	neg.	10,63	4,066
Mittel										36,934	37,014	37,098			

Man sieht, wie beispielsweise das arithmetische Mittel A aller 100 Eier bei den zehn verschiedenen Messungen von 36,85 bis 37,06 schwankt, der Grad der Asymmetrie bz. A von 1,96 bis 10,84. Der wahrscheinliche Fehler des Mittels oder die wahrscheinliche Abweichung jedes einzelnen der 10 Mittel von ihrem gemeinsamen Mittel 36,934 berechnet sich auf $\pm 0,048$. Das durch zehnmahlige Messung jedes einzelnen Eis aus allen 100 Eiern genommene Mittel 36,934 ist demnach noch nicht frei von Messungsfehlern, sondern ist noch unsicher um $\pm \frac{0,048}{\sqrt{10}} = 0,015$. Es liegt wahrscheinlich innerhalb der Grenzen $36,934 \pm 0,015$, also

zwischen 36,919 und 36,949 und sicher in den Grenzen $36,934 \pm 5 \times 0,015$, also zwischen rund 36,86 und 37,01, in Millimetern zwischen 1,157 und 1,162 mm. Es ist also bis auf 0,005 mm oder 5 μ ($\pm 2,5 \mu$) genau bestimmt.

3. Ausser der Schätzung des Durchmessers auf ein grösseres Intervall giebt es nun noch ein anderes Mittel die unvermeidlichen Messungsfehler möglichst zu eliminieren, nämlich die Verschärfung

⁴⁾ Die 10 einzelnen Messungen an jedem Ei wurden hier, wie auch im vorigen Falle, niemals unmittelbar hinter einander gemacht, um den unvermeidlichen psychischen Einfluss der vorhergehenden Messung auf die unmittelbar nachfolgende zu vermeiden.

der Messung selbst, dadurch, dass jedes einzelne Ei mehreremale gemessen wird und das arithmetische Mittel aus diesen wiederholten Messungen als Wert des Eidurchmessers in die Messungsreihe eingestellt wird. Offenbar ist dieser Weg zur Eliminierung der Messungsfehler weit aussichtsvoller als der erstgenannte, erfordert aber auch eine sehr viel grössere Arbeit. Durch Verbindung beider Methoden gelangt man jedoch ohne erhebliche Vermehrung der Arbeit zu befriedigenden Resultaten.

Wenn φ der wahrscheinliche Fehler der einmaligen Messung des Eidurchmessers ist, so verringert sich — eine vollkommene Kugelgestalt des Eis vorausgesetzt — der wahrscheinliche Fehler des aus n -maliger Messung desselben Eis berechneten Durchmessers auf $\frac{\varphi}{\sqrt{n}}$. Ist φ , wie oben, bei einmaliger Messung = 0,38, so ist es bei zweimaliger Messung = 0,27, bei dreimaliger = 0,22, bei viermaliger = 0,19 und bei zehnmaliger Messung nur noch = 0,12. Verfährt man nun so, dass bei jeder einzelnen Messung der Durchmesser sofort auf einen ganzen Strich geschätzt wird, und die so aus allen einzelnen Messungen eines Eies gewonnenen Mittel, die meistens gebrochene Zahlen sein werden (z. B. 37,3, 38,5 u. s. w.), wiederum auf ganze Intervalle abrundet, so kann man bei etwas grösserem n ziemlich leicht zu einer sehr bedeutenden Eliminierung der Messungsfehler gelangen, ohne dass dadurch die Variationskurve übermässig steil wird, wodurch die Gesetzmässigkeit der Messungsreihe verdeckt würde. Für die 100 konservierten Schellfischeier, bei denen φ bei einmaliger Messung jedes Eies im Mittel zu 0,38 gefunden wurde, ergibt sich auf diese Weise bei zehnmaliger Messung jedes Eies folgende Reihe:

$$\begin{array}{r} \text{Strich (E)} \quad 33 \quad - \quad 34 \quad - \quad 35 \quad - \quad 36 \quad - \quad 37 \quad - \quad 38 \quad - \quad 39 \\ \hline \text{Eizahlen} \quad 1 + 3 + 4,5 + 21,5 + 44,5 + 20,5 + 5 = 100 \end{array}$$

woraus sich als arithmetisches Mittel $A = 36,89$, $f = 0,0747$ berechnet.

Die Gleichung

$$(1) \quad F = \sqrt{\frac{w^2 + \varphi^2}{m}}$$

verwandelt sich bei n -maliger Messung jedes Eies in

$$(2) \quad F = \sqrt{\frac{w^2}{m} + \frac{\varphi^2}{mn}}$$

woraus sich w oder der wahre Variationskoeffizient in unserem Falle zu 0,737 berechnet, also nur wenig verschieden von dem empirischen f . Dementsprechend kann man die obige Reihe und ihr Mittel 36,89 als ziemlich fehlerfrei und die Werte 36,52 und 37,26 Strich (E) als die sicheren Grenzen des wahren typischen Mittels konservierter Schellfischeier der untersuchten Art ansehen. Das Mittel wäre damit auf 0,023 mm genau bestimmt.

Aus der Gleichung (2) folgt nun weiter, dass das Mittel A einer Messungsreihe um so schärfer bestimmt wird, je grösser man m und n nimmt. Dabei wiegt aber ersichtlich eine Vergrösserung von m sehr viel schwerer, als die von n . Der Ausdruck $\frac{\varphi}{mn}$ hat z. B. denselben Wert, ob ich 1000 Eier jedes einmal oder 100 Eier jedes 10 mal messe, dagegen ist $\frac{w^2}{m}$ im ersteren Falle 10 mal kleiner als im letzteren und entsprechend wird F oder die Sicherheit des Mittelwertes im ersteren Falle kleiner. Da in beiden Fällen die Arbeit des Messens gleich gross ist, so ist also, wenn genügend gleichartiges Material an Eiern vorhanden ist, die Messung möglichst zahlreicher Eier der sicherste Weg zur genauen Bestimmung des typischen Mittels. Noch deutlicher erhellt die geringe Bedeutung von n aus folgender Überlegung.

Wenn bei irgend einer Gruppe gleichartiger Eier der wahrscheinliche Fehler der einmaligen Messung des einzelnen Eies empirisch bekannt und der wahre Variationskoeffizient einigermaßen rechnerisch bestimmt werden kann, so kann man berechnen, wie viel Eier und wie oft jedes einzelne Ei gemessen werden muss, um jede beliebige Schärfe in der Bestimmung des typischen Mittels zu erreichen. φ möge, wie oben, = 0,38 Strich (E) sein, $w = 0,74$ und die gewünschte Schärfe der Bestimmung des Mittels sei 5μ d. h. die sichern Grenzen von A sollen zwischen $A - 2,5 \mu$ und $A + 2,5 \mu$ liegen. Dann muss $F = 0,5 \mu$ sein oder — 0,0159 Strich (E). Bei einmaliger Messung jedes Eies müssten zur Erreichung dieser Schärfe 2737 Eier ge-

messen werden, bei zehnmaliger Messung noch 2223, bei unendlichmaliger Messung, also bei vollständiger Eliminierung des Messungsfehlers, immer noch 2167. Die geforderte Schärfe der Bestimmung des typischen Mittelwertes ist also hier, auch bei durchaus fehlerfreier Messung, nur mit einer sehr grossen Zahl von Eiern zu erreichen. Stehen für die Messung überhaupt nur 100 Eier zur Verfügung, so ist die höchste erreichbare Schärfe in der Bestimmung des typischen Mittelwertes, die bei völlig fehlerfreier Messung gegeben ist, offenbar $= 10 \sqrt{\frac{0,74^2}{100}} = 0,74$ Strich (E). Bei nur einmaliger, d. h. möglichst fehlerhafter Messung, beträgt sie dagegen 0,83 Strich (E), bei zweimaliger Messung 0,79, bei zehnmaliger 0,75 Strich (E). Da 0,74 Strich (E) = 0,023266 mm und 0,75 Strich (E) = 0,023580 mm ist, so hat es offenbar gar keinen Zweck das einzelne Ei noch mehr als zehnmal zu messen. 0,83 Strich (E) ist gleich 0,026095 mm, also nur um rund 3 μ grösser als 0,74 Strich (E) oder die denkbar möglichste Schärfe der Bestimmung von A . Nur bei sehr kleinem m fällt n einigermaßen ins Gewicht. Ist z. B. $m = 10$, so ist das kleinste bei ganz fehlerfreier Messung erreichbare $F =$ rund 1,17 Strich, bei einmaliger Messung jedes Eies ist $F = 1,31$ Strich, bei zehnmaliger = 1,19 Strich.

Die Bedeutung einer mehrmaligen Messung desselben Eies liegt daher bei einigermaßen grosser Eizahl nicht in einer schärferen Bestimmung des Mittelwertes A , sondern wesentlich in einer fehlerfreieren Gestaltung der Messungsreihe. Sie erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass das einzelne Ei der Reihe in das richtige Intervall fällt und damit wächst die Sicherheit des aus der Reihe berechneten Variationskoeffizienten und die Übereinstimmung der theoretischen mit der empirischen Reihe. Nach unseren obigen Erörterungen über die Grösse des Reihenintervalles soll man dieselbe nicht kleiner wählen als $2\varphi = 2\varphi$. $1,483 = 2,966\varphi$ und nicht grösser als 10φ . Bei n -maliger Messung jedes Eies verkleinern sich diese Grössen auf $\frac{2,966\varphi}{\sqrt{n}}$ und $\frac{10\varphi}{\sqrt{n}}$. Wenn φ , wie oben, zu 0,38 angenommen wird, muss man also bei einmaliger Messung das Intervall nicht kleiner nehmen als 1,127 und nicht grösser als 3,8 Strich (E). Bei zehnmaliger Messung jedes Eies darf das Intervall nicht kleiner sein als 0,356 und nicht grösser als 1,202 Strich (E). Bei $n = 10$ und $\varphi = 0,38$ würde also unser Intervall = 1 Strich (E) nahezu die grösste erreichbare Schärfe in der Messung des einzelnen Eies gewährleisten. Bei $n = 2$, wie es bei unsern Messungen meistens zutrifft, muss die Grösse des Intervalls zwischen 0,797 und 2,687 Strich (E) liegen.

Der wahrscheinliche Messungsfehler am einzelnen Ei bei einmaliger Messung $\varphi = 0,38$ wurde, wie oben gesagt, an konservierten Eiern bestimmt. Es lässt sich nun beweisen, dass φ für frische lebende Eier bei dem Grade der Sorgfalt, die wir auf die Messung verwendet haben, kleiner sein muss, als 0,38. Es zeigt sich nämlich sowohl aus den auf S. 157 ff. aufgeführten Messungsreihen als auch aus unseren Maßtabellen, dass der empirisch aus frischen, zweimal gemessenen Eiern berechnete wahrscheinliche Fehler f bei möglichst gleichartigen Eiern, z. B. solchen gleichen Alters und derselben künstlichen Befruchtung, im Durchschnitt nicht grösser als 0,35 ist und in einzelnen Fällen bis auf 0,22, ja auf 0,18 hinuntergeht. Nun ist f in diesem Falle gleich $\sqrt{w^2 + \frac{\varphi^2}{2}}$ und muss jedenfalls grösser sein als $\sqrt{\frac{\varphi^2}{2}} = 0,268$, weil sonst w , das Maß der natürlichen Variabilität = 0 würde. Da f thatsächlich mehreremale unter jenem Wert bleibt, so muss φ in solchen Fällen kleiner als 0,38 sein und darf wohl bei frischen lebenden Eiern nicht grösser als 0,30, vielleicht nur zu 0,25 angenommen werden. Für die oben erwähnten Serien gleichartiger Eier derselben Befruchtung und desselben Alters würde dann bei einem mittleren Werte von 0,35 für f der wahre Variationskoeffizient w etwa 0,28 bis 0,30 Strich (E) betragen. Wahrscheinlich müssen aber w und φ hier noch kleiner genommen werden, da viele der in Betracht kommenden Eier von *Pl. fesus* und *limanda* nicht zweimal sondern nur einmal gemessen sind. Dann muss $f > w$ und $> \varphi$ sein. Da f bis 0,22 und tiefer hinabgeht, so würde, wenn φ zu 0,20 angenommen wird, w nur 0,09 betragen; wenn $\varphi = 0,16$ gesetzt wird, $w = 0,15$ sein u. s. w.

Die Grenzen des zu wählenden Intervalls der Messungsreihe, nach dem oben gegebenen Verfahren für eine zweimalige Messung jedes Eies berechnet, ergeben sich danach bei $\varphi = 0,30$ zu 0,629 und 2,121, bei $\varphi = 0,25$ zu 0,524 und 1,768, bei $\varphi = 0,20$ zu 0,419 und 1,414, bei

$\varphi = 0,16$ zu $0,335$ und $1,132$ Strich (E). Hiernach hat der Apstein'sche Strich = $1,431$ Strich (E) vor dem Ehrenbaum'schen Strich einen entschiedenen Vorzug, insofern er die grösstmögliche Eliminierung der Messungsfehler in einer Reihe frischer lebender Eier garantieren würde. Dieser Vorzug fällt jedoch nicht allzu sehr ins Gewicht. Jedenfalls muss aber das Intervall nicht kleiner als $0,5$ Strich (E) angenommen werden, sondern grösser. Hieraus folgt dann, dass wir bei dem von uns angewandten Verfahren der doppelten Messung jedes Eies mit Schätzung jeder einzelnen Messung auf einen ganzen Strich nichts gewonnen, vielmehr nur an Schärfe eingebüsst hätten, wenn wir die aus der Berechnung des mittleren Wertes für jedes Ei sich ergebenden von $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{2}$ Strich fortschreitenden Intervalle beibehalten hätten. ¹⁾ Noch klarer ist, dass der ganze Williamson'sche Strich = $2,863$ Strich (E) viel zu gross ist und dass die Zehntel dieses Striches, auf die Williamson geschätzt hat, die also nur $0,2863$ Strich (E) messen, als Intervalle viel zu klein sind, ganz abgesehen davon, dass nach den Bemerkungen S. 139 hierbei enorme Schätzungsfehler entstehen. Es darf uns daher nicht wundern, wenn die Williamson'schen Messungsreihen auf keine Weise, man mag hinterher die Intervalle wählen, wie man will, in solche Reihen zu verwandeln sind, die einigermaßen mit der Theorie übereinstimmen. ²⁾ Und dies, trotzdem Williamson künstlich befruchtete Eier von offenbar grösster Gleichartigkeit gemessen hat.

Dass auch unsere Methode des Messens noch viele Unvollkommenheiten hat, ist nach dem Vorigen begreiflich. Dieselben tragen ohne Zweifel einen grossen Teil der Schuld, wenn bei unsern oben S. 157 ff. angeführten grösseren Messungsreihen Empirie und Theorie nicht immer in erwünschter Weise zusammenstimmen. ³⁾ Diese Unvollkommenheit unseres Verfahrens wird noch vermehrt durch einen in den vorigen Erörterungen ausser Acht gelassenen Umstand. Der Wert $\frac{\varphi}{\sqrt{n}}$ für den wahrscheinlichen Messungsfehler eines n -mal ge-

¹⁾ Wir haben die oben S. 161 unter No. 13 behandelte Reihe von 450 künstlich befruchteten Eiern von *Otenolabrus rupestris* wieder auf die ursprünglichen Intervalle von $\frac{1}{2}$ Strich gebracht und die Berechnung dieser Reihe ausgeführt. Die Reihe ist:

Strich (E)	25	—	25,5	—	26	—	26,5	—	27	—	27,5
Eizahlen	8	+	44	+	280	+	104	+	13	+	1 empirisch
	3	+	77,5	+	230	+	122,5	+	16,5	+	0,5 nach <i>Dp</i> Diff.-S. 111
	4,5	+	76	+	225	+	130	+	14	+	0,5 nach <i>Aq</i> „ „ 118

Bei der Reduzierung auf ganze Intervalle ergeben sich nach S. 161 für *Dp* die Differenzensumme 102, für *Aq* die Differenzensumme 63. Die Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung ist also hier merklich besser, als bei der Beibehaltung der halben Intervalle.

²⁾ Als Beispiel diene die von Williamson (62, 271) am 27. März 1897 ausgeführte Messung von 97 Schellfischeiern, die am 22. März 1895 in der Brutanstalt zu Dunbar künstlich befruchtet waren. Das kleinste Ei ma β $1,368$ mm = $15,2$ Strich (W), das grösste $1,665$ mm = $18,5$ Strich (W); die Intervalle schreiten um $0,1$ Strich (W) = $0,009$ mm fort und auf die sich so ergebenden 34 Intervalle fallen folgende Eizahlen: $2 + 1 + 4 + 8 + 6 + 5 + 1 + 0 + 21 + 2 + 7 + 6 + 4 + 12 + 2 + 0 + 2 + 1 + 1 + 0 + 0 + 0 + 1 + 5 + 0 + 1 + 0 + 0 + 2 + 1 + 1 + 0 + 0 + 1 = 97$.

Die fett gedruckten Ziffern sind die auf die halben und ganzen Striche fallenden Eizahlen. Man sieht zunächst sehr deutlich, dass diese Messungsreihe keine dem Gauss'schen Gesetze entsprechende Variationskurve ergibt. Sie ist im Gegenteil so unregelmässig wie möglich und enthält nicht weniger als 5 weit getrennte Gipfel. Diese Gipfel liegen immer bei den halben und ganzen Strichen und sind ersichtlich fehlerhafte Anhäufungen in Folge der Schätzung auf $\frac{1}{10}$ Strich. Reduziert man nun die Reihe auf grössere Intervalle (Striche), so erhält man beispielsweise folgende Reihen:

1 Strich (E) = $31,44 \mu$	44 bis 53 Striche:	15 + 12 + 30 + 22 + 5 + 1 + 6 + 1 + 4 + 1
„ (A) = $45,00 \mu$	30 bis 37 Strich:	2 + 24 + 31 + 24 + 4 + 6 + 5 + 1
„ (W) = $90,00 \mu$	15 bis 19 Strich:	11 + 62 + 15,5 + 8 + 0,5.

Auch diese Reihen erweisen sich bei genauerer Prüfung als durchaus unregelmässig; die erste enthält noch 3, die zweite noch 2 gesonderte Gipfel und alle haben in Ansehung des Umstandes, dass es sich hier sehr wahrscheinlich um künstlich befruchtete Eier eines Weibchens handelt, einen zu hohen Variations-Koeffizienten. Dies erklärt sich kaum anders als aus den vielen falschen Messungen, die, wie sich leicht beweisen lässt, eine künstliche Ausdehnung der Reihe über eine grössere Zahl von Intervallen und eine Vermehrung der extremen Werte auf Kosten der mittleren herbeiführen muss. Wir haben selbst 100 künstlich befruchtete Schellfischeier gemessen (Maßtabelle X, 1) und erhalten folgende von 46 bis 51 Strich (E) fortschreitende Reihe:

$$8 + 15 + 50 + 16 + 9 + 2$$

die sehr viel kürzer und sehr viel regelmässiger ist und mit der Theorie sehr viel besser stimmt, als die entsprechende Reihe der Williamson'schen Messungen.

³⁾ Überhaupt kann man bei variationsstatistischen Untersuchungen, wo die Werte der Einzelobjekte (Varianten nach Duncker) durch Messung bestimmt werden, niemals eine so gute Übereinstimmung zwischen Empirie und Theorie erwarten, als wenn die Varianten durch Zählung gleichartiger, sich wiederholender Organe (Flossenstrahlen, Wirbel u. a.) gegeben sind.

messenen Eies gilt nur unter der Annahme einer vollkommenen Kugelgestalt des Eies. Diese Annahme trifft aber mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht zu. Werden nun die einzelnen Durchmesser eines Eies nicht nur zufällig verschieden gemessen, sondern sind sie auch noch in Wirklichkeit verschieden gross, so gelten ersichtlich für die wiederholte Messung eines Eies, sobald nicht immer ein und derselbe Durchmesser gemessen wird (und das ist unmöglich), nicht mehr die reinen Zufallsgesetze. Die Grösse φ ist dann nur zu einem Teil ein zufälliger Fehler, zum andern aber der Schwankungskoeffizient der verschiedenen Durchmesser des Eies. Beide Teile lassen sich aber einstweilen nicht von einander sondern, auch würde der Versuch es zu thun sich kaum lohnen. Auf jeden Fall aber wird hierdurch eine scharfe Darstellung der natürlichen Messungsreihe noch mehr erschwert und ein neues Hindernis für die Übereinstimmung zwischen empirischer und theoretischer Reihe geschaffen.

Die Grösse $F = \sqrt{\frac{w^2}{m} + \frac{\varphi^2}{mn}}$ als der empirische wahrscheinliche Fehler am typischen Mittel

einer Gruppe gleichartiger Eier ist nach dem Vorigen das Mittel zu entscheiden, ob zwischen zwei oder mehreren solcher Eigruppen ausser zufälligen Unterschieden auch noch sog. typische, durch bestimmt gerichtete Ursachen bedingte Unterschiede vorhanden sind. Solche Unterschiede sind bekanntlich gegeben, wenn die durch $A \pm 5F$ bestimmten sicheren Grenzen der typischen Mittelwerte der verschiedenen Eigruppen sich nicht mehr berühren. Es ist nun für die Praxis sehr erwünscht, auch ohne die besondere umständliche Berechnung von F aus den Unterschieden der Mittelwerte zweier Eigruppen sofort ersehen zu können, ob dieselben rein zufällig oder zugleich und mit welcher Wahrscheinlichkeit auch typische sind. Hierzu gelangt man sehr leicht dadurch, dass man w und φ so gross nimmt, dass auch die Fälle grösster natürlicher Variabilität bei den hier in Betracht kommenden Eiern und grösster Fehlerhaftigkeit bei der hier geübten Messungsmethode darin eingeschlossen sind. Dies wird sicher erreicht, wenn $w = 1,0$ und φ bei einmaliger Messung eines Eies = $0,5$ angenommen wird. Mit einziger Ausnahme der Eier von *Drepanopsetta* werden wohl alle Arten von schwimmenden Fischeiern in der Nord- und Ostsee im frischen und konservierten Zustande noch unter diesen Werten bleiben. Bei zweimaliger Messung jedes Eies und einer Gesamtzahl von 100 Eiern wird F dann = $0,106$ und die sicheren Grenzen von A sind $A - 0,53$ und $A + 0,53$ Strich (E). Wenn also die beiden Mittelwerte zweier Messungsreihen um rund einen Strich (E) differieren, so kann ein typischer Unterschied beider Eigruppen als sicher nachgewiesen angesehen werden. Einen solchen Unterschied zweier Eigruppen wollen wir den „zuverlässigen typischen Unterschied“ U_z nennen. Ist derselbe

für 100 Eier bei zweimaliger Messung = $1,0$ Strich (E)

so ist U_z	„	200	„	„	„	= 0,71	„	= $\frac{1}{\sqrt{2}}$
	„	400	„	„	„	= 0,50	„	= $\frac{1}{\sqrt{4}}$
	„	500	„	„	„	= 0,45	„	= $\frac{1}{\sqrt{5}}$
	„	1000	„	„	„	= 0,31	„	= $\frac{1}{\sqrt{10}}$

u. s. f.

allgemein bei m Eiern = $\frac{10}{\sqrt{m}}$ Strich (E)

oder, wenn m bei beiden zu vergleichenden Eigruppen verschieden ist, = $5 \left(\frac{1}{\sqrt{m_1}} + \frac{1}{\sqrt{m_2}} \right)$ Strich (E).

Bei lebenden Eiern sehr gleichartiger Natur, z. B. solchen aus derselben künstlichen Befruchtung desselben Weibchens und von gleichem Entwicklungsalter sind w und φ kleiner. Ersteres kann bei Eiern von mittlerer Grösse (etwa 1 mm) zu $0,5$, letzteres zu $0,3$ im Maximum angenommen werden. Dadurch wird U_z um nahezu die Hälfte verkleinert und bei m Eiern allgemein $\frac{5}{\sqrt{m}}$ oder $2,5 \left(\frac{1}{\sqrt{m_1}} + \frac{1}{\sqrt{m_2}} \right)$ Strich (E). Für grössere

Eier, z. B. die der Scholle, muss man wohl ein etwas grösseres w annehmen, vielleicht 0,7 und gelangt dann zu $U_z = \frac{0,7}{\sqrt{m}}$.

Hiernach ist bei Messung von je 500 Eiern zweier Eigruppen mittlerer Grösse U_z nur rund 0,22 Strich (E).

Der persönliche Fehler.

Der wahrscheinliche Messungsfehler ist keine konstante Grösse, sondern sowohl nach der wechselnden Disposition des Messenden, als auch nach der Person des Messenden variabel. Verschiedene Personen werden verschieden grosse Messungsfehler begehen, im allgemeinen um so grössere, je weniger Übung der Messende hat und je weniger sorgfältig er misst. Ferner wird sich die Individualität des Messenden in der Richtung geltend machen, dass von zwei dieselben Objekte messenden Personen die eine im Durchschnitt zahlreicher Messungen entweder etwas grösser oder etwas kleiner misst als die andere. Den auf diese Weise durch die Individualität des Messenden bedingten Fehler am Variations-Koeffizienten f und am Mittel A nennen wir den persönlichen Fehler.

Wir haben keine genauere Untersuchungen über die Grösse des persönlichen Fehlers angestellt, sondern uns begnügt seine Existenz in einzelnen Fällen nachzuweisen. Wir fanden, dass unser in der Handhabung des Mikroskops und feineren Messungen geübter Präparator Hinrichs fast ausnahmslos grössere Mittel und grössere Variations-Koeffizienten erhielt als Ehrenbaum, wenn Beide Eier aus derselben künstlichen Befruchtung oder aus gleichen oder zeitlich und örtlich sehr nahen Planktonfängen maßen. Hinrichs maß also etwas grösser und weniger scharf als Ehrenbaum.

Wir stellen hier zwei Messungsreihen von Ehrenbaum und Hinrichs nebst genauer Berechnung derselben nebeneinander, um die Existenz des persönlichen Fehlers zu beweisen und seinen möglichen Einfluss auf die Konstanten und die Gestalt einer Messungsreihe zu veranschaulichen.

Die eine von Ehrenbaum gemessene Reihe ist dieselbe von 1000 Kliescheneiern, die schon S. 159 behandelt worden ist. Die Eier waren künstlich befruchtet am 23. Februar 1899 und wurden zu je 500 am 23. Februar und 7. März gemessen. Die Mittel der beiden 500-Portionen waren 27,091 und 27,078, das Gesamtmittel 27,085. Die zweite, von Hinrichs gemessene Reihe umfasst ebenfalls 1000 Eier von demselben Weibchen und derselben Befruchtung und wurde zu je 500 Stück am 24. Februar und am 6. März gemessen. Die entsprechenden Teilmittel waren 27,349 und 27,387, das Gesamtmittel 27,368. Die empirischen und theoretischen Reihen in beiden Fällen sind:

Strich (E)	25	—	26	—	27	—	28	—	29	—	30		
Eizahlen	1	+	72	+	768,5	+	158,5					Ehrenbaum	} empirisch
			9	+	616	+	373	+	2			Hinrichs	
	0,5	+	129,5	+	656,5	+	207,5	+	6			Ehrenbaum	} nach J_p Diff.-S. 225
			36	+	597	+	311	+	53	+	3	Hinrichs	
	0,5	+	109,5	+	698	+	190,5	+	1,5			Ehrenbaum	} nach A_q Diff.-S. 142
			42,5	+	560,5	+	384,5	+	12,5			Hinrichs	

Messer	A	C	D_p	R	u	ε	ε'	m	m'	p	Σd^2	f	I'
Ehrenbaum	27,085	27,056	26,956	pos.	44,38	0,356	0,484	423,80	576,20	0,7745	227,36	0,322	0,010
Hinrichs	27,368	27,297	26,802	pos.	87,38	0,181	0,747	195,30	804,70	0,8746	254,58	0,340	0,011

Die wahrscheinlichen und sicheren Grenzen der Mittel (bei Annahme symmetrischer Variabilität) und der dichtesten Werte berechnen sich folgendermassen:

Ehrenbaum	A = 27,085.	Wahrscheinliche Grenzen	27,075 und 27,095;	sichere Grenzen	27,035 und 27,135
Hinrichs	A = 27,368.	„	„	27,357 und 27,378;	„
Ehrenbaum	$D_p = 26,956.$	„	„	26,946 und 26,966;	„
Hinrichs	$D_p = 26,802.$	„	„	26,794 und 26,818;	„

Aus dieser letzteren Vergleichung der Grenzwerte von A und D_p bei beiden Reihen geht zunächst hervor, dass zwischen beiden ein typischer und nicht bloss ein zufälliger Unterschied besteht, indem die sicheren Grenzen sich nicht mehr berühren. Dieser typische Unterschied kann nur durch den persönlichen Fehler bedingt sein, da alle andern Verhältnisse hier gleich sind.

Die Vergleichung der übrigen Werte beider Reihen zeigt, dass der Variations-Koeffizient von Hinriehs etwas grösser gefunden wurde als von Ehrenbaum, doch kann dieser Unterschied rein zufällig sein. Grösser ist der Unterschied in dem Asymmetriegrade beider Reihen; u ist bei Hinriehs fast doppelt so gross, wie bei Ehrenbaum und entsprechend sind die Werte von ε , und ε' und m , und m' verschieden. Auffallend ist, dass die empirische Messungsreihe von Hinriehs mit der theoretischen besser übereinstimmt als die von Ehrenbaum, obwohl man nach den beiderseitigen Werten von p schliessen sollte, dass der erstere ungenauer gemessen hat, als der letztere.

Wir entnehmen dieser Untersuchung die wichtige Thatsache, dass der persönliche Messungsfehler erheblichen Einfluss auf die Gestaltung einer Messungsreihe ausüben kann und dass vor allem die Unsicherheit des Mittelwertes dadurch wesentlich erhöht wird. Vergleicht man daher Messungsreihen, die von verschiedenen Personen herrühren, so muss man diesen persönlichen Fehler in Betracht ziehen und z. B. die auf S. 169 gegebenen Werte für den zuverlässigen typischen Unterschied (U_z) erhöhen.

Der persönliche Fehler am Mittel einer Reihe von Eiern — P genannt — kann natürlich bei einer grossen Zahl verschiedener Beobachter ebenso gut positiv wie negativ sein, variiert überhaupt ebenfalls nach Zufall. Seine wahrscheinliche Grösse kann demgemäss nur durch eine besondere, umständliche Untersuchung ermittelt werden, die wegen der vielen andern hinzukommenden Fehler des Verfahrens sehr schwierig und kaum lohnend sein würde. Wir glauben sie bei geübten und sorgfältigen Beobachtern nicht viel grösser als $\pm 0,10$ Strich (E) bis $\pm 0,15$ Strich (E) oder $0,0031$ bis $0,0047$ mm annehmen zu sollen. Dies würde bedeuten, dass zu der Unsicherheit des Mittels einer Eireihe von $+P$ bei verschiedenen Beobachtern der wahrscheinliche persönliche Fehler von $\pm P = 0,10$ bis $0,15$ Strich (E) hinzutritt. Da diese beiden Fehler wieder als unabhängig von einander angenommen werden dürfen, so werden sie sich nicht immer addieren, sondern teilweise aufheben, und es resultiert ein Gesamtfehler F_g von Mittel, der gleich ist

$$F_g = \sqrt{P^2 + P'^2}$$

F nahmen wir oben (S. 169) bei einer Zahl von 100 Eiern und zweimaliger Messung jedes Eies im Maximum zu $0,106$ an, woraus sich F_g im Maximum zu $0,143$, bzw. $0,185$ ergibt, je nachdem P zu $0,10$ oder $0,15$ angenommen wird. Der zuverlässige typische Unterschied U_z zweier Gruppen gleichartiger Eier würde sich dadurch von rund 1 Strich (E) = $10 F$ auf $1,43$, bzw. $1,85$ Strich (E) erhöhen. Will man noch sicherer gehen, so mag man U_z bei verschiedenen Beobachtern rund zweimal so gross nehmen, wie bei einem Beobachter, die S. 169 angegebenen Werte für U_z also verdoppeln.

Zusammenfassung der Untersuchung über die Messungsfehler.

1. Der wahrscheinliche Fehler φ bei der Messung einer Anzahl gleichartiger Eier schwankt zwischen etwa $0,25$ bei lebenden und $0,38$ bei konserviertem Material.

2. Um den störenden Einfluss dieses Fehlers auf die Haupt- und Einzelwerte einer Reihe sowie auf die richtige Verteilung der letzteren in die einzelnen Intervalle möglichst zu eliminieren, sollte:

- a. von jeder Eigruppe eine möglichst grosse Zahl gemessen werden, nicht unter 100 Stück.
- b. jedes einzelne Ei nicht weniger als zweimal, in zwei auf einander senkrechten Durchmessern gemessen werden.

c. die Maßeinheit oder das Intervall einer Reihe (der Strich) nicht kleiner als $\frac{2,966}{\sqrt{n}} \varphi$ und nicht

grösser als $\frac{10}{\sqrt{n}} \varphi$ genommen werden, wo n die Anzahl der wiederholten Messungen jedes

einzelnen Eies bedeutet. Der gebrauchte Ehrenbaum'sche Strich (E) = $0,03144$ mm genügt diesen Anforderungen nicht so gut wie der Apstein'sche Strich (A) = $0,045$ mm, reicht aber in den meisten Fällen aus.

3. Eine völlige Eliminierung der Messungsfehler aus einer Reihe ist unmöglich. Aus diesem Grunde kann bei den Fischeiern keine so gute Übereinstimmung zwischen den empirischen und theoretischen Reihen erwartet werden, wie bei andern nach Zufall variierenden Objekten, deren Einzelwerte nicht durch Messung, sondern durch Abzählung ermittelt werden.

4. Der empirische Variations-Koeffizient f einer Anzahl gleichartiger Eier ist eine Funktion des wahren natürlichen Variations-Koeffizienten w , des Messungsfehlers φ und der Anzahl n der wiederholten Messungen jedes einzelnen Eies, indem

$$(1) \quad f = \sqrt{w^2 + \frac{\varphi^2}{n}}.$$

Entsprechend ist der empirische wahrscheinliche Fehler am Mittel $= F$ eine Funktion derselben Grösse und der Zahl der gemessenen Eier m , indem

$$(2) \quad F = \sqrt{\frac{w^2}{m} + \frac{\varphi^2}{mn}}.$$

5. Werden eine Anzahl von Messungsreihen von verschiedenen Personen ausgeführt, so tritt zu dem Fehler am Mittel F noch der persönliche Fehler am Mittel P hinzu. Der daraus resultierende Gesamtfehler am Mittel ist

$$(3) \quad F_g = \sqrt{\frac{w^2}{m} + \frac{\varphi^2}{mn} + P^2}$$

P kann zu 0,10 bis 0,15 Strich (E), höchstens 0,20 Strich (E) angenommen werden oder im Mittel zu etwa 0,004 mm.

6. Der Wert F (bzw. bei verschiedenen Beobachtern F_g) zehnmal genommen ergibt unter Annahme genügend grosser Werte für w und φ den sog. zuverlässigen typischen Unterschied (U_x) zweier verschiedener Messungsreihen, d. h. ihre Mittelwerte sind ohne weiteres als typisch, nicht bloss zufällig verschieden anzusehen, wenn sie um den Betrag von U_x differieren.

7. Diese Sätze gelten ohne weiteres nur für lebende Eier von annähernd regelmässiger Kugelgestalt und bei möglichst sorgfältiger Messung. Bei konservierten Eiern ergeben sich zahlreiche Fehlerquellen, die die Unsicherheit der Einzelmaße und der Mittelwerte wesentlich erhöhen.

3. Typische Unterschiede im Durchmesser der lebenden Eier einer und derselben Species.

„Typische“ Unterschiede im Eidurchmesser nennen wir nach dem Vorigen solche, die nicht zufällig sind, d. h. weder durch zufällige Variabilität noch durch zufällige Messungsfehler bedingt werden. Die zuverlässige Sicherheit, dass ein solcher typischer Unterschied zwischen zwei Eierportionen besteht, ist nach dem Obigen für alle hier in Betracht kommenden Eier ohne weiteres dann gegeben, wenn die mittleren Eigrössen von je m Eiern nicht weiter von einander abweichen, als $\frac{10}{\sqrt{n}}$ Strich (E) bei Doppelmessungen, bei je 100 Eiern also nicht weiter als rund 1 Strich (E). Findet sich ein kleinerer Unterschied der Mittel, so muss der wahrscheinliche Fehler für beide berechnet werden, und ein typischer Unterschied ist alsdann wahrscheinlich, wenn die Mittel um mehr als 2 F von einander abweichen und so gut wie sicher, wenn der Unterschied 10 F und mehr beträgt.

a. Grössenunterschiede verschieden weit entwickelter Eier.

Die Untersuchung hierüber würde am exaktesten ausgeführt werden durch wiederholte Messung derselben Eier auf verschiedenen Entwicklungsstufen; man hätte dann zur Berechnung einer etwaigen Grössenveränderung während der Entwicklung nur mit dem Messungsfehler zu thun. Wir haben eine solche Untersuchung nicht angestellt, weil dies Verfahren schwierig und unständig und das wiederholte Manipulieren mit lebenden Eiern allerlei neue Fehlerquellen eröffnen kann. Wir haben uns begnügt, aus einer und derselben Befruchtung von Eiern desselben Weibchens im Laufe der Entwicklung nacheinander verschiedene Portionen von möglichst gleicher Zahl zu messen und die Mittel zu vergleichen.

Das Ergebnis dieser Untersuchung ist, dass wohl allgemein die schwimmenden Fischeier von der Befruchtung an bis zur Ausbildung grosser Embryonen an Grösse wachsen, indem der Durchmesser etwa um 1 bis 4 % seiner Länge zunimmt. Das Maximum der Ausdehnung fällt aber nicht auf die Zeit kurz vor dem Ausschlüpfen, sondern bestimmt schon früher, so dass unmittelbar vor dem Abschluss der Entwicklung der Durchmesser des Eies sich wahrscheinlich um ein geringes wieder verkleinert.

Folgende Beispiele mögen zum Beweise dienen:

1. *Trigla gurnardus* von Helgoland. Eier künstlich befruchtet am 21. Juli 1898. Doppelmessungen, Ganze geschätzt. Maßtabelle XXb, 3 bis 6.

I.	Messung	1 1/2	Tag	nach der Befruchtung.	Stadium der Keimscheibe	50 Stück
II.	„	2 1/2	Tage	„ „ „	Mit Embryonen	„
III.	„	4 1/2	„	„ „ „	Mit grossen, schön gelb pigmentierten Embryonen	„
IV.	„	5 1/2	„	„ „ „	Kurz vor dem Ausschlüpfen	„
	Strich (E)	37	— 38	— 39	— 40	— 41	— 42 — 43 — 44
I.	Eizahlen	2,5 + 12	+ 23	+ 9	+ 2,5	+ 1	= 50. <i>A</i> 39,000; <i>C</i> 38,957; <i>f</i> = 0,681; <i>F</i> = 0,096; S. G. 38,520 — 39,480;
II.		0,5 + 1,5	+ 14	+ 22	+ 10	+ 2	= 50. <i>A</i> 39,910; <i>C</i> 39,909; <i>f</i> = 0,625; <i>F</i> = 0,088; S. G. 39,470 — 40,350;
III.			8 + 19	+ 21	+ 2		= 50. <i>A</i> 40,430; <i>C</i> 40,395; <i>f</i> = 0,538; <i>F</i> = 0,076; S. G. 40,050 — 40,810; W. G. 40,354 — 40,506;
IV.		0,5 + 12,5	+ 21	+ 11	+ 1,5	+ 3 + 0,5	= 50. <i>A</i> 40,230; <i>C</i> 40,071; <i>f</i> = 0,770; <i>F</i> = 0,109; S. G. 39,685 — 40,775; W. G. 40,121 — 40,339;

Die Mittel für die ersten drei Messungen 39,00 — 39,91 und 40,43 zeigen eine deutliche stetige Zunahme des Eidurchmessers; von I zu III, also in 3 Tagen, um 1,43 Strich (E) oder 3,6 % des ursprünglichen Durchmessers. Kurz vor dem Ausschlüpfen scheint dagegen eine Verringerung des Durchmessers von 40,43 auf 40,23 eingetreten zu sein. Um die Zuverlässigkeit der vier Mittelwerte zu prüfen, ist für jede Reihe der wahrscheinliche Fehler *f* des einzelnen Eies und der wahrscheinliche Fehler *F* des Mittels nach dem einfachen G. G. berechnet, dessen Anwendbarkeit sich daraus ergibt, dass der Zentralwert *C* bei allen vier Reihen nur wenig von *A* abweicht. Die Berechnung der sicheren Grenzen der vier Mittel aus *F* ergibt dann, dass für I und III (IV) ein typischer Unterschied der Mittel 39,00 und 40,43 (40,23) absolut sicher ist, für I und II (39,00 und 39,91) mit sehr grosser und für II und III (39,91 und 40,43) mit stark überwiegender Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann. Für III und IV sind die wahrscheinlichen Grenzen der Mittel = *A* ± *F* angegeben, um zu zeigen, dass eine in geringem Grade überwiegende Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass der Eidurchmesser vom Stadium III bis Stadium IV ein wenig kleiner geworden ist.

2. *Pleuronectes flesus* von Helgoland. Weibchen von 35 cm Länge. Eier künstlich befruchtet am 29. April 1898. Das Ausschlüpfen der Larven erfolgte nach 5 Tagen; die Wassertemperatur während der Entwicklung betrug durchschnittlich 11 ° C. — Maßtabelle II, 23 und 24.

I. Messung. 2 Stunden nach der Befruchtung.

II. Messung. 66 Stunden nach der Befruchtung; Embryonen gross, mit gelber und schwarzer Pigmentierung.

I. 100 Stück. *A* 30,680; *C* 30,737; *f* = 0,394; *F* = 0,039; S. G. 30,485—30,875

II. 100 Stück. *A* 31,100; *C* 31,066; *f* = 0,325; *F* = 0,033; S. G. 30,935—31,265.

Der typische Unterschied ist sicher erwiesen. Ausdehnung des Eies in 64 Stunden oder 2,67 Tagen im Mittel um 0,42 Strich (E) oder um 1,3 % des Durchmessers.

3. *Pleuronectes flesus* von Helgoland. Ein anderes Weibchen von 34 cm Länge. Eier künstlich befruchtet am 9. Mai 1898. Bei einer mittleren Wassertemperatur von 11 ° C. schlüpften die meisten am 13. Mai aus. Maßtabelle II, 25 u. 26.

I. Messung. Etwas über 24 Stunden nach der Befruchtung. Stadium der Keimscheibe.

II. Messung. Etwa 72 Stunden nach der Befruchtung. Embryonen sehr weit entwickelt.

I. 100 Stück A 31,380; C 31,300; $f = 0,381$; $F = 0,038$; S. G. 31,190—31,570; W. G. 31,342—31,418.

II. 100 Stück A 31,500; C 31,500; $f = 0,339$; $F = 0,034$; S. G. 31,330—31,670; W. G. 31,466—31,534.

Ein typischer Unterschied ist nicht sicher, weil die sicheren Grenzen beider Mittel erheblich übereinandergreifen; er ist jedoch immerhin wahrscheinlich, weil die wahrscheinlichen Grenzen der Mittel nicht nur nicht übereinandergreifen, sondern auch durch einen ziemlichen Zwischenraum getrennt sind. Der Grad der Wahrscheinlichkeit des typischen Unterschieds wird gefunden, indem man die Grenzen der Mittel für solche Vielfache des wahrscheinlichen Fehlers F berechnet, die zwischen $1 F$ und $5 F$ liegen. Für $1,5 F$ ergeben sich die Grenzen 31,323—31,437 und 31,449—31,551. Sie liegen noch getrennt und demgemäss berechnet sich die Wahrscheinlichkeit eines typischen Unterschiedes beider Mittel zu rund 0,70, d. h. man kann immer noch 70 gegen 30 wetten, dass ein solcher Unterschied besteht.

4. *Pleuronectes flesus* von Helgoland. Weibchen von 44 cm Länge. Eier künstlich befruchtet am 28. Februar 1899. Das Ausschlüpfen erfolgte am 11. Tage; mittlere Temperatur während der Inkubation 5,5 ° C. Maßtabelle II, 5 u. 6.

I. Messung 24 Stunden nach der Befruchtung, im Furchungsstadium.

II. Messung 8 Tage nach der Befruchtung, mit grossen Embryonen, 2 Tage vor dem Ausschlüpfen.

I. 100 Stück A 33,810; C 33,868; $f = 0,335$; $F = 0,033$; S. G. 33,645—33,975.

II. 100 Stück A 34,165; C 34,117; $f = 0,351$; $F = 0,035$; S. G. 33,990—34,340.

Der typische Unterschied ist sicher. Ausdehnung der Eier in 7 Tagen im Mittel um 0,355 Strich (E) oder 1,05 % des Durchmessers.

Wir haben noch für zwei andere Fälle von *Pleuronectes flesus* (Maßtabelle II), für zwei von *Pleur. limanda* (Maßtabelle I), für einen von *Otenolabrus rupestris* (Maßtabelle XVII) und für einen von *Pleur. microcephalus* (Maßtabelle IV, 4 u. 5) die Wahrscheinlichkeit eines typischen Grössenunterschiedes verschieden weit entwickelter Eier aus derselben Befruchtung untersucht und ihre Grösse von nahezu 1 bis 0,9 gefunden. In dem einen Falle von *Pl. limanda* zeigt sich ebenso wie bei *Trigla gurnardus*, dass kurz vor dem Ausschlüpfen der Durchmesser des Eies wieder etwas abnimmt.

Die empirisch beobachtete Zunahme des mittleren Eidurchmessers von der Befruchtung bis zur Entwicklung grosser Embryonen schwankt in den untersuchten Fällen von rund 1 % bis 4 % des Eidurchmessers. Die wahre Zunahme lässt sich wegen der erheblichen Unsicherheit der Mittel nicht genau berechnen, sondern nur in Grenzwerten angeben. In dem oben gegebenen Falle von *Trigla gurnardus* z. B. beträgt die empirische maximale Zunahme des Eidurchmessers 3,6 % und liegt sicher zwischen 6 % und 1,4 %. Diese wahre Zunahme ist wohl auch abhängig von der Spezies der Eier, vielleicht auch von den besondern Umständen der Entwicklung.

b. Grössenunterschiede zwischen den früher und später in einer Laichsaison abgelegten Eiern desselben Fisches.

Hierfür können wir einige beachtenswerte Beispiele liefern. Ende Januar und Anfang Februar 1898 fingen wir in Stellnetzen bei Helgoland eine Anzahl Flundern (*Pleuronectes flesus*), die nahezu laichreif zu sein schienen. Zwei Weibchen von 34 und 35 cm und zwei Männchen von 23 und 31 cm Länge wurden in auf der Rhede verankerten, schwimmenden Fischkästen längere Zeit lebend erhalten. Das eine 34 cm lange Weibchen gab am 8. Mai die ersten reifen Eier her, und am 9. Mai wurde mit ihm die erste künstliche Befruchtung ausgeführt, dann die zweite am 27. Mai und die dritte am 6. Juni. Weitere Versuche mit demselben Weibchen missglückten, da die Eier anscheinend schon im Ovarium abgestorben waren. Die Befruchtungen vom 9. und 27. Mai lieferten ganz normale, zum Ausschlüpfen gelangende Embryonen; die Eier der letzten Befruchtung entwickelten sich anfangs normal, es schlüpften aber schliesslich nur wenige aus. Die

Messungen der Eier, die in allen drei Fällen innerhalb 24 Stunden nach der Befruchtung ausgeführt wurden, ergaben folgendes Resultat. — Maßtabelle II, 25, 27, 29.

	Strich (E)	27	—	28	—	29	—	30	—	31	—	32	—	33	
I. Befruchtung 9./5.	Eizahlen							2	+	60	+	36	+	2	= 100 A 31,380; C 31,300.
II. Befruchtung 27./5.								63	+	37					= 100 A 29,370; C 29,294.
III. Befruchtung 6./6.								12	+	77	+	11			= 100 A 27,990; C 27,994.

Die typischen Unterschiede dieser drei Mittel sind ebenso auffallend wie absolut sicher. Da es sich um einfache Messungen handelt, so ist $U_z = 1,1$ oder $\pm 0,55$ Strich, während die Unterschiede der Mittel bei I und II nicht weniger als 1,99 und bei II und III 1,38 Strich betragen.

Aus dieser Beobachtung folgt, dass die Laichperiode eines Individuums einen ganzen Monat dauern kann, dass die zuerst beim Beginn des Laichens abgelegten Eier die grössten sind und dass von da an bis zur Beendigung des Laichgeschäftes die Eier stetig und beträchtlich (bis um 3 und mehr Strich (E) oder bis um 0,1 mm im Durchmesser) an Grösse abnehmen. Die ersten Eier mit dem Mittel 31,38 messen durchschnittlich 0,987 mm, die letzten mit dem Mittel 27,99 durchschnittlich 0,880 mm; die Abnahme beträgt also reichlich 10 % des Eidurchmessers. Dieselben Eier wurden auch 2 bis 4 Tage nach der Befruchtung gemessen, als sie schon weit entwickelte Embryonen enthielten (Maßtabelle II, 26, 28, 30). Es ergaben sich dann die drei Mittel 31,500 — 29,710 — 28,213; die typischen Unterschiede hatten sich also in gleicher Grösse erhalten.

Wir haben diese Untersuchung im folgenden Jahre 1899 an derselben Spezies *Pleuronectes flesus* erneuert.

Die Fische waren in gleicher Weise gefangen und in Fishkästen aufbewahrt, wie im Vorjahre. Ein Weibchen von 44 cm Länge gab die ersten Eier am 27. Februar her, die letzten am 25. April; diese waren jedoch nur spärlich an Zahl und alle abnorm in Grösse und meist stark gequollen, so dass kein Befruchtungsversuch gemacht wurde. Ein Befruchtungsversuch mit demselben Weibchen am 15. April glückte, jedoch waren viele Eier schon wenige Stunden nach der Befruchtung abgestorben, während eine geringere Zahl am 22. April Larven ausschlüpfen liess. Ein Versuch am 5. April ergab dagegen durchaus normal sich entwickelnde Eier. Die Vergleichung der Eigrössen aus den verschiedenen Befruchtungen ergibt Folgendes (Maßtabelle II, 5, 6, 7, 9—14):

	Befruchtet.	Gemessen.	Zahl	A	C	f	F	Sichere Grenzen.
I.	Febr. 28.	März 1.	100	33,810	33,868	0,335	0,033	33,645—33,975
	desgl.	März 8.	100	34,165	34,117	0,351	0,035	33,990—34,340
II.	März 13.	März 13.	100	33,720	33,785	0,353	0,035	33,545—33,895
	desgl.	März 16.	100	33,935	33,956	0,346	0,035	33,900—33,970
III.	März 24.	März 28.	200	32,853	32,892	0,367	0,026	32,723—32,983
	desgl.	März 30.	100	32,990	32,994	0,288	0,029	32,961—33,019
IV.	April 5.	April 8.	100	32,775	32,836	0,349	0,035	32,600—32,950
	desgl.	April 10.	100	32,795	32,861	3,320	0,032	32,635—32,955
V.	April 15.	April 15.	100	31,865	31,900	0,586	0,059	31,570—32,160

Ähnliche Ergebnisse haben wir noch von drei anderen Flunderweibchen erhalten.

Diese fünf Serien bestätigen deutlich, dass der Eidurchmesser bei einem und demselben Weibchen im Laufe der Laichperiode abnimmt. Nimmt man aus jeder der 5 Befruchtungen nur die erste Reihe, also die im früheren Stadium der Entwicklung begriffenen Eier, so ergeben sich von Anfang März bis Mitte April die fünf Mittel 33,810 — 33,720 — 32,853 — 32,775 und 31,865. Diese Unterschiede sind typische, für die weiter auseinanderliegenden Befruchtungszeiten mit Sicherheit, für die näher aneinanderliegenden mit überwiegender Wahrscheinlichkeit. Von Anfang März bis Mitte April beträgt die Abnahme des mittleren Eidurchmessers rund 2 Strich (E) oder nahezu 6 %.

Man kann gegen die Verallgemeinerung dieser Ergebnisse einwenden, dass die betreffenden Flunder-

weibchen unter abnormen Verhältnissen gelaicht hätten. Die Ergebnisse der folgenden Untersuchungsreihen machen aber nach unserer Ansicht diesen Einwand hinfällig.

c. Grössenunterschiede zwischen Eiern derselben Art, aber verschiedener Individuen, die früher und später in einer Laichperiode künstlich befruchtet wurden.

Im Sommer 1898 wurden mit jedesmal verschiedenen Individuen von *Otenolabrus rupestris* von Helgoland mehrere Befruchtungsversuche angestellt, der erste am 26. Mai, der zweite am 30. Juni, der dritte am 5. Juli. Die ersten und zweiten Eier wurden nach 24 Stunden, die dritten nach 17 und 48 Stunden gemessen. Letztere enthielten jüngere und ältere Embryonen. Das Ergebnis war folgendes. (Maßtabelle XVII, 9, 10, 17).

I.	26./5.	50 Eier	A 28,700	in 36 Tagen	2,17 Strich (E)	Abnahme
II.	30./6.	100 Eier	A 26,530	in 5 Tagen	0,45	„
III.	5./7.	450 Eier	A 26,080			„

Die Rechnung ergibt, dass die Unterschiede zwischen allen drei Mitteln typisch und vollkommen sicher sind. Also auch hier entschiedene Abnahme des Eidurchmessers im Laufe der Laichperiode. Exakterweise hätten die Grössen der zur Befruchtung verwandten Weibchen notiert werden müssen, was leider nicht geschehen ist. Es ist daher möglich, dass ein Teil des Unterschiedes auf verschiedene Grösse der Muttertiere zurückzuführen ist. Richtiger ist wohl, dass die Grösse der Mutterfische, Zeit des Laichens und Grösse der Eier alle drei im Zusammenhange stehen, worüber Weiteres gleich unten. Der Unterschied zwischen den frühesten und den spätesten Eiern beträgt in Millimetern $0,902 - 0,820 = 0,082$ oder 9% des Durchmessers.

Auch die Eier von *Pleuronectes limanda*, die wir aus künstlichen Befruchtungen gewannen, liefern entsprechende Beispiele, z. B. die Serien 16 und 22 der Maßtabelle II; hier war das Weibchen vom März noch etwas kleiner als das vom Mai und lieferte trotzdem um nahezu 3 Strich grössere Eier (26,555 gegen 23,575).

d. Grössenunterschiede zwischen Eiern derselben Art und desselben Ortes, die früher oder später in einer Laichperiode gefischt wurden.

Hierüber steht uns eine grössere Zahl von Beobachtungen zu Gebote, deren Ergebnisse nachstehend aufgeführt sind.

1. *Pleuronectes limanda*. Auftrieb bei Helgoland. Maßtabelle I, 1, 4, 5, 7.

1898.	Januar 31. bis Februar 10.	131 Stück.	A 26,870.	Zeitunterschied	44 Tage
„	März 17. bis 25.	100 „	A 26,720.	„	13 „
„	April 2.	100 „	A 26,770.	„	40 „
„	Mai 10. bis 13.	100 „	A 24,930.	„	30 „
„	Mai 25. bis Juni 25.	30 „	A 24,367.	„	

Die Prüfung ergibt, dass zwischen den ersten drei Eierportionen, also in der Zeit vom 31. Januar bis 2. April, kein Grössenunterschied nachweisbar ist. Dagegen sind die Eier aus dem Mai und Juni ganz sicher erheblich kleiner, als die aus Februar, März und April; auch zwischen der vierten Portion aus der ersten Hälfte des Mai und der fünften, von Ende Mai bis Ende Juni, ist noch ein typischer Unterschied mit der hohen Wahrscheinlichkeit von 0,98 zu konstatieren. Die Abnahme des Eidurchmessers beträgt von Anfang bis Ende der Laichzeit, die nahezu 5 Monate umfasst, in Millimetern $0,845 - 0,766 = 0,079$ oder rund 9% .

2. *Pleuronectes flesus*. Auftrieb bei Helgoland.

1898.	Januar 28. bis Februar 25.	41 Stück	A 31,781	Zeitunterschied	47 Tage.
„	März 17. bis April 12.	30 Stück	A 31,167		

Ein typischer Unterschied ist mit der Wahrscheinlichkeit von etwa 0,82 anzunehmen.

3. *Clupea sprattus*. Auftrieb bei Helgoland. Maßtabelle XVI, 2 + 4, 8, 10, 13 + 15.

1898.	März 17. bis April 2.	207 Stück	A 34,763	Zeitunterschied	ca. 43 Tage.
„	Mai 2. bis 11.	100 „	A 31,480	„	20 „
„	Mai 25.	100 „	A 30,040	„	61 „
„	Juli 5. bis August 13.	114 „	A 29,245		

Die Unterschiede der drei ersten Mittel sind auffallend gross und mit vollkommener Sicherheit typisch. Zwischen der dritten und vierten Portion Eier ist ein typischer Unterschied zwar nicht absolut sicher, jedoch mit der hohen Wahrscheinlichkeit von 0,998 anzunehmen. Die Abnahme in der mittleren Grösse der Eier vom Beginn bis zum Ende der Laichperiode, die sich über 5 volle Monate erstreckt, beträgt nicht weniger als rund $5\frac{1}{2}$ Strich (E). In Millimetern nimmt der mittlere Eidurchmesser ab von 1,092 auf 0,919 mm oder um nahezu 16 % des anfänglichen Durchmessers.

Entsprechende Serien von Sprotteiern aus dem Jahre 1899 (Maßtabelle XVI, 1, 3, 6, 9, 12) zeigen von Anfang März bis Mitte Juni eine stetige Abnahme des mittleren Eidurchmessers von 33,871 auf 29,440 Strich (E) oder um rund 13 % des anfänglichen Durchmessers.

4. *Motella mustela*. Auftrieb bei Helgoland. Maßtabelle XV, 1, 4, 6.

1898. Januar 31. bis Februar 2.	70 Stück	A 27,943		
„ März 17.	100 „	A 26,330	Zeitunterschied	45 Tage.
„ April 20. bis Mai 13.	100 „	A 25,130	„	45 „

Die Unterschiede sind typische und sichere. Die Abnahme des mittleren Eidurchmessers von Ende Januar bis Mitte Mai, also in $3\frac{1}{2}$ Monaten, beträgt in Millimetern 0,877 — 0,790 = 0,087 oder 10 % des anfänglichen Durchmessers.

Im Jahre 1899 gefischte Eier (Maßtabelle XV, 2, 3, 5, 7, 8) ergeben folgende schöne Reihe:

1899. Februar 18 bis 21.	200 Stück.	A 26,478.	Zeitunterschied	23 Tage.
„ März 15.	100 „	A 25,630.	„	30 „
„ April 15.	100 „	A 25,245.	„	35 „
„ Mai 15. bis 24.	100 „	A 24,270.	„	34 „
„ Juni 15. bis 27.	70 „	A 23,121.	„	ca. 30 „
„ Juli 2. bis August 14.	47 „	A 23,830.	„	„

Hier sind alle Unterschiede typisch und sicher, ausgenommen zwischen den März- und April-Eiern, wo jedoch die Wahrscheinlichkeit eines typischen Unterschiedes immerhin noch 0,85 beträgt, und zwischen den Eiern des Juni und Juli-August, von denen die letzteren ganz abnormer Weise grösser sind, als die ersteren. Die wahrscheinliche Erklärung dieses Falles s. im systematischen Teile bei *Motella*.

5. *Scomber scomber*. Auftrieb bei Helgoland. Maßtabelle XXI, 2, 3, 7, 8.

1899. Juni 6. bis 15.	50 Stück.	A 38,300	Zeitunterschied	10 Tage
„ Juni 20.	100 „	A 37,160	„	30 „
„ Juli 20.	100 „	A 35,750	„	16 „
„ August 5.	11 „	A 33,955	„	„

Die typische Abnahme des Eidurchmessers ist hier sicher erwiesen. Sie beträgt 11 %.

6. *Solea lutea*. Auftrieb bei Helgoland. Maßtabelle IX, 1, 3, 4, 6.

1899. Mai 20. bis 31.	70 Stück.	A 27,114	Zeitunterschied	20 Tage
„ Juni 14. bis 15.	100 „	A 26,815	„	35 „
„ Juli 13. bis 26.	76 „	A 25,664	„	26 „
„ August 1. bis 29.	100 „	A 24,980	„	„

Auch hier ist die typische Abnahme als erwiesen anzusehen. Sie beträgt in Millimetern rund 8 %.

7. *Arnoglossus laterna*. Maßtabelle VII, 1 bis 4.

1899. Helgoland. Juni 10. bis 20.	23 Stück	A 22,370.
Norderney. Juni 28.	100 „	„ 20,605.
Helgoland. Juli 3. bis 31.	70 „	„ 21,286.
Helgoland. Aug. 2. bis 18.	163 „	„ 20,601.

Die bei Helgoland gefischten Eier zeigen eine sehr deutliche und typische Abnahme des Eidurchmessers von Juni bis August von 8 %. — Eine absonderliche Stellung nehmen die bei Norderney gefischten Eier ein; sie sind viel kleiner, als die bei Helgoland um dieselbe Zeit gefischten. Die wahrscheinliche Erklärung dieses abnormen Falles werden wir im systematischen Teil geben.

S. *Ctenolabrus rupestris*. Auftrieb bei Helgoland. Maßtabelle XVII, 2 u. 7.

1898. Juni 6. bis 17.	113 Stück.	A	27,726.
„ Juli 18.	100 „	A	26,185.

Ein grosser, sicherer Unterschied von 5,6 % in 1¼ Monat.

Im Jahre 1899 gefischte Eier (Maßtabelle XVII, 3, 6, 8) ergeben für den Juni das Mittel 27,545, für den Juli 26,198 und für den August 25,687; in 2 Monaten eine typische Abnahme von 7 %.

Die vorstehenden Untersuchungsreihen, die 8 verschiedene Species und 5 verschiedene Fischfamilien umfassen, beweisen wohl genügend, dass allgemein der mittlere Durchmesser der schwimmenden Fischeier einer Art innerhalb desselben Laichgebietes vom Beginn bis zum Ende einer Laichperiode abnimmt. Wir finden den Betrag dieser Abnahme im Minimum zu etwa 5 % des Durchmessers, im Maximum zu 16 %. Hinzugefügt mag noch werden, dass uns auch nicht eine einzige einwandfreie Beobachtung vorliegt, wo etwa die Wahrscheinlichkeit, dass die Eier im Laufe der Laichperiode sich vergrössern, gleich oder gar grösser wäre, als das Gegenteil. Die beiden abnormen Fälle, die wir oben S. 177 bei *Motella* und *Arnoglossus* aufgeführt haben, lassen sich, wie im systematischen Teil bei den betreffenden Arten gezeigt werden soll, daraus erklären, dass die bezüglichen Eiergruppen nicht homogen, sondern aus verschiedenen nahe verwandten, morphologisch noch nicht sicher trennbaren Species zusammengesetzt waren.

Es ist möglich, dass ein kleiner Teil der beobachteten Unterschiede daher rührt, dass die zu einer früheren Periode der Laichzeit untersuchten Eier sich in einem höheren Entwicklungsstadium befanden, als die später zur Beobachtung gelangten; leider ist das Entwicklungsstadium der im Auftrieb gefischten Eier nicht immer sorgfältig notiert. Die Wahrscheinlichkeit, dass es so ist, ist jedoch gering, da zu gleicher Zeit planktonisch gefischte Eier meistens auf sehr verschiedenen Entwicklungsstadien sich befinden.

Gleichzeitig mit und unabhängig von uns hat Holt (39, 107) in Plymouth an einer Reihe von See-fischen die Abnahme der Grösse planktonisch gefischter Eier im Laufe der spezifischen Laichperiode beobachtet. Er fand z. B. für die Eier von *Ctenolabrus rupestris* folgende Eigrössen in den verschiedenen Monaten:

April	1,01—0,90 mm	=	32,12—28,62	Strich (E)
Mai	0,94—0,87 „	=	29,90—27,67	„
Juni	0,87—0,84 „	=	27,67—26,71	„
Juli	0,82—0,78 „	=	26,08—24,89	„
August	0,72 „	=	22,90	„

Die Abnahme ist unverkennbar, obwohl hier nur Grenzwerte gegeben sind und keine Angaben über die Zahl der gemessenen Eier und ihre Entwicklungsstadien vorliegen.

e. Grössenunterschiede der Eier verschieden grosser Weibchen.

Schon Earl (s. auch weiter unten im systematischen Teil) hat nachzuweisen versucht, dass die Grösse der Kabeljaueier von der Grösse des Mutterfisches abhängig ist, indem grössere Weibchen auch grössere Eier hervorbringen. Neuerdings hat Holt in der oben citierten Abhandlung bei vergleichenden Messungen der Eier derselben Fischarten bei Plymouth und bei Marseille im Mittelmeer unter andern gefunden, dass bei *Caranx trachurus* der Durchmesser der bei Plymouth gefischten Eier zwischen 0,81 und 0,93 mm lag, der bei Marseille gefischten dagegen nur 0,76 bis 0,78 mm betrug. Gleichzeitig fand er, dass die *Caranx trachurus* von Marseille eine kleinere Lokalform sind als die bei Plymouth. Er schliesst hieraus, dass grössere Weibchen auch grössere Eier legen und findet dies auch noch bei einigen andern Species bestätigt.

Um hier zu einem exakten Beweise zu gelangen, ist es nach den vorigen Abschnitten nötig, solche Eiererien verschieden grosser Weibchen zu vergleichen, bei denen alle andern Umstände, wie Ort, Entwicklungsstadium und vor allem auch die Phase der individuellen Laichperiode möglichst gleich sind. Wir haben zwei Untersuchungsreihen angestellt.

1. *Pleuronectes limanda*. Laichreife Weibchen bei Helgoland gefangen im Frühjahr 1898 und 99. Künstliche Befruchtung der Eier gleich nach dem Fange. Maßtabelle I, 15, 22, 16, 12, 21, 17.

Länge des Weibchens.	Zahl der Eier.	Mittl. Grösse (A).	Befruchtet.	Gemessen.
16,0 cm	100	26,970	17. März 98	18. März 98 (v. Hinrichs)
16,7 „	100	26,555	11. März 99	14. März 99
19,0 „	100	23,575	20. Mai 99	21. Mai 99
19,4 „	100	27,555	11. März 99	14. März 99
21,5 „	500	27,091	23. Febr. 99	25. Febr. 99
23,0 „	100	26,690	29. März 98	30. März 98
28,5 „	100	26,760	16. März 99	20. März 99
30,0 „	100	29,230	3. März 98	4. März 98 (v. Hinrichs)

Aus dieser Untersuchungsreihe geht nur hervor, dass das grösste Weibchen auch die weitaus grössten Eier hergegeben hat; eine direkte Proportionalität zwischen Grösse des Mutterfisches und Grösse der Eier zeigt sich jedoch nicht. Dies ist auch nicht zu erwarten, da bei den acht Fischen nur der Ort und einigermaßen auch das Entwicklungsstadium der Eier gleich sind. Die Phasen der individuellen Laichperiode sind dagegen ganz unbekannt und mit grosser Wahrscheinlichkeit als ungleich anzunehmen. Man kann als ziemlich sicher annehmen, dass die grösseren Weibchen einer Art früher im Jahre mit dem Laichen beginnen als die kleineren. Danach ist wahrscheinlich, dass z. B. das am 16. März gefangene *limanda*-Weibchen von 28,5 cm Länge sich in einer spätern Phase seiner individuellen Laichperiode befand, als das am 17. März gefangene, nur 16 cm lange Weibchen. So wäre es begreiflich, dass die Eier des grösseren Weibchens im Mittel (26,760) noch etwas kleiner sind als die des kleineren (26,970); jenes produzierte eben gegen Ende seiner Laichperiode seine kleinsten Eier, dieses am Anfang der Periode seine grössten. Da der Grössenunterschied zwischen den am Anfang und den am Ende der Laichperiode von einem und demselben Weibchen produzierten Eier 2 bis 3 Strich (E) ausmachen kann, so ist es sehr gut möglich, dass die am Anfang der Laichperiode gelegten Eier des 28,5 cm langen Weibchens statt 26,760 vielmehr 28,760 Strich gemessen haben, was mit der hier zu prüfenden Theorie stimmen würde.

Die kleinsten Eier von nur 23,575 Strich (E) finden sich hier nicht bei dem kleinsten Weibchen von 16 cm Länge, sondern bei einem solchen von 19 cm; sehr wahrscheinlich stand aber dieses Weibchen am Ende der individuellen Laichperiode, da die Befruchtung erst am 20. Mai, also etwa 2 Monate später als bei allen andern erfolgte.

2. *Pleuronectes flesus*. Im Frühjahr 1898 und 99 wurden eine Anzahl Flunderweibchen verschiedener Grösse (dieselben, die schon auf S. 174 u. 175 erwähnt sind) im Fischkasten lebend gehalten. Ihre Eier wurden künstlich befruchtet, sobald sie solche auf Druck hergaben. Dabei konnte nicht festgestellt werden, dass die Weibchen freiwillig im Fischkasten Eier ablegten. Die zum erstenmale künstlich aus einem Weibchen abgestreiften und künstlich befruchteten Eier waren also auch mit grosser Wahrscheinlichkeit die ersten in der individuellen Laichperiode abgelegten. In der folgenden Reihe sind nur solche nach aller Wahrscheinlichkeit ersten Eier zusammengestellt. Damit ist möglichste Gleichheit der Phase der individuellen Laichperiode erreicht, wenn auch auf künstliche Weise. Das Entwicklungsstadium der Eier bei der Messung ist leider kein ganz gleiches. (Maßtable II, 25, 21, 16, 15, 4.)

Länge des Weibchens.	Zahl der Eier.	Mittlere Grösse (A)	Befruchtet.	Gemessen.
34 cm	100	31,380	9. Mai 98	9. Mai 98
35 „	100	31,000	20. April 98	21. April 98
41 „	100	32,240	5. April 98	10. April 98
41 „	100	33,450	24. März 99	30. März 99
44 „	100	33,720	27. Febr. 99	28. Febr. 99
48 „	100	34,025	15. April 99	18. April 99

Wir entnehmen dieser Reihe, dass in der That mit grosser Wahrscheinlichkeit eine direkte Beziehung zwischen der Grösse der Muttertiere und der Eier besteht. Dieselbe tritt noch deutlicher hervor, wenn man die in der Grösse am nächsten stehenden Weibchen in der angegebenen Weise paarweise zusammenfasst, wodurch unkontrollierbare Zufälligkeiten und andere mitwirkende Momente mehr ausgeschlossen werden. Die

drei dann sich ergebenden Mittelwerte 31,190 — 32,845 — 33,873 weisen typische und sichere Unterschiede auf. Merkwürdig und einstweilen unerklärlich ist der grosse Unterschied der Mittel bei beiden 41 cm langen Weibchen; vielleicht hatte das eine doch schon einen Teil seiner Eier verloren. Um zu einem noch sicheren Beweise, als dem hier versuchten, zu gelangen, müsste man natürlich von jeder Grössenstufe der Weibchen statt 1 oder 2 eine viel grössere Zahl von Individuen haben, um so zu einem einigermaßen sicheren mittleren Wert der Eigrösse für jede Grössenstufe der Muttertiere zu gelangen.

Von dem einen 44 cm langen Weibchen haben wir, wie schon oben unter b, S. 175 ausgeführt wurde, noch Eiserien aus späteren Phasen der individuellen Laichperiode gemessen und gefunden, dass der mittlere Eidurchmesser auf den Anfangsstadien der Entwicklung in der Zeit von Ende Februar bis Mitte April von 33,720 auf 31,865 abnimmt. Dieses Mittel 31,865 reicht, wie man sieht, nahe an die Ei-Mittel der kleinsten unserer Flundern (34,5 cm) heran und erklärt somit zum Teil die Befunde an der *limanda*-Reihe.

Übrigens sei ausdrücklich bemerkt, dass man selbstverständlich keine genaue direkte Proportionalität zwischen Grösse der Eier und Körperlänge des Weibchens erwarten darf. Eine solche besteht vielleicht schon eher zwischen der MäÙe des Mutterfisches und der Eigrösse. Sehr wahrscheinlich spielt auch der Ernährungszustand des ersteren hierbei mit und vielleicht auch, bei befruchteten Eiern, die Grösse und der Ernährungszustand des Männchens.

Zusammenfassung von b, c, d und e.

Die vorhergehenden vier Beobachtungsreihen ergeben:

1. Die früher in der Laichperiode abgelegten Eier desselben Weibchens sind grösser als die später abgelegten.
2. Früher in einer Laichperiode künstlich befruchtete Eier einer Art sind grösser als später befruchtete.
3. Früher in einer Laichperiode im Auftrieb gefischte Eier einer Art sind grösser als später gefischte.
4. Grössere Weibchen legen unter sonst gleichen Umständen auch grössere Eier.

Nimmt man hierzu noch folgende, allgemein beobachtete und als ziemlich sicher anzuschende Thatsache:

5. In der jährlichen Laichperiode einer Fischart beginnen die grösseren (älteren) Fische zuerst mit dem Laichen, später folgen die kleineren (jüngeren),

so stützen sich diese verschiedenen Beobachtungen gegenseitig und gestatten folgenden Schluss, der zugleich die allgemeine Erklärung unserer Messungsbefunde ist.

Der mittlere Durchmesser der im Verlauf der jährlichen Laichperiode nacheinander abgelegten schwimmenden Eier einer Fischart zeigt typische Veränderungen von bedeutender Grösse, indem er sich vom Beginn bis zum Ende der an demselben Orte im Extrem bis 6 Monate dauernden Laichperiode um etwa 6 bis 16 %, im Mittel etwa 10 % verkleinert. Dies kommt teils daher, dass ein und derselbe Fisch, dessen individuelle Laichperiode 20 bis 40 und vielleicht noch mehr Tage betragen kann, anfangs grössere, später immer kleinere Eier ablegt, teils daher, dass die grösseren (älteren) Fische grössere Eier produzieren und früher mit dem Laichen beginnen, als die kleineren (jüngeren).

f. Grössenunterschiede zwischen den Eiern verschiedener Lokalformen derselben Fischart.

Bei mehreren der hier in Rede stehenden Nutzfische, z. B. beim Hering, dem Sprott, der Scholle, der Flunder, sind für die einzelnen Gegenden ihrer Verbreitungsbezirke nach Bau und Lebensweise verschiedene Lokalformen bereits sicher nachgewiesen und für die noch nicht genauer untersuchten Arten ist das Bestehen von Lokalformen jedenfalls sehr wahrscheinlich. Man kann deshalb auch Verschiedenheiten in der Eigrösse wenigstens bei den Lokalformen der einen oder anderen Art mit Bestimmtheit erwarten.

Nach Kupffer¹⁾ messen die unbefruchteten Eier von Heringen der westlichen Ostsee 0,92 bis 1,00 mm im Durchmesser, nach der Befruchtung und der damit verbundenen Wasseraufnahme 1,2 bis 1,3 mm. Apstein (32, 37), fand den mittleren Durchmesser befruchteter Heringseier von Rügen zu 1,238 mm. Dagegen messen nach A. Böeck¹⁾ die Eier des norwegischen Frühjahrsherings, einer Rasse, die wesentlich

¹⁾ Heincke, 29, 70.

grösser ist, als die Heringe der Ostsee, schon vor der Befruchtung 1,5 mm im Durchmesser. In diesem Falle, wie in dem oben angeführten von Holt, wonach die Eier der kleineren Mittelmeerrasse von *Caranx trachurus* kleiner zu sein scheinen, als die der grösseren von Plymouth, scheint mit einer bedeutenderen Körpergrösse der Lokalform auch eine bedeutendere Eigrösse verbunden zu sein. Beim Sprott scheint das Verhältnis aber umgekehrt zu sein. Hensen (30, 301) giebt die Grösse von planktonisch gefischten Sprotteiern des Kieler Hafens zu 1,24 mm an, während wir bei Helgoland die grössten frei gefischten Sprotteier im Mittel nur 1,093 mm gross fanden. Nun ist nach Heineke's Untersuchungen die in der deutschen Bucht der Nordsee vorkommende Sprottrasse entschieden grösser als die der Kieler Bucht. Hierbei ist aber zu bemerken, dass eine kleine Zahl (15) Sprotteier (Maßtabelle XVI, 5), die wir am 2. April zwischen den Elbfuerschiffen fischten, im Mittel 1,138 mm maßen mit einem obern Extrem von 1,195 mm. Da bei den Feuerschiffen vor der Elbmündung der Salzgehalt erheblich geringer ist als bei Helgoland, nämlich nur 2 bis 2,5 ‰, und in der Kieler Bucht wieder geringer als in der Elbmündung, so erscheint es möglich, dass der geringere Salzgehalt des Wassers ein stärkeres Quellen der Eier nach der Ablage und Befruchtung bewirkt.

Leider ist das Vorstehende Alles, was sich zur Zeit in der Frage nach lokalen Unterschieden der Eigrösse beibringen lässt und dieses Wenige ist für exakte Beweise ganz unzureichend. Wir haben fast ausschliesslich Helgoländer Eier gemessen; das geringe Material, das wir von andern Gegenden erhielten, z. B. Scholleneier von der grossen Fischerbank und von der Schottischen Küste, war zum Teil nicht ganz normal. Andererseits sind die Messungen der Eier anderer Lokalformen, die Holt, Williamson u. a. gegeben haben, teils zu wenig zahlreich, teils zu ungenau, um für Vergleiche mit unserm Material brauchbar zu sein. Erwähnenswert ist hier nur eine Zusammenstellung der von uns gemessenen Scholleneiern aus der Nordsee mit 110 von Apstein durch künstliche Befruchtung erhaltenen Eiern der Kieler Scholle. Die letzteren maßen im Mittel 58,35 Strich (E) oder 1,836 mm, wogegen die Eier der Nordsee-Scholle stets grösser gefunden wurden und im Maximum bis nahe an 62 Strich (E) = 1,949 mm hinaufgehen. Möglicherweise liegt hier ein wirklicher Rassenunterschied in der Eigrösse vor, der dann den Unterschieden der Körpergrösse beider Lokalformen entsprechen würde. Dass die kleinere Scholle der westlichen Ostsee und die grössere der Nordsee wirklich verschiedene Lokalformen sind, kann nach den Untersuchungen von Duncker und den neueren von Kyle nicht bezweifelt werden.

Über mögliche Rassenunterschiede in der Eigrösse der Seezunge s. im systematischen Teile den Abschnitt über diese.

5. Der Variationsumfang des spezifischen Eidurchmessers.

Unsere in den Maßtabelle I bis XXII niedergelegten methodischen Eimessungen ergeben unter Berücksichtigung der Messungen anderer Autoren die nachstehenden, theoretisch wie praktisch wichtigen Resultate.

1. Die Variabilität des Eidurchmessers einer Fischart nach Zufall, Entwicklungsgrad, Grösse der Mutterfische, Phase der Laichperiode, Zeit und Ort, kurz nach allen verschiedenen Variabilität erzeugenden Momenten zusammengenommen ist ausserordentlich gross. Sie ist erheblich grösser als man bisher angenommen hat und die Variationsgebiete der verschiedenen, in der Eigrösse sich nahestehenden Arten greifen wohl mit einziger Ausnahme der Eier von *Hippoglossus* mehr oder weniger weit übereinander. Nirgends sind absolut scharfe spezifische Grenzen im Eidurchmesser vorhanden. Deshalb ist es in allen Fällen, angenommen bei den Arten mit extrem grossen und kleinen Eiern, unmöglich ein in der Nord- oder Ostsee gefischtes schwimmendes Fischei allein nach dem Eidurchmesser sicher zu bestimmen. Von *Drepanopsetta platessoides*, deren enorm variierender Eidurchmesser bis 2,64 mm oder 84 Strich (E) messen kann bis zu der Lammszunge (*Arnoglossus laterna*), die die kleinsten, im Durchmesser bis auf 0,597 mm oder 19 Strich (E) herabgehenden Eier unter allen hier in Betracht kommenden Arten besitzt, besteht in der Eigrösse eine lückenlose Reihe von Übergängen.

Wir geben hier eine Zusammenstellung der spezifischen Variationsbreite der von uns genauer untersuchten Eier in zwei Tabellen, von denen die erste die vorzugsweise im Winter und Frühjahr laichenden Arten, die zweite die im Sommer laichenden enthält. Es sind nur solche Eier berücksichtigt, die in der Nordsee gefischt wurden.

Tab. 4. Variationsumfang des spezifischen Eidurchmessers.

A. Im Winter und Frühjahr laichende Fische.				
Art.	Untersuchte Zahl	Variationsumfang		
		Strich (E)	Strich (A)	mm
1. <i>Motella mustela</i>	1000	21—31	15—22	0,660—0,975
2. <i>Pleuronectes limanda</i>	2800	22—31	15—22	0,692—0,975
3. <i>Pleuronectes flesus</i>	3000	27—35	19—24	0,849—1,100
4. <i>Clupea sprattus</i>	1200	26—39	18—27	0,817—1,226
5. <i>Gadus merlangus</i>	400	32—42	22—29	1,006—1,320
6. <i>Gadus morrhua</i>	300	39—51	27—36	1,226—1,603
7. <i>Gadus aeglefinus</i>	200	43—53	30—37	1,352—1,666
8. <i>Pleuronectes platessa</i>	600	53—66	37—46	1,666—2,075
9. <i>Drepanopsetta platessoides</i>	?	47—84	33—59	1,478—2,641

In diese Reihe gehören noch die erst wenig bekannten Eier der Gadiden-Arten *Gadus virens* (32 bis 38 Strich (E) = 1,029 bis 1,188 mm), *Gadus minutus* und *Gadus luscus* (29 bis 37 Strich (E) = 0,900 bis 1,150 mm), *Gadus pollachius* (35 bis 41 Strich (E) = 1,100 bis 1,300 mm), *Lotu molva* (32 bis 35 Strich (E) = 1,010 bis 1,100 mm). Wie man sieht, schieben sich diese Arten in der Ei-Grösse zusammen mit *Gadus merlangus* vollkommen in die Lücke zwischen Sprott und Kabeljau ein. Wir werden später wiederholt auf diese äusserst wichtige Thatsache zurückkommen.

B. Im Sommer laichende Fische.				
Art.	Untersuchte Zahl	Variationsumfang		
		Strich (E)	Strich (A)	mm
10. <i>Arnoglossus laterna</i>	450	19—24	13—17	0,597—0,755
11. <i>Callionymus maculatus</i>	40	21—25	15—17	0,660—0,786
12. <i>Callionymus lyra</i>	500	22—30	15—21	0,690—0,943
13. <i>Solea lutea</i>	450	22—30	15—21	0,692—0,943
14. <i>Rhombus norvegicus</i>	60	23—29	16—20	0,723—0,912
15. <i>Ctenolabrus rupestris</i>	1400	23—30	16—21	0,723—0,943
16. <i>Raniceps raninus</i>	360	24—29	17—20	0,755—0,912
17. <i>Mullus surmuletus</i>	wenige	26—29	18—20	0,817—0,912
18. <i>Caranx trachurus</i>	60	26—33	18—23	0,817—1,006
19. <i>Rhombus maximus</i>	200	29—38	20—27	0,912—1,195
20. <i>Scomber scomber</i>	400	31—44	22—31	0,975—1,383
21. <i>Pleuronectes cynoglossus</i>	wenige	34—40	24—28	1,069—1,258
22. <i>Solea vulgaris</i>	40	35—44	24—31	1,100—1,383
23. <i>Trigla</i> sp. ¹⁾	900	35—49	24—34	1,100—1,514
24. <i>Pleuronectes microcephalus</i>	200	38—46	27—32	1,195—1,446
25. <i>Rhombus laevis</i>	wenige	39—48	27—34	1,240—1,509

Der Umfang der Variabilität ist nach Ausweis dieser Zusammenstellungen bei grossen Eiern im allgemeinen ein absolut bedeutender, als bei spezifisch kleineren und meist um so grösser, je mehr und nach Umständen verschiedene Eier von einer Art untersucht sind. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, dass der Variationsumfang bei denjenigen Arten, von denen bisher nur eine geringe Zahl von Eiern gemessen geworden ist, bei weiteren Untersuchungen noch erheblich zunimmt, namentlich bei so grossen Eiern, wie die des Kabeljaues, des Schellfisches, der Scholle, der Rotzunge und des Glattbutts. Das Übereinandergreifen der Species, das sich in beiden Tabellen in gleicher Weise zeigt, muss daher in Wirklichkeit noch grösser sein, als diese Zusammenstellungen ergeben.

¹⁾ Die bei Helgoland vorkommenden *Trigla*-Arten sind bekannt, ihre Eier können aber bis jetzt nicht mit genügender Sicherheit getrennt werden.

Die geringste spezifische Variationsbreite des Eidurchmessers kann man zu 5 Strich (E) oder 0,157 mm annehmen; die grösste beobachtete findet sich bei *Drepanopsetta*, deren Ei durch den grossen perivitellinen Raum charakterisiert ist, und beträgt nicht weniger als 38 Strich (E) oder 1,195 mm. Im Durchschnitt kann man bei Eiern mittlerer Grösse, also mit 1 mm Durchmesser, eine Variationsbreite des Durchmessers von 10 Strich (E) oder 0,314 mm, also nahezu einem Drittel seiner Grösse annehmen. Für das Volumen des als Kugel angesehenen Eies bedeutet dies eine Variabilität um 100 % seiner mittleren Grösse. Die untenstehende Figur veranschaulicht die Grösse und Variabilität (Minimum und Maximum) der lebenden Eier von

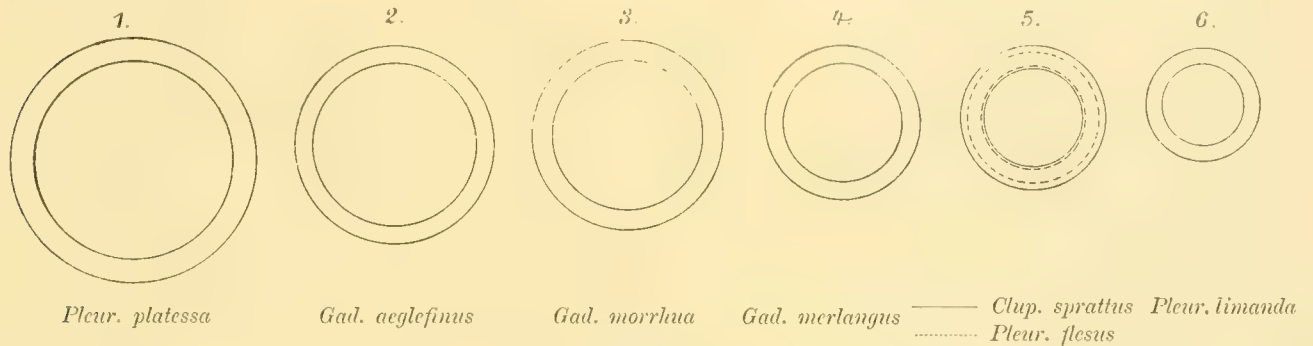


Fig. 3.

Variationsumfang des spezifischen Eidurchmessers bei 7 Fischarten in der Nordsee. Der Eidurchmesser ist 15,9 mal vergrössert.

7 Arten winterlaichender Fische, von denen 6 von Hensen und Apstein (32, 33) als die wichtigsten Komponenten ihrer quantitativen Eifänge angesehen werden.

Die Unmöglichkeit allein nach der Grösse ein schwimmendes Fischei zu bestimmen, ist übrigens auch dann vorhanden, wenn die Zeit seines Fanges gewisse Arten von vornherein ausschliesst. Angenommen, man habe im März in der Nordsee ein Ei von 1 mm Durchmesser oder 32 Strich (E) gefangen. Obwohl hier alle Arten der Tabelle 4 B. ausgeschlossen sind, kann dieses Ei der Grösse nach doch noch zu nicht weniger als 6 Species gehören, nämlich zu *Pleur. flesus*, *Clupea sprattus*, *Gadus merlangus*, *virens*, *minutus* und *luscus*. Ein im Juli, also zu einer Zeit, wo die meisten Fischarten bereits abgelaiicht haben, in der Nordsee gefangenes Ei von 0,82 mm oder 26 Strich (E) kann seiner Grösse nach noch zu mindestens 7 verschiedenen Arten gehören, nämlich *Callionymus lyra*, *Solea lutea*, *Rhombus norvegicus*, *Ctenolabrus rupestris*, *Raniceps raninus*, *Mullus surmuletus* und *Caranx trachurus*. Selbst die Eier der Scholle, die sonst eine verhältnismässig scharf abgegrenzte Gruppe bilden, können allein nach ihrer Grösse nicht scharf von denen des Schellfisches und von *Drepanopsetta* gesondert werden.

2. Die Variabilität innerhalb einer Anzahl Eier einer und derselben Species ist um so geringer, je homogener die untersuchte Eiserie ist, d. h. je gleichartiger für alle Eier Ort, Zeit, Grösse der Eltern, Laichphase, Entwicklungsgrad u. a. sind.

Diese sehr wichtige Thatsache ergibt sich mit grosser Klarheit aus unseren Maßtabelle I, II, III, IV, XIII und XVII, in denen bei den sechs Arten: Flunder, Kliesche, Scholle, Rotzunge, Wittling und Klippenbarsch, neben planktonisch gefischten Eiern verschiedener Zeiten auch solche aus künstlichen Befruchtungen während verschiedener Phasen der Laichperiode verzeichnet sind. Die Grösse der Variabilität wird gemessen nach der Zahl der Striche, über die sich die Eigrössen erstrecken, oder genauer durch den davon abhängigen wahrscheinlichen Fehler f oder den Variationskoeffizienten.

Die grösste Homogenität einer Eiserie besteht offenbar dann, wenn alle Eier von einem und demselben Elternpaare und aus derselben Befruchtung stammen und zugleich dasselbe Entwicklungsalter haben. Bei solchen Eiern ist der Umfang der Variabilität in der That am kleinsten. Der vollkommene Gegensatz hierzu, also die denkbar grösste Heterogenität, besteht, wenn alle untersuchten Eier einer Species in eine Variationsreihe zusammengestellt werden und nach Abstammung, Ort und Zeit möglichst verschieden sind, wie dies in den Summen unserer Maßtabelle der Fall ist. Hier ist der Variationsumfang am grössten. Zwischen

beiden Extremen stehen solche Eiserien, die aus mehreren Befruchtungen gemischt und daher nach Abstammung, Zeit und Entwicklungsalter verschieden sind, sowie alle planktonisch gefischten Eier. Letztere sind ausnahmslos mehr oder weniger gemischt aus Eiern verschiedener Eltern und verschiedenen Entwicklungsalters. Hier muss man wieder unterscheiden zwischen Eiern des gleichen Fanges oder nahezu gleichzeitiger und gleichörtlicher Fänge und solchen nach Zeit und Ort verschiedener Fänge.

Unsere Untersuchungen an Helgoländer Material ergeben folgende Zusammenstellung:

Tab. 5. Verschiedene Variabilität bei homogenen und heterogenen Eiserien.

a. <i>Pleuronectes limanda.</i>		
	Variationsbreite.	Variations-Koeffizient (<i>f</i>).
I. Eier desselben Weibchens und ders. künstl. Befruchtung, gleich weit entwickelt.	2 bis 4 Strich, i. Mittel $3\frac{1}{2}$	0,225 bis 0,395, Mittel 0,337
II. Planktonisch gefischte Eier möglichst gleicher Zeit.	4 bis 6 Strich, i. Mittel 5	0,500 bis 0,814, Mittel 0,647
III. Künstlich befr. Eier verschiedener Zeiten, Individuen und Entwicklungsalter.	9 Strich	
IV. Planktonisch gefischte Eier aus der ganzen Laichperiode.	9 Strich	0,880
b. <i>Pleuronectes flesus.</i>		
	Variationsbreite.	Variations-Koeffizient (<i>f</i>).
I. Eier dess. Weibchens und derselben künstl. Befruchtung, gleich weit entwickelt.	2 bis 4 Strich, im Mittel 3,2	0,288 bis 0,507, i. Mittel 0,364.
II. Planktonisch gefischte Eier möglichst gleicher Zeit.	6 bis 8 Strich, im Mittel 7	0,760 bis 1,018, i. Mittel 0,868
III. Künstl. befr. Eier verschiedener Zeiten, Individuen und Entwicklungsalter.	9 Striche	—
IV. Planktonisch gefischte Eier aus der ganzen Laichperiode.	8 Striche	—
c. <i>Pleuronectes platessa.</i>		
	Variationsbreite.	Variations-Koeffizient (<i>f</i>).
I. Eier dess. Weibchens und derselben künstl. Befruchtung, gleich weit entwickelt.	5 bis 7 Striche, i. Mittel 6	0,495 bis 0,790, i. Mittel 0,646
II. Planktonisch gefischte Eier möglichst gleicher Zeit.	9 bis 11 Striche, i. Mittel 10	1,804
III. Künstl. befr. Eier verschiedener Zeiten, Individuen und Entwicklungsalter.	12 Striche	
IV. Planktonisch gefischte Eier aus der ganzen Laichperiode.	13 Striche	—

d. <i>Ctenolabrus rupestris</i> .		
	Variationsbreite.	Variations-Koeffizient (f).
I. Eier dess. Weibchens und derselben künstl. Befruchtung, gleich weit entwickelt.	2 bis 5 Striche, i. Mittel $3\frac{1}{4}$	0,175 bis 0,508, Mittel 0,321
II. Planktonisch gefischte Eier möglichst gleicher Zeit.	4 bis 6 Striche, i. Mittel 5	0,434 bis 0,551, Mittel 0,509
III. Künstl. befr. Eier verschiedener Zeiten, Individuen und Entwicklungsalter.	5 Striche	—
IV. Planktonisch gefischte Eier aus der ganzen Laichperiode.	7 Striche	—

Die mit I, II, III und IV bezeichneten Eisorten sind hier offenbar vier aufeinanderfolgende Grade abnehmender Homogenität.

Da nach den Erörterungen des Abschnitts 2, S. 162 ff. der durch Messung gefundene Variationskoeffizient f noch den Messungsfehler φ enthält, so ist der wahre, von allen Messungsfehlern freie Variationskoeffizient w kleiner als f . Wenn f bei ganz homogenem Eimaterial der Species mit kleineren Eiern, wie *Pleuronectes limanda* und *fesus* und *Ctenolabrus rupestris*, im Mittel nicht viel über 0,30 Strich beträgt, und φ etwa zu 0,20 angenommen werden kann, so ergibt sich w nach der Formel $f = \sqrt{w^2 + \frac{\varphi^2}{n}}$ bei einmaliger Messung

jedes Eies zu 0,225, bei zweimaliger zu 0,265. Diese wahre Variabilität bei ganz homogenem Material ist ersichtlich sehr gering. Sie ist bei einem mittleren Durchmesser von etwa 30 Strich (E) = 0,94 mm nur gleich dem 120. Teil des Eidurchmessers oder 0,00786 mm. Die grösste wahrscheinliche Schwankung des Eidurchmessers, 10 mal so gross genommen, beträgt daher nur etwa $2\frac{1}{2}$ Strich (E) oder den 12. Teil des mittleren Eidurchmessers oder 0,0786 mm. Im stärksten Gegensatz hierzu steht die grosse Variabilität der planktonisch gefischten Eier der ganzen Laichperiode. Hier beträgt f rund 0,9 und der wahre Variabilitätskoeffizient berechnet sich zu 0,88 oder 0,89, je nachdem jedes Ei einmal oder zweimal gemessen ist. Er ist also reichlich $3\frac{1}{2}$ mal so gross, als bei ganz homogenem Material und nahezu gleich dem 34. Teil des mittleren Eidurchmessers von 30 Strich. Die grösste wahrscheinliche Schwankung des Eidurchmessers gleich $10 w$ ist danach nahezu 9 Strich (E) oder der 3,4 te Teil desselben oder rund 0,28 mm.

Die beiden nebenstehenden Figuren geben eine anschauliche Vorstellung von diesem grossen Unterschiede der Variabilität des spezifischen Eidurchmessers bei homogenem und heterogenem Material.

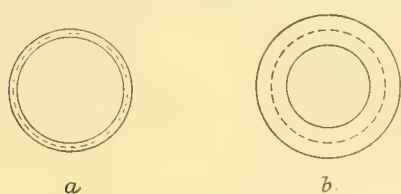


Fig. 4.

Grösste wahrscheinliche, wahre Variabilität des spezifischen Eidurchmessers von *Pleur. limanda* bei homogenen Eiern derselben Befruchtung (a) und bei planktonisch gefischten Eiern der ganzen Laichperiode (b). Eidurchmesser 15,9 mal vergrössert. --- mittlere Eigrösse [30 Strich (E) = 0,94 mm]; — extreme Eigrössen.

Aus den eben besprochenen Thatsachen folgt ein sowohl für unsere vorliegende Untersuchung, wie für die Variabilität der Species gleich wichtiger Satz. Die Existenz eines sog. typischen Wertes für den Eidurchmesser einer Species ist eine Fiktion. Vielmehr variiert der typische spezifische Eidurchmesser selbst wieder nach Alter, Grösse und Laichphase des Muttertieres, nach der Lokalität, nach dem Entwicklungsalter der Eier und vielen andern Umständen. Bestimmbar und zwar mit Hülfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist ein solcher typischer Wert nur bei ganz homogenem Material, d. h. solchen Eiern, bei denen alle jene Umstände für jedes Ei dieselben sind und die individuelle Verschiedenheit ausschliesslich ein Werk des Zufalls ist.

Aus diesem Satze folgt weiter, dass streng genommen nur eine ganz homogene Eigruppe dem Gesetze des Zufalls folgen und eine typische, mit dem einfachen oder zweiseitigen G. G. übereinstimmende Variationsreihe bilden kann. So bald eine Anzahl Eier in sich heterogen ist, bildet sie keine einfache Variationsreihe mehr, sondern eine sogenannte zusammengesetzte oder komplexe, in der mehrere typische, mittlere und

dichteste, Werte enthalten sind. Die mathematische Behandlung solcher komplexer Reihen oder Kurven, die natürlich den gewöhnlichen Wahrscheinlichkeitsgesetzen nicht mehr genügen, ist zwar schon in Angriff genommen (u. a. durch Pearson), aber noch nicht hinreichend geklärt und festgestellt. Namentlich dann, wenn alle in Betracht kommenden Eier einer und derselben Art angehören und die Hauptwerte der verschiedenen Bestandteile der komplexen Kurve sehr nahe zusammenliegen, ist es meist ganz unmöglich eine solche Kurve in ihre Komponenten zu zerlegen und nicht selten sogar sehr schwierig, die komplexe Natur der Kurve auf den ersten Blick zu erkennen.

6. Komplexe Messungsreihen von Fischeiern.

Für unsern besondern Zweck ist eine genauere Betrachtung solcher komplexer Messungsreihen (Variations-Polygone oder -Kurven) sehr wichtig, um so mehr, als wir es ja bei dem Auffischen schwimmender Fischeier mit dem quantitativen sowohl wie mit dem qualitativen Netze ausnahmslos mit mehr oder weniger heterogenen Fängen zu thun haben. Die innere Schüttelbewegung des Wassers mischt nicht nur die Eier verschiedener Species durcheinander, sondern auch Eier einer und derselben Art, die von verschiedenen grossen und in verschiedenen Stadien der Laichphase befindlichen Weibchen herrühren und in verschiedenem Entwicklungsalter stehen.

Wir haben nun eine Anzahl komplexer Variationsreihen künstlich durch Zusammenwerfen einfacher Reihen von homogenem Material konstruiert. Die Betrachtung derselben lehrt folgendes:

Im allgemeinen ist die Asymmetrie einer Variationsreihe um so geringer und ihre Übereinstimmung mit der theoretisch berechneten Reihe um so grösser, je homogener das untersuchte Material ist. Umgekehrt nimmt die Asymmetrie mit der Heterogenität des Materials, der grösseren Komplexität einer Reihe zu und die Übereinstimmung mit der theoretischen einfachen Wahrscheinlichkeitsreihe ab. Jedoch kann es auch vorkommen, dass bei heterogenem Material, besonders wenn die Hauptwerte der die komplexe Reihe zusammensetzenden einfachen Reihen sehr nahe zusammenliegen, die erstere in Folge von Messungsfehlern und unkontrollierbaren Zufälligkeiten in der Mischung der Eier einer einfachen Reihe sehr ähnlich wird.

Wir erläutern diese Sätze an acht künstlich konstruierten und einer natürlichen komplexen Reihe.

1. Flunder (*Pleuronectes flesus*). Komplexe Reihe, gebildet aus 10 homogenen Reihen von Eiern zweier Weibchen von 34 und 35 cm Länge, künstlich befruchtet in der Zeit vom 20. April bis 6. Juni 1898. Die einzelnen Reihen verschieden nach Herkunft, Laichphase und Entwicklungsalter. Maßtabelle II, 21—30.

Die Mittel der einzelnen homogenen Reihen schwanken von 27,990 bis 31,417 Strich (E). Gesamtzahl $m = 1000$.

Strich (E)	27	—	28	—	29	—	30	—	31	—	32	—	33
Eizahlen	16	+	132	+	129	+	175	+	365	+	173	+	10 = 1000

$A = 30,300$; $C = 30,632$; $D_i = 30,997$; $D_p = 31,248$. Asy. R. (D) negativ; Asy. G. (A) = $u = 166,00$; W. Asy. (A) = $V = 12,86$; $\varepsilon_r = 1,5272$; $\varepsilon'_r = 0,5789$; $m = 1000$. $m_r = 725,134$; $m'_r = 274,866$; $p = 0,6509$; $\frac{\bar{r}}{4} = 0,7854$. Wahrscheinl. Grenzen von D_p 31,214 und 31,269; sich. Grenzen von D_p 31,118 und 31,352. Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 1858,00$; $f = 0,920$; $F = 0,029$. Wahrscheinliche Grenzen von A 30,271 und 30,329; sichere Grenzen von A 30,155 und 30,445.

Strich (E)	26	—	27	—	28	—	29	—	30	—	31	—	32	—	33	—	34
Eizahlen	16	+	132	+	129	+	175	+	365	+	173	+	10	empirisch			
	9,5	+	27	+	73,5	+	152	+	243	+	295	+	177	+	22,5	+	0,5 nach D_p Diff.-S. 257
	2,5	+	17,5	+	73	+	185,5	+	279,5	+	252,5	+	136	+	44	+	9,5 nach A_q Diff.-S. 417

Die Asymmetrie dieser komplexen Reihe ist sehr gross, die Übereinstimmung mit einer einfachen theoretischen Reihe sehr schlecht und bemerkenswerter Weise grösser bei Annahme asymmetrischer Variabilität; aber auch hier ist die Differenzensumme zwischen empirischer und theoretischer Reihe noch mehr als $\frac{1}{4}$ der Gesamtzahl m . Schon auf den ersten Blick erkennt man aus den empirischen Zahlen der Reihe, dass sie sehr wahrscheinlich komplex ist, weil vom dichtesten Wert $31 = 365$ die Reihe nach unten sehr

unregelmässig abnimmt. Bei Strich 28 macht sich ein zweiter Gipfel der Kurve bemerklich, was in der That sich bei Betrachtung der 10 komponierenden homogenen Reihen in Maßtabelle II erklärt. Die grosse Differenz zwischen $\rho = 0,6509$ und $\frac{\bar{r}}{4} = 0,7854$ bekundet gleichfalls die schlechte Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung. Der wirkliche Grad der Asymmetrie $u = 166,00$ ist zwölfmal so gross als der wahrscheinliche oder erlaubte und entsprechend sind ϵ , und ϵ' und m , und m' bezüglich D_p sehr verschieden. A und D_p fallen beinahe um einen ganzen Strich auseinander und die Berechnung der sicheren Grenzen von D_p nach dem zweiseitigen und von A nach dem einfachen G. G. ergibt keine Möglichkeit, dass A und D_p zusammenfallen, dass also eine symmetrische Kurve vorliegt.

Die nebenstehende Figur 5 gibt die prozentuarischen Variationspolygone dieser 1000 Flundereier, das empirische und die beiden theoretischen.

Äusserst lehrreich ist der Vergleich dieser 1000 Flundereier mit der nahezu homogenen Reihe der 1000 Kliescheneier auf S. 159 f., besonders die Nebeneinanderstellung der beiderseitigen Variationspolygone, die inhaltsgleich sind. Dort bei den homogenen Kliescheneiern das steile, hohe, eingipfelige Polygon mit kleinem, hier bei den Flundereiern das flache, niedrigere, zweigipfelige Polygon mit grossem Variationskoeffizienten.

Sehr beachtenswert ist ferner, dass bei den homogenen Kliescheneiern die Übereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung grösser ist bei Annahme symmetrischer Variabilität (fast dreimal so gross, als bei den Flundereiern, nämlich 142 gegen 417), während bei der komplexen Reihe der Flundereier umgekehrt die Übereinstimmung grösser ist bei Annahme asymmetrischer Variabilität. Da es sich leicht nachweisen lässt, dass bei Bildung komplexer Reihen aus homogenen, symmetrischen oder nahezu symmetrischen in der Mehrzahl der Fälle mehr oder weniger stark asymmetrische Reihen notwendig entstehen müssen, so ist der Schluss erlaubt, dass homogene Reihen in der That, von allen Messungsfehlern befreit, nahezu symmetrisch variieren und demnach eine starke Asymmetrie innerhalb einer empirischen Reihe auf eine komplexe Natur derselben hinweist.

2. Flunder (*Pleuronectes flesus*). Komplexe Reihe, gebildet aus 14 homogenen Reihen von Eiern dreier Weibchen von 41, 44 und 48 cm Länge, künstlich befruchtet in der Zeit vom 27. Februar bis 15. April 1899. Die einzelnen Reihen sind verschieden nach Herkunft, Laichphase und Entwicklungsalter. Maßtabelle II, 4—16, 19. Die Mittel der einzelnen homogenen Reihen schwanken von 31,865 bis 34,165 Strich (E). Gesamtzahl $m = 1600$.

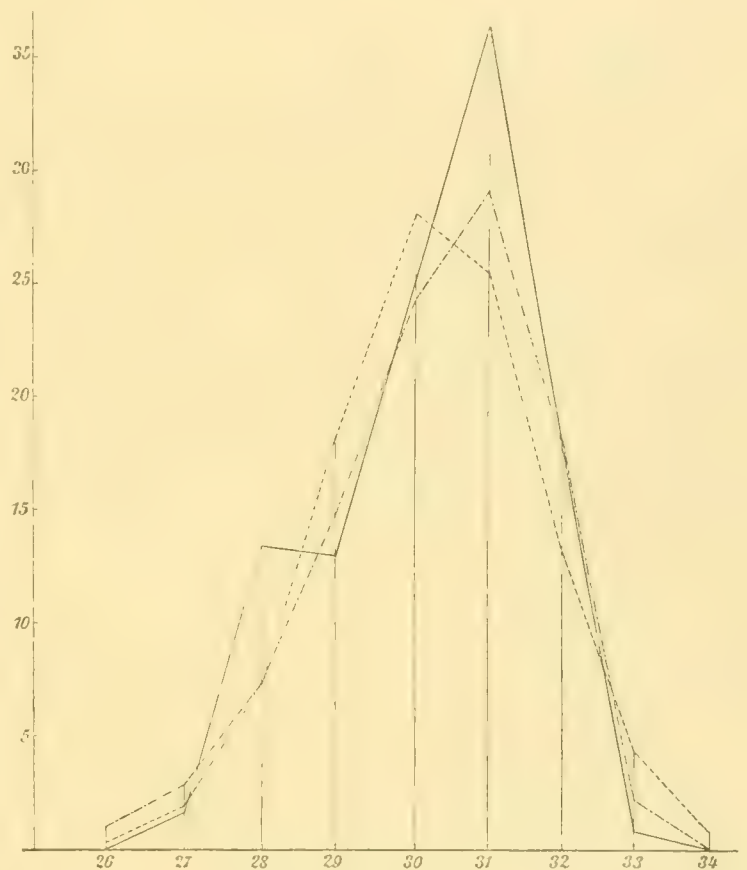


Fig. 5.

Prozentuarisches Variationspolygon einer künstlich gebildeten, komplexen Reihe von 1000 Flundereiern (*Pleur. flesus*), zusammengesetzt aus 10 homogenen Reihen künstlich befruchteter Eier aus den Monaten April bis Juni 1898.

— empirisches V.-Polygon
 - · - · - theoretisches „ nach D_p
 - - - - theoretisches „ nach A_q

Strich (E) 30 — 31 — 32 — 33 — 34 — 35
6 + 30 + 222,5 + 607 + 632,5 + 102 = 1600

$A = 33,335$; $C = 33,392$; $D_i = 33,546$; $D_p = 33,763$; Asy. R. (D) negativ; Asy. G. (A) = $u = 69,31$; W. Asy. (A) = $V = 16,26$; $\epsilon_r = 0,9524$; $\epsilon' = 0,5245$; $m = 1600$; $m_r = 1031,799$; $m' = 568,201$; $p = 0,8666$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$. Wahrsch. Grenzen von D_p 33,745 und 33,776, sichere Grenzen von D_p 33,672 und 33,697.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 1257,44$; $f = 0,598$; $F = 0,015$. Wahrscheinliche Grenzen von A 33,320 und 33,350; sichere Grenzen von A 33,260 und 33,410.

Strich (E) 29 — 30 — 31 — 32 — 33 — 34 — 35 — 36
Eizahlen 6 + 30 + 222,5 + 607 + 632,5 + 102 empirisch
0,5 + 6 + 53,5 + 239,5 + 552,5 + 599,5 + 144 + 4,5 nach D_p Diff.-S. 175
1 + 29,5 + 246,5 + 641,5 + 530,5 + 139,5 + 11,5 nach A_q Diff.-S. 215

Auch in diesem Falle weisen noch manche Elemente der Reihe darauf hin, dass wir es mit einer komplexen Reihe zu thun haben, namentlich die recht starke Asymmetrie. Andererseits ist die Übereinstimmung der theoretischen Reihe nach D_p mit der empirischen recht gut, indem die Differenzen-Summe = 175 noch nicht den neunten Teil der Total-Summe 1600 ausmacht. Ähneln somit diese Reihe einer einfachen mehr, als die 1000 *flesus*-Eier der vorigen Reihe, so liegt der Grund darin, dass die Hauptwerte der 14 Komponenten dieser Reihe von 1600 Eiern einander näher liegen und gleichmässiger verteilt sind, als bei jenen 1000. Dies zeigt folgende Übersicht:

1600 Eier. 1899. 14 Komponenten mit den Mitteln:

31,865 — 32,240 — 32,775 — 32,795 — 32,853 — 32,990 — 33,450 — 33,720 — 33,720 — 33,810 —
100 100 100 100 200 100 100 100 100 100
33,935 — 33,955 — 34,118 — 34,165
100 100 200 100

1000 Eier. 1898. 10 Komponenten mit den Mitteln:

27,990 — 28,213 — 29,370 — 29,710 — 30,680 — 31,000 — 31,100 — 31,380 — 31,417 — 31,500
100 80 100 100 100 100 100 100 120 100

In der letzten komplexen Reihe sind deutlich zwei ziemlich scharf getrennte Gruppen vereinigt, nämlich 620 Eier von etwa 31 Strich und 380 von etwa 28,5 Strich; daher auch der zweite Gipfel des Polygons. Bei den 1600 Eiern der ersten Reihe dagegen gruppieren sich die einzelnen Mittel ziemlich gleichmässig um den Wert 33,7, oberhalb und unterhalb dessen 7 Portionen mit zusammen je 800 Eiern sich befinden. Dementsprechend hat die zusammengesetzte Kurve nur einen scharf hervortretenden Gipfel bei etwa 33,7 Strich.

3. Flunder (*Pleuronectes flesus*). Komplexe Reihe, gebildet aus zwei Portionen von je 100 Eiern eines Weibchen von 34 cm Länge, künstlich befruchtet am 27. Mai 1898; 100 davon im Stadium der Keimscheibe am 28. Mai gemessen mit dem Mittel 29,370, die andern 100 mit weit entwickelten Embryonen gemessen am 31. mit dem Mittel 29,710. Maßtabelle II, 27 und 28.

Die beiden einzelnen Reihen und die aus ihnen gebildeten komplexen sind:

Strich (E) 29 — 30 — 31
Eizahlen 63 + 37 = 100 $A = 29,370$; $C = 29,293$. Asy. R. (D) positiv;
Asy. G. (A) = $u = 9,62$; W. G. (A) = $V = 4,07$.
„ 33 + 63 + 4 = 100 $A = 29,710$; $C = 29,770$. Asy. R. (D) negativ;
Asy. G. (A) = $u = 8,54$; W. G. (A) = $V = 4,07$.
„ 96 + 100 + 4 = 200

$A = 29,540$; $C = 29,540$; $D_i = 29,540$. Also vollkommene Symmetrie der Variabilität und auch $D_p = 29,540$; $u = 0$; $f = 0,3649$; $F = 0,0258$. Wahrsch. Grenzen von A 29,514 und 29,566, sichere Grenzen 29,411 und 29,669. Eine sehr merkwürdige, lehrreiche Reihe. Beide Reihen von je 100 Eiern weisen eine Differenz in den Mitteln von 0,340 Strich auf, die sich bei der rechnerischen Prüfung mit grosser Wahrscheinlichkeit als eine typische, nicht als eine bloss zufällige erweist und offenbar durch das verschiedene Entwicklungsalter der Eier bedingt ist. Jede einzelne 100-Reihe ist relativ stark asymmetrisch, aber die eine positiv, die andere negativ. Beim Zusammenwerfen gleicht sich Alles aus und es entsteht eine völlig symmetrische Reihe, die theoretisch gleich

$$\begin{array}{c} \text{Strich (E) } 28 \text{ — } 29 \text{ — } 30 \text{ — } 31 \\ \hline 5 + 89 + 98 + 8 \end{array}$$

ist. Die Differenzensumme zwischen empirischer und theoretischer Reihe beträgt nur 18; die Übereinstimmung ist also durchaus befriedigend.

4. *Kliesche (Pleuronectes limanda)*. Komplexe Reihe, gebildet aus 13 Reihen solcher Eier, die in den Jahren 1897 bis 99 in den Monaten Januar bis Juni planktonisch gefischt sind. Maßtabelle I, 1 bis 10 nebst 63 dort nicht verzeichneten Eiern. Die Mittel und die Zahlen der einzelnen Portionen sind:

24,193	—	24,367	—	24,462	—	24,660	—	24,930	—	25,595	—	26,720	—	26,750	—	26,770	—	26,850	—
70		30		13		100		100		100		100		80		100		100	
26,870 — 26,998 — 27,540.																			
131 200 50																			

$$\begin{array}{c} \text{Strich (E) } 22 \text{ — } 23 \text{ — } 24 \text{ — } 25 \text{ — } 26 \text{ — } 27 \text{ — } 28 \text{ — } 29 \text{ — } 30 \text{ — } 31 \\ \hline 2 + 28 + 121 + 219 + 288 + 321 + 150 + 41,5 + 2,5 + 1 = 1174 \end{array}$$

$A = 26,177$; $C = 26,254$; $D_i = 26,662$; $D_p = 26,666$. Asy. R. (D) negativ; Asy. G. (A) = $u = 44,19$; Asy. (A) = $V = 13,93$; $\varepsilon_r = 1,3999$; $\varepsilon'_r = 0,9103$; $m = 1174$; $m_r = 711,421$; $m'_r = 462,579$
 $p = 0,8433$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$. Wahrscheinl. Grenzen von $D_p = 26,635$ und $26,691$; sichere Grenzen von $D_p = 26,509$ und $26,792$.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 2309,825$; $f = 0,947$; $F = 0,028$. Wahrscheinl. Grenzen von A 26,149 und 26,205; sichere Grenzen von A 26,037 und 26,317.

Strich (E)	21	—	22	—	23	—	24	—	25	—	26	—	27	—	28	—	29	—	30	—	31	
Eizahlen	2	+	28	+	121	+	219	+	288	+	321	+	150	+	41,5	+	2,5	+	1	empirisch		
	2,5	+	10	+	38	+	103,5	+	206	+	297,5	+	301,5	+	165,5	+	44	+	5	+	0,5	nach D_p Differenz.-S. 101
	0,5	+	4,5	+	28	+	103,5	+	233,5	+	324,5	+	277	+	145,5	+	47	+	9	+	1	nach A_q Differenz.-S. 132

Die Asymmetrie dieser komplexen Reihe ist sehr deutlich und sicher, aber doch kleiner als in den beiden vorigen Fällen. Ferner ist auffallend, dass die Übereinstimmung der empirischen mit der einfachen theoretischen und zwar der asymmetrischen Reihe bedeutend ist, jedenfalls grösser als bei den beiden vorigen Reihen und selbst grösser als bei den ganz homogenen 1000 Kliescheneiern auf S. 159. Man könnte daher diese komplexe Reihe sehr leicht für eine einfache halten, wenn nicht einige charakteristische Umstände doch das Gegenteil vermuten liessen. Dies ist erstens der kolossale Umfang der Variabilität, der sich über 10 Striche erstreckt, zweitens die grössere Übereinstimmung der empirischen mit der asymmetrischen als mit der symmetrischen Reihe, während es bei homogenen Reihen meist umgekehrt ist, und endlich die ziemlich starke Differenz zwischen p und $\frac{\pi}{4}$, die auf die Möglichkeit einer abnormen Beschaffenheit der Reihe hinweist.

Diese grosse Ähnlichkeit einer komplexen Reihe mit einer einfachen ist um so bemerkenswerter, als es sich hier um planktonisch gefischte Eier handelt, bei denen die einzelnen Komponenten, d. h. die einzelnen Eifänge, offenbar selbst schon komplexe Reihen bilden. Man sollte also beim Zusammenwerfen aller Eier eine erst recht unregelmässige Reihe erwarten. Wenn dies nicht der Fall ist, so liegt es wahrscheinlich daran,

dass bei der Vermischung aller Eier zu einer Reihe in gewissem Sinne der Zufall eine Rolle gespielt hat, indem zahlreichere und nach Grösse, Zeit, Entwicklungsalter u. a. sehr verschiedene Fänge vereinigt würden. Hierdurch müssen gewisse Ausgleiche der Unregelmässigkeiten der Einzelreihen in der ganzen Reihe fast notwendig entstehen und zwar um so mehr, wenn jede Einzelreihe, wie hier, einen grossen Variationsumfang besitzt. Ausserdem können noch andere, ganz unkontrollierbare Zufälligkeiten eine komplexe, stark asymmetrische Reihe einer einfachen, mehr symmetrischen ebenso gut ähnlich machen, wie sie umgekehrt an sich symmetrische Reihen in asymmetrische verwandeln können.

5. Sprott (*Clupea sprattus*). Komplexe Reihe, gebildet aus 14 Reihen solcher Eier, die in den Jahren 1897 bis 99 von März bis August planktonisch gefischt sind. Maßtabelle XVI, 1—13, 15. Die Mittel und die Zahlen der einzelnen Portionen sind:

29,238	—	29,244	—	29,250	—	29,440	—	30,040	—	30,745	—	31,280	—	31,480	—
63		84		30		100		100		100		100		100	
		31,965	—	33,655	—	33,871	—	34,533	—	35,020	—	36,200			
		100		100		62		107		100		15			

Strich (E) 26 — 27 — 28 — 29 — 30 — 31 — 32 — 33 — 34 — 35 — 36 — 37 — 38 — 39

Eizahlen $2,5 + 14,5 + 54 + 144 + 188 + 191 + 133 + 111,5 + 140,5 + 117,5 + 44,5 + 17 + 2 + 1 = 1161$

$A = 31,763$; $C = 31,430$; $D_i = 30,549$; $D_p = 30,155$; Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) $= u = 96,88$; W. Asy. G. (A) $= V = 13,85$; $\varepsilon_r = 1,1211$; $\varepsilon' = 2,7293$; $m = 1161$; $m_r = 338,050$; $m' = 822,950$; $p = 0,7927$; $-\frac{\pi}{4} = 0,7854$. Wahrscheinl. Grenzen von D_p 30,119 und 30,212, sichere Grenzen von D_p 29,973 und 30,439.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 6479,13$; $f = 1,594$; $F = 0,047$; wahrscheinliche Grenzen von A 31,716 und 31,810; sichere Grenzen von A 31,528 und 31,998.

Strich (E) 25 — 26 — 27 — 28 — 29 — 30 — 31 — 32 — 33 — 34 — 35 — 36 — 37 — 38 — 39 — 40

Eizahlen	2,5+14,5+54	+144	+188	+191	+133	+111,5+140,5+117,5+44,5+17	+2	+1	
	0,5+3	+16,5+61	+136	+187,5+186	+165,5+135	+102,5+70,5+45	+26	+14	+7+5
	4,5+10,5+26	+55,5+99,5+147,5+184,5+191	+170	+125	+77,5+40	+17,5+6,5+2+0,5			

Die zweite Reihe theoretisch nach A_q mit Diff.-S. 197, die dritte Reihe nach D_p mit Diff.-S. 303.

Die komplexe Natur dieser Reihe tritt äusserst scharf hervor. Die empirische Reihe hat einen ausserordentlichen Variationsumfang (14 Striche) und zeigt in der Mitte, bei 32 und 33 Strich, eine deutliche Einsenkung, zu deren beiden Seiten je eine Erhebung, bei 30 und 31 Strich einerseits und bei 34 und 35 Strich andererseits, hervortritt. Es entspricht dies der Thatsache, dass die 14 Komponenten dieser Reihe in zwei scharf (durch einen Zwischenraum von fast 2 Strichen im Mittel) getrennte Gruppen zerfallen, die eine grössere mit Mitteln zwischen 29 und 32 Strich aus 777 Eiern bestehend, die von März bis Mai gefischt sind, die andere kleinere mit Mitteln von 33,6 bis 36,2 Strich aus 384 Eiern bestehend, die meist von Juli bis August gefischt sind.

Die Asymmetrie ist sehr gross und würde jedenfalls noch bedeutender sein, wenn nicht durch den grossen Umfang der Variabilität innerhalb der einzelnen Komponenten der Reihe, die bis 9 Strich beträgt, ein gewisser Ausgleich stattfände. Die Möglichkeit einer aus blossen unausgeglichene Zufälligkeiten entstandenen Asymmetrie der Reihe ist völlig ausgeschlossen, einerseits dadurch, dass die sicheren Grenzen von A nach dem einfachen und von D_p nach dem zweiseitigen G. G. um mehr als 1 Strich auseinander fallen, andererseits, weil die Differenzensumme der empirischen Reihe von der symmetrischen nach A_q nicht weniger als 303, d. h. mehr als den vierten Teil der Gesamtzahl 1161 beträgt, die Differenzensumme bez. D_p dagegen nur 197. Aber auch diese letztere ist zu gross, um die Annahme einer einfachen asymmetrischen Reihe zuzulassen. Auffallend bleibt dabei der geringe Unterschied von p und $\frac{\pi}{4}$.

Diese Reihe hat noch ein besonderes Interesse, weil sie uns eine ganz kolossale Variabilität (die grösste von uns beobachtete) des Eiddurchmessers einer Species innerhalb ein und desselben Gebiets zeigt. Bei einem

mittleren Durchmesser von 31 Strich (E) variiert das Sprottei bei Helgoland um nicht weniger als 14 Striche (E), d. h. um 45 % seiner mittleren Grösse. Nach Hensen und Apstein variiert das konservierte Sprottei nur über 6 Striche (A) = 8,5 Striche (E).

6. Knurrhahn (*Trigla* sp.) Komplexe Reihe, gebildet aus den Eiern von mindestens zwei Arten *Trigla* (*gurnardus* und *hirundo*), planktonisch gefischt von Mitte April bis Ende August der Jahre 1897 bis 1899. Die Eier der verschiedenen *Trigla*-Arten sind noch wenig bekannt und können bis jetzt auch im frischen Zustande mit Sicherheit noch nicht getrennt werden. Bei Helgoland haben wir vier *Trigla*-Arten beobachtet, nämlich *gurnardus*, *hirundo*, *pini* und *lineata*; die beiden letzten sind sehr selten. Ohne Zweifel stammen die von uns gefischten Eier zum weitaus grössten Teile von *gurnardus* und *hirundo*. Bei ersterer Art fällt die Hochzeit des Laichens etwas früher als bei *hirundo* und der Anfang liegt wahrscheinlich schon im April. Nach Ausweis der künstlichen Befruchtungen, die wir bei beiden Arten ausgeführt haben, sind die Eier von *gurnardus* die grösseren, ihre Mittelwerte liegen von 39 bis 42 Strich und mehr, während sie bei *hirundo* meist unter 39 Strich bleiben (s. auch im systematischen Teil bei *Trigla*). Die 6 unsere komplexe Reihe bildenden Komponenten sind folgende. (Maßtabelle XX a, 1—6.)

	Strich (E) 35	— 36	— 37	— 38	— 39	— 40	— 41	— 42	— 43	— 44	— 45	— 46	— 47	— 48	— 49												
Juli 1897	1	+	4	+	14	+	26	+	12,5	+	10	+	6,5	+	4,5	+	1,5	= 80									
13/5— 7/7 98								2	+	1	+	2	+	2				= 9									
14/7—26/8 98	1	+	4	+	8,5	+	9,5	+	9,5	+	8,5	+	5	+	1			= 47									
19/4—25/5 99								1,5	+	3,5	+	2,5	+	3	+	4,5	+	4	+	6	+	4,5	+	1	+	0,5	= 31
23/6—28/6 99				6	+	14	+	21	+	24	+	17	+	3,5	+	2	+	0,5									= 88
7/7—29/7 99	1,5	+	0,5	+	11	+	16,5	+	23	+	26	+	23,5	+	12,5	+	2	+	0,5								= 117

Alle 1 + 6,5 + 24,5 + 59,5 + 61,5 + 69 + 63,5 + 41 + 20 + 9 + 4,5 + 6 + 4,5 + 1 + 0,5 = 372

Die Mittel (A) der 6 Reihen sind 38,656 — 41,333 — 39,553 — 44,371 — 39,602 — 40,641.

$A = 40,159$; $C = 39,978$; $D_i = 40,577$; $D_p = 39,120$; Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = $u = 24,89$; W. Asy. (A) = $V = 7,84$; $\varepsilon_r = 1,1941$; $\varepsilon' = 2,2328$; $m = 372$; $m_r = 129,624$; $m' = 242,376$; $p = 0,8264$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$. Wahrscheinliche Grenzen von D_p 39,057 und 39,206, sichere Grenzen von D_p 38,807 und 39,549.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 1844,64$; $f = 1,504$; $F = 0,078$. Wahrscheinliche Grenzen von A 40,081 und 40,237; sichere Grenzen von A 39,769 und 40,549.

Strich (E)	34	— 35	— 36	— 37	— 38	— 39	— 40	— 41	— 42	— 43	— 44	— 45	— 46	— 47	— 48	— 49														
Eizahlen	1	+	6,5	+	24,5	+	59,5	+	61,5	+	69	+	63,5	+	41	+	20	+	9	+	4,5	+	6	+	4,5	+	1	+	0,5	empirisch
	1,5	+	7,5	+	24	+	50	+	67,5	+	66	+	56	+	42	+	27,5	+	16	+	8,5	+	3,5	+	1,5	+	0,5		nach D_p	
	2	+	4,5	+	12	+	24,5	+	41,5	+	58	+	66	+	61,5	+	47	+	30	+	15,5	+	6,5	+	2,5	+	0,5		nach A_q	
																														Diff.-S. nach D_p 54, Diff.-S. nach A_q 71.

Die komplexe Natur dieser Reihe tritt, wenn man sie mit homogenen Reihen, wie die der 500 *limanda*-Eier auf S. 157, vergleicht, noch recht deutlich hervor. Die Asymmetrie ist in Ansehung der geringen Gesamtzahl 372 recht gross, wie der ziemlich grosse Unterschied zwischen ε_r und ε' bekundet, sowie der Umstand, dass die sicheren Grenzen von D_p und A noch ziemlich weit auseinander fallen. Der kolossale Variationsumfang von 15 Strichen lässt gleichfalls auf eine komplexe Reihe schliessen; derselbe findet sich auch schon bei den Komponenten der Reihe, wo er bis zu 10 Strich beträgt. Die Übereinstimmung der empirischen Reihe mit der einfachen theoretischen ist bei Annahme symmetrischer Variabilität schlecht, bei Annahme asymmetrischer auch nur mässig. Betrachtet man den mittleren Teil, den sog. Kern der empirischen Reihe, von 38 bis 41 Strich, so zeigt sich hier eine deutliche Abflachung des Kurvengipfels, indem die grösste Differenz zwischen den entsprechenden Häufigkeitszahlen nur 9,5 beträgt, während sie in den beiden theoretischen Reihen 17,5 und 21 ausmacht. Diese Art der Abflachung des Kurvengipfels ohne markiertes Hervortreten von isolierten Erhebungen in den Seitenteilen der Kurve lässt vermuten, dass die wahren Mittel der Komponenten nahe bei einander in den Intervallen von 38 bis 41 Strich liegen. Bei Strich 46 endlich ist ein zweiter Gipfel bemerkbar, der durch die vierte Komponente verursacht wird.

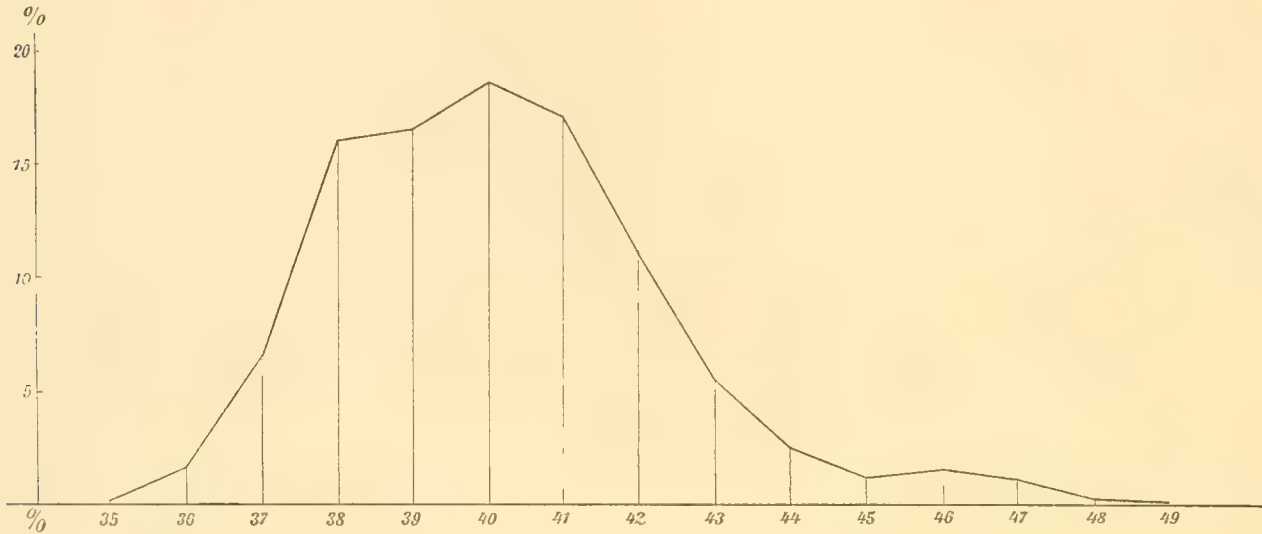


Fig. 6.

Prozentuarisches Variationspolygon einer künstlich gebildeten, komplexen Reihe von 372 planktonisch gefischten *Trigla*-Eiern.
Zweigipfeliges und abgestuftes Polygon.

Noch deutlicher tritt die komplexe Natur dieser Reihe, besonders die Abflachung und der zweite Gipfel, an dem in Fig. 6 gegebenen empirischen Variationspolygon der Reihe hervor.

7. *Pleuronectes limanda* und *Motella mustela*. Komplexe Reihe, gebildet aus je 200 Eiern der beiden genannten Species, die nahezu gleichzeitig (im Februar 1899) im Plankton bei Helgoland gefischt wurden. Die beiden einzelnen Reihen und die komplexe sind (Maßtabelle I, 3 und XV, 2).

	Strich (E) 24—25 — 26 — 27—28 — 29 — 30 — 31	
<i>Pl. limanda</i> 18.—21. II. 99	6 + 54+ 85+44,5+10,5	= 200 A 26,998; C 26,971; u = 4,58; V = 5,75
<i>Motella mustela</i> 25./II. 99	9+49,5+ 57+ 34+29 +15,5+ 5,5+ 0,5	= 200 A 26,478; C 26,228; u = 28,44; V = 5,75
Beide Arten gemischt	9+55,5+111+119+73,5+26 + 5,5+ 0,5 = 400	

Die Differenz im Mittel beider Reihen beträgt 0,520 Strich. Eine Bestimmung der Eier nach der Grösse ist bei diesem geringen Unterschied selbstverständlich unmöglich; sie ist jedoch ganz sicher erfolgt nach morphologischen Eigenschaften, unter andern nach dem Fehlen (*limanda*) oder dem Besitz (*mustela*) einer Ölkugel.

$A = 26,737$; $C = 26,706$; $D_i = 26,650$; $D_p = 26,566$. Asy. R (A) positiv; Asy. G (A) = $u = 7,53$; W. Asy. (A) = $V = 8,13$; $\varepsilon = 0,9439$; $\varepsilon' = 1,1157$; $m = 400$; $m_r = 183,314$; $m'_r = 216,686$; $p = 0,8160$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$. Wahrscheinl. Grenzen von D_p 26,524 und 26,611; sichere Grenzen von D_p 26,358 und 26,792.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 621,437$; $f = 0,842$; $F = 0,042$. Wahrscheinliche Grenzen von A 26,695 und 26,780; sichere Grenzen 26,527 und 26,946.

Strich (E)	23 — 24 — 25 — 26 — 27 — 28 — 29 — 30 — 31	
Eizahlen	9 + 55,5 + 111 + 119 + 73,5 + 26 + 5,5 + 0,5	empirisch
	2 + 13 + 52,5 + 108 + 115,5 + 73 + 28,5 + 6,5 + 1,0	nach D_p Diff.-S. 20
	2 + 12,5 + 49,5 + 105,5 + 122 + 76,5 + 26,5 + 5,0 + 0,5	nach A_q Diff.-S. 24

Die Übereinstimmung dieser komplexen Reihe mit einer einfachen ist überraschend gross, sie ist sogar grösser als bei irgend einer der bisher von uns untersuchten homogenen Reihen. Die Asymmetrie ist gering und überschreitet nur wenig den Grad zufälliger Asymmetrie. Dies ist um so auffallender, als die

einer der Komponenten Reihen (*Motella*) eine so grosse Asymmetrie ($u = 28,44$) aufweist, dass man auf die Vermutung kommt, in ihr eine komplexe Reihe vor sich zu haben. Offenbar wird diese abnorme Asymmetrie kompensiert durch den Umstand, dass das Mittel der *limanda*-Reihe nach der Richtung der Asymmetrie der *Motella*-Reihe hin um einen halben Strich vorgerückt, d. h. um so viel grösser ist als bei *Motella*.

8. *Pleuronectes limanda* und *Motella mustela*. Komplexe Reihe gebildet aus je 100 Eiern der beiden Species, die nahezu gleichzeitig (im März 1898) im Plankton bei Helgoland gefischt wurden. Die beiden einzelnen Reihen und die komplexe sind (Maßstabelle I, 4 und XV, 4):

	Strich (E) 24—25—26—27—28—29—30	
<i>limanda</i> 17-25/III 98.	Eizahlen 2+16+22+36+16+ 8	= 100 $A = 26,720$; $C = 26,778$; $u = 4,16$; $V = 4,07$
<i>mustela</i> 24/III 98.	„ 4+22+33+24+13+ 3+ 1	= 100 $A = 26,330$; $C = 26,227$; $u = 6,78$; „
Beide Arten gemischt	6+38+55+60+29+11+ 1	= 200

$A = 26,525$; $C = 26,517$; $D_i = 26,639$; $D_p = 26,462$; Asy. R. positiv; Asy. G. (A) = $u = 1,00$; W. Asy. (A) = $V = 5,75$; $\varepsilon_r = 0,9884$; $\varepsilon' = 1,0512$; $m = 200$; $m_r = 96,922$; $m' = 103,078$; $p = 0,8673$; $\frac{\bar{r}}{\bar{f}} = 0,7854$. Wahrscheinliche Grenzen von $D_p = 26,402$ und $26,524$; sichere Grenzen von $D_p = 26,162$ und $26,771$.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 297,875$; $f = 0,825$; $F = 0,058$; Wahrscheinliche Grenzen von $A = 26,467$ und $26,583$; sichere Grenzen von $A = 26,233$ und $26,817$.

Strich (E)	23	—	24	—	25	—	26	—	27	—	28	—	29	—	30	
Eizahlen	6	+	38	+	55	+	60	+	29	+	11	+	1	empirisch		
	1,5	+	9,5	+	31,5	+	57	+	56	+	32	+	10,5	+	2	nach D_p Differenz.-S. 22
	1,5	+	8,5	+	30,5	+	58	+	59	+	32	+	9	+	1,5	nach A_q Differenz.-S. 21

Auch hier ist die Übereinstimmung der komplexen Reihe mit einer einfachen noch recht bedeutend. Besonders auffallend ist, wie sehr die empirische Reihe der theoretischen symmetrischen gleicht; die Asymmetrie ist so gering, dass u. a. die wahrscheinlichen Grenzen von D_p und von A_q zur Hälfte übereinander greifen. Die Differenz der Mittelwerte der beiden Komponenten Reihen $26,720 - 26,330 = 0,390$ ist kleiner als die Differenz zwischen den sicheren Grenzwerten von D_p der komplexen Reihe, nämlich $26,771 - 26,162 = 0,609$ und ebenso kleiner als die Differenz der sicheren Grenzwerte von A_q der komplexen Reihe, $26,817 - 26,233 = 0,584$. Die sicheren Grenzwerte von A_q der *limanda*-Reihe sind $26,315$ und $27,125$, ihre Differenz $= 0,810$; bei der *Motella*-Reihe sind diese Werte $25,920$ und $26,740$, ihre Differenz $0,820$; beide Grenzgebiete greifen also beträchtlich übereinander und ihr Umfang ist grösser als die Differenz der Mittelwerte beider Reihen. Alles dies deutet darauf hin, dass die wahren Mittelwerte beider komponierenden Reihen sehr wenig verschieden sind.¹⁾ Dies erklärt denn hinreichend die grosse Ähnlichkeit der komplexen Reihe mit einer einfachen.

9. Als letztes Beispiel für die Betrachtung komplexer Reihen wählen wir eine natürliche Mischung schwimmender Fischeier, wie man sie in einem Fange mit dem quantitativen Hensen'schen Eiernetz erhält. Wir machten mit einem solchen Netz am 24. Juli 1899 einen Fang 18 Ml. NW von Helgoland auf 38 Meter Tiefe. Sämtliche gefischte Eier — 105 an der Zahl — wurden nicht wie sonst in Perenyi'scher Flüssigkeit, sondern in 1% Formalinlösung konserviert. Wie weiter unten ausgeführt werden wird, verursacht diese Art der Konservierung fast gar keine Schrumpfung der Eier und erhält auch die morphologischen Merkmale, z. B. die Ölkügelchen, so gut, dass die Bestimmung auch an diesen konservierten Eiern noch mit einiger Sicherheit ausgeführt werden konnte. Der Fang bestand zum grössten Teil (etwa $\frac{9}{10}$) aus Eiern von *Clupea sprattus* und 2 Arten von *Callionymus*, und zwar überwogen an Zahl die Sprotteier mit einer mittleren Grösse von etwa 29 Strich; sie waren rund dreimal so zahlreich wie die im Durchschnitt etwa 23 Strich messenden *Callionymus*-Eier. Der Rest bestand aus Eiern von *Solea lutea* mit etwa 26 Strich Durchmesser, einem Ei

¹⁾ Unsere andern Messungen bei beiden Arten zeigen, dass die *limanda*-Eier im Mittel stets grösser sind als die *Motella*-Eier und zwar um 0,4 bis 1,2 Strich (E).

von *Arnoglossus laterna* von 21 Strich und 6 Eiern von 36 bis 41 Strich, die zu *Trigla* oder *Scomber* gehörten. Sehr wahrscheinlich waren unter die Sprotteier auch einige *Ctenolabrus*-Eier gemischt. Der Fang bestand hiernach aus den Eiern von mindestens 7 verschiedenen Arten. Die 6 grössten Eier (*Trigla-Scomber*) haben wir aus der nachstehenden Reihe des Fanges fortgelassen, weil sie durch eine grosse Kluft von der übrigen Hauptmasse getrennt waren; das grösste Ei der letzteren misst nämlich 32 Strich, das kleinste der *Trigla-Scomber*-Gruppe 36 Strich. Die folgende Reihe besteht somit noch aus mindestens 5 verschiedenen Arten.

Strich (E)	21	—	22	—	23	—	24	—	25	—	26	—	27	—	28	—	29	—	30	—	31	—	32	
Eizahlen	1	+	4,5	+	10,5	+	5,5	+	3,5	+	5	+	8,5	+	19	+	24	+	14	+	3	+	0,5	= 99

$A = 27,247$; $C = 28,079$; $D_i = 28,833$; $D_p = 29,389$. Asy. R. negativ; Asy. G. (A) = $u = 26,29$; W. Asy. (A) = $V = 4,05$; $\epsilon_r = 2,8775$; $\epsilon' = 0,7360$; $m = 99$; $m_r = 78,836$; $m' = 20,164$; $p = 0,6177$; $\frac{\bar{v}}{4} = 0,7854$. Wahrscheinliche Grenzen von D_p 29,195 und 29,487; sichere Grenzen von D_p 28,420 und 29,879.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 680,436$; $f = 1,777$; $F' = 0,179$. Wahrscheinliche Grenzen von A 27,069 und 27,426; sichere Grenzen von A 26,354 und 28,141.

Strich (E)	20	—	21	—	22	—	23	—	24	—	25	—	26	—	27	—	28	—	29	—	30	—	31	—	32	—	33				
Eizahlen	1	+	4,5	+	10,5	+	5,5	+	3,5	+	5	+	8,5	+	19	+	24	+	14	+	3	+	0,5	empirisch							
	1	+	1	+	2	+	3,5	+	6	+	8,5	+	11,5	+	14	+	16	+	17,5	+	13,5	+	4	+	0,5	nach D_p Diff.-S. 39					
	0,5	+	1	+	2	+	4	+	7	+	10,5	+	13,5	+	15	+	14,5	+	12	+	8,5	+	5,5	+	3	+	2	nach A_q Diff.-S. 62			

Die komplexe Natur dieser Reihe tritt aufs deutlichste hervor und zwar in jeder Beziehung. Sie ist von einer ausserordentlich grossen Variationsbreite, deutlich zweigipfelig, sehr stark asymmetrisch und ihre Übereinstimmung mit der theoretischen einfachen Reihe sehr schlecht. Man kann sofort schliessen, dass mindestens zwei stark verschiedene Gruppen in dieser Reihe komponiert sind, die bei 25 Strich lose zusammenhängen. Die Trennung der beiden Gruppen gelingt in diesem Falle leicht dadurch, dass man das Intervall zwischen beiden Gipfeln, das das kleinste $z = 3,5$ aufweist, teilt und zur Hälfte jeder Gruppe zuzählt. Man erhält dann für die Gruppe mit dem kleineren Mittel etwas über 23 Eier, für die mit dem grösseren Mittel etwas weniger als 76. Die wirklichen Zahlen sind 24 und 75 Eier.

7. Die Erkennung und Zerlegung komplexer Reihen.

Da man es bei planktonisch gefischten Eiern fast ausnahmslos mit komplexen Reihen zu thun hat, so ist es von der grössten praktischen Wichtigkeit für die Bestimmung schwimmender Fischeier, die komplexe Natur solcher Reihen und ihre Zusammensetzung aus so und so viel Komponenten auf den ersten Blick oder durch ein einfaches Rechenverfahren zu erkennen. Noch wichtiger ist es eine Methode zu besitzen, mittelst welcher solche komplexen Reihen in ihre Bestandteile zerlegt werden können. Dieselbe würde für die sichere Bestimmung schwimmender Fischeier äusserst wertvoll sein. Kabeljau- und Schellfischeier z. B. sind auf jüngeren Stadien der Embryonalentwicklung morphologisch bis jetzt kaum zu unterscheiden (s. unten im systematischen Teil) und stehen sich ausserdem in der Grösse so nahe, dass das einzige Mittel eine Mischung derselben nach Species zu sondern darin liegt, durch Zerlegung der komplexen Reihe einer solchen Mischung die Eier beider Arten wenigstens der Zahl nach zu trennen. Gelingt dies, so ist z. B. für den besonderen Zweck der Hensen'schen Untersuchungen sehr viel gewonnen. Wenn 1000 Eier gegeben sind, von denen man sicher weiss, dass sie eine Mischung von Kabeljau- und Schellfischeiern sind, ohne Beimengung von Eiern einer andern Art, so würde man z. B. durch Rechnung finden können, dass sie aus zwei homogenen, in ihren Mitteln verschiedenen Reihen zusammengesetzt sind, von denen auf die eine mit dem grösseren Mittel 600, auf die andere mit dem kleineren 400 Eier kommen, d. h. es wären 600 Schellfisch- und 400 Kabeljaueier vorhanden. Dabei wäre es natürlich nicht möglich, aber auch nicht nötig, jedes einzelne Ei nach der Species zu bestimmen.

Die Möglichkeit, komplexe Reihen in ihre Komponenten zu zerlegen, existiert jedenfalls, wie Pearson für gewisse Arten komplexer Reihen nachgewiesen und ausgeführt hat (s. D u n e k e r 17, 123). Die Methode

ist aber noch nicht allgemein und für unsere besonderen Zwecke hinreichend ausgebildet, so dass wir uns hier mit einigen Bemerkungen und Hinweisen begnügen müssen. Wir werden jedoch diesen wichtigen Gegenstand im Auge behalten und bei einer späteren Gelegenheit darauf zurückkommen.

Was zunächst die Erkennung komplexer Reihen betrifft, so ist eine solche ohne weiteres gegeben, wenn eine empirische Reihe zwei oder mehrere deutliche Gipfel aufweist, wie z. B. Nr. 1 Flunder S. 186, Nr. 5 Sprott S. 190 und Nr. 9 Quantitativer Fang S. 193. Erheblich schwieriger ist die Erkennung einer komplexen Kurve, wenn dieselbe nur einen Gipfel besitzt. Hier hilft in vielen Fällen eine aus folgender Überlegung hervorgehende sehr einfache Methode der Prüfung.

In einer einfachen Variationsreihe (Variationspolygon, Variationskurve) nimmt die Länge der Ordinaten von der grössten, zu dem dichtesten Werte gehörenden nach beiden Seiten stetig ab, bei vollkommener Symmetrie beiderseits in gleicher Weise, bei Asymmetrie auf beiden Seiten in ungleichem Grade. Entsprechend nehmen auch die auf die einzelnen Intervalle entfallenden Frequenzen (Summenwerte) nach beiden Seiten stetig ab und zwar in einer bestimmten Weise. Bezeichnet z_0 die Frequenzzahl des Intervalles mit dem dichtesten Wert, $z_{-1}, z_{-2} \dots z_{-n}$ die Frequenzzahlen der nach unten zu folgenden und $z_1, z_2, z_3 \dots z_n$ die Zahlen der nach oben folgenden Intervalle, so ist in einer einfachen Reihe stets:

$$\frac{z_0 - z_1}{z_0} < \frac{z_1 - z_2}{z_1} < \frac{z_2 - z_3}{z_2} < \frac{z_{n-1} - z_n}{z_{n-1}} \text{ und ebenso}$$

$$\frac{z_0 - z_{-1}}{z_0} < \frac{z_{-1} - z_{-2}}{z_{-1}} < \frac{z_{-2} - z_{-3}}{z_{-2}} < \frac{z_{-(n-1)} - z_{-n}}{z_{-(n-1)}}$$

In einer komplexen Reihe, die aus 2 oder mehreren einfachen Reihen mit verschiedenen Mittelwerten zusammengesetzt ist, kann diese stetige Abnahme der Ordinaten nach beiden Seiten von der grössten Ordinate aus nicht mehr vorhanden sein. Es entstehen vielmehr in der Nähe der Gipfel der komponierenden Reihen Verdichtungen und gleichzeitig zwischen ihnen Verdünnungen der Frequenzwerte, die sich graphisch als Anschwellungen und Einsenkungen des empirischen Variationspolygons (-Kurve) gegenüber dem theoretischen bemerkbar machen. Das Vorhandensein einer solchen Verdichtung in der Reihe wird unmittelbar angezeigt, wenn in den obigen Reihen von Abnahme-Quotienten ein nachfolgender Quotient nicht grösser, sondern kleiner ist, als der vorhergehende. Der Abnahme-Quotient wird gleich Null, wenn zwei aufeinander folgende z gleich sind und negativ, wenn ein nachfolgendes z grösser als das vorhergehende ist, d. h. wenn ein neuer Gipfel auftritt. Als Beispiel diene die S. 191 aufgeführte komplexe Reihe von 372 Eiern verschiedener *Trigla*-Arten.

Strich (E)	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Eizahlen	1	+6,5	+24,5	+59,5	+61,5	+69	+63,5	+41	+20	+9	+4,5	6	+4,5	+1	+0,5
Abn.-Quot.	0,84	0,73	0,59	0,03	0,11		0,08	0,35	0,51	0,55	0,50	0,33	0,25	0,77	0,5
theor. D_p	1,5	+7,5	+24	+50	+67,5	+66	+56	+42	+27,5	+16	+8,5	+3,5	+1,5	+0,5	
Abn.-Quot.	0,80	0,70	0,52	0,26		0,02	0,15	0,25	0,36	0,42	0,47	0,59	0,57	0,66	

In der theoretischen Reihe verkleinern sich die Abnahme-Quotienten nach beiden Seiten des dichtesten Wertes stetig mit einer Ausnahme bei 47 Strich, die jedoch nur eine Folge davon ist, dass die berechneten Frequenzzahlen auf die erste Decimale abgerundet sind. Bei der empirischen Reihe, die übrigens 2 Gipfel bei 40 und 46 Strich hat, zeigt sich nach der negativen Seite von 40 Strich sehr bald bei 38 Strich eine durch den Quotienten 0,03 angekündigte Anschwellung. Es folgt hieraus, dass an dieser Reihe mindestens 3 einfache Reihen beteiligt sind, von denen das Mittel der ersten in der Nähe von 38 Strich, das der zweiten in der Nähe von 40 und das der dritten in der Nähe von 46 Strich liegen muss. Die Richtigkeit dieses Schlusses wird durch einen Blick auf die S. 191 aufgeführten Reihen bestätigt, aus denen wir diese komplexe Reihe künstlich zusammengestellt haben.

Die Figur 6 auf S. 192 giebt das empirische, prozentuarische Variationspolygon dieser Reihe. Man sieht deutlich die drei Anschwellungen des empirischen Polygons gegenüber dem theoretischen. Ein Polygon von der charakteristischen Form wie dieses, wo der Winkel an drei aufeinanderfolgenden Ecken einmal nach

aussen, dann nach innen und dann wieder nach aussen geöffnet ist, nennen wir mit *Duncker* (17, S. 118) ein „abgestuftes“. Ein solches ist stets komplex. Es hätte also in diesem Falle unseres Verfahrens nicht bedurft, da die Abstufung der Reihe teils sofort aus der Zeichnung des Variationspolygons hervorgeht, teils daraus, dass die Differenz der Frequenzzahlen des Intervalls 38 und 39 = 2,0 absolut kleiner ist als die entsprechende Differenz der Intervalle 39 und 40. Es gibt aber eine ganze Anzahl Variationsreihen, die nicht abgestuft und doch komplexer Natur sind und in solchen Fällen ist also die Prüfung durch Berechnung der Abnahme-Quotienten zu machen.

Es genügt jedoch, einen Blick auf die Seite 186 ff. aufgeführten, künstlich gebildeten Komplexreihen zu werfen, um zu erkennen, dass wohl ein positives Ergebnis dieser Methode ein Beweis für die komplexe Natur einer Reihe ist, nicht aber ein negatives. Beispielsweise bilden die 1174 Kliescheneier der Reihe 4 S. 159 sicher eine ausgesprochen komplexe Reihe.

Strich (E)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Eizahlen		2	+ 28	+ 121	+ 219	+ 288	+ 321	+ 150	+ 41,5	+ 2,5	+ 1
Abn.-Quot.		0,928	0,768	0,447	0,239	0,103		0,532	0,723	0,939	0,600
Diff. derselben			0,160	0,321	0,208	0,136			0,191	0,216	
theoret. u. D_p	2,5	+ 10	+ 38	+ 103,5	+ 206	+ 297,5	+ 301,5	+ 165	+ 44	+ 5,5	+ 0,5
Abn.-Quot.	0,750	0,737	0,632	0,497	0,307	0,013		0,452	0,794	0,875	0,909
Diff. derselben		0,013	0,105	0,135	0,190	0,294			0,342	0,081	0,034

Man sieht aber, dass aus den Abnahme-Quotienten die komplexe Natur der Reihe nicht zu erkennen ist, da dieselben nach beiden Seiten stetig zunehmen (den letzten oberen ausgenommen). Es ist klar, dass trotzdem eine komplexe Reihe vorliegen kann, indem eine oder mehrere Abnahme-Quotienten kleiner sein können, als sie es in einer einfachen Reihe sein würden, ohne dass sie deshalb stets absolut kleiner sind als der vorhergehende.

Man gelangt in diesem Falle zum Ziele, wenn man die Differenzen der Abnahme-Quotienten nach beiden Seiten vom dichtesten Wert bildet. In einer fehlerfreien einfachen Reihe müssen diese Differenzen nach beiden Seiten stetig abnehmen. In einer komplexen Reihe werden sie in der Regel von der Mitte nach beiden Seiten hin zunehmen, wenn die Mittel der Komponenten sehr nahe liegen. Oder sie nehmen anfangs ab und dann wieder zu, wenn die Mittel der Komponenten weit auseinander liegen. Jedenfalls nehmen sie unregelmässig zu und ab. Wo eine Zunahme der Differenz erfolgt, muss in der Nähe ein Gipfel vorhanden sein. In dem vorliegenden Falle der 1174 Kliescheneier findet sich vom dichtesten Wert aus nach beiden Seiten hin zunächst eine stetige Zunahme der Differenzen, woraus man schliessen kann, dass eine grössere Zahl von Komponenten an der Reihe beteiligt sind. Die dichtesten Werte werden hauptsächlich da liegen, wo die stärksten Zunahmen der Differenzen sind, d. h. etwa von 24 bis 27 Strich.

Diese Methode mit Hilfe der Abnahme-Quotienten bzw. ihrer Differenzen die komplexe Natur einer Reihe zu erkennen, ist von uns zunächst ganz empirisch aufgefunden und bedarf daher noch der mathematischen Begründung, die jedenfalls noch zu einer Abänderung und Verbesserung derselben führen wird. Ihre Anwendbarkeit hat daher auch ihre Grenzen. Bei der Reihe 7 S. 192, die aus je 200 *limanda*- und *mustela*-Eiern gemischt ist, versagt sie beispielsweise, während sie bei Reihe 8, einer ähnlichen Mischung, zutrifft. Im allgemeinen lässt sich hierüber Folgendes sagen.

1. Streng genommen ist jede unserer Messungsreihen von Fischeiern keine einfache, sondern eine komplexe Reihe, weil sie stets durch Zufälligkeiten, namentlich aber durch Messungsfehler entstellt ist; jede solche unregelmässige Reihe kann als eine streng gesetzmässige angesehen werden, der einzelne Eier einer oder mehrerer typisch verschiedener Gruppen beigemischt sind. Je grösser die Messungsfehler in einer Reihe sind, desto offenkundiger wird sie den Charakter einer komplexen Reihe tragen, wie z. B. die von *Williamson* gemessenen Schellfischeier, auf *Williamson*'sche oder *Ehrenbaum*'sche Striche reduziert (s. S. 168, Note). Es darf uns daher nicht wundernehmen, dass mit unserer Methode geprüft selbst solche Messungsreihen, die von offenbar ganz homogenem Material gemacht sind, sich als komplex erweisen, z. B. die 100 künstlich befruchteten Schellfischeier aus dem Skagerrak (Maßtable

X, 1) = 8 + 15 + 50 + 16 + 9 + 2 u. a. Ja, sicher würden alle unsere Messungsreihen an homogenem Material aus dem genannten Grunde komplex erscheinen, wenn die meist sehr geringe Zahl der Intervalle in denselben so vergrößert würde, dass eine vergleichbare Zahl von Differenzen der Abnahme-Quotienten berechnet werden könnte. Denn solche Vergrößerung der Intervallzahl wäre nach unsern Erörterungen im Abschnitt 2 S. 164 ff. nur durch Beibehaltung grösserer Messungsfehler zu erreichen.

2. Demgemäss ist es, da die Messungsfehler bei noch vergrößerter Schärfe der Messung doch nie ganz zu eliminieren sind, auch bei grosser Individuenzahl einer Reihe sehr schwer eine natürliche komplexe Reihe von einer sog. künstlichen zu unterscheiden, d. h. einer solchen, die durch unausgeglichene Zufälligkeiten und durch Messungsfehler aus einer einfachen Reihe entsteht. Es verhält sich hiermit ganz ähnlich, wie mit der wirklichen natürlichen Asymmetrie einer Messungsreihe zu der künstlichen, durch Zufälligkeiten und Messungsfehlern erzeugten. Hier fehlt einstweilen jede Methode, die verschiedenen Anteile zu sondern, die Zufall, Messungsfehler und Mischung heterogener Elemente an der Gestaltung einer Messungsreihe haben. Es ist jedoch klar, dass die beiden ersteren der letzteren gegenüber um so mehr ins Gewicht fallen, je mehr in einer komplexen Reihe eine Komponente an Individuenzahl überwiegt.

3. Immerhin kann man sagen, dass, wenn innerhalb unserer Reihen mit Intervallen von 1 Strich (E) mit Hilfe unserer Methode eine grosse Unregelmässigkeit nachgewiesen wird, auch angenommen werden muss, dass nicht bloss eine zufällige, sondern eine nach einer bestimmten Richtung wirkende und schwer wiegende Ursache zu Grunde liegt. Wenn grobe Messungsfehler ausgeschlossen sind, muss diese Ursache entweder eine grosse Unregelmässigkeit der Eigestalt, überhaupt eine abnorme Beschaffenheit derselben sein, (die z. B. auch durch Konservierung künstlich hervorgerufen werden kann), oder eine Mischung heterogener Eier. Das erstere müssen wir z. B. für die oben erwähnten 100 künstlich befruchteten Schellfischeier (Maß-tabelle X, 1) annehmen; das letztere ergibt sich begreiflicher Weise für unsere Messungsreihen planktonischer Eier derselben Species gleicher Zeit und gleichen Ortes, die alle mehr oder weniger heterogen sind, weil sie aus Eiern verschiedener Eltern und verschiedenen Entwicklungsalters gemischt sind (vergl. z. B. die Reihen vom Kabeljau in Maßtabelle XI).

4. Die grösste Schwäche unserer Methode und die grösste Schwierigkeit eine komplexe Reihe von einer einfachen zu unterscheiden liegt darin, dass jene versagen muss, sobald der durch die Zahl der Intervalle ausgedrückte Umfang der Variabilität der Reihe so gering ist, dass sich eine genügende Zahl von Abnahme-Quotienten und deren Differenzen nicht bilden lässt und, wie es hier stets der Fall ist, eine Vermehrung (Teilung) der Intervalle sich der grösseren Messungsfehler wegen verbietet. Leider tritt dieser Fall bei unseren Messungsreihen recht häufig ein, namentlich bei Eiern aus künstlichen Befruchtungen.

Hier kann jedoch häufig eine andere Methode der Prüfung aushelfen. In einer einfachen, fehlerfreien Variationsreihe nehmen die Frequenzordinaten für gleiche Abstände vom Hauptwerte auf jeder Seite stetig und dabei in folgender charakteristischer Weise ab. Bis zu einem Abstände vom dichtesten Werte, der gleich ist der Wurzel aus dem mittleren Fehlerquadrat q , nimmt die folgende Ordinate immer absolut mehr ab, als die vorhergehende. Jenseits des Wertes q aber findet das Umgekehrte statt, indem jede folgende Ordinate um absolut weniger abnimmt als die vorhergehende. Der Wert q bezeichnet nämlich in einer als Kurve gedachten Messungsreihe diejenige charakteristische Stelle, in welcher die Neigung der Kurve am grössten ist, oder wo die abwärts gekehrte Krümmung in die entgegengesetzte übergeht (Hagen, 26, 76). q kann in unseren Tabellen und Reihen-Analysen leicht aus f oder ε berechnet werden, indem q gleich rund $1,48 f$ und $\frac{5}{4} \varepsilon$ ist; seine Lage in der Reihe ist also leicht annähernd bestimmbar. Sind nun $+J_q$ die beiden Intervalle ober- und unterhalb des Hauptwertes, in denen q liegt, so muss das auf J_q von der Mitte weg folgende Intervall, also auf der positiven Seite $+J_q + 1$ und auf der negativen $-J_q - 1$, gegen $+J_q$ um absolut weniger abnehmen als $+J_q$ gegen das entsprechende, nach der Mitte zu liegende Intervall. Also

$$\begin{aligned} (+J_q) - (+J_q + 1) &< (+J_q - 1) - (+J_q) \quad \text{und} \\ (-J_q) - (-J_q - 1) &< (-J_q + 1) - (-J_q) \end{aligned}$$

Ist das Umgekehrte der Fall, so ist die Messungsreihe komplex. Streng genommen gilt dies allerdings nur dann, wenn die Intervalle genügend klein und von dem Hauptwert als Nullpunkt, oder besser von q



aus nach oben und unten abgeteilt sind. Da dies bei unsern Reihen niemals der Fall ist, so erklärt es sich, dass auch bei unsern theoretischen Reihen die Regel nicht immer genau zutrifft.

Eben diese selbe Eigenschaft der Ordinaten oberhalb und unterhalb q bewirkt, dass — eine möglichst grosse Zahl von Intervallen vorausgesetzt — oberhalb q jedes z zweimal genommen grösser ist, als die Summe der beiden angrenzenden z , unterhalb q dagegen kleiner als diese Summe.

Als Beispiel diene folgende Reihe von 117 Eiern von *Callionymus*, die vom 20. Juni bis 22. Juli 1899 im Plankton bei Helgoland gefischt wurden und nach morphologischen Unterschieden geprüft aus 77 Eiern von *Callionymus lyra* und 40 Eier einer kleineren Art mit kleineren Eiern (? *maculatus*) bestanden. Das Mittel sämtlicher 117 Eier ist 23,662, das Mittel der 77 *lyra*-Eier 24,208 und das der 40 *maculatus*-Eier 22,612 Strich (E).

Strich (E)	20	—	21	—	22	—	23	—	24	—	25	—	26	—	27
Eizahlen	0	+	2	+	18,5	+	28,5	+	38	+	28	+	2	+	0 = 117 A 23,662
Abnahme-Quotienten			0,882		0,351		0,250				0,263		0,928		
Differenzen derselben					0,531		0,101						0,665		

Die Methode der Abnahme-Quotienten und ihrer Differenzen zeigt auf der negativen Seite der Reihe ihre komplexe Natur an, auf der positiven Seite versagt diese Methode. q als die Wurzel aus dem mittleren Fehlerquadrat berechnet sich zu 1,102. Die Reihe ist ziemlich stark negativ asymmetrisch, es wird also das q der negativen Seite grösser sein, als das der positiven, wahrscheinlich etwa 1,5 gegen 0,5. Danach würde, da D ungefähr bei 24 liegt, das q der positiven Seite zwischen 24 oder 25 oder in 25 fallen, das der negativen zwischen 23 und 22 oder in 22. Demnach sind entschieden 21 und 26 diejenigen Intervalle, die jenseits q liegen. In einer einfachen Reihe müsste demnach sein:

$$28 - 2 < 38 - 28 \quad \text{und} \\ 18,5 - 2 < 28,5 - 18,5,$$

während es im stärksten Grade umgekehrt ist. Die nebenstehende Figur 7 gibt das prozentuarische Variationspolygon dieser Reihe. Es hat das sehr charakteristische Merkmal, dass es (abgesehen von der zwischen dem letzten Intervall und dem folgenden mit $z = 0$ gezogenen Polygonseite) lauter einspringende Winkel besitzt, während ein normales einfaches Variationspolygon entsprechend den obigen Darlegungen oberhalb von q einspringende, unterhalb von q ausspringende Winkel hat. Wir wollen derartige Variationspolygone mit lauter einspringenden Winkeln „eingezogenes“ nennen. Die „eingezogenen“ Polygone unterscheiden sich auf den ersten Blick wesentlich von den oben besprochenen „abgestuften“; beide sind neben den deutlich mehrgipfeligen solche Variationspolygone, die sich ohne weiteres als komplexe kundgeben.

Ein „eingezogenes“ Variationspolygon entsteht in der Regel dann, wenn zwei oder wenige, an Zahl nicht sehr verschiedene einfache Reihen von annähernd gleichem Variations-Koeffizienten gemischt sind, deren Hauptwerte nahe zusammenliegen. Die Frequenzzahlen solcher Reihen summieren sich über den grössten Teil derselben und nur die äussersten Intervallzahlen bleiben beiderseits oder einseitig



Fig. 7.

Prozentuarisches Variationspolygon einer komplexen Reihe von 117 planktonisch gefischten *Callionymus*-Eiern.

Eingezogenes Polygon.

von jeder Reihe übrig. Charakteristisch ist daher der plötzliche unvermittelte Ab-
sturz der eingezogenen Reihe zu den äussersten Intervallzahlen

Wenn eine starke Asymmetrie und ein grosser Variationsumfang die komplexe Natur einer Messungs-
reihe vermuten lassen, alle oben angeführten Kriterien aber ein negatives Resultat ergeben, so muss man aus
den Elementen der empirischen Reihe die theoretische berechnen. Durch Vergleichung beider, wie es in den
Beispielen S. 186 ff. geschehen ist, wird man dann noch in vielen Fällen beurteilen können, ob wirklich eine
komplexe oder nur eine einfache Reihe vorliegt. Die erstere wird z. B. dann angenommen werden müssen,
wenn die Übereinstimmung zwischen Theorie und Empirie sehr schlecht ist und nicht aus blossen unaus-
geglichenen Zufälligkeiten und Messungsfehlern erklärt werden kann. In manchen Fällen wird freilich auch
dieses Mittel aus demselben Grunde versagen, wie die andern Kriterien, weil nämlich die Unmöglichkeit alle
Messungsfehler zu eliminieren die Wahl einer Intervallgrösse verbietet, die unter einem gewissen Minimum liegt.

Immerhin hat unsere Methode der Erkennung komplexer Reihen einigen praktischen Wert, was an
einem Beispiele gezeigt werden möge.

Wir fingen im Plankton bei Helgoland im Jahre 1899 eine Anzahl Gadiden-Eier, die
zur Gruppe *merlangus-luscus* gehören mussten, aber nach morphologischen Merkmalen noch nicht
genügend getrennt werden konnten, obwohl sicher die Mehrzahl zu *merlangus* gehörte. Es wurden gefangen
(Maßtabelle VIII, 2 bis 4):

Strich (E)	32	—33	—34	—35	—36	—37	—38	—39	—40	—41	
1899 März					2,5 +	4,5 +	7 +	9,5 +	11,5 +	2,5 +	0,5 = 38. A 37,855; f = 0,946; q = 1,4
April	0,5 +	4,5 +	22,5 +	29	+27	+18	+ 4,5 +	1			= 107. A 35,444; f = 0,878; q = 1,3
Mai	3	+ 1	+ 7	+12	+ 9	+ 4					= 36. A 34,972; f = 0,905; q = 1,3

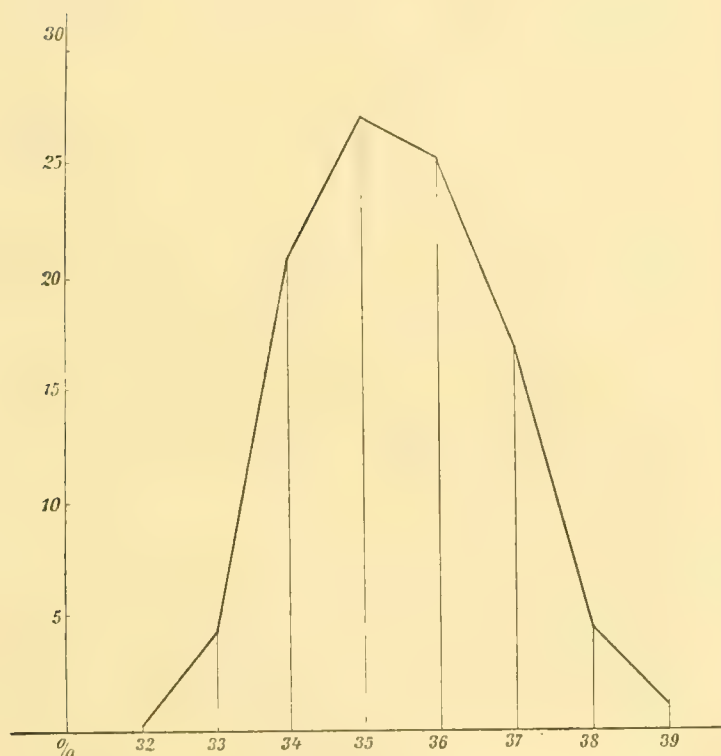


Fig. 8.

Prozentuarisches Variationspolygon von 107 im April 1899 planktonisch
gefischten Eiern der Gruppe *Gadus merlangus-luscus*.

Eingezogenes Polygon.

Wir schrieben anfangs alle diese Eier
Gadus merlangus zu und sicher sind solche
auch in allen drei Reihen sehr stark vertreten.
Nun ist aber im höchsten Grade auffallend, dass
das März-Mittel 37,855 in April plötzlich auf
35,444 sinkt, also um mehr als 2 Striche, was
bei Eiern, die nachweislich derselben Art ange-
hören, sonst nicht vorkommt. Wir vermuteten
daher, dass im April plötzlich eine neue, nahe ver-
wandte Eiart mit kleinerem mittlerem Durch-
messer sich in solcher Menge den *merlangus*-Eiern
beimischte, dass das Monats-Mittel abnorm
heruntergedrückt wurde. Dasselbe musste im
Mai der Fall gewesen sein. Wenn diese
Vermutung richtig ist, so müssen die April-
und Mai-Reihe deutlich komplex sein. Die
Prüfung ergibt nun, dass die April-Reihe in
ausgesprochenem Grade ein eingezogenes
Variationspolygon ergibt, das in der
nebenstehenden Figur 8 gezeichnet ist. Die fett
gedruckten Ziffern der Reihe bezeichnen die
Frequenzzahlen derjenigen Intervalle, in denen
 q liegen muss. Man sieht nun deutlich den
plötzlichen, unvermittelten Absturz des Polygons
jenseits dieser Intervalle (34 und 37) und dem
entsprechend ist $18 - 4,5 = 13,5$ grösser als
 $27 - 18 = 9$ und ebenso $22,5 - 4,5 = 18$
grösser als $29 - 22,5 = 6,5$, während es in
einer einfachen Reihe umgekehrt sein sollte.

Man ist sonach berechtigt zu schliessen, dass hier zwei einfache Reihen, zwei verschiedene Eiarten, vermischt sind, von denen die eine ihr Mittel im Intervall 35, die andere in 36 hat. Die grössere Eisorte gehört sicher zu *Gadus merlangus*, die kleinere kann kaum einer andern Art, als *Gadus luscus* zugeschrieben werden, einer Species, die von uns als regelmässiger Bewohner der Umgegend von Helgoland beobachtet ist. *Gadus merlangus* fängt von beiden Arten zuerst an zu laichen, wohl schon Ende Januar, *Gadus luscus* laicht erst später, wahrscheinlich erst von März an und dürfte im Mai in die Hochzeit des Laichens eintreten, die dann für *merlangus* vielleicht schon vorüber ist. Hiermit stimmt nun auch der Charakter unserer März- und Mai-Reihe. Beide erweisen sich ebenfalls als komplex, wenn das auch wegen der kleinen Zahl ihrer Eier nicht so beweisend ist. Im März überwiegen jedenfalls die *merlangus*-Eier stark, wahrscheinlich mit einem Mittel zwischen 38 bis 39 Strich, während die an Zahl zurücktretenden Eier der andern Species im Mittel etwa 37 Strich messen mögen. In der Mai-Reihe mögen die beiden Mittel bei 34,5 und 35,5 liegen und beide Arten etwa gleich stark vertreten sein.

Die Analyse der Messungreihen planktonisch gefischter Eier kann auf diese Weise ganz allein das Vorhandensein einer bisher in einem Gebiet unbekanntem Art von Fischeiern beweisen.

Die Zerlegung komplexer Reihen in ihre Komponenten hat uns bisher noch nicht genauer beschäftigt und namentlich haben wir die Pearson'sche Methode der Zerlegung eingipfeligter Komplexkurven in zwei Normalkurven (Duncker 17, 123) noch nicht selbst studiert. Wir begnügen uns daher, eine für eine bestimmte Art von komplexen Reihen von uns empirisch gefundene Methode der Zerlegung mitzuteilen, die erlaubt wenigstens die Eizahlen der komponierenden Reihen zu ermitteln.

Es handelt sich um solche komplexe Reihen, die nur aus zwei in der Zahl und namentlich im Variations-Koeffizienten nicht allzu verschiedenen Komponenten bestehen und zwei durch eine deutliche Einsenkung getrennte Gipfel aufweisen. Wir nehmen hier eine künstlich aus 114 Kabeljau-Eiern und 52 Schellfisch-Eiern (alle planktonisch gefischt, Maftabelle XI, 2 und X, 3) folgendermassen zusammengesetzte Reihe.

Strich (E)	41—42—43—44—45 — 46—47 — 48 — 49 — 50 — 51—52—53	
Kabeljau	2+ 2+ 4+20+24 +29+16 +11 + 5 + 1	= 144. <i>A</i> 45,675; <i>f</i> = 1,084
Schellfisch	0,5+ 3+ 8,5+14,5+14,5+ 5,5+ 4+ 1+ 0,5	= 52. <i>A</i> 48,539; <i>f</i> = 0,995
Beide gem.	2+ 2+ 4+20+24,5+32+24,5+25,5+19,5+ 6,5+ 4+ 1+ 0,5	= 166. <i>A</i> 46,572

Es ist klar, dass in dieser komplexen Reihe ein bestimmter Wert — wir nennen ihn „Scheidewert (*S*)“ — vorhanden sein muss, von dem aus nach der einen Seite 114 Eier, nach der anderen Seite 52 Eier liegen. Unter der Voraussetzung, dass diese beiden die komplexe Reihe komponierenden Zahlen — 114 und 52 — bekannt sind, lässt sich der Scheidewert durch einfache Interpolation¹⁾ berechnen und ergibt sich zu 47,696.

Die Reihe hat zwei deutlich durch eine Einsenkung getrennte Gipfel, die in den Intervallen 45,5 — 46,5 und 47,5 — 48,5 liegen müssen und mittelst der oben S. 153 für die Berechnung des dichtesten Wertes durch Interpolation gegebenen Formel

$$(2) \quad x : (i - x) = (z_0 - z_{-1}) : (z_0 - z_1)$$

genauer als *D*, = 46,000 und *D'* = 48,125 bestimmt werden. Zwischen beiden Gipfeln ist ein Intervall von 2,125 Strich und in diesem liegt, wie man sieht, der Scheidewert 47,696. Dies muss in der That bei derartigen zweigipfeligen Reihen stets der Fall sein. Denkt man sich jede der beiden Reihen als Variationspolygon gezeichnet, so schneiden sich der negative Ast der einen und der positive der anderen zwischen den beiden Gipfeln und diese beiden sich schneidenden Äste begrenzen zwischen sich und der Abszisse eine Fläche, die beiden Polygonen gemeinsam ist und die zweimal genommen zusammen mit den beiden, je einem Polygon allein zukommenden Flächen die Gesamtfläche des komplexen Polygons (Gesamtzahl der komplexen

¹⁾ Der Scheidewert muss im Intervall 47,5 — 48,5 liegen, da die Vorsumme dieses Intervalls 109,0 beträgt und die Zahl des Intervalls selbst (*x*₀) 25,5 ist. Dann ist der Anteil *x* des Intervalls, der den an 114 fehlenden Rest von 5 hinzufügt, = $\frac{5}{25,5}$ = 0,196; mithin *S* = 47,5 + 0,196 = 47,696.

Reihe) bildet. Eine den Ordinaten parallele Linie, die durch den Scheidewert der Abscisse geht, läuft nun so, dass sie von der Fläche des einen Polygons gerade so viel abschneidet, wie diesem durch den über die Scheidelinie nach der anderen Seite übergreifenden Teil des anderen Polygons wieder zugefügt wird. Hierdurch werden zwar nicht alle Individuen jeder Art in je eine Gruppe beiderseits der Scheidelinie gebracht, wohl aber findet in der Zahl ein gegenseitiger Ausgleich statt.

Die Lage des unbekanntes Scheidewertes innerhalb des Intervalles zwischen den beiden Gipfeln zu bestimmen, ist nun ersichtlich die hier zu lösende Aufgabe. Es zeigt sich, dass der Scheidewert in Fällen, wie den hier vorliegenden, ziemlich nahe bei einem andern, ebenfalls zwischen beiden Gipfeln liegenden Werte liegt, den wir im Gegensatz zu den beiden Gipfeln oder dichtesten Werten den „dünnsten Wert“ nennen wollen. Die Ordinate dieses dünnsten Wertes geht bei zwei vollkommen symmetrischen und mit der Theorie genau stimmenden Kurven mit gleichen Variations-Koeffizienten durch den Schnittpunkt derselben und trennt, wenn die Gesamtzahlen beider Messungsreihen oder die Flächen beider Kurven gleich sind, das komplexe Variationspolygon in zwei flächengleiche (zahlengleiche) Hälften. In diesem besonderen Falle ist also der gesuchte Scheidewert gleich dem dünnsten Werte. Sind m und m_1 , die Gesamtzahlen beider Messungsreihen, verschieden, so ist der Scheidewert nach derjenigen Seite des dünnsten Wertes verschoben, nach welcher die Reihe mit der grösseren Zahl liegt. Bei komplexen Reihen, wie sie empirisch vorliegen, sind jedoch die beiden Variations-Koeffizienten der beiden komponierenden Reihen niemals gleich und ebenso fehlt die vollkommene Übereinstimmung der beiden empirischen Reihen mit der Theorie. Der dünnste Wert und der Scheidewert werden daher mehr oder weniger weit und in wechselnder Richtung von einander entfernt liegen, immerhin aber doch noch so nahe, dass sich bei der Zerlegung der komplexen Reihe nach diesen beiden Werten kein allzu grosser Unterschied ergibt.

Der sog. dünnste Wert, d. h. die Lage der niedrigsten Ordinate zwischen den beiden Gipfeln des empirischen Variationspolygons, lässt sich nun durch Interpolation bestimmen und zwar mit Hilfe derselben S. 153, (2) gegebenen und S. 200 wiederholten Formel, nach der in einer Reihe der dichteste Wert ermittelt wird, nämlich

$$x : (i - x) = (z_0 - z_{-1}) : (z_0 - z_1),$$

wo z_0 das Intervall bedeutet, in dem der gesuchte Wert liegen muss, z_{-1} und z_1 die beiden benachbarten Intervalle sind und x derjenige Wert ist, der zum Anfang des Intervalls z_0 hinzugezählt werden muss, um den gesuchten dichtesten oder dünnsten Wert zu ergeben. Für den Fall nun, dass $2z_0 - z_1 - z_{-1} > 0$, ergibt diese Formel ein Maximum, also einen dichtesten Wert; wenn aber $2z_0 - z_1 - z_{-1} < 0$, ein Minimum oder einen dünnsten Wert (s. Fechner 20, 184). Soll dieser dünnste Wert ausserdem in dem Intervall liegen, zu dem z_0 gehört, so muss sowohl z_{-1} wie z_1 grösser sein als z_0 , was bei einem deutlich zweigipfeligen Variationspolygon fast stets der Fall ist.

Zur Erläuterung diene zunächst eine rein theoretisch konstruierte Komplexreihe.

Aus der homogenen, S. 159 f. behandelten Reihe von 1000 Kliescheneiern berechnet sich eine theoretische Reihe nach A_7 , die sich von 25 bis 29 Strich (E) erstreckt und deren einzelne z $0,5 + 109,5 + 698 + 190,5 + 1,5$ sind. Wir vereinigen nun diese, vollkommen symmetrische und der Theorie genügende Reihe von 1000 Eiern mit einer durch einfache Halbierung daraus abgeleiteten zweiten Reihe von 500 Eiern, deren Hauptwerte aber um genau 2 Striche kleiner sind. Dies ergibt folgende komplexe, deutlich zweigipfelige Reihe von 1500 Eiern:

Strich (E)	25	—	26	—	27	—	28	—	29	—	30	—	31	
	0,5	+	109,5	+	698	+	190,5	+	1,5					= 1000
					0,25	+	54,75	+	349	+	95,25	+	0,75	= 500
	0,5	+	109,5	+	698,25	+	245,25	+	350,5	+	95,25	+	0,75	= 1500

Der Scheidewert S dieser komplexen Reihe muss im Intervall 27,5 bis 28,5 liegen und ist $= 27,5 + \frac{1000 - 808,25}{242,25} = 27,5 + 0,782 = 28,282$. Der dünnste Wert liegt ersichtlich in demselben Intervall und

berechnet sich nach obiger Formel zu $27,5 + x = 27,5 + \frac{453}{558,25} = 27,5 + 0,811 = 28,311$. Teilt man bei diesem Wert die komplexe Reihe durch einfache Interpolation in dem betreffenden Intervall, so erhält man die Teilzahlen $808,25 + 245,25 \times 0,811 = 1007,15$ für die grössere und 492,85 für die kleinere Reihe, die sich von den wirklichen Zahlen 1000 und 500 nur wenig unterscheiden. Aus der Gestalt der komplexen Reihe konnte man von vornherein schliessen, dass die einfache Reihe mit der grösseren Eizahl nach der negativen Seite liegen, dass also der dünnste Wert eine etwas zu grosse Zahl ergeben musste.

Wir kehren nunmehr zu der oben aufgeführten Mischung von Kabeljau- und Schellfischeiern zurück, wobei noch bemerkt werden mag, dass diese Mischung von 166 Eiern, wenn sie auch nicht wirklich so gefunden wurde, doch sehr wohl so hätte angetroffen werden können. Alle diese Eier sind nämlich im Februar gefischt. Desshalb ist dieses Beispiel besonders lehrreich.

Die komplexe Reihe der 166 Eier hat zwei deutliche Gipfel, genauer auf S. 200 berechnet zu 46,000 und 48,125. Zwischen ihnen liegt der dünnste Wert, der sich nun zu 47,382 berechnet und die Teilzahlen zu rund 106 und 60 ergibt. Der wahre Scheidewert ist, wie oben berechnet wurde, 47,696. Hier ist die Abweichung von der Wirklichkeit ersichtlich viel grösser, als bei dem Beispiele der *limanda*-Reihe, was gewiss seinen Grund darin hat, dass die beiden komponierenden Reihen unregelmässig, ja selbst wieder komplex sind. Immerhin erweist sich hier die Methode noch brauchbar, um eine annähernd richtige und für unsere praktischen Zwecke ausreichende Scheidung zu erzielen. Jedenfalls ist diese Scheidung durch Berechnung des dünnsten Wertes besser, als wenn man etwa die Scheidung einfach in der Weise machen wollte, dass man die zwischen beiden Gipfeln liegende Intervallzahl 24,5 halbierte. Dies würde die viel ungenaueren Zahlen 98 und 68 ergeben. Teilte man die Zahl 24,5 im Verhältnis des obern Nachbarintervalls zum unteren, so erhielte man noch schlechtere Zahlen, nämlich 95 und 71.

Wenn die beiden Gipfel einer aus zwei einfachen Reihen zusammengesetzten komplexen um mehrere Intervalle auseinander liegen, wird zwischen ihnen immer ein Intervall mit einer kleinsten Frequenzzahl liegen. Der dünnste Wert kann also durch Interpolation genau bestimmt werden und es zeigt sich, dass unsere Methode auch hier anwendbar ist. Als Beispiel möge die S. 194 behandelte Reihe der 99 planktonisch gefischten Eier dienen, die allerdings nachweislich aus 5 verschiedenen Komponenten besteht, in der Hauptsache jedoch aus zwei scharf getrennten Untergruppen, nämlich 75 Sprotteiern und 24 Eiern von *Callionymus*, *Solea lutea* und *Arnoglossus*. In dieser Reihe

Strich (E)	21	—	22	—	23	—	24	—	25	—	26	—	27	—	28	—	29	—	30	—	31	—	32
	1	+	4,5	+	10,5	+	5,5	+	3,5	+	5	+	8,5	+	19	+	24	+	14	+	3	+	0,5 = 99

mit den beiden Gipfeln bei 23 und 29 Strich liegt der dünnste Wert offenbar im Intervall 24,5—25,5 und berechnet sich zu 25,071. Die Zerlegung der Reihe nach diesem Werte ergibt die Teilzahlen 23,5 und 75,5, also nahezu die richtigen. Die oben S. 194 vorgenommene einfache Halbierung der Frequenzzahl 3,5 ergibt 23,25 und 75,75, also etwas weniger richtige Zahlen.

Zusammenfassung. Das Ergebnis dieses Abschnitts über die komplexen Messungsreihen, ihre Erkennung und Zerlegung lässt sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen.

1. In vielen Fällen ist es möglich an bestimmten Kriterien, nötigenfalls durch Vergleichung mit der berechneten theoretischen, einfachen Reihe, die komplexe Natur einer Messungsreihe zu erkennen und in manchen Fällen auch die Zahl der komponierenden Reihen anzugeben, wenigstens derjenigen, die an Individuenzahl stark überwiegen. Man kann auf diese Weise, wenn die komplexe Natur einer Reihe ausser jedem Zweifel ist, unter Umständen wichtige Schlüsse auf das Vorhandensein solcher Eiarten machen, die bisher wegen ihrer ungenügenden morphologischen Unterschiede von andern Eiarten nicht getrennt und deshalb nicht erkannt werden konnten.

2. Bei deutlich zweigipfeligen komplexen Reihen, die nur aus zwei einfachen Reihen bestehen oder aus mehreren, von denen jedoch zwei an Zahl alle anderen stark überwiegen, kann man durch Bestimmung des sog. dünnsten Wertes eine Zerlegung der Reihe erzielen, die beide Komponenten der Zahl nach mit praktisch genügender Annäherung ergibt.

3. Es gibt jedoch auch eine ganze Anzahl entschieden komplexer Reihen, sogar solcher, die aus Eiern verschiedener Species zusammengesetzt sind, die so sehr mit einer einfachen Reihe übereinstimmen, dass ihre komplexe Natur nicht erkannt werden kann. Dies ist einmal der Fall, wenn die Hauptwerte der Komponenten sehr nahe zusammenliegen, andererseits, wenn eine Komponente alle andern an Individuenzahl ganz erheblich überwiegt. In letzterem Falle ist es mit unserer bisherigen Methode unmöglich, die Beimengung gewisser Mengen einer anderen Eiart in einer der Hauptsache nach aus einer bekannten Form bestehenden Reihe allein durch die mathematische Analyse zu erkennen.

4. Diese Schwierigkeit ist um so grösser, weil streng genommen nur Eier von ganz homogenem Charakter eine gesetzmässige, einfache Variationsreihe bilden, dagegen alle planktonisch gefischten Eier einer und derselben Art, auch die zu gleicher Zeit und an demselben Orte gefangenen, stets mehr oder weniger komplexe Reihen bilden. Und endlich kommen die unvermeidlichen, nie ganz zu eliminierenden Messungsfehler hinzu, die auch eine vollkommen gesetzmässige Reihe komplex erscheinen oder einer komplexen das Ansehen einer einfachen geben können.

5. Nach alledem ist zwar das Zutreffen gewisser Kriterien ein positiver Beweis für das Vorliegen einer komplexen Reihe, nicht aber umgekehrt das Fehlen derselben immer auch ein positiver Beweis für eine einfache Reihe.

Dieser letztere Satz ist praktisch, d. h. für die Bestimmung der Fischeier allein nach der Grösse, überaus wichtig und wird uns in den folgenden Kapiteln dieser Abhandlung noch öfter beschäftigen.

C. Die Messungen an konservierten Eiern.

1. Die Konservierung mit Perényi'scher Flüssigkeit.

Bis vor kurzem haben wir zur Konservierung der Fischeier die Perényi'sche Flüssigkeit benutzt, d. h. Chromsalpetersäure mit Alkohol. Unsere Perényi'sche Flüssigkeit hat folgende Zusammensetzung:

4	Raumteile	10 %	Salpetersäure,
3	„	90 %	Alkohol,
3	„	1 %	Chromsäure.

In dieser Flüssigkeit wurden die Eier meist $\frac{1}{4}$ Stunde, selten länger gelassen, bis sie völlig opak geworden waren. Dann wurden sie in 70 % Alkohol ausgewaschen und in ebensolchem Alkohol aufbewahrt.

Wenn wir im nachfolgenden von „konservierten Eiern“ sprechen, so ist immer die eben beschriebene Art der Konservierung gemeint.

Hensen und Apstein (32, 34) geben nicht an, wie die von ihnen benutzte Perényi'sche Flüssigkeit zusammengesetzt war, wie lange sie dieselbe einwirken liessen und wie stark der zur Aufbewahrung benutzte Alkohol war. Die erste von Perényi¹⁾ 1882 angegebene Zusammensetzung seiner Flüssigkeit, die er für Eier von Amphibien und Süßwasserfischen empfahl, ist 4 Teile 10 % Salpetersäure, 3 Teile Alkohol, 3 Teile 0,5 % Chromsäure; die Einwirkungsdauer 4 bis 5 Stunden. 1888 hat Perényi²⁾ für Eier von *Lacerta* eine andere Zusammensetzung angegeben, nämlich 3 Teile 20 % Salpetersäure, 3 Teile 1 % Chromsäure, 4 Teile absoluten Alkohol; Einwirkungsdauer 20 Minuten.

Wir haben Tausende von Eiern von allen hier in Betracht kommenden Arten sowohl in frischem, wie in konserviertem Zustande gemessen. Das Ergebnis dieser Messungen ist, dass alle Eier ohne Ausnahme bei dieser Art der Konservierung schrumpfen; jedoch sehr verschieden stark, je nach der Species, der Dauer der Konservierung und anderen Umständen. Bezeichnet man als Schrumpfkoeffizienten denjenigen Bruchteil des ursprünglichen mittleren Eidurchmessers einer Reihe gleichartiger, lebender Eier, um den derselbe in Folge der Konservierung sich verkleinert, so ist dieser Koeffizient sehr verschieden gross. Am kleinsten ist er bei Sprotteiern, wo er höchstens 0,02 beträgt, die Schrumpfung also fast gleich Null ist. Am grössten fanden wir ihn bei künstlich

¹⁾ Zool. Anzeig. 1882 p. 459.

²⁾ Zool. Anzeig. 1888 p. 139.

befruchteten Schellfischeiern, nämlich nach $1\frac{1}{2}$ Monaten schon 0,223, nach $6\frac{1}{2}$ Monaten 0,252; meistens liegt er zwischen 0,100 bis 0,150. Die letztere Schrumpfungsgrosse bedeutet bei im Mittel 1 mm grossen Eiern eine Verkleinerung des mittleren Durchmessers um 0,10 bis 0,15 mm gleich rund 3,2 bis 4,8 Strich (E) oder 2,2 bis 3,3 Strich (A).

Hensen und Apstein (32, 34) haben angenommen, dass die von ihnen meist in Perényi'scher Flüssigkeit konservierten Eier nicht erheblich geschrumpft seien, weil die Messungen von Apstein an diesen konservierten Eiern bei manchen Species sehr gut mit solchen Maßen stimmten, die andere Forscher von frischen Eiern genommen hatten. Diese Annahme ist jedenfalls irrtümlich.

Hensen und Apstein haben sich später selbst vom Gegenteil überzeugt (32 a, 116). Der letztere maß nach einer brieflichen Mitteilung an uns am 2. März 1897 110 künstlich befruchtete Scholleneier von Kiel und fand das Mittel zu 40,8 Strich (A) = 1,836 mm. Dieselben 110 Eier in Perényi'scher Flüssigkeit konserviert maßen am 7. Mai, also nach rund zwei Monaten nur noch 37,08 Strich (A) im Mittel = 1,669 mm. Der Schrumpfungskoeffizient ist 0,091. Hiermit stimmt ziemlich genau eine von uns gemachte Messung. 100 künstlich befruchtete Scholleneier von der grossen Fischerbank maßen am 23. Februar 1898 lebend im Mittel 1,945 mm = 43,2 Strich (A), an demselben Tage konserviert und am 16. Mai, also nach $2\frac{2}{3}$ Monaten, wieder gemessen, nur noch 1,761 mm = 39,1 Strich (A); der Schrumpfungskoeffizient ist 0,095.

Da Hensen und Apstein wahrscheinlich eine etwas anders zusammengesetzte Perényi'sche Flüssigkeit¹⁾ und mit anderer Einwirkungsdauer angewendet haben als wir, so wird jene Übereinstimmung ihres und unseres Schrumpfungskoeffizienten wohl teilweise zufällig sein müssen. So viel aber ist gewiss, dass zwischen den Wirkungen ihres und unseres Konservierungsverfahrens keine grossen, geschweige denn prinzipiellen Unterschiede bestehen können, etwa in der Art, dass bei unserem Verfahren die Schrumpfung im Mittel doppelt oder mehrmal so gross wäre, als bei dem ihrigen.

Bei der Bestimmung konservierter Fischeier allein nach dem Eidurchmesser muss die Vernachlässigung der Schrumpfung zu erheblichen Irrtümern führen. Und dies um so mehr, je länger die Konservierung gedauert hat, weil die Schrumpfung immer mehr zuzunehmen pflegt. Vergleicht man daher die Maße konservierter, also geschrumpfter Eier ohne weiteres mit den Maßen anderer Autoren an frischen Eiern, so wird man leicht zu einer falschen Bestimmung der Eispecies gelangen können. Die oben genannten 100 Scholleneier von der grossen Fischerbank, die frisch 1,945 mm und nach einer Konservierungsdauer von $2\frac{2}{3}$ Monaten nur noch 1,761 mm maßen, waren $8\frac{1}{2}$ Monate nach geschehener Konservierung nur noch 1,702 mm gross, und bei 50 von diesen 100 Eiern betrug der Durchmesser nach $8\frac{2}{3}$ Monaten sogar nur noch 1,656 mm, was einen Schrumpfungskoeffizienten von 0,150 ergibt. Die Mittelwerte lebender Scholleneier schwanken nach unseren und anderen Beobachtungen von 1,84 bis 1,97 mm, diejenigen lebender Schellfischeier von 1,46 bis 1,51. Der letztere Wert nähert sich dem der geschrumpften Scholleneier schon ganz bedeutend und würde ganz erreicht werden, wenn der Schrumpfungskoeffizient der letzteren von 0,150 auf 0,225 stiege. Nimmt man jedes einzelne Ei für sich, so ist die Bestimmung eines geschrumpften Scholleneies als eines Schellfischeies noch viel leichter. Die Einzelmaße lebender Schellfischeier schwanken nach allen Beobachtungen von 1,38 bis 1,67 mm, diejenigen konservierter Scholleneier von 1,38 bis 1,85 mm. Letztere können also zum grösseren Teile als Schellfischeier bestimmt werden, sobald man die Veränderung des Eidurchmessers durch die Konservierung vernachlässigt.

Da das letztere von Hensen und Apstein geschehen und die wichtigste Ursache gewesen ist, dass viele ihrer Eibestimmungen irrtümlich ausgefallen sind, so haben wir uns bemüht, die Veränderungen des Eidurchmessers infolge der Konservierung möglichst genau an grösserem Material zu studieren. Die Ergebnisse dieser ziemlich mühseligen Arbeit sind jedoch wenig befriedigend. Sie genügen wohl, um einige irrtümliche Bestimmungen der genannten Autoren zu korrigieren und haben insofern einen gewissen kritischen Wert. Sie reichen aber nicht aus, um Konstanten zu bestimmen, mit deren Hilfe die Maße konservierter Eier mit einiger Sicherheit auf ihre ursprünglichen Maße im lebenden Zustande zurückgeführt werden könnten. Es zeigt sich im Gegenteil, dass die schon bei frischen Eiern sehr beschränkte Verwendbarkeit des Eidurchmessers zur Bestimmung der Fischeier bei nach den bisherigen Methoden konservierten Eiern noch sehr viel

¹⁾ Während der Korrektur teilt uns Herr Dr. Apstein freundlichst mit, dass seine Perényi'sche Flüssigkeit aus 4 Raumteilen 10% Salpetersäure, 3 R. 0,5% Chromsäure und 3 R. 70% Alkohol bestand.

geringer wird, weil die Konservierung eine ganze Reihe neuer, vorläufig unkontrollierbarer Fehlerquellen eröffnet.

Wir verzichten daher auf die Wiedergabe unserer sämtlichen Messungen an konservierten Eiern und führen nur diejenigen auf, die zur Erläuterung der nachfolgenden wichtigsten Ergebnisse unserer Untersuchungen dienen sollen.

Veränderung der Mittelwerte durch die Konservierung.

1. Die Eier jeder Species schrumpfen bei der Konservierung mit Perényi'scher Flüssigkeit. Nur beim Sprottei ist die Schrumpfung so gering, dass sie vernachlässigt werden kann.

2. Die Schrumpfung nimmt im allgemeinen mit der Dauer der Konservierung zu, jedoch nicht proportional derselben. Der weitaus grösste Teil der Schrumpfung findet vielmehr in der ersten Zeit (Woche) nach geschehener Konservierung statt; von da an wächst der Schrumpfungskoeffizient in gleichen Zeiten um stets geringer werdende Beträge, bis nach einer unbestimmten Zeit ein Stillstand der Schrumpfung eintritt.

Tab. 6. Zunahme des Schrumpfungskoeffizienten mit der Dauer der Konservierung.

Fischart.	Grösse der lebenden Eier (Extreme)	Mittlerer Schrumpfungskoeffizient konservierter Eier nach		
		1 Woche	1 bis 4 Monaten	5 bis 9 Monaten
1. <i>Pleur. platessa</i>	2,075—1,666	—	0,093	0,131
2. <i>Gad. aeglefinus</i>	1,666—1,352	—	0,227	0,224
3. <i>Gad. morrhua</i>	1,603—1,226	—	0,103	0,124
4. <i>Trigla sp.</i>	1,610—1,100	0,115	0,147	—
5. <i>Scomber scomber</i>	1,383—0,975	0,102	—	0,155
6. <i>Gad. merlangus</i>	1,320—1,006	—	0,128	0,130
7. <i>Pleur. flesus</i>	1,100—0,849	—	0,144	0,141
8. <i>Ctenol. rupestris</i>	0,943—0,755	0,097	0,120	0,120
9. <i>Pleur. limanda</i>	0,975—0,692	—	0,132	0,140
10. <i>Raniceps raninus</i>	0,912—0,786	0,107	0,128	—
			2 bis 5 Monaten	
11. <i>Solea lutea</i>	0,943—0,723	0,117	0,162	—
12. <i>Arnoglossus laterna</i>	0,755—0,597	0,147	0,205	—

Diese Zusammenstellung zeigt, dass die Schrumpfung in der ersten Woche nach der Konservierung etwa 70 bis 84%, im Mittel 78% derjenigen innerhalb der ersten 2 bis 5 Monate und von 65 bis 80%, im Mittel etwa 76% der gesamten Schrumpfung in neun Monaten ausmacht. Die Schrumpfung der ersten 2 bis 4 Monate berechnet sich im Durchschnitt auf mehr als 90% der gesamten Schrumpfung in neun Monaten.

Es fragt sich, bis zu welchem endgültigen Grade die Schrumpfung bei noch längerer Konservierungsdauer fortschreitet, z. B. nach mehreren Jahren. Wir haben hierfür noch kein einwandfreies Untersuchungsmaterial, da unsere ganz exakten Messungen an frischen Eiern erst im Winter 1897/1898 begonnen haben. Gleichwohl kann man unter Anwendung aller Vorsicht aus den folgenden Beobachtungen einige brauchbare Schlüsse ziehen.

Im Februar 1898 maßen wir 114 planktonisch bei Helgoland gefischte Kabeljau-Eier (Maßtabelle XI, 2) und fanden als Mittel 1,436 mm mit den sicheren Grenzen 1,419 und 1,453. Eine andere, im Februar 1897 ebenfalls bei Helgoland gefischte Partie Kabeljau-Eier wurde im konservierten Zustande am 17. Oktober 1898, also nach rund 20 Monaten gemessen und gab das Mittel 1,255 mm mit den sicheren Grenzen 1,216 und 1,294. Beide Mittel sind nicht ohne weiteres vergleichbar, wohl aber innerhalb gewisser Grenzen, weil unsere zahlreichen Beobachtungen an verschiedenen Arten zeigen, dass die Mittel planktonisch gefischter

Eier einer Species an demselben Ort und in demselben Monat nur wenig schwanken. Die einfache Differenz der beiden obigen Mittel frischer und geschrumpfter Eier ergibt einen Schrumpfungskoeffizienten von 0,126. Nimmt man die entgegengesetzten extremsten Grenzen beider Mittel, nämlich 1,453 für die frischen und 1,216 für die konservierten Eier, so erhält man als maximalen Schrumpfungskoeffizienten 0,164. Nach obiger Zusammenstellung (S. 205) betrug der Schrumpfungskoeffizient der Kabeljau-Eier nach neun Monaten 0,124. Derselbe hat sich also nach weiteren 11 Monaten wahrscheinlich nur um einen ganz minimalen Betrag, nämlich um 0,002, allerhöchstens um 0,040 vergrößert.

Unter gleichen Kautelen berechnet, ergibt sich für 100 am 30. April 1894 gefischte und nach 42 Monaten am 30. Oktober 1897 konserviert gemessene Kliescheneier mit einem Mittel von 0,727 mm unter der wohlbegründeten Annahme, dass planktonische Kliescheneier Ende April ein Mittel zwischen 0,780 und 0,800 mm besitzen, ein wahrscheinlicher Schrumpfungskoeffizient von 0,098, ein maximaler von 0,131. Für 50 andere Kliescheneier von Anfang Mai 1893, die 66 Monate nach der Konservierung gemessen wurden, ergab sich entsprechend ein wahrscheinlicher Schrumpfungskoeffizient von 0,116 und ein maximaler von 0,160. Nach unserer obigen Zusammenstellung (Tab. 6) ergab sich für Kliescheneier nach neunmonatlicher Konservierung der mittlere Schrumpfungskoeffizient 0,140. Wir können also schliessen, dass die weitere Schrumpfung von 9 bis zu 42 und weiter bis zu 66 Monaten wahrscheinlich gleich Null ist oder höchstens noch weitere 2 % des ursprünglichen Eidurchmessers ausmacht.

Diese Schlüsse sind vielleicht von einigem kritischen Wert für die Frage, wie weit man aus den Maßen konservierter Eier auf die wahrscheinliche Grösse derselben im frischen Zustande schliessen darf.

3. Im Einzelnen zeigen sich bei der Schrumpfung grosse Unregelmässigkeiten. Bei einer und derselben Species kann die Schrumpfung bei der einen Eierportion nach 3 bis 4 Monaten grösser sein als bei einer andern nach 4 bis 6 Monaten oder bei gleicher Konservierungsdauer ergeben sich sehr verschiedene Schrumpfungskoeffizienten. Solche Unregelmässigkeiten sind teils rein zufälliger⁴⁾ Natur, teils wohl durch bis jetzt unkontrollierbare Ungleichheiten beim Konservierungsverfahren (in der Mischung der Konservierungsflüssigkeit, der Temperatur u. a.) verursacht, teils endlich scheinen sie dadurch erklärt werden zu müssen, dass kleinere Eier im Mittel stärker schrumpfen als grössere.

Zur Erläuterung dieser letzten Vermutung diene folgende Zusammenstellung.

Tab. 7. Ungleiche Schrumpfung grosser und kleiner Eier.

Art.	Zahl.	Herkunft d. Eier.	Mittlerer Eidurchmesser		Dauer d. Konserv. Monate	Schrumpfungskoeffizient.
			bei d. lebenden,	bei d. konservierten.		
<i>Pl. limanda</i>	50	kstl. befr.	0,945	0,867	7	0,080
	50	„	0,849	0,695	7	0,182
	50	„	0,839	0,665	6 ² / ₃	0,210
<i>Pl. fesus</i>	50	kstl. befr.	0,990	0,815	5	0,177
	50	„	0,987	0,842	5	0,147
	50	„	0,934	0,809	4 ¹ / ₂	0,134
	80	„	0,887	0,730	4	0,177
<i>Motella mustela</i>	70	planktonisch	0,877	0,712	3	0,190
	50	„	0,836	0,689	9	0,176
	50	„	0,826	0,679	8	0,180

⁴⁾ Hierzu muss bemerkt werden, dass der Schrumpfungskoeffizient nicht in allen Fällen aus der gleichen Zahl von Eiern berechnet wurde, also ungleichen Wert hat. Ferner ist es öfter vorgekommen, dass z. B. 100 im frischen Zustande gemessene Eier nachher nicht alle in konserviertem Zustande wieder gemessen wurden, sondern weniger, zuweilen nur die Hälfte. Hierdurch wird natürlich der Schrumpfungskoeffizient ungenau.

Man sieht, dass *Pl. limanda* hier ein gutes Beispiel gibt für die grössere mittlere Schrumpfung der kleineren Eier und dass bei *flesus* die kleinsten Eier nach 4 Monaten schon ebenso stark geschrumpft sind, wie die grössten nach 5 Monaten. Das Beispiel von *Motella* weist dagegen eher auf das Gegenteil hin. Es wäre auch auf diese an Zahl nicht ausreichenden und auch sonst nicht einwandfreien Beobachtungen nicht viel zu geben, wenn nicht eine andere Thatsache hinzukäme. Die kleinsten schwimmenden Fischeier sind die von *Raniceps raninus*, *Callionymus sp.*, *Solea lutea* und *Arnoglossus laterna*; ihre Durchmesser liegen zwischen 0,91 und 0,60 mm. Wir finden nun bei diesen Eiern den Schrumpfungskoeffizienten für die Zeit von 1 Woche bis etwa 1 Jahr zu 0,056 bis 0,227, im Mittel etwa zu 0,153. Bei allen andern Arten mit grössern Eiern ist der entsprechende Schrumpfungskoeffizient kleiner mit Ausnahme des Schellfisches, bei dem wir ihn viel grösser, nämlich zu etwa 0,250 fanden. Bei den grössten Eiern, denen der Scholle, erhalten wir als entsprechenden mittleren Koeffizienten nur 0,126.

Wenn hiernach mit einiger Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, dass verschieden grosse Eier im allgemeinen verschieden stark schrumpfen, so lassen sich doch weitere an der Unregelmässigkeit der Schrumpfung mitwirkende Ursachen aus den bisherigen Untersuchungen nicht ermitteln, ja nicht einmal vermuten. Hierdurch wird ersichtlich die Bestimmung konservierter Eier allein nach der Grösse noch viel schwieriger als bei lebenden Eiern, weil eben der Schrumpfungskoeffizient, mittelst dessen die Maße der konservierten Eier auf die lebenden Eier zurückgeführt werden könnten, eine ausserordentliche Variabilität zeigt, deren Gesetze vorläufig unerkennbar sind.

Die Betrachtungen des folgenden Abschnitts erhöhen die hier obwaltenden Schwierigkeiten noch ganz bedeutend.

Veränderung der Einzelwerte durch die Konservierung.

Unser Schrumpfungskoeffizient s bezeichnet die mittlere Schrumpfung einer Anzahl von Eiern, nicht diejenige eines einzelnen Eies. Wenn nun der Schrumpfungskoeffizient einer Anzahl gleichartiger Eier 0,100 = 10% ist und jedes einzelne Ei genau um 10% seiner Grösse schrumpft, so muss sich die Variationsreihe dieser Eier in der Weise ändern, dass, wie das Mittel A , auch die andern Hauptwerte und ebenso auch der von allen Messungsfehlern freie wahrscheinliche Fehler w um 10% ihrer Grösse abnehmen.¹⁾ Also Verkleinerung des wahren Variationsumfanges und des wahren Variationskoeffizienten proportional der Schrumpfung. Der Messungsfehler φ bleibt von der Konservierung theoretisch unberührt; also wenn $f(l)$ den empirischen Variationskoeffizienten lebender und $f(k)$ denjenigen konservierter Eier bezeichnet, so ist

$$\begin{aligned} f(l) &= \sqrt{\overline{w^2} + \overline{\varphi^2}} \\ f(k) &= \sqrt{(w-ws)^2 + \varphi^2} \\ &= \sqrt{w^2(1-s)^2 + \varphi^2}. \end{aligned}$$

Da s zwischen 0 und 1 liegt, so ist $f(k)$ stets $< f(l)$.

Im Gegensatz zu dieser Theorie lehrt die Beobachtung, dass der Variationskoeffizient einer Anzahl gleichartiger Eier in Folge der Konservierung mit wenigen Ausnahmen zunimmt statt abzunehmen. Entsprechend vermehrt sich die Zahl der Intervalle (Striche) der Reihe. In der folgenden Zusammenstellung sind aus unsern Untersuchungen nur solche Reihen ausgewählt, bei denen die frischen und die konservierten Eier auch der Zahl nach vollkommen gleich sind.

¹⁾ Wenn A zu $A(1-s)$ wird und jedes a zu $a(1-s)$, dann werden auch die Abweichungen vom Mittel d zu $d(1-s)$. Also ist das w der geschrumpften Reihe = $w_s = 0,6745 \sqrt{\frac{\sum d^2 (1-s)^2}{m}} = 0,6745 \sqrt{\frac{\sum d^2}{m}} (1-s) = w (1-s)$.

Tab. 8. Vergrößerung des Variations-Koeffizienten (f) durch die Konservierung.

Fischart	Eier		Maße der frischen Eier in Strichen (E)				Maße der konservierten Eier in Strichen (E)				Kons. Dauer		
	Herkunft	Zahl	Mittel	Extreme	Zahl	$f(l)$	Mittel	Extreme	Zahl	$f(k)$	Monate	s	$f(k)-f(l)$
<i>Pl. platessa</i>	kstl. befr.	100	58,890	55—61	7	0,790	49,200	44—51	11	0,849	7 $\frac{2}{3}$	0,165	0,059
„	„	100	61,870	60—64	5	0,495	56,020	53—59	7	0,830	2 $\frac{2}{3}$	0,095	0,335
„	„	dies.	61,870	60—64	5	0,495	54,675	53—57	5	0,598	7 $\frac{1}{2}$	0,116	0,103
„	„	dies.	61,870	60—64	5	0,495	54,125	52—57	6	0,614	8 $\frac{1}{2}$	0,125	0,119
<i>Gad. aeglef.</i>	kstl. befr.	100	48,090	46—51	6	0,731	37,360	34—41	8	0,816	1 $\frac{1}{2}$	0,223	0,085
„	„	dies.	48,090	46—51	6	0,731	36,870	33—39	7	0,747	3 $\frac{1}{2}$	0,232	0,016
„	„	dies.	48,090	46—51	6	0,731	35,980	32—38	7	0,795	6 $\frac{1}{2}$	0,252	0,064
<i>Pl. flesus</i>	kstl. befr.	100	31,100	30—32	3	0,325	29,700	26—31	6	0,512	2	0,045	0,187
„	plankt.	41	31,780	29—34	6	0,911	27,146	24—31	8	0,973	2	0,146	0,062
„	„	dies.	31,780	29—34	6	0,911	26,927	24—31	8	0,977	8	0,152	0,066
„	„	30	31,780	29—34	6	0,813	27,400	24—30	7	0,861	2 $\frac{1}{2}$	0,121	0,048
<i>Pl. limanda</i>	kstl. befr.	500	27,078	26—28	3	0,329	21,675	20—24	5	0,528	4 $\frac{1}{2}$	0,199	0,199
<i>Cten. rupestr.</i>	kstl. befr.	450	26,081	25—28	4	0,310	23,104	21—25	5	0,432	8	0,114	0,112
„	plankt.	50	26,160	25—28	4	0,551	23,740	22—26	5	0,524	$\frac{1}{4}$	0,092-0,027	
<i>Solea lutea</i>	plankt.	60	24,458	23—27	5	0,575	21,608	19—25	7	0,862	$\frac{1}{4}$	0,116	0,287
<i>Arnoglossus</i>	plankt.	23	20,239	19—22	4	0,459	17,273	16—19	4	0,496	$\frac{1}{4}$	0,147	0,037

Von den 16 Messungsreihen dieser Tabelle ist $f(k)$ in 15 Fällen grösser als $f(l)$ und nur in einem Falle kleiner, nämlich bei 50 Eiern von *Ctenolabrus rupestris* um 0,027 Strich (E). Diese Ausnahme ist der Theorie gegenüber jedoch nur scheinbar, denn bei gleicher prozentualer Schrumpfung aller Eier sollte hier die Abnahme des Variationskoeffizienten $0,551 \times 0,092 = 0,051$ betragen, statt wie in Wirklichkeit nur 0,027. Er ist also auch hier noch grösser, als er der Theorie nach sein dürfte.

Ausser diesen 16 Reihen, wo frische und konservierte Eier auch der Zahl nach völlig gleich sind, haben wir noch weitere 30 Reihen, bei denen die Zahlen der frischen und konservierten Eier nicht ganz gleich sind, was meistens daher kommt, dass beim Konservieren einige von den frischen Eiern verloren gingen. Dadurch werden die Schrumpfungskoeffizienten etwas fehlerhaft. Unter diesen 30 Reihen sind noch 6, bei denen $f(k)$ kleiner ist als $f(l)$; unter sämtlichen 46 Reihen trifft dies also bei 7 zu.

Da der Variationskoeffizient oder wahrscheinliche Fehler einer Reihe selbst wieder einen von der Zahl m jeder Reihe abhängigen wahrscheinlichen Fehler hat, der $= \pm \frac{0,786716}{\sqrt{m}} f$ ist (Fechner, 20, 275), so sind alle unsere Variationskoeffizienten bis zu einem gewissen Grade unsichere Grössen und es ist daher nicht möglich, die wahre Vergrößerung derselben durch die Konservierung in jedem einzelnen Falle genau zu bestimmen. Dass aber in der Regel eine solche Vergrößerung stattfindet, wird durch den Umstand bewiesen, dass sie unter 46 Fällen 39 mal zutrifft, was kein Zufall sein kann.

Wodurch wird nun diese auffallende Vergrößerung des Variationskoeffizienten bedingt? Ihre wahrscheinlichsten Ursachen sind folgende:

1. Es ist von vorneherein wahrscheinlich, dass die einzelnen Eier einer Reihe nicht prozentualiter

gleich schrumpfen, sondern auch hier der Zufall in einzelnen Abweichungen von dem mittleren Schrumpfkoeffizienten bewirkt. Nennen wir den wahrscheinlichen Betrag dieser Abweichungen oder den wahrscheinlichen Schrumpfkoeffizienten-Fehler σ , so wird nun ersichtlich

$$f(k) = \sqrt{w^2(1-s)^2 + \bar{\varphi}^2 + \sigma^2} > \sqrt{w^2(1-s)^2 + \varphi^2}$$

Leider haben wir vorläufig keinen Anhalt, um die Grösse von σ zu bestimmen, da wir keine Untersuchungen über die Schrumpfung einzelner Eier angestellt haben, die auch kaum die Mühe lohnen würden. s können wir im Maximum zu 0,25 annehmen.

Wenn nun $\sigma > w \sqrt{2s-s^2} > w \sqrt{0,437} > 0,66 w$, so würde die Abnahme des Variationskoeffizienten in Folge der Konservierung überkompensiert durch den wahrscheinlichen Schrumpfkoeffizienten-Fehler und $f(k)$ wäre in allen Fällen grösser als $f(l)$. Die Grösse von w kann man nach den Erörterungen auf S. 167 für homogenes lebendes Material höchstens zu 0,30, wahrscheinlich nur zu 0,20 Strich (E) annehmen. Demnach müsste σ grösser als 0,198 bis 0,132 Strich (E) sein, um die Abnahme des Variationskoeffizienten in eine Zunahme zu verwandeln. Nimmt man s klein, z. B. = 0,10, so müsste $\sigma > 0,44 w$ sein, bei homogenem Material $> 0,132$ bis 0,088. Da solche Werte von σ nahe an den Wert des Schrumpfkoeffizienten selbst herankommen, so sind sie sehr unwahrscheinlich. Man kann daher wohl annehmen, dass der Schrumpfkoeffizienten-Fehler dahin wirkt den Variationskoeffizienten zu vergrössern, aber allein nicht im Stande ist die Verkleinerung desselben durch die Schrumpfung an sich zu kompensieren.

2. Oben S. 167 konnte ziemlich sicher nachgewiesen werden, dass der wahrscheinliche Messungsfehler φ bei konservierten Eiern grösser sei als bei lebenden, nämlich im Mittel 0,38 bei den ersteren gegen 0,25 bis 0,30 bei den letzteren. Dieses Plus des Messungsfehlers liegt freilich nicht an einer geringeren Schärfe der Messung, als vielmehr daran, dass das einzelne Ei bei der Konservierung sehr wahrscheinlich nicht in allen Durchmessern gleichmässig, sondern unregelmässig schrumpft. Genau genommen ist also das vergrösserte φ der konservierten Eier nicht ein rein zufälliger Fehler, wir können ihn aber hier ohne grosse Einbusse an Genauigkeit doch als einen solchen ansehen. Es ist nun ersichtlich, dass eine Vergrösserung von φ auch zu einer Vergrösserung von $f(k)$ führen muss. Nimmt man beispielsweise bei homogenen Eiern $w = 0,30$, $s = 0,25$, σ sehr klein = 0,02 und φ bei lebenden Eiern zu 0,25, bei konservierten zu 0,38, so erhält man für lebende Eier $f(l) = \sqrt{w^2 + \varphi^2} = 0,391$, für konservierte Eier $f(k) = \sqrt{w^2(1-s)^2 + \varphi^2 + \sigma^2} = 0,441$. Hier ist also die Verkleinerung des Variationskoeffizienten durch die Schrumpfung bereits überkompensiert und zwar so gut wie allein durch den grösseren Messungsfehler.

3. Die kleineren Eier einer Messungsreihe schrumpfen bei der Konservierung relativ stärker als die grösseren und die kleinsten in der Regel sogar absolut mehr als die grössten.

Diese wichtige Thatsache, die schon oben Seite 206 vermutet wurde, geht aus unseren Beobachtungen mit grosser Deutlichkeit hervor. Aus der Tabelle 8, S. 208 wird man leicht ersehen, dass das unterste Intervall (Strich) einer Reihe nach der Konservierung meistens um 1 Strich mehr nach unten verschoben ist, als das oberste Intervall. 100 künstlich befruchtete *fesus*-Eier variieren im lebenden Zustande von 30 bis 32 Strich (E), nach zweimonatlicher Konservierung dagegen von 26 bis 31 Strich, d. h. das unterste Intervall ist um 4 Strich, das oberste nur um 1 Strich nach unten gerückt. Demnach sind die grössten konservierten Eier von 32 Strich um 0,031, die kleinsten von 26 Strich aber um 0,133 ihres ursprünglichen Durchmessers geschrumpft. Wären die grössten und die kleinsten Eier um denselben Betrag, nämlich um den Schrumpfkoeffizienten der Reihe = 0,045 geschrumpft, so würde die Variationsbreite von 30 bis 32 Strich (E) sich in eine solche von 28,65 bis 30,56 verwandelt haben. Sie würde also von 3 Strich auf 2 Strich abgenommen haben, während sie in Wirklichkeit in Folge der stärkeren, speziell der absolut stärkeren Schrumpfung der kleinsten Eier, auf 6 Strich zugenommen hat.

Man kann leicht zeigen, dass diese durch stärkere Schrumpfung der kleineren Eier notwendig resultierende Vergrösserung ¹⁾ des Variationskoeffizienten viel schwerer wiegt, als diejenigen Zunahmen,

¹⁾ Wenn die grösseren Eier stärker schrumpften als die kleineren, müsste umgekehrt der Variationsumfang sich verkleinern.

die durch den zufälligen Schrumpfungsfehler und den vergrößerten Messungsfehler (unregelmässige Schrumpfung des einzelnen Eies) verursacht werden. Da der Variationskoeffizient schätzungsweise auf $\frac{1}{10}$ des gesamten Umfanges der Variation angenommen werden kann, so vergrößert er sich im Verhältnis zum Variationsumfang wie 1 zu 10. Nimmt also der letztere um 1 Strich (E) zu, so wächst jener etwa um 0,1 Strich. Nimmt man den Schrumpfungs-Koeffizienten einer Anzahl Eier nun gleich 0,144, so würde die dadurch verursachte proportionale Verkleinerung des Variationskoeffizienten von beispielsweise 0,634 auf 0,523 fast völlig kompensiert werden, wenn die kleinsten Eier absolut nur um 1 Strich mehr schrumpften als die grössten. 0,523 würde dann zu 0,623 und der noch zu kompensierende kleine Rest von 0,011 kann auf Rechnung des zufälligen Schrumpfungs- und des erhöhten Messungsfehlers geschrieben werden.

Hiermit findet also die empirisch beobachtete Vergrößerung des Variationskoeffizienten f in Folge der Konservierung ihre ausreichende Erklärung. Die Ursachen, die sie hervorrufen, haben jedoch gleichzeitig auch noch eine andere Wirkung. Sie müssen notwendig die Gesetzmässigkeit der Variationsreihe mehr oder weniger erheblich stören. Der Schrumpfungsfehler allerdings wird als rein zufälliger Fehler an dieser Störung keinen Anteil haben, bestimmt ist dies aber der Fall mit dem vergrößerten Messungsfehler bei geschrumpften Eiern, der bedingt ist durch eine nicht mehr rein zufällige, ungleichmässige Schrumpfung des einzelnen Eies, und noch mehr mit der ungleichen Schrumpfung kleiner und grosser Eier. Diese letztere muss als eine ganz bestimmt gerichtete Ursache die reine Zufallsreihe notwendig stören. Die Übereinstimmung zwischen der empirischen und der theoretischen Reihe muss daher im allgemeinen bei konservierten Eiern geringer sein, als bei lebenden, obwohl natürlich in einzelnen Fällen der unkontrollierbaren Messungsfehler wegen auch das Gegenteil der Fall sein kann. Wenn die kleinen Eier einer Reihe stärker schrumpfen als die grössern, wie es ja hier der Fall ist, so muss theoretisch, wie sich zeigen lässt, zugleich eine geringe Veränderung des Asymmetriegrades der Reihe nach der positiven Richtung stattfinden.

Nachstehend geben wir die Berechnung einer kleinen Anzahl von Messungsreihen an konservierten Eiern. Zwei von diesen Reihen sind auch frisch gemessen und berechnet, nämlich 500 Kliescheneier S. 157 No. 2 und 450 *Ctenolabrus*-Eier S. 161 No. 13. Bei ihnen ist also eine genaue Vergleichung beider Reihen, der frischen und der konservierten, möglich.

1. 500 Kliescheneier. S. 157 No. 2. Maßtabelle I, 13.

Strich (E) 19 — 20 — 21 — 22 — 23 — 24 — 25 — 26 — 27 — 28 — 29

Lebende Eier

Eizahlen	41,5 + 378 + 80,5	empirisch
	0,5 + 69 + 323,5 + 104 + 3	nach D_p Diff.-S. 109
	0,5 + 58,5 + 344,5 + 95,5 + 1	„ A_q „ „ 67

Konservierte Eier

	19,5 + 196,5 + 216,5 + 62 + 5,5	empirisch
	1,5 + 37 + 176,5 + 202 + 73,5 + 9 + 0,5	nach D_p Diff.-S. 69
	1,5 + 31,5 + 172,5 + 221,5 + 68 + 5	„ A_q „ „ 49

Dauer der Konservierung $4\frac{1}{2}$ Monate. Schrumpfungs-Koeffizient $s = 0,199$.

	A	C	D_p	R	u	ϵ ,	ϵ'	m,	m'	p	$\frac{\pi}{4}$	$\cong d^2$	f	F
lebd. Eier	27,078	27,052	26,963	pos.	19,97	0,3716	0,4867	216,491	283,509	0,7704	0,7854	118,958	0,329	0,015
kons. Eier	21,675	21,657	21,549	pos.	7,78	0,6106	0,7364	226,646	273,354	0,8573	0,7854	305,687	0,528	0,024

2. 450 Eier von *Ctenolabrus rupestris*. S. 161 No. 13. Maßtabelle XVII, 13—21.

Strich (E) 21 — 22 — 23 — 24 — 25 — 26 — 27 — 28

Eizahlen	30 + 354 + 65,5 + 0,5	empirisch	} lebende Eier
	55 + 303 + 89,5 + 2,5	nach D_p Diff.-S. 102	
	46 + 322,5 + 81 + 0,5	nach A_q Diff.-S. 63	

Strich (E)	21 — 22 — 23 — 24 — 25 — 26 — 27 — 28	
Eizahlen	0,5 + 64 + 279 + 101 + 5,5 3,0 + 82 + 241,5 + 112,5 + 11 2,5 + 75 + 252 + 114 + 6,5	empirisch nach D_p Diff.-S. 75 nach A_q Diff.-S. 54
} konservierte Eier		
Dauer der Konservierung 8 Monate. Schrumpfungs-Koeffizient $s = 0,114$		

	A	C	D_p	R	u	ε	ε'	m	m'	p	$\frac{\bar{v}}{1}$	Σd^2	f	F
lebd. Eier	26,081	26,051	25,944	pos.	21,43	0,3376	0,4754	187	263	0,7998	0,7854	94,539	0,310	0,015
kons. Eier	23,104	23,075	22,991	pos.	16,31	0,4867	0,5999	201,58	248,42	0,7421	0,7854	184,095	0,432	0,020

In diesen beiden Beispielen tritt die Zunahme des Variations-Koeffizienten in Folge der Konservierung sehr deutlich hervor, nicht nur in der Vergrößerung von Σd^2 und f , die unter der Annahme symmetrischer Variabilität berechnet sind, sondern auch in der Vergrößerung von ε , und ε' unter der Annahme asymmetrischer Variabilität. Die Asymmetrie hat sich in beiden Fällen nach der Konservierung in negativer Richtung verändert, jedoch nicht sehr bedeutend, sodass mit Beziehung auf die S. 165 erhaltenen Schwankungen von u in Folge von Messungsfehlern der grösste Teil dieser Veränderung den letzteren zugeschrieben werden kann. Auffallend ist, dass die Reihen der konservierten Eier der Theorie besser genügen als die der lebenden, während doch das Umgekehrte der Fall sein sollte. Auch hier ist jedoch der zufällige Einfluss der Messungsfehler in Rechnung zu ziehen, sodass diese beiden Beispiele allein Nichts beweisen.

3. 271 Eier eines 58 cm langen Weibchens von *Pleuronectes platessa* von der grossen Fischerbank, künstlich befruchtet am 11. Februar 1898, konserviert am 23. Februar, gemessen 8 $\frac{1}{2}$ Monate später. Bei diesen Eiern, die frisch nicht gemessen wurden, sind noch die halben Intervalle, die sich bei Doppelmessungen ergeben, beibehalten worden.

Strich (E)	46-46,5-47-47,5-48 — 48,5-49 — 49,5-50-50,5-51-51,5-52-52,5-53-53,5-54-54,5-55-55,5
Eizahlen	1+ 0 + 1+ 3 + 3 + 5 + 2 + 6 + 6+12 +22+58 +68+59 +16+ 6 + 2+ 0 + 0+ 1 0,5+ 1,5+ 3 + 7,5+14+24,5+36+46,5+53+50 +26+ 7,5+ 1 0,5+ 1,5+ 4,5+ 9,5+18+28,5+38+43,5+42+34,5+24+14,5+ 7,5+3 + 1+ 0

Die zweite Reihe theoretisch nach D_p mit d. Diff.-S. 97, die dritte nach A_q mit Diff.-S. 153.

$A = 51,653$; $C = 51,871$; $D_p = 52,225$; Asy. R (D) negativ; Asy. G (A) = $u = 57,2$; W. Asy. (A) = $V = 6,69$; $\varepsilon = 1,0843$; $\varepsilon' = 0,4937$; $m = 183,573$; $m' = 87,427$.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 406,313$; $f = 0,827$; $F = 0,058$.

Diese Angaben genügen um zu zeigen, dass die empirische Reihe eine äusserst schlechte Übereinstimmung mit der theoretischen und eine stark ausgesprochene Komplexität zeigt. Es ist wahrscheinlich, dass dies zum Teil von der Beibehaltung der halben Intervalle herrührt, der grösste Teil der Schuld ist aber doch wohl sicher der störenden Wirkung der Konservierung zuzuschreiben. Wir schliessen dies aus dem Umstande, dass die hier nachfolgende Reihe von 200 Scholleneiern eines anderen, 56 cm langen Schollenweibchens derselben Herkunft, die an demselben Tage wie die vorigen befruchtet und lebend gemessen wurden, sehr viel regelmässiger ist und viel mehr mit der theoretischen Reihe übereinstimmt. Es ist diese Reihe übrigens dieselbe, deren wir uns S. 147 ff. zur Erläuterung der Kollektivmaßlehre bedienen.

Strich (E)	60 — 61 — 62 — 63 — 64
Eizahlen	2 + 53 + 112 + 29 + 4 empirisch 6,5 + 53 + 97 + 40 + 3,5 nach D_p Diff.-S. 31 6 + 53,5 + 98 + 39 + 3,5 nach A_q Diff.-S. 29.

4. Wir haben von diesen künstlich befruchteten Scholleneiern von der grossen Fischerbank und zwar von demselben Weibchen, dem die obigen 271 Eier entnommen wurden, noch eine weitere Portion vom 440 Eiern im konservierten Zustande, ebenfalls nach 8 $\frac{1}{2}$ Monaten, gemessen und folgende Reihe gefunden.

Strich (E)	46 — 47 — 48 — 49 — 50 — 51 — 52 — 53 — 54 — 55 — 56 — 57
Eizahlen	0,5 + 2 + 5 + 7 + 7,5 + 10,5 + 63,5 + 161 + 143,5 + 36 + 3 + 0,5 empirisch

$A = 53,116$; $C = 53,270$; $Di = 53,348$; Asy. R (D) negativ; Asy. G. (A) = $u = 49,65$; W. Asy. (A) = $V = 8,53$; $f = 0,923$; $F = 0,044$.

Bezeichnend sind ein kolossaler Variationsumfang und eine sehr starke Asymmetrie. Auch sieht man auf den ersten Blick, dass die Übereinstimmung der empirischen Reihe mit der theoretischen eine schlechte sein muss, denn die Reihe ist nicht nur deutlich komplex, sondern auch sonst sehr unregelmässig.

5. Endlich führen wir noch die von Apstein uns privatim mitgeteilten Messungen von 110 künstlich befruchteten Scholleneiern von Kiel an. Dieselben ergeben:

Strich (A)	33 — 34 — 35 — 36 — 37 — 38 — 39 — 40 — 41 — 42 — 43 — 44 — 45
Eizahlen	10 + 36 + 42 + 15 + 5 + 1 + 1 empirisch, lebende Eier.
	1 + 11 + 15 + 21 + 19 + 11 + 19 + 5 + 7 + 1 „ konserv. Eier.

Beide Reihen sind schwach positiv asymmetrisch, die konservierte nur wenig stärker ($u = 8,04$) als die lebende ($u = 5,50$). Ganz ausserordentlich ist der Unterschied in der Schrumpfung der kleinsten und grössten Eier; während die ersteren um 6 Strich abgenommen haben, beträgt die Verkleinerung bei den letzteren nur 3 Striche. Die Reihe der lebenden Eier ist ferner durch die Konservierung ersichtlich so stark gestört, dass aus einer einfachen nicht nur eine deutlich komplexe Reihe geworden ist, sondern sogar eine solche mit zwei Gipfeln bei 36 und 39 Strich. Solche ausgesprochen komplexe Reihen haben wir an unserm konservierten Material noch öfter beobachtet, während dieselben Eier oder nahezu dieselben in lebendem Zustande eine einfache Reihe bildeten oder doch eine solche, deren Komplexität durch unausgeglichene Zufälligkeiten erklärt werden konnte.

Das wesentliche und wichtigste Ergebnis der vorhergehenden Untersuchung über die Veränderung der Eimasse durch die Konservierung mit Perényi'scher Flüssigkeit lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen.

Alle Eier schrumpfen bei der Konservierung, meist um so stärker, je länger die Konservierung dauert, und die kleinen Eier allgemein erheblich stärker als die grösseren. Die dadurch und durch andere ganz unbekannte und unkontrollierbare Einflüsse bedingten Unregelmässigkeiten bei der Schrumpfung bewirken allgemein eine erhebliche Vergrösserung des Variationsumfanges und eine unverkennbare Störung der Gesetzmässigkeit der Variationsreihe. Die letztere kann so gross sein, dass eine einfache Variationsreihe in eine komplexe verwandelt wird und auch wohl umgekehrt. Die Bestimmung konservierter Eier nach der Grösse wird hierdurch noch erheblich schwieriger als bei lebenden Eiern, hauptsächlich deshalb, weil die Reihen konservierter Eier von in der Grösse einander nahestehenden Species viel stärker übereinander greifen als diejenigen lebender. Während beispielsweise die lebenden Eier von *Gadus merlangus* (32 bis 42 Strich) und von *Gadus aeglefinus* (43 bis 53 Strich) völlig getrennte Reihen bilden, greifen sie im konservierten Zustande mit den entsprechenden Werten 31 bis 38 und 32 bis 42 Strich mit 7 Strichen oder nicht weniger als 0,56 ihres gesamten Variationsgebietes übereinander. Die natürlichen Grenzen oder Einsenkungen zwischen den verschiedenen Species werden also durch den Einfluss der Konservierung verwischt und verschoben und die Erkennung gemischter (komplexer) Reihen wird oft ganz unmöglich.

2. Die Konservierung mit Formalin.

Nachdem wir die störenden Einflüsse der Konservierung mit Perényi'scher Flüssigkeit auf die Messungsreihen erkannt hatten, verlor eine weitere Anwendung dieses Konservierungsmittel jeden Wert. Wir würden uns daher kaum noch mit ihm beschäftigt haben, wenn nicht die Prüfung der Hensen- und Apstein'schen Bestimmungen es verlangt hätte. Inzwischen sahen wir uns nach einem besseren Konservierungsmittel für Fischeier um, das womöglich keine Schrumpfung derselben bewirke. Es galt hier vor allen den Alkohol zu vermeiden und lag daher nahe an das Formalin zu denken. Nach dem Vorgange von Williamson haben wir denn auch seit dem Frühjahr dieses Jahres sehr erfolgreiche Konservierungsversuche mit dem letzteren Mittel gemacht.

Wir verwenden jetzt zur Konservierung der lebenden Fischeier folgendes Mittel. 25 Raumteile des käuflichen Formalins (Formols) werden mit 975 Raumteilen Seewasser gemischt. Da das käufliche Formalin (von den Höchster Farbwerken) eine 40 % wässrige Lösung von Formaldehyd ist, so erhält man auf diese Weise eine 1% Formaldehyd-Lösung in Seewasser (genauer 975 Teile Seewasser, 15 Teile destilliertes Wasser und 10 Teile Formaldehyd). Die Fischeier sterben in dieser Flüssigkeit langsam und ganz allmählich ab und behalten noch 1 bis 3 Tage nach der Konservierung einen Teil ihrer natürlichen Durchsichtigkeit und bisweilen auch ihr farbiges Pigment bei. Später schwindet beides, doch ist die Erhaltung der Eier im allgemeinen weit besser als mit Perényi'scher Flüssigkeit. Das Fett der Ölkugeln wird nicht aufgelöst und diese behalten daher ihre natürliche Gestalt und Gruppierung weit besser als bei der alten Konservierungsmethode; auch bleiben die Eier dauernd heller. Die Hauptsache aber ist, dass die Eier, die natürlich in der Formaldehydlösung bleiben und nicht, wie bei dem alten Verfahren, in Alkohol übergeführt werden, so gut wie gar nicht oder doch nur bei sehr langem Liegen in der Flüssigkeit schrumpfen. Williamson (63), der schon längere Erfahrungen hierin hat, fand nach zwölfmonatlicher Konservierung einen Schrumpfungs-Koeffizienten von 0,035. Aus unseren an Zahl vorläufig noch geringen Beobachtungen seien folgende Reihen aufgeführt.

1. 40 Eier von *Ctenolabrus rupestris* aus dem Plankton bei Helgoland; lebend gemessen am 26. Juni 1899, an demselben Tage in Formalin konserviert und wieder gemessen am 6. Juli, also nach 10 Tagen.

Strich (E) 25 — 26 — 27 — 28 — 29

Eizahlen $1,5 + 18,5 + 14,5 + 5,5$ $A = 26,600; C = 26,500; \text{Asy. G. (A)} = 2,90$ lebende Eier.
 $1,5 + 14,5 + 14,5 + 9 + 0,5$ $A = 26,812; C = 26,776; \text{Asy. G. (A)} = 1,05$ konserv. „

Anstatt einer Schrumpfung der Eier zeigt sich hier noch eine geringe Quellung. Diese kann jedoch rein zufällig, ja allein durch die unvermeidlichen Messungsfehler bedingt sein. Nehmen wir den wahrscheinlichen Messungsfehler φ (entsprechend S. 167) zu 0,30 Strich an, so ist der wahrscheinliche Fehler des Mittels = 0,047. Die sicheren Grenzen des Mittels sind also für die lebenden Eier 26,365 und 26,835, für die konservierten 26,577 und 27,047; beide Gebiete greifen erheblich übereinander. Die Asymmetrie ist bei beiden Reihen positiv und sehr gering; auch hier kann der Unterschied rein zufällig sein (vergl. oben S. 167).

2. 80 Eier von *Trigla* sp. aus dem Plankton bei Helgoland, gefischt am 2. August 1899, frisch gemessen und konserviert am 3. August, wieder gemessen am 12. September, also nach $1\frac{1}{3}$ Monat. Zwei Eier gingen durch die Konservierung verloren.

Stich (E) 35 — 36 — 37 — 38 — 39 — 40 — 41 — 42

Eizahlen $0,5 + 2,5 + 13 + 20 + 27 + 10 + 4,5 + 2,5 = 80$ lebende Eier $A 38,638; C 38,648$
 $2,5 + 14 + 18 + 26 + 9 + 7 + 1,5 = 78$ konserv. Eier $A 38,667; C 38,673$

Die Unterschiede der beiden Reihen sind in allen Beziehungen ersichtlich so gering, dass sie mit grösster Wahrscheinlichkeit als rein zufällige anzusehen sind. Beide Reihen stimmen auch insofern überein, als beide komplex sind, wie die Prüfung nach S. 194 ff. ergibt.

3. 62 Eier von *Trigla* sp. aus dem Plankton bei Helgoland, gefischt vom 7. August bis 9. September 1899, am Tage des Fanges lebend gemessen und in Formalin konserviert; wieder gemessen unter Abzug von 4 verloren gegangenen am 14. Dezember 1899. Dauer der Konservierung 3 bis 4, im Mittel $3\frac{1}{2}$ Monate.

Strich (E) 36 — 37 — 38 — 39 — 40 — 41 — 42 — 43 — 44 — 45 — 46

Eizahlen $2 + 9 + 19 + 15 + 10 + 3,5 + 2 + 0,5 + 1 = 62$ lebende Eier
 $1 + 1,5 + 9 + 3 + 15,5 + 11 + 3 + 1,5 + 1,5 + 0,5 + 0,5 = 58$ konserv. „

A	C	D_i	R	u	V	f	F	$A \pm F$	A in mm
39,806	39,567	39,214	p.	7,18	3,20	1,081	0,137	39,669—39,943	1,252 lebende Eier
39,888	39,790	39,857	p.	3,03	3,10	1,161	0,150	39,736—40,040	1,254 konserv. „

4. 99 Eier von *Arnoglossus laterna* aus dem Plankton bei Helgoland, gefischt vom 7. bis 18. August 1899, am Tage des Fanges lebend gemessen und in Formalin konserviert; wiedergemessen (nur 93) am 14. Dezember 1899. Konservierungsdauer 4 Monate.

		Strich (E)									
		19	— 20	— 21	— 22						
Eizahlen		4	+ 45,5	+ 46	+ 3,5	= 99 lebende Eier					
		4,5	+ 41,5	+ 46	+ 1	= 93 konserv. „					
A	C	Di	R	u	V	f	F	A + F	A in mm		
20,495	20,500	20,512	n	0,46	4,05	0,430	0,043	20,452—20,538	0,644	lebende Eier	
20,468	20,511	20,591	n	3,66	3,92	0,411	0,043	20,425—20,511	0,644	konserv. „	

5. 107 Eier von *Ctenolabrus rupestris* aus dem Plankton bei Helgoland, gefischt vom 7. bis 16. August 1899, am Tage des Fanges lebend gemessen und in Formalin konserviert; wiedergemessen (+ 3 gleichartigen Eiern) am 14. Dezember 1899. Konservierungs-Dauer 4 Monate.

		Strich (E)									
		23	— 24	— 25	— 26	— 27	— 28				
Eizahlen		9	+ 33	+ 52	+ 12,5	+ 0,5	= 107 lebende Eier				
		2+	10,5	+ 34,5	+ 53,5	+ 9,55	= 110 konserv. „				
A	C	Di	R	u	V	f	F	A + F	A in mm		
25,650	25,722	25,825	n	7,40	4,21	0,550	0,053	25,597—25,703	0,806	lebende Eier	
25,527	25,650	25,802	n	13,11	4,26	0,576	0,055	25,472—25,582	0,803	konserv. „	

6. Komplexe Reihe von 86 Eiern, bestehend aus 76 *Raniceps raninus*, 4 *Caranx trachurus*, 5 *Rhombus norvegicus* und 1 *Motella* sp. Gefischt im Plankton bei Helgoland vom 8. August bis 6. September 1899, am Tage des Fanges lebend gemessen und in Formalin konserviert, wieder gemessen am 14. Dezember 1899. Konservierungsdauer 3 bis 4 Monate.

		Strich (E)										
		23	— 24	— 25	— 26	— 27	— 28	— 29				
Eizahlen		0,5	+ 2	+ 11,5	+ 34	+ 29,5	+ 6	+ 2,5	= 86 lebende Eier			
		1	+ 2,5	+ 11	+ 38	+ 26,5	+ 5,5	+ 1,5	= 86 konserv. „			
A	C	Di	R	u	V	f	F	A + F	A in mm			
26,372	26,353	26,333	p	1,30	3,77	0,687	0,074	26,298—26,446	0,829			
26,267	26,250	26,201	p	1,29	3,77	0,678	0,073	26,194—26,340	0,826			

Das Ergebnis dieser 6 Untersuchungsreihen ist Folgendes. Die Schrumpfung der Eier in Formalin ist selbst nach einer Konservierungsdauer von 4 Monaten faktisch verschwindend gering und theoretisch gleich Null. In der Hälfte der Fälle zeigt sich sogar statt der Schrumpfung eine leichte Quellung, in den drei andern Reihen beträgt die grösste Abnahme des mittleren Durchmessers nur 0,123 Strich (E) oder 0,003 mm. Der grösste Schrumpfungskoeffizient beträgt nur 0,004. Es ist klar und wird durch Betrachtung der übrigen berechneten Werte der Reihe, u. a. durch Berechnung der wahrscheinlichen Grenzen des Mittels ($A + F$), bestätigt, dass so geringe Unterschiede in den Hauptwerten der lebenden und konservierten Eier rein zufällige sein können und also überhaupt keinen Beweis für eine wirkliche Schrumpfung (oder Quellung) der Eier liefern. Unsere oben S. 165 ausgeführte zehnmalige Messung derselben 100 konservierten Schellfischeier ergibt ebenso grosse Unterschiede der Hauptwerte. Der Vergleich mit dieser zehnmaligen Messung derselben Eier zeigt aufs Deutlichste, dass auch die Verschiedenheiten in den Zahlen der einzelnen Intervalle zwischen den lebenden und konservierten Eiern nicht grösser sind, als sie durch reinen Zufall bei wiederholten Messungen derselben unveränderten Eier entstehen können.

Für den praktischen Zweck der Bestimmung der Fischeier kann demnach angenommen werden, dass der Eidurchmesser bei unserer Konservierung mit Formalin wenigstens in den ersten 4 Monaten gar keine Veränderung erfährt. Mit der Einführung der Formalin-Konservierung ist also ein grosser Schritt vorwärts gethan, denn in der Praxis wird eine Frist von 3 bis 4 Monaten nach dem Fange ausreichen alle während einer Seereise gefischten Eier zu messen, ehe eine störende Veränderung ihrer Grösse eingetreten ist.

III.

Systematik der schwimmenden Fischeier.

Pleuronectes limanda L. Kliesche.

Tafel IX, Fig. 1 u. 2, Maßtabelle I.

Ei mit homogenem Dotter ohne Ölkugel. Durchmesser 0,69 — 0,98 mm, Embryo mit feinem punktförmigen, schwarzen und citronengelben Pigment; After unmittelbar hinter dem Dottersack ausmündend. Ende Januar bis Mitte Juli.

Malm **45**, 16, tab. II, 10, 10a und b.

Cunningham **9**, 100—101, pl. II, 9—11, III, 1—6. **10**, 91, pl. XVIII, 2.

McIntosh u. Princee **50**, 791, 837—9 pl. V, 3, 3a, 11, pl. XVI, 3, 4, 6.

Holt **36**, 80—83, pl. XIV, 112—115. ,

Petersen **53**, 10, 12, 16. **54**, 126, pl. II, 9.

Canu **7a**, 128, pl. VIII, 1—4.

Williamson **62**, 274.

Ehrenbaum **19**, 268—72, Taf. III, 1—5.

Hensen u. Apstein **32**, 35, 45, 73—74, Fig. 14—17.

Die Kliesche ist ein in der deutschen Bucht sehr verbreiteter Fisch, dessen Laichverhältnisse von Helgoland aus besser als die irgend eines andern Fisches verfolgt werden können. Die Eier der Kliesche sind im Plankton bei Helgoland während der auffallend langen Zeit von nahezu 6 Monaten, von Ende Januar (31./1.) bis nach Mitte Juli (20./7.), beobachtet worden, in grösster Menge in den Monaten März bis Mai. In diesem Zeitraum hat sich auch wiederholt Gelegenheit geboten die künstliche Befruchtung auszuführen, wobei Weibchen von verschiedenen Längen von 16—30 cm benutzt wurden. Hieraus geht zugleich hervor, dass die Kliesche bereits bei einer sehr geringen Körpergrösse (16 cm) laichreif wird, in der sie für den Markt noch durchaus ungeeignet ist.

Das Ei der Kliesche besitzt in der Jugend als wasserhelles Ei ohne Öl wenig ins Auge fallende Eigenschaften. Die Grösse des Eies ist wegen ihrer Variabilität, wie sich zeigen lässt, nur unter grosser Vorsicht für die Bestimmung dieser Eier zu benutzen. Wesentlich leichter ist die Erkennung von Eiern mit weitentwickeltem pigmentierten Embryo. Derselbe erhält zunächst zartes, schwarzes, einige Zeit vor dem Ausschlüpfen aber auch schön citronengelbes Pigment, dessen Form und Verteilung durch unsere Figur 1 Taf. IX befriedigend wiedergegeben ist (vergl. auch **19**, Taf. III, 1). Das citronengelbe, dendritische Pigment ist in gleicher Verteilung auch an der eben ausgeschlüpfen Larve sichtbar; es verschwindet jedoch bei der Konservierung und lässt dann das schwarze Pigment zurück. Dieses ist aber in seinen zarten Formen (vergl. Fig. 2 Taf. IX) immer noch charakteristisch genug, um zur Erkennung des Eies und zur Unterscheidung von dem ähnlichen Flunderei dienen zu können. Auch mit dem Ei von *Motella mustela*, welches gleichzeitig vorkommt, kann das Klieschenei verwechselt werden, weil die Grösse des Eidurchmessers nahezu dieselbe ist. Doch besitzt das *Motella*-Ei eine Ölkugel, deren Lage bei aufmerksamer Beobachtung selbst am konservierten Ei fast immer noch festzustellen ist.

Bezüglich einiger charakteristischer Eigentümlichkeiten der Klieschen-Larve, die zur Unterscheidung von der Flunder-Larve dienen, sei hier auf den Abschnitt über *Pl. flesus* verwiesen.

Die Grösse des Kliescheneies schwankt nach unseren Beobachtungen, in denen diejenigen aller andern Autoren enthalten sind, von 22 bis 31 Strich (E), d. h. von 0,692 bis 0,975 mm. Der Variabilitäts-Koeffizient (f) schwankt von 0,225 Strich (E) = 0,007 mm bei homogenem, d. h. aus der einmaligen künstlichen Befruchtung eines Weibchen stammendem, bis zu 0,814 Strich = 0,026 mm bei planktonisch gefischem heterogenem Material. Dies bedeutet, dass der Durchmesser des einzelnen Eies bei homogenem Material mit einem wahrscheinlichen Fehler (f) von mindestens 0,007 mm, bei planktonischem mit einem grösseren, aber höchstens von 0,026 mm behaftet ist. Die Sicherheit der extremen Werte beträgt $\pm 5 f$, liegt also in diesem Falle zwischen 0,562 und 1,105 mm. Dies bedeutet, dass man bei weiteren Messungen noch grössere als die bisher beobachteten Extreme erwarten darf, mit fast völliger Sicherheit aber keine jenseits von 0,562 und 1,105 mm.

Die Abnahme des mittleren Eidurchmessers während des Verlaufs der Laichzeit ist bei Helgoland sehr deutlich, sie beträgt vom Februar bis Juli 0,846 — 0,763 = 0,083 mm, d. h. 10 % des anfänglichen Durchmessers. Die Differenz der extremen Grössen, welche in dieser Zeit zur Beobachtung gelangten, ist 0,943 — 0,692 = 0,251 mm, d. h. ca. 27 % des grössten Durchmessers.

Die nachfolgende Tabelle enthält eine kurze Zusammenfassung der Messungen, welche 1898 und 99 an planktonisch gefischem Material während des ganzen Verlaufs der Laichzeit gemacht wurden. Daran schliesst sich eine Übersicht der Messungen von künstlich befruchteten Kliescheneiern, welche von 8 Weibchen verschiedener Grösse herkommen. Bezüglich der Details sämtlicher hier aufgeführter Messungen sei auf die Maßtabelle I des Anhangs verwiesen.

Tab. 9. Masse der Kliescheneier bei Helgoland.

a. planktonisch gefischte Eier.

	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier.
Februar	0,846	0,786—0,943	411
März	0,842	0,755—0,943	200
April	0,823	0,723—0,912	200
Mai	0,780	0,692—0,849	200
Juni	0,763	0,723—0,817	115

b. künstlich befruchtete Eier.

Datum der		Messung	Mittl. Eidurchmesser	Variationsbreite	Zahl der Eier
Befruchtung			mm	mm	
♀ 21,2 cm	23./2 99	25./2, 7./3 99	0,851	0,786—0,880	1000
♀ ca. 30 „	3./3 98	23./3 98	0,942	0,912—0,975	30
♀ 16,7 „	11./3 99	14./3 99	0,835	0,817—0,880	100
♀ 19,4 „	11./3 99	14./3 99	0,866	0,817—0,912	100
♀ 28,5 „	16./3 99	20./3 99	0,841	0,786—0,880	100
♀ ca. 16 „	17./3 98	23./3, 26./3 98	0,849	0,817—0,880	150
♀ 23 „	29./3 98	30./3 98	0,839	0,817—0,880	100
♀ 19 „	20./5 99	21./5 99	0,741	0,723—0,755	100

Die künstlich befruchteten Eier stammen sämtlich von frisch gefangenen — also nicht vorher in Gefangenschaft beobachteten — Weibchen, welche sich naturgemäss zur Zeit des Fanges in sehr verschiedenen Phasen ihrer individuellen Laichperiode befanden. Hierauf ist es zurückzuführen, dass die mittlere Eiergrösse nicht durchweg der Körperlänge des betreffenden Weibchens und dem Datum der Befruchtung in ihren Beziehungen zur Laichzeit der Art entspricht. Nur so viel ist ersichtlich, dass das grösste Weibchen — von 30 cm Länge — auch die grössten Eier geliefert hat, während die späteste Befruchtung — vom 20./5 1899 — die kleinsten Eier ergab (vergl. theoret. Teil S. 179).

Bei der Konservierung mit Perényi'scher Flüssigkeit schrumpft das Klieschenei ziemlich bedeutend, doch zeigt sich, dass der Grad der Schrumpfung nicht in eine feste Regel gebracht werden kann. Bezeichnet man (nach S. 203) als Schrumpfungskoeffizienten die Abnahme des mittleren Eidurchmessers in Bruchteilen seiner Grösse, so schwankt dieser Koeffizient bei dem verschiedenen zur Untersuchung gelangten Material bei einer Dauer der Konservierung von $2\frac{1}{3}$ — $8\frac{1}{3}$ Monaten von 0,08—0,21. Die Extreme fallen jedoch nicht immer entsprechend zusammen. Die geringste Schrumpfung von 0,08 fand sich in einem Falle nach 7-monatlicher Konservierung, die grösste von 0,21 nach $6\frac{2}{3}$ Monaten. Im Mittel betrug der Schrumpfungskoeffizient nach 2 bis 4-monatlicher Konservierung 0,132, nach 5—9 Monaten 0,140.

Beispielsweise fanden wir Folgendes. 211 Eier aus dem Februarplankton maßen frisch von 0,786 bis 0,943, im Mittel 0,843 mm. 150 Eier von diesen maßen nach einer Konservierungsdauer von $2\frac{1}{3}$ Monaten 0,660 bis 0,849, im Mittel 0,734 mm; 50 Eier von diesen nach 4-monatlicher Konservierung 0,660 bis 0,817, im Mittel 0,729 mm; 50 andere Eier derselben Portion nach $8\frac{1}{3}$ -monatlicher Konservierung von 0,629 bis 0,786, im Mittel 0,713 mm. Hier zeigt sich eine mit der Dauer der Konservierung ziemlich gleichmässig zunehmende Schrumpfung.

100 Eier des Maiplanktons maßen von 0,692 bis 0,849, im Mittel 0,784 mm; 50 davon nach einer Konservierungsdauer von $5\frac{1}{3}$ Monaten von 0,597 bis 0,755, im Mittel 0,683 mm.

Im Ganzen haben wir bei verschiedenster Dauer der Konservierung mit Perényi'scher Flüssigkeit die Grösse der Kliescheneier des Planktons von 0,597 bis 0,849 mm gefunden. Bei alleiniger Berücksichtigung der Grösse und Vernachlässigung der Schrumpfung wird man konservierte Kliescheneier demnach zum Teil noch richtig bestimmen, zum andern Teil sie aber mit *Motella*-Eiern verwechseln können.

Die künstlich befruchteten Eier sind wiederholt benutzt worden, um den Einfluss der Wassertemperatur auf die Inkubationsdauer festzustellen. Es haben sich dabei einige bemerkenswerte Resultate ergeben, deren Bedeutung leider durch die Lückenhaftigkeit der Temperaturbeobachtungen einigermaßen herabgedrückt wird, die uns aber doch wichtig genug erscheinen, um sie hier kurz mitzuteilen. Es ist schon durch ältere Beobachtungen auf anderen Gebieten wahrscheinlich gemacht, dass das Produkt aus der Inkubationsdauer, ausgedrückt beispielsweise in Zahl der Stunden, und der mittleren Temperatur während der Inkubation, ausgedrückt z. B. in Graden C., eine Zahl ergibt, die für jede Fischspecies in gewissen Grenzen als konstant angesehen werden kann, und die mit der Benennung „Gradstunden“ als absolutes Maß für die Inkubationsdauer benutzt werden kann. Es wurden z. B. bei der Befruchtung vom 29./3 1898 während der Inkubation folgende Temperaturmittel beobachtet; das Ausschlüpfen erfolgte am 10./4 morgens, also nach 12 Tagen.

29./3	30./3	31./3	1./4	2./4	3./4	4./4	5./4	6./4	7./4	8./4	9./4
5°	5,° ₅	6°	6,° ₃	6,° ₃	6,° ₃	6,° ₇	6,° ₈	7°	7,° ₈	8,° ₅	9,° ₂ C.

Die Summe sämtlicher Mittel beträgt 81,4 und die Multiplikation dieser Zahl mit 24 ergibt die Zahl von 1954 Gradstunden.

Weitere Beispiele für die Berechnung der Inkubationsdauer nach diesem Schema findet man in dem Abschnitt über *Pl. flesus*, die Flunder.

Pleuronectes flesus L. Flunder, Struffbutt.

Tafel IX Fig. 3 u. 4. Maßtabelle II.

Ei mit homogenem Dotter ohne Ölkugel. Durchmesser 0,82—1,10 (im engl. Kanal bis 1,13) mm, Embryo mit kräftigem, dichtem schwarzen und ebensolchem chromgelben Pigment; After unmittelbar hinter dem Dottersack ausmündend. Ende Januar bis Anfang Juni (an der schottischen Ostküste bis Mitte Juli).

Malm 45, 15, Fig. 3—6.

Hensen, 30, 299.

Hensen u. Apstein 32, 34, 43—45, 71—73, Fig. 1—6.

Cunningham 9, 99, pl. II, 4—8. 10, 122, 131—4, pl. XVII, 3—5; XVIII, 1.

- McJntosh u. Princee **50**, 841, pl. X, 10; XII, 6, 6a; XV, 3, 8; XVI, 1; XIX 5.
 Petersen **53**, 2 ff, 18 f. **54**, 126 f, tab. II, 11—12.
 Canu **7 a**, 129, pl. VIII, 5—9; IX, 1, 1a.
 Williamson **62**, 274.
 Ehrenbaum **19**, 273—78, Taf. III, 6—10; VI, 11.

Der Struffbutt oder die Flunder ist der einzige von unsern Plattfischen, der aus dem Meere ins brackische und weiter bis tief ins Süßwasser vordringt. Auf diesen Wanderungen folgt er jedoch lediglich dem Nahrungstrieb, während der Geschlechtstrieb ihn ins Salzwassergebiet zurückführt. Man hat im eigentlichen Süßwasser bisher weder völlig reife Fische mit fließendem Laich, noch auch normale Eier mit Embryonen angetroffen. Auch im Brackwassergebiet ist uns das bisher nicht gelungen, obwohl an der britischen Küste die Flunder in brackischen Buchten und Flussmündungen laichen soll, wie wir mündlichen Mitteilungen entnehmen. Es wird aber übereinstimmend von der britischen wie von der deutschen Küste angegeben, dass die Flunder niemals weit ins Meer hinaus vordringt, und dass sie drüben die 30-Fadengrenze, bei uns schon die 20-Fadengrenze kaum überschreitet, so dass sie von den Kurrenfischern der Nordsee selten und gewöhnlich nur in geringer Menge und nur nahe der Küste gefangen wird.

Mit dieser Thatsache stehen die Angaben von Hensen und Apstein (**32**, 71 f), wonach die Flunder auf hoher See laicht, in Widerspruch. Wir glauben nun, dass diese Angaben anfechtbar sind, da sie auf mit grosser Wahrscheinlichkeit irrtümlichen Eibestimmungen beruhen. Indessen existieren absolut zuverlässige Daten darüber, wie weit die Flundereier seawärts vordringen, bisher nicht. In der Bucht von St. Andrews an der schottischen Küste (vgl. **52**, 382) hat man gefunden, dass das Laichen der Flunder in Wasser von $4\frac{1}{2}$ — $10\frac{1}{2}$ Faden stattfindet; wir haben trotz eifriger Bemühungen weder in den Flussmündungen noch im Wattenmeer noch in der unmittelbaren Umgebung von Helgoland Gebiete auffinden können, die sich durch reichliches Vorkommen der Eier in unzweifelhafter Weise als Laichplätze der Flunder dokumentiert hätten. Es ist jedoch sicher, dass solche Laichplätze in nicht zu grosser Entfernung von Helgoland vorhanden sind, da am Strande dieser Insel sowohl im Anfang des Winters vor Beginn der Laichzeit als auch im Frühjahr, gegen Ende der Hochzeit, regelmässig Flundern und zwar meist grosse Exemplare bis zu Längen von 48 cm gefangen werden. In der That haben wir neuerdings (während des Druckes dieser Abhandlung, am 12.3 1900) ca. 40 MI. NW von Helgoland wesentlich grössere Mengen von Flundereiern angetroffen, als uns irgendwo vorher begegnet sind. Wir fingen in unserm Netzzügen über 300 Stück, die mit Eiern der Kliesche, der Scholle, des Kabeljaus, des Wittlings u. a. vermischt waren, und haben damit die Überzeugung gewonnen, dass die Laichplätze der Flunder auf der deutschen Seite der Nordsee seawärts von Helgoland liegen. In dem bei Helgoland selbst gefischten Plankton sind die Flundereier immer nur in geringer Zahl vorhanden, und es gelang trotz eifrigen Suchens in $2\frac{1}{2}$ Monaten, von Ende Januar bis Mitte April, nicht mehr als 86 Eier im Jahre 1898 und 70 Eier im Jahre 1899 zu sammeln. Nach Mitte April wurden überhaupt keine Flundereier mehr im Auftrieb bemerkt.

Obwohl wir niemals Flunderweibchen mit fließendem Laich gefangen haben, so haben wir doch mit Tieren, die kurz vor Beginn der Laichzeit im Januar und Februar gefangen und von uns im Fischkasten aufbewahrt worden waren, die künstliche Befruchtung ausführen können. Wir brachten auf diese Weise von einer grössern Zahl Weibchen 6 Stück von 34—48 cm Länge zur Reife. Leider haben wir niemals kleinere Weibchen für die Befruchtung benutzen können. Es steht jedoch nach den Mitteilungen von McJntosh und Mastermann (**52**, 381) fest, dass die weibliche Flunder schon in einer Länge von kaum 18 cm laichreif wird, das Männchen sogar schon bei 11,5 cm Länge. Während wir die Flundereier im Plankton bei Helgoland nur von Ende Januar bis Mitte April antrafen, haben uns die künstlichen Befruchtungen noch bis in den Juni hinein — die letzte Befruchtung wurde am 6./6. 98 ausgeführt — normale Flundereier geliefert. An der schottischen Küste sind solche Eier noch bis Mitte Juli im Plankton beobachtet worden.

Zwei der von uns unmittelbar vor dem Beginn des Laichens gefangenen Flundern sind zur Feststellung der Keimfruchtbarkeit benutzt worden, da sich möglichst weit entwickelte Ovarien am besten zum Auszählen der in ihnen vorhandenen heranreifenden Eier eignen. Folgende Daten geben den Sachverhalt.

Datum des Fanges	Länge	Totalgewicht	Gewicht des Ovars	Wirklich gezählte Eimenge	Berechnete Gesamtzahl der Eier
20./1 98	38,5 cm	900 gr	162 gr	5 394 Stück	2 017 730 Stück.
12./12 98	38,9 „	805 „	63 „	20 856 „	2 042 497 „

Im ersten Falle wurde ähnlich verfahren, wie es W. Fulton in seinem Aufsätze „The comparative fecundity of sea-fishes“ (22, 244) angiebt. Das ganze Ovar wurde gekocht, im Wasserbade getrocknet und dann 0,5 gr dieser getrockneten Masse ausgezählt. Im zweiten Falle wurde das gekochte Ovar noch mit 90 % Alkohol behandelt, dann an der Luft getrocknet und 0,15 gr dieser Masse ausgezählt. Da die Eihäute nur zum Teil entfernt und übrigens vernachlässigt worden sind, so werden als Resultat unserer Zählungen in beiden Fällen rund 2 Millionen Stück angenommen werden können. In gutem Einklang hiermit stehen folgende Bestimmungen von Fulton (22, 265):

Länge: 37,5 cm	Totalgewicht: 723 gr	Zahl der Eier: 1 638 000
„ 32,4 „	„ 390 „	„ 711 620
„ 26,7 „	„ 338 „	„ 561 782

Bei einer späteren Gelegenheit (24, 370) hat Fulton 1 411 000 als Mittel für die Eizahl der Flunder angegeben. ¹⁾

Das Ei der Flunder ist in der Jugend wasserhell; es besitzt einen sehr kleinen perivitellinen Raum und hat überhaupt wenig ins Auge springende Eigentümlichkeiten. Es kann daher in diesem frühen Entwicklungsstadium leicht mit anderen Eiern verwechselt werden. Von dem sehr ähnlichen Klieschei kann es durch seine erheblichere Grösse meistens, wenn auch nicht immer, unterschieden werden. Vom März ab kann es mit den ebenfalls wasserhellen und in der Grösse sehr ähnlichen Sprotteiern verwechselt werden. Doch wird man bei sorgfältiger Prüfung in den letzteren fast immer die eigentümliche Segmentierung des Dotters entdecken, die dem Flunderi fehlt. Auch gewisse Gadideneier, nämlich von *Gadus minutus* und *luscus*, sind dem Flunderi in frühester Jugend zum Verwechseln ähnlich, doch wird sich hier für *G. luscus* in der Regel ein etwas grösserer Eidurchmesser feststellen lassen. Für das kleinere Ei von *G. minutus* trifft dies nicht zu, doch fehlen uns darüber Erfahrungen, da dieser Fisch in der Deutschen Bucht nicht vorkommt.

Hat das Flunderi sich erst soweit entwickelt, dass die embryonale Pigmentierung sichtbar wird, so ist die Gefahr der Verwechslung mit anderen frischen Eiern wesentlich vermindert. Zunächst tritt, ähnlich wie bei der Kliesche, schwarzes Pigment auf. Dasselbe ist jedoch von vornherein dichter und reicher als bei der Kliesche. Wenn dann bald darauf das gelbe Pigment hinzukommt, so wird der Unterschied von der Kliesche noch augenfälliger (vgl. Taf. IX Fig. 3). Abgesehen davon, dass das Gelb der Flunder mehr chromgelb, das der Kliesche mehr citronengelb ist — was nicht immer gleich deutlich ist — ist der Gesamteindruck des Flunderpigments viel brillanter, als der des blassen Klieschenpigments. Dieser Unterschied wird um so deutlicher, je weiter die Embryonalentwicklung vorschreitet. Da die ausschlüpfende Klieschenlarve nicht kürzer, sondern eher länger ist, als die der Flunder, so erscheint der Klieschenembryo kurz vor dem Ausschlüpfen

¹⁾ Neuerdings (Wissenschaftl. Meeresunters. Bd. IV, Abteilung Kiel, S. 231) hat Reibisch eine sorgfältigere Methode für die Bestimmung der Eizahl bei der Scholle angegeben und auf 75 Individuen verschiedener Grösse und Herkunft angewandt. Es wäre sehr wünschenswert, dass auch andere Nutzfische des Meeres eine entsprechende Bearbeitung erfahren, damit die vorläufig noch sehr lückenhafte, aber äusserst wichtige Kenntnis von der Keimfruchtbarkeit dieser Fische auf eine sichere Basis gestellt würde. Fulton hat bei anderer Gelegenheit (Zool. Anzeiger 1898, S. 252) folgende Zahlen für das Volumenverhältnis der reifen Eier zum Körper des betreffenden Weibchens gegeben: Eine sehr grosse Flunder — genaues Längenmaß fehlt — hatte unmittelbar vor Beginn des Laichens ein Körpervolumen von 951 cbcm, wovon 170 cbcm auf die reifen Ovarien entfielen, deren Eizahl 2 733 800 Stück betrug. Das Volumen einer solchen Zahl Eier im reifen Zustande giebt er auf 1114 cbcm an, also wesentlich mehr als das Mutterfisches. (Diese Zahl scheint auf rechnerischem Wege festgestellt zu sein.) Wir können dem folgende Daten an die Seite stellen. Die sehr umfangreichen Ovarien einer Flunder von 46 cm Länge, welche unmittelbar vor Beginn des Laichens abgestorben war, hatten ein Volumen von 575 cbcm. Andererseits haben wir festgestellt, dass 2 Millionen reifer Eier — also die Menge, die ein ♀ von ca. 39 cm Länge in einer Laichperiode ablegt — im konservierten Zustande nach tagelangem Absetzen in Alkohol ein Volumen von ca. 1500 cbcm einnahmen.

im Ei stark aufgerollt, während der Flunderembryo wenig länger ist als die Peripherie des Dotters. Der in der Regel vorhandene Grössenunterschied zwischen beiden Eiarten lässt dieses Verhältnis noch auffälliger hervortreten.

In welcher Weise die Larven der Flunder und der Kliesche von einander unterschieden werden können, und wie dabei namentlich das frühere Erscheinen des Pigments auf den Flossensäumen bei der Flunder und das zeitigere Dunkelwerden der Augen bei der Kliesche ein Hilfsmittel bietet, das ist schon früher (19, 275) von uns ausgeführt worden. Es verdient hinzugefügt zu werden, dass der Hinterkörper der sehr jugendlichen Klieschenlarve vor Resorption des Dottersacks — vom After bis zur Schwanzspitze gerechnet — in der Regel länger ist als beim entsprechenden Stadium der Flunder. Bei der Kliesche ist er gewöhnlich über 2 mal so lang, bei der Flunder weniger als 2 mal so lang wie die Strecke von der Kopfspitze bis zum After. Die späteren Larvenstadien der Kliesche von der Resorption des Dottersacks bis zur Erreichung der Asymmetrie sind von den entsprechenden Stadien der Flunder und der Scholle durch zarte schwarze Pigmentsterne unterschieden, welche den äusseren Rand der Brustflossen zieren.

Die von uns am Flunderci beobachteten Grössendifferenzen schliessen die Angaben fast aller andern Autoren ein; sie reichen von 26 bis 35 Strich (E) oder 0,817 bis 1,100 mm. Nur eine neuere Angabe von Holt und Scott (40, 160) für im März bei Plymouth gefangene Flundereier geht mit 1,13 mm etwas darüber hinaus. Der Variabilitätskoeffizient schwankt von 0,288 Strich (E) = 0,009 mm bei homogenem Material bis höchstens 0,911 Strich (E) = 0,029 mm bei planktonisch gefischtem. Die Sicherheit der extremen Werte liegt also zwischen $0,817 - 5 \times 0,029$ und $1,100 + 5 \times 0,029$ oder zwischen 0,672 mm und 1,245 mm.

Die Abnahme des mittleren Eidurchmessers im Verlauf der Laichzeit ist wohl deutlich, aber sie ist nicht sehr bedeutend, da sich die Beobachtungen an planktonischen Eiern nur über $2\frac{1}{2}$ Monate erstrecken. Sie beträgt immerhin $0,996 - 0,966 = 0,030$ mm oder ca. 3 % des anfänglichen mittleren Durchmessers. Gleichzeitig beträgt die Differenz der extremen Grössen, welche beobachtet wurden, $1,069 - 0,817 = 0,252$ mm, d. h. 23,6 % des grössten Durchmessers.

Tab. 10. Masse der Flundereier bei Helgoland.

a. planktonisch gefischte Eier.

Monat	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
Februar 1898/99	0,996	0,912—1,069	70
12. März 1900 40 Mil. NW von Helgoland	0,970	0,817—1,069	200
April 1898/99	0,966	0,880—1,038	34

b. künstlich befruchtete Eier.

Befruchtung	Datum der Messung	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier	
♀ 44 cm, befr.	27.—28./2 99	28./2, 1./3, 8./3	1,066	1,006—1,100	300
„ „ „	13./3 „	13./3, 14./3, 16./3	1,065	1,038—1,100	300
„ „ „	24./3 „	28./3, 30./3	1,034	1,006—1,069	300
„ „ „	5./4 „	8./4, 10./4	1,031	1,006—1,069	200
„ „ „	15./4 „	15./4	1,002	0,943—1,069	100
♀ ca. 40 cm, befr.	24./3 99	30./3	1,052	1,006—1,069	100
♀ 41 cm, befr.	5./4 99	10./4	1,014	0,975—1,069	100
„ „ „	15./4 „	17./4, 21./4	0,991	0,943—1,038	200
♀ 48 cm, befr.	15./4 99	18./4, 19./4	1,073	1,038—1,100	200
„ „ „	25./4 „	28./4	1,069	1,038—1,100	100

	Datum der Befruchtung	Messung	Mittl. Eidurchmesser	Variationsbreite	Zahl der Eier
			mm	mm	
♀ 35 cm, befr.	20./4 98	21./4, 27./4	0,982	0,943—1,038	220
„ „ „	29./4 „	29./4, 2./5	0,971	0,912—1,006	200
♀ 34 cm, befr.	9./5 98	10./5, 12./5	0,988	0,943—1,038	200
„ „ „	27./5 „	28./5, 31./5	0,929	0,912—0,975	200
„ „ „	6./6 „	6./6, 8./6	0,884	0,849—0,912	180

In der vorstehenden Tabelle 10 sind die Messungen planktonischer Eier von 3 Jahren nach Monaten zusammengestellt; die Einzelheiten der Messungen findet man in der Maßtabelle II des Anhangs. Der Wert der von uns gegebenen Monatsmittel des Eidurchmessers ist entsprechend der zum Teil kleinen Zahl der gemessenen Eier ein beschränkter. Die unter b der Tabelle aufgeführten Messungen künstlich befruchteter Eier sind nur eine Zusammenziehung der in der Maßtabelle gegebenen Messungen, sie sind nach dem Datum der Befruchtung geordnet und beziehen sich auf 6 längere Zeit gefangen gehaltene Weibchen, die, soweit sich feststellen liess, alle vom Beginn ihrer individuellen Laichzeit an zur Beobachtung gelangten. Dies ergibt die wesentliche Vorbedingung für die Beurteilung des Zusammenhanges zwischen Eigrösse und Grösse des Muttertieres. Berücksichtigt man, dass die Körperlänge nicht das einzige und ausschlaggebende Maß für diese Grösse ist, so findet man, dass die Eigrösse in ziemlicher Übereinstimmung mit der Körpergrösse abnimmt. Deutlicher wird dies, wenn man, wie auf S. 179 gesehehen ist, je zwei annähernd gleich lange Tiere zusammenfasst. Noch besser erhellt aus obigen Zahlen die allmähliche Abnahme der Eigrösse im Verlauf der individuellen Laichzeit, die in einem Falle vom 27. Februar bis zum 15. April verfolgt werden konnte. Die Grössenabnahme des Mittels beträgt 2,033 Strich (E) = 0,064 mm, d. i. 6% des anfänglichen Mittels. Aus dieser Zusammenstellung geht zugleich hervor, dass in einem besonders günstigen Falle ca. 7 Wochen hindurch reife und entwicklungsfähige Eier von einem Weibchen gewonnen werden konnten; ja selbst zu Beginn der neunten Woche (am 25/4. 99) konnten von demselben Fische noch reife Eier abgestrichen werden, jedoch entwickelten dieselben keine Embryonen mehr. Es ist nun zwar wahrscheinlich, dass in der Gefangenschaft durch den Mangel an Futter und namentlich an ausgiebiger Bewegung die individuelle Laichzeit eine unnatürliche Verlängerung erfahren hat. Aber man wird doch kaum fehl gehen, wenn man 5—6 Wochen als Dauer der individuellen Laichzeit einer Flunder von der angegebenen Grösse annimmt. Bezüglich weiterer Einzelheiten bei diesen und anderen ähnlichen Befruchtungen verweisen wir auf die Ausführungen des theoretischen Teils dieser Abhandlung (S. 174—180).

Durch die Konservierung verliert das Flunder-Ei ebenso wie andere Eier alles Pigment bis auf das schwarze; doch ist das letztere beim weit entwickelten Embryo in so charakteristischer dichter Anordnung vorhanden, dass es für die Erkennung des Eies noch sehr oft benutzbar bleibt (vergl. Taf. IX Fig. 4). Dagegen lassen sich jugendliche konservierte Flunder-Eier nicht mehr sicher erkennen, da ihr wichtigstes Merkmal, die Grösse, durch die gewöhnliche Konservierung mit Perényi'scher Flüssigkeit unregelmässig verändert wird. Namentlich schwierig finden wir es konservierte Sprotteier von ebensolchen Flunder-Eiern zu unterscheiden, da die Dottersegmentierung der ersteren bei der Fixierung nicht gleichmässig erhalten bleibt. Ebenso werden die Grössenunterschiede zwischen dem Flunder-Ei einerseits und dem Wittlings- (*Gadus merlangus*) und Zwergdorsch-Ei (*G. luscus* und *minutus*) andererseits durch die Konservierung in hohem Grade verwischt; und wenn andre Gebiete der Nordsee in Betracht kommen, z. B. der englische Kanal, wo der Pollack (*Gadus pollachius*) und die schottische Ostküste, wo der Köhler (*Gadus virens*) in Küstennähe laichen, so werden auch die Eier dieser Arten in konservierten Fängen schwer oder gar nicht von Flunder-Eiern getrennt werden können. Nimmt man weiter an, dass auch das Vorhandensein einer Ölkugel durch die Konservierung verwischt wird, so mehrt sich die Zahl derjenigen Eiarten noch weiter, die im konservierten Zustande mit dem Flunder-Ei verwechselt werden können.

Bei einer Anzahl von uns ausgeführter Messungen fanden wir die mit Perényi'scher Flüssigkeit konservierten Flunder-Eier in ebenso unregelmässiger Weise geschrumpft wie die ähnlich behandelten Klieschen-Eier (vgl. diese), doch bleiben die Extreme hinter denjenigen der Klieschen-Eier zurück. Bei einer Dauer der

Konservierung von 2—8 Monaten fanden wir den Schrumpfungs-Koeffizienten schwankend zwischen 0,045 und 0,177, im Mittel zu 0,140. Die Maße geschrumpfter Flundereier des Auftriebs vom Februar bis Mitte April liegen nach unseren Messungen zwischen 0,770 und 0,975 mm. Wird diese Schrumpfung bei der Bestimmung der Eier vernachlässigt, so würde man die Mehrzahl der konservierten Flundereier irrtümlich als Kliescheneier ansehen.

Gelegentlich der künstlichen Erbrütung der Flundereier haben wir ebenso wie bei der Kliese Beobachtungen über die Abhängigkeit der Inkubationsdauer von der Wassertemperatur gemacht. Die am 20. April 1898 um 8 Uhr abds. befruchteten Flundereier schlüpften meist in der Nacht vom 27. zum 28. April nach ca. 7 Tagen aus, wobei die Wassertemperatur von 6 bis 10° schwankte. Im Einzelnen betragen die Temperaturmittel

am	21./4	22./4	23./4	24./4	25./4	26./4	27./4
	7°	8°	8,°4	7,°7	8,°5	10,°1	9,°8 C.

Die Summe dieser Temperaturmittel ist 59,5. Man erhält also für die Inkubationsdauer $59,5 \times 24 = 1428$ Gradstunden.

Bei der am 29. April 1898 3h pm ausgeführten Befruchtung erfolgte das Ausschlüpfen schon nach kaum 5 Tagen, nämlich im Laufe des 4. Mai. Es wurden beobachtet:

am	29./4	30./4	1./5	2./5	3./5	4./5
	10°	10°	11,°7	12,°2	12,°2	11,°5 C.

Die Berechnung der Gradstunden kann in diesem Falle folgendermassen gemacht werden.

$$10 \times 9 + (10 + 11,7 + 12,2 + 12,2) 24 + 11,5 \times 12 = 1334 \text{ Gradstunden.}$$

Bei der am 27. Mai 1898 3h pm vorgenommenen Befruchtung erfolgte das Ausschlüpfen am 31./5 nachmittags nach etwa genau 4 Tagen. Die beobachteten Temperaturmittel waren

am	27./5	28./5	29./5	30./5	31./5
	12,°7	13,°5	15,°8	13,°4	13,°5 C.

woraus sich für die Inkubationsdauer $12,7 \times 9 + 40,7 \times 24 + 13,5 \times 15 = 1294$ Gradstunden ergeben. Schliesslich seien noch die bei der Befruchtung vom 28. Februar 1899 beobachteten Temperaturmittel aufgeführt, da dieselben fast alle aus 3 Einzelbeobachtungen um 9h am, 12h m und 6h pm gezogen und daher zuverlässiger sind als die früheren. Das Ausschlüpfen erfolgte in diesem Falle am 10. März nach etwa genau 10 Tagen. Die Temperaturmittel waren

am	28./7	1./3	2./3	3./3	4./3	5./3	6./3	7./3	8./3	9./3
	5°	5,°7	6,°7	7,°1	6,°7	4,°0	4,°3	4,°3	4,°7	6,°2 C.

Die Summe beträgt 54,7, also berechnet sich die Inkubationsdauer zu 1313 Gradstunden.

Die Temperaturverhältnisse während dieses letzterwähnten Befruchtungsexperiments mit einem Mittel von ca. 5,5° C entsprechen annähernd den während des Monats April im offenen Meere bei Helgoland herrschenden Verhältnissen. Um diese Zeit werden also die unter natürlichen Verhältnissen unweit Helgoland abgelegten Flundereier eine Inkubationsdauer von etwa 10 Tagen haben. Bestätigen nun weitere Versuche unsere Annahme, dass sich für jede Fischspecies eine Konstante finden lässt, die einen absoluten Ausdruck für die Inkubationsdauer angiebt, so kann man auch die Entwicklungszeit jeder Eispecies in einem gegebenen Zeitpunkt für einen beliebigen Meeresteil berechnen, wenn man die mittlere Wassertemperatur für diesen Zeitpunkt kennt. Nimmt man z. B. das Mittel aus unseren 4 Beobachtungen, d. i. 1342 als Konstante für die Flunder an, so ergibt sich für das Flunderei bei Helgoland

im Februar bei einer mittleren Temperatur ¹⁾ von 2,°1 C	eine mittlere Inkubationsdauer von 26,6 Tagen
März „ „ „ „ „ 2,°6 C	„ „ „ „ 21,5 „
April „ „ „ „ „ 5,°7 C	„ „ „ „ 9,8 „
Mai „ „ „ „ „ 8,°7 C	„ „ „ „ 6,4 „
Juni „ „ „ „ „ 12,°3 C	„ „ „ „ 4,6 „

¹⁾ Anmerk. Vergl. P. K u e k u e k, in *Wissensch. Meeresunters.* Bd. III, Abteilung Helgoland, 1, S. 76.

***Pleuronectes platessa* L. Scholle.**

Tafel IX Fig. 5 u. 6. Maßtabelle III.

Grosses Ei mit homogenem Dotter ohne Öl. Durchmesser 1,67—2,11 mm, Embryo mit grossen und lebhaften, schwarzen und chromgelben Farbzellen; After unmittelbar hinter dem Dottersack ausmündend. Bei Helgoland Ende Januar bis Ende April (an der schottischen Küste bis Anfang Juni).

Schiödte 59, 269, Tab. XI, 2—4.

Hensen 30, 299—312.

Hensen u. Apstein 32, 34f, 43, 69—71, Fig. 7—10.

Cunningham 9, 99 pl. II, 1—3. 10, 92 pl. XVIII, 4. 11, 46.

McIntosh u. Prince 50, 840 pl. I, 20; V, 6, VI, 7; XII, 7; XIV, 5; XVI, 5, 5 a.

Fullarton 21 a, 311—316 pl. VII—IX. 21 b, 274—282 pl. XIII—XVI.

Holt 36, 76—79 pl. XIV, 107—111.

Canu 7 a, 130 pl. IX, 2, 2 a.

Petersen 54, 2ff, 125ff, Tab. II, 10.

Williamson 62, 273 f.

Ehrenbaum 19, 260—267, Taf. IV, 12—15.

Scholleneier sind im Auftrieb bei Helgoland noch seltener als Flundereier; es liegen offenbar keine Laichplätze der Scholle in unmittelbarer Nähe der Insel. Während der Laichperiode des Jahres 1898 gelang es trotz sorgfältigen Suchens nicht, mehr als 13 Scholleneier aus dem täglich gefischten Auftrieb zu sammeln gegen 86 Flundereier und weniger als 1 % der gleichzeitig gesammelten Kliescheneier. Die Zusammenfassung der Messungen an diesen 13 Eiern mit solchen von früheren Jahren erlaubt uns die Zahl der Messungen an Eiern aus dem helgoländer Auftrieb auf 35 zu bringen, wovon 29 den Monaten Januar bis Februar und nur 6 den Monaten März bis April angehören.

Erst neuerdings, während des Druckes dieser Abhandlung, am 12. März 1900, haben wir in mässiger Entfernung von Helgoland (40 Seemeilen NW) eine grössere Zahl von Scholleneiern im Plankton erbeutet, die uns erlaubte einen tieferen Einblick in die Grössenverhältnisse dieser Eier zu gewinnen.

Die Eier der Scholle sind unter den Eiern der Nordseefische wegen ihrer besonderen Grösse mit ziemlicher Sicherheit kenntlich und liessen sich bisher im frischen Zustande von den nächst grossen Eiformen des Schellfisches, des Kabeljaus und etwa noch der Rotzunge (*Pleuronectes microcephalus*) durch dieses Merkmal immer mit Sicherheit trennen. Von andern grossen Eiern unterscheiden sie sich durch den Mangel an Öl. Der Embryo der Scholle ist, wie wir in unserer Figur 5, Taf. IX zeigen, sobald er eine gewisse Grösse erlangt hat, durch eine Mischung von schwarzem mit lebhaft chromgelbem Pigment ausgezeichnet. Während dies letztere durch die Konservierung verschwindet, bleibt ersteres, wie Figur 6 zeigt, erhalten und kann auch bei konservierten Eiern die Sicherheit der Bestimmung unterstützen. In welcher Weise sich die Scholleneier von den ebenfalls sehr grossen, zum Teil sogar noch grösseren Eiern von *Drepanopsetta* durch den Mangel eines perivitellinen Raumes und andere Merkmale unterscheiden, ist in dem Abschnitt „*Drepanopsetta*“ noch näher ausgeführt. Die Larven der Scholle sind schon früher von uns (19, 260ff) ausführlich beschrieben und abgebildet worden. Auch sie sind durch ihre ausserordentliche Grösse und lebhaft pigmentierte meist leicht und sicher zu kennen.

Für die Untersuchung der Grösse des Scholleneies standen uns ausser den bereits erwähnten planktonisch gefischten eine Anzahl künstlich befruchteter Eier zur Verfügung. Diese erhielten wir durch Vermittlung des Herrn Duge in Geestmünde von einem Fischdampfer-Kapitän, und obwohl dieselben erst 11 Tage nach der Befruchtung in unsere Hände gelangten, entwickelten sie sich vorzüglich weiter. Die Scholleneier stammten von 2 Befruchtungen, welche beide am 11. Februar 1898 am Nordrande der Grossen Fischerbank ausgeführt worden waren, indem bei der ersten ein ♀ von 58 cm Länge, bei der zweiten eins von 56 cm Länge benutzt wurde. Die Eier enthielten wohlentwickelte Embryonen mit gelbem und schwarzem Pigment, als sie in unsere Hände gelangten; sie waren fast alle gesund und begannen am 3. März — also 20 Tage nach der Befruchtung — auszuschlüpfen. Die ausgeschlüpften Larven lebten im Aquarium noch 3 Wochen lang.

Die Resultate der Messungen an diesen Eiern sind in die unten angefügte Tabelle 11 aufgenommen. Es zeigt sich, dass die Eier der ersten Befruchtung mit einem mittleren Durchmesser von 1,852 mm erheblich kleiner sind, als die von der zweiten Befruchtung mit einem mittleren Durchmesser von 1,945 mm, obwohl die Mutterfische nahezu gleich gross, im zweiten Falle sogar etwas kleiner als im ersten waren. Nimmt man an, dass das Schollenweibchen von 58 cm Länge sich bereits dem Ende seiner individuellen Laichzeit näherte, während das 56 cm lange Tier sich noch in der „Hochzeit“ seiner Laichperiode befand, so findet der Umstand, dass das grössere ♀ die kleineren Eier lieferte, eine ungezwungene und mit der behaupteten Gesetzmässigkeit harmonisierende Erklärung.

Wir haben später noch ein zweites Mal Gelegenheit gehabt künstlich befruchtete Scholleneier zu erhalten. Dieselben wurden uns durch die freundliche Vermittlung des Herrn H. M. Kyle vom schottischen Fisheryboard aus Aberdeen zugesandt, waren aber auf dem Transport, nachdem sie das Stadium der Keimscheibe erreicht hatten, alle eingegangen. Obwohl die Messungen an derartigen Eiern nach unseren Erfahrungen nicht vollwertig sind, so geben die Mittel derselben doch ziemlich zuverlässigen Anhalt für die Grösse der Eier, und wir haben daher je 100 Eier von 2 Befruchtungsserien gemessen, zu denen in einem Falle ein ♀ von 50 cm, im anderen von 46 cm Länge benutzt worden war. Auch bei diesen Eiern zeigten die Mittel der beiden Messungsreihen einen Unterschied von ca. 3 Strichen (E), also ebensoviel, wie bei den Messungen der gesunden Eier beobachtet worden war; und auch in diesem Falle hatte das grössere Weibchen die kleineren Eier geliefert. Die Einzelheiten der Messungen sind in der Maßtabelle III des Anhangs wiedergegeben.

Obwohl die Zahl der von uns bei Helgoland planktonisch gefischten Scholleneier nicht sehr gross ist, so zeigen die Messungen derselben doch mit grosser Deutlichkeit, dass auch bei der Scholle wie bei anderen Fischen die mittlere Eigrösse im Verlauf der Laichzeit erheblich abnimmt; sie sinkt von 1,96 mm im Januar-Februar auf 1,84 mm im April-März; die Differenz beträgt 0,119 mm oder 6% des ursprünglichen Mittels. Ferner zeigen sie die ausserordentlich grosse Variabilität des Eidurchmessers, welche sich über 15 Striche (E) erstreckt, nämlich von 53 bis 67 Strich (E) oder von 1,666 bis 2,106 mm. Hier beträgt die Differenz 0,440 mm oder 20,9% des Maximalmaßes. Es ist möglich, dass damit die ganze Breite der Variation noch nicht erschöpft ist, denn Cunningham hat bei Plymouth (Journ. M. B. A. I, p. 46) gelegentlich den unser Maximum noch um ca. 1 Strich (E) übertreffenden Durchmesser von 2,13 mm gefunden. Die Einbeziehung dieses letzteren Maßes erhöht die Differenz der Extreme auf 0,464 mm oder 21,8% des grössten Eidurchmessers.

Der Variabilitätskoeffizient schwankt von 0,477 Strich (E) = 0,015 mm bei homogenem bis zu 1,804 Strich = 0,057 mm bei planktonischem Material; die Sicherheit unserer extremen Werte liegt also zwischen 1,666 — 0,285 und 2,106 + 0,285 oder zwischen 1,381 und 2,391 mm. Es ist ersichtlich, dass der von Cunningham beobachtete Maximalwert von 2,13 mm innerhalb dieser Extreme liegt.

Tab. 11. Masse der Scholleneier.

a. planktonisch bei Helgoland gefischte Scholleneier.

Monat	Datum d. Messung	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl d. Eier
Januar u. Februar 96—98	—	1,959	1,729—2,044	29
12. März 1900 40 Ml. NW v. Helg.	13/3	1,889	1,698—2,106	200
März u. April 96—98	—	1,840	1,666—1,918	6

b. künstlich befruchtete Eier der Nordsee.

Befruchtung	Datum der Messung	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl d. Eier
♀ 58 cm, Gr. Fischerbank, 11,2 98	22,2 98	1,852	1,729—1,918	100
♀ 56 „ „ „ „	23,2 „	1,945	1,886—2,012	100
♀ 50 „ Aberdeen 18,3 99	24,3 99	1,874	1,792—1,949	100
♀ 46 „ „ „ „	„ „	1,973	1,886—2,075	100

} alle Eier
} abgestorben

Bei den planktonisch gefischten Eiern ist die Schrumpfung so unregelmässig erfolgt, dass durch einen Zufall eine ursprünglich vorhandene Differenz von 0,119 mm in der Grösse zweier Gruppen völlig ausgeglichen ist und am 11./10 98 beide Gruppen im Mittel 1,63 mm im Durchmesser gross waren. Eine ganz ähnliche Zahl, nämlich 1,62, fanden wir als Mittel aus 100 Messungen, die an 10 älteren Scholleneiern ausgeführt wurden, nachdem dieselben 1 1/2 Jahr in der Konservierungsflüssigkeit verweilt hatten. Im lebenden Zustande waren diese letzteren nicht gemessen worden.

Bei den künstlich befruchteten, gesunden Eiern betrug der Schrumpfungskoeffizient nach 2 2/3 Monaten 0,095, nach 8 1/2 Monaten im Mittel 0,124. Die kleineren Eier waren nach 8 1/2 Monaten im Mittel auf 1,624 mm, die grösseren auf 1,702 mm geschrumpft. Im Ganzen haben wir an konservierten Eiern nach 2 bis 8 1/2-monatlicher Konservierung Einzelmaße von 44 bis 59 Strich (E) oder von 1,383 bis 1,855 mm beobachtet. Da die Grössen lebender Schellfischeier nach unseren bisherigen Beobachtungen zwischen 43 und 53 Strich (E) liegen und die Extreme jedenfalls in Wirklichkeit noch weiter ausgreifen, so wird man bei Vernachlässigung der Schrumpfung die meisten konservierten Scholleneier als Schellfischeier bestimmen müssen.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass bei weiterer Ausdehnung der Untersuchungen, namentlich auf andere Örtlichkeiten, die bis jetzt noch mögliche Trennung frischer und besonders konservierter Eier von Scholle und Schellfisch nicht mehr durchgeführt werden kann, indem die Variationsgebiete beider Species mit einem oder mehreren Strichen (E) übereinander greifen.

Drepanopsetta platessoides Fabr. Rauhe Scholle.

Textfigur 9.

Ei mit homogenem Dotter und sehr grossem perivitellinen Raum, Eihaut zart. Eidurchmesser 1,48—2,64 mm, Embryo mit zartem chromgelben und schwarzen Pigment; After unmittelbar hinter dem Dottersack. Laichzeit in der Nordsee Mitte Januar bis Mai.

Cunningham 9, 105 pl. VII, 2. 15, 244—8, Fig. 112.

McJntosh 51 a, 319. 51 e, 220 pl. VI, 1—11; VII, 1—3.

McJntosh u. Prince 50, 853 pl. XIII, 3; XVIII, 2.

McJntosh u. Masterman 52, 319 ff. pl. III, 21; XII, 11—13.

Holt, 36, 57 pl. VII, 57—61; XIII, 98—106.

Hensen u. Apstein, 32, 36, 46, 74, Fig. 11—13, 22.

Die „rauhe Scholle“, besser bekannt unter dem englischen Namen „long rough dab“, ist auf den deutschen Nordseemärkten keine allzu häufige Erscheinung und wird hier gewöhnlich mit der „Rotzung“ (*Pleuronectes cynoglossus* L.) zusammen geworfen, seltener als „Scharbzung“ besonders unterschieden. Dieser Fisch hat in der nördlichen und nordwestlichen Nordsee sein Hauptverbreitungsgebiet und spielt daher auf den britischen Märkten eine wesentlich grössere Rolle, als bei uns. In der Nähe von Helgoland wird er immer nur in vereinzelten

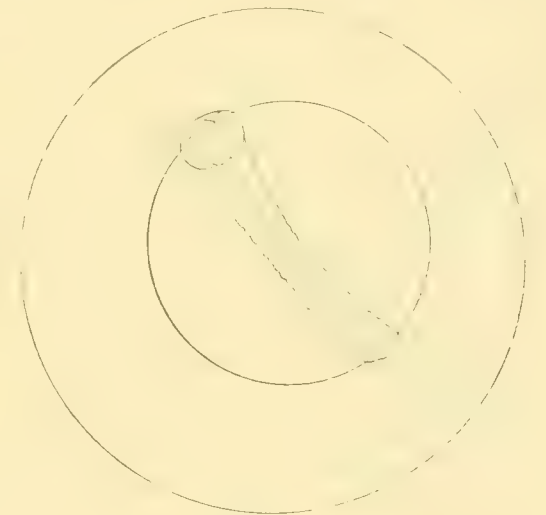


Fig. 9.

Ei mit Embryo von *Drepanopsetta platessoides* Fabr. nach dem Leben. Durchmesser¹⁾ 67 Strich (E) = 2,10 mm. Kopie nach Cunningham (9, pl. VII, 2).

¹⁾ Alle im Text gegebenen Ei-Abbildungen sind im Verhältnis von $\frac{1}{0,03144}$ vergrössert, d. h. die Anzahl der Striche (E) im Durchmesser des Objektes ist durch ebenso viele Millimeter in der Abbildung wiedergegeben.

und meist jugendlichen Exemplaren gefangen; auch wurden planktonisch gefischte Eier von uns nur ganz selten beobachtet.

Die Hochzeit des Laichens fällt nach den ziemlich übereinstimmenden Angaben der britischen Forscher in die Mitte des Monats März; doch beginnt das Laichgeschäft schon in der zweiten Hälfte des Januars und endet erst im Mai.

Die Eier von *Drepanopsetta* waren in Folge ihres auffälligen Aussehens, ihres grossen perivitellinen Raumes und ihres bedeutenden Durchmessers schon seit dem Jahre 1884 den britischen Forschern bekannt, (vergl. auch McJntosh in 7th annual rep. fish.-board f. Scotld (1889) pt. 3, p. 270 und 304 pl. III, 1—3) doch wurden sie erst 1891 von Holt durch Ausführung der künstlichen Befruchtung identifiziert. Letzterer sowohl wie McJntosh und Prince haben eine Reihe vortrefflicher Abbildungen von jungen und älteren Embryonen sowie auch von Larven veröffentlicht. Hiernach strebt im freischwimmenden Ei die Dotterkugel, bezw. der Embryo im Innern des perivitellinen Raumes nach oben zu, d. h. sie ist leichter als die Flüssigkeit dieses Raumes. Der Embryo besitzt, wenn er eine gewisse Länge erreicht hat, zarte chromgelbe und schwarze Farbzellen. Bei der ausschlüpfenden Larve pflegt das Pigment noch gleichmässig verteilt zu sein, um sich erst während der Resorption des Dottersacks in 3 deutliche Querzonen auf der hinter dem After liegenden Körperhälfte und 2 weitere über der Mitte des Dottersacks und über dem After zu gruppieren, wobei dann auch die Augen allmählich dunkler werden.

Die Angaben über die Grösse der Eier von *Drepanopsetta* gehen etwas auseinander, was wohl darin seinen Grund hat, dass die Wasseraufnahme, welche gleich nach der Eiablage erfolgt und den grossen perivitellinen Raum erzeugen hilft, nicht immer in gleichem Masse erfolgt. Holt hat diesen Umstand am aufmerksamsten verfolgt und seine Grössenangaben zeigen daher eine grössere Variabilität an als diejenigen der anderen Autoren. Während das Ei unmittelbar nach der Befruchtung und vor der Wasseraufnahme nur 1,067 (McJntosh) bis 1,20 misst, dehnt es sich durch die Ausbildung des perivitellinen Raums aus auf Durchmesser von 1,73—2,64 mm. Von dieser enorm grossen Variabilität beobachtete Holt an künstlich befruchteten Eiern Maße von 1,73 bis 2,08, an planktonisch gefischten Eiern Maße von 2,20 bis 2,50 und im Extrem 2,64 mm.

Die beiden einzigen bei Helgoland am 2./4 98 planktonisch gefischten Eier mit grossem perivitellinen Raum, welche wir für *Drepanopsetta*-Eier halten, waren erheblich kleiner und maßen nur 1,478 und 1,603 mm. Im allgemeinen scheint jedoch das *Drepanopsetta*-Ei stets etwas — und oft erheblich — grösser zu sein als das gleichzeitig auftretende Ei der Scholle, und die Grössenangabe von 2,1 mm, welche Cunningham als einer der ersten Beobachter des *Drepanopsetta*-Eies gemacht hat, wird wohl ungefähr das mittlere Maß derselben bezeichnen.

Bietet nun schon die erhebliche Grösse ein gutes Mittel zur Erkennung des *Drepanopsetta*-Eies, so erleichtert der grosse perivitelline Raum die Identifizierung noch weiter. Dies trifft im allgemeinen auch für konservierte Eier zu. Doch ist zu beachten, dass in jugendlichen Eiern bei der Konservierung sehr häufig die Dotterkugel platzt, sodass ihr Inhalt den perivitellinen Raum erfüllt und diesen nicht mehr erkennen lässt. Ehrenbaum hat ähnliches auch an jugendlichen Eiern der Finte (*Clupea finta* Cuv.) beobachtet, die sich ebenfalls durch den Besitz eines grossen perivitellinen Raumes auszeichnen. Daher bleibt bei sehr jugendlichen konservierten *Drepanopsetta*-Eiern oft nur die Beschaffenheit der Eihaut, welche zarter ist als die des Scholleneies, zur Unterscheidung dieser beiden Arten übrig, während die Ei-Grösse bei dem starken Übereinandergreifen der Maße beider Species dazu nicht mehr genügt. Solche *Drepanopsetta*-Eier mit geplatzter Dotterkugel können also im konservierten Zustande leicht für Scholleneier gehalten werden.

Pleuronectes microcephalus Donovan. Rotzunge.

Tafel X Fig. 32—34. Maßtabelle IV.

Ei mit homogenem Dotter ohne Öl. Durchmesser 1,195—1,446 mm (im englischen Kanal bis 1,5), Eihaut dick mit geflechtartiger Struktur, Embryo mit punktförmigem schwarzen und zartem gelben Pigment, auch auf dem

Dottersack; After unmittelbar hinter dem Dottersack. Laichzeit bei Helgoland Mitte April bis Anfang September, im englischen Kanal schon vom Januar ab.

Cunningham **10**, 92 pl. XVIII, 3. **11**, 13—17, Fig. 6—9. **15**, 236—42.

McJntosh, **51 a**, 327—31 pl. X, 1—5; XI, 1—4, 7.

McJntosh u. Masterman **52**, 366—72.

Holt **35**, 453—5, Fig. 19—21, 39. **36**, 89—91, Fig. 120—122.

Petersen **53**, pl. II, 13.

Canu **7 a**, 130 pl. IX, 3—5.

Ehrenbaum **19**, 278—281.

Herdman **33**, 12 pl. II.

Die kleinköpfige Scholle oder echte Rotzunge (im Gegensatz zu dem am Markte gewöhnlich als Rotzunge bezeichneten *Pl. cynoglossus*) gehört nicht zu den in der Nordsee allgemein verbreiteten Fischen und erscheint auf unsern Fischmärkten immer nur in geringen Mengen, was zum Teil allerdings daran liegt, dass dieser Fisch rauhen, der Kurre wenig zugänglichen Grund als Aufenthalt bevorzugt. In der Umgebung von Helgoland ist die Rotzunge, wie bereits früher (Ehrenbaum **19**, 279) hervorgehoben wurde, nicht selten. Aber obgleich diese Fische sicher auch unweit der Insel laichen, so gehören die Eier in den Planktonfängen doch zu den Seltenheiten. Wir konnten im Laufe eines Jahres selten mehr als ein Dutzend solcher Eier sammeln. Die Hauptmenge der planktonisch gefischten Eier wurde in der Zeit vom 20./4 bis 14./7 beobachtet, vereinzelt wurde aber wesentlich später — am 1./9 1899 — nochmal ein normales Ei gefunden. Hiermit stimmt die Angabe von Holt, dass *Pl. microcephalus* in der Nordsee vom April bis Anfang September laicht. Bei Plymouth hat Cunningham die Eier schon im Februar und März, Holt und Scott schon im Januar planktonisch gefangen; sonst finden wir nicht, dass die Angaben anderer Beobachter über die durch unsere Befunde festgelegten Termine des Laichgeschäfts hinausgehen.

Die künstliche Befruchtung der Eier ist an verschiedenen Orten ausgeführt worden und kürzlich auch uns am 12./6 1899 3h pm mit einem 25 cm langen Weibchen gelungen. Wir bemerken dabei, dass wir in Übereinstimmung mit Holt die kleinsten reifen Weibchen 20 cm, die kleinsten Männchen ca. 18 cm lang fanden; für letztere hat Cunningham die noch kleinere Zahl von 16,3 cm bekannt gegeben. Übrigens war auch das grösste Weibchen dieser Art, das Fulton beobachtete, nicht mehr als 48 cm lang. Das von uns für die künstliche Befruchtung benutzte Weibchen war einige Tage vorher gefangen und dann im Fischkasten aufbewahrt worden. Das Ausschlüpfen der Larven erfolgte schon in der Nacht vom 17. zum 18. Juni, also 5½ Tage oder 132 Stunden nach der Befruchtung¹⁾ bei einer Schwankung der Wassertemperatur von 13,°₅—17,°₁ C. Die Entwicklungsstadien sind schon öfter beschrieben worden. Wir bemerken nur Folgendes. 19 Stunden nach der Befruchtung (zur Zeit der ersten Messung) war das Stadium der Keimscheibe erreicht; 45 Stunden nach der Befruchtung hatte das Blastoderm den Dotter fast vollständig unwachsen; 15 Stunden später waren Embryonen vorhanden von der halben Länge der Dotterperipherie und mit zartem punktförmigen schwarzen Pigment. Nach weiteren 24 Stunden umspannten die Embryonen 2/3 der Dotterperipherie und liessen bei stärkerer Vergrösserung neben dem zarten schwarzen auch schon gelbes Pigment erkennen. 108 Stunden nach der Befruchtung (vergl. Taf. X Fig. 32) umschloss der Embryo den Dotter vollständig; das zarte schwarze und gelbe Pigment war ausser auf dem Körper des Embryos auch auf dessen Flossensäumen und auf dem Dottersack sichtbar; und zwar präsentierte es sich auf den Flossensäumen in jenen äusserst zierlichen dendritischen Verzweigungen, die auch für das Aussehen der Larven charakteristisch sind, und deren Form in der Skizze Fig. 32a auf Taf. X festgehalten ist. Nach 132 Stunden begann das Ausschlüpfen der Larven, die 4,7—5,5 mm lang waren. Bezüglich der Charakteristik dieser Larven darf auf unsere früheren Ausführungen (Ehrenbaum **19**, 280) verwiesen werden, die durch die hier (Taf. X Fig. 33 u. 34) beigegebenen Abbildungen von 2 und 8 Tage alten Larven eine weitere Illustration erfahren.

¹⁾ In Plymouth schlüpften solche Eier nach Cunningham bei einer Temperatur von 11,°₇—12,°₈ C 6 Tage nach der Befruchtung aus (**15**, 238), während Herdman in Port Erin, Lancashire (**33**, 12) die Eier bei Temperaturen von 8,°₀—9,°₃ C in 186 Stunden ausschlüpfen sah.

Für die Erkennung der Eier von *Pl. microcephalus* ist der Eidurchmesser nur in sehr beschränktem Maße benutzbar. Weit entwickelte Eier der Rotzunge sind durch die Kombination des schwarzen Pigments mit gelbem genügend charakterisiert, um meist sicher erkannt zu werden. Dagegen werden sich frühere Entwicklungsstadien von den oft gleichzeitig vorkommenden Eiern des Schellfisches und des Kabeljaus nicht sicher unterscheiden lassen. In diesen Fällen kann nur die Oberflächenstruktur des Chorions als Unterscheidungsmerkmal zu Hilfe genommen werden. Dieselbe hat beim Ei der Rotzunge nach den übereinstimmenden Angaben vieler Beobachter in der Regel das Aussehen eines unregelmässigen Korbgeflechts, und die Eihaut selbst ist ziemlich dick; bei den genannten Gadideneiern dagegen ist das Chorion glatt und sehr zart. Letzteres gilt auch vom Wittlingsei, mit dem das Ei der Rotzunge noch verwechselt werden könnte wegen der teilweisen Übereinstimmung der Laichzeiten und der Ähnlichkeit der embryonalen Pigmente. Hier wird der Eidurchmesser im allgemeinen einen ausreichenden Anhalt gewähren, da derselbe bei Eiern der Rotzunge in der Regel grösser sein wird, als bei gleichzeitig gefischten Wittlingseiern (vergl. den Abschnitt über diese). Wesentlich schwieriger ist es wahrscheinlich die Eier von *P. microcephalus* und von *P. cynoglossus* zu trennen, da die Laichzeiten beider Fische grösstenteils zusammenfallen und auch die Grössen sehr ähnlich zu sein scheinen. Bestimmteres darüber zu sagen ist vorläufig nicht möglich, da die Messungen von *P. cynoglossus*-Eiern bis jetzt noch ganz unzulänglich sind und eine Beurteilung der Variationsgrösse auch nicht entfernt zulassen. Andererseits ist es wünschenswert, dass unsere im Nachfolgenden mitgeteilten Messungen von *P. microcephalus*-Eiern noch eine wesentliche Ergänzung erfahren. Dieselben erstrecken sich auf nicht mehr als 23 planktonisch gefischte Eier verschiedener Jahre und auf 2 mal 100 Eier, welche aus der oben erwähnten künstlichen Befruchtung vom 22./6 1899 stammen, und welche einestils das Stadium der Keimscheibe, andernteils das oben beschriebene 84 Stunden alte Embryonalstadium repräsentieren. Die letzteren zeigen eine auffallend starke Vergrösserung des Eidurchmessers während der Embryonalperiode, nämlich im Mittel um nahezu 0,9 Strich (E) = 0,028 mm.

Tab. 12. Eigrössen von *Pleuronectes microcephalus*.

a. planktonisch bei Helgoland gefischte Eier.

Monat	Mittel mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
April, Mai	1,372	1,289—1,446	4
Juni	1,328	1,226—1,415	11
Juli, August	1,249	1,195—1,289	8

b. künstlich befruchtete Eier.

Datum der Befruchtung	Messung	Mittel mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
12./6 99	13./6 99	1,277	1,226—1,320	100
„	16./6 „	1,305	1,258—1,352	100

Trotz der ausserordentlich kleinen Zahl planktonisch gefischter Eier, welche uns zu Gebote stand, umfassen die von uns beobachteten Maße fast alle Angaben anderer Autoren, nur Canu sowie Holt und Scott gehen mit 1,5 mm ein wenig darüber hinaus. Die Angaben dieser Autoren beziehen sich auf Eier, die im englischen Kanal gefischt wurden. Unsre Messungen lassen auch trotz ihrer geringen Zahl eine Abnahme des Mittels um 0,123 mm oder 9 % erkennen. Während des Verlaufs der Laichzeit zeigt der Eidurchmesser eine Variation von 38 bis 46 Strich (E) oder von 1,195 bis 1,446 mm. Die Differenz beträgt 0,251 mm oder 17,3 % des Maximaldurchmessers. Zweifelsohne ist in Wirklichkeit die Variation noch erheblich grösser.

Pleuronectes cynoglossus L. Hundszunge.

Ei mit homogenem Dotter ohne Öl. Durchmesser 1,07—1,25 mm (1,70?), Eihaut ziemlich dick und streifig, Embryo lange Zeit ohne, später mit minimalem Pigment; After unmittelbar hinter dem Dottersack. Laichzeit in der Nordsee Mai bis August.

Cunningham **9**, 101—102 pl. III, 7—9; IV, V. **15**, 233—236, Fig. 108—109.

McJntosh u. Prince **50**, 839—840 pl. XVIII, 6—9.

McJntosh u. Masterman **52**, 372—374.

Holt **35**, 455. **36**, 84—89 pl. IX, 71—75; XV, 123—124.

Petersen **54**, pl. II, 14.

Ehrenbaum **19**, 281 f.

Herdman **33**, 11—15 pl. II—III.

Leider hat sich in Helgoland keine Gelegenheit geboten die Beobachtungen anderer Autoren über die Eier der „Hundszunge“, eines der ökonomisch wichtigsten Nordseefische, durch neue zu ergänzen. Der Fisch wird überhaupt, wie schon früher bemerkt wurde (Ehrenbaum **19**, 281), nur selten in der Nähe von Helgoland gefangen, und die Eier sind bisher nicht mit Sicherheit im Plankton konstatiert worden. Da überdies die Mehrzahl der älteren Beobachtungen — von Cunningham und Holt — an Fischen gemacht wurden, die nicht der Nordsee, sondern der Westküste Schottlands und Irlands entstammten, so liegt hier eine entschiedene Lücke in unserer Kenntnis der pelagischen Eier der Nordsee vor, deren baldige Ausfüllung um so wichtiger ist, als die Eier der Hundszunge nach Vorkommen, Grösse und morphologischen Eigenschaften offenbar leicht mit anderen Eiern, am ehesten wohl mit denen von *Pl. microcephalus* und einigen Gadiden, wie *G. merlangus* u. a., verwechselt werden können.

Farbige Abbildungen von Eiern und Embryonen existieren nicht, doch scheint aus Cunningham's und Holt's Beschreibungen (**9**, 101 u. **36**, 84) hervorzugehen, dass das Pigment selbst bei weit entwickelten Embryonen entweder ganz fehlt oder äusserst spärlich auftritt, dass selbst die ausschlüpfende Larve nur äusserst zartes gelbes Pigment besitzt, welches erst nach einigen Tagen durch Hinzutreten von schwarzem Pigment lebhafter wird und dann sich in noch augenfälligerer Weise als bei *Pl. microcephalus* in Querbinden sondert, deren man besonders 3 hinter dem After belegene unterscheiden kann. Die Eihaut ist ziemlich dick und wird gewöhnlich als streifig bezeichnet.

Die Inkubationsdauer ist nach den Erfahrungen von W. A. Herdman im Port Erin-Laboratorium genau dieselbe wie bei *Pl. microcephalus* (**33**, 13) und betrug bei 8,°—9,° C 186 Stunden.

Für den Durchmesser des Eies werden folgende Grössen angegeben:

Holt, reife unbefruchtete Eier	1,07—1,13 mm (35 , 455),
befruchtete Eier	1,19—1,25 mm (36 , 84),
extrem grosses planktonisches Ei vom 18./4	1,70 mm (36 , 84),
Cunningham, befruchtete Eier	1,155 mm (9 , 101),
Ehrenbaum, reife unbefr. Eier, am 10./7 von einem 48 cm langen ♀	1,16 mm (19 , 281).

Da das Maximalmaß sehr weit von den übrigen abweicht und überdies ein planktonisch gefischtes Ei betrifft, so wird man gut thun es vorläufig ausser Acht zu lassen.

Somit beschränkt sich die Variationsbreite auf die Maße von 1,07 bis 1,25 mm oder 34 bis 40 Strich (E). Es ist kaum zu bezweifeln, dass weitere Messungen sie wesentlich vergrössern werden.

Die Laichzeit fällt nach Angabe der britischen Beobachter in die Monate Mai bis August; nur das vorerwähnte extrem grosse Ei wurde von Holt an der irischen Westküste schon am 18./4 beobachtet. Bei Helgoland sahen wir im Juli und August reife Weibchen (**19**, 281).

Rhombus maximus L. Steinbutt.

Maßtabelle V.

Ei mit homogenem Dotter und Ölkugel von 0,148—0,220 mm, Eihaut mit geflechtartiger Struktur. Eidurchmesser 0,912—1,195 mm, Embryo mit feinpunktförmigem schwarzen und rotgelben, später lebhaft rotbraunen Pigment; After unmittelbar hinter dem Dottersack. Laichzeit bei Helgoland Mitte April bis Mitte August.

- McJntosh **51 b**, 276 ff pl. XIV, 1. **51 c**, 246—248 pl. XII, 7. **51 d**, 222—224 pl. IV, 1—4.
51 e, 224—229 pl. VIII, 1—14. **51 f**, 172.
 McJntosh u. Princee **50**, 845 pl. XIX, 1.
 McJntosh u. Masterman **52**, 328—337 pl. III, 22—25; XIII, 1—7.
 Holt **35**, 469—471, Fig. 18, 25, 25 a. **42**, 65—69, Fig. 85—88.
 Canu **7a**, 131 pl. X, 1—5.
 Petersen **54**, 41—43, 131 ff, tab. I, 1—4.
 Cunningham **15**, 260—267, Fig. 120—124.
 Ehrenbaum **19**, 282—290, Taf. V, 19—20; VI, 21.
 Williamson **62**, 274.

Wenn auch die Steinbutteier bei Helgoland nicht in denselben Quantitäten wie etwa die Eier der Kliesche, des Sprotts u. a. m. auftreten, so ist doch nicht zu bezweifeln, dass das Laichen dieses Fisches unweit Helgoland stattfinden muss. Wir haben während eines Zeitraumes von etwa 4 Monaten, nämlich vom 19./4 bis zum 14./8, 221 Eier gesammelt, an einzelnen Tagen bis zu 19 und 24 Stück (am 25./5 und 28./6) und hauptsächlich in mässiger Entfernung — bis 20 Seemeilen — westlich unserer Insel. Zur Ausführung der künstlichen Befruchtung hat sich uns bisher keine Gelegenheit geboten.

Williamson hat 30 Stück am 22./6 1895 befruchtete Steinbutteier gemessen, ihr Durchmesser variierte zwischen 1,035 und 1,080 mm mit einem Mittel von 1,054 mm.

Das planktonisch gefischte Steinbuttei ist in der Regel sicher zu erkennen. Bei weitentwickelten Embryonen ist die reiche rotbraune Pigmentierung so auffällig, dass sie sich schon dem unbewaffneten Auge bemerkbar macht; aber auch die früheren Entwicklungsstadien dieses Pigments, das zunächst in Form fast gleichmässig verteilter schwarzer und rotgelber Punkte auftritt, sind noch charakteristisch genug. Bei jugendlichen Eiern ohne Pigment kann der Eidurchmesser in seiner Kombination mit dem Durchmesser der Ölkugel erfolgreich als Kriterium benutzt werden. Dabei haben wir beobachtet — was wahrscheinlich eine allgemeinere Bedeutung hat —, dass auch der Durchmesser der Ölkugel in ähnlicher Weise variiert wie der Eidurchmesser. Zwar ist die Messung der Ölkugel nicht in gleicher Weise wie die des Eidurchmessers methodisch durchgeführt worden, weil für diese kleineren Objekte ein kleineres Einheitsmaß, bezw. eine stärkere Vergrößerung erforderlich gewesen wäre, aber wir haben doch feststellen können, dass die Variation des Durchmessers der Ölkugel sich von 4,7 bis 7 Strich (E) oder von 0,148—0,220 mm erstreckt, und dass im allgemeinen die kleineren Ölkugeln in den kleineren Eiern vorkommen.

Die Grösse der Ölkugel im Steinbuttei muss im Hinblick auf ähnliche gleichzeitig auftretende Eier mit Öl als klein bezeichnet werden, wenigstens sind die Ölkugeln im Ei der *Trigla*-Arten, des Glattbutts, der Makrele und etwa noch des Lengs, die im Falle einer Unsicherheit in Betracht kommen können, durchweg grösser.

Die in nachfolgender Tabelle nach Monaten gruppierten Messungen an planktonisch gefischten Steinbutteiern lassen eine deutliche Abnahme des mittleren Eidurchmessers im Verlauf der Laichzeit erkennen; und zwar verringert sich das Mittel von 1,090 im April-Mai auf 1,010 im August, also um 0,080 mm oder 7,3%. Die Gesamt-Variationsbreite des Eidurchmessers reicht von 29 bis 38 Strich (E) oder von 0,912 bis 1,195 mm, entsprechend einer Differenz von 9 Strich (E) = 0,283 mm oder 24% des grössten Durchmessers. Die Angaben aller übrigen Autoren sind in der von uns beobachteten Variationsbreite enthalten.

Der Variabilitätskoeffizient f beträgt bei unserm planktonisch gefischtem Material rund 0,9 Strich (E) = 0,028 mm; die Sicherheit unserer extremen Werte liegt also zwischen 0,912—0,140 und 1,195 + 0,140 oder zwischen 0,772 und 1,335 mm.

An konservierten Steinbutteiern haben wir keine systematischen Messungen ausgeführt. Natürlich gelingt die Trennung solcher Eier von den oben erwähnten ähnlichen Arten viel weniger leicht, da nach der Konservierung zwar das Vorhandensein einer Ölkugel, aber nicht immer die Grösse derselben erkennbar bleibt, während der Eidurchmesser allein als spezifische Eigentümlichkeit bei der Unterscheidung von den genannten Formen fast gar keinen Wert besitzt. Von den Pigmenten des Embryos bleibt bei der Konservierung das feine punktförmige schwarze erhalten, welches schon erkennbar ist, wenn der Embryo kaum die halbe Länge der Dotterperipherie überschritten hat.

Tab. 13. Masse planktonischer Steinbutteier bei Helgoland.

Datum der Beobachtung	Mittlerer Durchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
19./4—25./5 1899	1,090	1,038—1,195	50
6./6—28./6 „	1,043	0,912—1,132	75
6./7—27./7 „	1,034	0,943—1,195	72
1./8—14./8 „	1,010	0,943—1,100	24

Rhombus laevis Rondel. Glattbutt.

Ei mit homogenem Dotter und Ölkugel von 0,21—0,25 mm, Eihaut mit geflechtartiger Struktur. Eidurchmesser 1,24—1,46 mm, Embryo mit sehr intensivem orangegelben und schwarzen Pigment; After unmittelbar hinter dem Dottersack. Laichzeit in der Nordsee März bis August.

Malm **45**, 20—23, tab. I, 7—9. **46**, 173—183, tab. I.

Schiödte **59**, 269—275, tab. XI, 1.

Raffaele **56**, 48f, tav. IV, 8, 11, 12, 15, 18.

Marion **47**, 120 pl. II, 20.

McJntosh **51a**, 317 pl. XIII, 1—3. **51b**, 274 pl. XIV, 9; XV, 1; 294 pl. XVI, 14—18.

51c, 246 pl. XII, 6.

McJntosh u. Masterman **52**, 337—345 pl. IV, 1—3; XIII, 8—12; XX, 1.

Holt **35**, 452, Fig. 13 u. 14. **36**, 70, Fig. 55. **42**, 69f.

Cunningham **10**, 92 pl. XVIII, 5. **15**, 267—270, Fig. 125 u. 126.

Canu **7a**, 132 pl. XI, 1—4.

Petersen **54**, 43f, 131ff, tab. I, 5—8.

Ehrenbaum **19**, 291—297, Taf. VI, 22—24.

Die Eier des Glattbutts sind von uns im helgoländer Plankton immer nur in sehr vereinzelt Exemplaren gefunden worden; die künstliche Befruchtung konnte bisher nicht ausgeführt werden, obwohl wir öfter Weibchen mit fliessendem Laich in Händen gehabt haben (vergl. **19**, 293). Eier mit weit entwickelten Embryonen verraten sich schon dem unbewaffneten Auge leicht, da das lebhaft orangegelbe und schwarze Pigment des Embryos an Intensität alle andern uns bekannt gewordenen Formen übertrifft. Dagegen vermögen wir Eier mit jüngeren Embryonen bisher nicht mit Sicherheit zu erkennen, und obwohl dies zum Teil aus der Geringfügigkeit des bisher von uns beobachteten Materials erklärt werden mag, so glauben wir doch, dass eine ganz reinliche Scheidung der Glattbutteier jedes Entwicklungsstadiums von allen andern nicht möglich ist, weil namentlich die an sich schon nicht auflösbare Gruppe der *Trigla*-Eier hinsichtlich des Eidurchmessers und der Grösse der Ölkugel sehr viel Ähnlichkeit mit den Glattbutteiern aufweist.

Im Hinblick auf die Lückenhaftigkeit der bisherigen Beobachtungen und Messungen von Glattbutteiern beschränken wir uns darauf hier anzugeben, dass unsere eigenen Messungen eine Variabilität des Eidurchmessers von 1,24—1,46 und der Ölkugel von 0,21—0,25 mm nachweisen. Darüber hinausgehende Maße sind nur von Canu beobachtet worden, der 1,3—1,5 mm für den Eidurchmesser angiebt. Demnach kann vorläufig die Variabilität des Eidurchmessers zu 1,24—1,50 mm oder 39—48 Strich (E) angenommen werden, die der Ölkugel zu 0,21—0,25 mm oder 6—8 Strich (E).

Als Laichzeit kommen bei Helgoland hauptsächlich die Monate Mai bis Juli, für die ganze Nordsee auch März bis August in Betracht.

? *Rhombus norvegicus* Günther.

Maßtabelle VI.

Ei mit homogenem Dotter und sehr kleiner Ölkugel von 0,094—0,157 mm. Eidurchmesser 0,72—0,91 mm, Embryo mit äusserst zartem hellgelben und schwarzen Pigment in Form sehr feiner Pünktchen; After unmittelbar hinter dem Dottersack. Laichzeit bei Helgoland Mitte April bis Mitte August.

Cunningham **14**, 325. **15**, 276—278, Fig. 129—130.

McJntosh **51 a**, 321 pl. XIII, 4—5. **51 b**, 274 ff pl. XIV, 2—6. **51 d**, 222 pl. IV.

McJntosh u. Princee **50**, 835; pl. V, 4; XVII, 4.

McJntosh u. Masterman **52**, 345—352 pl. IV, 5—7; XIV, 1—9.

Holt **36**, 96—117, Fig. 17—21, 62—64, 66—68, 88—97. **38**, 45. **39**, 128—135. **42**, 70—77 Fig. 89—91.

Petersen **54**, 135 pl. II, 16.

Ehrenbaum **19**, 317 f.

In diesem Kapitel handelt es sich um ein Ei, dessen Identifizierung nicht unbedingt feststeht, das aber keineswegs zu den Seltenheiten im helgoländer Plankton gehört. Wir haben seiner schon früher (**19**, 317) Erwägung gethan und es zu der von McJntosh als „Species F“ bezeichneten Form gestellt. Inzwischen ist seine Zugehörigkeit zu einer *Rhombus*-Art aus der Untergruppe der *Zeugopterus*-, englisch, „top-knot“-Formen nicht mehr zweifelhaft; da aber diese Untergruppe aus drei einander ziemlich ähnlichen Arten besteht, so erübrigt es unter diesen die richtige Stammform ausfindig zu machen. Für eine der drei Formen, *Rhombus punctatus* Bl., ist es durch die neuesten Beobachtungen von Holt (**42**, 70—74) und Cunningham (Journ. mar. biol. assoc., III p. 202—205) sehr wahrscheinlich gemacht, dass das zugehörige Ei 1,00—1,07 mm gross ist mit einer Ölkugel von 0,18—0,20 mm, während die Larve durch den Besitz grosser Dornen in der Gehörgegend und durch regelmässig über die Flossensäume verlaufende Pigmentstreifen charakterisiert ist (vergl. Holt **42**, Fig. 90 und **36**, Fig. 94—97). Solche gestreiften Larven haben wir in Helgoland niemals gesehen. Von den andern beiden Formen *Rhombus (Phrynorhombus) unimaculatus* Risso und *Rhombus norvegicus* Günther ist bisher nur die letztere bei Helgoland gefangen und in 4 Exemplaren von 74—91 mm Länge in unsere Hände gelangt. Holt bemerkt zwar, dass bei der Eigentümlichkeit dieser kleinen Fische, sich an senkrechte Felswände und dergl. anzukleben, die Seltenheit des Fanges kein Urteil über die Häufigkeit des Vorkommens gestatte, indessen sollte man erwarten, dass die Gleichartigkeit der Gewohnheit bei diesen Fischen sie auch in gleichem Maße dem Fange zugänglich macht.¹⁾ Nun ist es aber Holt (**42**, 75, Fig. 89; **38**, 46 und **39**, 128 ff) gelungen, einige Eier von *Rh. unimaculatus* künstlich zu befruchten und aus diesen eine Larve zu züchten und abzubilden; und danach ist es sehr wohl möglich, dass gewisse von McJntosh (**50**, tab. V, Fig. 4 und tab. XVII, Fig. 4) und von Holt (**36**, pl. VIII, Fig. 66—68) früher abgebildete Embryonen und Larven dieser Species zuzuweisen sind.

¹⁾ Die meisten uns gebrachten *Rhombus norvegicus* waren mit Hummerkörben aus dem Wasser gezogen worden, an deren Bojeleinen sie sich festgeklebt hatten; einen fingen wir mittelst Hanfquasten auf Felsgrund (vergl. **28**, 235).

Bei der Nachprüfung unserer in den Wissensch. Meeresuntersuch. (19, 317) zur „Species F“ von McIntosh gestellten Formen finden wir jedoch eine gewisse Abweichung in der larvalen Pigmentierung von jenen zu *Rh. unimaculatus* gestellten Entwicklungsstadien. Namentlich zeigen unsere Skizzen (von denen wir einige später zu veröffentlichen hoffen) übereinstimmend, dass sowohl die aus Eiern gezüchteten, als ähnliche planktonisch gefischte Larven von 3,6 bis 5 mm Länge auf dem Hinterkörper, etwa in der Mitte zwischen dem After und der Schwanzspitze, eine sich über Körper und Flossensäume erstreckende Ansammlung von zartem schwarzen und citronengelben Pigment besitzen. Eine Bewaffnung des Kopfes mit Dornen war an diesen jugendlichen Larven nicht zu entdecken. Doch glauben wir, dass Holt gegenüber McIntosh und Masterman (52, 345 ff.) Recht hat, wenn er diese Dornen als charakteristisches Merkmal der Larven von *Pl. punctatus* und nicht von *Pl. norvegicus* in Anspruch nimmt.

Eine etwas grössere in Metamorphose befindliche Larve von 9 mm Länge, welche am 14./8 in unserm Besitz kam, zeigt in ihrer Pigmentierung freilich nichts mehr von der erwähnten Pigmentansammlung, doch gab die Zahl ihrer Flossenstrahlen und Wirbel — A 66, D 78—80, Vert. 10|26 — einen deutlichen Hinweis auf *Rhombus norvegicus*, dessen Flossenstrahlen in drei Fällen und Wirbel in einem Falle von uns bestimmt wurden zu A 63—66, D 75—78, Vert. 9 26¹⁾).

Alles in allem kann man die Frage der Identifizierung von Eiern und Larven der 3 „topknot“-Arten noch nicht als abgeschlossen ansehen; und da wir auch nicht mit Sicherheit behaupten können, dass alle von uns beobachteten hierher gehörigen Eier nur von einer Species stammten, so hat es nur den Wert eines Provisoriums, wenn wir dieses Material *Rh. norvegicus* zuschreiben.

Die Beobachtungen von Holt und Cunningham haben festgestellt, dass bei aller Ähnlichkeit der Eier unserer drei Arten *Rh. punctatus* die grössten Eier hat mit 1,00—1,07 mm Durchmesser und einer Ölkugel von 0,18 bis 0,20 mm und *Rhombus norvegicus* die kleinsten mit 0,90 mm Durchmesser und einer Ölkugel von 0,15 mm. Daher sehen wir eine weitere Bestätigung unserer Annahme, nur letztere Art vor uns zu haben, darin, dass die von uns im Plankton beobachteten Eier offenbar zu den kleineren gehören, da sie nur 0,723 bis 0,912 mm messen und eine kleine Ölkugel von 0,094 bis 0,157 mm haben. Diese Eier sind von uns in der Zeit vom 19./4 bis zum 10. August beobachtet worden. Die kleineren Ölkugeln wurden nicht bloss bei kleineren, sondern auch bei weiter entwickelten Eiern gefunden, so dass sie im Laufe der Embryonalentwicklung sich zu verkleinern scheinen. Bei der ausschöpfenden Larve sind sie oft nur 0,09 mm gross.

Die Zusammenstellung unserer Messungen in nachfolgender Tabelle lässt eine Abnahme des mittleren Eidurchmessers im Verlauf der Laichzeit erkennen. Doch braucht angesichts der geringen Zahl der Messungen und der sehr ähnlichen Eigrössen der verwandten Formen daraus kein Schluss auf die Homogenität des Materials gezogen zu werden. Die Abnahme des mittleren Eidurchmessers beträgt 0,063 mm oder 7,4 %. Die ganze Variationsbreite des Eidurchmessers beträgt 23 bis 29 Strich (E) oder 0,723 bis 0,912 mm. Die Differenz beläuft sich auf 0,189 mm, d. i. 20,7 % des grössten Durchmessers.

Tab. 14. Masse planktonischer Eier von ? *Rhombus norvegicus* Günther.

	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier.
19./4—25./5	0,856	0,786—0,912	18
3. 6—27./6	0,804	0,755—0,849	34
3./7—10./8	0,793	0,723—0,849	11

Das schärfste Mittel zur Unterscheidung dieser Eier des *Rhombus norvegicus* von andern, z. B. der *Motella mustela* haben wir bei Berücksichtigung der Grösse immer in der auffälligen Kleinheit der Ölkugel

¹⁾ Eine Angabe über die Wirbelzahl von *Rh. norvegicus* ist bisher nicht veröffentlicht, für *Rh. punctatus* giebt Günther 12|25 an.

gefunden; in gewissen Entwicklungsstadien ist auch das embryonale Pigment in Form äusserst zarter schwarzer Pünktchen charakteristisch, es erinnert deutlich an die Pigmentierung ähnlicher Stadien des verwandten Steinbutteies. Dagegen fanden wir in Übereinstimmung mit Holt in der früher betonten fein netzartigen Struktur der Körperoberfläche, die besonders an den Larven oft deutlich ist, kein regelmässiges und für die Bestimmung verlässliches Merkmal.

Arnoglossus laterna Günther. Lammszunge.

Textfigur 10, Maßtabelle VII.

Ei mit homogenem Dotter und Ölkugel von 0,11—0,13 mm. Eidurchmesser sehr klein, 0,60—0,76 mm. Embryo mit minimalem schwarzen und deutlichem rotbraunen Pigment; After unmittelbar hinter dem Dottersack. Laichzeit bei Helgoland Anfang Juni bis Ende August.

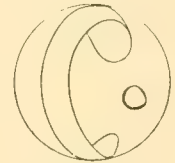


Fig. 10.

Konserviertes Ei mit Embryo von *Arnoglossus laterna* Günther. Durchmesser 20 Strich (E) = 0,629 mm.

Raffaele 56, 49—53 tav. III, Fig. 12, 16, 18; IV. 20.

Cunningham 11, 24—25, Fig. 39. 15, 274—6, Fig. 128.

Holt 36, 75, pl. XV, 119, 119a. 38, 48. 39, 135.

42, 78—82, Fig. 77—84.

Petersen 54, 44 f. 135. tab. II, 17.

Ehrenbaum 19, 298—307, Taf. V, 25—29.

Die früher (19, 299) von uns aufgestellte Behauptung, dass die *Arnoglossus*-Eier nur in den tieferen Wasserschichten vorkommen, lässt sich, wie auch Holt (39, 135) bemerkt, nicht aufrecht erhalten. Anscheinend sind die Eier in manchen Jahren (z. B. 1897 und 99) häufiger als in andern im helgoländer Plankton vertreten, oft aber sind sie gewiss auch wegen ihrer Kleinheit übersehen worden. In grösster Menge fingen wir sie am 28./6 1899 5—6 Seemeilen nördlich von Norderney, wo wir in wenigen an der Oberfläche gemachten Netzzügen ca. 150 Stück erbeuteten. Aber ausserdem haben wir sie in der Zeit vom 10./6 bis zum 18./8 in oft erheblichen Mengen im helgoländer Plankton beobachtet.

Gegen Ende der Laichzeit am 23./8 1899 haben wir auch Gelegenheit gehabt ein *Arnoglossus* ♀ mit fließendem Laich zu erhalten, der leider in Ermangelung eines Männchens nicht befruchtet werden konnte, aber an der Oberfläche des Wassers schwamm und einen völlig normalen Eindruck machte, daher auch von uns zur Gewinnung einer Messungsreihe benutzt wurde. Die Eier von *Arnoglossus* sind wegen ihrer ausserordentlichen Kleinheit im lebenden Zustande meist sicher zu erkennen. Es sind die kleinsten bisher bekannten schwimmenden Eier der Nordsee. Handelt es sich um Eier mit gut entwickelten Embryonen, so erleichtert das diesen eigentümliche rot- oder rostbraune Pigment die Bestimmung noch wesentlich. Durch die Konservierung geht dieses rötliche Pigment verloren, und da schwarzes Pigment fast ganz fehlt, so besitzt der Embryo des konservierten Eies fast gar keine Pigmentierung (vergl. vorstehende Fig. 10). Dieses negative Merkmal kann bei weit entwickelten Embryonen in konserviertem Zustande zur Unterscheidung von schwarz pigmentierten *Motella*-Embryonen dienen. Dies sind die einzigen, mit denen eine Verwechslung möglich ist, da die Grössen beider Eiarten im lebenden wie im konservierten Zustande über einander greifen, wenn schon die mittlere Eigrösse bei *Motella* eine erheblichere ist, als bei *Arnoglossus* und die Grösse der Ölkugel im selben Maße verschieden zu sein pflegt. Der Durchmesser der letzteren beträgt bei *Arnoglossus* im Mittel 4 Strich = 0,126 mm.

Bezüglich der Variabilität des Eidurchmessers von *Arnoglossus* hat Holt einige Beobachtungen mitgeteilt (38, 49), welche es wahrscheinlich machen, dass auch bei *Arnoglossus* die grösseren Individuen grössere Eier ablegen als die kleineren. Er erhielt durch Abstreifen der ersteren Eier von 0,75 bis 0,76 mm, von letzteren dagegen Eier von nur 0,67 bis 0,69 mm. Die von ihm planktonisch gefischten Eier waren jedoch nur 0,63 bis 0,66 mm gross. Wir selbst haben erheblichere Grössendifferenzen an planktonisch gefischten Eiern beobachtet und auch eine allmähliche Abnahme des Durchmessers im Verlauf der Laichzeit. In dessen entspricht die Abnahme nicht ganz der zu erwartenden Regelmässigkeit, insofern als die grosse Zahl

der am 29./6 bei Norderney gefangenen Eier zu geringe Abmessungen zeigt. Ob dies dadurch erklärt werden darf, dass diese Eier eben bei Norderney gefangen wurden, alle andern dagegen bei Helgoland, oder welche Erklärung sonst für die vorhandene Unregelmässigkeit gegeben werden kann, muss einstweilen dahingestellt bleiben. Nachdem Holt (39, 136) neuerdings darauf aufmerksam gemacht hat, dass auch die Eier von *Arnoglossus Grohmanni* Bp., welche denen von *Arnoglossus laterna* sehr ähnlich sind, bei Plymouth nicht übermässig selten sind, muss auch mit der Möglichkeit gerechnet werden, dass dieselben in der südlichen Nordsee vorkommen, dass mithin unser planktonisches *Arnoglossus*-Material kein einheitliches, sondern auf zwei Species zu verteilen ist. Mit dieser Annahme würde sich die erwähnte Unregelmässigkeit in der Abnahme des mittleren Eidurchmessers ohne weiteres erklären, wenn auch aus den bisherigen Mitteilungen Holt's nicht zu entnehmen ist, ob die Eier der einen Art — und welcher — grösser sind, als die der andern. Scheidet man die bei Norderney gefischten Eier aus, so ergibt sich vom Juni bis August eine Abnahme des mittleren Eidurchmessers von 0,055 mm oder 7,8 %.

Die von uns beobachtete Variationsbreite von 19 bis 24 Strich (E) = 0,597 bis 0,755 mm schliesst auch die anderweitig — von Holt — beobachteten Maße mit ein. Sie gehört mit ihrer Differenz von nur 5 Strich (E) = 0,157 mm zu den kleinsten Variationsbreiten, die wir beobachtet haben, was wahrscheinlich zum Teil durch die geringen Abmessungen, die das Ei überhaupt hat, seine Erklärung findet, da die prozentuale Verminderung des grössten Eidurchmessers — mit 20,8 % — ungefähr der Abnahme entspricht, die wir auch bei andern Eiern beobachteten. Der Variabilitätskoeffizient beträgt bei diesem planktonisch gefischten Material 0,46 Strich (E) = 0,0145 mm; die Sicherheit unserer extremen Werte liegt also zwischen 0,525 und 0,828 mm.

Tab. 15. Eidurchmesser von *Arnoglossus laterna* Günther.

	Mittlerer Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
Helgoland 10./6—20./6 99	0,703	0,660—0,755	23
Norderney 28./6 „	0,648	0,597—0,692	100
Helgoland 3./7—31./7 „	0,669	0,692—0,723	70
„ 2./8—18./8 „	0,648	0,597—0,692	163
Helgoland 23./8 unbefr. reife Eier	0,642	0,597—0,660	100

Eine kleine Anzahl (22) von *Arnoglossus*-Eiern aus dem Plankton des Jahres 1897 ist von uns auch nach der Konservierung mit Perényi'scher Flüssigkeit gemessen worden. Wir fanden die Schrumpfung sehr bedeutend. Diese Eier maßen

lebend	0,597—0,692, im Mittel	0,636 mm	
konserviert nach 1 Woche	0,503—0,597, „	0,543 „	Schrumpfungs-Koeffizient 0,147
„ „ 2—3 Monaten	0,472—0,534, „	0,506 „	„ „ 0,205
„ „ 15 „	0,472—0,503, „	0,490 „	„ „ 0,227

Solea vulgaris Quensel. Seezunge.

Maßtabelle VIII.

Eier mit segmentierter Randzone des Dotters und mit mehreren Gruppen zahlloser, sehr kleiner Ölkügelchen. Eidurchmesser in der Nordsee 1,10—1,38, in andern Meeren bis 1,58 mm, Embryo mit lebhaft gelbem Pigment; After unmittelbar hinter dem Dottersack ausmündend. Laichzeit in der Nordsee April bis August, im engl. Kanal im März beginnend.

- Malm **45**, 18 f. tab. II, 11a—c.
 Raffaele **56**, 41—48 tav. I, 32—33; III, 4—9, 17; IV, 16, 19.
 McIntosh und Prince **50**, 848—52, pl. I, 26; II, 11; X, 7; XVII, 13; XXII 1; XXIII 10.
 McIntosh und Masterman **52**, 387—95 pl. IV, 8—10; XVIII, 2—3.
 Cunningham **10**, 119 ff. pl. XV, 3—6; XVI, 1—5. **11**, 17—20 pl. II, 10—13.
 12, 68—71 pl. III, 1—3. **14**, 327—9 pl. XIV, 2. **15**, 249—57. Fig. 114—118.
 Holt **36**, 92—94 pl. VIII, 65. **42**, 83 f. Fig. 52.
 Marion **47**, 115 pl. I, 8—9.
 Canu **7a**, 132 bis pl. XII, XIII.
 Butler **6**, 3—9.
 Ehrenbaum **19**, 307—312. Taf. V, 30.

Die Seezunge ist in der Umgebung von Helgoland nicht selten, aber dennoch ist die Zahl der von uns im Plankton erbeuteten Eier gering zu nennen. Laichreife Zungen kamen wiederholt in unsere Hände, doch gelang es niemals entwicklungsfähige Eier von ihnen zu gewinnen, auch nicht nachdem sie längere Zeit im Kasten aufbewahrt worden waren. Die Termine, an denen wir Zungeneier planktonisch fingen, liegen zwischen dem 27./4 und 7./7. Im ganzen und unter Berücksichtigung der Angaben von der schottischen Ostküste kann man die Monate April bis August als Laichzeit in der Nordsee betrachten; im englischen Kanal und an der irischen Küste beginnt das Laichen schon im März.

Das Ei der Seezunge ist durch die segmentierte Randzone seines Dotters, die die Bedeutung eines generischen Merkmals zu haben scheint, und durch den Besitz mehrerer Gruppen von zahllosen, sehr kleinen Ölkügelchen so vollkommen charakterisiert, dass es von andern Eiern, auch denen derselben Gattung im frischen Zustande leicht zu unterscheiden ist. Die weisslich-gelben Ölkügelchen behalten ihre Beschaffenheit und Lage während der ganzen Embryonalentwicklung und während der ersten Larvenzeit bei. Das embryonale Pigment, welches über den Embryo und den Dotter verstreut ist, ist orangegelb im auffallenden, weissgelb im durchfallenden Licht; ausserdem sind schwarze Pigmentsterne vorhanden. Bei den 43 von uns gemessenen planktonischen Zungeneiern variierte der Durchmesser von 1,100 bis 1,383 mm, also um 20,5 % seiner Maximalgrösse. Der mittlere Durchmesser ging von 1,260 mm im April-Mai auf 1,178 mm im Juni-Juli herab, also um 0,082 mm oder 6,5 %.

Tab. 16. Masse planktonisch gefischter Zungeneier.

	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
27. 4—31. 5 1898/99	1,260	1,132—1,383	26
3./6— 7./7 „	1,178	1,100—1,258	17

Es ist schon früher und neuerdings von Holt (**42**, 84) wiederholt darauf aufmerksam gemacht worden, dass die Angaben verschiedener Autoren über die Grösse des Zungeneies in auffallender Weise auseinandergehen. Dieselben gehen zwar über die von uns hier angegebene untere Grenze von 1,10 mm nicht hinaus, wohl aber über die obere Grenze erheblich und zwar bis zu 1,51 und 1,58 mm, Zahlen, welche von Cunningham an der SW-Küste von England, bezw. von Holt an der irischen Westküste beobachtet wurden. Man sieht, dass durch Hinzunahme dieser Abmessungen die Variationsbreite des Zungeneis 1,10 bis 1,58 oder 35 bis 50 Strich (E) beträgt, also eine enorme Schwankung von über 15 Strich = 0,47 mm aufweist.

Die Zahl der von uns bei Helgoland gefischten und gemessenen Zungeneier ist leider so klein und bildet eine so starke komplexe Reihe, dass ein zuverlässiger Variabilitäts-Koeffizient und damit auch die sichern Grenzen der extremen Ei-Grössen nicht berechnet werden können. Es lässt sich daher nicht beweisen, aber es ist unter den obwaltenden Verhältnissen doch wahrscheinlich, dass die grossen Eier von 1,51 und 1,58 mm Durchmesser einer von der helgoländer Zunge verschiedenen Rasse angehören. Ein Variabilitätsumfang von so bedeutender Grösse — 0,47 mm gleich nahezu 30 % des Maximaldurchmessers — ist von

uns bei keinem andern Ei, mit einziger Ausnahme des Sprotteies, beobachtet worden ¹⁾, selbst nicht bei Formen, von denen ein erschöpfend zu nennendes Eimaterial zu Gebote stand. Wir neigen deshalb zu der Annahme, dass, wie schon Holt andeutet, die Zungen der irischen Westküste und des englischen Kanals im Mittel grössere Eier produzieren als diejenigen der schottischen Ostküste und der deutschen Bucht. Ob die Rassen, welche die grösseren Eier produzieren, zugleich eine bedeutendere mittlere Körperlänge haben, wie Holt glaubt, mag einstweilen noch dahingestellt bleiben. Denn wenn auch die schottische Zungenform vielleicht eine kleinere Rasse darstellt, so ist das Vorhandensein einer solchen in der deutschen Bucht, sowie im Mittelmeer und in der Adria doch fraglich. Die Mittelmeerzunge, deren Eier nach Raffaele etwa 1,23 mm messen — vorausgesetzt, dass die „Species B“ als *Solea vulgaris* angesehen werden darf — gehört nämlich offenbar auch zu den Rassen mit kleineren Eiern; und dasselbe scheint für die Seezunge der Adria zuzutreffen. Ehrenbaum hatte Gelegenheit in der Zeit vom 27./1 bis 7./2 99 — also im ersten Teil der Laichperiode — an der istrianischen Küste der Adria bei Rovigno 16 planktonisch gefischte Zungeneier zu messen, deren Zugehörigkeit zu *Solea vulgaris* kaum zu bezweifeln war, und welche Durchmesser von 1,163—1,320 mm, im Mittel 1,239 mm hatten. Da diese Maße in der frühesten Periode der Laichzeit beobachtet wurden, so ist es sehr wohl möglich, dass der Durchmesser des Zungeneies in der Adria gegen Ende der Laichzeit noch wesentlich unter das von uns bei Helgoland beobachtete Minimum von 1,10 mm heruntergeht und dass auch hier durch die Eigrösse ein Rassenunterschied angedeutet ist. Die Mittelmeerzunge würde dann die Rasse mit den kleinsten Eiern repräsentieren.

Mit Perényi'scher Flüssigkeit konservierte Zungeneier bleiben gewöhnlich als solche kenntlich, wenn man beachtet, dass durch die Einwirkung des Alkohols an Stelle der zahllosen kleinen Ölkügelchen ein oder mehrere unregelmässig konturierte Hohlräume entstehen.

Solea lutea Bonaparte. Zwergzunge.

Textfigur 11, Maßtabelle IX.



Fig. 11.

Konserviertes Ei mit Embryo von *Solea lutea* Bonap. Durchm. 21 Strich (E) = 0,660 mm.

Ei mit segmentierter Randzone des Dotters und einer Anzahl (ca. 12 bis 15) fast gleich grosser und meist gleichmässig verteilter Ölkügelchen. Eidurchmesser in der Nordsee 0,69 bis 0,94 mm, in andern Meeren bis hinab zu 0,64 mm. Embryo mit gelbem Pigment; After unmittelbar hinter dem Dottersack. Laichzeit bei Helgoland Mitte Mai bis Ende August.

Raffaele 56, 64, tav. III, 25—26.

McIntosh 51 b, 295 f., pl. XV, 3.

McIntosh u. Masterman 52, 395—9 pl. IV, 11; XVIII, 1; XX, 4—5.

Holt 35, 460—464, Fig. 9, 10, 46—52. 42, 87—89.

Canu 7 a, 132 pl. XI, 5—6.

Ehrenbaum 19, 312—17, Taf. V, 35; VI, 31—34.

Die Zwergzunge gehört, wie schon früher (19, 312) hervorgehoben wurde, zu den häufigeren Fischen der deutschen Bucht, und man kann bei Helgoland darauf rechnen die Eier im Plankton während der ganzen Dauer der Laichzeit von Mitte Mai (frühester Termin 16./5) bis Ende August (spätester Termin 29./8) anzutreffen. In grösster Zahl — zu mehreren Hunderten in wenigen Netzzügen — fingen wir sie am 18./6 1899 ca. 5—6 Seemeilen nördlich von Norderney. Leider haben wir für die methodische Messung des Eidurchmessers bisher nur planktonisch gefischte Eier dieser Art benutzen können, obwohl wir früher, ehe unsere Messungen aufgenommen wurden, auch die künstliche Befruchtung der Eier ausgeführt haben.

Das Ei der Zwergzunge ist fast immer mit Sicherheit zu erkennen. Besonders charakteristisch sind ausser der anscheinend allen Zungeneiern eigentümlichen segmentierten Randzone des Dotters die fast gleichmässig über den Dotter verteilten kleinen Ölkügelchen, die sich auch auf dem Dottersack der ausschlüpfenden

¹⁾ Es wird dabei von den eigenartigen Verhältnissen, die beim *Drepanopselta*-Ei öbwalten, abgesehen.

Larve noch vorfinden. Freilich giebt es eine Anzahl von Fischeiern, bei denen das Öl in ähnlicher Verteilung auftritt, z. B. die verwandte *Solea variegata* Flem. und *Trachinus vipera* L. Doch sind diese beiden Eiarten fast doppelt so gross wie die Eier der Zwergzunge, und die Ölkugeln von *Trachinus* haben ausserdem eine lebhaft gelbe Farbe, die bei *Solea lutea* fehlt. Auch sind nach unsern Beobachtungen die Ölkugeln im *Trachinus*-Ei von vornherein verschieden gross und verkleinern sich während der Embryonalentwicklung teilweise bis zum Verschwinden. Dasjenige Ei, welches bei uns am leichtesten mit dem der Zwergzunge verwechselt werden kann, ist das von *Motella mustela*, welches zwar im Mittel kleiner ist als das gleichzeitig gefischte Zwergzungen-Ei, aber demselben doch in der Grösse nahekommmt. Dieses Ei von *Motella* hat nämlich die von verschiedenen Seiten beobachtete und von uns bestätigte Eigentümlichkeit, dass bei der Ablage das Öl bisweilen in einer Anzahl gleichmässig über den Dotter verteilter kleiner Kügelchen vorhanden ist (vergl. 52, pl. IV, 13). Doch geben nur sehr jugendliche *Motella*-Eier dieses an das Ei der Zwergzunge erinnernde Bild, da bald nachher eine Verschmelzung der kleinen Kügelchen zu einer grösseren auftritt. Bei den meisten *Motella*-Eiern, welche zur Beobachtung gelangen, ist diese Verschmelzung bereits vollzogen. Die charakteristische Verteilung des Öls bleibt auch im konservierten Ei der Zwergzunge erkennbar, wie die vorstehende Figur 11 zeigt. Man wird daher bei Berücksichtigung der Grösse des Durchmessers dieses Ei fast immer im lebenden wie im konservierten Zustande gut erkennen können.

Zwergzungen-Eier mit älteren Embryonen sind in lebendem wie in konserviertem Zustande noch leichter zu erkennen als jugendliche Embryonen. Die charakteristische gelbe und schwarze Pigmentierung, welche der Embryo besitzt und welche auch auf Dottersack und Öltröpfchen übergreift, ist von Holt (35, Fig. 9 und 10) abgebildet worden. Unsere Figur 11 zeigt, dass auch die Konservierung von diesem Pigment noch manchen charakteristischen Zug übrig lässt.

Aus unseren Messungen an planktonisch gefischten Eiern der Zwergzunge, welche in der Maßtabelle IX des Anhangs ausführlich und hierunter in Tabelle 17 in einer Übersicht zusammengestellt sind, geht hervor, dass der mittlere Eidurchmesser im Verlauf der Laichzeit eine deutliche Abnahme zeigt, indem er von 0,852 mm im Mai heruntergeht auf 0,786 mm im August. Die Abnahme beträgt 0,067 mm oder 7,9 %, ist also sehr beträchtlich. Im ganzen wurde bei Helgoland eine Variationsbreite von 22 bis 30 Strich (E) oder von 0,692 bis 0,943 mm beobachtet, entsprechend einer Differenz von 0,251 mm oder 26,6 % des grössten Durchmessers. Da der Variabilitätskoeffizient für planktonisches Material von uns im Maximum zu 0,688 Strich (E) = 0,022 mm gefunden wurde, so liegen die sicheren Grenzen unserer Extreme zwischen 0,692 — 0,110 und 0,943 + 0,110 oder zwischen 0,582 und 1,053 mm. Angesichts dieser Zahlen ist es von grossem Interesse, dass Holt und Canu an Eiern dieser Art im englischen Kanal Maße beobachtet haben, die bis 0,64 mm hinabgehen und also hinter den kleinsten von uns beobachteten Eiern noch erheblich, nämlich um etwa 2 Strich (E), zurückbleiben. Zwar ist von den genannten Autoren nicht angegeben, in welcher Jahreszeit, resp. Phase der Laichzeit jene kleinen Durchmesser beobachtet wurden, aber es ist bei dem Mangel an systematischen Messungen der genannten Autoren wahrscheinlich, dass der erwähnte Unterschied eine Rassen-Verschiedenheit der Eigrösse andeutet und dass die Zwergzungen-Rasse des Kanals überhaupt kleinere Eier ablegt, als die der Nordsee.

Tab. 17. Masse planktonisch gefischter Eier der Zwergzunge.

	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
20./5—31./5 99	0,852	0,786—0,943	70
14./6—15./6 „	0,843	0,755—0,943	100
13./7—26. 7 „	0,807	0,723—0,880	76
1./8—29./8 „	0,786	0,692—0,849	100

Etwa 100 Stück von uns gemessene, mit Perényi'scher Flüssigkeit konservierte Eier, welche frisch 0,723 bis 0,912 mm maßen, hatten nach 3 bis 6 Monaten Maße von 0,566 bis 0,786 mm, wobei die Mittel der einzelnen Serien noch Schwankungen von 0,624 bis 0,706 mm zeigten. Die Schrumpfung erfolgte keineswegs

immer gleichmässig; in einem Falle betrug der Schrumpfkoeffizient nach 4 bis 6 Monaten nur 0,135, im andern dagegen nach 3 bis 4 Monaten 0,189.

Gadus aeglefinus L. Schellfisch.

Taf. IX Fig. 14. Textfigur 12a—f. Maßtabelle X.

Ei mit homogenem Dotter und zarter Eihaut ohne Öl. Durchmesser 1,32—1,67 mm, Embryo mit spärlichem schwarzen Pigment, besonders am Kopfe und in einer an der ventralen Körperkontur verlaufenden Doppellinie; After nicht durchgebrochen. Laichzeit in der Nordsee Mitte Januar bis Mitte Juni.

Fulton 22, 255. 23, pl. VI.

Cunningham 8, 2, Fig. 1—10. 9, 102, pl. VI, 1. 15, 287—90, Fig. 131.

McJntosh u. Prince 50, 822, zahlr. Abbild. d. Eies, Embryos u. d. Larve.

McJntosh 51 g, 196, pl. V.

McJntosh u. Masterman 52, 245—253, pl. III, 1—3; IX, 8—10.

Holt 36, 51, Fig. 48—49.

Williamson 62, 271.

Masterman 48, 223—5.

Hensen u. Apstein 32, 36—37, 48—50, 65—69, Taf. III, 23.

Die Eier und Larven eines so häufigen und wichtigen Fisches wie des Schellfisches sind sehr vielfach Gegenstand des Studiums gewesen. Der erste, welcher die künstliche Befruchtung ausführte, war wohl Cunningham, der auf der Westseite der Isle of May am 11. und 30. März solche Schellfischeier gewann und an den 1,45 mm grossen Eiern gewisse Entwicklungsvorgänge des Knochenfischeies studierte. Später haben McJntosh und Prince (50, 822) die verschiedenen Entwicklungsformen des Embryos und der Larve eingehend beschrieben und durch zahlreiche Abbildungen erläutert. Sie geben als Maß für den Eidurchmesser 1,5 bis 1,65 mm und dies scheint sich auf Eier zu beziehen, welche am 21. März 1885 im Firth of Forth befruchtet worden waren.¹⁾ Später (1897) giebt jedoch McJntosh in seinem Handbuch über die Naturgeschichte der britischen Meeres-Nutzfische auf Grund von Williamson's Messungen ein wesentlich kleineres Maß von 1,458 mm an. Holt erwähnt aus den irischen Gewässern unbefruchtete Schellfischeier vom März, welche 1,43 bis 1,49 mm maßen. Er giebt die besten und am meisten charakteristischen Abbildungen der Schellfischlarve mit Dottersack und nach Resorption desselben.

Die Laichzeit des Schellfisches an der schottischen Ostküste fällt nach den Beobachtungen von Fulton und Masterman in die Zeit von Mitte Januar bis Mitte Juni. Hensen (32, 12, Fig. 2) hat nach den Angaben Fulton's eine Kurve konstruiert, welche das Ansteigen und Abfallen der Laichzeit sowie die Lage der Hochzeit — Mitte Februar — veranschaulicht.

Wir haben Gelegenheit gehabt uns künstlich befruchtete Schellfischeier durch die Vermittelung des Herrn Duge-Geestemünde zu verschaffen. Diese Eier waren am 21. März 1898 von einem 43 cm langen ♀ im Skagerrak 45 MI. NNO von Hanstholm gewonnen und an Bord eines Fischdampfers mit der Milch eines 38 cm langen ♂ befruchtet worden. Nachdem verschiedene andere Versuche missglückt waren, entwickelten sich diese Eier zum grossen Teil befriedigend und gelangten am 29. März in unsere Hände. Die Schellfischeier scheinen im allgemeinen dünn-schalig und dementsprechend empfindlich zu sein. Das zeigte sich an unsern Eiern, deren Kontur vielfach von der Kugelform abwich, obwohl das Innere gut entwickelte Embryonen beherbergte. Diese waren noch

¹⁾ Hierbei mag erwähnt werden, dass der zufällige Gleichklang des deutschen Wortes Schellfisch mit dem englischen shellfish, welches Schaltier bedeutet, die Autoren McJntosh und Prince verführt hat den sehr ungerechtfertigten Vorwurf zu erheben: „Möbius and Heineke quote without criticism the remark of Malm, that the haddock spawns in shells . . ., and that in the museum at Kiel is a shellfish, on which are ripe eggs“. Thatsächlich haben weder Malm, noch auch Möbius und Heineke jemals dergleichen behauptet.

pigmentlos, als die Eier an uns gelangten; die Augenblasen waren deutlich, der Embryo umspannte jedoch nur $\frac{1}{3}$ der Eiperipherie. Schon einige Tage darauf, am 1. April, hatte sich der Embryo so weit vergrössert, wie die nebenstehende Figur 12a andeutet. Schwarzes Pigment war aufgetreten, beschränkte sich jedoch fast ausschliesslich auf die Längskonturen des Embryos, während auf dem Körper selbst nur vereinzelte Punkte verstreut waren. Die folgenden Figuren 12b bis 12d entsprechen den Fortschritten, welche die Entwicklung der Eier am 4., bzw. 7. und 9. April gemacht hatte. Der Embryo ist in die Länge gewachsen und das Pigment nimmt allmählich die für den Schellfisch als charakteristisch beschriebene Gruppierung an: Die in einer Doppelreihe längs des Körpers angeordneten Chromatophoren liegen auf der ventralen Körperseite und erscheinen in der Profilansicht zu einer Reihe verschmolzen. Nur im Vorderteil des Körpers und im Kopfe gehen die Pigmentsterne auch auf die dorsal belegenen Teile über. Ist der Embryo soweit in die Länge gewachsen, dass er die ganze Peripherie des Dotters umspannt,

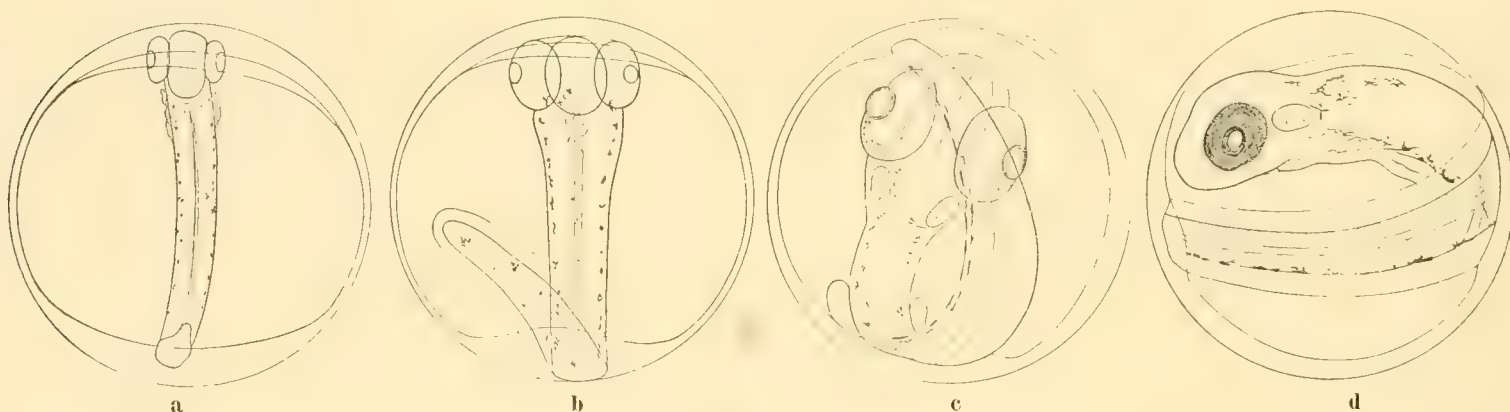


Fig. 12.

Embryonen vom Schellfisch (*Gadus aeglefinus* L.) aus einer Serie am 21./3. 98 befruchteter Eier. a vom 1./4 98, b vom 4./4 98, c vom 7./4 98, d vom 9./4 98. Alle nach dem Leben. Durchmesser 48 Strich (E) = 1,509 mm.

so beginnt auch das Pigment in den Augen aufzutreten und in wenigen Tagen erreicht es eine solche Intensität, dass die Augen als schwarze Punkte unter der Eihaut für das unbewaffnete Auge des Beobachters sichtbar werden.

Übrigens waren unsere Schellfischeier durch Pilzvegetation im Laufe der Entwicklung derart dezimiert, dass nur wenige die volle Reife erlangten, und als am 9. und 10. April — also etwa 20 Tage nach der Befruchtung — das Ausschlüpfen begann, konnten sich nur sehr vereinzelte lebensfähige Larven aus den Eihüllen befreien. Die normalsten hatten eine Länge von ca. 4 mm, wovon 1,5 mm auf den Vorderkörper bis zum blinden Ende des Darms entfielen.

Die Zahl der bei diesem Befruchtungsversuch gewonnenen gesunden Schellfischeier war so gering, dass wir nur einmal — am 29. März 1898 — an 100 Stück derselben die Grösse des Durchmessers bestimmten. Wir beobachteten hierbei Dimensionen von 46 bis 51 Strich (E) oder von 1,446 bis 1,603 mm und ein Mittel von 48,090 Strich (E) = 1,512 mm. Bei einer andern am 13./2 1900 ausgeführten, aber leider missglückten künstlichen Befruchtung, bei der ein ♀ von 60 und ein ♂ von 55 em Länge benutzt wurde, erhielten wir als Mittel aus 30 Messungen 47,017 Strich (E) = 1,478 mm. Diesen Zahlen stellen sich Messungen von Williamson (62, 271) an die Seite, welcher 97 Eier einer Befruchtung vom 22. März 1895 gemessen hat und dabei eine Variabilität von 1,368 bis 1,665 mm und ein Mittel von 1,458 mm fand. Die Maßangaben aller anderen Autoren sind hierin enthalten.

Neben den künstlich befruchteten Schellfischeiern haben wir auch eine leider nur geringe Zahl planktonisch gefischter für die Bestimmung des Eidurchmessers benutzen können. In dem helgoländer Plankton gehören Schellfischeier zu den allgrössten Seltenheiten und es gelang bei grösster Aufmerksamkeit im Jahre höchstens 1 bis 2 solcher Eier aufzufinden. Eins derselben vom 21. April 1898 hatte einen Durchmesser von 1,415 mm; die daraus am 28. April ausschlüpfende Larve maß im Alter von 2 Tagen ziemlich genau 4,0 mm. Aus einem andern Ei vom 12. Februar schlüpfte die 5 mm lange, vorzüglich erhaltene und

sehr charakteristisch pigmentierte Larve aus, welche wir in Figur 14 (Taf. IX) abgebildet haben. Sie gleicht in hohem Masse der Figur 48 von Holt, welcher eine vielleicht 1 Tag jüngere 4,19 mm lange Larve zu Grunde lag. Erst in jüngster Zeit, während des Druckes dieser Abhandlung, ist es uns gelungen eine etwas grössere Zahl planktonisch gefischter Schellfischeier für Messungen benutzen zu können. Eine Gruppe derselben war in der Zeit vom 11. bis 12. Februar 1900 ca. 70 bis 75 Seemeilen NNW von Horns Riff Feuer-schiff an der Nordwestkante der sogenannten Tarbotbank ($56^{\circ} 30'$ bis $56^{\circ} 35'$ N. Br. und $5^{\circ} 55'$ bis $6^{\circ} 5'$ Ö. L.) gefischt worden. Sie war mit einer geringen Menge (ca. 10 %) von Kabeljau-Eiern und ganz vereinzelt Schollen- und Kliescheneiern vermischet. Eine zweite Gruppe wurde am 17. bis 19. März 1900 auf der Grossen Fischerbank erbeutet gleichzeitig mit kleineren Gadiden-Eiern von *G. virens* oder *pollachius* oder beiden, sowie von *Drepanopsetta*- und *Pl. limanda*-Eiern. Um in der Bestimmung der Schellfisch-Eier vollkommen sicher zu gehen, waren wir genötigt die Ausbildung der charakteristischen Embryonal-Pigmentierung abzuwarten, ehe die definitive Messung des Eies vorgenommen wurde.¹⁾ Auf diese Weise erhielten wir in der Zeit vom 17. bis 19. Februar und vom 24. bis 27. März die Maße von 52, bzw. 100 Schellfischeiern mit weit entwickelten Embryonen. Diese Maße variierten im Februar zwischen 45 und 53 Strich (E), d. h. zwischen 1,415 und 1,666 mm; das Mittel betrug 48,539 Strich (E) = 1,526 mm. Im März fanden sich Ei-grössen von 42 bis 49 Strich (E), d. h. von 1,320 bis 1,540, im Mittel 1,434 mm.

Die nachfolgende Tabelle giebt eine Übersicht über die an Schellfischeiern beobachteten Grössen. Wir haben in diese Zusammenstellung auch die Messungen Williamson's aufgenommen, obwohl dieselben, wie bereits S. 168 hervorgehoben wurde, keineswegs den an ihre Exaktheit zu stellenden Ansprüchen genügen.

Tab. 18. Masse von Schellfischeiern.

	Datum der Befruchtung	Datum der Messung	Mittel mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
♀ 43 cm lang	21./3 1898	29./3 1898	1,512	1,446—1,603	100
♀ 60 „ „	13./2 1900	16./2 1900	1,478	1,415—1,572	30 alle todt
durch Williamson	22./3 1895	27./3 1895	1,458	1,368—1,665	97
plkt. gefischt	11./2—12./2 1900	17./2—19./2 1900	1,526	1,415—1,666	52
„ „	17./3—19./3 „	24./3—27./3 „	1,434	1,320—1,540	100

Das von uns gemessene planktonische Eiermaterial bringt die Variationsbreite wahrscheinlich ziemlich vollständig zum Ausdruck. Der Gesamtumfang derselben beträgt 1,666 bis 1,320 = 0,346 mm oder 20,8 % des grössten Durchmessers. Die Abnahme des mittleren Eidurchmessers von 1,526 mm im Februar auf 1,434 mm im März ist mit 6,0 % auffallend gross und muss wahrscheinlich damit erklärt werden, dass es sich bei beiden Messungsreihen um verschiedene Fangorte handelt und dass auf dem Fangplatze im März (Grosse Fischerbank) die Laichzeit schon sehr weit vorgeschritten oder ihrem Ende nahe war. In der That wurde festgestellt, dass die ebenda gefangenen Schellfische fast alle bereits abgelaicht hatten.

Aus unserer oben angeführten Reihe von 100 Messungen berechnet sich der Variabilitätskoeffizient für homogenes Material zu 0,023 mm, während dieser Koeffizient für planktonisches Material auf Grund der oben erwähnten 52 Doppelmessungen zu 0,0313 mm oder sehr nahe zu 1 Strich (E) gefunden wurde. Hiernach würden sich als mögliche Grenzen für den Durchmesser des Schellfischeies 1,16 und 1,82 mm ergeben.

Unsere Messungen an Schellfischeiern der oben erwähnten künstlichen Befruchtung, welche mit Perényischer Flüssigkeit konserviert waren, haben das sehr bemerkenswerte Resultat ergeben, dass der Schrumpfungskoeffizient ein sehr hoher ist. Er betrug schon nach $1\frac{1}{2}$ Monaten 0,223 und nach $6\frac{1}{2}$ Monaten 0,252. Das mittlere Maß dieser Eier betrug im ersteren Falle 1,175, im letzteren Falle 1,131 mm. Allerdings handelt es sich hierbei nur um die Konservierung eines Quantums.

¹⁾ In vielen Fällen lässt sich selbst bei sehr weit entwickelten Embryonen die Frage, ob Kabeljau oder Schellfisch vorliegt, nicht entscheiden. Die Intensität des Pigments ist bei beiden Formen eine ausserordentlich wechselnde; während einerseits beim Kabeljau-Embryo die für diesen charakteristische Anordnung des Pigments in Querzonen bisweilen erst nach dem Ausschlüpfen vollkommen deutlich wird, kommt es andererseits beim Schellfischeibryo vor, dass von der typischen Anordnung des Pigments auf der Ventralseite des Schwanzes einzelne kleinere Pigmentgruppen dorsalwärts ausstrahlen, sodass gewissermassen Uebergangsstadien zwischen den beiden charakteristischen Anordnungen des Pigments entstehen.

Zur Kontrolle stand uns nur ein zweites Quantum zur Verfügung, welches grösstenteils abgestorbene Eier derselben Befruchtung enthielt, die allerdings frisch eine sehr normale Form hatten und dieselbe auch bei der Konservierung bewahrten. Bei diesen war der Schrumpfungskoeffizient nach 8 Monaten nur wenig kleiner als oben angegeben, nämlich 0,196.

Sollte die Schrumpfung beim derartig konservierten Schellfischei allgemein eine so starke sein, was sich vorläufig noch nicht sicher angeben lässt, was aber wegen der zarten Eihaut nicht gerade unwahrscheinlich ist, so würde dieses Moment die Bestimmung solcher konservierter Schellfischeier und namentlich ihre Unterscheidung von Kabeljau-Eiern noch wesentlich erschweren. Während frische Kabeljau-Eier im Mittel um ein Weniges kleiner sind als frische Schellfischeier, würde sich dieses Verhältnis durch die Konservierung mit Perényi'scher Flüssigkeit nahezu umkehren und dadurch die Scheidung beider Formen nach der Grösse im konservierten Zustande zur Unmöglichkeit gemacht werden. Nur weitentwickelte Schellfischeembryonen können im konservierten Zustande meist sicher erkannt werden, da die vorerwähnte charakteristische Pigmentierung bei guter Konservierung sichtbar bleibt. Die hier beigegebenen Abbildungen von solchen Eiern (Figur 12, e und f) lassen dies zur Genüge erkennen.

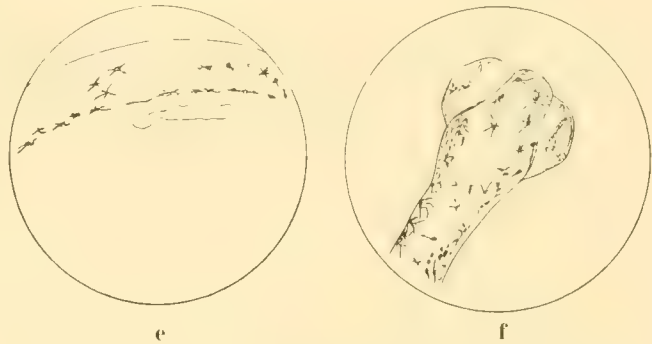


Fig. 12 e-f.

Konserviertes Schellfischei der Serie vom 21./3 98 mit Embryo, in zwei Ansichten. Durchmesser 39 Strich (E) = 1,226 mm.

Die von Hensen und Apstein (32) als Schellfischeier bestimmten Eier hatten normal einen Durchmesser von 1,575, im Mittel 1,613 mm, ein Maß, welches als Mittel für frische Schellfischeier ausserordentlich hoch sein würde, dagegen auf die Grösse konservierter Scholleneier passt. Als solche sehen wir sie in der That an, wie weiter unten nachgewiesen wird.

Schliesslich sei bemerkt, dass nach unsern Erfahrungen für das Schellfischei wie für andre Eier die Konservierung mit 1% Formalin sich als wesentlich zweckentsprechender erwiesen hat als diejenige mit Perényi'sche Flüssigkeit. Wir haben die oben erwähnten 52 planktonisch gefischten Schellfischeier nach 19-tägigem Verbleib in 1% Formalin wiedergemessen und fanden sie in der Grösse nur sehr unwesentlich verändert. Die Schrumpfung betrug wenig mehr als 1/2% und der mittlere Durchmesser von 48,539 Strich (E) = 1,526 mm war nur auf 48,269 Strich (E) = 1,518 mm heruntergegangen. Die Einzelmessungen zeigten eine ähnliche Regelmässigkeit wie bei dem frischen Material.

	Strich (E) 45	— 46	— 47	— 48	— 49	— 50	— 51	— 52	— 53
52 Eier lebend gemessen	18,2	1900	0,5 + 3	+ 8,5	+ 14,5	+ 14,5	+ 5,5	+ 4	+ 1 + 0,5
„ „ konserv. „	9,3	„	1,5 + 4,5	+ 8,5	+ 16	+ 12	+ 5,5	+ 3	+ 1

Über die Keimfruchtbarkeit des Schellfisches sind bisher ausser den Angaben von Fulton (22) und Earll (18, 733) wenig Beobachtungen bekannt geworden. Es erscheint uns daher nützlich zwei Zählungen, welche wir angestellt haben, hier aufzuführen. Dieselben beziehen sich auf extrem grosse Weibchen von 65 cm Länge und 2685 gr Gewicht, und von 60 cm Länge und 2300 gr Gewicht und die von uns gefundenen Eizahlen gehen nicht unerheblich über die von Earll und Fulton für entsprechend grosse Fische angegebenen hinaus. Eine Zusammenstellung unserer Bestimmungen mit denen von Earll und Fulton ergibt folgendes:

Tab. 19. Keimfruchtbarkeit des Schellfisches.

Länge	Gewicht	Wirklich gezählte Eimenge	Berechnete Gesamtzahl der Eier	Autor
cm	gr			
72	4338	1950	1 839 581	Earll
67	3090	1479	849 315	
66	2948	1457	856 156	

Länge cm	Gewicht gr	Wirklich gezählte Eimenge	- Berechnete Gesamtzahl der Eier	Autor
61	2155	1160	634 380	Earll
56	1814	970	403 132	
53	1446	960	398 976	
49	1077	966	169 050	
56	1814	8543	806 459	Fulton
69	2948	2974	546 026	
47	1077	5398	399 452	
42	666	3192	349 204	
42	680	1844	156 740	
60	2300	11708	947 768	Ehrenbaum
65	2685	11430	1 173 480	

Leider fehlt in dieser Reihe eine grössere Zahl von Bestimmungen für sogen. „grosse Schellfische“, deren mittleres Gewicht (nach den für uns in Geestemünde ausgeführten Wägungen) ohne Eingeweide 822 gr und mit Eingeweiden etwa 958 gr beträgt. Vorläufig muss für solche Fische eine mittlere Eizahl von 400 000 angenommen werden. Die am Markt als „mittlere Schellfische“ bezeichnete Ware hat nach unsern Wägungen nur ein mittleres Gewicht von 531 gr ohne und 620 gr mit Eingeweiden; für diese Fische wäre nur eine mittlere Eizahl von ca. 150 000 zu rechnen.

Gadus morrhua L. Kabeljau.

Maßtabelle XI. Textfigur 13 a und b.

Ei mit homogenem Dotter und zarter Eihaut, ohne Öl. Durchmesser 1,226 bis 1,603 mm, Embryo nur mit schwarzem Pigment, welches anfangs gleichmässig verteilt, später in 4 Zonen gruppiert ist; After nicht durchgebrochen. Laichzeit in der Nordsee Ende Januar bis Anfang Juni.

Sars 58, 237—249.

Earll 18, 685—740.

Ryder 57, 455—605, pl. I—XII.

Hensen 30, 299—313.

Hensen u. Apstein 32, 36, 46—48;
59—65, Fig. 18—21.

Cunningham 8, 2, Fig. 11—17. 15,
283—287.

Fulton 22, 254. 23, pl. VI.

McIntosh u. Prince 50, 812 ff.

McIntosh u. Masterman 52, 236—244, pl. IX, 1—7.

Holt 36, 50.

Canu 7 a, 132 bis pl. 14.

Williamson 62, 272.

Masterman 48, 221—223.

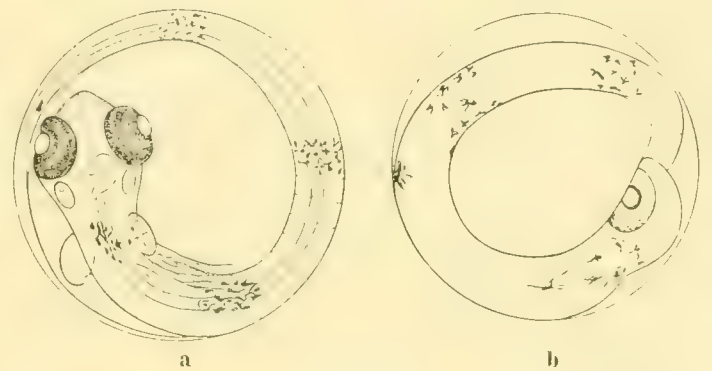


Fig. 13.

Eier mit Embryonen vom Kabeljau (*Gadus morrhua* L.)

a. kurz vor dem Ausschlüpfen, nach dem Leben. Durchmesser 43 Strich (E) = 1,352 mm;

b. etwas jüngerer Embryo, konserviert. Durchmesser 40 Strich (E) = 1,258 mm.

Das Kabeljau-Ei ist das klassische Objekt, an welchem zuerst — vor über 30 Jahren durch G. O. Sars (58) — das Vorhandensein frei schwimmender Eier konstatiert und deren Natur studiert wurde. Eier und Larven dieses Fisches sind daher ziemlich gut bekannt.

Bei der universellen Bedeutung des Kabeljaues als Gegenstand der Fischerei ist es nicht auffällig, dass auch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika das Studium der Entwicklungsgeschichte dieses Fisches schon frühzeitig in Angriff genommen ist. Im Anschluss an die umfangreichen Studien von Earll über den Kabeljau (18) hat J. A. Ryder (57) sich der Arbeit unterzogen, die Entwicklung des Kabeljaues im Ei und als Larve als Typus des Verhaltens eines Knochenfisches mit frei schwimmenden Eiern ausführlich zu beschreiben und zu illustrieren. Es hat sich gezeigt, dass zwischen dem Kabeljau der amerikanischen und dem der europäischen Gewässer eine hochgradige Übereinstimmung existiert.

Nachdem schon Earll darauf aufmerksam gemacht hatte, dass der Durchmesser der Kabeljau-Eier je nach der Grösse des Mutterfisches von 1,34 bis 1,5 mm schwankt, ist unsere Kenntnis von der Grösse der Kabeljau-Eier durch neuere Beobachtungen nicht wesentlich vermehrt worden. Hensen (30) giebt für unbefruchtete Kabeljau-Eier der Ostsee den Durchmesser zu 1,412 bis 1,510, im Mittel 1,438 mm an. Cunningham (8) konstatierte an Eiern, welche am 30. März unweit der Insel May befruchtet worden waren, 1,39 mm als Durchmesser, Holt (36) an planktonisch gefischten Eiern an der irischen Küste 1,37 bis 1,40 und in der Nordsee bis zu 1,55 mm. McIntosh hat seine weitgehenden Erfahrungen über die Lebensgeschichte des Eies und der Larve vom Kabeljau in seinem oft genannten grossen Werke über die Entwicklung des Teleostier — den sog. *Researches* — und neuerdings auch in seinem mit Masterman herausgegebenen Handbuch (52) zusammengestellt. Als mittlere Grössen des Eidurchmessers werden hier 1,386 und 1,375 mm angegeben.

Im Plankton bei Helgoland gehört das Kabeljau-Ei zu den häufigen Vorkommnissen, namentlich zu Beginn der Laichzeit; in den späteren Monaten — im Frühjahr — kommen Kabeljau-Eier nur sehr vereinzelt zu Gesicht. Gewöhnlich erscheinen sie in der zweiten Hälfte oder im letzten Drittel des Januars — vor dem 13. Januar wurde keins gesehen —, werden im Februar sehr häufig und verschwinden im Laufe des März schon wieder, um im April zu den Seltenheiten zu gehören.

An der Ostküste Schottlands sind die Kabeljau-Eier des Planktons nach Fulton's (23) Angabe von Ende Januar bis Anfang Juni anzutreffen. Die Hochzeit des Laichens fällt in die Mitte des Monats März.

Das Ei und der jugendliche Embryo besitzen keinerlei hervorstechende Eigenschaften. Beide sind in der Regel wasserhell, nur in seltenen Fällen ist die junge Embryonalanlage vor dem Auftreten des schwarzen Pigments blassgelb oder blassrötlich gefärbt. Wächst der Embryo in die Länge, so macht sich alsbald ein keineswegs charakteristisches schwarzes Pigment bemerkbar, welches in feinen Pünktchen — wie bei manchen anderen Gadiden — ziemlich gleichmässig über den ganzen Körper verstreut ist. Erst wenige Tage vor dem Ausschlüpfen nimmt dieses schwarze Pigment eine ausserordentlich charakteristische Gruppierung an, welche oft beschrieben und abgebildet worden ist, und gleichzeitig fangen die Augen an sich dunkel zu färben. In Fig. 13 a haben wir einen Kabeljau-Embryo kurz vor dem Ausschlüpfen abgebildet. Das Körperpigment ist in 4 scharfe Gruppen geschieden, deren vorderste in der Region der stumpfplanzettlichen Brustflossen, deren zweite über dem Enddarm liegt, während die andern beiden in gleichmässigen Abständen auf den Schwanz verteilt sind. Die Augen sind tief-schwarz und besitzen oft einen metallischen Glanz. Die Intensität der schwarzen Pigmentierung des Embryos ist individuell sehr verschieden und vielleicht nicht lediglich auf die mehr oder weniger vollkommene Ausbreitung oder Zusammenziehung der Farbzellen zurückzuführen. Manche Embryonen erscheinen dem unbewaffneten Auge ganz dunkel, da die einzelnen Pigmentzonen bis zur gegenseitigen Berührung verbreitert sind, andere wieder sind sehr blass, und nur vereinzelte Pigmentpünktchen deuten die Lage der vorerwähnten Zonen an. Dabei waren die hellen wie die dunklen Embryonen vollkommen normal, da sie alle dem Plankton entstammten.

Die ausschlüpfende Larve ist ebenso wie die junge Schellfischlarve ca. 4 mm lang und ist in gleicher Weise wie der reife Embryo pigmentiert. Der After ist, wie auch bei andern Gadidenlarven, noch nicht durchgebrochen. Da der Kabeljau-Embryo ebenso wie derjenige des Schellfisches nur schwarzes Pigment besitzt, so bleibt dasselbe auch nach der Konservierung in ursprünglicher Gruppierung erhalten (vergl. Fig. 13 b des Textes)

und es ist infolgedessen nicht schwer weit entwickelte Embryonen beider Arten auch im konservierten Zustande zu unterscheiden. Leider lässt sich dasselbe nicht auch für jugendliche Embryonen behaupten, denn der Eidurchmesser kann, wie sich leicht zeigen lässt, für diese Unterscheidung nicht unbedingt benutzt werden.

An planktonisch gefischten Kabeljau-Eiern wurden von uns während der ersten 3 Monate des Jahres Eidurchmesser von 39 bis 51 Strich (E) oder von 1,226 bis 1,603 mm gemessen. In dieser Variationsbreite sind alle von andern Autoren angegebenen Maße enthalten. Da die bis jetzt bekannt gewordenen Messungen von Schellfischeiern eine Variationsbreite von 42 bis 53 Strich (E) haben, so fallen sie in der Grösse fast völlig mit jenen zusammen.

Künstlich befruchtete Kabeljau-Eier sind bisher nicht in unsere Hände gelangt. Doch hat Williamson (62, 272) 92 Kabeljau-Eier gemessen, welche am 22. März 1895 befruchtet worden waren. Wie zu erwarten (vergl. theoret. Teil S. 183 ff.), ist die Variabilität dieser künstlich befruchteten Eier mit 1,350 bis 1,467 mm erheblich geringer als die unserer Plankton-Eier.

Die mittlere Grösse der meisten von uns gemessenen Eier ist annähernd dieselbe, da diese Eier, wie erwähnt, nur während eines kurzen Zeitraums zahlreich im helgoländer Plankton sind. Erst eine kleine Anzahl wesentlich später — Anfang April — gefischter und gemessener Plankton-Eier weist eine Abnahme der mittleren Grösse auf. Die von uns beobachtete Abnahme des mittleren Eidurchmessers beträgt im ganzen 0,047 oder 3,3 %. Es ist mit Sicherheit zu erwarten, dass sich für die Monate Mai und Juni noch eine weitere Abnahme des Mittels feststellen lassen wird. Dagegen ist es wahrscheinlich, dass die von uns beobachtete Variationsbreite von 0,377 mm oder 23,5 % des grössten Eidurchmessers durch künftige Beobachtungen nur unwesentlich vergrößert werden wird, zumal die Zahl der von uns zwischen dem 26./1 und 2./4 gemessenen Kabeljau-Eier sich auf 768 Stück beziffert. Nur ein Teil dieser Messungen ist in unsere Maßtabelle XI aufgenommen worden. Den Variationskoeffizienten planktonischer Kabeljau-Eier haben wir im Maximum zu 0,0379 mm berechnet. Die Sicherheit der von uns beobachteten extremen Werte liegt also zwischen 1,037 und 1,792 mm.

Tab. 20. Masse von Kabeljau-Eiern.

	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
26./1—10./2 1898	1,444	1,320—1,603	100
11./2—15./2 „	1,436	1,289—1,572	114
¹⁾ 13./3—16./3 1900	1,413	1,226—1,603	200
2./4 1898	1,397	1,289—1,509	16
künstl. befr. den 22./3 1895, gemessen von Williamson	1,386	1,350—1,467	92

Unsere Messungen an Kabeljau-Eiern, die mit Perényi'scher Flüssigkeit konserviert waren, ergaben nach 2 bis 10 Monaten einen Schrumpfungskoeffizienten von 0,102 bis 0,125; die Durchmesser variierten von 33 bis 47 Strich (E), d. h. von 1,038 bis 1,478 mm, die Mittel von 1,260 bis 1,292 mm; sie waren also etwas grösser, als die von uns gemessenen konservierten Schellfischeier.

Über die Keimfruchtbarkeit des Kabeljaus haben Earll (18, 732) und Fulton (22, 254) Beobachtungen veröffentlicht. Wir selbst haben bei einem sehr kleinen, in der Nähe von Helgoland gefangenen Kabeljau von 66,5 cm Länge und 3027 gr Gewicht die Eier gezählt und zu 1 200 000 Stück gefunden. Folgende Übersicht enthält eine Zusammenstellung aller Beobachtungen.

¹⁾ Diese Reihe wurde während des Druckes dieser Abhandlung gemessen und nachgefügt. Die Eier wurden am 13. März 1900 40 Mi. NW von Helgoland gefischt.

Tab. 21. Keimfruchtbarkeit des Kabeljaus.

Länge cm	Gewicht gr	Wirklich gezählte Eimenge	Berechnete Gesamtzahl der Eier	Autor
?	ca. 33 000	2240	9 100 000	Earll
128	23 133	1131	8 989 094	
112	13 607	1341	3 715 687	
104	12 247	1680	4 095 000	
103	10 319	1368	3 229 388	
99	9 525	1249	2 732 237	
95	10 433	7350	3 970 102 zum Teil abgelaicht?	Fulton
96,5	9 752	9068	6 652 390	
89	7 258	7008	2 963 683	
66,5	3 027	6007	1 200 000	Ehrenbaum

Da nach unsern am Markt von Geestemünde ausgeführten Wägungen das mittlere Gewicht eines sog. „grossen Kabeljaus“ nur 5077 gr ohne und ca. 5915 gr mit Eingeweiden beträgt, so sind die vorliegenden Eizählungen alle ungeeignet, um einen Anhalt für die Beurteilung der mittleren Keimfruchtbarkeit des Kabeljaus in der Nordsee zu gewähren. Eine Schätzung würde etwa auf die Zahl von 2 500 000 Eiern führen.

Gadus pollachius L. Pollack.

Maßtabelle XII.

Ei mit homogenem Dotter ohne Öl, Eihaut zart. Durchmesser 1,10 bis 1,30? (vielleicht auch 1,45). Embryonale Pigmentierung ähnlich der des Schellfisches; After nicht durchgebrochen. Laichzeit in der Nordsee März bis Mai, vielleicht auch schon Februar, wie im englischen Kanal.

McJntosh **51 b**, 288. **51 c**, 246. **51 f**, 171, pl. V, 1—4.

McJntosh u. Masterman **52**, 269—73 pl. III, 7.

Cunningham **15**, 294 f.

Holt **36**, 55. **39**, 141.

Der Pollack ist in der Nordsee kein seltener Fisch; doch erreicht er wirtschaftlich nicht die Bedeutung verwandter Formen, wie z. B. des Köhlers. In der Geestemünder Fangstatistik ist er namentlich gar nicht aufgeführt, doch ist er am Markte wohlbekannt und wird gelegentlich unter dem hochklingenden Namen „Seelachs“ verkauft.

Die Eier des Pollacks sind dem Anscheine nach sehr empfindlich, denn es ist bisher trotz wiederholter Versuche nicht gelungen gesunde Embryonen und Larven aus künstlich befruchteten Eiern zu erhalten. Holt erhielt einige befruchtete Eier in den irischen Gewässern, welche 1,10 bis 1,16, im Mittel 1,13 mm gross waren, die aber nach wenigen Tagen zu Grunde gingen. McJntosh hatte nicht viel mehr Erfolg. Anfang Mai 1892 beobachtete er an einigen abgestorbenen Eiern einen Durchmesser von 1,295 mm, Anfang Mai 1896 an einigen besseren Eiern 1,143 mm. Die letzterwähnten Eier waren zwar befruchtet und entwickelten sich teilweise, jedoch nicht soweit, dass völlig normale ältere Embryonen und Larven zur Beobachtung gelangten. Es konnte nur eine allgemeine Ähnlichkeit der Embryonen mit denen des Köhlers (*Gadus virens*) konstatiert werden, welcher dem Pollack auch in der Grösse des Eies sehr nahe zu kommen scheint. Am Kopfe und längs der Seiten des Körpers bis zum Schwanz war eine Reihe schwarzer Chromatophoren bemerkbar. Schliesslich verdient die neueste Angabe von Holt erwähnt zu werden (**39**, 141), welcher auf

die Autorität von Scott hin die Ansicht ausspricht, dass eine aus Planktoneiern von 1,40 bis 1,45 mm in Plymouth am 5. Februar ausgeschlüpfte Larve zum Pollack gehöre; sie war 4,2 mm lang und besass eine einzige Reihe schwarzer Pigmentsterne, welche sich vom Kopf bis zur halben Länge des Schwanzes erstreckte. Der Gesamtcharakter von Ei und Larve erinnerte an den Schellfisch, welcher jedoch wegen seiner Seltenheit in den Gewässern von Plymouth als Stammform angeblich nicht in Betracht kommen konnte. Auffällig an dieser Beobachtung ist besonders die ausserordentliche Grösse der Eier, doch könnte sich dieselbe daraus erklären, dass die Eier im Beginn der Laichzeit gefangen wurden.

In der Nähe von Helgoland kommen Pollackeier wahrscheinlich nicht vor, wiewohl Jungfische öfters gefangen werden. Wir haben aber einmal ein Quantum Pollackeier durch die Vermittlung des Herrn Duge-Gestemünde erhalten, welche am 23. März 1898 35 Seemeilen NzW $\frac{1}{2}$ W von Hanstholm von einem 83 cm langen ♀ gewonnen und mit Hilfe eines 65 cm langen ♂ künstlich befruchtet worden waren. Leider waren diese Eier alle abgestorben, als sie 6 Tage später in unsere Hände gelangten und wir konnten durch Messung von 50 Stück nur noch konstatieren, dass ihr mittlerer Durchmesser von 1,165 mm ziemlich gut mit den Angaben von McIntosh übereinstimmte, während die beobachteten Einzelmaße zwischen 36 und 39 Strich (E) oder 1,132 bis 1,226 mm lagen. Nach der Konservierung mit Perenyi'scher Flüssigkeit schrumpften diese Eier sehr stark, jedoch ohne ihre regelmässige Form zu verlieren. Der mittlere Durchmesser betrug nach ca. 2 Monaten nur noch 0,951 mm = 30,26 Strich (E), was einen Schrumpfkoeffizienten von 0,184 bedeutet. Trotz unserer demnach noch sehr lückenhaften Kenntnis der Pollackeier ist es klar, dass dieselben weder im konservierten noch im lebenden Zustande durch alleinige Zuhilfenahme der Grösse von andern Eiern, namentlich denen der verwandten Gadiden, unterschieden werden können.

Gadus virens L. Köhler.

Textfiguren 14 a und b.

Ei mit homogenem Dotter ohne Öl, Eihaut zart. Durchmesser 1,03—1,19 mm, Pigment des Embryos nur schwarz, in meist regelloser Anordnung, bisweilen in 2 Längsreihen, vereinzelt Pigmentsterne auf den Dotter übergreifend; After nicht durchgebrochen. Laichzeit in der Nordsee von Anfang Januar bis Mai.

Fulton 23, pl. VI.

McIntosh 51b, 287. 51c, 242 pl. IX. 51d, 218 ff pl. II.

McIntosh u. Masterman 52, 266—9 pl. III, S; X, 4—8.

Williamson 62, 273.

Masterman 48, 243.

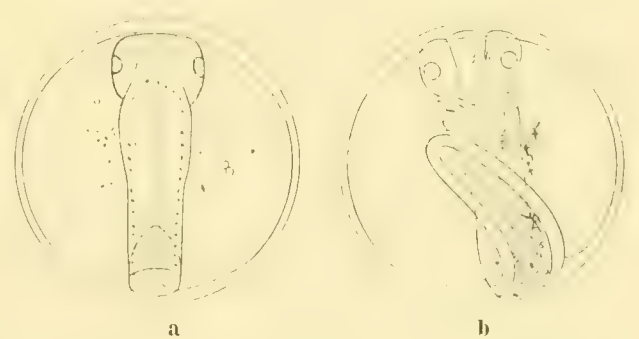


Fig. 14.

Eier mit Embryonen vom Köhler (*Gadus virens* L.), künstlich befruchtet 15./2 1894. Nach dem Leben. Kopien nach McIntosh 51d pl. II, Fig. 2 u 6. Durchmesser 37 Strich (E) = 1,163 mm.

a vom 6. Tage; b vom 9. Tage.

Unsere eigenen Beobachtungen über die Eier des Köhlers sind bisher sehr lückenhaft und daher nicht für die Veröffentlichung geeignet. Wir haben aber diese Eier doch in den Kreis unserer Betrachtungen gezogen mit dem Bestreben alles darüber Bekannte kurz zusammenzustellen. Der hauptsächlichste Beweggrund hierzu liegt für uns in der Überzeugung, dass auf den Hensen'schen Nordseefahrten die Eier dieses Fisches gefangen sein müssen, ohne dass jedoch ihre Zugehörigkeit erkannt wurde (vergl. hierüber S. 137). Diese unsere Überzeugung basiert auf folgenden Überlegungen.

Hensen (32, 10) glaubt, dass der Köhler ein verhältnismässig seltener Fisch in der Nordsee ist. Aus der Übersicht der Geestemünder Dampferfänge und aus der schottischen Fangstatistik muss man aber doch entnehmen, dass sehr bedeutende Mengen dieses Fisches in der Nordsee gefangen werden. Im Jahre 1896 wurden in Geestemünde dem Gewichte nach nur 6 mal so viel Kabeljau als Köhler, an der schottischen Ostküste sogar nur $4\frac{1}{2}$ mal soviel angebracht. Zieht man ausserdem in Betracht, dass nach den in Geestemünde angestellten Ermittlungen fast gar keine kleinen Köhler angebracht werden, während der Kabeljaufang nur zum Teil aus laichfähigen Fischen besteht, so muss das Verhältnis zwischen der Zahl der laichfähigen Fische beider Arten sich noch weiter zu Gunsten des Köhlers verschieben, als in dem oben erwähnten Gewichtsverhältnis angedeutet ist. Das Durchschnittsgewicht für laichfähige Kabeljaue ist nach den vom Hafenmeister Duge am Geestemünder Markt angestellten Ermittlungen 10,15 Pfund, dasjenige für alle Köhler 7,32 Pfund. Daraus folgt, dass im Jahre 1896 etwa 263 000 grosse Kabeljau und 80 000 Köhler am Markte von Geestemünde gewesen sind. Nimmt man nun an, dass das Zahlenverhältnis zwischen den Geschlechtern bei beiden Fischarten etwa dasselbe ist und dass die Angaben über ihre Keimfruchtbarkeit richtig sind, wonach der Köhler etwa $1\frac{1}{2}$ mal so viel Eier produziert als der Kabeljau, so folgt aus obigen Zahlen, dass auf den Fangplätzen der Geestemünder Dampfer in der Nordsee¹⁾ nur etwa 2,2 mal so viel Eier vom Kabeljau als vom Köhler zu erwarten sind. Wenn auch diese Zahlen auf grosse Genauigkeit keinen Anspruch erheben können, so zeigen sie doch so viel, dass die quantitative Planktonfischerei in der Nordsee während der ersten Monate des Jahres mit den Köhlereiern zu rechnen hat; denn die Laichzeiten von Kabeljau und Köhler fallen in hohem Grade zusammen, die des Köhlers beginnt sogar nach Fulton schon Anfang Januar und erstreckt sich bis in den Mai hinein.

Unsere bisherigen Kenntnisse vom Ei des Köhlers verdanken wir den britischen Forschern und insbesondere McIntosh, der die Eier in verschiedenen Entwicklungsstadien und von verschiedenen Fundorten abgebildet und beschrieben hat. Die ersten befruchteten und gut entwickelten Eier erhielt er von den Shetlandsinseln; ihr Durchmesser betrug nur 1,0287, die Befruchtung war am 31. März ausgeführt worden (51c, 242, pl. IX, 1—7). In einem späteren Jahre gelangten auch Eier, welche an der schottischen Westküste in der Nähe des Minch am 15. Februar befruchtet worden waren, in das Laboratorium des schottischen Forschers (51d, 218 ff. pl. II, 1—14). Diese Eier maßen 1,143 mm, waren also erheblich grösser als die erst erwähnten, was wohl zum Teil durch den Unterschied in der Jahreszeit erklärt werden kann. Williams hat 17 Stück solcher Eier gemessen, welche anscheinend von derselben Befruchtung stammten und fand den Durchmesser zu 36 bis 38 Strich (E) gleich 1,125 bis 1,188, im Mittel 1,161 mm gross.

Die Embryonen erhalten im Laufe der Entwicklung eine schwache schwarze Pigmentierung, die in bemerkenswerter Weise gelegentlich auf den Dotter übergreift. Doch scheint die allgemeine Verteilung des Pigments an keine feste Regel gebunden zu sein. In einigen Fällen war das Pigment ziemlich gleichmässig über den ganzen Körper verstreut, in andern Fällen war es in auffälliger Weise in Längsreihen an den beiden Seiten des Körpers gruppiert, während vorn einige Flecke auf die Mittelpartie hinter den Augen übergriffen. (Vergl. die vorstehenden Kopien einiger Abbildungen von McIntosh.) Fasst man alle bisher an Eiern des Köhlers ausgeführten Messungen zusammen, so erhält man eine Variationsbreite von 1,029 bis 1,188 mm oder 32 bis 38 Strich (E), die gewiss noch nicht den ganzen Variationsumfang zum Ausdruck bringt. Doch ist auch aus diesen Zahlen schon ersichtlich, dass die Eigrösse kein ausreichendes Mittel bietet, um die Eier des Köhlers von den verwandten Formen, z. B. Pollack, Wittling u. a. zu unterscheiden. Gegenüber einigen dieser Formen, z. B. dem Pollack, ist selbst die Pigmentierung des Embryos, namentlich der früheren Embryonalstadien, ein unzulängliches Unterscheidungs-mittel. Die Erkennung konservierter und geschrumpfter Eier des Köhlers ist naturgemäss mit noch grösseren Schwierigkeiten verknüpft. Der Grösse nach müssen geschrumpfte Köhlereier etwa mit lebenden Flundereiern und auch mit lebenden oder konservierten Sprotteiern übereinstimmen.

¹⁾ Die Hauptfanggebiete von Köhlern für die deutsche Dampferfischerei liegen nach Aufzeichnungen des Herrn Duge an der jütischen West- und Skagerrak-Küste bei Hanstholm und Hirshals, sowie in der nordwestlichen Nordsee auf dem Fladengrund und den Long Forties, in geringerem Maße auch auf der Grossen Fischerbank und auf dem Barregrund, südöstlich der Doggerbank.

Gadus merlangus L. Wittling.

Taf. IX, Fig. 7—13. Maßtabelle XIII.

Ei mit homogenem Dotter ohne Öl und zarter Eihaut. Durchmesser 1,01 bis 1,32 mm. Embryonen mit frühzeitig auftretendem gelben Pigment neben dem schwarzen, welches ersteres auch auf Dottersack und auf Flossensäumen vorhanden ist; After nicht durchgebrochen. Laichzeit Ende Januar bis Anfang Juli.

Fulton **23**, pl. VI.

Cunningham **8**, II, 18. **11**, 46 Fig. 33, 34. **15**, 290—3 Fig. 132.

McJntosh u. Prince **50**, 789 u. 824 pl. XVI, 2; XVII, 12.

McJntosh u. Masterman **52**, 257—265 pl. XI, 1—2, Textfig. 16—18, 21—23.

Holt **36**, 53 Fig. 50.

Canu **7 a**, 132 bis pl. XV.

Williamson **62**, 272.

Masterman **48**, 225—8.

Obwohl die Eier des Wittlings schon wiederholt künstlich befruchtet, beschrieben und nebst Embryonen und Larven abgebildet worden sind, so stimmen doch diese Darstellungen keineswegs so vollkommen überein, das es leicht wäre danach planktonisch gefischte Wittlingseier immer sicher zu bestimmen. Vielleicht liegt dies daran, das die Pigmentierung der Embryonen und Larven je nach dem Ort des Vorkommens und der Zeit der Beobachtung eine gewisse Verschiedenheit aufweist.

Cunningham war wohl der erste, welcher Embryo und Larven abbildete und zwar nach Planktonmaterial, das bei Plymouth gefischt und auf Grund einer früher durch ihn selbst ausgeführten künstlichen Befruchtung (am 30. März 1885 unweit der Isle of May) identifiziert worden war. Leider sind diese Abbildungen nicht farbig, und im Text heisst es über das Pigment nur: „Die dendritischen Chromatophoren sind nur auf den Körper beschränkt und fehlen auf den Flossensäumen“. Doch wird diese Angabe in dem neueren Handbuch von Cunningham (**15**, 291) vervollständigt, bezw. verbessert mit der Erklärung: „Das schwarze Pigment ist auf den Körper der Larve beschränkt, ausserdem sind aber gelbe Pigmentflecke auch auf dem Dottersack und den Flossensäumen vorhanden“. Als Eigrösse giebt Cunningham 1,07 bis 1,25 mm, als Grösse der Larve 3,67 mm an.

Die Angaben von McJntosh stimmen hiermit nicht vollständig überein. Seine Abbildung von der eben ausgeschlüpften Wittlingslarve weist auf Körper, Dottersack und Flossensäumen nur gelbes Pigment auf, während schwarzes fehlt. Erst bei der älteren Larve mit resorbiertem Dottersack ist auch schwarzes Pigment in reichlichem Maße vorhanden, und als besonders charakteristisch werden 2 Doppelreihen von schwarzem Pigment bezeichnet, welche die dorsale und ventrale Körperkontur besonders im Schwanzteil begleiten. Hervorgehoben wird von McJntosh das frühzeitige Erscheinen des gelben Pigments im Embryo. Diese Beobachtungen scheinen sich im wesentlichen auf Material zu stützen, welches durch eine künstliche Befruchtung am 15. April 1885 gewonnen wurde. Für den Durchmesser des Wittlingseies hat McJntosh 1,125 bis 1,204 mm angegeben. Holt giebt die Abbildung einer jugendlichen Wittlingslarve mit Dottersack, welche aus einem Planktonci gewonnen wurde. Er betont, dass ausser dem gelben Pigment auch schwarzes vorhanden sei, das aber im Gegensatz zu ersterem in seiner Verteilung auf den Körper der Larve beschränkt sei. Als Maß für die Eier giebt er 1,07 bis 1,14, als Länge der Larve 3,21 mm an. Hiermit stimmt Canu im wesentlichen überein, der sich auf künstlich befruchtete Eier zu stützen scheint; nur lässt er das schwarze Pigment auch auf den Dottersack übergreifen. Als Hauptlaichzeit giebt er Februar, März, auch April an, als Durchmesser der Eier 1,2 bis 1,3 mm, als Grösse der Larven 3 bis 3,5 mm.

In Helgoland haben wir erst kürzlich Gelegenheit gehabt künstlich befruchtete Wittlingseier zu studieren, doch haben wir in der Zeit vom 28. Januar bis zum 25. Mai wiederholt und vereinzelt noch am 3./6 und am 3./7 Eier mit Embryonen im Plankton gefunden, die wir schon in Ansehung der oben erwähnten Beschreibungen für Wittlingseier ansehen mussten. Freilich passt die von Fulton (**23**, pl. VI) angegebene Laichzeit — von

Anfang März bis Mitte August mit der Hochzeit um Mitte Mai — nicht besonders gut zu dieser Annahme, da aber von anderer Seite ¹⁾ wie erwähnt, z. B. von C a n u, Februar und März als die Hauptlaichzeit angegeben ist, so haben wir in der Angabe F u l t o n's kein Hindernis für unsere Annahme erblickt, deren Richtigkeit schliesslich durch das Gelingen der künstlichen Befruchtung vollauf bestätigt wurde. Die auffälligste Eigentümlichkeit der von uns beobachteten Embryonen, die wir auf der beigegebenen Tafel IX, Fig. 7 und 8 abgebildet haben, ist das frühzeitige Auftreten von gelbem Pigment — neben schwarzem —, wodurch die Eier sich leicht von den gleichzeitig vorhandenen Kabeljau-Eiern unterscheiden lassen. Bei einigen Eiern war auch ein spärliches Ausstrahlen des schwarzen Pigments auf den Dotter bemerkbar. Im übrigen ist das schwarze Pigment ziemlich regellos über den Körper des Embryos verstreut. Beim ersten Auftreten des gelben Pigments umspannt der Embryo kaum $\frac{3}{4}$ der ganzen Peripherie des Dotters, die Brustflossen sind auffällig und ähneln denen des Kabeljau-Embryos. Die Augen fangen an sich dunkel zu färben. Nach weiteren 1 bis 2 Tagen schlüpfte aus diesen Eiern eine Larve von 3,2 mm Länge aus, welche auf Taf. IX in Fig. 10 und 11 in zwei Ansichten abgebildet ist. Die Pigmentierung dieser Larve hatte noch denselben Charakter wie beim reifen Embryo; die Augen waren noch nicht ausgefärbt, doch war jetzt deutlich, dass das kanariengelbe Pigment nicht bloss den Körper der Larve und zwar besonders den Kopf und den Vorderkörper, sondern auch Dottersack und Flossensäume bedeckte. Der blind endende Darm verriet die Gadidennatur. Wir konnten solche Larven bis zur fast völligen Resorption des Dottersacks am Leben halten. Während die Augen allmählich dunkler wurden, nahm auch das gelbe wie das schwarze Pigment lebhaftere Töne an. Letzteres zeigte eine deutliche Ansammlung an den dorsalen und ventralen Körperkonturen und an der dorsalen Peritonealwand, an deren vorderem Ende später auch die Anlage einer Schwimmblase sichtbar wurde. Die Brustflossen waren sehr gross geworden. Spärliches Pigment, welches früher auf dem Dotter vorhanden war, hatte sich jetzt auf der Unterseite des Eingeweidesackes angesammelt. Die Länge dieser Larve betrug ca. 4 mm (vergl. Taf. IX, Fig. 13).

Die unmittelbare Umgebung von Helgoland, d. h. die Felsgründe, scheint vom Wittling nicht als Aufenthalt benutzt zu werden, dagegen ist er auf den diesen benachbarten weicheeren Sand- und Schlickgründen sehr häufig und laicht dort auch zum Teil auf Gebieten, die der Küste sehr nahe liegen. Im Frühjahr wird der Wittling regelmässig in grosser Zahl bei der von Helgoland aus betriebenen Angelfischerei mit Langleinen gefangen, und es ist dann leicht auch laichreife Exemplare in grosser Zahl zu bekommen, da im März, April und Mai fast alle Individuen mehr oder weniger laichreif sind. Trotzdem ist es uns bei den zahlreich vorgenommenen künstlichen Befruchtungen nur einige wenige Male gelungen, gesunde Embryonen und aus diesen normale Larven zu züchten. Dies hat vielleicht darin seinen Grund, dass der Wittling ein sehr weicher und empfindlicher Fisch ist und gewöhnlich schon irgendwie beschädigt ist, wenn er nicht gleich in dem Moment, wo er an der Angel aus dem Wasser kommt, für die künstliche Befruchtung benutzt werden kann. Damit mag es auch zusammenhängen, dass die von uns künstlich befruchteten Eier selten regelmässig rund waren und sich für die Messung weniger eigneten, als planktonisch gefischte Wittlingseier.

Bei einer mittleren Temperatur von etwa 11° C nahm die Entwicklung der künstlich befruchteten Eier folgenden Verlauf. Nach 3 Tagen war der Embryo in den Eiern soweit ausgebildet, dass er etwa die halbe Eiperipherie umspannte; es war unregelmässig verstreutes, zartes schwarzes Pigment sichtbar und dazwischen schon die ersten sehr schwachen Spuren von gelbem Pigment. Nach Verlauf von weiteren 2 Tagen hatte der Embryo eine Länge von $\frac{2}{3}$ der Eiperipherie, das schwarze Pigment war intensiver, die Ausstrahlung desselben auf den Dotter deutlich, namentlich im Bereich der Brustflossenanlagen, das gelbe Pigment in deutlichen Farbzellen auf dem Embryo und auf dem Dottersack sichtbar. Wieder einen Tag später, also 6 Tage nach der Befruchtung, umspannte der Embryo $\frac{3}{4}$ der Eiperipherie; an diesem und am folgenden Tage zeigten sich die ersten Spuren von Pigment in den Augen; das gelbe Pigment war intensiver geworden und machte sich auch auf den embryonalen Flossensäumen bemerkbar. 8 Tage nach der Befruchtung umspannte der Embryo die Eiperipherie ganz; die Augen besaßen Pigment, waren aber noch ziemlich hell, sie wurden erst am letzten Tage des Embryonallebens mehr oder weniger halbdunkel. Doch ist das Auftreten dieser

¹⁾ Masterman (48) giebt für die schottische Ostküste die Zeit vom 22./2—22./7 an.

und anderer Pigmente und die Zunahme ihrer Intensität wahrscheinlich etwas variabel und hängt vielleicht in gewissem Grade von der Jahreszeit oder der Wassertemperatur ab.

Für die Messung des Wittlingseies haben wir sowohl künstlich befruchtetes als planktonisch gefischtes Material benutzt. Die Hauptresultate sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt, während für die Einzelheiten der Messungen auf die Maßtabelle XIII des Anhangs verwiesen wird. Die Befruchtungsserien haben immer nur kleine Mengen gesunder Eier geliefert und auch diese liessen, wie erwähnt, an Regelmässigkeit der Form meist zu wünschen übrig. 2 Serien, die Embryonen enthielten und Anfang Mai gemessen wurden, ergaben Variationsbreiten von 1,100 bis 1,226 mit dem Mittel von 1,163 mm und von 1,069 bis 1,163 mit dem Mittel von 1,123 mm. Daneben mag eine Messungsreihe von Williamson erwähnt werden mit der Variationsbreite von 1,161 bis 1,257 und dem Mittel von 1,204 mm. Da diese Messung schon Anfang April ausgeführt wurde, so erklären sich die etwas grösseren Zahlen ohne Zwang. Wieder grössere Eier von 1,226 bis 1,352 und einem Mittel von 1,274 mm fanden wir bei einer schon in der ersten Märzhälfte ausgeführten Befruchtung; doch entwickelten sich diese Eier nicht, obwohl sie ursprünglich völlig normal aussahen und sehr gut schwammen.

Einen besseren Einblick in die Variabilität des Eidurchmessers und seine Veränderung mit dem Vorschreiten der Laichzeit gewähren unsere Messungen an planktonisch gefischten Wittlingseiern, welche in der Zeit von Ende Januar bis Ende Mai, wenn auch meist nicht unmittelbar bei der Insel Helgoland, so doch in nicht allzu grosser Entfernung von derselben erbeutet wurden. Die Mehrzahl dieser Eier wurde im Jahre 1899 gefischt, nur eine kleine Zahl von 31 Stück stammt aus dem Anfang der Laichperiode des Jahres 1898 vom 28. Januar bis zum 15. Februar. Fast alle planktonisch gefischten Wittlingseier waren mit Diatomeen bewachsen, die der Gattung *Synedra* angehörten, und die in kleinen Gruppen oder Büscheln auf der Eihaut befestigt waren. Besonders auffällig war, dass der gelbe Zellinhalt dieser Diatomeen mit dem Pigment der Wittlingsembryonen im Farbton sehr genau übereinstimmte. Um die Zuverlässigkeit der Bestimmung zu erhöhen, haben wir, wie auch in andern Fällen, in der Regel die planktonisch gefischten Eier bis zur reichlichen Ausbildung des charakteristischen gelben embryonalen Pigments am Leben erhalten und erst dann gemessen. Leider ist jedoch später, im April und Mai, von dieser Regel abgewichen worden und namentlich gelegentlich der beiden umfangreichsten Fänge, welche am 19. und 20. April gemacht wurden. Auf diese Weise ist, wie nachträglich erkannt wurde, vom April ab wahrscheinlich eine Vermischung der Wittlingseier mit den sehr ähnlichen Eiern von *Gadus luscus*, welche nur unbedeutend kleiner sind, eingetreten. Wir wurden hierauf erst aufmerksam, als sich noch im Juli und Anfang August vereinzelt Eier dieser Gruppe im Plankton fanden. Da die Laichzeit des Wittlings bei Helgoland schon Ende Januar beginnt, so war es sehr unwahrscheinlich, dass sie sich bis in den Anfang des Augusts hinein ausdehnen sollte; und nun zeigte sich auch, dass diese Eier abweichend pigmentierte Embryonen enthielten, die wir als *Gadus luscus* ansehen und als solche weiter unten beschrieben haben. Einmal aufmerksam gemacht erkannten wir verschiedene deutliche Hinweise auf den komplexen Charakter der Messungsreihen vom April und Mai, welche folgende Zusammensetzung haben:

Strich (E)	32	—	33	—	34	—	35	—	36	—	37	—	38	—	39
April 1899	0,5	+	4,5	+	22,5	+	29	+	27	+	18	+	4,5	+	1 = 107
Mai „	3	+	1	+	7	+	12	+	9	+	4				= 36

Die Maireihe hat 2 deutliche Gipfel bei 35 und 32 Strich (E); die Aprilreihe ergibt graphisch dargestellt das ausgezeichnete Beispiel eines eingezogenen Variationspolygons (s. dieses Polygon und die ausführliche Besprechung der komplexen *merlangus-luscus*-Reihe auf S. 199 Fig. 8), das stets komplex ist und auf 2 nahe zusammenliegende Mittel der komponierenden Reihen hinweist. Charakteristisch ist der plötzliche Absturz dieser Reihe bei 33 und 38 Strich. Wir glauben hieraus schliessen zu dürfen, dass im April und Mai späte und verhältnismässig kleine Eier des Wittlings mit frühen und verhältnismässig grossen Eiern von *G. luscus* vermischt sind. Bekräftigt wird diese Vermutung durch die Eigentümlichkeit, dass die Monatsmittel vom März und April eine Differenz von 0,076 mm aufweisen, d. h. eine Abnahme des Mittels um 6,4 ‰, die mit Ausnahme der Makrele ¹⁾ in gleicher Grösse in keinem andern Falle zwischen 2 aufein-

¹⁾ Die Makrele nimmt, wie weiter unten ausgeführt ist, in mehreren Beziehungen eine Sonderstellung ein.

anderfolgenden Monaten von uns bemerkt worden ist. Die im ganzen beobachtete Abnahme des Monatsmittels mit 0,111 mm oder 9,2 % ist ziemlich, obwohl nicht extrem gross, sodass daraus nicht notwendig auf die Mischung zweier Formen in den Messungsreihen geschlossen zu werden braucht. Auch zweifeln wir nicht, dass die Variationsbreite von 1,006 bis 1,320 mm in vollem Umfange für das Wittlingsei aufrecht zu erhalten ist. Die Differenz beträgt 0,314 mm oder 23,8 % des Maximums. Der Variationskoeffizient berechnet sich für die Reihen von Februar und März, welche fast nur aus Wittlingseiern bestehen, zu 0,0268 mm; die sicheren Grenzen der von uns beobachteten extremen Werte liegen also zwischen 0,872 und 1,454 mm.

Tab. 22. Masse von Wittlingseiern.

a. planktonisch gefischte Eier (vom April ab vermischt mit Eiern von *Gadus luscus*).

Datum des Fanges	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
Februar 1898/99	1,211	1,100—1,320	57
März 1899	1,190	1,100—1,289	38
April 1899	1,114	1,006—1,226	107
Mai 1899	1,100	1,006—1,163	36

b. künstlich befruchtete Eier.

Datum der Befruchtung	Messung	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
28./4 1899	1./5 99	1,163	1,100—1,226	24
3./5 „	8./5 „	1,123	1,069—1,163	22
3./5 „ unbefruchtet	4./5 „	1,095	1,069—1,132	50
11./3 „ nicht normal	12./3 „	1,274	1,226—1,352	30
6./4 1894 Williamson		1,204	1,161—1,257	56

Eine kleine Anzahl (26) von Wittlingseiern sind von uns auch nach der Konservierung mit Perenyi'scher Flüssigkeit gemessen worden. Der Schrumpfungskoeffizient betrug nach 3 Monaten 0,128, nach 8 Monaten 0,130. Während die Eier frisch 1,163 bis 1,320, im Mittel 1,228 mm gemessen hatten, zeigten sie zuletzt Maße von 0,975 bis 1,163 und im Mittel 1,068 mm. Da diese Eier aus der ersten Hälfte des Februars stammten und infolgedessen sehr gross waren, so müssen im April gefangene und konservierte Wittlingseier noch wesentlich kleinere Abmessungen haben. Sie können bei Vernachlässigung der Schrumpfung und unter alleiniger Berücksichtigung der Grösse sehr wohl irrthümlich für Flundereier angesehen werden.

Gelegentlich der von uns ausgeführten künstlichen Befruchtungen haben wir nach dem bereits erläuterten Schema (vergl. S. 217 und 222) einige Bestimmungen über die Inkubationsdauer beim Wittlingsei gemacht. Die erste gelungene Befruchtung wurde am 28./4 morgens ausgeführt und ergab am 9. Mai ausgeschlüpfte Larven. Die Inkubationsdauer berechneten wir zu

$$(10,^{\circ}5 + 12,^{\circ}6 + 11,^{\circ}5 + 10,^{\circ}9 + 9,^{\circ}6 + 10,^{\circ}8 + 10,^{\circ}3 + 10,^{\circ}4 + 11,^{\circ}2 + 10,^{\circ}2 + 11,^{\circ}7) 24 = 2858 \text{ Gradstunden.}$$

Eine zweite Befruchtung wurde am 3. Mai abends ausgeführt und lieferte am 13./5 morgens, also nach 228 Stunden die ersten Larven. Die Inkubationsdauer betrug

$$10,^{\circ}8 \times 12 + (10,^{\circ}3 + 10,^{\circ}4 + 11,^{\circ}2 + 10,^{\circ}2 + 11,^{\circ}7 + 12,^{\circ}6 + 13,^{\circ}2 + 13,^{\circ}2 + 12,^{\circ}6) 24 = 2659 \text{ Gradstunden.}$$

Bei einer dritten am 10./5 morgens ausgeführten Befruchtung erhielten wir am 19./5 morgens die ersten Larven. Für die Inkubationsdauer ergab sich in diesem Falle genau dieselbe Zahl wie beim ersten Versuch: $(13,^{\circ}2 + 13,^{\circ}2 + 12,^{\circ}6 + 12,^{\circ}9 + 12,^{\circ}7 + 13,^{\circ}5 + 13,^{\circ}5 + 13,^{\circ}4 + 14,^{\circ}1) 24 = 2858 \text{ Gradstunden.}$ Das Mittel aus allen 3 Bestimmungen ist 2792. Die thermische Inkubationskonstante beim Wittling ist also über doppelt so gross als bei der Flunder und um die Hälfte grösser als bei der Kliesche.

Mit Hilfe dieser Konstante, die gewiss noch der Korrektur bedarf, findet man folgende Zahlen für die mittlere Inkubationsdauer des Wittlingseies, ausgedrückt in Tagen, im freien Wasser bei Helgoland. Dieselbe beträgt im Monat

März bei einer mittleren Wassertemperatur von 2,° C	44,8 Tage
April „ „ „ „ „ 5,° C	20,4 „
Mai „ „ „ „ „ 8,° C	13,4 „

Es kann nach Lage der Verhältnisse nicht zweifelhaft sein, dass im März und April bereits erhebliche Mengen von Wittlingseiern in verschiedenen Teilen der Nordsee anzutreffen sein müssen und es ist daher mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass Hensen und Apstein auf ihrer zweiten und namentlich auf der dritten Fahrt diese Eier in den quantitativen Netzen gefangen haben müssen. Die genannten Autoren haben dennoch geglaubt den Wittling bei ihren Eibestimmungen ganz ausser Acht lassen zu sollen, weil sie einerseits die Hochzeit des Laichens für diesen Fisch mit Fulton in den Mai und Juni verlegen, andererseits meinen, (32, 10) dass der Wittling wegen seiner geringen Grösse nur wenig Eier liefere. Diese Auffassung halten wir nicht für zutreffend. Wenn man versucht an der Hand einiger statistischer Daten eine Vorstellung über die Häufigkeit des Wittlings in der Nordsee zu gewinnen, so zeigt sich, dass dieser Fisch durch die grosse Zahl von Individuen, in der er auftritt, seine geringe Körpergrösse einigermaßen wett macht.

Nach Ausweis der Geestemünder Statistik hat der Fang von Wittlingen in den letzten Jahren 1897 und 98 erheblich zugenommen und etwa dreimal soviel betragen wie in den vorhergehenden Jahren 1894—96. Wahrscheinlich ist dies darauf zurückzuführen, dass durch die Einrichtung der Bratereien der kleine Fisch, der früher einfach über Bord geworfen wurde, erst wertvoll geworden ist und neuerdings regelmässig mit zum Markt gebracht wird. Wir haben trotzdem die statistischen Angaben für 94—96 mit in Rechnung gezogen, um sicher die Menge der gefangenen Wittlinge nicht zu überschätzen. Um nun Klarheit darüber zu gewinnen, inwieweit das Verhältnis von Wittling zu Kabeljau in den Geestemünder Fängen auch für andere Märkte maßgebend ist, haben wir die Zahlen für die schottische Ostküste (einschliesslich der Orkney- und Shetlands-Inseln) zum Vergleich herangezogen. Die Zahlen der nachfolgenden Tabelle bedeuten Tausend Centner, wobei der Unterschied zwischen englischem und deutschem Gewicht bei Seite gelassen wurde, da es schliesslich nur auf die Verhältniszahlen ankommt.

Tab. 23. Gewichtsmengen von Wittling und Kabeljau in 1000 Centnern.

Ostküste v.	Mittel						Mittel	Mittel
Schottland	1894	1895	1896	1894—96	1897	1898	1897/98	1894—98
Wittling	33,4	35,3	33,5	34,1	29,9	34,5	32,2	33,34
Kabeljau	236,5	283,1	332,7	284,1	361,7	380,2	371,0	318,86
Geestemünde								
Wittling	2,3	2,1	3,5	2,6	8,3	7,7	8,0	4,76
Kabeljau	42,3	44,7	34,2	40,4	33,6	41,6	37,6	39,28

Demnach verhalten sich die Gewichte von Kabeljau und Wittling folgendermaßen:

	1894—96	1897—98	1894—98
Ostküste Schottlands	K.: W. = 8,3 : 1	K.: W. = 11,5 : 1	K.: W. = 9,56 : 1
Geestemünde	K.: W. = 15,5 : 1	K.: W. = 4,7 : 1	K.: W. = 8,25 : 1

Es zeigt sich also, dass zwar die einzelnen Jahre ziemlich erhebliche Verschiedenheiten in dem Gewichtsverhältnis beider Fischarten in den deutschen Fängen einerseits und den schottischen andererseits aufweisen; nimmt man jedoch das Mittel aus den Jahren 1894—98, so erhält man ziemlich übereinstimmende Verhältniszahlen, wonach hüben wie drüben durchschnittlich dem Gewichte nach etwa 9 mal soviel Kabeljau als Wittling gefangen werden. Im allerhöchsten Falle wurden 15,5 mal soviel Kabeljau als Wittling gefangen, wenn man die den thatsächlichen Verhältnissen nicht ganz entsprechenden Geestemünder Angaben von 1894—96 in Betracht zieht. Will man nun die Eimengen beider Fischarten mit einander vergleichen, so kommen nur die laichfähigen Fische in Betracht, also von den Wittlingen alle, die gefangen werden, von den Kabeljaunen dagegen nur die „grossen“, d. h. nach Ausweis der Geestemünder Statistik

etwa 71% des Gesamtfanges. Demnach würde das Gewicht der laichfähigen Kabeljaue und Wittlinge sich verhalten wie 6,4:1, im äussersten Falle wie 11:1.

Um nun die Gewichte in Stückzahl umzusetzen, haben wir für beide Fischarten das mittlere Gewicht der laichfähigen Individuen festzustellen versucht. Durch Wägung von 181 Stück Kabeljau, die in den verschiedensten Monaten des Jahres und an verschiedenen Punkten der Nordsee gefangen worden waren, fanden wir am Geestemünder Markt das mittlere Gewicht des ausgeweideten „grossen“ Kabeljaues zu 5077 gr, wobei die Einzelgewichte zwischen 2,5 und 10,5 kg, die Körperlängen zwischen 65 und 109 cm schwankten. Die Wittlinge, die wir beobachtet haben, waren bis herab zu Längen von 18 cm alle laichfähig oder laichreif. 237 Stück, die in der ersten Hälfte des Mais unweit Helgoland gefangen wurden und 18 bis 47 cm lang waren, während die Einzelgewichte der ausgeweideten Fische zwischen 35 und 720 gr schwankten, wogen durchschnittlich 122,8 gr das Stück.

Lässt man diese Zahlen in Ermangelung besserer einstweilen als Mittelzahlen gelten, so ergibt sich, dass das Durchschnittsgewicht des laichfähigen Kabeljaues 41,34 mal so gross ist, als das des laichfähigen Wittlings; und ebenso ergibt sich das Verhältnis von laichfähigen Kabeljauen und Wittlingen der Zahl nach wie 1:6,5, (während es dem Gewichte nach umgekehrt, wie 6,4:1 war), im äussersten Falle wie 1:3,76. Setzt man nun voraus, — was dem wirklichen Sachverhalt wohl sehr nahe liegen wird — dass das Zahlenverhältnis der Geschlechter der beiden Fischarten dasselbe ist, so verhalten sich auch die Zahlen der laichfähigen Weibchen vom Kabeljau und Wittling wie 1:6,5.

Für die Keimfruchtbarkeit des Wittlings hat Fulton die Zahl 250 000 festgestellt, die in Ermangelung weiterer Beobachtungen als Mittelzahl gelten mag, ebenso wie die Zahl von 2,5 Millionen für den Kabeljau. Danach produziert also ein Kabeljauweibchen durchschnittlich 10 mal soviel Eier als ein Wittlingsweibchen.

Hieraus folgt — in Ansehung des Zahlenverhältnisses von Kabeljau und Wittling — dass durchschnittlich in der Nordsee 1 Wittlings-Ei auf 2 Kabeljau-Eier zu erwarten ist, mindestens aber auf 3 Kabeljau-Eier, wenn nämlich das ungünstigste Verhältnis zwischen Kabeljau und Wittling der obigen Tab. 23 K.:W. = 15,5:1 in Rechnung gezogen wird.

Allerdings bleibt zu bedenken, dass dieses Zahlenverhältnis durch die verschiedene Lage der Laichzeiten vom Kabeljau und Wittling eine nicht unerhebliche Verschiebung erleiden muss, und dass es nur für einander entsprechende Phasen der Laichzeit Bedeutung hat, etwa in der Weise, dass durchschnittlich im Januar und Februar 2 bis 3 mal soviel Kabeljau-Eier in der Nordsee zu erwarten sind, als Wittlings Eier im März und April⁴⁾.

? *Gadus luscus* Willughby. Zwergdorsch.

Tafel X, Fig. 18—21.

Ei mit homogenem Dotter ohne Öl und mit dünner Eihaut. Durchmesser 0,90 bis 1,15 mm, Embryo mit fast gleichmässig über den Körper verstreutem schwarzen Pigment, das mit ganz vereinzelt Sternchen auch auf den Dotter übergreift, in der letzten Embryonalzeit ist hier und da ein sehr matter gelblicher Schimmer bemerkbar; After nicht durchgebrochen. Laichzeit bei Helgoland (März?) April bis August, im englischen Kanal schon im Januar beginnend.

Cunningham 11, 46 Fig. 35; *ibid.* 375.

McIntosh u. Masterman 52, 253 f.

Holt 39, 138—41.

Gadus luscus oder der Zwergdorsch ist ein gut charakterisierter Gadide, der wohl mit Unrecht von Steindachner, Möbius u. Heincke, Smitt u. a. mit dem *Gadus minutus* L. in eine Species ver-

⁴⁾ Als Beispiel, wenn auch nicht als Beweis zu den obigen Überlegungen sei erwähnt, dass wir während des Druckes dieser Arbeit am 27. März 1900 ca. 50 Mln. NW von Helgoland drei Vertikalzüge mit einem kleinen Eiernetz machten, wie es in gleicher Art und Grösse von Hensen u. Apstein auf den beiden ersten Fahrten im Jahre 1895 benutzt wurde. Statt wie jene die Fangmenge jedes einzelnen Zuges mit 3 zu multiplizieren, haben wir die Summe aus 3 Parallelfängen genommen, was etwa auf dasselbe hinauskommen wird. Wir fingen ausser einer erheblichen Anzahl (82) Fischlarven folgende Eimengen: 35 Kabeljau, 13 Wittlinge, 54 Klieschen, 3 Flundern und 2 *Motella mustela*. Also gegen Ende März in der südöstlichen Nordsee noch nicht dreimal soviel Kabeljau- als Wittlings-Eier!

einigt worden ist. Er ist an den britischen Südküsten und den französischen Nordküsten ziemlich häufig und kommt auch bei Helgoland nicht selten vor, wo er ein eigenes Verbreitungszentrum zu besitzen scheint, während *Gadus minutus* dort fehlt (vergl. Heineke 27, 105). Da *G. luscus* zur *merlangus*-Gruppe der grossen Gadidenfamilie gehört, so ist es nicht zu verwundern, dass die Eier und Larven grosse Ähnlichkeit mit denen des Wittlings besitzen, Darauf hat schon Cunningham als erster Beobachter dieser Eier hingewiesen. Er hat zunächst eine Larve aus pelagisch gefischten Eiern abgebildet, die er für *G. luscus* hielt und hat später den Durchmesser der Eier, welche einem reifen ♀ von *G. luscus* am 8. April abgestrichen wurden, zu 1,05 bis 1,15 mm angegeben. Auf Grund dieser Angaben hat neuerdings auch Holt gewisse Gadideneier von 0,90 bis 1,10 mm Durchmesser, die er im Südwestdistrikt der britischen Inseln Ende Januar und Anfang Februar gefunden, als *G. luscus* angesprochen. Nach seiner Beschreibung charakterisiert sich die Larve durch eine ziemlich regelmässige Doppelreihe von dorsalen und ventralen schwarzen Chromatophoren, welche vom Kopf bis nahe an das Schwanzende reichen. Gewöhnlich ist nur schwarzes Pigment sichtbar, es sind aber sicherlich auch gelbe Farbzellen vorhanden, die sich beim normalen Individuum in einem grünlichen oder gelblichen Schimmer bemerkbar machen, der oft sehr schwach ist und nur an einzelnen Stellen, wie im Vorderrand des Dottersackes und im Kopfe deutlicher wird. Erst beim Absterben der Larven konzentrierte sich dieser gelbliche Schimmer zu ziemlich dicht stehenden kleinen gelben Chromatophoren, welche auf dem grösseren Teil der Haut sichtbar wurden.¹⁾

Diese Angaben von Holt passen in ganz frappanter Weise auf eine Larve, welche von uns bei Helgoland beobachtet wurde und die wir in Fig. 20 und 21 auf Taf. X abgebildet haben. Dieselbe entstammte planktonisch gefischten Eiern von 1,04 bis 1,07 mm Durchmesser, welche am 8. und 10. August 1899 erbeutet wurden und deren früheres Vorkommen wegen der Ähnlichkeit mit Wittlings-Eiern ohne Zweifel übersehen worden war. Diese Eier entwickelten sich in ca. 5 Tagen und machten zunächst vollkommen den Eindruck von Wittlings-Eiern. Als der Embryo die halbe Länge der Eiperipherie erreicht hatte, besass er gleichmässig verstreutes schwarzes Pigment, welches mit einigen wenigen Sternen auf den Dotter ausstrahlte (Taf. X, Fig. 18). Während nun beim Wittlings-Ei schon in diesem Stadium oder doch unmittelbar darauf die gelben Pigmentzellen deutlich werden und dem Ei ein charakteristisches Aussehen verleihen, lässt das vorliegende Ei keine Spur von gelbem Pigment erkennen, selbst wenn der Embryo $\frac{3}{4}$ der Eiperipherie umspannt, wobei inzwischen das schwarze Pigment sich im wesentlichen in zwei Längsreihen geordnet hat und im Bereich der Otocysten und der Brustflossen etwas reichlicher auf den Dottersack ausstrahlt. Selbst als einen Tag später der Embryo die Eiperipherie ganz umspannte (Taf. X, Fig. 19), gelang es nicht gelbe Pigmentzellen zu entdecken, sondern nicht mehr als einen sehr matten und unbestimmten gelblichen Schimmer, der nur an den Körper-Konturen des Embryos etwas intensiver war. Es konnte nun nicht länger zweifelhaft sein, dass eine vom Wittling verschiedene Eiform vorlag. Dies bestätigte sich aufs neue, als nach einem weiteren Tage die in Fig. 20, Taf. X abgebildete Larve aus dem Ei ausschlüpfte, eine Larve von 3,14 mm Länge mit den Charakteren einer Gadiden-Larve aus der *merlangus*-Gruppe, aber ohne gelbe Pigmentzellen und statt dessen mit dem eigentümlichen Schimmer ausgestattet, der uns veranlasste auf Grund der Angaben von Holt die Larve zu *Gadus luscus* zu rechnen. Nach Verlauf von 3 weiteren Tagen war dieser gelbe Schimmer unverändert (vergl. Taf. X, Fig. 21), der Dottersack zum Teil resorbiert, die Augen dunkel, das schwarze Pigment erheblich verstärkt und besonders im Verlauf der dorsalen und ventralen Körperkontur geordnet, wobei das äusserste Schwanzende frei blieb; ausserdem hervortretend eine Gruppe schwarzer Pigmentsterne, die sich von der Herzgegend schräg nach unten und oben bis in die Magengegend zogen, grosse Brustflossen und in der Rückenflosse sichtbar eine vielen Gadiden eigentümliche Ausbuchtung, die „supracephalie ampullation“,

¹⁾ Nach Holt's Angaben (39, 140) verhalten sich die Embryonen und Larven von *Gadus minutus* denjenigen von *G. luscus* sehr ähnlich. Auch sie sollen im allgemeinen und wenn es sich um normale Individuen handelt, nur schwarze Pigmentzellen haben, während eine gelbe Färbung sich nur in einem diffusen Schimmer bemerkbar macht, der sich erst bei abnormen oder absterbenden Larven zu deutlichen gelben Farbzellen verdichtet. Raffaele's Beobachtungen an der Mittelmeerform von *G. minutus* stimmen hiermit insofern überein, als er nur schwarzes (spärliches) Pigment angiebt und abbildet (56, tav. II Fig. 20 und 21). Dagegen hat McIntosh (51c, 239 ff, pl. VIII, Fig. 1 bis 8) aus künstlich befruchteten Eiern von *G. minutus* Larven mit deutlicher gelber Pigmentierung erhalten und abgebildet, die wenn auch nicht alle, so doch teilweise den Eindruck völlig gesunder und normaler Individuen machen. Es erscheint demnach zweifelhaft, ob der Ausbildung des gelben Pigments in allen Fällen eine ausschlaggebende Bedeutung für die Unterscheidung gewisser Gadidenlarven gegeben werden darf.

deren auch Holt Erwähnung thut. Die Verschiedenheit von der im entsprechenden Stadium lebhaft gelb gefärbten Wittlingslarve (vergl. Taf. IX Fig. 13) ist unverkennbar; und ebenso unverkennbar weisen alle vorerwähnten Eigentümlichkeiten des Eies und der Larve darauf hin, dass es sich in der Benennung dieser Form nur um *Gadus luscus* handeln kann. Auf die vollständige Übereinstimmung der Beschreibung, welche Holt von dieser Form giebt, wurde bereits hingewiesen; ebenso darauf, dass dieser Gadide bei Helgoland nicht gerade selten ist, während *Gadus minutus*, der sich nach den Beschreibungen von Holt und McJntosh offenbar sehr ähnlich verhält und bezüglich seiner Eier und Larven in der Mitte zwischen *G. merlangus* und *G. luscus* steht, bei Helgoland vollständig fehlt. Der wichtigste Einwand, der gegen die Richtigkeit der Bestimmung erhoben werden kann, liegt zweifelsohne in dem späten Datum der helgoländer Beobachtung, da im englischen Kanal sowohl von englischer wie von französischer (Sauvage) Seite die Eier von *G. luscus* in der Regel in der Zeit vom Januar bis April beobachtet worden sind. Da jedoch die Laichzeiten bei Helgoland im allgemeinen gegen diejenigen im Kanal eine Verschiebung von mehreren Monaten zeigen, so ist es sehr wohl möglich, dass bei Helgoland die Laichzeit von *G. luscus* erst im März oder April beginnt und sich bis in den August hinein erstreckt. Jedenfalls sind dort von uns um die Mitte des Juni noch reife Weibchen mit grossen Ovarien beobachtet worden. Auch ist es mehr als wahrscheinlich, dass die Eier von *G. luscus* schon während der Frühjahrs- und ersten Sommermonate im Auftrieb bei Helgoland vorhanden waren, aber von uns wegen der gleichzeitig auftretenden Wittlings-Eier übersehen worden sind. Wir müssen es zukünftigen sorgfältigeren Beobachtungen vorbehalten, eine reinliche Scheidung zwischen *merlangus*- und *luscus*-Eiern durchzuführen, den Anfang des Auftretens der letzteren festzustellen und vor allen Dingen auch die künstliche Befruchtung dieser Art auszuführen. Bei dem mangelhaften Anhalt, den das Vorhandensein von mehr oder weniger deutlichen gelben Pigmentzellen gewährt, ist es jedoch höchst zweifelhaft, ob es immer gelingen wird die Gadiden-Eier der *merlangus*-Gruppe — *G. merlangus*, *G. luscus*, *G. minutus* — mit Sicherheit von einander zu unterscheiden. Sicher ist, dass die geringe Verschiedenheit in der Grösse der Eier und in der Lage der Laichzeiten nicht ausreicht, um diese Unterscheidung durchzuführen. In Praxi wird man jedoch nur in der Nähe der Küsten mit allen 3 Formen zugleich zu rechnen haben, da *G. luscus* in der offenen Nordsee kaum vorkommt und überhaupt felsige Gründe als Aufenthalt zu bevorzugen scheint.

Als Variationsumfang des Eidurchmessers ergibt sich aus der Zusammenfassung der Beobachtungen verschiedener Autoren 0,90 bis 1,15 mm.

Lota molva L. Leng.

Tafel X, Fig. 22—25,

Ei mit homogenem Dotter und grosser, bisweilen gefärbter Ölkugel von 0,28 bis 0,31 mm. Eidurchmesser 1,01 bis 1,10 mm, Embryo zunächst mit schwarzem Pigment auf Körper und Ölkugel und vereinzelt auf dem Dottersack, später auch mit grüngelbem Pigment überall; After nicht durchgebrochen. Laichzeit März bis Juni.

Cunningham 15, 295—8 Fig. 133—5.

McJntosh und Princee 50, 827 ff pl. XIII, 4; XVII, 9, 10; XVIII, 3, 4.

McJntosh und Masterman 52, 277—83, pl. III, 5; IX, 4—7.

Holt 36, 56, pl. VII, 69, 70.

Masterman 48, 244.

Für die schottische Ostküste geben McJntosh und Masterman als Laichzeit des Lengs die Monate April bis Juni an. Es ist sicher, dass in manchen Teilen der Nordsee das Laichen schon früher beginnt und im April wahrscheinlich schon im vollen Gange ist. McJntosh erhielt Eier, welche am 27. April künstlich befruchtet worden waren. Er fand deren Grösse zu 1,08 mm. Dieselbe Grösse — 1,07 bis 1,10 mm — beobachtete Holt an Eiern, welche am 9. April befruchtet waren. Er hebt auch die grünliche Farbe der Ölkugel hervor, deren McJntosh keine Erwähnung thut, obwohl er auf ihre erhebliche Grösse ($\frac{4}{15}$ des Eidurchmessers) aufmerksam macht. Einige Tage vor dem Ausschlüpfen erscheinen auf dem Rücken des Embryos

schwarze, sternförmige Pigmentzellen, welche sich alsbald in zwei Längsreihen ordnen und mit vereinzelt Sternchen auch auf den Dotter ausstrahlen. Ihnen gesellt sich vor dem Ausschlüpfen der Larve noch zartes, grüngelbes Pigment zu, das vorzugsweise der ventralen Körperseite und den Flossensäumen angehört und dessen Anwesenheit als besonders charakteristisch angesehen werden muss. Die ausschlüpfende Larve ist etwa 2,5 mm lang. Sie besitzt gelbes Pigment überall, schwarzes dagegen nur auf dem Körper und dem Dottersack, auf welchem es sich schnell vermehrt und namentlich die grosse Ölkugel völlig umhüllt. Später, während der Resorption des Dottersacks, geht das schwarze Pigment auch auf die Flossensäume über, und die Augen werden völlig dunkel mit metallisch blauem Schimmer. Soweit die früheren Beobachter über das Ei des Lengs.

Wir haben bei Helgoland nur wenig Gelegenheit gehabt, das Leng-Ei zu studieren, aber soweit dies möglich war, haben wir die obigen Angaben vollauf bestätigt gefunden. Wir fingen in einiger Entfernung von der Insel — ca. 20—50 MI NW und NNW — am 27./3 1900 2 Eier von 1,069 bis 1,100 mm, am 19./4 1899 3 Eier von 1,038 bis 1,069 mm und am 19./5 1899 ein Ei von 1,006 bis 1,038 mm Durchmesser. Alle waren ausgezeichnet durch eine auffallend grosse Ölkugel von 0,283 bis 0,314 mm Durchmesser, die bei einem der Eier eigentümlich grüngelb gefärbt war, während sie bei den andern blass war. Da die Eier im Laufe ihrer Entwicklung sich unzweideutig als Leng-Eier auswiesen und da auch die Beobachtungen von McJntosh und Holt bezüglich der Färbung der Ölkugel auseinander gehen, so ist diese Färbung zweifellos kein spezifisches Merkmal, wie ja auch bei andern Fischarten, z. B. *Motella*, *Trigla*-Arten und *Caranx trachurus* das Öl bald blass, bald gefärbt (rötlich oder grünlich) erscheint. In dem besonderen Falle von *Lota molva* bildet das Pigment der Ölkugel gewissermassen den Vorläufer des später auftretenden embryonalen Pigments, welches etwa denselben Farbton — grüngelb — besitzt. Während sich der Embryo im Ei entwickelt, erscheint zunächst — und zwar ziemlich frühzeitig — nur schwarzes Pigment. Dasselbe ist über den Körper des Embryos verstreut, gelangt in der Umhüllung der Ölkugel bald mehr bald weniger zur Ausbildung und erscheint auch im Bereich des Dotters in einer sehr wechselnden Zahl von Sternchen (vergl. Taf. X Fig. 22). Erst wenn der Embryo sich soweit gestreckt hat, dass er etwa $\frac{3}{4}$ der Dotterperipherie umspannt, beginnt auch das vorerwähnte grüngelbe Pigment sich bemerkbar zu machen, zunächst nur in diffuser Weise, um aber alsbald erkennen zu lassen, dass die blassgelbe Färbung sowohl auf dem Körper und den Flossensäumen des Embryos, wie namentlich auch auf dem Dottersack vorhanden ist (vergl. Fig. 23, Taf. X). Die bald darauf ausschlüpfende Larve (Fig. 24 und 25) hatte in unserem Falle eine Länge von 3,14 mm, wovon $\frac{2}{5}$ auf den Vorderkörper bis zum noch nicht durchgebrochenen After entfielen. Das schwarze Pigment liess eine meist schon im Ei deutliche Sonderung in 2 Längslinien auf dem Körper erkennen; ferner umgab es die Ölkugel ziemlich dicht, fehlte dagegen auf den Flossensäumen und mehrfach auch auf dem Dottersack. Diese beiden besaßen dagegen, ebenso wie der Körper, nur zarte, gelbe Pigmentierung, die der ganzen Larve einen gleichmässig kanariengelben Schimmer verlieh. Daneben waren auf Körper, Flossensäumen und Dottersack kleine blasige Elemente bemerkbar, die an ähnliche Vorkommnisse bei *Liparis*-Larven erinnern und vermutlich, ebenso wie dort, Schleinzellen vorstellen.

Es gelang uns nicht die Larven bis zur völligen Resorption des Dottersacks am Leben zu erhalten, indessen beobachteten wir bei der 4 Tage alten Larve das charakteristische, von McJntosh und Prince (50, pl. XVII, Fig. 10) abgebildete Entwicklungsstadium mit dunklem Augenpigment, vermehrtem schwarzen dendritischen Pigment auf Körper, Dottersack und Flossensäumen und den auffallenden gelben knopfartigen Zellen, welche alle Teile der Larve fast gleichmässig überziehen und jetzt in schönem Chromgelb erglänzen.

Fasst man die vorläufig noch spärlichen Angaben aller Beobachter zusammen, so ergibt sich für den Eidurchmesser die auch von uns in ihrem ganzen Umfange beobachtete Variationsbreite von 1,006 bis 1,100 mm, worin offenbar der wirkliche Sachverhalt noch nicht genügend zum Ausdruck kommt; für die grosse Ölkugel, eins der besten Erkennungszeichen dieser Eier, ergeben sich Maße von 0,283 bis 0,314 mm. (McJntosh's Angabe — 52, 463 — von 0,4 mm beruht gewiss auf einem Irrtum.)

Wir glauben, dass quantitative Untersuchungen nach Art der von Hensen und Apstein ausgeführten im April und vielleicht schon im März in der Nordsee mit den Eiern des Lengs zu rechnen haben. Der Leng ist ein keineswegs seltener Fisch und spielt für die Nordseefischerei eine erhebliche Rolle. Dazu kommt noch, dass er die grösste Keimfruchtbarkeit unter den Gadiden und vielleicht unter den Nutzfischen der Nordsee überhaupt besitzt, da die Menge der von einem Weibchen produzierten Eier auf 18,5 Millionen angegeben wird (cf. Fulton 24).

Die Pigmentierung des Embryos oder in Ermangelung derselben auch das Vorhandensein und die Grösse der Ölkugel werden es in den meisten Fällen ermöglichen die frischen Leng-Eier richtig zu erkennen. Von ähnlichen Eiern sind diejenigen von *Mullus* in der Regel etwas kleiner und die bisweilen gleichgrossen von *Caranx trachurus* haben durchweg etwas kleinere Ölkugeln. Bei konserviertem Material ist die Bestimmung wesentlich schwieriger. Zwar lässt sich fast immer konstatieren, dass eine Ölkugel vorhanden war, weil an Stelle des vom Alkohol gelösten Fettes eine deutliche Lücke zurückbleibt. Dagegen lässt sich über die Grösse der Ölkugel wenig oder gar nichts mehr aussagen. Die schwarze Pigmentierung des Embryos bleibt unter allen Umständen erhalten; doch bietet sie wenig Anhalt für die Erkennung des Eies. Da bei konservierten Leng-Eiern eine mittlere Grösse von etwa 30 Strich (E) = 0,94 mm zu erwarten ist, so ist es möglich solche Eier für Flundereier anzusehen, wenn man nicht bloss die Schrumpfung, sondern auch die Spuren einer vorhanden gewesenen Ölkugel ausser Acht lässt.

Raniceps raninus L. Froschquabbe.

Taf. IX, Fig. 15—17. Maßtabelle XIV.

Ei mit homogenem Dotter und Ölkugel von 0,141—0,189 mm. Eidurchmesser 0,755—0,912 mm. Embryonales Pigment schwarz und chromgelb in charakteristischer Verteilung; After nicht durchgebrochen. Laichzeit bei Helgoland Mitte Mai bis Anfang September.

Holt 35, 471, Fig. 27, 36. 39, 145—147. 42, 126—128, Fig. 41, 42.

McJntosh u. Masterman 52, 297—299.

McJntosh 51 g, 209 pl. VI, 7—8.

In diesem Abschnitt behandeln wir ein Gadidenei, das zu den regelmässigen Vorkommnissen des Sommerplanktons in Helgoland gehört, aber mit absoluter Sicherheit, d. h. durch Zurückführung auf den Mutterfisch, bisher nicht identifiziert werden konnte. Es spricht jedoch mehr als ein Grund dafür, dass dieses Ei zu der bei Helgoland nicht seltenen Froschquabbe — *Raniceps raninus* L. — gehört. Als Laichzeit dieses Fisches werden die Sommermonate Juni bis August angegeben und in dieser Zeit finden sich die Eier bei Helgoland auch regelmässig im Plankton.

In der Litteratur finden sich nur wenige Hinweise auf das von uns in Figur 15, Taf. IX abgebildete Ei, nämlich bei Holt, welcher dieses Ei nebst der davon abstammenden Larve ursprünglich als Species VIII beschrieben und abgebildet hat (35). Eine Vermutung über die Zugehörigkeit dieses Eies in der von uns angenommenen Richtung hat Holt nicht ausgesprochen; später hat er auf die Möglichkeit einer Beziehung zu *Motella maculata* hingewiesen, die bei Helgoland äusserst selten ist und bisher nur in einem Exemplare gefangen wurde, und neuerdings (39 u. 42) die Möglichkeit der Abstammung von *Phycis blennioides* erörtert, einer Form, die bei Helgoland überhaupt nicht vorkommt. Indessen steht die Identität der von Holt beschriebenen Eiform mit der unsrigen ganz ausser Zweifel. Die von ihm angegebenen Eigrössen von 0,775 bis 0,910 sind in der von uns beobachteten Variationsbreite des Eidurchmessers enthalten. Das jugendliche Ei ist demjenigen der *Motella*-Arten nicht unähnlich und meist nur unwesentlich grösser als diese, so dass eine sichere Trennung jugendlicher Eier beider Arten nicht gelingt. Es besitzt eine, höchst selten zwei Ölkugeln. Die Grösse der Ölkugel schwankt zwischen 0,141 und 0,189 mm. Das Chorion ist mit ziemlich grossen rundlichen Porenöffnungen gleichmässig übersät.

Sobald der Embryo soweit in die Länge gewachsen ist, dass er mehr als die halbe Peripherie des Dotters umspannt, beginnt eine ganz charakteristische gelbe und schwarze Pigmentierung sich bemerkbar zu machen, welche zunächst in Form feiner Pünktchen auftritt und schon von Holt in seinen Abbildungen angegeben ist. Bei der weiteren Entwicklung des Embryos erhält das Pigment dann die Ausbildung, welche in unserer Fig. 15, Taf. IX dargestellt ist, d. h. die vordere Körperhälfte nebst der Ölkugel und der hinteren Dotterpartie und eine schmale Zone in der Mitte des Hinterkörpers sind lebhaft kanariengelb gefärbt; ausserdem sind auf den angegebenen Teilen und darüber hinaus schwarze Pigmentsterne verstreut. Ganz besonders deutlich sind diese letzteren in der Hülle, welche die Ölkugel umgiebt. Aus diesen Eiern schlüpfen kleine,

lebhaft gefärbte Larven aus von 2,26 bis 2,90 mm Länge, welche durch den blind endenden Enddarm fast zweifellos ihre Zugehörigkeit zur Gadiden-Familie verraten. Die Pigmentierung entspricht derjenigen des reifen Embryos, wie aus unserer Fig. 16 deutlich hervorgeht. Nur bemerkt man, dass der dorsale embryonale Flossensaum in einer auffälligen, kleinen Wölbung über der Brustflossenanlage ebenfalls gelbes und schwarzes Pigment aufweist. Die Augen der jungen Larve entbehren des Pigments noch fast ganz. Die Ölkugel ist wie früher von einem doppelten Netz von gelbem und schwarzem Pigment umgeben. Sie liegt in der Regel am hinteren Ende des Dottersacks; nur in einem vereinzelt Falle wurde sie in der Mitte des Dottersacks bemerkt. Die von Holt gegebene Beschreibung stimmt hiernit ziemlich überein; auch er giebt 2,68 mm als Länge der Larve an. In Fig. 17 haben wir eine wenig grössere (2,98 mm), aber in der Entwicklung fortgeschrittene Larve abgebildet, bei welcher Dottersack und Ölkugel resorbiert und die Augen schwarz pigmentiert sind. Die Beziehungen dieser älteren Larve zu der vorerwähnten sind durch die gelbe Pigmentbarre in der hinteren Hälfte des Schwanzes und durch die Ausstrahlung des Pigments in eine dorsale Wölbung des Flossensaumes ziemlich deutlich. Der After ist anscheinend noch immer nicht durchgebrochen. Die Brustflossen sind zu grossen, besonders am Rande lebhaft pigmentierten Platten ausgewachsen; im vorderen dorsalen Teil des Eingeweidetasches ist die Anlage einer Schwimmblase sichtbar geworden. Der frei bewegliche Unterkiefer springt leicht über den Oberkiefer vor. Larven dieses Entwicklungsstadiums wurden bis zur Grösse von 3,15 mm beobachtet, wovon etwa $\frac{1}{3}$ auf die Strecke von der Nasenspitze bis zum After entfiel. Eine ältere Larve von nahezu 4 mm Länge wurde nur ein einziges Mal in einer Tiefe von 13 Faden — am 20. Juli 1896 — erbeutet. Sie war so mangelhaft erhalten, dass es leider nicht möglich war sie im Bilde festzuhalten. Dennoch konnte die Zugehörigkeit zu den vorbeschriebenen Larven wegen der lebhaften schwarzen und gelben Pigmentierung und der Verteilung derselben nicht zweifelhaft sein. Namentlich war auch die mehrfach erwähnte charakteristische Pigmentausstrahlung in die Wölbung des oberen Flossensaumes deutlich. Andererseits hatten die Bauch- und Brustflossen eine bemerkenswerte Ausbildung erfahren. Sie erinnerten durch ihre auffallende Grösse und Länge und durch ihre tief schwarze Spitzenfärbung sehr lebhaft an Form und Farbe dieser Flossen bei jugendlichen Larven der *Motella*-Arten und des Lengs.

Die jugendlichsten und kleinsten Formen von *Raniceps*, die bisher beobachtet worden sind und die durch ihre Ähnlichkeit mit der ausgebildeten Form ohne Mühe auf diese zurückgeführt werden konnten, waren 9 und 13 mm lang. Letztere wurde von A. W. Malm am 23. Juli an der Küste von Bohuslän beobachtet (Göteborgs och Bohusläns fauna p. 499, 1877), erstere am 29./10 94 im Moray Firth und von McIntosh beschrieben und abgebildet (51 g, 209 pl. VI, Fig. 7 und 8). Obwohl zwischen der von McIntosh gegebenen Abbildung und unsern Larven keine ins Auge springende Ähnlichkeit besteht, da erstere mit dem Verlust des embryonalen Flossensaumes weitgehende Veränderungen durchgemacht hat, so erlaubt doch der übereinstimmende Hinweis von Malm und McIntosh auf die dunkelbraune Pigmentierung, die grossen Brustflossen und die langen Bauchflossen mit schwarzen Spitzen einen Übergang zwischen diesen Formen und der ältesten von uns beobachteten Larve zu konstruieren. Da überdies *Raniceps* eine bei Helgoland häufige Form ist und die oben beschriebenen Eier regelmässige und nicht seltene Vorkommnisse im Plankton von Helgoland sind, während es andererseits an Gadidenarten fehlt, denen die Eier zugewiesen werden könnten, so haben wir wenig Bedenken getragen ihre Abstammung von *Raniceps raninus* anzunehmen.

Laichreife Individuen von *Raniceps* haben wir niemals beobachtet, doch glauben wir, dass unsere Beobachtungen über das Vorkommen der Eier im Plankton genügend sichere Anhaltspunkte für die Bestimmung der Laichzeit bieten. Der früheste Termin, an welchem wir die Eier im Plankton gefunden haben, ist der 15. Mai, der späteste der 8. September; doch ist die Zahl der im September beobachteten Eier eine verschwindend kleine. Die meisten Eier fanden sich in der Regel in der Zeit von Mitte Juni bis Mitte August.

Wir haben in den Jahren 1898 und 99 eine grössere Anzahl planktonisch gefischter Eier zu Messungen benutzt, deren Resultate in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt sind, während für Einzelheiten auf die Maßtabelle XIV des Anhangs verwiesen wird.

Die Monatsmittel lassen eine zwar geringe, aber deutliche Abnahme von 0,852 mm im Juni auf 0,833 mm im August erkennen. Die Differenz beträgt 0,019 mm oder 2,2 % des ersten Mittels. Die ganze Variationsbreite des Eidurchmessers, welche von uns beobachtet wurde, beträgt dagegen 0,912 — 0,755 =

0,157 mm d. i. 17,2 % des grössten Durchmessers. Der Variations-Koeffizient für planktonisch gefischte Eier berechnete sich im Maximum zu 0,02075 mm, also liegen die sicheren Grenzen der beobachteten Extreme zwischen 0,651 und 1,016 mm.

Tab. 24. Masse planktonischer Eier der Froschquabbe.

	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier.
Juni 1899	0,852	0,786—0,912	100
Juli 1898/99	0,843	0,786—0,912	114
August 1898/99	0,833	0,755—0,912	107

Mit Perenyi'scher Flüssigkeit konservierte Eier von *Raniceps* zeigten nach einer Woche einen Schrumpfungskoeffizienten von 0,107, nach 4 Monaten von 0,157 bis 0,171; in letzterem Falle fanden wir die Eidurchmesser zu 20 bis 25 Strich (E) oder 0,629 bis 0,786 mm. Die Unterscheidung solcher Eier von andern konservierten z. B. von *Motella*, *Caranx*, *Mullus* und selbst *Rhombus maximus* ist äusserst schwierig und gelingt selbst bei Zuhülfenahme des embryonalen Pigments nur selten. Indessen braucht man bei dem auf die Küsten beschränkten Vorkommen von *Raniceps* in der offenen Nordsee im allgemeinen mit diesen Eiern nicht zu rechnen. Wir haben schon bei mässiger Entfernung von der Insel Helgoland — ea. 20 Seemeilen — die Eier von *Raniceps* meist nicht mehr im Plankton angetroffen.

Motella mustela L. Fünfbärtelige Seequabbe.

Textfigur 15, Maßtabelle XV.

Ei mit homogenem Dotter und bisweilen gefärbter Ölkugel von 0,12 bis 0,16 mm, bei jugendlichen Eiern oft mehrere bis zahlreiche Ölkugeln. Eidurchmesser 0,66 bis 0,98 mm; embryonales Pigment nur schwarz, auf Körper und Ölkugel; After nicht durchgebrochen. Laichzeit Ende Januar bis Anfang Juli.

Brook 5, 298—306 pl. VIII—X.

Cunningham 11, 46, Fig. 36—38. 15, 300—302, Fig. 138.

McJntosh 51a, 320 pl. XII, 1—7.

McJntosh u. Prince 50, 677 u. 832 pl. XVII, 2; XVIII, 5—6.

McJntosh u. Masterman 52, 288—94 pl. XII, 1—4.

Holt 35, 464, Fig. 11. 36, 95 pl. VI, 53. 39, 142—5.

Canu 7a, 132 bis pl. XV, 7—10.

Williamson 62, 273.

Hensen u. Apstein 32, 38 und 51, Fig. 29—31.



Fig. 15.

Ei mit Embryo von *Motella mustela* L.; plankton. gefischt am 24./3 1898 und konserviert. Durchmesser 22 Strich (E) = 0,692 mm.

Eier und Larven von *Motella mustela* sind mehrfach beschrieben und abgebildet worden, und da dieselben auch durch Vermittlung der künstlichen Befruchtung wiederholt erhalten wurden, so sollte man glauben, dass ihre Identifizierung, auch wenn sie planktonisch gefischt werden, mit Sicherheit gelingt. Das ist indessen nicht der Fall. Obwohl die meisten Autoren darüber einig sind, dass gewisse Eier des Planktons der Gattung *Motella* oder *Onos* zuzuweisen sind, so herrscht doch viel weniger Klarheit darüber, ob es sich im einzelnen Falle um die Zugehörigkeit zu *Motella mustela* L. oder *Motella tricirrata* L., *M. cimbria* Bloch, oder noch anderen Arten dieser Gattung handelt. Zwar ist *Motella mustela* in allen Teilen der Nordsee die weitaus häufigste Art und wahrscheinlich verschwinden alle andern Arten dagegen an Zahl. Dennoch ist es möglich, dass in einzelnen begrenzten Teilen dieses Gebiets auch die eine oder andere der genannten Arten — so z. B. *M. cimbria* in der nördlichen Nordsee — eine gewisse Häufigkeit erreicht. Bei *Motella mustela* scheinen die Pigmentierung der Larve und die Beschaffenheit und Färbung der Ölkugel auffälligen Verschiedenheiten unterworfen zu sein.

Dass das Öl bei frisch abgelegten Eiern oft in Form zahlreicher kleiner und gleichmässig verteilter Tröpfchen vorhanden ist, welche erst später verschmelzen, wurde bereits erwähnt. Nicht selten sind auch bei älteren Eiern statt einer Ölkugel deren 2 bis 3 vorhanden. Holt hat vorübergehend das Vorhandensein einer grünlichen Färbung der Ölkugel für ausreichend gehalten, um darin eine von *M. mustela* verschiedene Art zu erblicken. Später (39, 142) hat er diese Trennung fallen lassen, nachdem er auch kupferrote Ölkugeln in Eiern beobachtet hatte, die unzweifelhaft von *M. mustela* stammten. Wir selbst haben ebenfalls bisweilen eine kupferrote Farbe der Ölkugel und im Zusammenhang damit sogar eine schwach rötliche Pigmentierung von Larven beobachtet, welche sehr wahrscheinlich zu *M. mustela* gehören. Wir stimmen daher der von Holt geäußerten Ansicht bei (39, 144), dass es vorläufig noch aussichtslos ist die *Motella*-Eier des Planktons mit Sicherheit einzelnen bestimmten Arten zuweisen zu wollen. Ehe dies möglich ist, müssen die Beobachtungen von künstlich befruchteten Eiern aller Arten noch wesentlich vermehrt und vervollständigt werden.

Dennoch lassen sich mit einiger Sicherheit gewisse Merkmale angeben, die das mit pigmentiertem Embryo versehene *Motella*-Ei kenntlich machen und speziell auf *Motella mustela* passen. Das schwarze Pigment erscheint zunächst in zierlichen verzweigten Fleckchen in fast gleichmässiger Verteilung auf dem dorsalen Teil des Embryos und diese Verteilung bleibt auch im konservierten Ei deutlich (vergl. Textfigur 15). Bisweilen sind die Pigmentflecke auch in zwei deutliche Längsreihen geordnet. Nähert sich der Embryo dem Ausschlüpfen, so nimmt das schwarze Pigment an Intensität zu, ist besonders deutlich als Belag des Darmes und in der Umhüllung der Ölkugel und ordnet sich im Schwanzteil in 2 bis 3 schmale Zonen, die nicht immer gleich deutlich sind, und die, wenn vorhanden, an das Aussehen des reifen Kabeljau-Embryos erinnern. Die Augen bleiben beim Embryo gewöhnlich hell und erhalten erst nach dem Ausschlüpfen während der Resorption des Dottersackes ebenfalls tiefes schwarzes Pigment. An der Larve erscheinen frühzeitig, d. h. noch während der Resorption des Dottersacks, neben den Brustflossen die tiefeswarz gefärbten Anlagen der Bauchflossen, welche bald nachher auffallend in die Länge wachsen und in Form und Aussehen höchst charakteristische Eigentümlichkeiten der jungen *Motella* darstellen.

Die Eigrösse der verschiedenen Arten von *Motella* ist nicht so sicher bestimmt, dass sie für die Erkennung verwertbar wäre. Es hat den Anschein, als ob die Variationsgrösse des Eies von *M. mustela* auch diejenige der andern *Motella*-Arten mehr oder weniger umfasst. Auch die Ausdehnung der Laichzeit von *M. mustela* bedarf noch einer genaueren Feststellung. Die meisten Angaben stimmen darin überein, dass die Hauptlaichzeit in die Frühjahrsmonate März, April und Mai fällt und dass das Laichen im Anschluss hieran noch bis in den August hinein fortgesetzt wird. Es fragt sich aber, ob das Laichen ebenso wie im englischen Kanal auch in anderen Teilen der Nordsee schon Ende Januar beginnt. Bei Helgoland scheint dies der Fall zu sein, denn wir haben von Ende Januar bis tief in den August hinein (bei Plymouth vom 18./1 bis 14./9 beobachtet) regelmässig Eier im Plankton gefunden, die wir nach dem Aussehen der Embryonen für *Motella*-Eier halten mussten. Am zahlreichsten waren dieselben in den Monaten Februar bis Mai vertreten. Bemerkenswert ist der Umstand, dass unsere *Motella*-Eier von Anfang Februar bis Ende Juni eine deutliche Abnahme des Eidurchmessers erkennen lassen, während die im Juli gefischten, wenig zahlreichen *Motella*-Eier gegen diejenigen vom Juni wieder eine geringe Zunahme des Durchmessers zeigen. Vielleicht lässt sich hieraus der Schluss ziehen, dass die Juli-Eier mehr oder weniger einer anderen Art angehören, also etwa *M. cimbria* L. oder *M. tricirrata* Bloch, welche beide bei Helgoland vorkommen, wenn schon die letztere zu den Seltenheiten gehört.

Bei Betrachtung der Gesamtmenge der von uns gemessenen planktonischen *Motella*-Eier ergibt sich folgendes.

Die Abnahme des Monatsmittels beträgt im ganzen vom Februar bis Ende Juni $0,844 - 0,736 = 0,108$ mm oder 12,3 % des ersten Mittels. Das ist eine ganz ungewöhnlich starke Abnahme. Ebenso zeigt sich, dass die ganze beobachtete Variationsbreite mit $0,975 - 0,660 = 0,314$ mm oder 32,3 % des Maximalmaßes einen ungewöhnlich grossen Umfang besitzt. Dieser letztere Umstand, sowie die verhältnismässig bedeutende Grösse des Variationskoeffizienten (0,024 bis 0,035), endlich die ausgeprägt komplexe Natur einiger Messungsreihen (vergl. Maßtabelle XV des Anhangs) bilden eine weitere Stütze für unsere Annahme, dass die in nachfolgender Tabelle zusammengestellten *Motella*-Eier kein einheitliches Material darstellen, sondern

von mehreren Arten abstammen. Bemerkenswert ist, dass die Angaben von Brook für künstlich befruchtete Eier von *Motella mustela* mit 0,655 bis 0,731 mm noch um ein geringes unter dem von uns beobachteten Minimalmaß bleiben. Die von andern Autoren für *Motella*-Eier überhaupt angegebenen Maße gehen über 0,87 mm nicht hinaus (vergl. 40, 160). Williamson beobachtete an 63 am 8./5 befruchteten Eiern von *Motella mustela* Maße von 0,711 bis 0,765 mit einem Mittel von 0,729 mm.

Tab. 25. Masse planktonisch gefischter *Motella*-Eier.

	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
Februar 1898/99	0,844	0,755 – 0,975	270
März „	0,817	0,723 – 0,943	200
April 1899	0,794	0,723 – 0,880	100
Mai 1899	0,763	0,692 – 0,849	100
Juni 1899	0,736	0,660 – 0,849	70
2./7 bis 14./8 1899	0,749	0,660 – 0,817	47

Nach dem Vorhergesagten ist es sehr häufig, wenn auch nicht immer möglich gewisse Eier des Planktons als zur Gattung *Motella* gehörig zu erkennen, ohne sie deshalb einer bestimmten Art zuweisen zu können. Die Gefahr einer Verwechslung besteht besonders gegenüber jugendlichen Eiern von *Raniceps raninus*, die indessen ein beschränktes Vorkommen haben, und solchen von *Arnoglossus laterna*, die meist etwas kleiner sind. Dass in gewissen Fällen auch eine Verwechslung mit Eiern der Zwergzunge möglich ist, wurde bereits erwähnt (vergl. S. 238). Dagegen lassen sich die im jugendlichen Zustand ähnlichen Eier von *Caranx* und *Mullus* in der Regel durch die erheblichere Grösse der Ölkugel und den bedeutenderen Eidurchmesser unterscheiden, während die fast gleichgrossen Eier von *Rhombus norvegicus* eine kleinere Ölkugel haben. Sehr viel weniger leicht sind die mit Perenyi'scher Flüssigkeit konservierten *Motella*-Eier als solche zu erkennen, und es lassen sich schwerlich Merkmale angeben, mit Hilfe derer man sie von allen den erwähnten Arten unterscheiden kann. Wird auch das Vorhandensein einer Ölkugel durch die Konservierung verwischt oder übersehen, so ist die Möglichkeit der Verwechslung mit andern Formen noch vermehrt. Namentlich das Klieschenei ist in diesem Falle noch zu der Zahl der ähnlichen Eier zu rechnen.

Wir fanden bei 3 bis 9-monatlicher Konservierung einen zwischen 0,176 und 0,190 schwankenden Schrumpfungskoeffizienten. Die Durchmesser von Eiern, welche im Februar und März gefangen und konserviert worden waren, zeigten Maße von 0,597 bis 0,817 mm.

Clupea sprattus L. Sprott.

Textfiguren 16 a–c. Maßtabelle XVI.

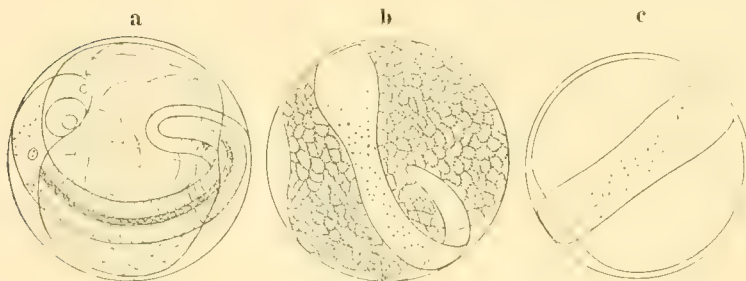


Fig. 16.

Eier mit Embryonen von *Clupea sprattus* L. aus dem Plankton b. Helgoland.

- Ei von Anfang Mai 1898. Nach dem Leben. Durchmesser 32 Strich (E) = 1,006 mm,
- ein ebensolches Ei konserviert. Durchmesser 32 Strich (E) = 1,006 mm,
- konserviertes Ei von Ende Mai. Durchmesser 29 Strich (E) = 0,912 mm.

Ei mit segmentiertem Dotter ohne Öl. Durchmesser 0,82 bis 1,23 mm (im englischen Kanal bis 1,30), Embryo mit schwarzem Pigment in Form zarter, besonders im vorderen und dorsalen Teil des Körpers liegender Pünktchen; After sehr weit nach hinten belegen. Laichzeit in der Nordsee März bis August, im englischen Kanal schon von Mitte Januar an.

Hensen 30, 300 f. 31, 40 f.
Hensen u. Apstein 32, 37, 50 f,
74–77. Fig. 26–28.
Hoek 34, 305, Taf. IV, 1–8; V, 1.

- Cunningham 9, 106 f, pl. VII, 5—6. 11, 45, pl. V, 31—32. 15, 164—8, Fig. 86—87.
 McIntosh u. Prince 50, 857, pl. I, 5; II, 13—13 a.
 McIntosh u. Masterman 52, 429—32, pl. IV, 19; XVIII, 4—5; XIX, 7—8.
 Ehrenbaum 19, 318—22, Taf. IV, 16—18.
 Masterman 48, 233—6.
 Holt u. Scott 40, 156—171.

Schon früher (19, 318) ist von uns hervorgehoben, dass die deutsche Bucht und in Sonderheit Helgoland für die Beobachtung der Sprotteier sehr günstig ist, da dieses Gebiet offenbar ein Laichrevier par excellence vorstellt, auf welchem die Sprotteier während aller Phasen der Laichperiode gesammelt werden können, von Anfang oder Mitte März bis Mitte August. Auch in andern Teilen der Nordsee bevorzugt der Sprott zum Laichen die Nähe der Küsten, und wenn auch Sprotteier noch sehr weit draussen in See angetroffen werden, so kann man doch nicht behaupten, dass der Sprott die offene See aufsucht um zu laichen. Auch die Beobachtungen über die Laichzeit in andern Teilen der Nordsee stimmen im wesentlichen mit unseren Angaben überein; für die schottische Ostküste wird Ende März bis zweite Hälfte August angegeben; nur im Kanal (bei Plymouth) scheint das Laichen schon Ende Januar zu beginnen und Anfang Juni abzuschliessen.

Die Erkennung des planktonisch gefischten Sprott-Eies gelingt fast ausnahmslos. Es ist schon hervorgehoben worden, dass die eigentümliche Segmentierung oder Zerklüftung des Dotters, welche diesem ein blasiges Aussehen verleiht, ein charakteristisches Merkmal ist für das Sprott-Ei; und obwohl es auch andere Eier giebt, die in einem Teil oder auch im ganzen Dotter eine ähnliche Struktur besitzen, z. B. die Eier einiger *Solea*-Arten, von *Caranx trachurus*, *Mullus barbatus*, *Engraulis encrasicolus*, *Clupea pilchardus* u. a., so unterscheidet sich das Sprott-Ei von diesen doch leicht wieder durch den Mangel an Öl oder durch die Form des Eies oder die Beschaffenheit des perivitellinen Raumes. Allerdings sind nicht selten die Segmentierungsebenen im Dotter so zart, dass es nur der sorgfältigsten Prüfung mit starker Vergrösserung gelingt sie zu entdecken. Enthält das Ei einen Embryo, so kann dieser dazu dienen die Bestimmung zu erleichtern. Obwohl die Pigmentierung desselben, wie schon früher hervorgehoben wurde¹⁾, grossen Schwankungen unterworfen ist, so kann man doch im allgemeinen bei Embryonen, die gross genug sind, um den Dotter zu umspannen, auf das Vorhandensein von schwarzem Pigment rechnen, das in Form sehr zahlreicher, aber äusserst feiner schwarzer Pünktchen vorzugsweise in der dorsalen Körperhälfte des Embryos vorhanden ist (vergl. nebenstehende Abbildung Fig. 16 a eines lebenden Embryos). Dieses Pigment unterscheidet sich leicht und sicher von demjenigen der Klieschen- und Flunder-Embryonen, da bei diesen die schwarzen Punkte viel stärker, aber in geringerer Zahl auftreten. Bei weit entwickelten Embryonen und bei passender Lagerung des Eies kann man auch an dem sehr weit nach hinten, nahe dem Schwanzende belegenen After des Embryos die Zugehörigkeit desselben zur Clupeiden-Familie erkennen (vergl. nebenstehende Figur 16 a).

Hensen, dem wir die Kenntnis der Sprotteier als solcher verdanken, ist der einzige gewesen, der künstlich befruchtetes Material in Händen hatte. Die Angaben aller andern Autoren und auch die unsrigen beziehen sich lediglich auf planktonisch gefischte Eier. Wir haben ein sehr umfangreiches Material zur Feststellung der Eigrösse benutzt. Die Resultate unserer Messungen sind in nachfolgender Übersicht zusammengestellt und in der Maßtabelle XVI des Anhangs ausführlich mitgeteilt. Die Messungen des Jahres 1898 weichen von denjenigen des Jahres 1899 in einigen Punkten erheblich ab. Die mittleren Eidurchmesser in den einzelnen Monaten gehen 1898 von 1,101 bis 0,919, also um 0,182 mm oder 16,5 % herab, 1899 dagegen von 1,065 bis 0,926, also um 0,139 mm oder 13,1 %. Beides sind enorm, ja man darf sagen fast beispiellos hohe Prozentzahlen. Noch auffälliger sind die beobachteten Variationsbreiten, namentlich die für 1898, die in gleicher Grösse nur bei wenigen andern Arten beobachtet wurde. Dieselbe beträgt 26 bis 39 Strich (E)

¹⁾ Es giebt Sprott-Embryonen, an denen Pigment gar nicht oder nur mit grosser Mühe zu entdecken ist; andererseits hatte Ehrenbaum Gelegenheit einen Sprott-Embryo zu beobachten, der schon im Ei pigmentierte Augen und zwar gelbe besass, was durchaus gegen die Regel ist.

oder 0,817 bis 1,226, d. h. 0,409 mm oder 33,4 % des höchsten Extrems, im Jahre 1899 dagegen nur 26 bis 36 Strich (E) oder 0,817 bis 1,132, d. h. 0,315 mm oder 27,8 % des grössten Durchmessers. Da wir den Variations-Koeffizienten im Maximum für 98 zu 0,031, für 99 zu 0,027 mm bestimmten, so liegen die sicheren Grenzen der beobachteten Extreme für 1898 bei 0,662 und 1,381 mm, für 1899 bei 0,684 und 1,265 mm.

Es ist bemerkenswert, dass die Verschiedenheit der beiden Jahre lediglich in den zu Beginn der Laichzeit beobachteten oberen Extremen liegt, während gegen Ende der Laichzeit die Übereinstimmung auch in den Mitteln eine sehr befriedigende ist. Vielleicht darf dies darauf zurückgeführt werden, dass im März und April mit dem stärkeren Zufluss des Binnenwassers aus Elbe und Weser eine grössere Menge von Sprott-Eiern, welche in den Mündungen der genannten Ströme abgelegt sind, in die Gegend von Helgoland geführt werden. Es ist nämlich wahrscheinlich, dass die in salzärmerem Wasser abgelegten Sprott-Eier eine erheblichere Grösse haben. Leider haben wir dies für die Elbmündung — d. h. die Aussen-Elbe zwischen den Feuer-schiffen mit 2 bis 3 % Salzgehalt — bisher nur in unvollkommenem Maße feststellen können, da wir nicht genug Eier von dort erhielten; wir fanden aber, dass 15 Stück am 2./4 1898 dort gefischte Eier mit 1,138 mm einen höheren mittleren Durchmesser besaßen, als wir bei Helgoland jemals beobachteten. Im Einklang hiermit steht die Thatsache, dass die Sprott-Eier in der Ostsee noch grösser sind; Hensen giebt 1,24 mm an. Leider ist nicht festzustellen, wie weit diese Zahl Anspruch darauf hat als mittleres Maß angesehen zu werden.

Auch Mortensen (Vidensk. Meddel. fra den naturh. Foren. i. Kbhvn 1897 p. 326) hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Sprott-Eier in hohem Maße fähig sind sich verschiedenen Salzgehalten des Wassers anzupassen, da sie in der Ostsee nahe Bornholm bei einem Salzgehalt von 0,6 bis 0,7 % ebenso wohl schwimmend gefunden wurden wie in der Nordsee. Das Volumen des Sprott-Eies in der Ostsee ist erheblich grösser als dasjenige in der Nordsee. Mortensen giebt für die Ostsee Durchmesser von 1,2 bis 1,5 mm an, für den Limfjord dagegen 0,9 mm.

Die Angaben der britischen Autoren bleiben alle erheblich hinter diesen oberen Extremen zurück, nur einmal wird neuerdings von Holt und Scott (40, 157) als obere Grenze 1,30 mm für Sprott-Eier angegeben, die am 8. Februar bei Plymouth unweit vom Lande gefangen wurden. Ob auch an dieser Stelle ein geringerer Salzgehalt benachbarter Gewässer für die ausserordentliche Grösse des Eidurchmessers verantwortlich gemacht werden kann, entzieht sich unserer Beurteilung. Es verdient bemerkt zu werden, dass nach den Untersuchungen von Heineke (29) die Sprott von Kiel, Helgoland und Plymouth drei ausgesprochen verschiedene Rassen sind und dass hiermit die Verschiedenheit in der Eigrosse zusammenhängen kann (vergl. thoret. Teil S. 181).

Tab. 26. Masse planktonisch gefischter Sprotteier.

		Mittl. Eidurchmesser	Variationsbreite	Zahl der Eier
		mm	mm	
Helgoland	8./3—25./3 99	1,065	1,006—1,132	62
„	17./3—28./3 98	1,086	1,038—1,163	107
„	27./3 99	1,058	0,943—1,132	100
„	2./4 98	1,101	0,975—1,226	100
Aussen-Elbe	2./4 98	1,138	1,069—1,195	15
Helgoland	15./4 99	1,005	0,880—1,132	100
Amrum	4./5 98	0,983	0,912—1,100	100
Helgoland	2./5—11./5 98	0,990	0,880—1,132	100
„	15./5 99	0,967	0,880—1,038	100
„	25./5 98	0,945	0,849—1,069	100
„	Juni 97	0,919	0,849—1,006	63
„	15./6 99	0,926	0,817—1,038	100
„	5./7—30./7 98	0,919	0,817—1,006	84
„	13./7—5./8 99	0,927	0,880—1,006	24

Sehr eigentümliche Verhältnisse haben sich uns bei der Beobachtung mit Perenyi'scher Flüssigkeit konservierter Sprotteier gezeigt. Die etwa vorhandene Pigmentierung des Embryos bleibt, wie unsere Figuren **16 b** und **c** zeigen, in der vorerwähnten Eigentümlichkeit erhalten, und bei sehr weit entwickelten Embryonen lässt sich oft auch die Lage des Afters noch erkennen. Die charakteristische Segmentierung des Dotters dagegen bleibt nach der Konservierung nicht immer deutlich. Nach unsern Erfahrungen, die sich auf ein sehr reichhaltiges Material von konservierten Sprotteiern verschiedensten Alters stützen, beeinflusst die Konservierung — obwohl es sich dabei immer nur um Perenyi'sche Flüssigkeit und 70 % Alkohol handelt (vergl. S. 203) — das Aussehen der Eier in sehr wechselnder Weise. In den meisten Fällen gelingt es die Segmentierung noch zu entdecken. Manchmal ist dies nicht leicht, wenn nämlich die durch die Konservierung hervorgehobenen Grenzen der Blastodermzellen, welche dem Dotter in dünner Schicht aufliegen, die Segmentgrenzen mehr oder weniger verdecken (vergl. Fig. **16 b** S. 262 und Fig. 26 bei Hensen und Apstein); manchmal aber, wenn der Dotter sehr dunkel geworden ist, ist es ganz unmöglich, die Segmentgrenzen noch zu erkennen (vergl. Fig. **16 c**). In der Regel wird die Eihaut bei der Konservierung vom Dotter nicht abgehoben und beide behalten dieselbe regelmässige Kontur wie beim frischen Ei. Bisweilen findet aber ein solches Abheben dennoch statt, und der Dotter schrumpft für sich allein unter Verlust seiner regelmässigen Form. Auch Apstein hat ein solches Verhalten offenbar beobachtet, wie aus einer Bemerkung (**32**, 37) hervorgeht. In solchen Fällen werden die Zerklüftungsebenen nach unsern Erfahrungen ebenfalls so undeutlich, dass sie für die Erkennung des Eies nicht mehr benutzt werden können.

Merkwürdiger und wichtiger als diese Verhältnisse ist der Umstand, dass das Sprott-Ei nach unserer Erfahrung bei der Konservierung mit Perenyi'scher Flüssigkeit sich in Beziehung auf Schrumpfung ganz wesentlich anders verhält als alle andern daraufhin von uns untersuchten Eier. Die stattfindende Schrumpfung ist nämlich verschwindend gering und erreicht auch nach längerer Dauer der Konservierung höchstens 2% des Durchmessers; im Mittel betrug sie aber nur 0,9 %. Wir fanden den Schrumpfungskoeffizienten bei 6 verschiedenen Messungsreihen nach 2 bis 7-monatlicher Konservierung zu 0,002 bis 0,019 und dementsprechend die Variationsbreite der konservierten Eier fast genau wie bei den frischen von 0,817 bis 1,195 mm. Wir haben uns überzeugt, dass sich dieses Verhalten auch bei jahrelang dauernder Konservierung nicht wesentlich ändert.

Für die Bestimmung konservierter Sprott-Eier, wie sie von Hensen und Apstein versucht wurde, ist die Kenntnis dieses Umstandes natürlich von allergrösster Bedeutung. Wenn, wie wir gesehen haben, die morphologischen Merkmale des Sprott-Eies durch die Konservierung oft mehr oder weniger verloren gehen, so können bei alleiniger Berücksichtigung der Grösse konservierte Sprott-Eier sehr leicht mit ebensolchen Eiern des Wittlings und verwandter Gadiden, sowie mit andern Eiern ähnlicher Grösse verwechselt werden.

Engraulis encrasicolus L. Sardelle.

Ei mit homogenem Dotter ohne Öl von ellipsoider Gestalt, mit einem grossen Durchmesser von 1,10 bis 1,50 und einem kleinen von 0,70 bis 0,90 mm. Embryonales Pigment fehlend; After etwas hinter der Mitte des Körpers liegend. Laichzeit Juni, Juli.

Hoffmann, C. K., Verslag van den Staat der Nederlandsche Zeevisscherijen over 1884 (1885).

Hoffmann, Wenckebach, Weber, Hoek, Hubrecht, Ebenda. Verslag over 1886. (1887). Fig. 1 und 2 und pl. I—II.

Raffaele **56**, 55 ff. tav. I, 15, 34, 35; III, 15, 19, 24.

Ehrenbaum, die Sardelle. Sonderbeilage zu den Mitteilungen der Sektion für Küsten- und Hochseefischerei, Jahrgang 1892.

Cunningham **15**, 182—6, Fig. 95—96.

McIntosh und Masterman **52**, 404 f. pl. IV, 21, 22; XVIII, 6—8.

Die holländischen Küsten sind dasjenige Gebiet unserer nordischen Meere, in welchem die Sardelle in wirtschaftlicher Beziehung die hervorragendste Rolle spielt. In der Zuidersee und in der Scheldemündung

wird sie in grösster Menge gefangen und dort ist auch von verschiedenen holländischen Forschern das Studium ihrer Lebens- und Entwicklungsgeschichte in Angriff genommen worden. Wenkebach hat die durch ihre ausgesprochen ellipsoide Form vor allen pelagischen Fischeiern ausgezeichneten Eier der Sardelle zuerst beschrieben und abgebildet; und erst kurze Zeit nach ihm sind diese Eier auch von Raffaele im Mittelmeer beobachtet und abgebildet worden.

Bei Helgoland sind die Eier der Sardelle niemals von uns im Plankton beobachtet worden; und es ist auch nicht wahrscheinlich, dass die Laichschwärme dieses Fisches für gewöhnlich so weit östlich vordringen. Wir haben nur vereinzelte junge Fische dieser Art und auch diese höchst selten mit Zugnetzen auf der Düne von Helgoland gefangen. Dagegen treten schon in der Ems und vor der Emsmündung, z. B. bei Norderney, fast alljährlich mehr oder weniger grosse Scharen von Sardellen auf, die dort zum Gegenstand einer Fischerei gemacht werden. Diese Fischschwärme stehen ohne Zweifel im Zusammenhang mit dem Sardellenlaichplatz, den Ehrenbaum zu Anfang Juli des Jahres 1891 etwa 7 Seemeilen NNW von Norderney in See aufzufinden das Glück hatte. Da die Zahl der hier erbeuteten Eier eine so auffallend grosse war — ca. 16 000 Stück in 3 Zügen mit dem Oberflächennetz —, während in Küstennähe, z. B. auf der Zuidersee, immer nur sehr geringe Mengen gefangen worden sind, so hat Ehrenbaum auf Grund dieses Befundes der Auffassung Ausdruck gegeben, dass die Sardellen vielmehr der Nahrung als des Laichens wegen in die Flussmündungen und Meeresbuchten eindringen, dass dagegen die eigentlichen Laichplätze draussen in der See liegen, wenn auch wahrscheinlich von der Küste nicht allzuweit entfernt.

Das Ei der Sardelle besitzt, wie bereits angedeutet, so charakteristische Eigentümlichkeiten, dass es immer leicht erkannt werden kann. Vor allem auffällig ist die ovale, fast wurstförmige Form des Eies, die bei andern Fischen kaum vorkommt; sodann ist auch die totale Segmentierung des Dotters charakteristisch, die an das Aussehen des Sprotteies erinnert. Der perivitelline Raum des Eies ist klein und nur an den beiden Polen des Eies bemerkbar. Die Längsachse des Embryos ist stets der grossen Axe des Ellipsoids parallel gestellt. Zur Ausbildung von Pigment kommt es während des Embryonallebens gar nicht, und auch während der ersten Larvenzeit bleibt dasselbe äusserst spärlich. Sehr merkwürdig ist, dass beim Embryo und der Larve der Sardelle der After viel weniger weit nach hinten gelegen ist, als bei allen andern uns bekannten Clupeidenlarven. Da der Dottersack sehr langgestreckt ist und nach hinten spitz ausläuft, so ist der After nur wenig vom Hinterrande desselben entfernt, obwohl er eine kurze Strecke hinter der Mitte des Körpers liegt; während der Larvenzeit rückt er jedoch anscheinend weiter nach hinten und erhält eine ähnliche Lage wie bei den andern Clupeiden. Das Ausschlüpfen der ca. 4 mm langen Larven erfolgt bei Sommertemperatur schon nach Ablauf von 3×24 Stunden. Nach weiteren 4 Tagen ist der Dotter resorbiert und während dessen das erste Pigment aufgetreten, das sich auf die Augen der Larve beschränkt.

Die Laichzeit fällt in den Juni und Juli.

Die Grössen des Eies sind wahrscheinlich sehr verschieden. Hoffmann giebt 1,50 zu 0,90 mm an, Wenkebach 1,10 zu 0,70 mm und Raffaele 1,10 bis 1,45 zu 0,45 bis 0,66. Wir haben leider keine frischen Eier gemessen. Doch lässt das in unsern Händen befindliche konservierte Material von Sardelleniern noch eine erhebliche Grössenverschiedenheit erkennen.

Ctenolabrus rupestris L. Klippenbarsch.

Textfiguren 17 a—d. Maßtabelle XVII.

Ei mit homogenem Dotter ohne Öl. Durchmesser 0,72 bis 0,94, (im englischen Kanal bis 1,01), embryonales Pigment in Form gleichmässig verstreuter Punkte; After eine Strecke weit hinter dem Dottersack belegen. Laichzeit bei Helgoland Mai bis August, im englischen Kanal schon im April beginnend.

Agassiz 1, 290 ff. pl. XIII—XV.

Agassiz und Whitman 2, 18—21 pl. VII—IX.

Holt 35, 465 ff., Fig. 23—24, 28—30. 38, 41—45. 39, 120 f, 124 f. 42, 61 f., Fig. 49 und 102.

McIntosh und Masterman 52, 233.

Der Klippenbarsch ist in den meisten durch Felsgrund ausgezeichneten Teilen der Nordsee häufig und bei Helgoland in ganz besonderem Maße. Die Eier und Larven dieses Fisches sind zuerst von Holt aus den irischen Gewässern beschrieben und abgebildet worden. Bei der grossen Ähnlichkeit derselben mit den von Agassiz ausführlich beschriebenen Entwicklungsformen von *Ct. adspersus* Walb. (= *Ct. coeruleus* Storer) ergab sich ihre Benennung gewissermassen von selbst. Die leisen Zweifel, die in die Richtigkeit von Holt's Bestimmung dieser Form etwa noch hätten gesetzt werden können, vermögen wir zu zerstreuen, da uns die Ausführung der künstlichen Befruchtung oftmals gelungen ist. Wir ergänzen die von Holt gegebenen Abbildungen der Embryonen und Larven durch einige weitere und bemerken dazu Folgendes.

Die Eier sind glashell und ähneln am meisten den Sprott-Eiern, von denen sie durch den Mangel der Segmentierung im Dotter und durch einen meist etwas grösseren perivitellinen Raum zu unterscheiden sind. Die Eihaut zeigt bei stärkerer Vergrösserung ein welliges Aussehen; die Mikropyle hat die Form einer kleinen Scheibe von 0,02 mm Durchmesser mit zentraler, nach dem Innern verlaufender Eingangsröhre. Wenn die Embryonen etwa $\frac{2}{3}$ der Eiperipherie umspannen, so beginnt eine zarte, punktförmige schwarze Pigmentierung auf ihrem Körper hervorzutreten, welche bis zum Ausschlüpfen nur wenig an Intensität zunimmt (Textfigur 17 a und b).

Die aus-schlüpfende Larve ist nur 1,95 bis 2,19 mm lang, wovon 0,96 mm auf den die Nasenspitze zunächst noch überragenden Dottersack entfallen. Das zarte schwarze Pigment ist über den ganzen Körper fast gleichmässig verstreut, überwiegt aber im dorsalen Teil. Der Anfang des dorsalen Flossensaums liegt auffallend weit nach hinten, über der hinteren Hälfte des Dottersacks. Der After ist vom Hinterrande des Dottersackes etwa 0,4 mm entfernt. Die Resorption des Dottersackes vollzieht sich im Juni und Juli in etwa 8 Tagen. Die Pigmentierung des Körpers macht dabei eine auffallende Wandlung durch. Zunächst pflegen auf der Unterseite des Körpers, namentlich im Schwanzteil und im Verlauf des Darms, besonders an der Umbiegungsstelle des Enddarms, dunklere Pigmentsterne aufzutreten, während gleichzeitig im Kopf und in den Augen spärliche schwarze Farbzellen erscheinen. Später, d. h. wenn der Dotterrest mehr und mehr ver-

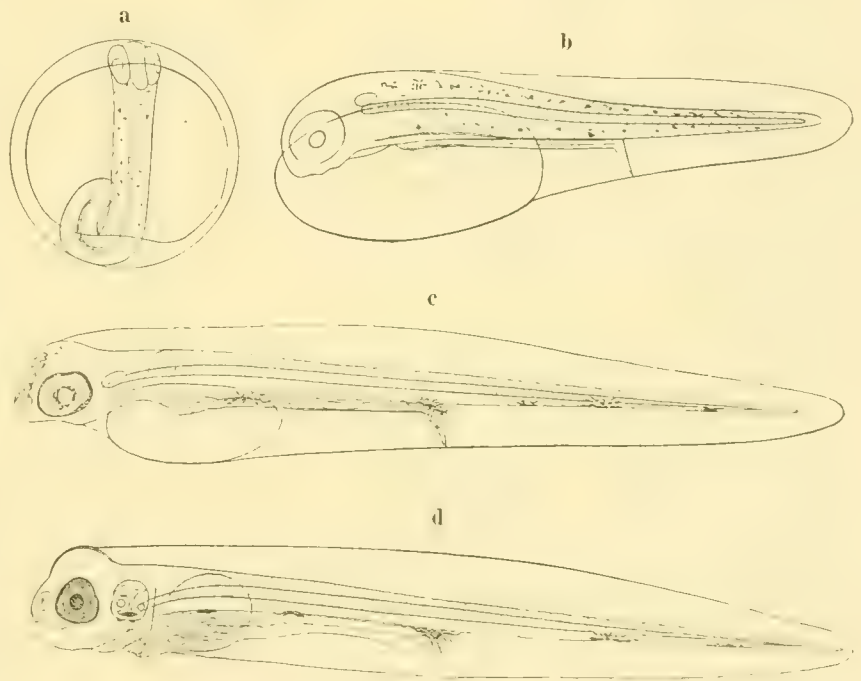


Fig. 17.

Ei und Larve von *Ctenolabrus rupestris* L. nach dem Leben.

- a Ei mit Embryo vom 7./6 94. Durchmesser 29 Strich (E) = 0,912 mm.
- b Larve aus demselben Ei vom 8./6 94. 2,198 mm lang.
- c Larve, einige Tage alt, vom 15./6 96. 3,14 mm lang.
- d Larve, etwa 8 Tage alt, vom 13./7 95. 3,14 mm lang.

schwindet, werden die Augen ganz dunkel und das Körperpigment konzentriert sich an bestimmten Punkten der ventralen Seite, während die dorsale ganz frei bleibt (vergl. Textfigur 17 c und d). Die dichteste Ansammlung schwarzen Pigments liegt an der Umbiegungsstelle des Darms, 2 bis 3 schwächere auf dem Schwanzteil und ebenso viele im Vorderkörper über dem Darm bis zur Gehörblase hin. Gleichzeitig hat sich der dorsale

Flossensaum nach vorn bis zum Kopf verlängert und die Gesamtlänge der Larve auf etwa 3,14 mm erhöht, von denen 1,48 mm auf die Strecke von der Kopfspitze bis zum After entfallen. Bei den ältesten Larven war bisweilen über dem vorderen Teile des Darms die Anlage einer Schwimmblase sichtbar. Die Chorda ist bei jugendlichen Larven in ihrem ganzen Verlauf, bei Larven mit resorbiertem Dottersack nur noch im Vorderteile einzeilig. Ein Vergleich unserer Figuren **b** und **d** zeigt, dass die Umwandlung, welche sich während der Dotterresorption vollzieht, das Aussehen der Larve völlig verändert. Die ältere Larve erinnert im Aussehen etwas an den Kabeljau.

Bei Helgoland werden die Eier von *Ctenolabrus rupestris* von Mitte Mai (20./5) bis Ende August (26./8) im Auftrieb gefunden, die Hauptmonate sind jedoch Juni und Juli. Holt beobachtete die Eier bei Plymouth von Ende April bis zum August. Die Entwicklung der Eier verläuft wegen der im Sommer hohen Wassertemperatur sehr schnell. Wir fanden, dass künstlich befruchtete Eier bei einer mittleren Temperatur von 15°,5 C schon nach 2 mal 24 Stunden auszuschlüpfen begannen. Wir berechneten hierbei die Inkubationsdauer zu 1147 Gradstunden. Wahrscheinlich genügt nicht immer ein so kurzer Zeitraum. Auch verlassen die Larven bisweilen das Ei erst in einem späteren Entwicklungsstadium, als unsere Figur **b** andeutet. Wir beobachteten sogar wiederholt planktonisch gefischte Eier, deren Embryo bereits dunkle Augen und die für ältere Larven (Fig. 17 c) charakteristische Pigmentverteilung hatte, und waren vorübergehend in dem Glauben, dass diese Eier gar nicht zum Klippenbarsch gehörten, bis wir uns durch Vermittlung der künstlichen Befruchtung darüber Gewissheit verschaffen konnten.

Junge *Ctenolabrus* von 8 mm an aufwärts, welche mehr oder weniger vollkommen die Form des ausgebildeten Fisches haben und sich durch eine ebenso lebhaft wie abwechslungsreiche Färbung auszeichnen, sind im Juli und August mit dem Oberflächen-Netz bei Helgoland in grosser Zahl gefangen worden.

Für das Studium der Eigrösse ist von uns ein sehr umfangreiches Material von planktonisch gefischten und von künstlich befruchteten Eiern benutzt worden. Die Messungen an Eiern der ersteren Art stimmten in den beiden Jahren 1898 und 99 sehr vollkommen mit einander überein. Leider wurde zu Beginn der Laichzeit im Mai nur eine unzulängliche Zahl von Eiern gemessen, so dass die Gesamtabnahme des Monatsmittels vom Mai bis August nicht genau berechnet werden konnte. Sie beträgt etwa 0,07 mm oder 7 bis 8 % des grössten Monatsmittels. Die beobachtete Variationsbreite ist 0,943—0,723 = 0,220 mm oder 23,3 % des oberen Extrems. Da der Variationskoeffizient bei planktonischem Material im Maximum 0,0173 mm beträgt, so liegen die sicheren Grenzen der von uns beobachteten Extreme zwischen 0,636 und 1,030 mm; sie schliessen also sowohl das von Holt bei Plymouth beobachtete obere Extrem von 1,01 mm mit ein, als auch das bei Marseille gefundene untere Extrem von 0,70 mm. Natürlich ist damit nicht gesagt, es liege ausser dem Bereich der Möglichkeit, dass sich für die Eigrössen der bei Helgoland, Plymouth und Marseille vorkommenden *Ctenolabrus rupestris* charakteristische Verschiedenheiten auffinden liessen, für die Plymouth-Form ist dies sogar wahrscheinlich. Dass es Holt gelungen ist (39, 125) auch für die *Ctenolabrus*-Eier bei Plymouth und Marseille eine allmähliche Abnahme des Eidurchmessers während des Verlaufs der Laichzeit festzustellen, wurde bereits an anderer Stelle (S. 178) von uns unter Angabe der betreffenden Zahlen erwähnt. Wir wiederholen dieselben hier, indem wir die bei Helgoland und Marseille beobachteten danebenstellen.

Grössen planktonisch gefischter Eier von *Ctenolabrus rupestris* in mm

	bei Helgoland	Plymouth	Marseille
im April		0,90—1,01	0,80—0,83
Mai		0,87—0,94	—
Juni	0,82—0,94 (Mittel 0,872)	0,84—0,87	0,75—0,76
Juli	0,72—0,88 („ 823)	0,78—0,82	0,70
August	0,75—0,88 („ 808)	0,72	

Die Beobachtungen bei Plymouth und Marseille stützen sich auf kein genügend umfangreiches Material, um mit den unsrigen vergleichbar zu sein. Es ist zunächst nur ersichtlich, dass die zur gleichen Zeit in den verschiedenen Gebieten vorhandenen Ei-Grössen um soviel von einander verschieden sind, als durch die verschiedene Lage der Laichzeit im Mittelmeer, im engl. Kanal und in der Nordsee von vornherein angezeigt erscheint.

Unter den von uns ausgeführten künstlichen Befruchtungen von *Ctenolabrus*-Eiern sind, wie schon früher erwähnt wurde, drei am 5./7 98 gleichzeitig vorgenommene geeignet, die, wenn auch geringe Zunahme des Eidurchmessers im Verlauf der Embryonalentwicklung zu demonstrieren. Ausserdem ersieht man aus unserer Tabelle, dass eine schon in der 2. Hälfte des Mai ausgeführte Befruchtung im Mittel deutlich grössere Eier geliefert hat, als die Gesamtheit der übrigen gegen Ende Juni und Anfang Juli vorgenommenen.

Tab. 27. Masse von Eiern des Klippenbarsches.

a. planktonisch gefischtes Material.

Datum des Fangs	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
20./5—24./5 99	0,896	0,880—0,912	7
10./6 99	0,866	0,817—0,912	100
6./6—17./6 98	0,872	0,817—0,943	113
13./7 99	0,824	0,723—0,880	126
18./7 98	0,823	0,755—0,880	100
4./8—16./8 99	0,808	0,755—0,880	115

b. künstlich befruchtete Eier.

Datum der Befruchtung	Datum der Messung	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
26./5 98	27./5 98	0,902	0,880—0,912	50
30./6 98	1./7, 2./7 98	0,834	0,786—0,912	180
30./6 98	1./7 98	0,829	0,786—0,880	75
5./7 98	6./7 98	0,815	0,786—0,849	50
	7./7 98	0,822	0,786—0,849	50
	8./7 98	0,822	0,786—0,849	50
5./7 98	6./7 98	0,816	0,786—0,849	50
	7./7 98	0,820	0,786—0,849	50
	8./7 98	0,821	0,786—0,880	50
5./7 98	6./7 98	0,818	0,786—0,849	50
	7./7 98	0,824	0,786—0,849	50
	8./7 98	0,821	0,786—0,849	50

Konservierte *Ctenolabrus*-Eier als solche zu erkennen ist recht schwierig und gewiss nicht immer möglich, da sich dieselben fast nur durch negative Merkmale auszeichnen: kein Öl, keine Segmentierung des Dotters, keine charakteristische Pigmentierung. Nach unseren wenig zahlreichen Beobachtungen erfolgte die Schrumpfung immer ziemlich regelmässig und betrug nach 3 bis 5 Monaten meist ca. 12 % des Ei-Durchmessers. Solche Eier hatten Durchmesser von 0,676 bis 0,817 mm; sie werden also beispielsweise von Kliescheneiern nur zu unterscheiden sein, wenn der Unterschied in der Jahreszeit des Vorkommens zu Hülfe genommen werden kann. Ausserdem wird man aber in Betracht ziehen können, dass *Ctenolabrus*-Eier wegen des Aufenthalts der Mutterfische nur in mässigen Entfernungen von der Küste zu erwarten sind. Wir haben bei einigen Versuchen, die wir mit dem quantitativen Netz gemacht haben, eine deutliche Abnahme der Zahl der *Ctenolabrus*-Eier mit der Entfernung von der Insel Helgoland festgestellt; in Abständen von 18 bis 20 Seemeilen von der Insel fingen wir diese Eier nur noch in ganz vereinzelt und durchweg weit entwickelten Exemplaren, während sie gleichzeitig nahe der Insel in grösseren Mengen vorkamen.

Callionymus lyra L. Leyerfisch.

Maßtabelle XVIII.

Ei mit segmentierter Randzone des Dotters ohne Öl, Eihaut oberflächlich mit bienenwabenartig angeordneten Leisten, deren Abstand von einander 0,029 bis 0,058 mm beträgt. Eidurchmesser 0,69 bis 0,94 mm; embryonales Pigment graugelb im auffallenden, grauschwarz im durchfallenden Licht auf Körper, Dottersack und Flossensäumen; After eine kurze Strecke hinter dem Dottersack. Laichzeit Mitte April bis Anfang August.

McJntosh 49, 480—2 pl. XIII, 1—4.

McJntosh und Princee 50, 864 pl. XIX, 11.

McJntosh und Masterman 52, 175—181 pl. I, 15; VII, 6—8.

Cunningham 11, 37 pl. IV. 13, 89 f. pl. V.

Princee 55, 349—51 pl. XIII, 10—13.

Holt 35, 442, Fig. 40—42. 36, 36—42 pl. III, 22—29. 39, 111 f. 41, 281—315 pl. XXVI. 42, 38 f., Fig. 72—73.

Die Eier und Entwicklungsstadien des Leyerfisches sind seit geraumer Zeit bekannt und vielfach beschrieben und abgebildet worden. Zur Erkennung des Eies bietet die sehr eigentümliche Oberflächenstruktur der Eihaut, welche im Aussehen an eine Bienenwabe erinnert, ein genügend sicheres Hilfsmittel. Zwar besitzen auch einige andere Fische, wie *Uranoscopus* und *Saurus lacerta* aus dem Mittelmeer, ähnliche Strukturen der Eihaut, während sie einigen *Callionymus*-Arten des Mittelmeers fehlt; doch kann man im Gebiet der Nordsee aus der bienenwabenähnlichen Zeichnung der Eihaut immer sicher auf die Gattung *Callionymus* schliessen.

In der Umgebung von Helgoland gehört der Leyerfisch zu den häufigen Fischen. Es ist vorgekommen, dass wir an geeigneten Orten über 200 Stück in einem kurzen Schleppzug mit der Kurre gefangen haben. Dementsprechend finden sich auch die Eier regelmässig im Plankton vor; und zwar haben wir sie von Ende April bis Anfang August beobachtet. Eine ähnliche Ausdehnung der Laichzeit (Mai bis August) wird auch für die schottische Küste angegeben; dagegen beginnt im Kanal bei Plymouth das Laichen schon im Januar und endet im Juni. Auch die Larven sind bei Helgoland nicht selten und namentlich werden gewisse Übergangsformen von der Larve zum Jungfisch, welche Holt (36 pl. III) beschrieben hat, bei Helgoland sehr häufig im Plankton angetroffen. Dies verdient Erwähnung, da entsprechende Entwicklungsformen von andern Fischen fast immer schwer erhältlich sind.

Die künstliche Befruchtung bei *Callionymus lyra* auszuführen, waren wir auf Helgoland niemals in der Lage. Es können daher Zweifel entstehen, ob das von uns dieser Fischspecies zugerechnete Ei wirklich dazu gehört. Diese Zweifel sind um so berechtigter, als wir bemerkt haben, — was andern Beobachtern entgangen zu sein scheint — dass zwei Arten von Eiern mit bienenwabenähnlicher Chorionstruktur bei uns vorkommen: eine grössere und häufige Form, bei der die Abstände der Wabenzellwände 0,029—0,058 mm und eine etwas kleinere und seltenere Form, bei der diese Abstände nur 0,0116—0,023 mm betragen. Da sich aus beiden Eiarten *Callionymus*-ähnliche Larven entwickeln und da bei Helgoland bisher nur das Vorkommen von *Callionymus lyra* festgestellt ist, so haben wir dieser die häufige Eiform zugewiesen und vermuten, dass sich die zur andern Eispecies gehörige verwandte Form — wahrscheinlich *Callionymus maculatus* — noch wird auffinden lassen.

Der Dotter des Eies besitzt eine äusserst zarte und nicht leicht sichtbare Segmentierung der Randzone, welche nach Cunningham's Beobachtung ursprünglich nur den Teil des Dotters umschliesst, welcher von der Embryonalanlage bedeckt ist, und erst mit dieser ganz um den Dotter herumwächst. Das während der Embryonalzeit auftretende Pigment, namentlich das schwarze, ist sehr zart und fein dendritisch verzweigt. Das gelbe Pigment erinnert sehr an dasjenige von *Solea lutea*; es hat im auffallenden Licht einen blass-graugelben bis glänzend gelben, im durchfallenden Licht einen grauschwarzen Ton. Es tritt in charakteristischer Verteilung auf dem Körper des Embryos sowie auf dem Dottersack und den Flossensäumen auf. Besonders

auffallend sind die Pigmentansammlungen in der Nasenspitze, in der hinteren dorsalen Dotterpartie, von der Brustflossenanlage ausstrahlend, und in der Mitte des Hinterkörpers zwischen After und Schwanzspitze. Der After ist bei der eben ausschüpfenden Larve in der Regel noch kaum durchgebrochen; indessen ist seine Lage — eine kurze Strecke hinter dem Dottersack — durch einen dünnen Zellstrang angedeutet. Von den Flossensäumen ist der dorsale im vorderen Teile sehr niedrig und erreicht erst in der Aftergegend oder dahinter seine grösste Breite, was der jugendlichen Larve eine sehr eigentümliche Form verleiht. Dieselbe fällt ausserdem durch ihre geringe, kaum 2 mm erreichende Körpergrösse auf, die sich auch in den ersten Lebenstagen bis zur Resorption des Dottersacks nur auf 2,3 mm erhöht, und durch lebhaft gefärbte und schnell sich vergrössernde Brustflossen. Eine Schwimmblase ist unmittelbar nach Ablauf der Dotterresorption sichtbar.

Der Eidurchmesser von *Callionymus lyra* variiert nach unsern Beobachtungen von 0,692 bis 0,943 mm, d. h. um 26,7 % des Maximums.

Bei dem von uns berechneten Variations-Koeffizienten von 0,571 Strich (E) = 0,0179 mm liegen die sicheren Grenzen der von uns angegebenen Extreme bei 0,602 und 1,033 mm.

Eine Angabe Cunningham's von Plymouth geht mit 0,97 mm über die von uns beobachteten Maße hinaus, eine andre von McIntosh von St. Andrews bleibt mit 0,653 mm darunter. Es ist nicht ganz sicher, dass es sich im letzteren Falle um *Callionymus lyra* gehandelt hat¹⁾; im ersteren Falle ist es wahrscheinlich, und daher ist es möglich, dass die Eier dieses Fisches im englischen Kanal im Mittel etwas grösser sind. Jedoch bedarf dies noch des genaueren Nachweises, zumal neuere Messungen von Holt bei Plymouth nur 0,92 als Maximum angeben.

Die Maße, welche Holt für die verschiedenen Monate der Laichzeit bei Plymouth angiebt, sind durchgehends etwas grösser, als die unsrigen; doch ist die Zahl jener Messungen offenbar eine unzulängliche. Holt giebt folgende Zahlen: für Januar 0,90, Februar 0,83, März 0,91 bis 0,92, Mai 0,78 bis 0,84 mm.

Die nach diesen Messungen wahrscheinliche Abnahme des Eidurchmessers im Verlauf der Laichzeit ist aus der Zusammenstellung unserer Messungen vollkommen deutlich und auffallend gross. Das im April beobachtete Mittel von 0,884 mm geht bis zum Juli hinunter auf 0,760, vermindert sich also um 14 %.

Tab. 28. Masse planktonischer Eier des Leyerfisches.

Datum der Fänge	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
19./4 bis 28./4 1899	0,884	0,849—0,943	24
Mai 1898/99	0,845	0,755—0,912	259
Juni 1898/99	0,784	0,692—0,880	208
Juli 1898/99	0,760	0,723—0,817	34

Durch die Konservierung werden die Eier von *Callionymus* auffallend dunkel, doch bleibt die eigentümliche Beschaffenheit der Eihaut bei sorgfältiger Prüfung immer noch erkennbar. Die Schrumpfung ist eine sehr bedeutende und beträgt, soweit das Verhalten der einen von uns gemessenen Portion als allgemein gültig angesehen werden darf, etwa 17 % des Eidurchmessers. Wir haben bei diesen Eiern nach 4 bis 7-monatlicher Dauer der Konservierung Durchmesser von 0,597 bis 0,786, im Mittel 0,674 mm beobachtet.

? *Callionymus maculatus* Bonap.

Maßtabelle XIX.

Ei sehr ähnlich demjenigen von *Callionymus lyra*; Leisten der bienenwaben-ähnlichen Chorionstruktur jedoch nur 0,0116 bis 0,023 mm von einander entfernt. Eidurchmesser 0,66 bis 0,79 mm. Laichzeit Juni, Juli, August.

Holt 39, 111 f. 42, 39—41, Fig. 66, 71.

¹⁾ Holt meint, die von McIntosh gegebenen Maße bezögen sich auf Ovarial-Eier.

Auf Grund der Feststellung von Holt, dass zwei *Callionymus*-Arten, *C. lyra* und *C. maculatus*, die bienenwabenhähnliche Chorionstruktur besitzen, während dieselben zwei andern, besonders im Mittelmeer vertretenen Arten, *C. belenus* und *C. festivus*, fehlt, haben wir eine in jeder Beziehung die Gattungscharaktere verratende Eiform zu *C. maculatus* gestellt, zumal dies nach den Angaben der Autoren die einzige Art dieser Gattung ist, die neben *C. lyra* in unsern nordischen Meeren vorkommt. Da sie überdies als sehr selten bezeichnet wird, woran ebenso sehr ihr Aufenthalt in grösseren Tiefen, als die Schwierigkeit dieses kleinen Fischchens mit den gewöhnlichen Fanggeräten habhaft zu werden schuld sein mag, so haben wir in dem Umstande, dass die Art bisher bei Helgoland nicht beobachtet wurde, kein Hindernis für unsere Annahme erblickt. Dass wir schon einmal bei Helgoland, nämlich in dem Falle von *Rhombus norvegicus*, die schwimmenden Eier einer kleinen Fischspecies früher aufgefunden haben, als diese selbst, mag eine weitere Stütze für die Berechtigung unserer Annahme sein.

Holt hat ein *Callionymus*-ähnliches Ei mit netzartig gezeichneter Eihaut, welches er in der Nähe von Marseille erbeutete, als *C. maculatus* beschrieben, hauptsächlich, weil *C. lyra* dort sehr selten ist. Er fand den Durchmesser mit 0,73 mm kleiner, als die ihm von Plymouth her bekannten Eidurchmesser von *C. lyra*. Ferner zeigten Embryo und Larve bei fehlendem schwarzen Pigment eine ärmlichere Ausstattung mit Farbzellen. Ein ganz ähnliches Ei von 0,72 bis 0,75 mm mit netzartiger Struktur des Chorions beobachtete Ehrenbaum Ende Januar und Anfang Februar bei Rovigno in der Adria, woselbst von den beiden *Callionymus*-Arten mit netzartig gezeichneter Eihaut nur *C. maculatus* vorkommen soll. Die ausschlüpfenden kleinen Larven hatten nur eine Art von Pigment, welches im auffallenden Lichte gelb war. Dasselbe war wesentlich spärlicher vorhanden, als bei ähnlichen Larven von *C. lyra* und gleich in Intensität und Verteilung der Abbildung, die Holt von *C. maculatus* gegeben hat. Leider ist die Grösse der Netzmaschen auf der Eihaut weder von Ehrenbaum, noch auch von Holt konstatiert worden.

Es geschieht daher wohl mit dem Anspruch auf Wahrscheinlichkeit, wenn wir die bei Helgoland beobachteten *Callionymus*-ähnlichen Eier von 0,660 bis 0,786 mm Durchmesser und mit Netzmaschen des Chorions von 0,0116 bis 0,023 mm Breite der Form *C. maculatus* zuweisen. Leider sind die sehr empfindlichen Larven, welche aus den Eiern ausschlüpfen, noch nicht aufmerksam genug studiert worden. Es lässt sich nur sagen, dass sie *Callionymus*-ähnlich in der Form waren und dass ihre Pigmentierung wesentlich matter war als diejenige der Larven von *C. lyra*. Im Plankton bei Helgoland wurden diese Eier von Mitte Juni bis Anfang August beobachtet; gemessen wurden vom 20./6 bis 22./7 99 im ganzen 40 Stück, deren mittlerer Durchmesser 0,711 mm betrug, während die Extreme, wie erwähnt, bei 0,660 und 0,786 mm lagen. Es ist nicht zu bezweifeln, dass das Ei im Mittel kleiner ist, als das gleichzeitig vorkommende Ei von *C. lyra*.

Gattung *Trigla*. Knurrhähne.

Maßtabelle XX a, b, c.

Ei mit homogenem Dotter mit bisweilen gefärbter und auch geteilter Ölkugel von 0,19 bis 0,35 mm. Eidurchmesser bei Helgoland 1,10 bis 1,54 mm, embryonales Pigment in grossen lebhaft gelb und schwarz gefärbten Sternen auf Körper, Dottersack, Ölkugel und Flossensäumen; Brustflossenanlage frühzeitig deutlich und gross; After fast unmittelbar hinter dem Dottersack. Laichzeiten April bis Oktober.

Cunningham 11, 11 pl. I, 3—5. 15, 328—33 Fig. 145—146.

McJntosh u. Princee 50, 806—12 pl. X, XII, XIV, XVI, XVII.

McJntosh u. Masterman 52, 134—143 pl. I, 9—10; V, 12—15.

Holt 36, 31—35 pl. II, 8—16. 39, 109—111. 42, 22—25.

Canu 7 b, 72 pl. VI.

Heincke 27, 108. 28, 237.

Unsere nordischen Meere beherbergen 5 *Trigla*-Arten, von denen in der Nordsee im engeren Sinne mindestens 4 vorkommen, wenn auch in sehr verschiedener Häufigkeit. In den Gewässern von Helgoland

sind nach den Untersuchungen von Heineke (28) bei beiden Formen *Tr. gurnardus* L. und *Tr. hirundo* Bl. häufig, während *Tr. pini* Bl. (= *cuculus* L.) seltener und *Tr. lineata* L. noch seltener angetroffen wird. Die ausser diesen im engl. Kanal vorkommende Art *Tr. lyra* L. ist bei Helgoland bisher nicht beobachtet. Da es nun bisher nicht gelungen ist und vielleicht noch lange, wenn nicht dauernd, unmöglich bleiben wird die planktonisch gefischten Eier der einzelnen Arten zu unterscheiden, so muss man sich vorläufig mit der Annahme begnügen, dass die Eier von *Tr. gurnardus* und *hirundo* im Plankton von Helgoland am häufigsten, diejenigen von *Tr. pini* und *lineata* in geringerer Menge vertreten sind. Ob aber die einen früher, die andern später zu erwarten sind, lässt sich vor der Hand nicht bestimmen sagen, da alle Arten in der eigentlichen Nordsee fast gleichzeitig in der Zeit von April bis September laichen.

Gewisse Eier des Planktons als der Gattung *Trigla* zugehörig zu erkennen gelingt mit einiger Sicherheit, obwohl auch hier die Gefahr einer Verwechslung immer noch vorhanden ist. Die grösseren *Trigla*-Eier sind denen von *Rhombus laevis* sehr ähnlich, haben aber grössere Ölkugeln von oft rötlicher Farbe, die kleineren *Trigla*-Eier gleichen denjenigen der Makrele, haben aber meist kleinere Ölkugeln. Die *Trigla*-Eier bei Helgoland sind ziemlich grosse Eier von 1,10 bis 1,54 mm Durchmesser, mit grosser, bisweilen rötlich gefärbter Ölkugel von 0,19 bis 0,35 mm Durchmesser. Eidurchmesser und Durchmesser der Ölkugel verhalten sich in der Regel zu einander wie 1 : 4,4 bis 5. Bisweilen ist die Ölkugel in 2 bis 4 kleinere zerlegt. Die Struktur des Chorions ist häufig geflechtartig, wie bei vielen andern Eiern. Der Dotter ist homogen, der Embryo erhält frühzeitig lebhaftes Pigment von schwarzer und von hell- bis dunkelgelber Farbe, das nicht bloss auf dem Körper des Embryos, sondern auch auf Dottersack, Ölkugel und Flossensäumen sichtbar wird. Die Brustflossenanlage ist frühzeitig deutlich und gross und der After liegt fast unmittelbar hinter dem Dottersack. Die ausschlüpfende Larve hat gewöhnlich eine Länge von reichlich 3 bis 4 mm.

Die künstliche Befruchtung ist von uns an den beiden bei Helgoland häufigen Arten wiederholt ausgeführt worden, freilich noch nicht mit dem Resultate, dass dadurch ein Überblick über die Variationsbreite der verschiedenen Eiformen gewonnen worden wäre. Die embryonalen Pigmente erwiesen sich nach der Art nicht wesentlich verschieden. Bei einer am 16./7. 94 ausgeführten Befruchtung der Eier von *Tr. gurnardus* wurde folgender Verlauf der Embryonalentwicklung beobachtet, die im ganzen bei einer mittleren Temperatur von 15° C ca. 5 Tage in Anspruch nahm. Drei Stunden nach der Befruchtung waren frühe Furchungsstadien (2- und 4-Zellenstadium) sichtbar; nach 24 Stunden hatte die Embryonalanlage den Dotter bis auf einen kleinen Rest umwachsen. 48 Stunden nach der Befruchtung nahm der Embryo die halbe Länge der Dotterperipherie ein, auf dem Dotter zeigten sich die ersten blassen Spuren von Pigmentsternen. Nach 70 Stunden umspannte der Embryo $\frac{3}{4}$ der Dotterperipherie; das Pigment war überall deutlich in Form sehr fein verzweigter gelber und wenig zahlreicher schwarzer Sterne. Nach 116 Stunden wurden die ersten ausgeschlüpften Larven bemerkt.

Folgende Übersicht enthält eine Zusammenstellung solcher mit *Trigla*-Eiern ausgeführten künstlichen Befruchtungen, welche für Messungen der Eier und der Ölkugel benutzt wurden.

Tab. 29. Masse künstlich befruchteter *Trigla*-Eier.

<i>Trigla</i> -Art	Ort	Monat	Eidurchmesser	Grösse der Ölkugel	Autor
			mm	mm	
<i>Tr. gurnardus</i>	Plymouth	IV—V	1,45	0,30	Cunningham
	irische Küste		1,43—1,55	0,28—0,33	Holt
	Helgoland	14./6, 30./6	1,256 u. 1,258	0,25	Ehrenbaum
	„	6./7, 21./7	1,163—1,446	0,25	„ vgl. Maßstab. XX b
<i>Tr. hirundo</i>	Boulogne	V—VII	1,5—1,7	0,27—0,29	Canu
	Helgoland	19./7	1,193	0,24	Ehrenbaum
	„	5./8	1,100—1,352	0,22	„ vgl. Maßstab. XX c
<i>Tr. pini</i>	Plymouth	IV—V	1,45	0,30	Cunningham
	irische Küste	14./5	1,47—1,61	0,28—0,33	Holt
<i>Tr. lineata</i>	Plymouth	13./7	1,29—1,33	0,24	Holt

Diese Übersicht zeigt an einigen Punkten eine ziemlich mangelhafte Übereinstimmung, die aber gewiss nur zum Teil durch die thatsächlichen Verhältnisse gerechtfertigt ist. Dass die im Frühjahr bei Plymouth und in den irischen Gewässern befruchteten Eier von *Tr. gurnardus* wesentlich grösser sind, als die im Sommer bei Helgoland befruchteten, mag natürlich sein. Dass aber Eier von *Tr. hirundo* bei Boulogne so erheblich grösser gefunden wurden, als bei Helgoland, erscheint nicht recht begreiflich. Wir haben selbst an planktonisch gefischten Knurrhahneiern, die wir zahlreich gemessen haben, ohne sie bestimmten Arten zuweisen zu können, nur Maße von 1,10 bis 1,54 mm (vgl. Maßtabelle XX a) gefunden, und möchten daher die Angabe von Canu vorläufig mit einem ? versehen. Unsere durch Beweise allerdings noch nicht genügend gestützte Auffassung geht dahin, dass bei Helgoland zuerst (im April) der graue Knurrhahn mit den grösseren Eiern zu laichen beginnt. Etwa gleichzeitig treten die der Zahl nach wenig ins Gewicht fallenden grossen Eier von *Tr. pini* auf. Erst später setzt die Laichzeit der *Tr. hirundo* mit den kleineren Eiern ein, dehnt sich aber dafür bis tief in den Herbst aus. Dieser Art sind wahrscheinlich die *Trigla*-Eier zuzuzählen, die einzelt bis Ende September und Anfang Oktober (letzter Termin 8./10) von uns im Plankton angetroffen wurden und die den Beschluss in der Reihe der planktonisch auftretenden Fischeier bilden. Die im theoretischen Teil S. 191 f und in der Maßtabelle XX a aufgeführten Messungsreihen der einzelnen Monate stimmen gut zu dieser Annahme. Die 31 Eier von Mitte April bis Ende Mai 1899 bilden offenbar eine komplexe Reihe mit hohen Mittelwerten und gehören wahrscheinlich zu *Tr. gurnardus* und *pini*. Die 80 Eier vom Juli 1897 bilden eine ebenso ausgesprochen komplexe Reihe mit niedrigen Mitteln und gehören vermutlich zu *Tr. gurnardus* und *hirundo*.

Trachinus spec. Petermännchen.

Ei mit homogenem Dotter und zahlreichen (12 bis 19), meist gelb gefärbten Ölkügelchen von 0,026 bis 0,079 mm. Eidurchmesser 1,006 bis 1,132 mm; embryonales Pigment im auffallenden Licht weissgelb bis silbergrau, im durchfallenden grauschwarz, ausserdem schwarzes Pigment; Bauchflossenanlage neben den Brustflossen schon beim Embryo sichtbar. Laichzeit bei Helgoland Juni bis September.

Brook **4**, 274—91 pl. III—VI.

Raffaele **56**, 30 tav. I, 17—18; II, 11—12.

McJntosh **51a**, 324 pl. X.

McJntosh u. Masterman **52**, 156—60 pl. I, 14; VI, 7—8.

Holt **35**, 437, Fig. 8, 15, 31—32, 37, 38. **42**, 33—35, Fig. 74.

Seitdem Brook Gelegenheit gehabt hat die in seinem Aquarium im Juni abgelegten Eier von *Trachinus vipera* zu studieren und die Embryonal- und Larven-Formen dieser 1,25 bis 1,37 mm grossen und mit 20 bis 30 kleinen gelben Ölkugeln (von 0,03 bis 0,12 mm Durchmesser) ausgestatteten Eier zu beschreiben und abzubilden, sind in verschiedenen Meeren ähnliche Eier aufgefunden und derselben Art zugewiesen worden. Zunächst hat Raffaele von ihm im Januar bei Neapel gefischte Eier von 1,166 mm Durchmesser mit 4 bis 10 kleinen gelblichen Ölkügelchen und mit ähnlichen Charakteren des embryonalen Pigments und der Flossenentwicklung auf dieselbe Art bezogen. Sodann beschreibt Holt unter gleichem Namen Eier von 1,25 bis 1,37 mm mit 11 bis 19 blass grüngelben Ölkugeln von höchstens 0,06 mm, die er in grösserer Menge von Mitte Juni bis Mitte Juli in den irischen Gewässern fing; und nach McJntosh kommen dieselben Eier in der Bucht von St. Andrews während der Monate April bis Juli zahlreich vor. Es hätte nahegelegen gewisse Abweichungen von der Beschreibung Brook's durch Zuweisung der Eier zu dem verwandten *Trachinus draco* L. zu erklären, wenn nicht eine kurze Bemerkung von Raffaele (**56**, 30) andeutete, dass die Eier dieser Form, wenigstens die Ovarialeier, bei einem Eidurchmesser von ca. 1 mm nur eine einzige Ölkugel besitzen. Es bleibt jedoch sehr zu wünschen, dass diese Angabe eine Bestätigung erfährt, da bisher die Eier von *Tr. draco*, einem in der Nordsee nicht seltenen Fische, der sogar als Speisefisch eine gewisse Rolle spielt, planktonisch nicht gefischt worden sind.

Für die wenigen *Trachinus*-artigen Eier, die wir bisher bei Helgoland gefangen haben, müssen wir bezüglich ihrer Zugehörigkeit zur Art *vipera* ganz entschieden Zweifel bestehen lassen. Diese Eier, 4 an der Zahl, wurden in der Zeit vom 27./6 bis 1./9 planktonisch gefischt (die grösseren früher, die kleineren später), hatten Durchmesser von 1,006 bis 1,132 mm, 12 bis 18 kleine Ölkugeln von 0,024 bis 0,079 mm Grösse und stimmten in jeder Beziehung, namentlich auch bezüglich der embryonalen Pigmentierung, aber mit alleiniger Ausnahme der Eigrösse mit den von Holt beschriebenen und abgebildeten Eiern überein. Neuerdings haben Holt und Scott (40, 164) bei Plymouth allerdings auch ein als *Tr. vipera* bezeichnetes Ei von 1,16 mm Durchmesser gefunden, sonst aber stimmt die Grösse unserer *Trachinus*-Eier allein mit denjenigen der Raffaele'schen gut überein, doch waren die letzteren viel weniger reich und glänzend pigmentiert, als unsere und die von Holt beschriebenen Embryonen.

Wir bemerken, dass die Embryonalentwicklung die für Sommer-Eier auffallend lange Zeit von 9 bis 10 Tagen in Anspruch nimmt. Die embryonalen Pigmente — spärliche schwarze und reichliche weissgelbe bis silbergraue, im durchfallenden Licht grauschwarze Zellen auf Körper und Dottersack — sind gewöhnlich am dritten oder vierten Tage vollkommen deutlich, während der Embryo kaum die Hälfte der Dotterperipherie umspannt und die Zahl und Grösse der Ölkugeln sich schon zu verringern begonnen hat. In den nächsten Tagen nimmt das Pigment an Intensität sehr zu; das jetzt lebhaftere gelbe ist namentlich in zum Teil grossen, länglichen und verzweigten, das schwarze mehr in kleinen rundlichen Formen vorhanden. Am 7. Tage umschliesst der Embryo die ganze Dotterperipherie; die Pigmentierung ist ungemein reich, die kleinen gelben Ölkugeln sind weiter reduziert. Besonders deutlich sind jetzt die Anlagen der Bauchflossen hinter denjenigen der Brustflossen. Am 9. Tage beginnen die Augen dunkel zu werden und das schwarze Pigment tritt gegenüber dem gelben stärker hervor; die Öltröpfchen sind bis auf kleine Reste resorbiert. Auch diese waren geschwunden, als am folgenden Tage das Ausschlüpfen erfolgte. Gleichzeitig war merkwürdiger Weise das gelbe Pigment gegen das schwarze so stark zurückgetreten, dass ersteres nunmehr auf demnächst auch verschwindende 3 obere und 1 unteren Fleck in den unpaaren Flossensäumen und auf einen unbestimmten Schimmer im Peritonealpigment beschränkt war. Dagegen ist das schwarze Pigment sehr stark vertreten und zwar besonders in den Augen, auf den Bauchflossen — die Brustflossen bleiben frei —, im Eingeweidesack mit Ausläufern bis in die Gehörgegend, in der darunter liegenden Körperzone und in einer zwischen After und Schwanzspitze liegenden Querzone. Unsere 3,4 mm lange Larve glich daher in der Pigmentierung vollkommen dem von Holt (35) in seiner Figur 38 abgebildeten Larvenstadium, während das frühere Stadium seiner Figur 37 mit wesentlich anderer Pigmentverteilung und mit Resten von Öl in unserm Falle übersprungen zu sein schien.

Scomber scomber L. Makrele.

Maßtabelle XXI.

Ei mit homogenem Dotter und grosser Ölkugel von 0,25 bis 0,28 mm. Eidurchmesser 0,975 bis 1,383 mm; embryonales Pigment schwarz und später moosgrün (im auffallenden Licht gelb bis bräunlich), in sehr charakteristischer Verteilung. Laichzeit bei Helgoland Juni bis August.

Agassiz u. Whitman 2, 36, pl. XVII, 1. (?)

Cunningham 11, 25—26 Fig. 16—24. 12, 71 pl. IV, 4. 14, 329—30 pl. XIV, 1.

15, 312—317 Fig. 141—143.

Holt 36, 10—19 pl. I, 1—7. 39, 112—116 Fig. 1—4. 42, 32 f Fig. 106.

McJntosh u. Masterman 52, 160—5, pl. I, 16; VII, 1—2.

Allen 3, 1—40.

Garstrang 25, 235—95.

Die Eier und Larven der Makrele sind zuerst von G. O. Sars an der norwegischen Küste beobachtet worden. Beschrieben und abgebildet wurden sie ausser von A. W. Malm neuerdings von Cunningham und Holt, welche sie bei Plymouth und in den irischen Gewässern beobachteten. Da die Makrele ausser

in den nordeuropäischen Gewässern auch im Mittelmeer und an der atlantischen Küste Nordamerikas eine wichtige Rolle als Fischereiobjekt spielt, so ist sie auch dort zum Gegenstand des Studiums gemacht worden.

Für die Laichzeit der Makrele in der Nordsee und den angrenzenden Gewässern werden in auffälliger Übereinstimmung die Monate Mitte Mai bis Ende Juli oder Anfang August angegeben. Cunningham hat wahrscheinlich recht, wenn er glaubt, dass auch die individuelle Laichzeit verhältnismässig schnell abläuft.

Die Umgebung von Helgoland wird mit grosser Regelmässigkeit alljährlich von laichenden Makrelenschaaren aufgesucht. Aber die Eier erscheinen nicht so regelmässig im Plankton, dass man während einer gewissen Zeit mit Sicherheit auf ihr Vorhandensein rechnen könnte, sondern sie werden in kleineren oder grösseren Intervallen gefangen und dann gewöhnlich auf begrenztem Gebiet in sehr grossen Mengen. Es hängt dies wohl damit zusammen, dass verschiedene Laichschwärme hinter einander und unabhängig von einander die Gewässer von Helgoland besuchen. Es ist uns mehr als einmal gelungen diese Laichschwärme aufzusuchen, die laichenden Makrelen nachts mit Treibnetzen zu fangen und im Anschluss hieran auch einmal die künstliche Befruchtung auszuführen. Leider ist jedoch bisher das frische künstlich befruchtete Material nicht zu methodischen Messungen des Eidurchmessers benutzt worden.

Im Plankton bei Helgoland haben wir Makrelen-Eier frühestens am 1. Juni und spätestens am 5. August beobachtet.

Das Ei der Makrele besitzt einen homogenen Dotter und eine verhältnismässig grosse Ölkugel, die wir immer farblos fanden, während sie nach Angabe Holt's im durchfallenden Licht ein charakteristisch wolkengraues Aussehen haben soll. Im Embryo erscheint sehr frühzeitig, wenn derselbe kaum die halbe Dotterperipherie umspannt, schwarzes Pigment, welches namentlich auch die eine Hälfte der Ölkugel überzieht und hier wie dort dendritische Formen annimmt. Es ist auf dem Körper des Embryos gewöhnlich in zwei Längsreihen angeordnet. Kurze Zeit darauf, wenn der Embryo etwa $\frac{2}{3}$ der Eiperipherie umspannt, erscheint ein zweites Pigment, welches sowohl in seinem Farbton wie in seiner Verteilung so ausserordentlich charakteristisch ist, dass von diesem Stadium ab das Ei immer mit Sicherheit sofort als Makrelen-Ei zu erkennen ist, wenigstens in der Nordsee, denn in anderen Meeren vorkommende Verwandte unserer Makrele scheinen ähnliches Pigment zu besitzen (vergl. Holt 42, Fig. 1—4). Dieses Pigment tritt beim Makrelen-Embryo regelmässig in zwei jederseits zwischen Auge und Gehörblase gelagerten Flecken und einem dritten in der Umhüllung der Ölkugel auf. Die Farbe ist zunächst ein mattes Grüngelb, aus dem später ein im durchfallenden Licht moosgrüner Ton wird, der in gleicher Art bei keinem andern Fisch-Ei der Nordsee beobachtet wurde. Im auffallenden Licht behält das Pigment einen gelben bis bräunlichen Farbton bei; Cunningham glaubt denselben aus einer Vermischung von gelbem mit blauschwarzem Pigment erklären zu sollen. Dieses Pigment ist auch bei der ausschlüpfenden Larve von 3,5 bis 3,9 mm Länge in gleicher Weise vorhanden und bisweilen noch um eine auf der Stirn liegende Ansammlung vermehrt. Es verschwindet erst kurz nach der Resorption des Dottersacks. Das danach allein verbleibende schwarze Pigment hat sich inzwischen in je eine Reihe an der dorsalen und ventralen Körperkontur geordnet, von denen die letztere die intensivere ist und nach vorn zu in dem dichteren Belag des Eingeweidesackes endet, während die Augen sich tief blauschwarz gefärbt haben. Die Länge der Larven nach Resorption des Dottersackes beträgt 4,5 bis 5 mm.

Obwohl das erwähnte Pigment einen sehr sicheren Anhalt für die Erkennung der Makrelen-Eier gewährt, so ist bei jugendlichen Eiern, denen dieses Pigment noch fehlt, die Gefahr der Verwechslung mit andern Eiern doch ziemlich gross, wenn man sich allein auf die Eigrösse verlässt. Sowohl die Eier des Steinbutts und Glattbutts, als auch diejenigen verschiedener *Trigla*-Arten besitzen ähnliche Durchmesser wie die Makrelen-Eier und kommen überdies zur gleichen Jahreszeit vor wie diese. Die Eier der beiden genannten *Rhombus*-Arten werden gewöhnlich an den ihnen eigentümlichen kleineren Ölkugeln zu erkennen sein, dagegen wissen wir die Eier der Makrele von denen der *Trigla*-Arten im jugendlichen Zustande nicht sicher zu unterscheiden. Von den Eiern von *Caranx trachurus*, denen die Makrelen-Eier in der Pigmentierung und in der Grösse der Ölkugeln ähneln, während sich die Grössen der Durchmesser berühren, können sie durch das Fehlen der den ersteren eigenen Segmentierung des Dotters immer sicher geschieden werden.

Die Variabilität des Eidurchmessers der Makrele ist nach unseren Beobachtungen eine ausserordentlich grosse. Während die Angaben anderer Autoren sich auf die Maße von 1,21 bis 1,33 mm und für die Ölkugel von 0,30 bis 0,33 mm beschränken, haben wir selbst Durchmesser von 0,975 bis 1,383 mm beobachtet, während wir die Ölkugel in der Regel nur 0,25 bis 0,28 mm gross fanden. Diese Variationsbreite umfasst nicht weniger als 0,408 mm = 13 Strich (E), d. i. 29,5 % des grössten Durchmessers und gehört damit zu den grössten, die uns überhaupt bekannt geworden sind (vergl. Scholle und Sprott).

Tab. 30. Grössen planktonischer Eier der Makrele.

Datum	Mittl. Eidurchmesser mm	Variationsbreite mm	Zahl der Eier
4./6—6./6 98	1,300	1,226—1,383	23
6./6—15./6 99	1,204	1,132—1,289	50
20./6 99	1,168	1,100—1,258	100
24./6—27./6 98/99	1,151	1,069—1,226	50
30./6 97	1,261	1,163—1,383	76
7./7—18./7 98/99	1,122	0,975—1,226	33
20./7 99	1,124	0,975—1,226	100
5./8 99	1,067	1,006—1,132	11

Da der Variations-Koeffizient im Maximum 1 Strich (E) = 0,0314 mm beträgt, so liegen die sicheren Grenzen unserer extremen Werte bei 0,817 und 1,541 mm. Die Abnahme des mittleren Eidurchmessers während der Laichzeit ist unzweifelhaft (vgl. theoret. Teil S. 177). Sehr auffallend ist, dass die Gesamt-abnahme des mittleren Eidurchmessers, wie aus unserer Übersicht hervorgeht (vgl. auch Maßtabelle XXI), den enormen Umfang von 0,233 mm, d. h. 17,9 % des grössten Mittels erreicht, und dass diese Abnahme nicht stetig ist. Möglicherweise erklärt sich dies durch folgende Annahme. Wie oben bemerkt, laichen die Makrelen höchst wahrscheinlich in dichtgedrängten, lokalisierten Schwärmen und das Laichgeschäft wird sehr schnell abgemacht. Jeder einzelne solcher Laichschwärme mag vielleicht aus ziemlich gleich grossen Individuen bestehen, und verschiedene Laichschwärme mit verschiedener Individuengrösse mögen örtlich und zeitlich getrennt laichen, wie Ähnliches auch beim Hering vorkommt. So wird man wahrscheinlich beim Planktonfischen jedesmal die Eier eines Schwarmes von bestimmter Individuengrösse erhalten, also in jedem einzelnen Falle eine geringere Mischung verschiedener Eigrössen und im Allgemeinen sehr verschiedene mittlere Durchmesser erwarten können.

Unsere Erfahrungen über die Schrumpfung des Makreleneies bei der Konservierung mit Perenyi'scher Flüssigkeit sind nur geringfügig. In einem Falle beobachteten wir nach 4 bis 5-monatlicher Konservierung nur 9 % Schrumpfung, in einem andern Falle mehr als das Doppelte, nämlich 19,8 %.

Caranx trachurus L. Bastardmakrele, Stöcker.

Tafel X, Fig. 28—31. Maßtabelle XXII.

Ei mit völlig segmentiertem Dotter und einer Ölkugel von 0,195 bis 0,280 mm Durchmesser. Eidurchmesser 0,81 bis 1,04 mm, embryonales Pigment schwarz und braun-gelb auf Körper und im vordern Dotterteil liegender Ölkugel; After erheblich vom hinteren Dotterrande entfernt. Laichzeit Juni bis August.

Canu 7b, 63—71, pl. V, 1—6.

Holt 36, 9 f. 37, 190—4, Fig. 1—3. 39, 116—120 u. 340. 42, 27—31, Fig. 53—63.

Cunningham 15, 318 f.

McIntosh u. Masterman 52, 165 f.

Die Jugendformen der Bastardmakrele sind längst bekannt und oft beobachtet worden, namentlich wenn sie in kleinen Gruppen die Schirmquallen der Gattungen *Cyanea* und *Rhizostoma* umschwärmen, mit denen

sie noch nicht völlig aufgeklärte Beziehungen unterhalten. Dagegen sind die embryonalen Eier und Larven erst kürzlich erkannt und unter ihrem richtigen Namen abgebildet worden. Canu hat sie jedoch beschrieben und abgebildet als Eier, welche an die von Agassiz und Whitman (2, 12—16 pl. IV und V) beschriebenen des amerikanischen bluefish (*Tennodon saltator* L. = *Pomatomus saltatrix* Gill) erinnerten und uns bei Übersendung seiner Publikation mitgeteilt, dass er inzwischen die Zugehörigkeit der beschriebenen Form zu *Caranx trachurus* festgestellt habe. Holt hatte das reife oder nahezu reife Ei von *Caranx* schon früher beobachtet, doch hat er die Embryonalformen und Larven erst kürzlich studieren können und sie in seiner neuesten Publikation in den „Annales du musée de Marseille“ abgebildet.

In Helgoland sind uns die Eier von *Caranx trachurus* seit dem Jahre 1897 bekannt und wiederholt von uns in der Zeit von Anfang Juni bis Mitte August beobachtet worden. Canu hat sie auch schon im Mai gefunden; auch scheint es, dass diese Eier an der französischen Küste wesentlich zahlreicher als bei Helgoland auftreten. Canu hat die Ähnlichkeit mit *Mullus*-Eiern und Holt diejenige mit *Scomber*-Eiern hervorgehoben. Beides haben wir in Helgoland bestätigt gefunden, da wiederholt die *Caranx*-Eier gleichzeitig mit denen von *Mullus* und von *Scomber* gefangen wurden. Die Übereinstimmung mit den *Mullus*-Eiern liegt besonders in der Segmentierung des Dotters, die sich jedoch bei *Mullus* wie bei einigen Arten von *Solea*, *Callionymus* u. a. auf die Randzone beschränkt, während sie bei *Caranx* den Dotter in seiner ganzen Tiefe durchsetzt. Ausserdem ist der Durchmesser der ziemlich umfangreichen Ölkugel bei beiden Arten gleich gross; er beträgt nach unsern Messungen 0,195 bis 0,236, während Holt und Canu Grössen bis zu 0,27 und 0,28 mm beobachtet haben. Der Durchmesser der *Caranx*-Eier übertrifft nach unsern Beobachtungen denjenigen der gleichzeitig gefangenen *Mullus*-Eier immer um eine Kleinigkeit. Ältere Embryonen von *Caranx* haben immer zwei Arten von Pigment, solche von *Mullus* dagegen nur schwarzes. Die Ähnlichkeit zwischen *Caranx*-Eiern und *Scomber*-Eiern liegt hauptsächlich in der Pigmentierung, die bei jugendlichen Embryonen nur schwarz und ziemlich gleichartig ausgebildet ist, während das später auftretende gelbliche Pigment im Falle von *Scomber*, wie bereits erwähnt, allmählich lebhaft und charakteristisch grün wird, bei *Caranx* dagegen den gelblichen Ton beibehält, der mehr den Charakter von Braungelb hat. Die Hauptstellen, an denen dieses Pigment auftritt, sind auch bei beiden Formen dieselben, nämlich zunächst die Gegend der Ootocyte und dann die Umhüllung der Ölkugel. Während sich jedoch bei der Makrele das grüne Pigment auf diese beiden Stellen beschränkt, ist das braun-gelbe bei der Bastardmakrele auch an andern Teilen des Körpers sichtbar, wie aus unserer Figur 28, Taf. X erhellt. Die mittlere Grösse des Durchmessers beider Eiarten ist ziemlich verschieden, aber dennoch überschneiden sich die Variationskurven beider mit einigen Strichen, nämlich von 31 bis 33 Strich (E) oder von 0,975 bis 1,037 mm. Die angegebenen Merkmale sind jedoch ausreichend, um das *Caranx*-Ei im frischen Zustande vom Makrelelei immer und vom *Mullus*-Ei wenigstens in den älteren Stadien sicher zu unterscheiden. Zur weiteren Charakteristik der Eier von *Caranx* dient eine oft — wenn auch nicht regelmässig — vorhandene rosenrote oder kupferrote Färbung der Ölkugel, welche auch von andern Autoren wiederholt beobachtet worden ist.

Ist nun schon der weit entwickelte Embryo von *Caranx* mit völliger Sicherheit zu identifizieren, so mehren sich die charakteristischen Merkmale noch, so bald die Larve ausgeschlüpft ist. Dieses Ausschlüpfen erfolgt, wie Canu angibt, bei einer Wassertemperatur von 15 bis 19° C in 3 bis 4 Tagen. Das Aussehen der eben geborenen Larve, die etwa 2,5 mm lang ist, haben wir in Figur 29 Taf. X wiedergegeben. Die auffälligste Eigentümlichkeit besteht in der grossen, im vordersten Teil des Dottersacks, d. h. vor und unter der Nasenspitze des Embryos belegenen Ölkugel. Unter den uns bekannt gewordenen Nordseefischen giebt es ausser *Caranx* nur noch einen, nämlich *Mullus*, welcher durch eine ähnliche Lagerung der Ölkugel im vorderen Teil des Dottersacks ausgezeichnet ist. Doch ragt bei *Mullus* der Dottersack nach vorn erheblich weiter über den Kopf der Larve hinaus als bei *Caranx*. Auch die Lage des Afters ist bei den Larven der genannten beiden Arten verschieden. Bei *Mullus* liegt der After unmittelbar hinter dem Dottersack, bei *Caranx* erheblich weiter nach hinten, so zwar, dass bei der eben ausgeschlüpften Larve etwa $\frac{2}{3}$ der gesamten Körperlänge auf die Strecke vom Vorderrand des Dottersacks bis zum After entfällt; unmittelbar darauf erfährt jedoch mit der Reduktion des Dottersacks der Schwanzteil der Larve eine erhebliche Streckung, so dass der After ungefähr in die Mitte des Körpers zu liegen kommt. Die Larve zeigt das braungelbe Pigment in charakteristischer Verteilung, besonders dicht ist es in der Umgebung der Ölkugel,

der Otcysten und des Enddarms. Von letzterem strahlt es auf den ventralen Flossensaum aus, während es gleichzeitig an zwei Punkten auf dem dorsalen Flossensaume erscheint (vergl. Figur 30). Bei der älteren Larve von etwa 3,24 mm Länge, deren Dottersack nebst Ölkugel bis auf einen kleinen Rest resorbiert ist, ist endlich auch das Auge dunkel geworden (vergl. Figur 31); das schwarze Pigment zeigt eine charakteristische Anordnung im Verlauf der Körperkonturen, das gelbliche am dorsalen und ventralen Rande der embryonalen Flossensäume; letzteres erscheint bei auffallendem Lichte jetzt gelblich-weiss bis weiss.

Über die Variationsgrösse des Eidurchmessers von *Caranx trachurus* liegen einige Beobachtungen von Holt vor, welche diesen Forscher zu der Annahme veranlasst haben, dass die kleinere Mittelmeer-Rasse von *Caranx* kleinere Eier produziere als die grössere Nordseeform (vergl. S. 181). Ohne diese Behauptung direkt auf ihre Richtigkeit prüfen zu können, sind wir doch in der Lage Holt's Angaben über die Eigrösse der Nordseeform zu bestätigen, jedoch umfasst die von uns beobachtete Variationsgrösse sowohl die bei Grimsby als auch die bei Plymouth von Holt gefundenen Eimasse. Da nun unsere Beobachtungen nur in dem kurzen Zeitraum von Anfang Juni bis Anfang August gemacht wurden und da ihnen auch nicht mehr als 64 Eier zu Grunde gelegt werden konnten, so möchten wir vermuten, dass die Heranziehung weiteren Beobachtungsmaterials den Variationsumfang erweitern und vielleicht auch kleinere Zahlen für den Eidurchmesser liefern wird, welche von den durch Holt an der Mittelmeerform beobachteten nicht mehr verschieden sind.

Holt giebt folgende Zahlen (39, 117):

	Eidurchmesser mm	Durchmesser d. Ölkugel mm
Grimsby	1,03—1,09	0,26—0,27
Plymouth	0,81—0,93	0,22—0,23
Marseille	0,76—0,78	0,19—0,20

Wir selbst fanden bei Helgoland (vergl. Maßtabelle XXII)

vom 6./6—22./7 97/99 37 Eier von 0,849—1,038, Mittel 0,926 mm	} Ölkugel von 0,195—0,236 mm, bisweilen kupfer- oder rosenrot.
„ 2./8—10./8 97/99 27 „ „ 0,817—0,943, „ 0,906 „	

Trotz der geringen Zahl der von uns gemessenen Eier ist eine Abnahme des mittleren Eidurchmessers im Verlauf der Laichzeit ersichtlich. Der von uns beobachtete Variationsumfang beträgt 0,221 mm oder 21,3 % des grössten Durchmessers. Der Variations-Koeffizient berechnet sich zu 0,0253 mm im Maximum. Die sicheren Grenzen der von uns beobachteten Extreme liegen also bei 0,700 und 1,154 mm.

Mullus surmuletus L. Meerbarbe.

Taf. X, Fig. 26, 27.

Ei mit oberflächlich segmentiertem Dotter und grosser Ölkugel von 0,23 bis 0,25 mm. Eidurchmesser 0,817 bis 0,912 mm; embryonales Pigment nur schwarz; After fast unmittelbar hinter dem Dottersack. Laichzeit Juni.

Raffaele 56, 20 tav. I, 6—8; II, 5—7.

Marion 47, 121 pl. II, 22.

Cunningham 15, 306—8, Fig. 139, 140.

McIntosh und Masterman 50, 119 f. pl. I, 1; V, 5.

Holt 42, 17—19, Fig. 105.

Die rote Meerbarbe, welche an den südlichen und westlichen Küsten Englands bisweilen in grösserer Zahl gefangen wird, kommt auch in der südlichen Nordsee und bei Helgoland in einzelnen Exemplaren vor. Es ist uns sogar gelungen die Eier dieses Fisches zu fangen, die bisher in den nordischen Meeren nicht gefunden, vielmehr nur aus den von Raffaele in Neapel gemachten Beobachtungen bekannt waren.

Erst neuerdings hat Holt dieselben oder doch sehr ähnliche Eier auch bei Marseille gefangen und die zugehörige Larve abgebildet. Die Grössen der von ihm im April gefischten Eier (0,86 bis 0,87 mm) sind zwar von den durch Raffaele angegebenen — und auch von den unsrigen — nicht wesentlich verschieden, doch bleiben seine Eimaße für Juni mit 0,73 bis 0,75 und für Juli mit 0,68 bis 0,70 (Ölkugel 0,17 mm) ziemlich erheblich unter den andern Messungen. Es ist nun möglich, dass diese bei Marseille gefangenen Eier zwei verschiedenen Arten, *M. surmuletus* und *barbatus*, angehören, vorausgesetzt, dass man überhaupt 2 Arten unterscheiden will, was für das Mittelmeer zweifellos seine Berechtigung hat. Doch liegt für die Annahme, dass es sich um 2 Eiarten handelt, kein zwingender Grund vor, da die Eier beider Arten wahrscheinlich sehr wenig in der Grösse verschieden sind. Die Eier von *M. barbatus* sollen nach Raffaele etwas kleiner sein. Holt ist aber nur deshalb geneigt die von ihm beobachteten Eier auf diese letztere Art zu beziehen, weil sie in einer als Fangplatz dieses Fisches bekannten Gegend erbeutet wurden. Demgegenüber müssen wir darauf hinweisen, dass die Holt'sche Abbildung einer Larve so vollkommen mit der unsrigen (Fig. 27) übereinstimmt, dass sich fast jedes Pigmentsternchen am gleichen Platze vorfindet. Wir waren nun freilich auch nicht in der Lage die von uns gefangenen *Mullus*-Eier auf den Mutterfisch zurückzuführen, sondern haben sie nur deshalb auf *M. surmuletus* bezogen, weil dies die einzige häufige *Mullus*-Art in den nordischen Meeren ist, während *M. barbatus* in der Nordsee nur sehr selten beobachtet wurde. Wir können also für unsere Bestimmung nicht wesentlich schwerer wiegende Gründe anführen als Holt für die seine, und somit bleibt die Möglichkeit bestehen, dass beide Arten sich in ihren Eiern und Larven so vollkommen gleichen, dass eine Unterscheidung vorläufig nicht gelingt. Man wird die Beschreibung künstlich befruchteter Eier von *M. barbatus* abwarten müssen, um diese Frage entscheiden zu können.

Die Zahl der *Mullus*-Eier, welche wir in der Nähe von Helgoland erbeuteten, ist nur klein und betrug nicht mehr als 9 Stück, die in der Zeit vom 23. bis 28. Juni 1899 gefunden wurden; die Larven, welche aus diesen Eiern ausschlüpfen, zeigten eine vollkommene Übereinstimmung mit den charakteristischen von Raffaele abgebildeten Formen.

Die von uns beobachteten Eidurchmesser von 0,817 bis 0,912 mit dem Mittel bei 0,863 mm erreichen die von Raffaele angegebene Grösse von 0,93 mm nicht ganz, während unsere Messungen an der Ölkugel mit 0,23 bis 0,25 mm die im Mittelmeer beobachtete Grösse von 0,23 mm teilweise übertreffen. Die Ölkugel ist demnach verhältnismässig gross, und das ist eine Eigentümlichkeit, die das Ei auffällig macht und von andern, z. B. dem in Grösse und Pigmentierung sehr ähnlichen *Motella*-Ei unterscheidet. Ausserdem ist jedoch die Segmentierung des Dotters ein charakteristisches Merkmal, wiewohl dieselbe in der Regel nur mit sehr zarten Linien angedeutet und auf die periphere Zone beschränkt ist. Von dem *Caranx*-Ei, mit dem es die Grösse und die Dottersegmentierung gemein hat, unterscheidet sich das *Mullus*-Ei, wie schon früher erwähnt, durch die Pigmentverteilung und das Fehlen des braungelben Pigments im Embryo. Wenn der *Mullus*-Embryo etwa $\frac{2}{3}$ der Dotterperipherie umspannt, so ist das schwarze Pigment auf dem Körper gewöhnlich in zwei Längslinien angeordnet; eine dichte Gruppe von schwarzen Pigmentsternen findet sich ferner in der Umhüllung der Ölkugel, und bisweilen — aber nicht regelmässig — sind auch einige kleine Sternchen über den Dotter verstreut (vergl. Figur 26).

Die ausschlüpfende Larve ist sehr scharf charakterisiert, nicht bloss durch die Befestigung der Ölkugel in dem vordersten Teil des Dottersacks, sondern fast noch mehr durch das weite Vorragen des Dottersacks nach vorn über das Vorderende des Embryos hinaus. Dieser vorragende Teil des Dottersackes ist etwa 0,31 mm lang, während der ganze Dottersack eine Länge von 1,07 mm hat und die Gesamtlänge der Larve 2,83 mm beträgt. Der After ist bereits durchgebrochen und mündet in der vorderen Hälfte der Larve unweit des hinteren Dotterrandes aus. Das schwarze Pigment ist bei der jungen Larve ziemlich regellos über den ganzen Körper verstreut und lässt die Flossensäume ganz, den Dottersack meist ganz oder bis auf einige Sternchen im hinteren Teile desselben frei. Die Ölkugel zeigt dieselbe Ausstattung mit Pigment wie beim Embryo (vergl. Figur 26 und 27). Das Auge ist zunächst noch ohne Pigment, der Dottersack lässt die Segmentierung und die Beschränkung derselben auf eine periphere Zone erkennen.

Die Chorda der jugendlichen Larve ist grösstenteils einzeilig; nur an einigen Punkten liegen 2 Zellen nebeneinander genau wie Holt es von einer nicht identifizierten Form — Species V (35, 467, Fig 45) — abgebildet hat. Diese Species V von Holt erinnert auch in einigen andern Punkten an *Mullus*, z. B. in

der Grösse der Eier, in der Pigmentierung, Lage der Ölkugel etc.; doch lassen andere Eigentümlichkeiten, wie die Kleinheit der Ölkugel, die Lage des Afters, der Mangel der Dottersegmente mit Sicherheit erkennen, dass es sich um eine von *Mullus* verschiedene Form handelt.

Über das Aussehen älterer Larven vermögen wir keine Angaben zu machen, da wir sie nicht bis zur Resorption des Dottersackes am Leben hielten. Da indessen die jugendliche Larve eine so vollkommene Übereinstimmung mit der von Raffaele beschriebenen und abgebildeten Mittelmeerform zeigt, so ist das wohl auch für die ältere Larve anzunehmen, welche Raffaele a. a. O. tav. II Fig. 7 dargestellt hat. Wahrscheinlich ist auch eine von Marion (47, pl. II, 22) abgebildete etwas ältere Larve, welche planktonisch gefischt wurde, als zu *Mullus* gehörig anzusehen.

Die Reihe der im Vorhergehenden beschriebenen Eiformen enthält alle Angehörigen der helgoländer Fischfauna, welche schwimmende Eier produzieren, mit Ausnahme von *Labrax lupus*, *Mugil chelo*, *Lophius piscatorius*, *Zeus faber*, *Hippoglossus vulgaris* und *Merluccius vulgaris*. Ob die Eier dieser Arten überhaupt in der deutschen Nordsee vorkommen, ist zweifelhaft. Zunächst wären solche vom Seehecht zu erwarten, die zwar von Raffaele beschrieben, aber aus der Nordsee noch nicht sicher bekannt sind. Sie sollen einen Durchmesser von 0,94 bis 1,03 und eine Ölkugel von 0,27 mm haben. Sodann könnten sich die wohlbekanntesten und mehrfach beschriebenen Eier von *Lophius* vorfinden. Dieselben sind in der Regel in einer gallertigen Hülle von eigentümlicher Struktur zu Klumpen vereinigt, also nicht eigentlich einzeln schwimmend. Wir erhielten einmal eine Portion solcher Eier, welche am 4. Juli 1898 im Skagerrak (27 Seemeilen NNO von Hanstholm) gefangen worden war. Dieselben enthielten zum Teil grosse, schwarz pigmentierte Embryonen, als sie in unsere Hände gelangten, waren jedoch schon alle abgestorben. Die Eidurchmesser variierten zwischen 2,138 und 2,358, die der Dotterkugeln, die in einem ziemlich grossen perivitellinen Raum liegen, von 1,320 bis 1,760 mm. Die chromgelbe Ölkugel hatte einen Durchmesser von 0,566 mm.

Die Eier des Heilbutts sind bisher nur sehr unvollkommen bekannt geworden und kommen wohl nur im nördlichsten Teil der Nordsee vor. Die Eier von *Labrax* sind von Raffaele gut beschrieben, aber in der Nordsee bisher nicht gefunden. Sie haben einen Durchmesser von 1,15 bis 1,16 mm und eine grosse Ölkugel von 0,33 bis 0,36 mm. Die Eier von *Zeus faber* sind völlig unbekannt und auch über diejenigen von *Mugil chelo* hat man nur Vermutungen, insofern als Raffaele fand, dass eine *Mugil*-Art — wahrscheinlich *M. capito* — schwimmende Eier hat von 1 mm Durchmesser mit homogenem Dotter und einer Ölkugel von 0,20 mm. Die von Cunningham auf *Mugil* bezogene Larve von 10,5 mm (12, 73 pl. IV) halten wir für falsch bestimmt. Wir hoffen bei späterer Gelegenheit zeigen zu können, dass dieselbe mit grosser Wahrscheinlichkeit als Larve von *Spinachia vulgaris* anzusehen ist.

IV.

Die Eibestimmungen anderer Autoren nach dem Durchmesser.

I. Die Bestimmungen von Apstein

Aus unsern in dem Vorigen niedergelegten Untersuchungen, sowohl den theoretischen wie den systematischen, erhellt mit grösster Deutlichkeit, dass eine sichere Bestimmung der schwimmenden Fischeier allein nach dem Durchmesser nicht möglich ist, bei konservierten noch weniger als bei lebenden Eiern. Der Versuch von Hensen und Apstein trotzdem eine solche Bestimmung und zwar an konserviertem Material mit Erfolg auszuführen, kann daher nur unter einer Voraussetzung unternommen werden. Diese ist, dass in der durch die Expedition gegebenen Zeit des Jahres in der Nordsee nur eine beschränkte Anzahl von Eiarten in grösserer Menge vorkommen und dass die mittleren Grössen dieser Arten soweit auseinander liegen, dass eine irgendwie ins Gewicht fallende Überschneidung der Variationskurven nicht stattfindet.

Diese Voraussetzung halten wir in ihren beiden Teilen für unzutreffend. Zunächst muss man annehmen, dass neben den von Hensen und Apstein aufgeführten Eiern von Scholle, Schellfisch, Kabeljau, Flunder, Sprott, Kliesche und *Drepanopsetta* noch die Eier von Köhler, Wittling und Leng, vielleicht auch von *Gadus luscus* in solcher Dichte während der Zeit der Expedition vorhanden waren, dass sie mit dem kleinen, sicher aber mit dem grossen Hensen'schen Netz gefangen werden mussten. Für den Köhler, dessen Laichzeit in der Hauptsache mit der des Kabeljaus und Schellfisches zusammenfällt, müssen wir nach unsern Beobachtungen für den Quadratmeter Oberfläche etwa 14%¹⁾ der Zahl derjenigen Eier rechnen, welche Hensen und Apstein in ihren Tabellen als Kabeljau-Eier aufführen.

Eine solche Zahl konnte, vorausgesetzt, dass die Köhler-Eier sich im Plankton ebenso verhalten wie die Kabeljau-Eier, unmöglich ungefangen bleiben und darf auch bei der Bestimmung der spezifischen Eimengen und den daraus zu ziehenden Schlüssen nicht vernachlässigt werden. Für den Wittling berechnen wir in der Hochzeit seines Laichens — April und Mai — 10% derjenigen Menge von Eiern, welche von Hensen und Apstein in der Hochzeit des Kabeljaus für diesen angeführt werden. Für die Menge der zu erwartenden Leng-Eier fehlen uns genügende Unterlagen für eine ähnliche Berechnung; doch sind wegen der grossen Keimfruchtbarkeit dieses Fisches wenigstens lokal solche Mengen für den Quadratmeter Oberfläche zu erwarten, dass sie sich hier und da in den quantitativen Fängen vorfinden müssen. Für unsere Annahme, dass die Eier der oben genannten Fische in den Apstein'schen Fängen vorhanden sein müssen, ohne dass sie erkannt wurden, spricht auch der Umstand, dass die Eier eines Fisches mit so geringer Keimfruchtbarkeit wie *Drepanopsetta* (ca. 44 000 Eier) wirklich gefangen und richtig erkannt worden sind.

Aber auch angenommen, die Eier anderer Species als der von Hensen und Apstein aufgeführten seien in den Fängen zu vernachlässigen, so trifft doch der zweite Teil der Voraussetzung bei der Eibestimmung nicht zu. Im Gegenteil ist mit Sicherheit von uns nachgewiesen, dass die Variationspolygone der Eidurch-

¹⁾ Diese Menge ergibt sich, wenn man für das Verhältnis aller Schellfisch-Eier in der Nordsee zu allen Kabeljau-Eiern die Zahlen 2,4 : 1 zu Grunde legt. Letztere erhielten wir aus dem Verhältnis der Gesamtzahlen beider Fischarten, wie sie in der britischen und deutschen Fangstatistik gegeben sind.

messer bei den in Betracht kommenden Arten sich mehrfach ganz erheblich überschneiden. Diejenigen von Kabeljau und Schellfisch fallen sogar zum grössten Teile zusammen, und auch die von Flunder und Kliese überschneiden sich erheblich. Nur die Eier der Scholle sind von den nächst kleineren, denen des Schellfisches, durch eine in der Praxis ziemlich scharfe Grenze getrennt.

Eine weitere bei ihrer Bestimmung irreführende Voraussetzung haben Hensen und Apstein darin gemacht, dass sie eine Schrumpfung der Eier durch Konservierung entweder garnicht oder doch nur in sehr geringem und für die ersten Monate nach der Konservierung zu vernachlässigendem Grade annehmen.¹⁾ Die Ursache dieses Irrtums scheint darin zu liegen, dass sie keine eigenen hinreichend zahlreichen Messungen an frischem Eimaterial gemacht haben und daher auf die Angaben anderer Autoren angewiesen waren. Bezüglich des Schellfisches citiert Apstein (32, 36) eine Angabe von McIntosh und Prince (50, 822), wonach der Durchmesser des (lebenden) Eies 1,5 bis 1,65 mm beträgt, und in Übereinstimmung hiermit findet er das Mittel seiner konservierten „Schellfischeier“ zu 1,614.²⁾ Hiernach wären in der That die Eier durch die Konservierung gar nicht geschrumpft. Allein so hohe Werte, wie sie sich in der citierten Angabe von McIntosh und Prince finden, sind weder von diesen Autoren noch von andern jemals wieder als Mittelwerte für frische Schellfisch-Eier beobachtet worden. Vielmehr haben alle neuen und alle an grösserem Material in exakter Weise gemachten Messungen erheblich kleinere Mittelwerte von höchstens 1,53 mm ergeben. Indem Apstein diesen für seine vermeintlichen Schellfischeier angeblich gelieferten Beweis der Nichtschrumpfung auf die übrigen Fischarten übertrug, fand er für jedes der von ihm (32, 33) konstruierten Variationspolygone ein zutreffendes Mittelmaß in den Angaben, die andere Forscher über frische Eier gemacht hatten; nur eine bemerkenswerte unerklärliche Ausnahme zeigte sich und zwar, wie notwendig zu erwarten, am Ende der ganzen Reihe, nämlich bei der Kliese. Nach Apstein maß dieses kleinste auf der Expedition erbeutete Fischei (im konservierten Zustande) 0,63 bis 0,72 mm (32, 35) und blieb hiernit „weit unter den bis dahin notierten Maßen zurück“, selbst hinter den von Apstein an reifen Eiern aus dem Ovarium gefundenen Maßen von 0,675 bis 0,940 mm. Hierdurch stutzig gemacht zweifelte Apstein selbst, ob dieses Ei der Kliese zuzurechnen sei, wurde aber durch andere Erwägungen trotzdem zu dieser Bestimmung bewogen, die ohne Zweifel richtig war. In seiner so gewonnenen und bei dem damaligen Stand unserer Kenntnisse auch wohl erklärlichen Überzeugung musste Apstein noch durch einen bemerkenswerten Umstand bestärkt werden. Das einzige Ei aus seiner Reihe, das er nach einem morphologischen Merkmal — der Zerklüftung des Dotters — bestimmen konnte, nämlich das des Sprotts, schrumpft nach unsern Beobachtungen so gut wie gar nicht.

Zu diesen Irrtümern in den Voraussetzungen, von denen Apstein bei seinen Bestimmungen ausging, gesellen sich unseres Erachtens noch methodische. Wie schon im Abschnitt I (S. 137) ausgeführt ist, konstruierte Apstein seine Variationspolygone aus einer kleinen Anzahl seiner quantitativen und qualitativen Fänge. Nachdem er auf diese Weise die ziemlich scharf geschiedenen Gruppen seines Schemas (32, 33) gewonnen hatte, brachte er alle weiter gemessenen Eier einzeln in den verschiedenen Fächern desselben unter. Diese Sortiermethode ist bei den Auszählungen quantitativer Planktonfänge ersichtlich dann die richtige, wenn die zu sortierenden Objekte jedes einzeln richtig bestimmt werden können. Sie muss dagegen versagen, wenn, wie hier, die Bestimmung des Einzelobjektes nur nach einer so äusserst variablen Eigenschaft gemacht wird, wie der Eidurchmesser ist. Nach den Ergebnissen unseres theoretischen Teiles besteht das allein richtige Verfahren darin, jeden einzelnen quantitativen Fang für sich auszumessen, die so gefundenen Messungsreihen jede für sich zu analysieren und die verschiedenen Fänge nach derselben Methode zu vergleichen. Hierbei wird vor allem die Häufigkeit, in der jede Eigrosse in jedem einzelnen

¹⁾ Hensen's Ansicht (32 a, 116) dass Eier, die „bald“ nach der Konservierung gemessen würden, nicht wesentlich schrumpften, finden wir bei unseren Untersuchungen nicht bestätigt; wie Seite 205 f des Abschnitts über die Konservierung ausgeführt ist, beträgt die Schrumpfung gerade unmittelbar nach der Konservierung, jedenfalls im Laufe der ersten Woche, bereits etwa 70 % der gesamten, nach Verlauf von etwa 9 Monaten überhaupt eintretenden Schrumpfung.

²⁾ Apstein selbst (32, 36) gibt als Mittel 1,575 mm an und verwechselt hierbei diesen Normal- oder Gipfelwert seines Variationspolygons (unsern dichtesten Wert) mit dem arithmetischen Mittel desselben, das sich zu 1,614 mm berechnet. Der Unterschied beider = 0,039 ist nahezu gleich einem Apstein'schen Strich (0,045 mm).

Fänge im Verhältnis zu allen andern auftritt, richtig erkannt und nach ihrem Werte gewürdigt. Hätte Apstein diese Methode der Variationsstatistik oder Kollektivmaßlehre bei der Bearbeitung seiner Fänge angewandt, so würde er sehr erhebliche Überschneidungen seiner Variationspolygone gefunden haben. Dies können wir auch ohne jede weitere Kenntnis des Materials mit vollkommener Sicherheit behaupten, um so mehr, als es sich dabei ausschliesslich um Eier handelt, die in Perényi'scher Flüssigkeit konserviert waren und daher nach unseren Untersuchungen auf S. 207 ff. erheblich stärker und unregelmässiger variieren als lebende Eier.

Es fragt sich jetzt im besonderen, ob sämtliche oder wenn nicht, welche Bestimmungen von Apstein falsch sind und auf welche Species die irrthümlichen Bestimmungen in Wirklichkeit zu beziehen sind. Hier muss sogleich vorweg bemerkt werden, dass diese Frage für uns nicht völlig lösbar ist, wir uns vielmehr bei der ausserordentlichen Schwierigkeit, die die analytische Behandlung von Messungsreihen konservierter Eier macht, in vielen Fällen mit Vermutungen begnügen müssen. Mit einiger Sicherheit können wir nur behaupten, dass die Bestimmungen der „Schellfischeier“ ganz oder zum weitaus grössten Teil falsch sind und dass unter den „Flundereiern“ sicher mehrere verschiedene Eiarten vereinigt und wahrscheinlich relativ sehr wenige echte Flundereier vorhanden sind, dass ferner die „Kabeljaueier“ Apstein's Kabeljau- plus Schellfischeier sind, und dass endlich unter den „Scholleneiern“ und den „Kliescheneiern“, namentlich unter den ersteren, erhebliche Beimengungen von anderen Species sich finden müssen. Endlich ist gewiss, dass in keinem Falle die von Hensen und Apstein für die einzelnen Species, auch die im allgemeinen richtig bestimmten, aufgeführten Eizahlen der Wirklichkeit befriedigend entsprechen können.

Bei der nachstehenden Behandlung der einzelnen Bestimmungen von Apstein ist Folgendes zu betonen. Seine Sortiermethode bringt es mit sich, dass seine (32, 33) nach einzelnen Fängen konstruierten Variationspolygone mit den übrigen danach bestimmten Eisorten prinzipiell nichts gemein haben als die Grenzwerte. Beide sind deshalb bei einer Kritik gesondert zu behandeln.

Die Kabeljau-Eier Apstein's.

Das Variationspolygon Apstein's (32, 33), dessen 187 Eier von ihm als Kabeljau-Eier angesehen werden, entstammt der Messung eines Oberflächenfanges der ersten Reise, welcher am 18. Februar auf dem nördlichen Teile der Grossen Fischerbank gemacht wurde, wie wir einer brieflichen Mitteilung Apstein's an uns entnehmen. Wir geben hier die Analyse dieses Polygons:

Strich (A)	25	—	26	—	27	—	28	—	29	—	30	—	31	
Eizahlen	3	+	22	+	75	+	64	+	19	+	4			empirisch
	3	+	27,5	+	69	+	59	+	23,5	+	4,5	+	0,5	nach D_p Differenz.-S. 22
	3,5	+	25,5	+	67,5	+	64,5	+	23	+	3			nach A_q Differenz.-S. 17

$A = 27,460$; $C = 27,413$; $D_i = 27,328$; $D_p = 27,237$; Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = $u = 6,98$; W. Asy. (A) = $V = 5,56$; $\varepsilon = 0,6763$; $\varepsilon' = 0,8993$; $m = 187$; $m_1 = 80,266$; $m' = 106,734$; $p = 0,7912$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 170,449$; $f = 0,646$; $F = 0,047$. Wahrscheinliche Grenzen von A 27,413 und 27,507; sichere Grenzen von A 27,225 und 27,695.

A in mm = 1,236. Sichere Grenzen von A in mm 1,225 und 1,246.

Die Reihe zeigt eine geringe Asymmetrie und eine recht gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Empirie, besonders bei Annahme symmetrischer Variabilität, und keinerlei Anzeichen einer komplexen Natur.¹⁾ Sie kann deshalb sehr wohl ein ganz oder nahezu homogenes Material anzeigen. Unsere Kabeljau-Eier aus dem Februarplankton messen frisch 1,440 mm, konserviert nach ca. 3 Monaten 1,290 mm. Frische

¹⁾ Hierbei, wie bei allen nachstehend behandelten Messungsreihen von Apstein ist jedoch zu bemerken, dass eine komplexe Natur derselben viel weniger leicht zu erkennen ist, als bei unsern Messungsreihen, weil das Intervall, der Apstein'sche Strich, viel grösser ist als unser Intervall (Strich [E]). Vergl. hierzu den theoretischen Teil S. 194 ff.

Schellfischeier aus dem März haben nach Williamson's und unsern Untersuchungen Mittel von 1,46 bis 1,51; letzteres betrug nach $2\frac{1}{4}$ monatlicher Schrumpfung nur noch 1,16 mm. Hiernach ist klar, dass die frischen Maße für Kabeljau sowohl wie für Schellfisch erheblich grösser sind als der Apstein'sche Mittelwert von 1,236 mm. Andererseits liegt das Apstein'sche Mittel ziemlich in der Mitte zwischen den von uns angegebenen Mitteln für konservierte Kabeljau- und Schellfisch-Eier: 1,29 und 1,16. Berücksichtigt man die Möglichkeit grösster Unregelmässigkeit bei der Schrumpfung, wie dies im theoretischen Teil S. 205 ff. dargelegt ist, so kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass in dem Apstein'schen Variationspolygon neben einer Mehrzahl wirklicher Kabeljau-Eier doch auch einzelne wirkliche Schellfisch-Eier sich befinden.

Die nach diesem Variationspolygon mittelst der Sortiermethode bestimmten Apstein'schen Kabeljau-Eier liegen zwischen den Extremen 25 und 30 Strich (A) = 1,125 und 1,350 mm. Nach unseren Untersuchungen variieren die frischen Kabeljau-Eier von 1,163 bis 1,603, die frischen Schellfisch-Eier von 1,258 bis 1,666 mm. Würde demnach durch die Konservierung gar keine Schrumpfung hervorgerufen, so würden die Apstein'schen Kabeljau-Eier der Mehrzahl nach wirkliche Kabeljau-Eier sein, zum kleineren Teil dem Schellfisch und anderen verwandten Gadiden-Arten angehören können. Da jedoch eine Schrumpfung unbedingt angenommen werden muss, so können hier zum Vergleiche nur die Maße geschrumpfter Eier herangezogen werden. Für die Kabeljau-Eier müssen wir nach unseren Untersuchungen einen mittleren Schrumpfungskoeffizienten von 0,10 annehmen, wobei wir nach den Erörterungen auf S. 207 ff für die kleinsten Eier 0,12, für die grössten 0,08 in Rechnung bringen. Hiernach würde sich die oben angegebene Variationsbreite der Kabeljau-Eier für geschrumpfte Eier solcher Art auf 1,023 bis 1,475 ändern. Nehmen wir für Schellfisch-Eier in ähnlicher Weise 0,20 als mittleren Schrumpfungskoeffizienten und 0,15 und 0,25 für die Extreme an, so erhalten wir für geschrumpfte Schellfisch-Eier eine Variationsbreite von 0,974 bis 1,416. Die Variationsgebiete konservierter Kabeljau- und Schellfisch-Eier fallen also in noch höherem Grade zusammen als die der frischen Eier. Die Apstein'schen Kabeljau-Eier von 1,125 bis 1,350 mm liegen vollkommen innerhalb dieses Variationsgebietes beider Arten. Andererseits liegen die Werte der Apstein'schen Schellfisch-Eier von 1,440 bis 1,755 fast ganz jenseits dieses Variationsgebietes und selbst bei Annahme grösster Unregelmässigkeiten und Messungsfehler jedenfalls zum weitaus grössten Teile ausserhalb desselben. Wir nehmen hiernach an, dass die von Apstein dem Kabeljau zugerechneten Eier den grössten Teil aller wirklichen Kabeljau- und Schellfisch-Eier zusammen umfassen und dass nur wenige der letzteren in die nächst höhere Grössenstufe gelangt und damit richtig bestimmt sein können.

2. Die Schellfisch-Eier Apstein's.

Das betreffende Variationspolygon Apstein's besteht aus 57 Eiern von 1,440 bis 1,755, im Mittel 1,614 mm, die aus demselben Oberflächenfange stammen wie seine Kabeljau-Eier. Es bietet keinerlei Anzeichen einer komplexen Natur, ist aber auffallender Weise von der nächst höheren, der Apstein'schen Schollengruppe nicht scharf getrennt, sondern bildet mit ihr zusammen ein deutlich zweigipfeliges, komplexes Polygon.

Die zwischen den Grenzen 1,440 und 1,755 mm eingeordneten und dem Schellfisch zugeschriebenen anderen Eier müssen nach den vorigen Erörterungen zum weitaus grössten Teil einer andern Art angehören, und diese kann nur die Scholle sein. Die Maße frischer Schollen-Eier liegen nach unseren Bestimmungen zwischen 1,666 und 2,106 mm. Nach unseren und Apstein's eigenen, uns gelegentlich mitgeteilten Beobachtungen müssen wir den Schrumpfungskoeffizienten für Schollen-Eier im Mittel zu 0,10, für die grösseren Eier zu 0,08, für die kleineren zu 0,12 annehmen. Danach messen geschrumpfte Schollen-Eier nach 2 bis 3-monatlicher Konservierung 1,466 bis 1,937 mm oder 32,5 bis 43 Strich (A) (vergl. S. 208 des Abschnittes über Konservierung). Man sieht, dass in diesen Variationsumfang die Apstein'schen Schellfisch-Eier vollkommen hineinfallen, dass aber gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit vorliegt, dass der grössere Teil, und die Möglichkeit, dass alle Eier der obersten Apstein'schen Gruppe noch mit hineingehören und damit also richtig bestimmt sind.

3. Die Schollen-Eier Apstein's.

Das aus nur 16 Eiern bestehende oberste Variationspolygon Apstein's — seine Schollen-Eier — enthält so wenig Individuen, dass es einer näheren Analyse nicht zugänglich ist. Wegen seiner ungenügenden Trennung von dem vorigen und wegen der eben erwähnten Möglichkeit, dass die in seine Grenzen fallenden Eier zum grössten Teile oder alle zu jener vorigen Gruppe gehören, ist dasselbe von uns gemeinsam mit dieser behandelt worden. Wir geben hier die Analyse dieses aus 73 Eiern bestehenden komplexen Polygons:

Strich (A)	32 — 33 — 34 — 35 — 36 — 37 — 38 — 39 — 40 — 41 — 42 — 43 — 44 — 45 — 46	
Eizahlen	1 + 1 + 7 + 16 + 14 + 10 + 5 + 3 + 2 + 6 + 5 + 3	empirisch
	2,5 + 8 + 12 + 11,5 + 10,5 + 8,5 + 7 + 5 + 3,5 + 2 + 1 + 0,5 + 0,5 + 0,5	nach D_p Diff.-S. 30

$A = 37,110$; $C = 36,321$; $D_p = 34,875$; Asy. R. (D) positiv; Asy. G. (A) = $u = 17,20$; W. Asy. (A) = $V = 3,47$; $\epsilon_r = 0,7976$; $\epsilon' = 3,0193$; $m = 73$; $m_r = 15,002$; $m' = 57,998$; $p = 0,6470$; $\frac{\pi}{4} = 0,7854$.

Die Reihe ist ersichtlich wegen ihrer beiden Gipfel bei 36 und 41 Strich (A), ihres grossen Variationsumfanges und ihrer überaus schlechten Übereinstimmung mit der einfachen theoretischen Reihe als eine ausgesprochen komplexe anzusehen. Wir werden daher zu der Annahme genötigt, dass der zweite Gipfel dieser Reihe bei 41 Strich (A) die Beimischung einer andern Art von Fischeiern anzeigt, deren Mittel im konservierten Zustande bei 41 bis 43 Strich (A) liegen wird. Als Ei von solcher Grösse kann den Umständen nach nur das Ei von *Drepanopsetta* in Betracht kommen. Die Grössen des lebenden *Drepanopsetta*-Eies variieren nach unseren Zusammenstellungen in der enormen Breite von 1,478 bis 2,641 mm; sie gehen damit sowohl in ihrem unteren, wie in ihrem oberen Extrem über die Variationsbreite der frischen Schollen-Eier hinaus, werden aber in der Mehrzahl der Fälle ein höheres Mittel als diese aufweisen (vgl. Nachtrag). Über den Schrumpfungskoeffizienten dieser Eier ist nichts bekannt; bei dem grossen perivitellinen Raum derselben muss man aber annehmen, dass er sehr bedeutend und bedeutender als bei allen anderen Eiern ist. Apstein hat Eier und Larven von *Drepanopsetta* auf der dritten Fahrt im April gefunden, giebt aber keine Maße seiner konservierten Eier an. Die Hauptlaichzeit von *Drepanopsetta* liegt in der Nordsee von Mitte Januar bis Mai; die Hochzeit fällt nach Fulton in den März. Hiernach sollte man erwarten, dass auch auf der ersten und zweiten Reise einige *Drepanopsetta*-Eier von Apstein gefangen wären. Fassen wir alle diese Thatsachen zusammen, so können wir uns der Vermutung nicht erwehren, dass in dem Material, das von Apstein zur Konstruktion seines Schollenpolygons benutzt worden ist und aus der ersten oder zweiten Fahrt stammt, sich einige wenige *Drepanopsetta*-Eier befunden haben, die er als Schollen-Eier bestimmte. Die Möglichkeit eines solchen Irrtums ist, wie früher bemerkt, unschwer dann gegeben, wenn bei jugendlichen Eiern durch Platzen des Dotters während der Konservierung der perivitelline Raum ausgefüllt wird. Ob und wie weit auch unter den von Apstein zwischen 1,800 und 1,935 mm eingereichten und der Scholle zugeschriebenen 38 andern Eiern sich solche von *Drepanopsetta* befunden haben, vermögen wir ohne nähere Untersuchung nicht festzustellen, halten aber diese Möglichkeit nicht für ausgeschlossen.

Unsere Vermutung, dass die Schellfisch-Eier Apstein's in Wirklichkeit Schollen-Eier sind, erklärt ein auffallendes Ergebnis der Untersuchungen von Hensen und Apstein. Es musste diesen Autoren als eine kaum begreifliche Thatsache erscheinen, dass von einem so häufigen Fisch, wie die Scholle in der Nordsee ist, und während der Hauptlaichzeit derselben eine so überaus geringe Zahl von Eiern gefangen wurde, namentlich im Verhältnis zur Flunder. Während auf diese 17,9 Eier im Durchschnitt der Fänge (32, 54) gerechnet werden, ergeben sich für die Scholle nur 2,13. Wir müssen gestehen, dass dieses auffällige Verhältnis ein Grund mit war, der unsere Zweifel an der Richtigkeit der Ergebnisse der Expedition bestärkte. Da wir die Methode der quantitativen Eifischerei für richtig halten, mussten wir an der Richtigkeit der Eibestimmung zweifeln. Die Erkenntnis der Apstein'schen Schellfisch-Eier als der richtigen Schollen-Eier hebt ersichtlich einen grossen Teil dieses Widerspruchs der Zahlen auf und bringt die Schollen-Eier der Menge nach unmittelbar hinter Schellfisch und Kabeljau.

4. Die Sprott-Eier Apstein's.

Diese Sprott-Eier, welche 0,765 bis 0,990 mm Durchmesser hatten, halten wir im allgemeinen für richtig bestimmt, weil das morphologische Merkmal der Dotterzerklüftung für die Bestimmung benutzt wurde, und weil die Schrumpfung der Sprott-Eier nach unseren Untersuchungen in den Mitteln sehr gering und in den Extremen fast gleich Null ist. Eine andere Frage ist, ob alle Sprott-Eier im konserviertem Zustande mit Sicherheit an dem zerklüfteten Dotter zu erkennen sind. Wir haben Grund dies zu bezweifeln; wir haben wiederholt bei Sprott-Eiern, die im frischen Zustande nach dem zerklüfteten Dotter sicher bestimmt waren, im konservierten Zustande keine Spur dieses Merkmals mehr auffinden können. Auch fanden wir die von Apstein nach dem Vorgang von Williamson betonte Schrumpfung des Dotters (32, 37) bei der Konservierung nicht spezifisch charakteristisch. Wir halten es hiernach für möglich, dass, wenn nur die Grösse und ein so unsicheres Merkmal wie die Schrumpfung des Dotters für die Bestimmung der Eier benutzt werden können, eine Verwechslung von Sprott-Eiern mit denen gewisser Gadiden, wie *Gadus merlangus* u. a., ferner auch mit Flunder-Eiern vorkommen kann.

5. Die Flunder-Eier Apstein's.

Das Variationspolygon Apstein's, nach dem er seine Flunder-Eier sortiert hat, besteht aus 144 konservierten Eiern in Grössen von 0,810 bis 1,035 mm mit dem Mittel bei 0,943 und der grössten Ordinate bei 21 Strich (A) = 0,945 mm. Nach einer Mitteilung von Apstein stammen diese 144 Eier, ebenso wie die 89 Sprott-Eier, aus mehreren (mindestens 3) nicht mehr genau zu bezeichnenden Fängen der dritten Reise. Wir geben nachstehend die Analyse dieses Variationspolygons:

Strich (A)	18	—	19	—	20	—	21	—	22	—	23	—	24	
Eizahlen	1	+	9	+	31	+	61	+	39	+	3	empirisch		
	1,5	+	9,5	+	34	+	56	+	36	+	6,5	+	0,5	nach D_p Differenz-S. 16
	1	+	8	+	36,5	+	58,5	+	33	+	6,5	+	0,5	nach A_q Differenz-S. 19

A 20,951; C 21,008; D_i 21,077; D_p 21,189; Asy. R. (D) negativ; Asy. G. (A) = u = 6,93; W. Asy. (A) = V = 4,88; ε_r = 0,894; ε' = 0,656; m = 144; m_r = 83,057; m' = 60,943; p = 0,7614; $\frac{\pi}{4}$ 0,7854.

Bei Annahme symmetrischer Variabilität $\Sigma d^2 = 126,66$; $f = 0,635$; $F = 0,053$; wahrscheinliche Grenzen von A 20,898 und 21,004; sichere Grenzen von A 20,686 und 21,216.

Die Reihe zeigt eine geringe Asymmetrie und eine ganz gute Übereinstimmung der empirischen mit der theoretischen Reihe, namentlich nach D_p . Deutliche Zeichen einer komplexen Natur derselben sind nicht vorhanden. Sie kann daher aus ganz homogenem Material bestehen oder, wenn sie komplex ist, so müssen entweder die Mittelwerte der Komponenten sehr nahe zusammenliegen, oder eine derselben muss an Zahl die anderen bedeutend überragen.

Die Annahme Apstein's, dass diese 144 Eier nur Flunder-Eier seien, halten wir für irrtümlich. Unsere methodischen Messungen an ganz sicher bestimmten lebenden Sprott- und Flunder-Eiern ergeben ausnahmslos, dass die Sprott-Eier im Mittel stets grösser als gleichzeitig gefischte Flunder-Eier sind, und zwar um 0,040 bis 0,080 mm, d. h. 1 bis 2 Strich (A). Durch die Konservierung muss diese Differenz in demselben Sinne grösser werden, da die Sprott-Eier so gut wie gar nicht, die Flunder-Eier dagegen nach unseren Untersuchungen ziemlich erheblich, im Mittel etwa 12%, schrumpfen. Bei konserviertem Material aus einigermassen gleichzeitigen Fängen muss man demnach die Flunder-Eier in der Grössenskala nicht oberhalb, sondern unterhalb der Sprott-Eier erwarten. Wir können daher diese 144 Eier keinesfalls ausschliesslich für Flunder-Eier halten, vermuten vielmehr, dass dieselben zum weitaus grössten Teile gewissen Gadiden, der Hauptsache nach *Gadus merlangus*, vielleicht mit Beimischungen von *Gadus vivens* angehören. Aller Wahrscheinlichkeit nach entstammen nämlich jene 144 Eier dem Gebiet der südöstlichen Nordsee. Wir finden nun in entsprechender Jahreszeit unweit Helgoland planktonische Wittlings-Eier im Mittel zu einem Durchmesser von 1,114 mm im frischen Zustand. Bei 12% Schrumpfung ergibt dies für

konservierte Eier 0,980, bei 15% Schrumpfung 0,947 mm im Mittel, d. h. Maße, die mit dem Apstein'schen Mittel von 0,943 nahezu oder so gut wie ganz übereinstimmen. Dagegen finden wir für sicher bestimmte Flunder-Eier aus dem April-Plankton von Helgoland im frischen Zustande einen mittleren Durchmesser von 0,966 mm, was bei 12% Schrumpfung im konservierten Zustande 0,850 mm giebt. Da dieses Mittel um 0,093 mm, d. h. um 2 volle Strich (A) von dem Mittel der Apstein'schen Eier abliegt, so müsste, wenn eine ins Gewicht fallende Menge oder gar eine Majorität von wirklichen Flunder-Eiern unter ihnen vorhanden wäre, dies einen unverkennbaren Ausdruck in der Gestalt des Variationspolygons finden.

Über die spezifische Natur der anderen 448 Eier sämtlicher Fänge, die Apstein zwischen die Grenzwerte seines Flunderpolygons, nämlich zwischen 0,810 bis 1,035 mm einreicht und als Flunder-Eier ansieht, haben wir die Vermutung, dass hier die Eier mehrerer Species vermischt sind, nämlich von der Flunder, dem Sprott und den Gadiden *G. merlangus*, *G. virens*, *G. pollachius*, *G. luscus* und wahrscheinlich auch *Lota molva*. Der Durchmesser lebender Eier bei allen hier genannten Arten zusammen genommen — mit Ausnahme des Sprotts — liegt nach unseren methodischen Messungen (S. 182) zwischen den Extremen 0,849 und 1,320 mm. Bei Annahme eines Schrumpfungskoeffizienten von 0,14 für die kleinsten und von 0,10 für die grössten, im Mittel von 0,12, ergeben sich für die konservierten Eier dieser Arten die Grenzwerte 0,73 und 1,19 mm oder rund 16 und 26 Strich (A). Diese Werte begrenzen ein Gebiet, dessen Mitte gerade bei 21 Strich (A), d. h. der grössten Ordinate des aus Apstein's Flunder- und Sprott-Eiern gebildeten Polygons liegt. Wenn überhaupt unter den von Apstein gefangenen Eiern solche der genannten Gadiden-Arten vorhanden waren, so musste er dieselben mit seiner Methode in dieser Gruppe unterbringen und als *flesus*-Eier bestimmen, ausgenommen eine kleinere Zahl von extrem grossen Eiern, die in der Kabeljaugruppe und extrem kleinen Eiern, die in der Klieschengruppe untergebracht wurden. Dass solche Eier aber vorhanden sein und auch gefangen werden mussten, erscheint nach unseren Erörterungen im systematischen Teile (S. 248 und 254) zweifellos. Wie viele Eier freilich von den sämtlichen 592 Apstein'schen Flunder-Eiern z. B. auf die drei wichtigeren hier in Betracht kommenden Arten, *G. virens*, *G. merlangus* und *Pleuronectes flesus* entfallen, lässt sich unmöglich angeben. Wir glauben jedoch annehmen zu müssen, dass auf der ersten und zweiten Reise die Eier von *Gadus virens* in zahlreichen Fängen, besonders in den umfangreichsten auf den Long Forties, Fladengrund und weiter nördlich bis 58 1/2° nördlicher Breite (Fänge Nr. 29—31, 39—42, 75—89) die Majorität gebildet haben, und glauben sogar, dass bei erneuter Untersuchung an diesen Plätzen und sicherer Bestimmung des frischen Materials überhaupt dort keine Flunder-Eier aufzufinden sein werden. In den grossen Fängen angeblicher Flunder-Eier im südlichen Teile der Nordsee auf der dritten Reise müssen wir auf Grund unserer helgoländer Erfahrungen eine grosse Zahl von Wittlings-Eiern annehmen. Die von Hensen auf Grund der Apstein'schen Eibestimmungen aufgestellte Theorie, dass die Flunder vorzugsweise auf hoher See laiche, kann demnach nicht als hinreichend begründet angesehen werden; im Gegenteil nötigen unsere Untersuchungen, sowie die durch die Fischereistatistik gegebenen Thatsachen über das Vorkommen der Flunder in der Nordsee uns entschieden dazu die ältere Ansicht festzuhalten, nach welcher die Flunder zwar in der See laicht, aber immer in mäßiger Entfernung von der Küste und kaum jenseits der 40-Meter-Linie. Die definitive Entscheidung dieser Frage kann nur durch neue Untersuchungen unter Berücksichtigung unserer Methode und unserer Erfahrungen gewonnen werden.

6. Die Klieschen-Eier Apstein's.

Wie bereits hervorgehoben ist, glauben wir, dass die Klieschen-Eier Apstein's im allgemeinen richtig bestimmt sind. Ziemlich sicher kann man aber auch annehmen, dass eine Anzahl Eier von *Motella*, besonders wohl von *Motella mustela*, in der *limanda*-Gruppe enthalten ist. Apstein sagt (32, 35) in dem Abschnitt über das Klieschen-Ei Folgendes: „Bei einzelnen Eiern dieser Art fand Apstein mehrere kleine Ölkugeln, durch die Konservierung und Aufbewahrung in Alkohol waren sie aber meistens verloren gegangen.“ Seite 38

in dem Abschnitt über *Motella mustela* heisst es dann: „Das Ei ist ebenso gross wie das von *Pleuronectes limanda*, konnte aber von diesem nur unterschieden werden, wenn ein fertig gebildeter Embryo sich darin fand.“ Nach den Erfahrungen aller Beobachter haben Klieschen-Eier niemals Ölkugeln und ebenso wenig giebt es irgend eine Fischart, deren Eier bald eine Ölkugel haben, bald keine. Hieraus folgt, dass Apstein die stets mit Ölkugeln versehenen Eier nur dann richtig erkannt hat, wenn sie einen weitentwickelten Embryo hatten, die übrigen aber in seine Klieschengruppe eingereiht haben muss. Wie viele von den sämtlichen 3234 auf den drei Fahrten gefangenen „Klieschen-Eiern“ zu *Motella* gehören, lässt sich natürlich nicht angeben. Doch ist nach unseren Erfahrungen sicher, dass die Klieschen-Eier der Zahl nach bedeutend überwiegen müssen; vielleicht entfallen da, wo beide zusammen vorkommen, auf die *Motella*-Eier nur 5 bis 10 % der Gesamtmenge; dies wird vorzugsweise in Küstennähe der Fall sein, da die hauptsächlich in Betracht kommende Art, *Motella mustela*, wahrscheinlich an den Küsten ihre grösste Verbreitung hat.

Der Plan von Hensen, auf der Expedition des Seefischerei-Vereins 1895 seine Methode der quantitativen Planktonfischerei zur Bestimmung der Mengen der schwimmenden Fisch-Eier in der Nordsee anzuwenden, ist ohne Zweifel sehr wichtig und ein entschiedener Fortschritt in unserem Streben nach einer wissenschaftlich begründeten Kenntnis der Bevölkerung unserer Meere. Insbesondere erscheint uns sein Versuch, aus der beobachteten Menge der Fischeier und Larven Schlüsse auf die Grösse des Fischbestandes zu ziehen, als ein bleibender methodischer Gewinn dieses kühnen und mühevollen Unternehmens. Ein weiteres Ziel, das Hensen sich gesteckt hatte, nämlich die genaue oder doch genügend scharfe Sonderung der gefischten, schwimmenden Eier nach Species und damit die Feststellung der Individuen-Mengen jeder einzelnen Nutzfisch-Art, ist leider nicht erreicht, wie unsere im Vorigen dargelegten Untersuchungen unzweifelhaft ergeben. Dieser Misserfolg hatte seinen Hauptgrund in dem unvollkommenen Zustande, in dem sich unsere Kenntnis der schwimmenden Fischeier noch 1895 befand. Auch heute reicht dieselbe — obwohl erheblich vermehrt und vertieft — noch nicht aus, das zu leisten, was Hensen wollte, nämlich eine sichere Bestimmung der Eizahlen der einzelnen Arten. Wir glauben deshalb auch nicht, dass es möglich sein wird die irrtümlichen Bestimmungen von Apstein durch erneute Untersuchung seiner konservierten Eifänge so zu korrigieren, dass für jede Species einigermaßen richtige Zahlen gewonnen werden können. Höchstens für die Scholle und für Kabeljau plus Schellfisch liesse sich die Zahl der Eier nachträglich schätzen. Mit den Eibestimmungen selbst stehen und fallen natürlich auch alle Schlüsse, die Hensen daraus auf die Grösse und Zusammensetzung des Fischbestandes der Nordsee (32, 78) gezogen hat.¹⁾ Die dort für den Bestand der einzelnen Nutzfisch-Arten angegebenen Zahlen können nicht richtiger sein, als die für die einzelnen Arten berechneten Eizahlen.

II. Die Eibestimmungen von Williamson.

In einer neueren Arbeit über die pelagischen Fischeier und Larven des Loch Fyne (63) macht Williamson den Versuch die Eier der verschiedenen dort vorkommenden Fischarten der Zahl nach genau zu bestimmen. In seinen Tabellen (63, 82—84) findet man die Zahl der Eier der verschiedenen Arten für

¹⁾ Auch die von Hensen (32, 67) hierauf sowie auf die Zusammensetzung seiner Kurrenfänge und einige fischerei-statistische Angaben gegründete Ansicht von der Auswanderung der jungen Kabeljaue aus der Nordsee können wir nicht teilen. Bei Helgoland kommen junge Kabeljaue jeden Alters in grosser Menge vor; dass aber auch in anderen Teilen der Nordsee und zwar nicht nur an pflanzenbewachsenen Küsten, sondern auch in der offenen See, z. B. auf der Grossen Fischerbank, kleine Kabeljaue von 5 bis 10 cm und darüber in grösseren Mengen vorhanden sind, geht unter anderem aus einer Beobachtung von Holt hervor (Journ. Marine Biol. Assoc. Bd. III, p. 86), der sie dort massenhaft auf den dem Nordseefischer als „weed“ wohlbekannten Wiesen von *Flustra foliacea* fing. Ausserdem ergeben aber die britische wie die deutsche Fischerei-statistik übereinstimmend, dass sog. „kleine Kabeljaue“ — immature cod oder codling —, zu denen Fische von 20 bis 75 cm gerechnet werden, in ungeheurer Menge in der Nordsee jährlich gefangen werden. In den Geestemünder Fängen, die in dieser Beziehung mit den britischen in ihrer Zusammensetzung übereinstimmen, verhalten sich die „grossen“ zu den „kleinen“ Kabeljaunen dem Gewichte nach durchschnittlich wie 2,3 zu 1. Dies ergibt nach unseren in Geestemünde ausgeführten Gewichtsbestimmungen der Zahl nach das Verhältnis von 1 zu 3,45. Beim Schellfisch finden wir das entsprechende Verhältnis — Zahl der „grossen“ und „mittel“ Fische zu den „kleinen“ — wie 1 zu 2. Diese Thatfachen weisen wohl darauf hin, dass die Annahme einer Auswanderung der jungen Kabeljaue aus der Nordsee nicht nötig ist. Wir gedenken auf diese Frage der Wanderung des Kabeljaues und anderer Nutzfische an anderer Stelle ausführlicher zurückzukommen.

jeden Monat, jede Fangstation und jedes der verwendeten Netze ebenso genau angegeben, wie dies in den Apstein'schen Listen geschehen ist, so dass dieselben den Eindruck erwecken müssen, als ob sie auf ganz sicheren Bestimmungen beruhten. Diesen Wert haben jedoch nach Williamson's eigener Angabe diese Bestimmungen nicht, vielmehr ist nur ein Teil der in den Tabellen aufgeführten Eier individuell, d. h. Ei für Ei nach morphologischen Merkmalen bestimmt worden. Es ist dem Autor vollkommen bekannt, dass viele Eier in jugendlichen Stadien nicht sicher bestimmbar sind, weder durch morphologische Merkmale, weil diese noch nicht genügend entwickelt sind, noch durch Messung der Grössen des Eidurchmessers, weil diese bei den verschiedenen Species erheblich übereinander greifen. Das Letztere ist nach Williamson z. B. im stärksten Grade bei den Eiern von Kabeljau und Schellfisch der Fall, weniger bei anderen Gadiden wie Wittling, Köhler, Zwergdorsch etc. Die individuelle Bestimmung aller solcher Eier scheint ihm daher unmöglich, wohl aber glaubt er mit Hilfe der Grösse des Eidurchmessers eine zahlenmässige Scheidung der einzelnen Species derart zu erreichen, dass die Majorität der Eier jeder Species richtig bestimmt ist. Er ist zur Erreichung dieses Zieles folgendermassen verfahren. Aus den Maßen von 2277 im März 1898 im Loch Fyne gefischten Eiern, die Williamson nach Grösse und morphologischen Merkmalen (?) als eine Mischung von Kabeljau und Schellfisch ansieht, und deren Extreme nach der Konservierung mit 1% Formalin zwischen 1,30 und 1,50 mm lagen, konstruierte er eine Kurve und bestimmte in dieser einen Scheidewert in der Grösse von 1,39 mm derart, dass er alle unterhalb dieses Wertes gelegenen Eier der Kurve, nämlich 1680 Stück, dem Kabeljau, alle darüber liegenden, 597 Stück, dem Schellfisch zurechnete. Williamson thut also hiermit dasselbe, was wir oben S. 200 ff. bei der Behandlung komplexer Reihen gemacht haben, d. h. er versucht eine solche Reihe der Zahl nach in ihre Bestandteile zu zerlegen. Damit ist ein entschiedener Fortschritt gegenüber dem Apstein'schen Verfahren eingeleitet; leider aber giebt Williamson in keiner Weise weitere Auskunft, nach welcher Methode er seinen Scheidewert bestimmt hat, so dass wir nur Vermutungen darüber äussern können. Da es sich um Kabeljau und Schellfisch handelt, deren Ei-Mittel relativ weit auseinander liegen, so ist es höchst wahrscheinlich, dass eine Mischung beider, in welcher die eine Species die andere nicht unverhältnismässig an Zahl überwiegt, eine komplexe Variationsreihe mit zwei deutlich hervortretenden Gipfeln ergibt. Dies wird sicher zutreffen, wenn die bei der Konstruktion der Kurve benutzten Intervalle klein und zahlreich sind; und das wird der Fall sein, wenn Williamson — was wir freilich nicht wissen können — nach seiner früheren, bereits oben besprochenen Methode gemessen hat, also von 9 zu 9 μ fortgeschritten ist. Wir vermuten nun, dass Williamson seinen Scheidewert in die Mitte zwischen den zwei Gipfeln seiner Kurve gelegt hat. Damit würde er dann allerdings die beiden Komponenten seiner Kurve der Majorität nach einigermaßen richtig getrennt haben können, falls die wirklichen Zahlen derselben nicht allzu verschieden von einander und falls die unvermeidlichen Messungsfehler durch die Wahl eines richtigen Intervalls möglichst eliminiert waren. Das Letztere ist aber gerade bei dem Williamson'schen Verfahren in keiner Weise der Fall (vergl. S. 168).

Wie wir im theoretischen Teil S. 201 f. gezeigt haben, lässt sich durch Interpolation in dem in der Mitte zwischen beiden Gipfeln gelegenen Intervall der Scheidewert noch genauer bestimmen. Wir wissen jedoch nicht, ob Williamson dies oder vielleicht ein noch exakteres, auf die Untersuchungen von Pearson begründetes Verfahren angewandt hat. Nachdem Williamson auf diese Weise seinen Scheidewert von 1,39 durch Untersuchung der 2277 März-Eier gefunden hatte, scheint er für die Bestimmung der in allen anderen Fängen enthaltenen Kabeljau- und Schellfisch-Eier die Sortiermethode Apstein's unter Zugrundelegung dieses Scheidewertes angewandt zu haben, und damit unterliegt er allen Irrtümern, die diese Methode mit sich bringen muss. Denn jener aus dem Einzelfalle des März bestimmte Scheidewert kann niemals für alle anderen Fänge gebraucht werden. Einmal ist nämlich der Scheidewert auch bei unveränderlichen Mittelwerten beider Komponenten abhängig von ihrem Mischungsverhältnis und den beiden Variations-Koeffizienten, und zweitens sind jene Mittelwerte, wie wir nachgewiesen haben, selbst veränderliche Grössen, und z. B. von der Phase der Laichzeiten abhängig. Williamson's Methode, die von den März-Eiern ausgehend bei diesen zu einem befriedigenden Resultat geführt haben mag, wird z. B. bei den Eiern des Mais und Junis sicher ganz unzuverlässige Resultate ergeben haben. Wie bereits hervorgehoben wurde, können solche Irrtümer nur dadurch vermieden werden, dass jeder einzelne Fang für sich und ohne Beziehung auf andere analysiert wird. Während Williamson seine Methode für die Scheidung von Kabeljau- und Schellfisch-Eiern anscheinend

für ausreichend hält, beansprucht er für die den anderen Gadidenarten zugewiesenen Eizahlen nur eine annähernde Genauigkeit.

Bei der ausserordentlichen Kürze, mit der Williamson diese so wichtige Frage der Trennung komplexer Variationsreihen behandelt, vermögen wir keinen genauen Einblick in sein Verfahren zu gewinnen. Wir haben jedoch den Eindruck, dass er einmal die Grösse der Überschneidung zwischen den Eiern verschiedener Fischarten, namentlich gewisser Gadiden, unterschätzt und zweitens noch zu sehr in der irrthümlichen Auffassung von der Existenz typischer Mittelwerte des specifischen Eidurchmessers befangen ist. Hier aber liegt gerade die Quelle grösster Irrtümer. Wir können daher den Zahlen der Williamson'schen Tabellen vorläufig keinen grossen Wert beimessen, selbstverständlich mit Ausnahme derjenigen Species, bei denen morphologische Merkmale zur Bestimmung gedient haben. So genaue Zahlenangaben für die einzelnen Species haben ja übrigens nur dann Wert, wenn sie exakt ausgeführte und untereinander vergleichbare, quantitative Fänge betreffen. Wir halten die Fangmethode von Williamson, eine Art Mittelding zwischen qualitativer und quantitativer Methode, für nicht genügend exakt, um mit dem Hensen'schen Verfahren konkurrieren zu können.

In der von Hensen vorgezeichneten Richtung der quantitativen Eibestimmungen werden Erfolge nur erzielt werden können, wenn neue Untersuchungen angestellt und die Bestimmung der Eier nach einer verbesserten Methode mit Berücksichtigung unserer Untersuchungsergebnisse ausgeführt werden.

Eine weitere Verbesserung der Methode der Eibestimmung als die von uns gegebene halten wir freilich für recht schwierig, aber doch nicht aussichtslos. Das ideale Ziel würde sein, an allen Eiern, auch den jugendlichen, hinreichend zahlreiche morphologische Merkmale mit solcher Sicherheit aufzufinden, dass durch ihre Kombination ohne überwiegende Berücksichtigung des Eidurchmessers jedes einzelne Ei richtig bestimmt werden kann. Solche morphologischen Eigenschaften können z. B. in der Struktur der Eihaut und Eigentümlichkeiten der Embryonalanlage liegen und möglicherweise durch Behandlung mit Farbstoffen oder durch physikalische Reaktionen deutlich gemacht werden. In letzterer Beziehung denken wir an die Möglichkeit, dass das Lichtbrechungsvermögen der Eihaut, des Dotters und der Ölkugel specifisch verschieden sein können. Man wird freilich kaum erwarten dürfen, dass solche specifischen Verschiedenheiten im Gegensatz zum Eidurchmesser durchgreifende und konstante sind, so dass sich mit solchen Eigenschaften und ihrer scharfen Messung ähnliche Schwierigkeiten wie dort ergeben werden. Je mehr solcher variabler und einigermassen scharf bestimmbarer Eigenschaften jedoch aufgefunden werden können, desto grösser werden die Aussichten durch ihre Kombination das angestrebte Ziel zu erreichen. Wir haben bereits einige Versuche in der angedeuteten Richtung gemacht und denken diesen Gegenstand weiter zu verfolgen.

Wir geben im folgenden eine Anleitung, wie wir auf Grund unserer bisherigen Untersuchungen an eine methodische Bestimmung der schwimmenden Fischeier heranzugehen gedenken.

V.

Methodisches Verfahren bei der Bestimmung planktonischer Eier.

Eine sofortige sichere Bestimmung jedes einzelnen Fischeies aus einem Planktonfang ist zur Zeit unmöglich, weil jugendliche Eier nicht immer mit Sicherheit erkannt werden können. Um daher alle Eier eines Fanges richtig nach Arten sondern zu können, müsste man die nicht bestimmbareren jüngeren Stadien sich weiter entwickeln lassen bis zur Ausbildung solcher morphologischer Eigentümlichkeiten, die für die Bestimmung benutzbar sind. Da dies bei quantitativen Fängen, die zusammengehalten werden sollen, in der Praxis undurchführbar ist, so ergibt sich die Notwendigkeit neben jedem quantitativen Fang zugleich stets einen oder mehrere qualitative Fänge zu machen. Diese qualitativen Fänge werden möglichst sofort im lebenden Zustande auf ihre spezifische Zusammensetzung untersucht, die sicher bestimmten Eier konserviert, die unbestimmbareren zur weiteren Entwicklung lebend erhalten. Obwohl es wünschenswert ist die quantitativen Fänge sofort in gleicher Weise zu untersuchen, wird man sich doch in den meisten Fällen damit begnügen müssen die Eier aus dem in seiner Gesamtheit konservierten Fange herauszusuchen, um sie später im Laboratorium an Land durch Vergleich mit den sicher erkannten Eiern aus den qualitativen Fängen zu bestimmen.

Dieses Verfahren ist nach unserer Ansicht das einzig mögliche und zulässige, um zum Ziele zu gelangen. Auch dieses bietet jedoch schon so grosse Schwierigkeiten, dass es bis jetzt kaum in erwünschter Weise durchgeführt werden kann. Die sofortige Untersuchung der qualitativen Fänge ist offenbar eine ideale Forderung, die selbst auf dem bequemsten Expeditionsdampfer und bei günstigstem Wetter nicht immer genügend ausführbar sein wird, geschweige denn bei den in der Nordsee gewöhnlich gegebenen Verhältnissen. Nicht minder schwierig wird die weitere Ausbrütung und Nachprüfung der Fischeier an Bord sein. Um diese beiden Schwierigkeiten nach Möglichkeit zu heben, muss man unseres Erachtens die nächsten Versuche auf diesem Gebiet nicht in der bloss orientierenden Form grösserer Expeditionsfahrten durch die ganze Nordsee, sondern in folgender Weise machen. Von einem festen Stützpunkt aus, z. B. Helgoland, werden während der Laichzeiten der Nutzfische zahlreiche kurze Fahrten von 1 bis 2 Tagen nach verschiedenen Richtungen unternommen. Das von jeder Fahrt mitgebrachte lebende Material kann dann im Laboratorium mit aller möglichen Sorgfalt und Sicherheit untersucht werden. Namentlich wird man hier die an Bord unmögliche Messung der frischen Eier nach Wunsch ausführen können. Gleichzeitig hiermit ergibt sich die Forderung gerade den qualitativen Fängen besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden und dieselben so ausgiebig und gross wie möglich (auch in verschiedenen Tiefen) zu machen; dem hierdurch wird man auch die Eier, welche in den quantitativen Fängen in geringer Zahl vorhanden sind, in zur Bestimmung aus-

reichender Menge erhalten können. Wir selbst haben die ersten Versuche in dieser Weise bereits gemacht, die befriedigend ausfielen. Nur stellte sich als unumgänglich notwendig heraus ein schnelleres und bequemer Fahrzeug für solche Fahrten zu besitzen, als unsere kleine Motorbarkasse ist. Wesentlich besser, wiewohl in der Grösse auch nicht ausreichend, erwiesen sich das Stationsfahrzeug des Kommandanten von Helgoland, das uns einige Male zur Verfügung gestellt wurde, sowie von uns gecharterte kleine Schleppdampfer. Die Fortsetzung dieser Versuche in genügendem Maßstabe wird jedenfalls für uns nur dann möglich sein, wenn für die Biologische Anstalt dauernd oder wenigstens mehrere Monate hindurch ein grösseres Untersuchungsfahrzeug bereit ist.

Die Konservierung der Eier geschieht nach den neuesten Erfahrungen am zweckmässigsten mit 1 % Formaldehyd-Lösung in Seewasser, weil dann die Schrumpfung der Eier selbst noch nach 3 bis 4 Monaten so gut wie Null ist und in der allerersten Zeit selbst die Pigmente und andere morphologische Eigenschaften des Eies mehr oder weniger erhalten bleiben (siehe S. 212).

Die Behandlung der konserviert heimgebrachten quantitativen Fänge geschieht folgendermassen. Die auf das Sorgfältigste aus dem ganzen Fange ausgesuchten Eier werden sobald wie möglich gemessen und in eine einzige Messungsreihe zusammengestellt. Nach der Messung wird durch Vergleich mit dem sicher bestimmten Material der gleichzeitig gemachten qualitativen Fänge auf Grund sowohl morphologischer Merkmale wie der Eigrösse versucht möglichst jedes Ei zu bestimmen. Letzteres wird wahrscheinlich sehr selten erreichbar sein. Man ist nun angewiesen auf die Analyse der Messungsreihe des ganzen Fanges, die eine aus mehreren Eiarten gemischte komplexe Reihe vorstellen wird. Zur Zerlegung dieser komplexen Reihe wird man mit Erfolg gewisse spezifische Eimittel benutzen, die aus der Messung der sicher bestimmten Eier der qualitativen Parallelfänge berechnet sind. Indem man dann noch die nach morphologischen Merkmalen nicht bestimmbareren Eier für sich zu einer Reihe zusammenstellt und mit der komplexen Gesamtreihe vergleicht, wird man in den meisten Fällen die verschiedenen in den quantitativen Fängen enthaltenen Eiarten der Zahl nach ohne ins Gewicht fallende Fehler sondern können. Dies wird um so besser erreicht werden können, wenn die Methode der Zerlegung komplexer Variationsreihen noch weiter wird ausgebildet werden, was wohl bald geschehen dürfte.

Als Anhalt bei der Bestimmung gewisser gleichartiger Eigruppen nach dem Durchmesser werden fortgesetzte Ermittlungen über die Eigrössen der einzelnen Arten in den verschiedenen Monaten ihrer Laichzeit und an den verschiedenen Orten ihres Vorkommens nach unserem Vorgange und unserer Methode gute Dienste leisten. Sie geben die Möglichkeit, dass man von vorn herein darüber orientiert ist, welche Eigrössen man für eine einzelne Species im gegebenen Monat und am gegebenen Orte zu erwarten hat.

Es ist klar, dass diese Ermittlungen wiederum nur aus zahlreichen qualitativen Fängen in genügender Weise gewonnen werden können, die somit die elementare Basis aller quantitativen Ei-Untersuchungen bilden müssen.

Wertvoll für die Untersuchung wird es sein, wenn man Gelegenheit hat an den Orten der quantitativen Eifänge gleichzeitig Fische zu fangen und mit laichreifen Fischen künstliche Befruchtungen auszuführen. Die Vergleichung solcher künstlich befruchteten mit den planktonisch gefischten Eiern wird die Bestimmung der letzteren nach morphologischen Merkmalen wesentlich erleichtern. Man wird sich jedoch hüten müssen die aus den befruchteten Eiern gewonnenen Mittelwerte des Eidurchmessers ohne weiteres für die Analyse der Messungsreihen der planktonisch gefischten Eier zu verwenden, weil jene künstlich befruchteten Eier meistens nur von einem in einer bestimmten, aber unbekanntem Laichphase befindlichen Weibchen stammen und alle auf gleicher Entwicklungsstufe stehen, also homogenes Material bilden, während diese planktonischen Eier in all diesen Beziehungen heterogen sind.

VI.

Tabelle zur Bestimmung schwimmender Fischeier in der deutschen Nordsee.

Nachstehend geben wir eine analytische Tabelle für die Bestimmung lebender, frei schwimmender Fischeier in der Nordsee. Die Tabelle beschränkt sich auf die uns aus dem deutschen Teile der Nordsee bekannt gewordenen Eiarten. Es fehlen daher *Hippoglossus vulgaris*, *Merluccius vulgaris*, *Gadus minutus*, *Labrax lupus*, *Mugil chelo*, *Zeus faber* und *Lophius piscatorius*. Letzteren haben wir auch fortgelassen, weil seine Eier zwar frei schwimmen, aber nicht einzeln, sondern in Klumpen und durch eine gallertartige Masse verbunden. Bei einzelnen Gattungen ist es bis jetzt nicht möglich die einzelnen Species von einander zu sondern, so bei *Motella* (*mustela*, *cimbria* und *tricirrata*), *Trigla* (*garnardus*, *hirundo*, *pini*, *lineata*), *Arnoglossus* (*laterna*, *Grohmanni*) *Trachinus*, (*draco*, *vipera*). In diesem Falle sind nur die Gattungsnamen in die Tabelle aufgenommen oder der zugefügte Speciesname mit ? versehen. Was die angegebenen Grenzwerte der Eigrößen betrifft, so muss bemerkt werden, dass dieselben nicht alle auf eingehenden Untersuchungen, sondern in mehreren Fällen z. B. bei *Pl. cynoglossus*, *Rhombus luevis*, *Gadus pollachius* u. a., auf bisher noch sehr lückenhaften Kenntnissen beruhen. Die Namen solcher noch lückenhaft bekannter Formen sind mit einem * versehen. Im übrigen kann selbstverständlich diese Tabelle eine sichere Bestimmung noch weniger leisten, als die ausführlichen Einzelbeschreibungen unseres systematischen Teiles. Sie soll und kann nur ein Hilfsmittel bei der Bestimmung sein, wird aber, wie wir hoffen, für die erste Orientierung willkommene Dienste leisten. — Die römischen Ziffern bezeichnen die Laichmonate.

A. Eier mit Öl.

I. Öl in zahlreichen Tröpfchen.

A. Öltröpfchen farblos.

1. zu mehreren Gruppen von zahllosen, sehr kleinen Tröpfchen vereinigt. Eidurchmesser 1,10 bis 1,38 mm. IV—VIII. *Solea vulgaris*.
2. einzeln, in ziemlich gleichmässigen Abständen über den Dotter verstreut.
 - a. Dotter oberflächlich segmentiert. Eidurchmesser 0,69 bis 0,94 mm. Pigment hellgelb. V—VIII. *Solea lutea*.
 - b. Dotter ohne Segmentierung. Eidurchmesser 0,66 bis 0,98 mm. I—VIII. *Motella* sp.

- ###### B. Öltröpfchen chromgelb, einzeln über den Dotter verstreut, während der Entwicklung kleiner werdend. Eidurchmesser 1,01 bis 1,13 mm. VI—IX. *Trachinus* sp.*

II. Öl meist in Form einer Ölkugel, seltener neben einer grösseren wenige kleinere.

A. Dotter segmentiert.

1. Segmentierung total. Eidurchmesser 0,81 bis 1,04 mm. VI—VIII. *Caranx trachurus*.*

2. Segmentierung auf eine Randzone beschränkt. Eidurchmesser 0,82 bis 0,91. VI. *Mullus surmuletus*.*
- B. Dotter ohne Segmentierung.**
1. Sehr kleine Eier von 0,60 bis 0,98 mm.
- a. Eier extrem klein, 0,60 bis 0,76 mm. Pigment rostrot. After unmittelbar hinter dem Dottersack. VI—VIII. *Arnoglossus* sp.
- b. Eier etwas grösser, 0,66 bis 0,98 mm. Öl bisweilen gefärbt, Pigment nur schwarz. After nicht durchgebrochen. I—VIII. *Motella* sp.
2. Mittलगrosse Eier von 0,72 bis 1,10 mm.
- a. Ölkugel gross, ca. 0,30 mm, oft gefärbt. Eidurchmesser 1,0 bis 1,1 mm. Pigment grüngelb und schwarz. After nicht durchgebrochen. III—VI. *Lota molva*.*
- b. Ölkugel klein, 0,09 bis 0,19 mm.
- ‡ Ölkugel sehr klein, 0,09 bis 0,16 mm. Eidurchmesser 0,72 bis 0,91 mm. Pigment zart hellgelb und schwarz, punktförmig. After unmittelbar hinter dem Dottersack. IV—VIII. *Rhombus norvegicus* (?)
- ‡‡ Ölkugel grösser, 0,14 bis 0,19 mm. Eidurchmesser 0,75 bis 0,91 mm. Pigment chromgelb und schwarz, After nicht durchgebrochen. V—IX. *Raniceps raninus*.
3. Grosse Eier von 0,91 bis 1,54 mm.
- a. Ölkugel gross, ca. 0,28 mm. Eidurchmesser 0,97 bis 1,38 mm. Pigment schwarz und später auch moosgrün. V—VIII. *Scomber scomber*.
- b. Ölkugel gross bis mittलगross, 0,35 bis 0,19 mm, bisweilen gefärbt. Eidurchmesser 1,10 bis 1,54 mm. Pigment lebhaft gelb und schwarz, Anlage der Brustflossen frühzeitig deutlich. IV—IX. *Trigla* sp.
- c. Ölkugel verhältnismässig klein.
- ‡ Ölkugel 0,14 bis 0,22 mm. Eidurchmesser 0,91 bis 1,195 mm. Pigment schwarz- und rotbraun. IV—VIII. *Rhombus maximus*.
- ‡‡ Ölkugel 0,21 bis 0,25 mm. Eidurchmesser 1,24 bis 1,50 mm. Pigment schwarz und intensiv orange gelb. III—VIII. *Rhombus laevis*.*

B. Eier ohne Öl.

- I. Perivitelliner Raum auffallend gross.** Eidurchmesser sehr gross und variabel, 1,4 bis 2,6 mm. Pigment gelb und schwarz. I—V. *Drepanospetta platessoides*.
- II. Perivitelliner Raum nicht auffällig.**
- A. Eihaut mit bienenwabenartigen Leisten.** Dotter oberflächlich segmentiert, Pigment vorherrschend gelblich.
1. Abstand der Leisten 0,03 bis 0,06 mm. Eidurchmesser 0,69 bis 0,94 mm. IV—VIII. *Callionymus lyra*.
2. Abstand der Leisten 0,01 bis 0,02 mm. Eidurchmesser 0,66 bis 0,79 mm. VI—VIII. *Callionymus maculatus* (?)**

B. Eihaut ohne bienenwabenartige Leisten.

1. **Dotter total segmentiert.** After sehr weit nach hinten ausmündend.
 - a. Eiform oval. Durchmesser etwa 1,2 zu 0,7 mm. VI—VII. *Engraulis encrasicolus.**
 - b. Eiform rund. Durchmesser 0,82 bis 1,23 mm. Pigment in zarten schwarzen Punkten. III—VIII. *Clupea sprattus.*
2. **Dotter nicht segmentiert.** After nicht weit nach hinten liegend.
 - a. Eidurchmesser gross, 1,16 bis 2,11 mm.
 - † Pigment gelb und schwarz. After unmittelbar hinter dem Dottersack.
 - § Eidurchmesser 1,63 bis 2,11. I—IV. *Pleuronectes platessa.*
 - §§ Eidurchmesser 1,19 bis 1,45. IV—IX. *Pleuronectes microcephalus.*
 - †† Pigment nur schwarz, After nicht durchgebrochen.
 - § Eidurchmesser 1,26 bis 1,67 mm. Pigment bei älteren Embryonen in einer Doppellinie auf der Unterseite des Schwanzes. I—VI. *Gadus aeglefinus.*
 - §§ Eidurchmesser 1,16 bis 1,60 mm. Pigment bei älteren Embryonen in vier Querzonen. I—VI. . *Gadus morrhua.*
 - b. Eidurchmesser mittelgross, 0,90 bis 1,32 mm.
 - † Pigment gelb und schwarz.
 - § Pigment sehr spät auftretend, sehr schwach und zunächst nur gelb. Eidurchmesser 1,07 bis 1,25 mm. After unmittelbar hinter dem Dottersack. V—VIII. *Pleuronectes cynoglossus.**
 - §§ Beide Pigmente fast gleichzeitig lebhaft entwickelt. Eidurchmesser 1,01 bis 1,32 mm. After nicht durchgebrochen. I—VII. *Gadus merlangus.*
 - §§§ Schwarzes Pigment vorherrschend, gelbes spät und nur als Schimmer. Eidurchmesser 0,90 bis 1,15 mm. After nicht durchgebrochen. IV—VIII. . . . *Gadus luscus.**
 - †† Pigment nur schwarz, After nicht durchgebrochen.
 - § Pigment unregelmässig verstreut. Durchmesser 1,03 bis 1,19 mm. I—V. *Gadus virens.**
 - §§ Pigment ähnlich wie bei *Gadus aeglefinus* in einer Längslinie am Schwanz. Eidurchmesser 1,10 bis 1,30 mm. III—V. *Gadus pollachius.**
 - c. Eidurchmesser klein, 0,69 bis 1,10 mm.
 - † Pigment gelb und schwarz. After unmittelbar hinter dem Dottersack.
 - § Pigmente lebhaft. Eidurchmesser 0,82 bis 1,10 mm. I—VI. *Pleuronectes fesus.*
 - §§ Pigmente blass. Eidurchmesser 0,69 bis 0,98 mm. I—VII. *Pleuronectes limanda.*
 - †† Pigment nur schwarz, zart. After eine Strecke hinter dem Dottersack. Eidurchmesser 0,72 bis 0,94 mm. V—VIII. *Ctenolabrus rupestris.*

Litteratur-Verzeichnis.

1. Agassiz, A., On the young stages of some osseous fishes. — Proceedings of the american academy of arts and science vol. XIII (1877) p. 117—127 pl. I—II., vol. XIV (1878) p. 1—25 pl. III—X., vol. XVII (1882) p. 271—303 pl. I—VI.
2. Agassiz, A. a. Whitman, C. O., The pelagic stages of young fishes. — Memoirs of the museum of comparative zoology at Harvard College vol. XIV No. 1 pt. 1 (1885) p. 1—56 pl. I—XIX.
3. Allen, E. J., Report on the present state of knowledge with regard to the habits and migrations of the mackerel. — Journal of the marine biological association vol. IV n. s. (1897—99) p. 1—40.
4. Brook, G., Preliminary account of the development of the Lesser Weever fish (*Trachinus vipera*). — Linnean society journal. Zoology vol. XVIII 1884 p. 274—291 pl. III—VI.
5. — On some points in the development of *Motella mustela*. — Ebenda. p. 298—306 pl. VIII—X.
6. Butler, G. W., Report on the spawning of the common sole in the aquarium of Plymouth. — Journal of the marine biological association vol. IV n. s. (1895—97) p. 3—9.
- 7 a. Canu, Eug., Ponte, oeufs et larves des poissons utiles observés dans la Manche. — Annales de la station aquicole de Boulogne-sur-mer vol. I (1893) p. 117—132 pl. VIII—XV. —
- b. — Ebenda, vol. II (1894) p. 63—72 pl. I—V.
8. Cunningham, J. T., On the relations of the yolk to the gastrula in teleosteans. — Quart. Journ. of microscop. science vol. 26 n. s. (1885) p. 2—38 pl. I—IV.
9. The eggs and larvae of teleosteans. — Transactions of the Royal society of Edinburgh vol. XXXIII pt. I (1887) p. 97—136 pl. I—VII.
10. — A treatise on the common sole (*Solea vulgaris*). — Plymouth (1890).
11. — Studies on the reproduction and development of teleostean fishes occurring in the neighbourhood of Plymouth. — Journal of the marine biological association vol. I n. s. (1889/90) p. 10—54 pl. I—VI.
12. — On some larval stages of fishes. — Ebenda. vol. II n. s. (1891/92) p. 68—74 pl. III—IV.
13. — The egg and larva of *Callionymus lyra*. — Ebenda. p. 89—90 pl. V.
14. — Ichthyological contributions. — Ebenda. p. 325—332 pl. XIV.
15. — The natural history of the marketable marine fishes of the British Islands. London (1896).

16. Dannevig, Harald, On the rearing of larval and postlarval plaice and other flat fishes. — 15th annual report fishery board f. Scotland (1897) pt. III p. 175—193 pl. IV.
17. Duncker, G., Die Methode der Variationsstatistik. — Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen. Bd. VIII 1. Heft (1899) S. 112—183.
18. Earll, R. E., A report on the history of the shore cod fisheries of Massachusetts together with notes on the natural history and artificial propagation of the species. — Report U. S. fish commission for 1878 vol. VI (1880) p. 685—740.
19. Ehrenbaum, E., Eier und Larven von Fischen der deutschen Bucht. I. — Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen Bd. II, 1 (1897) S. 253—324 Taf. III—VI.
20. Fechner, G. Th., Kollektivmasslehre. Herausgegeben von G. Fr. Lipps. Leipzig. (1897).
- 21 a. Fullarton, J. H., The development of the plaice. — 9th annual report of the fishery board f. Scotland. (1891) pt. III p. 311—316 pl. VII—IX.
- b. — Ebenda. 11th report (1893) p. 274—283 pl. XIII—XVI.
22. Fulton, T. W., The comparative fecundity of seafish. — 9th annual report of the fishery board f. Scotland (1891) pt. III p. 243—268.
23. — Observations on the reproduction maturity and sexual relations of the food fishes. — Ebenda 10th report (1892) p. 232—243 pl. VI.
24. — On the currents of the North-Sea and their relation to fisheries. — Ebenda 15th report (1897) p. 334—395 pl. X—XI.
25. Garstrang, W., The variation, races and migrations of the mackerel. — Journal of the marine biological association vol. IV n. s. (1897—9) p. 235—295.
26. Hagen, G., Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung. III. Auflage. (1882).
27. Heincke, Fr., Die Fische Helgolands. — Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen Bd. I, 1 (1894) S. 99—120.
28. — Nachträge zur Fisch- und Molluskenfauna Helgolands. Fische. — Ebenda Bd. II, 1 (1897) S. 233—241.
29. — Naturgeschichte des Herings. Teil I. — Abhandlungen des Deutschen Seefischerei-Vereins II. Bd. Heft 1 (1898).
30. Hensen, V., Über das Vorkommen und die Menge der Eier einiger Ostseefische etc. — Jahresbericht der Kommiss. z. Unters. der deutsch. Meere. VII—IX. Jahrgang (1882) S. 299—313.
31. — Über die Bestimmung des Planktons etc. — Ebenda. XII—XVI. Jahrg. (1887) S. 1—108. Taf. I—VI.
32. — und Apstein, C., Die Nordsee-Expedition 1895 des Deutschen Seefischerei-Vereins. Über die Eimenge der im Winter laichenden Fische. — Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen Bd. II, 2 (1897) S. 1—96. Taf. I—XX.
- 32 a. — Die Nordsee-Expedition 1895 und was weiter. — Verhandlungen d. deutschen zoolog. Gesellschaft auf der 7. Jahresversammlung (1897) S. 114—119.
33. Herdman, W. A., The seafish hatching experiments. — Report of the Lancashire seafisheries laboratory (1897) p. 11—15 pl. I—IV.
34. Hoek, P. P. C., Rapport over ankerkuil- en staalboomen-visserij. Beilage C. — Tijdschrift der Nederlandsche dierkundige Vereeniging. Suppl. deel II (1888) p. 275—317 pl. III—VI.
35. Holt, Ernest W. L., On the eggs and larvae of teleosteans. — Scientific transactions of the Royal Dublin society vol. IV. 2. ser. (1891) p. 435—474 pl. 47—52.
36. — On the eggs and larval and postlarval stages of teleosteans. — Ebenda vol. V, 2. ser. (1893) p. 5—121 pl. 1—15.
37. — North Sea investigations. — Journal of the marine biological association vol. III. n. s. (1893—95) p. 169—201.
38. — Preliminary notes on the reproduction of teleostean fishes in the south-western

- district. — Ebenda vol. V (1897—99) p. 41—50.
39. Holt, Ernest W. L., Notes on the reproduction of teleostean fishes in the south-western district. — Ebenda p. 107—155 u. 333—340.
40. — u. Scott, S. D., A record of the teleostean eggs and larvae observed at Plymouth in 1897. — Journal of the marine biological association vol. V n. s. (1897—99) p. 156—171.
41. Holt, Ernest W. L., On the breeding of the dragonet (*Callionymus lyra*). — Proceed. zool. society. London (1898) p. 281—315 pl. XXVI.
42. — Recherches sur la reproduction des poissons osseux. — Annales du musée d'histoire naturelle de Marseille. Zoologie. Tome V, No. 2 (1899) p. 1—128 pl. 1—9.
43. Krümmel, O., Versuch einer vergleichenden Morphologie der Meeresräume. Leipzig 1879.
44. Kyle, Harry M., The postlarval stages of the plaice, dab, flounder, long rough dab and lemon dab. — 16th annual report of the fishery board f. Scotland (1898) pt. III p. 225—247 pl. X—XI.
45. Malm, A. W., Bidrag till kännedom of Pleuronectoidernas utveckling och byggnad. — Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. 7 No. 4 (1868) p. 1—28 Taf. I.
46. — De flundre-artade fiskarnas kroppsbyggnad är mera skenbart än verkligt osymmetrisk. — Öfversigt af Kgl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar Arg. 11 No. 7 (1854) p. 173—183 tab. I.
47. Marion, A. F., Oeufs flottants et alevins observés dans le Golfe de Marseille durant l'année 1890. — Annales du musée d'histoire naturelle de Marseille. Zoologie tome IV. année 1890—94 No. XI (1894) p. 112—121 pl. I—II.
48. Masterman Arthur T., A review of the work of the 'Garland' in connection with the pelagic eggs of the food fishes. 1890—1896. — 15th annual report of the fishery board f. Scotld. (1897) pt. III, p. 219—245.
49. McIntosh, W. C., On the ova of *Callionymus lyra* (the skulpin). — Annals a. magazine of natural history (5) vol. XVI (1885), 480—82, pl. XIII.
50. — and Prince, E. E., On the development and life histories of the teleostean food- and other fishes. — Transactions of the Royal society of Edinburgh. vol. XXXV, pt. III (1890), p. 665—946 pl. I—XXVIII.
- 51 a. McIntosh, W. C., Contributions to the life-histories and development of the food and other fishes. — 9th annual report of the fishery board f. Scotland, (1891) pt. III, p. 317—342, pl. X—XIII.
- b. — Ebenda, 10th report (1892) p. 273—322, pl. XIV—XVII.
- c. — Ebenda, 11th report (1893) p. 239—249, pl. VIII—XII.
- d. — Ebenda, 12th report (1894) p. 218—230, pl. II—IV.
- e. — Ebenda, 13th report (1895) p. 220—235, pl. VI—VIII.
- f. — Ebenda, 14th report (1896) p. 171—185, pl. V.
- g. — Ebenda, 15th report (1897) p. 194—211, pl. V—VII.
52. McIntosh a. Masterman, A. T., The life-histories of the british marine food fishes. London (1897).
53. Petersen, C. G. Joh., Pelagic eggs of fishes in the Lesser Belt 1891—92. — Report of the Danish biological station III (1893) p. 12—15.
54. — On the biology of our flat fishes. — Ebenda. IV. (1894) p. 1—146, pl. I—XIX.
55. Prince, E. E., Some features in the egg and larva of the skulpin (*Callionymus lyra*). — 9th annual report fishery board f. Scotland (1891) pt. III, p. 349—351, pl. XIII. fig. 10—13.
56. Raffaele, Fed., Le uova galleggianti e le larve dei teleostei nel golfo di Napoli. — Mitteilungen aus d. zool. Station zu Neapel. Bd. VIII. (1888) p. 1—84 tav. I—V.
57. Ryder, J. A., A contribution to the embryography of osseous fishes with special reference

- to the development of the cod (*Gadus morrhua*). — Report. U. S. fish commission for the year 1882 (1884) vol. X p. 455—605 pl. I—XII.
58. Sars, G. O., Om vintertorskens fortplantning og udvikling. — Forhandlinger i Videnskabs Selskabet Christiania. Aar 1865 (1866) p. 237—249.
59. Schiödte, J. C., Om öiestillingens udvikling hos flynderfiskene. — Naturhistorisk Tidsskrift Bd. V (1868/69) p. 269—75 tab. XI.
60. Steenstrup, J. Japetus Sm., Om skjaevheden hos flynderne. — Oversigt over de Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Forhandl. i 1863 (1864) p. 146—194 pl. 1.
61. — Rigtig opfattelse af öiestillingen hos flyndrene. — Ebenda 1876 (1878) p. 173—247 pl. I—IV.
62. Williamson, H. Ch., On the variation in size of certain pelagic ova. — 13th annual report of the fishery board f. Scotland. pt. III. (1895) p. 271—275.
63. — On the pelagic fisheggs and larvae of Loch Fyne. — Ebenda. 17th report. (1899) pt. III p. 79—131. pl. II—VI.

A n h a n g.

- A. Umrechnung von Strichen (E) in Millimeter.
 - B. Masstabellen.
 - C. Berechnung der Hauptwerte und der theoretischen Reihen.
 - D. Nachtrag.
-

A. Umrechnung von Strichen (E) in Millimeter.

Strich	mm	Strich	mm	Strich	mm	Strich	mm
1	0,03144	26	0,81744	51	1,60344	76	2,38944
2	0,06288	27	0,84888	52	1,63488	77	2,42088
3	0,09432	28	0,88032	53	1,66632	78	2,45232
4	0,12576	29	0,91176	54	1,69776	79	2,48376
5	0,15720	30	0,94320	55	1,72920	80	2,51520
6	0,18864	31	0,97464	56	1,76064	81	2,54664
7	0,22008	32	1,00608	57	1,79208	82	2,57808
8	0,25152	33	1,03752	58	1,82352	83	2,60952
9	0,28296	34	1,06896	59	1,85496	84	2,64096
10	0,31440	35	1,10040	60	1,88640	85	2,67240
11	0,34584	36	1,13184	61	1,91784	86	2,70384
12	0,37728	37	1,16328	62	1,94928	87	2,73528
13	0,40872	38	1,19472	63	1,98072	88	2,76672
14	0,44016	39	1,22616	64	2,01216	89	2,79816
15	0,47160	40	1,25760	65	2,04360	90	2,82960
16	0,50304	41	1,28904	66	2,07504	91	2,86104
17	0,53448	42	1,32048	67	2,10648	92	2,89248
18	0,56592	43	1,35192	68	2,13792	93	2,92392
19	0,59736	44	1,38336	69	2,16936	94	2,95536
20	0,62880	45	1,41480	70	2,20080	95	2,98680
21	0,66024	46	1,44624	71	2,23224	96	3,01824
22	0,69168	47	1,47768	72	2,26368	97	3,04968
23	0,72312	48	1,50912	73	2,29512	98	3,08112
24	0,75456	49	1,54056	74	2,32656	99	3,11256
25	0,78600	50	1,57200	75	2,35800	100	3,14400

B. Masstabellen.

Wegen der Abkürzungen im Kopf der nachfolgenden Tabellen vergleiche Seite 151 ff. In der letzten Kolumne (Art der Messung) bedeutet:

Eg: einmalige Messung jedes Eies, ganze Striche geschätzt.

Dg: zweimalige Messung, ganze Striche geschätzt.

DEg: Mischung von Messungen nach Dg und Eg.

Eh: einmalige Messung, halbe Striche geschätzt.

Über den Wert von f und F vergleiche Anhang C unter 8, Note.

Bei jeder Fischart sind die einzelnen Messungsreihen von Eiern bezüglich der Zeit ihres Fanges nach aufeinander folgenden Monaten geordnet, ohne Rücksicht auf die Folge der Jahre.

Liste-Nummer	Datum des Fanges oder der Befruchtung	Datum der Messung	Zahl „	Eigrößen in Strichen (E)											Hauptwerte in Strichen (E)			Asymmetrie			Wahrsch. Fehler		Größe in Millimetern		Art der Messung
				27	28	29	30	31	32	33	34	35	A	C	Di	R	u	V	f	F	A	Sichere Grenzen A			

II. *Pleuronectes flesus*, Flunder (Fortsetzung).

Liste-Nummer	Datum des Fanges oder der Befruchtung	Datum der Messung	Zahl „	Eigrößen in Strichen (E)											Hauptwerte in Strichen (E)			Asymmetrie			Wahrsch. Fehler		Größe in Millimetern		Art der Messung
				27	28	29	30	31	32	33	34	35	A	C	Di	R	u	V	f	F	A	Sichere Grenzen A			
5	99 27 II ♀ 44 cm	28 II	100							0,5	31,5	63,5	4,5	33,720	33,783	33,852	n	8,06	4,07	0,372	0,037	1,060	1,054—1,066	Dg	
6	„ 28 II dasselbe	1, III	100								23,5	72	4,5	33,810	33,868	33,918	n	8,36	4,07	0,335	0,033	1,063	1,058—1,068	„	
7	„ „ „	8 III	100								6,5	70,5	23	34,165	34,117	34,074	p	6,77	4,07	0,351	0,035	1,074	1,069—1,079	„	
8	„ 13, III „	13 III	100								31,5	65	3,5	33,720	33,785	33,853	n	8,40	4,07	0,353	0,035	1,060	1,055—1,065	„	
9	„ „ „	14 III	100								16,5	71,5	12	33,955	33,969	33,980	n	1,94	4,07	0,361	0,036	1,068	1,062—1,074	„	
10	„ „ „	16 III	100								16,5	73,5	10	33,935	33,956	33,973	n	3,06	4,07	0,346	0,035	1,067	1,062—1,072	„	
11	„ 24 III „	28 III	200						46,5	136,5	17				32,853	32,892	32,930	n	10,63	5,75	0,367	0,026	1,033	1,029—1,037	„
12	„ „ „	30 III	100						9,5	82	8,5				32,990	32,994	32,997	n	0,64	4,07	0,288	0,029	1,037	1,032—1,042	„
13	„ 5 IV „	8 IV	100						27	68,5	4,5				32,775	32,836	32,893	n	8,33	4,07	0,349	0,035	1,030	1,025—1,035	„
14	„ „ „	10 IV	100						23,5	73,5	3				32,795	32,861	32,915	n	9,64	4,07	0,320	0,032	1,031	1,026—1,036	„
15	„ 15 IV „	15 IV	100				6	25	47,5	19,5	2				31,865	31,900	31,946	n	3,33	4,07	0,586	0,059	1,002	0,993—1,011	„
16	„ 24, III ♀ ca. 40 cm	30 III	100						1	53	46				33,450	33,425	33,381	p	2,70	4,07	0,351	0,035	1,052	1,047—1,057	Dg
17	„ 5 IV ♀ 41 „	10 IV	100					5	67	27	1				32,240	32,172	32,108	p	9,16	4,07	0,373	0,037	1,014	1,008—1,020	Dg
18	„ 15 IV dasselbe	17 IV	100				5	57	35,5	2,5				31,355	31,289	31,207	p	7,47	4,07	0,417	0,042	0,986	0,979—0,993	„	
19	„ „ „	21, IV	100					35	59	6				31,710	31,754	31,812	n	5,22	4,07	0,387	0,039	0,997	0,991—1,003	„	
20	„ 15 IV ♀ 48 cm	18-19 IV	200						21	134,5	44,5				34,118	34,087	34,058	p	8,24	5,75	0,378	0,027	1,073	1,069—1,077	Dg
21	„ 25 IV dasselbe	28, IV	100						14,5	71,5	14				33,995	33,997	33,998	n	0,22	4,07	0,362	0,036	1,069	1,063—1,075	„
22 ¹⁾	98 20 IV ♀ 35 cm	21 IV	100			23	59	13	5				31,000	30,958	30,939	p	5,00	4,07	0,507	0,051	0,975	0,967—0,983	Eg		
23 ²⁾	„ „ dasselbe	27 IV	120			8	57	52	3				31,417	31,412	31,407	p	0,54	4,45	0,442	0,040	0,988	0,982—0,994	„		
24 ³⁾	„ 29 IV „	29 IV	100			1	35	59	5				30,680	30,737	30,808	n	6,76	4,07	0,394	0,039	0,965	0,959—0,971	„		
25 ⁴⁾	„ „ „	2 V	100				7	76	17				31,100	31,066	31,039	p	5,20	4,07	0,325	0,033	0,978	0,973—0,983	„		
26	„ 9 V ♀ 34 cm	10 V	100				2	60	36	2				31,380	31,300	31,207	p	9,60	4,07	0,381	0,038	0,987	0,981—0,993	Eg	
27	„ „ dasselbe	12 V	100					50	50				31,500	31,500	31,500	—	0,00	4,07	0,339	0,034	0,990	0,985—0,995	„		
28	„ 27 V „	28 V	100			63	37							29,370	29,294	29,208	p	9,62	4,07	0,327	0,033	0,923	0,918—0,928	„	
29	„ „ „	31 V	100			33	63	4							29,710	29,770	29,837	n	7,54	4,07	0,362	0,036	0,934	0,928—0,940	„
30	„ 6 VI „	6 VI	100	12	77	11								27,990	27,994	27,996	n	0,54	4,07	0,325	0,033	0,880	0,875—0,885	„	
31	„ „ „	8, VI	100	4	55	21								28,213	28,155	28,100	p	6,43	3,64	0,351	0,039	0,887	0,881—0,893	„	
Zusammen			2900	16	182	129	186	487	490	640	704	116													

III. *Pleuronectes platessa*, Scholle.

Liste-Nummer	Datum des Fanges oder der Befruchtung	Datum der Messung	Zahl „	Eigrößen in Strichen (E)														Hauptwerte in Strichen (E)			Asymmetrie			Wahrsch. Fehler		Größe in Millimetern		Art der Messung		
				52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	A	C	Di	R	u	V	f	F		A	Sichere Grenzen A
1	96 98 Jan. Februar		29				2	1			1	4	2	8	7	4	62,310	63,063	63,357	n	9,76	2,19	1,804	0,335	1,959	1,906—2,012	Eg			
2 ¹⁾	1900 März 12		200		0,5	4	5	8,5	25	33,5	36	46	20,5	12,5	4	2	2	0,5	60,070	60,153	60,782	n	5,96	5,75	1,401	0,099	1,889	1,873—1,905	Dg	
3 ²⁾	1900 März 27		60	0,5	0,5	0,5	1	4	7,5	10	7	12,5	8	4,5	2	1	1	59,183	59,357	60,050	n	2,44	3,15	1,578	0,204	1,861	1,829—1,893	„		
4	96 98 März April		6	—	1			2			1	2					58,500								1,839		Eg			
Zusammen			295	0,5	1,5	1	7	9	17	37	40,5	50,5	60	27	22,5	12	7	2	0,5											

¹⁾ 16 Stunden nach der Befruchtung gemessen. ²⁾ Kurz vor dem Ausschlüpfen. ³⁾ 2 Stunden nach der Befruchtung gemessen. ⁴⁾ Große pigmentierte Embryonen. ⁵⁾ 40 Ml. NW von Helgoland.

Lfd. Nummer	Datum des Fanges oder der Befruchtung	Datum der Messung	Zahl <i>m</i>	Eigrößen in Strichen (E)						Hauptwerte in Strichen (E)			Asymmetrie			Wahrsch. Fehler		Größe in Millimetern Sichere Grenzen		Art der Messung
				19	20	21	22	23	24	A	C	Di	R	u	V	f	F	A	A	

VII. *Arnoglossus laterna*, Lammszunge.

Planktonische Eier																			
1	99 10/VI—20 VI	23			0,5	14,5	7	1	22,370							0,703		Dg	
2	„ 28 VI (Norderney)	100	6	37	47,5	9,5			20,605	20,647	20,716	n	4,03	4,07	0,502	0,050	0,648	0,640—0,656	„
3	„ 3 VII—31 VII	70		9,5	32	27,5	1		21,286	21,297	21,333	n	0,70	3,40	0,482	0,058	0,669	0,660—0,678	„
4	„ 2 VIII—18 VIII	163	4	64	88	7			20,601	20,653	20,729	n	9,22	5,19	0,414	0,032	0,648	0,643—0,653	„
Zusammen		356	10	110,5	168	58,5	8	1											
Reife, unbefruchtete Eier																			
5	99 23 VIII	23/VIII	100	0,5	56,5	43			20,425	20,376	20,306	p	5,53	4,07	0,342	0,034	0,642	0,637—0,647	„

VIII. *Solea vulgaris*, Seeszunge.

Planktonische Eier																							
		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44												
1	98 99 27 IV—31 V	26		1,5	2	3,5	4,5	2	4,5	4,5	2	1,5	40,077	40,250	41,500	n	0,71	2,07	1,654	0,324	1,260	1,209—1,311	Dg
2	„ 3 VI—7 VII	17	0,5	5	2,5	5	3	1					37,471								1,178		„
Zusammen		43	0,5	6,5	4,5	8,5	7,5	3	4,5	4,5	2	1,5											

IX. *Solea lutea*, Zwergzunge.

Planktonische Eier																						
		22	23	24	25	26	27	28	29	30												
1	99 20 V—31 V	70			2,5	12	35,5	15,5	4	0,5	27,114	27,077	27,040	p	2,59	3,40	0,614	0,073	0,852	0,841—0,863	Dg	
2	98 27 V—15 VI	23				9	11	2	1		26,783								0,842			Eg
3	99 14 VI—15 VI	100		1	4,5	29,5	45	17,5	2	0,5	26,815	26,833	26,860	n	1,65	4,07	0,618	0,062	0,843	0,833—0,853	Dg	
4	„ 13 VII—26 VII	76	1,5	7	24,5	27	14,5	1,5			25,664	25,685	26,667	n	1,14	3,54	0,688	0,079	0,807	0,795—0,819	„	
5	98 15 VII—5 VIII	14	1	5,5	5,5	2					24,607								0,774			„
6	99 1/VIII—29 VIII	100	0,5	3	22,5	47	26	1			24,980	25,011	25,038	n	2,88	4,07	0,563	0,056	0,785	0,776—0,794	„	
7	97 Juni—August	60		5,5	29	19	5,5	1			24,458	24,345	24,201	p	6,56	3,15	0,575	0,074	0,769	0,757—0,781	Eh	
Zusammen		443	0,5	11	65	103	111	108	36,5	7	1											

X. *Gadus aeglefinus*, Schellfisch.

Planktonische Eier																									
		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53											
1 ¹⁾	1900 11 II—12 II	16 II	52			0,5	3	8,5	14,5	14,5	5,5	4	1	0,5	48,538	48,466	48,500	p	2,10	2,93	0,995	0,138	1,526	1,504—1,548	Dg
2 ²⁾	„ 17 III—19 III	24 III bis 27 III	100	0,5	4,5	17	25	24,5	21	6,5	1			45,625	45,622	45,441	p	0,13	4,07	0,918	0,092	1,434	1,420—1,448	„	

¹⁾ Gefischt ca. 70—75 ML. NNW von Horns Riff Feuerschiff an der Nordwestküste der Tarbotbank. ²⁾ No. 2 bis 7 gefischt auf der Grossen Fischerbank.

C. Berechnung der Hauptwerte und der theoretischen Reihen nach dem Verfahren von Fechner-Lipps.

Die nachfolgende Berechnung der Hauptwerte einer empirischen Messungsreihe und der theoretischen Reihen aus dieser ist von Herrn stud. math. C. Ramsauer in Berlin ausgeführt. Von demselben rührt auch das hier angegebene vereinfachte Verfahren zur Berechnung der Summe der Fehlerquadrate her, sowie die Methode, D_p durch Annäherung zu berechnen, falls D_p und C nicht in dasselbe Intervall fallen. Die Berechnung ist die Erläuterung zu den Seiten 151 bis 155 des theoretischen Teils dieser Abhandlung.

Gegeben sei die Beobachtungsreihe von 500 konservierten Klieschenciern (s. S. 210).

Eigrößen in Strichen (E)	20	21	22	23	24
Eizahlen	19,5	196,5	216,5	62,0	5,5

Die oben stehenden Zahlen sind hierin die abgekürzten Bezeichnungen für die Intervalle, deren Mittelwert sie bilden; so bedeutet 22 das Intervall 21,5—22,5. In der unteren Reihe stehen die Zahlen, die zu den betreffenden Intervallen gehören; so fällt in das Intervall 21, d. i. 20,5—21,5, die Anzahl 196,5. — Der wahre Wert eines Intervalles in Millimetern beträgt 0,03144 mm.

Wir verfahren jetzt am zweckmässigsten, wenn wir vor den eigentlichen Berechnungen nachstehendes Schema in folgender Weise ausfüllen; die Zahl der Horizontalstreifen richtet sich nach der Zahl der Intervalle, die Zahl der Vertikalstreifen beträgt stets 5.

Intervalle	z	a	S	S'
20	19,5	390,0	19,5	500,0
21	196,5	4126,5	216,0	480,5
22	216,5	4763,0	432,5	284,0
23	62,0	1426,0	494,5	67,5
24	5,5	132,0	500,0	5,5
	500,0	10837,5	1662,5	1337,5

In der 1. Vertikalreihe stehen die Intervallzahlen; in der 2. die zu diesen Intervallen gehörenden Zahlen z ; in der 3. die Produkte a aus diesen z in die zugehörigen Intervallzahlen, z. B. $216,5 \cdot 22 = 4763,0$. Die 4. Vertikalreihe ist folgendermaßen gebildet: in jeder Horizontalreihe steht die Summe aller z , welche zu dem betreffenden und allen vorhergehenden Intervallen gehören, also von oben nach unten:

$$19,5 = 19,5; \quad 19,5 + 196,5 = 216; \quad (19,5 + 196,5) + 216,5 = 432,5;$$

$$432,5 + 62 = 494,5; \quad 494,5 + 5,5 = 500.$$

Die letzte Horizontalreihe muss sämtliche z enthalten.

Die 5te Vertikalreihe entspricht der 4ten, nur beginnen wir unten, d. i. bei der höchsten Intervallzahl, und schreiben in jede Reihe die Summe aller z , welche zu dem betreffenden und allen nachfolgenden Intervallen gehören, also von unten nach oben:

$$5,5 = 5,5; 5,5 + 62,0 = 67,5; 67,5 + 216,5 = 284; 284 + 196,5 = 480,5; 480,5 + 19,5 = 500.$$

Die erste Horizontalreihe muss sämtliche z enthalten.

Die in den Vertikalreihen stehenden Grössen werden kurz mit z , a , S , und S' bezeichnet; unter den Vertikalreihen stehen die Summen aller in ihnen enthaltenen Zahlen:

$$\Sigma z = 500; \Sigma a = 10837,5; \Sigma S = 1662,5; \Sigma S' = 1337,5.$$

Σz wird gewöhnlich mit m bezeichnet.

Darauf gehen wir zu den eigentlichen Berechnungen über.

1. Berechnung von A (arithmetisches Mittel).

$$\text{I. } A = \frac{\Sigma a}{m}$$

in unserem Falle ist

$$\Sigma a = 10837,5$$

$$m = 500$$

$$A = \frac{\Sigma a}{m} = \frac{10837,5}{500} = 21,675.$$

$$\text{II. } A = \frac{mE' - Z \cdot i}{m}$$

$$\text{III. } A = \frac{mE + Z' \cdot i}{m}$$

Hierin bedeuten E , und E' die kleinste, bzw. grösste Intervallzahl, also hier $E = 20$; $E' = 24$.

Z , und Z' bedeuten ΣS , bzw. $\Sigma S'$, beide vermindert um m . i ist, wie auch später, die Grösse des Intervalls; da sie in unserem Falle 1 beträgt, hat sie auf die Berechnung keinen Einfluss; wir werden daher auch in den späteren Berechnungen ganz von ihr absehen und sie nur in den allgemeinen Formeln mitschreiben.

$$A = \frac{500 \cdot 24 - (1662,5 - 500)}{500} = \frac{10837,5}{500} = 21,675.$$

$$A = \frac{500 \cdot 20 + (1337,5 - 500)}{500} = \frac{10837,5}{500} = 21,675.$$

2. Berechnung von C (Zentralwert).

$$\text{I. } C = g_1 + \frac{m - v}{z_0} \cdot i$$

v (die Vorzahl) ist derjenige Wert in der Reihe der S , der am nächsten an $\frac{m}{2}$ herankommt, ohne $\frac{m}{2}$ zu überschreiten; g_1 ist die Grenze, bis zu der sich die v erstrecken, oder der Anfang des Eingriffsintervalls, d. h. des Intervalls, in dem der Hauptwert liegen muss. z_0 ist die Anzahl der z im Eingriffsintervall.

In unserm Falle ist:

$$\frac{m}{2} = 250; \text{ also } v = 216; g_1 = 21,5; z_0 = 216,5.$$

$$C = 21,5 + \frac{250 - 216}{216,5} = 21,65704388.$$

1) Ergeben diese 3 Berechnungsarten dasselbe Resultat, so sind damit die drei letzten Vertikalreihen genügend kontrolliert.

$$\text{II. } C = g_2 - \frac{z_0 - z_1}{z_0} i$$

n (die Nachzahl) wird in der Reihe der S' gerade so erhalten, wie v in der Reihe der S ; g_2 ist wieder die Grenze, bis zu der die n reichen, hier natürlich vom oberen Ende der Reihe aus (Ende des Eingriffsintervalls) z_0 ist wieder das z des Eingriffsintervalls.

In unserem Falle ist:

$$\begin{aligned} n &= 67,5; g_2 = 22,5; z_0 = 216,5. \\ C &= 22,5 - \frac{250 - 67,5}{216,5} = 21,65704388. \end{aligned}$$

3. Berechnung von D_i (dichtester Wert durch Interpolation bestimmt).

$$\text{I. } D_i = g_1 + \frac{(z_0 - z_{-1}) i}{(z_0 - z_{-1}) + (z_0 - z_1)}$$

g_1 ist die untere Grenze des Intervalls, in dem das grösste z liegt, hier mit z_0 bezeichnet; z_{-1} und z_1 sind die z des vorhergehenden, bzw. nachfolgenden Intervalls.

In unserm Falle ist:

$$\begin{aligned} z_0 &= 216,5 \\ z_{-1} &= 196,5 \\ z_1 &= 62 \\ g_1 &= 21,5 \\ D_i &= 21,5 + \frac{216,5 - 196,5}{(216,5 - 196,5) + (216,5 - 62)} = 21,615. \end{aligned}$$

$$\text{II. } D_i = g_2 - \frac{(z_0 - z_1) i}{(z_0 - z_1) + (z_0 - z_{-1})}$$

g_2 bedeutet die obere Grenze des betreffenden Intervalls.

In unserem Falle ist:

$$D_i = 22,5 - \frac{216,5 - 62}{(216,5 - 62) + (216,5 - 196,5)} = 21,615.$$

4. Berechnung von u (Grad der Asymmetrie bez. A).

I. $u = m_+ - m'_+ =$ Differenz der oberhalb und unterhalb von A liegenden z .

$$m_+ = v + \frac{A - g_1}{i} z_0$$

$$m'_+ = n + \frac{g_2 - A}{i} z_0$$

Hierin bedeuten v und n die Zahl der z , die vor, bzw. hinter das Intervall fallen, in dem A liegt; g_1 und g_2 sind untere und obere Grenze, z_0 das z dieses Intervalls; $m_+ + m'_+$ muss gleich m sein.

In unserem Falle liegt A im Intervall 21,5–22,5, also

$$\begin{aligned} v &= 216 & g_1 &= 21,5 \\ n &= 67,5 & g_2 &= 22,5 \\ z_0 &= 216,5 \\ m_+ &= 216 + (21,675 - 21,5) \cdot 216,5 = 253,8875 \\ m'_+ &= 67,5 + (22,5 - 21,675) \cdot 216,5 = 246,1125 \\ u &= 253,8875 - 246,1125 = +7,775. \end{aligned}$$

$$\text{Probe: } 253,8875 + 246,1125 = 500,0000.$$

$$\text{II. } u = (A - C) 2z_0$$

$$(A - C) = + 0,01795612$$

$$2z_0 = 433$$

$$u = + 0,01795612 \cdot 433 = 7,77499996 = + 7,775.$$

5. Bestimmung von R (Richtung der Asymmetrie bez. D).

In die Rubrik R schreibt man p oder n, je nachdem u positiv oder negativ ausfällt oder je nachdem A grösser oder kleiner als C ist. In unserem Falle ist R positiv (p), da $u = + 7,775$.

6. Berechnung von V (wahrscheinliche Asymmetrie bezw. A bei symmetrischer Reihe).

$$V = 0,40659\sqrt{m},$$

in unserem Falle

$$V = 0,40659\sqrt{500} = 9,09.$$

7. Berechnung von $\cong \Delta^2$ (Summe der Fehler- (Abweichungs-) Quadrate).

I. Man bilde die Differenzen zwischen den Intervallzahlen und A , quadriere sie und multipliziere diese Quadrate mit den zugehörigen z . Die Summe dieser Produkte ist $\cong \Delta^2$.

In unserem Falle erhalten wir:

Differenzen	Quadrate $\times z$
1,675	2,805625 \times 19,5 = 54,7096875
0,675	0,455625 \times 196,5 = 89,5303125
0,325	0,105625 \times 216,5 = 22,8678125
1,325	1,755625 \times 62,0 = 108,8487500
2,325	5,405625 \times 5,5 = 29,7309375
	$\cong \Delta^2 = 305,6875000.$

IIa. Man multipliziere das 2te z mit 1^2 , das 3te z mit 2^2 u. s. w., bis das n te z mit $(n-1)^2$, addiere diese Produkte und multipliziere die Summe mit i^2 . Dann bilde man die Differenz zwischen A und der niedrigsten Intervallzahl, quadriere und multipliziere das Quadrat mit m . Dies Produkt subtrahiere man schliesslich von der oben erhaltenen Zahl. Das Resultat ist $\cong \Delta^2$.

In unserem Falle erhalten wir:

$$\begin{aligned}
 1^2 \cdot z_2 &= 196,5 \times 1 = 196,5 \\
 2^2 \cdot z_3 &= 216,5 \times 4 = 866,0 \\
 3^2 \cdot z_4 &= 62,0 \times 9 = 558,0 \\
 4^2 \cdot z_5 &= 5,5 \times 16 = 88,0 \\
 &1708,5 \\
 m(A-E)^2 &= 500 \cdot 1,675^2 = 1402,8125 \\
 \cong \Delta^2 &= 305,6875.
 \end{aligned}$$

IIb. Man multipliziere das $(n-1)$ te z mit 1^2 , das $(n-2)$ te mit 2^2 u. s. w., bis das erste z mit $(n-1)^2$; mit diesen Produkten verfähre man wie unter IIa. Darauf bilde man die Differenz zwischen A und der höchsten Intervallzahl und fahre genau fort wie unter IIa.

In unserem Falle erhalten wir:

$$\begin{aligned}
 1^2 \cdot z_4 &= 62,0 \times 1 = 62,0 \\
 2^2 \cdot z_3 &= 216,5 \times 4 = 866,0 \\
 3^2 \cdot z_2 &= 196,5 \times 9 = 1768,5 \\
 4^2 \cdot z_1 &= 19,5 \times 16 = 312,0 \\
 &3008,5 \\
 m(A-E')^2 &= 500 \cdot 2,325^2 = 2702,8125 \\
 \cong \Delta^2 &= 305,6875.
 \end{aligned}$$

Die Methode unter II gewährt den grossen Vorteil, dass man nur ein Quadrat zu berechnen braucht und eine leichte Kontrolle besitzt. Eine Übereinstimmung zwischen den unter IIa und IIb gefundenen Werten findet nur dann statt, wenn man den wirklichen Wert von A benutzt hat; sie liefert also den Beweis, dass dies geschehen ist.

Wenn es unmöglich ist den genauen Wert von A zu benutzen, was dann eintritt, wenn m in Σa nicht aufgeht, A also unendlich viele Stellen hinter dem Komma besitzt, so fällt bei Benutzung eines abgekürzten Wertes von $A \cong \Delta^2$ zwischen die unter IIa und IIb gefundenen Werte, lässt sich also stets mit beliebiger Genauigkeit bestimmen, während sich bei der anderen Methode die Genauigkeit in diesem Falle sehr schwer kontrollieren lässt; auch bei Benutzung nur eines Wertes liefert IIa oder IIb einen genaueren Wert als I, da man bei dem einen zu berechnenden Quadrat leicht mehr Stellen benutzen kann, was bei I einen grossen rechnerischen Aufwand erfordert.¹⁾

8. Berechnung von q, f, F .

$$q = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta^2}{m-1}} \quad \text{oder} \quad \sqrt{\frac{\Sigma \Delta^2}{m}}$$

$$f = 0,6745 \cdot q$$

¹⁾ Die allgemeine Richtigkeit der Methode IIa und IIb lässt sich in folgender Weise darthun:

Gegeben seien n Intervalle: $l_1, l_2, l_3 \dots \dots l_n$ mit den zugehörigen Zahlen $x_1, x_2, x_3 \dots \dots x_n$; die Grösse eines Intervalls, also auch der Unterschied zwischen zwei auf einander folgenden l sei i .

Wir haben jetzt folgende Summe zu bilden:

$$\Sigma \Delta^2 = x_1 (A-l_1)^2 + x_2 (A-l_2)^2 + \dots \dots + x_n (A-l_n)^2.$$

dann ist:

$$\begin{aligned} (A-l_1) &\text{ sei gleich } B. \\ (A-l_2) &= B-i \\ (A-l_3) &= B-2i \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ (A-l_n) &= B-(n-1)i; \end{aligned}$$

dies in $\Sigma \Delta^2$ eingesetzt, gibt:

$$\begin{aligned} \Sigma \Delta^2 &= x_1 B^2 + x_2 (B-i)^2 + x_3 (B-2i)^2 + \dots \dots + x_n (B-(n-1)i)^2 \\ &= B^2 (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) + i^2 (x_2 \cdot 1^2 + x_3 \cdot 2^2 + x_4 \cdot 3^2 + \dots + x_n (n-1)^2) \\ &= 2B (x_2 \cdot i + x_3 \cdot 2i + \dots + x_n (n-1) i) \\ \Sigma \Delta^2 &= B^2 \cdot m + i^2 (x_2 \cdot 1^2 + x_3 \cdot 2^2 + \dots + x_n (n-1)^2) \\ &\quad - 2B (x_2 \cdot i + x_3 \cdot 2i + \dots + x_n (n-1) i). \end{aligned}$$

Die letzte Klammer formen wir jetzt in folgender Weise um:

$$\begin{aligned} (x_2 \cdot i + x_3 \cdot 2i + \dots + x_n (n-1) i) &= l_1 x_1 + (l_1 + i) x_2 + (l_1 + 2i) x_3 + \dots + (l_1 + (n-1)i) x_n - l_1 (x_1 + x_2 + \dots + x_n) \\ &= l_1 x_1 + l_2 x_2 + l_3 x_3 + \dots + l_n x_n - l_1 \cdot m \\ &= \Sigma l x - l_1 m \\ &= \Sigma a - l_1 m \\ &= A \cdot m - l_1 m = m (A-l_1) = m \cdot B \end{aligned}$$

dies eingesetzt gibt:

$$\begin{aligned} \Sigma \Delta^2 &= B^2 \cdot m + i^2 (x_2 \cdot 1^2 + x_3 \cdot 2^2 + \dots + x_n (n-1)^2) - 2mB^2 \\ &= i^2 (x_2 \cdot 1^2 + x_3 \cdot 2^2 + \dots + x_n (n-1)^2) - B^2 m. \end{aligned}$$

Damit ist IIa bewiesen; die Richtigkeit von IIb ergibt sich in ganz ähnlicher Weise, wenn man statt $(A-l_1)$ den Wert $(A-l_n)$ in die Gleichung von $\Sigma \Delta^2$ einführt.

²⁾ Die Formel $\sqrt{\frac{\Sigma \Delta^2}{m-1}}$ enthält die Korrektion auf ein unendliches m . Bei grossem m ergeben beide Formeln sehr nahe übereinstimmende Werte. Wir haben deshalb bei der Berechnung der theoretischen Reihen in unseren ausführlicher behandelten Beispielen, bei denen es sich stets um grössere Zahlen handelt, die Formel $\sqrt{\frac{\Sigma \Delta^2}{m}}$ benutzt. In den Maßtabellen sind

dagegen f und F nach der Formel $\sqrt{\frac{\Sigma \Delta^2}{m-1}}$ berechnet.



$$F = \frac{f}{\sqrt{m}}$$

In unserem Falle wird

$$q = \sqrt{\frac{305,6875}{499}} = 0,7827; \quad q = \sqrt{\frac{305,6875}{500}} = 0,7819.$$

$$f = 0,6745 \cdot 0,7827 = 0,528; \quad f = 0,6745 \cdot 0,7819 = 0,527.$$

$$F = \frac{0,528}{\sqrt{500}} = 0,024; \quad F = \frac{0,527}{\sqrt{500}} = 0,024.$$

9. Berechnung der Grenzen.

Unter wahrscheinlichen Grenzen des Mittels versteht man $(A - F)$ bis $(A + F)$, kurz $(A \mp F)$ geschrieben, unter sicheren Grenzen (s. S. 148) $(A - 5F)$ bis $(A + 5F)$, kurz $(A \mp 5F)$ geschrieben.

$$\begin{aligned} \text{In unserem Falle wird } (A \mp F) &= (21,675 - 0,024) \text{ bis } (21,675 + 0,024) \\ &= 21,651 \text{ bis } 21,699. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (A \mp 5F) &= (21,675 - 5 \cdot 0,024) \text{ bis } (21,675 + 5 \cdot 0,024) \\ &= 21,555 \text{ bis } 21,795. \end{aligned}$$

10. Umrechnung von A und $(A + 5F)$ in Millimeter. (S. Anhang A.)

Man multipliziere die erhaltenen Werte einfach mit der Grösse des Intervalls in Millimetern. Diese ist hier gleich $0,03144 \text{ mm} = 1 \text{ Strich (E)}$, also

$$A \text{ in mm} = 21,675 \cdot 0,03144 = 0,681.$$

$$\begin{aligned} (A \mp 5F) \text{ in mm} &= (0,6815 - 5 \cdot 0,03144 \cdot 0,024) \text{ bis } (0,6815 + 5 \cdot 0,03144 \cdot 0,024) \\ &= 0,678 \text{ bis } 0,685. \end{aligned}$$

11. Berechnung von D_p (dichtester Wert genau bestimmt).

Zuerst sind einige Hilfsgrössen zu bestimmen:

$$\text{Die Summe aller } a \text{ oberhalb } C = \Sigma a'' = N + \frac{(1-x) z_0}{i} \left(g_2 - \frac{1-x}{2} \right),$$

$$\text{Die Summe aller } a \text{ unterhalb } C = \Sigma a_{,,} = V + \frac{(x) z_0}{i} \left(g_1 + \frac{x}{2} \right),$$

worin N (Nachsumme) und V (Vorsumme) die Summe der a bedeuten, welche auf die hinter, bzw. vor dem Intervall von C liegenden Intervalle entfällt; z_0 ist die Menge der z in diesem Intervall selbst; g_1 und g_2 haben ihre frühere Bedeutung als Grenzen des Intervalls; x ist gleich $(C - g_1)$.

Hieraus berechnen wir $(\Sigma a'' - \Sigma a_{,,})$; $\Sigma a'' + \Sigma a_{,,}$ muss gleich Σa sein.

Die erhaltene Differenz setzen wir ein in die Formel:

$$\alpha = \frac{4z_0}{im^2} (\Sigma a'' - \Sigma a_{,,})$$

z_0 bedeutet die Anzahl der z im Intervalle von C .

$$\beta = \frac{4z_0^2 (A-C)^2}{im^2}.$$

Wie man sieht, ist der Zähler von $\beta = u^2$, doch nur dann, wenn A und C in dasselbe Intervall fallen.

Jetzt führt man folgende Kettenbruchrechnung aus:

$$\xi_1 = (\alpha - 1)$$

$$\xi_2 = (z - 1) - \frac{z^5}{\xi_1}$$

$$\xi_3 = (z - 1) - \frac{z^5}{\xi_2}$$

u. s. w., bis die beiden letzten Werte mindestens in den 5 ersten Dezimalstellen übereinstimmen; der letzte Wert ist ξ .

Jetzt ist $D_p = C + \frac{C - A}{\xi}$, wobei das Vorzeichen von $(C - A)$ zu berücksichtigen ist; C liegt stets zwischen A und D_p .

Fallen schliesslich die Werte von D_p und C nicht in dasselbe Intervall, so muss man die Rechnung von vorn beginnen, indem man die Intervalle vergrössert oder verschiebt; doch auch dann wird das Resultat ungenau. Über eine genaue Berechnung siehe weiter unten.

In unserem Falle wird:

$$\begin{aligned} \Sigma a'' &= 1558 + 0,84295612 \cdot 216,5 \quad (22,5 - 0,42147806) \\ \Sigma a'' &= 5587,329 \\ \Sigma a_{,,} &= 4516,5 + 0,15704388 \cdot 216,5 \quad (21,5 + 0,07852194) \\ \Sigma a_{,,} &= 5250,171 \\ (\Sigma a'' - \Sigma a_{,,}) &= 337,158 \quad \text{Probe: } \Sigma a'' + \Sigma a_{,,} = 10837,500 \quad (\text{s. S. 313}). \end{aligned}$$

Jetzt erhalten wir:

$$\begin{aligned} z &= \frac{4 \cdot 216,5}{500^2} (337,158) = 1,1679153 \\ \beta &= \frac{7,775^2}{500^2} = 0,0002418025 \\ \xi_1 &= 0,1679153 \\ \xi_2 &= 0,1679153 - \frac{0,0002418025}{0,1679153} \\ &= 0,1679153 - 0,0014400 \\ \xi_2 &= 0,1664753 \\ \xi_3 &= 0,1679153 - \frac{0,0002418025}{0,1664753} \\ &= 0,1679153 - 0,0014525 \\ \xi_3 &= 0,1664628 \\ \xi_4 &= 0,1679153 - \frac{0,0002418025}{0,1664628} \\ &= 0,1679153 - 0,0014526 \\ \xi_4 &= 0,1664627 = \xi. \end{aligned}$$

ξ_3 und ξ_4 unterscheiden sich nur in der letzten, der 7ten Stelle um 1; wir dürfen also den letzten Wert als ξ annehmen.

$$\begin{aligned} D_p &= 21,65704388 + \frac{21,65704388 - 21,675}{0,1664627} \\ D_p &= 21,65704388 + \frac{-0,01795612}{0,1664627} \\ D_p &= 21,65704388 - 0,10786874 \\ D_p &= 21,54917514. \end{aligned}$$

12. Berechnung von ε , und ε' (der mittleren unteren und oberen Abweichung bez. D_p .)

Auch hier sind zuerst einige Hilfswerte zu bilden:

$$\text{Summe der } a \text{ unterhalb } D_p: \Sigma a, = V + \left(\frac{x z_0}{i}\right) \cdot \left(g_1 + \frac{x}{2}\right)$$

$$\text{Summe der } a \text{ oberhalb } D_p: \Sigma a' = N + \left(\frac{(1-x) z_0}{i}\right) \cdot \left(g_2 - \frac{1-x}{2}\right)$$

Hierin bedeuten alle Grössen genau dasselbe wie in den Formeln zur Berechnung vom $\Sigma a''$ und $\Sigma a''$, nur sind sie auf D_p bezogen.

$\Sigma a, + \Sigma a'$ muss wieder gleich Σa sein.

$$m, = v + \left(\frac{x z_0}{i}\right)$$

$$m' = n + \left(\frac{(1-x) z_0}{i}\right)$$

v und n sind die Summen der z in den Intervallen vor, bzw. hinter dem Intervall von D_p . $\left(\frac{x z_0}{i}\right)$ und $\left(\frac{(1-x) z_0}{i}\right)$ sind einfach aus der vorhergehenden Formel herüberzunehmen.

$(m, + m')$ muss gleich m sein.

Die erhaltenen Werte setzen wir ein in:

$$\text{Summe der Abweichungen unterhalb } D_p: \Sigma \Theta, = m, D_p - \Sigma a,$$

$$\text{Summe der Abweichungen oberhalb } D_p: \Sigma \Theta' = \Sigma a' - m' D_p$$

$$\text{Dann ist} \quad \varepsilon, = \frac{\Sigma \Theta,}{m,}$$

$$\varepsilon' = \frac{\Sigma \Theta'}{m'}$$

In unserem Falle wird:

$$\Sigma a, = 4516,5 + 0,04917514 \cdot 216,5 \quad (21,5 + 0,02458757)$$

$$= 4745,66$$

$$\Sigma a' = 1558 + 0,95082486 \cdot 216,5 \quad (22,5 - 0,47541243)$$

$$6091,84$$

$$\text{Probe: } \Sigma a, + \Sigma a' = 4745,66 + 6091,84 = 10\,837,5 = \Sigma a.$$

$$m, = 216 + 0,04917514 \cdot 216,5$$

$$= 226,6464$$

$$m' = 67,5 + 0,95082486 \cdot 216,5$$

$$= 273,3536$$

$$\text{Probe: } m, + m' = 226,6464 + 273,3536 = 500 = m.$$

$$\Sigma \Theta, = 226,6464 \cdot 21,54917514 - 4745,66$$

$$= 138,383$$

$$\Sigma \Theta' = 6091,84 - 273,3536 \cdot 21,54917514$$

$$= 201,296$$

$$\varepsilon, = \frac{138,383}{226,6464} = 0,6106$$

$$\varepsilon' = \frac{201,296}{273,3536} = 0,7364.$$

Probe: ε, m' muss gleich $\varepsilon' m,$ sein. Wird dieser Gleichung Genüge geleistet, so ist damit die Richtigkeit aller zur Berechnung von $\varepsilon,$ und ε' verwandten Werte bewiesen.

In unserem Falle wird:

$$\varepsilon, m' = \frac{138,383}{226,6464} \cdot 273,3536 = 166,9011.$$

$$\varepsilon' m, = \frac{201,296}{273,3536} \cdot 226,6464 = 166,9012.$$

Diese Übereinstimmung ist mehr als hinreichend, man kann auch mit einer geringeren zufrieden sein, da sich bei der fortwährenden Benutzung von Logarithmen und abgerundeten Werten die Fehler häufen können.

Anmerkung: Falls D_p und C nicht in dasselbe Intervall fallen, was bei komplexen Reihen oft vorkommt, so lässt sich diese Gleichung $\varepsilon, m' = \varepsilon' m,$ zur Bestimmung von D_p in folgender Weise verwenden.

Man nimmt irgend einen Wert für D_p beliebig an, der jedoch stets jenseits von C bzw. A liegen muss, und berechnet für diesen

$$\Delta = \varepsilon, m' - \varepsilon' m, .$$

Darauf nimmt man einen anderen Wert für D_p , für den Δ ein anderes Vorzeichen annimmt, wobei zu beachten ist, dass Δ mit wachsendem D_p abnimmt. Zwischen diesen beiden Werten muss D_p liegen, da für einen Punkt Δ gleich 0 werden muss. Auf Grund der Grösse von Δ im ersten und zweiten Falle lässt sich diese Stelle mit Annäherung bestimmen. In der Nähe dieser Stelle nimmt man wieder zwei Werte für D_p an, für die Δ ein verschiedenes Vorzeichen hat, so fährt man fort und schliesst allmählich D_p in immer engere Grenzen ein. Bei diesen Berechnungen lassen sich am besten folgende Formeln benutzen, die aus den obigen durch einfache Umformungen hervorgehen und den Vorteil besitzen, dass neben konstanten Grössen die Schwankungen von D_p innerhalb eines Intervalls gesondert als einzige veränderliche Grössen vorkommen:

$$\Sigma \Theta, = (v y_1 - V) + y v + y^2 \frac{z_0}{2i} .$$

$$\Sigma \Theta' = (N - g_2 u) + (1 - y) u + (1 - y)^2 \frac{z_0}{2i} .$$

Hierin bedeuten g_1 und g_2 die Grenzen des Intervalls, in dem man D_p sucht; v, n, V, N sind die Summen der z , bzw. die Summen der a in den Intervallen vor, bzw. hinter diesem Eingriffsintervall; z_0 ist das z dieses Intervalls. y ist der Wert, den man, um irgend ein D_p zu erhalten, zu g_1 hinzufügt.

In unserm Falle, wo diese Berechnungsart nicht notwendig, aber doch anwendbar ist, würde sich die Rechnung folgendermassen ergeben: Wir suchen D_p in dem Intervall 21,5 — 22,5; sollte diese Vermutung nicht richtig sein, so würde sich der Irrtum sofort aus den Vorzeichen von Δ ergeben, wenn man für D_p die Werte 21,5, bzw. 22,5 annimmt.

Die Annahme $D_p = 21,5$ ergibt, da in diesem Falle $y = 0$ wird:

$$\begin{aligned} \Sigma \Theta, &= (216 \cdot 21,5 - 4516,5) \\ &= 127,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \Theta, &= (1558 - 67,5 \cdot 22,5) + 1 \cdot 67,5 + 1 \cdot 108,25 \\ &= 39,25 + 67,5 + 108,25 \\ &= 215 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m, &= 216 \\ m' &= 284 \end{aligned}$$

$$\Delta = \frac{\Sigma \Theta,}{m,} \cdot m' - \frac{\Sigma \Theta'}{m'} \cdot m, = \frac{127,5 \cdot 284}{216} - \frac{215}{284} \cdot 216 = 167,64 - 163,52$$

$$\Delta = 4,12.$$

Die Annahme $D_p = 22,5$, also $y = 1$ ergibt:

$$\begin{aligned}\Sigma\Theta &= 127,5 + 1 \cdot 216 + 1 \cdot 108,25 \\ &= 451,75 \\ \Sigma\Theta' &= 39,25 \\ m &= 132,5 \\ m' &= 67,5 \\ \Delta &= 184,12\end{aligned}$$

Hier ist zu bemerken, dass man bei diesen ersten Annahmen für D_p mit starker Abrundung rechnen darf, da auch genaue Werte von Δ nicht zu einer genaueren Bestimmung von D_p führen können, weil das Abnehmen von Δ und die Zunahme von D_p nicht in einfach berechenbarer Abhängigkeit stehen.

Wenn wir also D_p von 21,5 bis 22,5 wachsen lassen, so nimmt Δ um 184,12 ab, während es nur um 4,12 abzunehmen brauchte, um den Nullwert zu erreichen. Der Umschlag von (+) zu (—) wird also jedenfalls schon im 1ten Zehntel des Intervalls 21,5—22,5 stattfinden.

Wir nehmen daher jetzt versuchsweise D_p als 21,6 an, y wird also = 0,1.

Dann ist:

$$\begin{aligned}\Sigma\Theta &= 127,5 + 0,1 \cdot 216 + 0,01 \cdot 108,25 \\ &= 150,1825 \\ \Sigma\Theta' &= 39,25 + 0,9 \cdot 67,5 + 0,81 \cdot 108,25 \\ &= 187,6825 \\ m &= 237,65 \\ m' &= 262,35 \\ \Delta &= 165,8 - 170,0 = - 4,2.\end{aligned}$$

Wir haben also zwischen 21,5 und 21,6 einen Zeichenwechsel, D_p liegt also zwischen diesen beiden Grenzen; auf Grund der Grössen von Δ muss es etwa in der Mitte, also etwa bei 21,55 liegen und zwar etwas weiter nach 21,5 hin, so dass wir es wahrscheinlich zwischen 21,54 und 21,55 zu suchen haben. Jetzt nehmen wir für D_p die Werte 21,54 und 21,55 an; falls zwischen diesen Werten Δ sein Zeichen wechselt, so ist damit die 2te Decimalstelle von D_p sicher bestimmt; die Grösse der 3ten Stelle ergibt sich wieder aus den bezüglichen Grössen von Δ mit Annäherung; wir können jetzt 2 neue D_p annehmen, die nur noch in den 3ten Stellen um 1 differieren; findet zwischen ihnen Zeichenwechsel statt, so ist damit die 3te Stelle bestimmt. So fahren wir fort, bis wir D_p mit beliebiger Genauigkeit ermittelt haben.

13. Berechnung von $\frac{D_p - C}{D_p - A}$.

$\frac{D_p - C}{D_p - A}$ ist in einer Reihe mit verhältnismässig geringer Asymmetrie annähernd gleich $\frac{\pi}{4} = 0,7854$.

In unserem Falle wird:

$$\frac{D_p - C}{D_p - A} = \frac{- 0,10786874}{- 0,12582486} = 0,8573.$$

14. Berechnung der theoretischen Reihen nach D_p und A_q .

Wir beziehen die Intervallgrenzen auf D_p ; die so erhaltenen Zahlen dividieren wir oberhalb D_p durch $\varepsilon\sqrt{\pi}$, unterhalb D_p durch $-\varepsilon\sqrt{\pi}$, d. h. mit anderen Worten, wir drücken die Intervallgrenzen in Einheiten dieser Grössen aus. Für diese so ungerechneten Intervalle entnehmen wir die Prozente, die auf jedes Intervall fallen müssen, aus einer t-Tabelle, wie man sie in Fechner's Kollektivmaßlehre S. 467 findet. Aus diesen

Prozenten erhalten wir dann die wirklichen Zahlen, indem wir unterhalb D_p mit $\frac{m_r}{100}$, oberhalb D_p mit $\frac{m'}{100}$ multiplizieren. Die Gesamtzahl muss natürlich wieder m sein.

Bei Berechnung der Reihe nach Aq , d. h. bei Annahme symmetrischer Variabilität, verfahren wir ganz ähnlich. Wir beziehen die Intervalle auf A , drücken sie in Einheiten von $q\sqrt{2}$ aus (q = der Wurzel aus dem mittleren Fehlerquadrat), suchen die Prozente für jedes Intervall und multiplizieren dieselben mit $\frac{m}{2 \cdot 100}$. Bei der Reihe nach Aq wird die untere Hälfte genau so wie die obere behandelt. — Die ganze Berechnung fassen wir in ein ähnliches Schema wie das oben beschriebene zusammen.

In unserem Falle erhalten wir:

Reihe nach D_p .

$$(-\infty) - 21,549 - (+\infty)$$

$$\varepsilon\sqrt{\pi} = 1,0822; m_r = 226,65; \quad \varepsilon'\sqrt{\pi} = 1,3052; m' = 273,35.$$

Striche	Intervalle	Intervalle, bezw. D_p	Intervalle, ungerechnet	Prozente	genaue Zahlen	abgerundete Zahlen
	$\infty - 19,5$	$\infty - 2,049$	$\infty - 1,893$	0,74	1,677210	1,5
20	19,5—20,5	2,049—1,049	1,893—0,969	16,32	36,989280	37,0
21	20,5—21,5	1,049—0,049	0,969—0,045	77,87	176,492355	176,5
22	21,5—21,549	0,049—0,000	0,045—0,000	5,07	11,491155	202,0
	21,549—22,5	0,000—0,951	0,000—0,729	69,74	190,634290	
23	22,5—23,5	0,951—1,951	0,729—1,495	26,81	73,285135	73,5
24	23,5—24,5	1,951—2,951	1,495—2,261	3,31	9,047885	9,0
	24,5— ∞	2,951— ∞	2,261— ∞	0,14	0,382690	0,5
				200,00	500,000000	500,0

In der ersten Vertikalreihe stehen einfach die Intervallzahlen, in der zweiten die genauen bisherigen Grenzen der Intervalle, an jedem Ende muss aber noch eine Horizontalreihe hinzutreten für die eventuell unter der untersten, bezw. über der obersten Grenze liegenden z ; das Intervall, in dem D_p liegt, zerfällt in 2 Teile, von denen der eine von g_1 bis D_p , der andere von D_p bis g_2 läuft. Die in der dritten Vertikalreihe stehenden Zahlen, die Intervallgrenzen bezogen auf D_p , erhält man einfach als Differenzen zwischen D_p und den früheren Intervallzahlen, z. B. $21,549 - 19,5 = 2,049$. Die Zahlen in der vierten Reihe erhält man, indem man die Zahlen der vorhergehenden Reihe unterhalb D_p durch $\varepsilon\sqrt{\pi} = 1,0822$, oberhalb D_p durch $\varepsilon'\sqrt{\pi} = 1,3052$ dividiert, z. B. $\frac{1,049}{1,0822} = 0,969$ und $\frac{1,951}{1,3052} = 1,495$; die Differenz zwischen 2 aufeinander folgenden Zahlen dieser Reihe muss unterhalb D_p gleich $\frac{1}{1,0822} = 0,924$, oberhalb D_p gleich $\frac{1}{1,3052} = 0,766$ sein, eine Beziehung, die man entweder als Kontrolle oder auch als Berechnungsart überhaupt benutzen kann; es können sich jedoch kleine Unterschiede bei beiden Berechnungsarten einstellen, wenn man den Grad der Abrundung bei beiden Rechnungsarten nicht genau gleich wählt. Die fünfte Reihe erhält man nach der Fechner'schen Tabelle auf folgende Art: man sucht die Prozente auf, die auf den Abstand von 0 bis zu der oberen, bezw. unteren Grenze eines Intervalls der vorhergehenden Reihe entfallen, und subtrahiert die erhaltenen Zahlen von einander, z. B.:

für 1,893 findet man 99,26 %
 für 0,969 findet man 82,94 %
 Die Differenz beträgt 16,32 %; es entfallen also 16,32 %
 auf das Intervall 1,893 — 0,969.

Die Summe der Zahlen in der 5ten Reihe muss gleich 200 sein.

Die Zahlen der 6. Vertikalreihe sind die Produkte der 5. in $\frac{m_r}{100} = 2,2665$ unterhalb und $\frac{m'}{100} = 2,7335$ oberhalb D_p ; die Gesamtzahl muss gleich $m = 500$ sein. Die letzte Vertikalreihe endlich enthält die

abgerundeten Zahlen. Bei der Abrundung muss man die Erhöhungen und Erniedrigerungen so ausgleichen, dass sich wieder $m = 500$ als Gesamtzahl ergibt; hierbei ist man zuweilen gezwungen gegen die gewöhnlichen Abrundungsregeln zu verstossen. In dieser Reihe werden die Zahlen des Intervalls von D_p wieder zusammengezogen.

Reihe nach A_q .

$$(-\infty) - 21,675 - (+\infty)$$

$$q = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{m}} = 0,7819; \quad q\sqrt{2} = 1,1058; \quad m = 500.$$

Striche	Intervalle	Intervalle bez. A	Intervalle ungerechnet	Prozente	genaue Zahlen	abgerundete Zahlen
	$\infty - 19,5$	$\infty - 2,175$	$\infty - 1,967$	0,55	1,375	1,5
20	19,5—20,5	2,175—1,175	1,967—1,063	12,73	31,825	31,5
21	20,5—21,5	1,175—0,175	1,063—0,158	69,04	172,600	172,5
22	21,5—21,675 21,675—22,5	0,175—0,000 0,000—0,825	0,158—0,000 0,000—0,746	88,54	221,350	221,5
23	22,5—23,5	0,825—1,825	0,746—1,650			
24	23,5—24,5	1,825—2,825	1,650—2,555	1,93	4,825	5,0
	24,5— ∞	2,825— ∞	2,555— ∞	0,03	0,075	0,0
				200,00	500,000	500,0

Die Zusammenstellung ist wie die nach D_p gebildet, nur dass die 4te Reihe durch Division mit $q\sqrt{2} = 1,1058$ und die ganze 6. durch Multiplikation mit $\frac{m}{2 \cdot 100} = 2,5$ gebildet wird. In der letzten kommt ein Fall von willkürlicher Erniedrigung vor, in dem man für 31,825 31,5 schreiben muss, da im Falle einer Erhöhung die Gesamtzahl gleich 500,5 werden würde. Die Zusammenziehung des Intervalls von A kann hier schon in der Prozent-Reihe erfolgen, da ja oberhalb und unterhalb A mit derselben Zahl multipliziert wird.

Differenzentabelle.

Wenn man die Reihen nach D_p und A_q berechnet hat, handelt es sich noch darum ihre mehr oder minder grosse Abweichung von der empirischen Reihe festzustellen. Zu diesem Zwecke subtrahiere man die Zahlen der empirischen Reihe in jedem Intervall von den bez. Zahlen der berechneten Reihen und addiere in beiden Fällen diese Differenzen ohne Rücksicht auf das Vorzeichen. Die erhaltenen Summen sind ein Maß der Abweichung.

In unserem Falle erhalten wir:

Differenzentabelle

Intervalle	emp. Reihe	Reihe (D_p)	Reihe (A_q)	Diff. (D_p)	Diff. (A_q)
$\infty - 19,5$	0,0	1,5	1,5	+ 1,5	+ 1,5
19,5—20,5	19,5	37,0	31,5	+ 17,5	+ 12,0
20,5—21,5	196,5	176,5	172,5	- 20,0	- 24,0
21,5—22,5	216,5	202,0	221,5	- 14,5	+ 5,0
22,5—23,5	62,0	73,5	68,0	+ 11,5	+ 6,0
23,5—24,5	5,5	9,0	5,0	+ 3,5	- 0,5
24,5— ∞	0,0	0,5	0,0	+ 0,5	+ 0,0
	500,0	500,0	500,0	69,0	49,0

Diese Zusammenstellung ist ohne weiteres verständlich: so wird + 17,5 in der Vertikalreihe Diff. (D_p) gefunden als $37,0 - 19,5 = + 17,5$ und - 24 in der Vertikalreihe Diff. (A_q) als $172,5 - 196,5 = - 24$. Zieht man die Summen der Vertikalreihen Diff. (D_p) und Diff. (A_q) mit Rücksicht auf das Vorzeichen, so ergibt sich in beiden Fällen 0, da die Summe der positiven Zahlen gleich der der negativen ist.

D. Nachtrag.

Während des Druckes dieser Abhandlung waren wir in der Lage ausser einigen im Text bereits aufgeführten Messungsreihen noch mehrere andere zu gewinnen, die hier in einem Nachtrage noch kurz Erwähnung finden mögen. Ein Teil derselben konnte noch in die Maßtabellen aufgenommen werden; die andern werden hier nachgefügt.

1. *Drepanopsetta*. (Vergl. S. 225.)

Von besonderem Interesse sind eine Anzahl von Messungen an *Drepanopsetta*-Eiern, welche in der Zeit vom 17./3 bis zum 23./4 1900 auf der Grossen Fischerbank gefangen wurden. Die Gesamtmenge der in dieser Zeit gefangenen und gemessenen Eier betrug nicht mehr als 302 und trotzdem wurde die enorme Variationsbreite von 44 bis 81 Strich (E) oder von 1,383 bis 2,547 mm beobachtet. Diese Messungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tab. 31. Eier von *Drepanopsetta platessoides* von der Grossen Fischerbank. März bis April 1900.

	Reihe	I.	17./3—19./3	24./3	80	Mittel		Zahl	Variationsumfang	
						Strich (E)	mm		Strich (E)	mm
	„	II.	27./3—29./3	6./4—7./4	97	64,087	2,015	67,031	2,017	1,572 bis 2,327
	„	III.	8./4—14./4	18./4—19./4	37	62,757	1,973	62,757	1,973	1,635 „ 2,547
	„	IV.	23./4	2./5—3./5	88	57,892	1,820	57,892	1,820	1,572 „ 2,452
		Zusammen			302					1,383 bis 2,547

Strich (E)	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
Eizahlen	I.	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	1	5	4	5	6	10,5
	II.	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	1,5	3	1,5	2	0,5	3	5
	III.	—	—	—	—	—	1	—	—	0,5	2	2,5	—	1	1,5	2,5	2	2	1,5
	IV.	1	1,5	1,5	2	3,5	3	2,5	3	5	4	3,5	3	8	2,5	2,5	3,5	3	6
Zusammen:		1	1,5	1,5	2	3,5	3	4,5	4	6	4,5	6,5	7,5	9,5	7,5	10,5	12	10,5	17
		4			8,5			14,5			18,5			27,5			39,5		

Strich (E)	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
Eizahlen	I.	6,5	6,5	3,5	5	3	1,5	5	4,5	1,5	3	4,5	1	—	—	—	—	—	—
	II.	6	3,5	6,5	11,5	5	6,5	7	4,5	4	4	7	4	1,5	2,5	—	0,5	1,5	1,5
	III.	4	2,5	1	4	0,5	2,5	2	1	1	0,5	0,5	—	—	—	0,5	0,5	—	—
	IV.	3,5	2	4	3,5	1,5	3	1,5	1,5	1	1	—	—	—	0,5	0,5	—	—	—
Zusammen:		20	14,5	15	24	10	13,5	15,5	11,5	7,5	8,5	12	5	1,5	3	1	1	1,5	1,5
		57		49			40,5			28			9,5			3,5			2

Diese grössere Zahl von Messungen bestätigt zunächst die schon oben S. 226 u. S. 286 ausgesprochene Vermutung, dass bei Eibestimmungen ausschliesslich nach der Grösse eine Verwechslung von Schollen- und *Drepanopsetta*-Eiern möglich ist. Die Variationsumfänge beider Arten greifen nicht allein erheblich übereinander, sondern es zeigt sich jetzt, dass die Maße für das Schollenei mit 52 bis 67 Strich (E) vollständig innerhalb des Variationsumfanges von *Drepanopsetta* mit 44 bis 81 Strich (E) liegen.

Die mathematische Analyse der vier obigen Messungsreihen von *Drepanopsetta* zeigt ferner, dass dieselben äusserst unregelmässig sind und sich kaum ohne weiteres den Wahrscheinlichkeitsgesetzen der Kollektivmaßlehre fügen. Zum Teil freilich erklärt sich diese Unregelmässigkeit der Messungsreihen durch ihre im Verhältnis zu dem grossen Variationsumfang sehr kleinen Zahlen — höchstens 97 —, wodurch die reinen Zufälligkeiten zu wenig ausgeglichen werden. Vergrössert man, wie wir es bei der Summierung der obigen Reihen gethan haben, die Intervalle auf das Dreifache, so werden die Reihen schon erheblich regelmässiger. Immerhin bleibt aber auch dann noch eine entschiedene Unregelmässigkeit, namentlich eine sehr starke Asymmetrie bestehen, für die man eine Erklärung suchen muss. Wir vermuten, dass dieselbe dadurch gegeben ist, dass die *Drepanopsetta*-Eier unmittelbar nach der Ablage eine ausserordentlich grosse Menge Wasser und mehr als irgend ein andres schwimmendes Fischei aufnehmen. Sie verhalten sich in dieser Beziehung gleichsam umgekehrt wie die mit Perenyi'scher Flüssigkeit konservierten und stark schrumpfenden Eier; bei den letzteren Verkleinerung der Eier mit zunächst daraus folgender Verkleinerung des Variationsumfanges, bei den ersteren Vergrösserung der Eier und entsprechend des Variationsumfanges. Eine weitere Vergrösserung des letzteren wird dann sicher dadurch herbeigeführt, dass die Vergrösserung des einzelnen Eies durch Wasseraufnahme nach Zufall variiert. Endlich dünkt es uns wahrscheinlich, dass die Vergrösserung bei der Wasseraufnahme bis zu einem gewissen Grade eine Funktion der Grösse des Eies vor der Wasseraufnahme ist, indem vielleicht die grösseren Eier relativ mehr Wasser aufnehmen als die kleineren oder auch umgekehrt. In diesen beiden Fällen muss zunächst eine Vergrösserung der Asymmetrie der Reihen entstehen, und zweitens eine deutliche Störung ihrer Gesetzmässigkeit, so dass sie nun nicht mehr allein den Regeln der Wahrscheinlichkeit folgen.

Es geht hieraus hervor, dass man die Regeln der Kollektivmaßlehre auf *Drepanopsetta*-Eier nicht ohne weiteres anwenden kann, und dass in dieser Beziehung von ihnen dasselbe gilt wie von den mit Perenyi'scher Flüssigkeit konservierten und geschrumpften Eiern. Man wird daher bei *Drepanopsetta* eine sichere Bestimmung in allen Fällen nicht nach der Grösse, sondern nur nach morphologischen Merkmalen ausführen können, was glücklicherweise durch den grossen perivitellinen Raum fast immer möglich sein wird. Bei der Konservierung mit 1% Formalin in Seewasser bleibt der grosse perivitelline Raum des *Drepanopsetta*-Eies vollkommen wasserhell. Die Grösse des Eies wird nach unsern Erfahrungen bei dieser Art der Konservierung nicht wesentlich verändert.

2. Flunder. (Vergl. S. 217.)

An die in der Maßtabelle II aufgeführte Messungsreihe vom 12./3 1900 schliessen sich folgende beiden Serien an, welche die zu erwartende Abnahme des Eimittels erkennen lassen. Die letztere beträgt demnach in 3 Monaten $0,996 - 0,915 = 0,081$ mm oder 8,13 % des anfänglichen mittleren Durchmessers.

Strich (E)	26—27 — 28 — 29 — 30 — 31 — 32 — 33	
1900 27./3 40—50		
MI. NW von Helgoland	1,5 + 3 + 8 + 6 + 1,5	= 20 . A = 30,150 = 0,948 mm
1900 25.—28./4 20 - 40 MI.		
NW von Helgoland	1 + 2,5 + 10 + 12,5 + 8,5 + 3,5 + 1,5 + 0,5	= 40 . A = 29,100 = 0,915 mm

3. Schellfisch. (Vergl. S. 239.)

Unsere Messungen an Schellfischeiern schliessen im Text (vergl. S. 241) mit einer vom 17. bis 19.3 1900 auf der Grossen Fischerbank gefangenen Serie ab. Ihr schliessen sich 5 Parallelserien an, welche ebendort vom 27. bis 31./3 1900 gefangen und vom 7. bis 12./4 gemessen wurden. — Diese sind in der Maßtabelle X des Anhangs noch berücksichtigt worden. Seitdem haben wir weitere Schellfischeier von ebendort und aus dem Skagerrak gemessen, welche in der Zeit vom 8./4 bis 7./5 1900 gefangen worden sind. Diese Messungen fügen sich mit einer deutlichen Verkleinerung des Mittels den vorerwähnten sehr gut an. Folgende Zahlen geben eine Übersicht über dieselben.

**Tab. 32. Masse von Schellfischeiern von der Grossen Fischerbank und aus dem Skagerrak.
April und Mai 1900.**

Strich (E)	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
1. Eizahlen			2	+ 4,5	+ 13	+ 29,5	+ 52	+ 54	+ 24,5	+ 13,5	+ 6,5	+ 0,5 = 200. A 44,475 = 1,398 mm
2.			2	+ 7	+ 13	+ 11,5	+ 10,5	+ 4	+ 2			= 50. A 42,830 = 1,347 „
3.			0,5	+ 2,5	+ 2,5	+ 6,5	+ 7,5	+ 10,5	+ 7	+ 5	+ 2,5	+ 0,5 = 45. A 42,689 = 1,342 „

1. gefischt auf der Grossen Fischerbank 8./4—12./4 1900; gemessen 18.—19./4. — 2. gefischt ebenda 23./4 1900; gemessen 2./5. — 3. gefischt im Skagerrak 4.—6./5 1900; gemessen 12./5.

Aus diesen Messungen ergibt sich, dass die Variationsbreite des Schellfischeies, die in unserer Bestimmungstabelle S. 296 zu 1,26 bis 1,67 mm angegeben ist, sich um weitere zwei Striche (E) nach unten vergrössert und damit bis auf 1,19 mm hinuntergeht. Sie beträgt also im Ganzen 1,666—1,195 = 0,471 mm oder 28,3 % des grössten Durchmessers. Die mittlere Eigrösse verringert sich vom Februar bis Mai von 1,526 auf 1,342 also um 0,184 mm oder 12 % des ersten Mittels.

Bemerkenswert ist, dass unter den im Skagerrak gefischten Eiern zwei hier nicht mit aufgeführte von 37 und 38 Strich (E) gefunden wurden, deren Embryonen nach völliger Ausbildung des Pigments den Eindruck von Schellfischen machten, vielleicht aber auch als *Gadus pollachius* angesehen werden müssen, da diese, soweit bis jetzt bekannt, dem Schellfisch in der Pigmentierung vollkommen gleichen.

4. Kabeljau. (Vergl. S. 243.)

An die letzte Messungsreihe vom 27. März 1900, die in unserer Maßtabelle XI, 4 aufgeführt ist, schliesst sich folgende weitere vom 25. April 1900 an. Diese Eier wurden auf zwei Stellen, 30 und 40 ML. NW. von Helgoland, gefangen und vom 26. bis 30. April gemessen.

Strich (E)	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
Eizahlen	3	+ 3	+ 22	+ 25	+ 55,5	+ 41	+ 30,5	+ 14,5	+ 4	+ 1,5 = 200. A 41,395 = 1,301 mm.

Demnach beträgt die Variationsbreite des Kabeljau-Eies 1,603—1,163 = 0,440 mm oder 27,4 % des grössten Durchmessers; die mittlere Eigrösse geht von Mitte Januar bis Ende April von 1,444 mm herab auf 1,301, vermindert sich also um 0,143 mm oder 10 % des ersten Mittels.

5. Wittling. (Vergl. S. 249.)

Zu den im Text und in den Maßtabelle aufgeführten Messungen kommen folgende neueren Messungen aus dem Jahre 1900 hinzu.

**Tab. 33. Masse von Wittlings-Eiern von Helgoland, der Grossen Fischerbank und dem Skagerrak.
März bis Mai 1900.**

Strich (E)	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
1. 50 ML. NW v. Helgold. 27. 3; gem. 28./3 - 4./4.					2	+ 16	+ 26	+ 26,5	+ 12	+ 6,5 + 1 = 90. A 37,600 = 1,182 mm
2. Grosse Fischerbank 23./4 gem. 2./5.			4	+ 26	+ 37,5	+ 24,5	+ 7	+ 1		= 100. A 35,075 = 1,103 mm
3. 40 ML. NW v. Helgold. 7./5.; gem. 9.—11./5.			3	+ 16	+ 38	+ 13,5	+ 4	+ 0,5		= 75. A 35,013 = 1,101 mm
4. Skagerrak 4.—6./5; ge- messen 12./5.			1	+ 4,5	+ 16	+ 20,5	+ 29,5	+ 10,5	+ 2	= 84. A 35,333 = 1,111 mm
5. 30 u. 40 ML. NW v. Hel- gold. 31./5; gem. 1.—2./6.			4	+ 21,5	+ 20	+ 13	+ 1,5			= 60. A 33,775 = 1,062 mm

Bei den drei Reihen 2. bis 4. ist beachtenswert, dass sie fast völlig gleiche Variationsbreiten und Mittelwerte zeigen, trotzdem sie von drei weit von einander entfernt liegenden Teilen der Nordsee stammen.

Die Abnahme des Einmittels vom Anfang Februar bis Ende Mai beträgt 1,211—1,062 = 0,149 mm oder 12,3 % des ersten Mittels.

Der Vergleich dieser nachträglichen Messungen von Gadiden-Eiern der Arten *aeglefinus*, *morrhua* und *merlangus* mit unseren früheren zeigt einige ganz auffallende Erscheinungen, die uns zu einer etwas genaueren Erörterung Veranlassung geben.

Seite 199 des theoretischen Teils haben wir drei Messungsreihen der Gruppe *merlangus-luscus* aus dem März, April und Mai 1899 gegeben. Die aus 107 Eiern bestehende Aprilreihe zeigt mit einem Mittel von 35,44 Strich (E) gegen die aus 38 Eiern bestehende Märzreihe mit dem Mittel von 37,855 einen so starken plötzlichen Absturz des Mittelwertes, wie wir sie damals bei Eiern, die nachweislich derselben Art angehören, noch nicht beobachtet hatten. Die Aprilreihe von 1899 giebt gleichzeitig in ausgesprochenem Grade das Beispiel eines eingezogenen Polygons, d. h. einer aus zwei Eisorten mit verschiedenen, wenn auch naheliegenden Mitteln gemischten Reihe. Wir vermuteten und wurden hierin noch durch den ebenfalls komplexen Charakter der Märzreihe bestärkt, dass vom April ab neben *merlangus*-Eiern auch eine Anzahl von *luscus*-Eiern jenen Fängen beigemischt waren, die wir aber als solche nicht erkannt hatten. Die soeben im Nachtrag aufgeführten Messungsreihen von Wittlingseiern aus dem März und April 1900 (1 und 2) zeigen nun genau den gleichen plötzlichen Absturz der Mittelwerte vom März bis April und ebenso genau dieselbe komplexe Natur der Aprilreihe wie im Vorjahre, was auf den ersten Blick erkennbar ist. Die Eier des Jahres 1900 sind nun aber vollkommen sicher als Wittlingseier bestimmt und damit ist natürlich die Möglichkeit gegeben, dass auch die Wittlingseier vom April 1899 alle dieser einen Art angehören, und dass unsere Annahme von der Beimischung von *luscus*-Eiern falsch ist.

Es ist nun wichtig zu sehen, dass eine ganz ähnliche Erscheinung bei den Eiern vom Kabeljau und Schellfisch hervortritt, wie nachfolgende Zusammenstellung der Monatsmittel ergibt.

<i>Gadus aeglefinus</i>				<i>Gadus morrhua</i>			
	Zahl	Mittel		Zahl	Mittel		
Mitte Febr. 1900	52	48,538 Strich (E)	Mitte Febr. 1898	114	45,675 Strich (E)		
„ März „	100	45,625 „	„ März 1900	200	44,933 „		
„ April „	200	44,475 „	Ende „ „	200	44,235 „		
Anfang Mai „	45	42,689 „	„ April „	200	41,395 „		

Bei beiden Arten zeigt sich ein charakteristischer Absturz des Mittelwertes im letzten Monat, beim Schellfisch ausserdem vom Februar zum März. Die in Betracht kommenden Messungsreihen selbst zeigen ebenfalls eine ausgesprochen komplexe Natur, besonders z. B. die oben mitgeteilte Kabeljaureihe vom Ende April 1900 mit dem Mittel 41,395 Strich (E). Hier stürzt die Reihe auf der einen Seite bei 39, auf der andern Seite bei 44 Strich (E) plötzlich ab und liefert somit ein ausgezeichnetes Beispiel für ein eingezogenes Polygon. Da auch in diesen beiden Fällen die Vermischung zweier Species wegen der sicheren Bestimmung der Eier ganz ausgeschlossen ist, so müssen wir hier sowohl wie beim Wittling nach einer andern Erklärung dieser auffälligen Erscheinung suchen.

Vorbehaltlich weiterer Untersuchungen möchten wir vermuten, dass diese Erscheinung damit zusammenhängt, dass die älteren und grösseren Fische einer Art früher laichen als die jüngeren und kleineren, und dass ferner annähernd gleich grosse und zu gleicher Zeit laichfertige Fische scharenweise an bestimmten Plätzen die Eier ablegen. Ähnliches haben wir bereits bei der Makrele (vergl. S. 277) vermutet und zwar auf Grund der Thatsache, dass hier die Abnahme der Eimittel von Anfang Juni bis Anfang August eine sehr unregelmässige ist und zu gleichen Zeiten und auch an naheliegenden Orten ganz erheblich schwanken kann.

Die Wahrscheinlichkeit, dass die Individualität eines aus besonders grossen oder besonders kleinen Individuen zusammengesetzten Laichschwarms sich in der mittleren Eigrösse geltend macht, scheint uns am grössten im Anfang und zu Ende der Laichperiode einer Species zu sein. Man kann vermuten, und dies wird durch mancherlei Beobachtungen an verschiedenen Fischen bestätigt, dass Schwärme besonders grosser Individuen einer Fischart erheblich früher ihr Laichgeschäft durchführen als die grosse Masse der mittleren Fische; auf diese Weise würde sich erklären, dass im Anfang der Laichperiode der Art, wenigstens an einzelnen Orten, Eier mit besonders hohem mittleren Durchmesser gefischt werden können, denen dann das Gros der mittleren Fische mit ziemlich schroffem Absturz in der Eigrösse folgt. In ähnlicher Weise könnten am Ende der Laichzeit Schwärme besonders kleiner Fische als Nachzügler beim Laichen sich durch ein bedeutend kleineres Mittel der Eigrösse vom Gros der mittleren Fische abheben. In dem mittleren und Hauptabschnitt der Laichperiode einer Art, in der das Gros der Individuen dieser Art laicht, wird zwar naturgemäss auch eine allmähliche Abnahme des Eimittels sich bemerkbar machen, aber kaum in so schroffen

Abstürzen sich zeigen können, weil zu einer und derselben Zeit und an demselben Orte viel mehr verschiedene Eigrössen mit einander gemischt sein müssen als am Anfang und am Ende der Laichperiode. Wenn diese Vermutung richtig ist, so müsste sie durch eine andre Erscheinung bestätigt werden. Man müsste finden, dass die im Anfang und die am Ende der Laichperiode einer Art planktonisch gefischten Eier eine geringere Variabilität aufweisen als die in der mittleren Hauptperiode des Laichens gefischten. Jene von mehr in der Grösse gleichartigen Fischen abstammend, würden sich in ihrer geringeren Variabilität denjenigen Eiern nähern, die durch künstliche Befruchtung von ein und demselben Fische gewonnen sind. Einige unserer Messungsreihen scheinen diese Vermutung zu bestätigen. Wir finden z. B. beim Kabeljau

bei ca. 200	Februar-Eiern	einen Variationsumfang	von 11 Strich (E)
„	„ Mitte März-	„	„
„	„ Ende	„	„
„	„ April-	„	„

Dieser Versuch, die erwähnte auffallende Erscheinung zu erklären, ist vorläufig ganz hypothetischer Art; vielleicht sind dabei noch viele andre komplizierte Momente mit im Spiele. Jedenfalls ist dieser Gegenstand interessant und wichtig genug, um zu weiteren und genaueren Untersuchungen aufzufordern.

6. *Motella* sp. (Vergl. S. 260 ff.)

Alle von uns im Texte aufgeführten Messungen von *Motella*-Eiern beziehen sich auf Eier, welche bei Helgoland oder doch in der Nähe dieser Insel gefangen worden sind. Deshalb war es uns willkommen, dass wir neuerdings noch in die Lage kamen, eine Serie *Motella*-Eier zu messen, welche am 4./5 bis 6./5 im Skagerrak, ca. 40 ML. NNO. von Hanstholm gefangen und von uns am 14./5 gemessen wurden. Dieselben ergaben folgende Reihe:

Strich (E)	24	—	25	—	26	—	27	—	28	—	29	—	30
Eizahlen	1,5	+	14,1	+	34	+	36	+	11	+	1,5	+	1,5

= 100. — $A = 26,510$ Strich (E) = 0,834 mm

Das Mittel ist um mehr denn 2 Strich höher als das bei Helgoland im Mai an *Motella*-Eiern beobachtete und es ist daher sehr wahrscheinlich, dass es sich bei diesen Eiern um eine andere Art, also vielleicht *M. cimbrica*, handelt, und es ist möglich, dass die Eier dieser Art grösser sind als diejenigen von *M. mustela*. Freilich kann dies vorläufig nur eine Vermutung sein, da man bisher über den Beginn der Laichzeit dieser Form wenig Zuverlässiges weiss.

7. *Brosmius brosmæ*.

In den ersten Tagen des Mai 1900 erhielten wir eine von uns bis dahin noch nicht beobachtete Art von Eiern, welche am 23. April auf der Grossen Fischerbank erbeutet worden war. Diese Eier besaßen Durchmesser von 41 bis 45 Strich (E) oder von 1,29 bis 1,41 mm und eine ziemlich grosse rot gefärbte Ölkugel von 0,25 bis 0,30 mm Durchmesser. Die Pigmentierung der Embryonen, namentlich die eigentümliche Ansammlung von schwarzem Pigment — in Gestalt einer Bürste — am äussersten Ende des Schwanzes, welches sonst in der Regel ganz frei bleibt von Pigment, und der sonderbare grünliche Schimmer, welcher sich an den äussersten Enden des Embryos, am Kopfe und in der Schwanzspitze, kurz vor dem Ausschlüpfen bemerkbar machte, liessen keinen Zweifel darüber, dass es sich um Eier von *Brosmius brosmæ* handelte, die durch McJntosh auf künstlich befruchtetes Material gestützte zuverlässige Beschreibungen bekannt geworden sind (vergl. 51b p. 288 pl. XV, 5—14; XVI, 19—21). Die von McJntosh beschriebenen Eier stammten von den Shetlands Inseln, wo sie im April und Mai erbeutet worden waren und besaßen mit einem Eiddurchmesser von 1,33 und einer Ölkugel von 0,23 bis 0,27 mm etwa dieselben Abmessungen wie unsre oben erwähnten.

Wir haben die 24 von uns beobachteten Eier zur Aufstellung der folgenden Messungsreihe benutzt. (Datum d. Messung 2./5 1900.)

Strich (E)	41	—	42	—	43	—	44	—	45
Eizahlen	0,5	+	2,5	+	8,5	+	9,5	+	3

= 24. — $A = 43,500$ Strich (E) = 1,368 mm.

Tafelerklärung.¹⁾

Tafel IX.

- Fig. 1. Ei von *Pleuronectes limanda* mit Embryo, künstlich befruchtet, nach dem Leben, Durchmesser 27 Strich (E) = 0,849 mm.
- Fig. 2. Ein ebensolches Ei, konserviert, Durchmesser 24 Strich (E) = 0,755 mm.
- Fig. 3. Ei von *Pleur. flesus* mit Embryo, nach dem Leben, künstlich befruchtet, Durchmesser 32 Strich (E) = 1,006 mm.
- Fig. 4. Ein ebensolches Ei, konserviert, Durchmesser 27 Strich (E) = 0,849 mm.
- Fig. 5. Ei von *Pleur. platessa* mit Embryo, nach dem Leben, künstlich befruchtet, Durchmesser 62 Strich (E) = 1,949 mm.
- Fig. 6. Ein ebensolches Ei, konserviert, Durchmesser 54 Strich (E) = 1,698 mm.
- Fig. 7.²⁾ Ei von *Gadus merlangus* aus dem Plankton bei Helgoland vom 30./1 98, nach dem Leben, Durchmesser 38 Strich (E) = 1,195 mm.
- Fig. 8. Dasselbe Ei am folgenden Tage.
- Fig. 9. Ein ebensolches Ei, konserviert, Durchmesser 34 Strich (E) = 1,069 mm.
- Fig. 10. Larve aus dem in Fig. 8 abgebildeten Ei vom 1./2 98, nach dem Leben, 3,16 mm lang. Vergr. $\frac{25}{1}$.
- Fig. 11. Dieselbe Larve im Profil.
- Fig. 12. Eine ebensolche Larve, 5 bis 6 Tage älter, vom 14./2 98, nach dem Leben, 4,0 mm lang. Vergr. $\frac{32}{1}$.
- Fig. 13. Eine ebensolche Larve mit nahezu vollständig resorbiertem Dottersack vom 17./2 98, nach dem Leben, 4,0 mm lang.
- Fig. 14. Jugendliche Larve von *Gadus aeglefinus*, nach dem Leben, vom 13./2, aus einem im Plankton gefundenen Ei ausgeschlüpft, 5 mm lang. Vergr. $\frac{23}{1}$.
- Fig. 15. Ei von *Raniceps raninus* aus dem Plankton bei Helgoland, vom 19./7, nach dem Leben, Durchmesser 27 Strich (E) = 0,849 mm.
- Fig. 16. Larve aus einem solchen Ei gleich nach dem Ausschlüpfen, nach dem Leben, 2,90 mm lang. Vergr. $\frac{30}{1}$.
- Fig. 17. Eine ebensolche Larve mit resorbiertem Dottersack vom 11./7, nach dem Leben, 2,98 mm lang. Vergr. $\frac{30}{1}$.

¹⁾ Alle hier wie im Texte gegebenen Eiabbildungen sind im Verhältnis von $\frac{1}{0,03144}$ vergrößert, d. h. die Anzahl der Striche (E) im Durchmesser des Objekts ist durch ebensoviele Millimeter in der Abbildung wiedergegeben.

²⁾ Die in dem Unterdruck der Tafel zweifelhaft gelassene Zugehörigkeit des Eis zu *Gadus merlangus* ist inzwischen sicher gestellt.



gez. v. E. E. E. E. E.

gez. v. E. E. E. E. E.

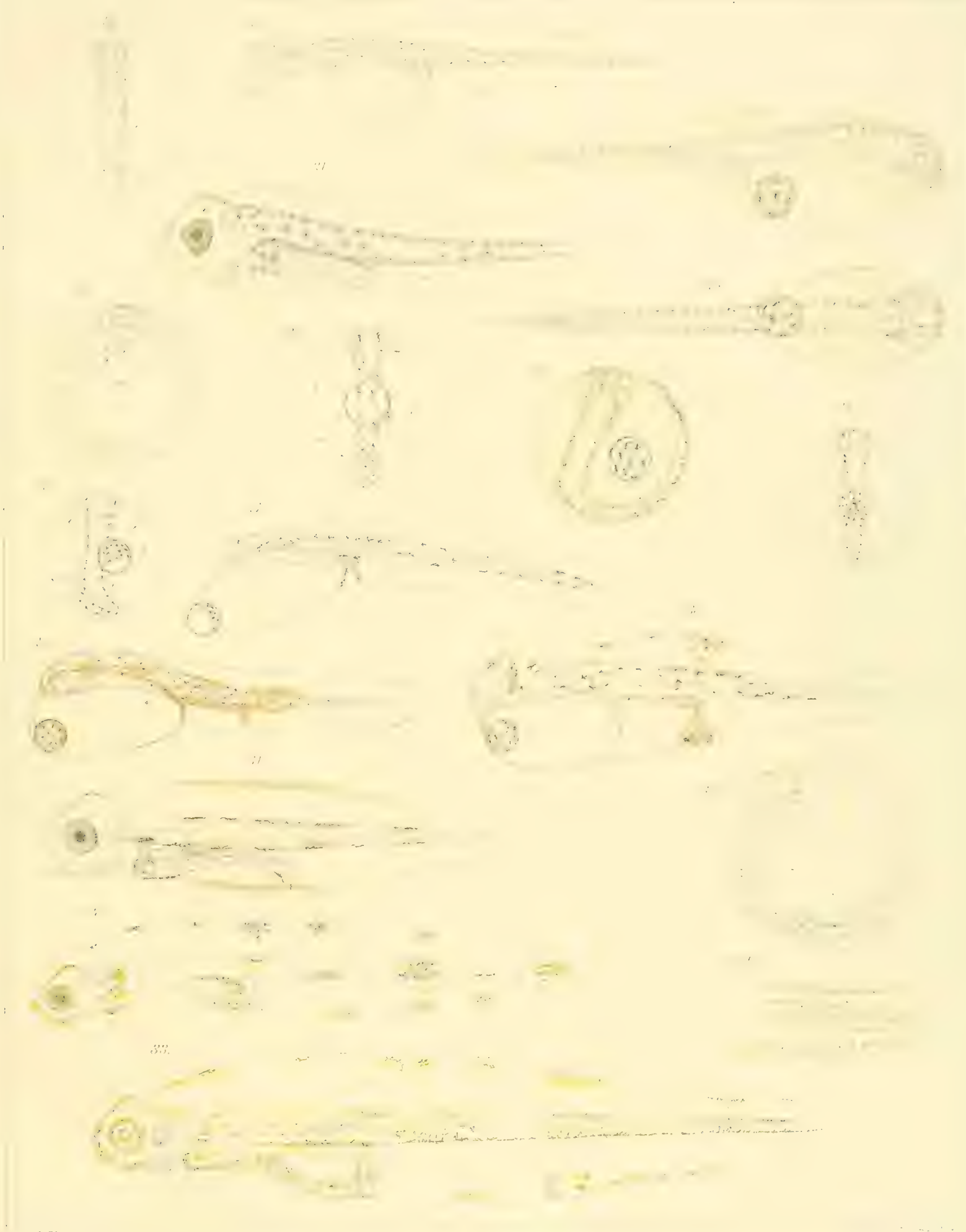
1-2 *Pleuronectes limanda*. 3-4 *Pl. flesus*. 5-6 *Pl. platessa*. 7-13 *Gadus spec. (merlangus?)* 14 *G. aeglefinus*. 15-17 *Raniceps raninus*.

Tafelerklärung.

Tafel X.

- Fig. 18. Gadidenei aus dem Plankton bei Helgoland vom 8./8, nach dem Leben, wahrscheinlich *Gadus luscus*, Durchmesser 33 Strich (E) = 1,038 mm.
- Fig. 19. Dasselbe Ei, 2 Tage später.
- Fig. 20. Larve aus diesem Ei vom 11./8, nach dem Leben, 3,14 mm lang. Vergr. $\frac{30}{1}$.
- Fig. 21. Dieselbe Larve, 3 Tage älter, nach dem Leben.
- Fig. 22. Ei von *Lota molva* aus dem Plankton 24. MI. NNW von Helgoland, vom 19. April, nach dem Leben, Durchmesser 33 Strich (E) = 1,038 mm.
- Fig. 23. Dasselbe Ei, einen Tag älter, nach dem Leben.
- Fig. 24. Larve von *Lota molva* L. aus einem ähnlichen Ei, am 25. April ausgeschlüpft, nach dem Leben, Länge 3,14 mm. Vergr. $\frac{32}{1}$.
- Fig. 25. Dieselbe von der Bauchseite gesehen.
- Fig. 26. Ei von *Mullus surmuletus*,¹⁾ aus dem Plankton bei Helgoland, vom 23. Juni, nach dem Leben, Durchmesser 27 Strich (E) = 0,849 mm.
- Fig. 27. Larve aus diesem Ei, am 26. Juni ausgeschlüpft, nach dem Leben, Länge 2,83 mm. Vergr. $\frac{33}{1}$.
- Fig. 28. Ei von *Caranx trachurus* aus dem Plankton bei Helgoland, vom 3. August, nach dem Leben, Durchmesser 30 Strich (E) = 0,943 mm.
- Fig. 29. Larve von *Caranx trachurus* aus einem planktonisch gefischten Ei, kurze Zeit nach dem Ausschlüpfen am 6. August, nach dem Leben, 2,58 mm lang. Vergr. $\frac{32}{1}$.
- Fig. 30. Ähnliche Larve, 1 bis 2 Tage älter, vom 29. Juni, nach dem Leben, 2,7 mm lang. Vergr. $\frac{38}{1}$.
- Fig. 31. Ähnliche Larve vom 6. Juni mit nahezu resorbiertem Dottersack, nach dem Leben, 3,24 mm lang. Vergr. $\frac{32}{1}$.
- Fig. 32. Künstlich befruchtetes Ei von *Pleuronectes microcephalus*, etwa 24 Stunden vor dem Ausschlüpfen, nach dem Leben, Durchmesser 42 Strich (E) = 1,320 mm.
- Fig. 32a. Hinterkörper eines ebensolchen Embryos mit der Pigmentierung der Flossensäume.
- Fig. 33. Larve von *Pleuronectes microcephalus*, 2 Tage alt, aus künstlich befruchteten Eiern, nach dem Leben, vom 20./6, Länge 5,5 mm. Vergr. $\frac{30}{1}$.
- Fig. 34. Ebensolche Larve, 8 Tage alt, vom 26./6, nach dem Leben, Länge 5,46 mm. Vergr. $\frac{24}{1}$.

¹⁾ Im Unterdruck der Tafel steht fälschlich *M. barbatus*



18-21. *Gadus* sp. (*fuscus* Willughby?) 22-25. *Lota molva* L. 26-27. *Mullus barbatus* L. 28-31. *Caranx trachurus* L.

32-31. *Pleuronectes microcephalus* Donov.

Druckfehler und Berichtigungen.

Seite 141	Zeile 5	von unten	lies 53 %	statt 50 %
„ 142	„ 1	„ „	„ D = 41	„ 40.
„ 154	„ 12	„ oben	„ A = 61,900	„ 61,000.
„ 163	„ 1	„ „	„ a = $\alpha \pm \varphi$ und $\alpha = a \mp \varphi$	statt $\alpha = \alpha \pm \varphi$ und $a = a \mp \varphi$.
„ 180	„ 14	„ „	„ Masse	statt Maße.
„ 182	Tabelle 4	lautet berichtigt:	3. Pleuronectes flesus	26—35 Strich (E) = 0,817—1,100 mm.
			5. Gadus merlangus	31—42 „ = 0,975—1,320 „
			6. „ morrhua	37—51 „ = 1,163—1,603 „
			7. „ aeglefinus	38—53 „ = 1,195—1,666 „
			8. Pleur. platessa	52—67 „ = 1,635—2,106 „
			9. Drepanopsetta plat.	44—84 „ = 1,383—2,641 „
			18. Caranx trachurus	26—33 „ = 0,817—1,038 „
			23. Trigla sp.	35—49 „ = 1,100—1,541 „
„ 195	Zeile 12	von unten	lies vergrössern	statt verkleinern.
„ 218	„ 21	„ „	„ mehreren	„ unsern.
„	„ 7 u. 16	„ „	„ Ende April	„ Mitte April.
„ 223	„ 3	„ oben	„ 1,63—2,11 mm	„ 1,67—2,11 mm.
„ 225	„ 20	„ unten	„ 1,38—2,64	„ 1,48—2,64 „
„ 239	„ 5	„ oben	„ 1,19—1,67	„ 1,32—1,67 „
„ 243	„ 22	„ unten	„ 1,163—1,603	„ 1,226—1,603 „
„ 249	„ 4	„ oben	„ 0,97—1,32	„ 1,01—1,32 „
„ 275	„ 14	„ unten	„ 0,25—0,35	„ 0,25—0,28 „
„ 276	„ 18	„ oben	„ meist	„ immer.
„ 285	„ 4	„ unten	„ fast vollkommen	„ vollkommen.
„ 295	„ 23	„ „	„ 0,25—0,35 mm	„ 0,28 mm.
„ 296	„ 15	„ oben	„ 1,19—1,67	„ 1,26—1,67 mm.
„	„ 26	„ „	„ 0,97—1,32	„ 1,01—1,32 „
„ 305	„ 9	„ unten	„ 80	„ 100

Seite 158—161, 173—179, 186—193 und 200 sind bei den Species Kliesche, Flunder, Scholle, Schellfisch die Hinweise auf die Maßtabellen des Anhangs dadurch unrichtig geworden, dass in den Tabellen I, II, III, X durch nachträgliche Einschreibungen die Reihenfolge verändert wurde. Meist sind die Reihennummern in den Tabellen um 1 höher als die Hinweise angegeben. Daher muss es z. B. auf S. 158 Zeile 11 von oben heißen: **Masstabelle II, 11** statt **II, 10** u. s. w. Zuweilen ist die Verschiebung eine bedeutendere, z. B. S. 159 Zeile 8 von oben lies **Masstabelle X, 8** statt **X, 1**.

Variation und Asymmetrie bei *Pleuronectes flesus* L.

(Statistisch untersucht.)

Von

Dr. Georg Duncker

in

Hamburg.

Mit Tafel XI bis XIV, 3 Figuren im Text, mehreren Text- und 7 Anhangstabellen.

Vorbemerkung.

Die Untersuchungen zu der vorliegenden, wesentlich morphologischen Abhandlung wurden in den Monaten August bis Oktober 1897 zu Plymouth ausgeführt. Dank der gütigen Erlaubnis des Herrn Direktors E. J. Allen durfte ich das vorzügliche Laboratorium der British Marine Association mit seinen reichen Hilfsmitteln in ausgedehntester Weise benutzen. Die Herren E. J. Allen und E. W. L. Holt verschafften mir das wertvolle Material und unterstützten meine Arbeiten nach jeder Richtung hin. Herr Prof. W. F. R. Weldon, welcher sich damals ebenfalls in Plymouth aufhielt, führte mich auf meine Bitte in Pearson's grundlegende Methodik ein und brachte mir dadurch manches Opfer an Zeit und Mühe. Ich hege allen genannten Herren gegenüber eine aufrichtige und tiefe Dankbarkeit für die stets bereitwillig gewährte und lebenswürdige Förderung, die sie meinen Untersuchungen sowohl, wie mir persönlich erwiesen haben, und möchte nicht verfehlen, dieser Dankbarkeit hier an erster Stelle Ausdruck zu verleihen.

Die Aufgabe, welche ich mir gestellt hatte, war die statistische Untersuchung einiger Asymmetrie-Verhältnisse von *Pleuronectes flesus* L., da die descriptiv morphologische (stereometrische) Definition von Symmetrieverhältnissen sich mir als ungenügend erwiesen hatte. Zur Lösung dieser Aufgabe aber waren Untersuchungen der Variabilität und der Korrelation der in Betracht kommenden Merkmale wesentliche Vorbedingung. Dabei stellten sich dann wieder Rassenverschiedenheiten des benutzten Materials gegenüber den früher untersuchten Formen von der deutschen Küste heraus, welche nicht unberücksichtigt bleiben durften und über welche im ersten Kapitel Rechenschaft gegeben ist. Der betreffende Abschnitt dieses Kapitels kann als eine Ergänzung meiner früheren Untersuchungen über die Rassenbildung der Flunder und der Scholle der deutschen Küsten [7] betrachtet werden.

In dieser Hinsicht besteht also ein Zusammenhang der vorliegenden Arbeit mit einem der wohlbekanntesten Ziele der „Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen“, der Erforschung der Rassenbildung bei den marinen Nutzfischen. Die hier angewandte statistische Methode, die natürlich noch mancher Vervollkommnung und Erweiterung fähig bleibt, ist sowohl für die speziellen Fragen der Rassenforschung — cf. Heincke, Naturgeschichte des Herings [18] — als für solche mor-

phologischen Fragen überhaupt, die sich auf die natürlichen Individuengruppen, nicht bloss auf das untersuchte individuelle Objekt erstrecken, von hervorragender Bedeutung, und durch ihre Anwendung nach verschiedenen Richtungen hin wird ihre Leistungsfähigkeit im ganzen und nach jeder einzelnen derselben gehoben. Herrn Prof. Dr. Fr. Heincke, welcher, durch derartige Erwägungen veranlasst, mir die Publikation dieser Arbeit in den „Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen“ freundlichst anbot, bin ich für dieselbe, bei den mancherlei Schwierigkeiten, welche der Veröffentlichung einer viel Zahlenmaterial enthaltenden Abhandlung entgegenstehen, zu besonderem Danke verpflichtet.

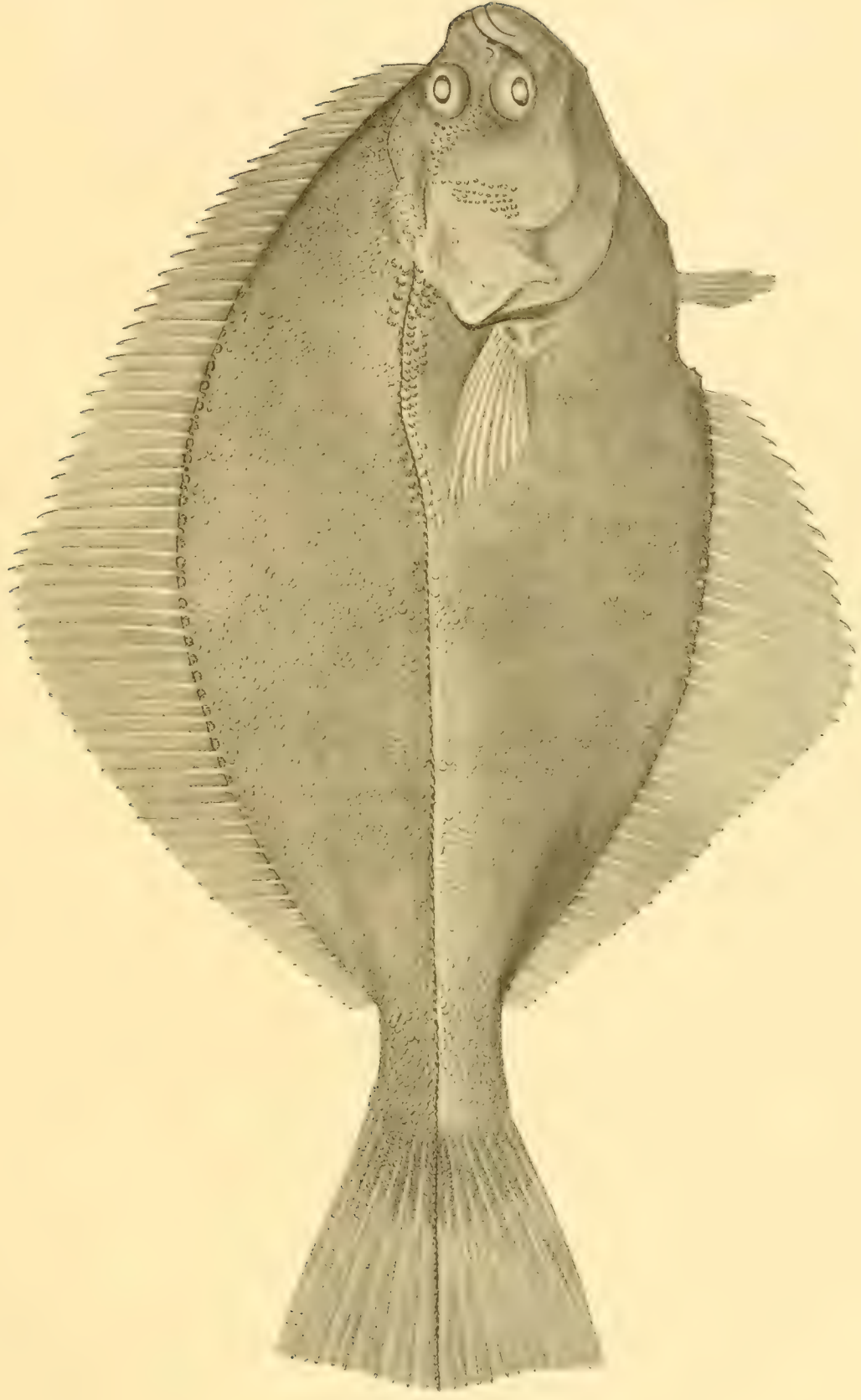
Als Gegenstand der Untersuchungen wählte ich die Strahlzahlen der verschiedenen Flossen, weil dieselben leicht und sicher bestimmbar und, wie mir von früher bekannt, in den paarigen Extremitäten hochgradig von der allgemeinen Körperasymmetrie der Plattfische beeinflusste Merkmale darstellen. Ausserdem wurde der Verlauf der beiderseitigen Supraoccipitaläste der Seitenlinie berücksichtigt. Gegen meine ursprüngliche Absicht musste ich leider die Wirbelzahlen, deren Beziehung zu den Strahlzahlen der Kielflossen in mehr als einer Beziehung Interesse böte, ausser Acht lassen, da die Präparation der Wirbelsäule bei jedem einzelnen Individuum mehr Zeit in Anspruch nahm, als mir damals zur Verfügung stand. — Selbstverständlich ergab die Untersuchung der zahlreichen Individuen nebenbei manche Befunde, denen vielleicht auch der reine Morphologe ein Interesse abgewinnen kann.

Die mitgeteilten Anhangs-Tabellen enthalten nicht nur die verarbeiteten Resultate, sondern auch den grössten Teil des Materials der Untersuchungen (Tab. 2, 4, 6). Die letzteren können ausser zur Kontrolle meiner Angaben auch zur Beantwortung neu auftauchender Fragen verwertet werden. Die graphischen Darstellungen der Variations- und Differenzreihen sind sämtlich in gleichem Maßstabe gehalten, und es wäre wünschenswert, dass in biologisch-statistischen Arbeiten überhaupt eine einheitliche Art derselben durchgeführt würde, da dies den Vergleich der Befunde an verschiedenartigem Material ausserordentlich erleichtert.

Erklärungen der statistisch-mathematischen Ausdrücke sind nur soweit gegeben, als letztere neu sind. Denjenigen Leser, der sich für die statistische Arbeitsrichtung und ihre Resultate interessiert, ihr jedoch noch fremd gegenübersteht, muss ich, was die Erklärungen der gebräuchlichen Ausdrücke anlangt, auf meinen Aufsatz „Die Methode der Variationsstatistik“ [10] oder auf Davenport's neu erschienenen Büchlein „Statistical methods with special reference to biological variation“ [5] hinweisen. Dem Autor einer statistisch-morphologischen Arbeit muss allmählich dasselbe Recht gewährt werden, wie demjenigen einer descriptiv-morphologischen: die Bekanntschaft seiner Leser mit den üblichen Terminis technicis vorauszusetzen.

Hamburg, 31. Oktober 1899.

Georg Duncker.



Inhaltsangabe.

	Seite
I. Das Untersuchungsmaterial	339
1. Objekte der Untersuchung. — 2. Geschlechtsverteilung. — 3. Augenstellung. — 4. Totallänge. — 5. Rassencharakteristik.	
II. Prüfung der Homogenität des Materials	341
1. Augenstellung. — 2. Altersdifferenzen. — 3. Geschlechtsdifferenzen.	
III. Variation	344
1. Erläuterungen. — 2. Allgemeine Ergebnisse. — 3. Kielflossen. — 4. Paarige Merkmale. — 5. Zusammenfassung.	
IV. Korrelation	351
1. Tabellenerklärung. — 2. Sexuelle Verschiedenheiten. — 3. Korrelation und Asymmetrie. — 4. Mangel korrelativer Beziehungen. — 5. Prüfung einiger gefundener Korrelations-Koeffizienten. — 6. Nicht messbare Korrelation. — 7. Zusammenfassung.	
V. Die Asymmetrie der paarigen Merkmale	357
1. Stereometrische Definition bilateraler Symmetrie. — 2. Statistische Eigenschaften bilateral-homologer Merkmale. — 3. Differenzreihen und Differenzpolygone. — 4. Statistische Definition bilateraler Symmetrie-Verhältnisse. — 5. Asymmetrieindex. — 6. Alters- und Geschlechtsverschiedenheiten. — 7. Analyse der Differenz-Reihen. — 8. Korrelative Beziehungen der Differenz-Reihen. — 9. Lokale Verschiedenheit der Symmetrie-Verhältnisse. — 10. Zusammenfassung.	
VI. Morphologische Bemerkungen	369
1. Strahlteilungen. — 2. Seitenlinie. — 3. Abnormitäten.	
VII. Ergebnisse	378
VIII. Litteratur	383
Anhang: 7 Tabellen.	
Tafel-Erklärung.	

I. Untersuchungsmaterial.

1. Objekte der Untersuchung.

Ich untersuchte im Ganzen 1120 Individuen von *Pleuronectes flesus* L., welche während der Zeit vom 1. August bis zum 15. October 1897 in dem Hamoaze-River¹⁾ bei Plymouth gefangen wurden, einzeln auf nachstehende Merkmale hin:

1. Geschlecht.
2. Augenstellung.
3. Totallänge.
4. Strahlenzahl der Rückenflosse (D).
5. Strahlenzahl der Afterflosse (A).
6. 7. Strahlenzahl der linken und der rechten Brustflosse (Ps und Pd).
8. 9. Zahl der Teilstrahlen in der linken und in der rechten Brustflosse (Pdivs und Pdivd).
10. 11. Strahlenzahl der linken und der rechten Bauchflosse (Vs und Vd).
12. 13. Zahl der Teilstrahlen in der linken und in der rechten Bauchflosse (Vdivs und Vdivd).
14. 15. Endigungsstellen des linken und des rechten Supraoccipitalastes der Seitenlinie an der Rückenflosse, bezeichnet durch die Ordnungszahl desjenigen Flossenstrahles, dem sie zunächst liegen (Ls und Ld).

Die Resultate der Einzeluntersuchungen wurden für jedes Individuum in eine Formel zusammengefasst und die Gesamtmenge der Formeln auf verschiedene Tabellen, den Verschiedenheiten der ersten drei Merkmale entsprechend, verteilt.

2. Geschlechtsverteilung.

Unter den 1120 Individuen befanden sich 602 männliche (= 53,75 %) und 518 weibliche (= 46,25 %). Dies Zahlenverhältnis stimmt gut mit dem von mir [7] an Material anderer Fundorte beobachteten (51,2 % ♂, 48,8 % ♀) überein.

3. Augenstellung.

Von den Männchen waren 40 (= 6,64 %), von den Weibchen 20 (= 3,86 %), im Ganzen also 5,36 % der Individuen linksäugig. Im Vergleich zu deutschem Material erscheint dieser Prozentsatz sehr gering. Apstein²⁾ fand unter 154 jungen (3,5—8,4 cm langen) Tieren aus der Eckernförder Bucht 56 (= 36,4 %), ich³⁾ unter 90 gleichfalls jungen (1,9—6,6 cm langen) aus der Neustädter Bucht 31 (= 34,4 %) linksäugige; unter 225 marktreifen⁴⁾ Stücken aus der westlichen Ostsee und von der Nähe der Elbmündung erhielt ich dagegen nur

¹⁾ Dieser River ist eine schmale, dem Gezeitenwechsel ausgesetzte und tief ins Land einschneidende Meeresbucht, deren Fauna durchaus marin erscheint; ich beobachtete dort u. a. *Pleuronectes platessa*, *Pl. limanda*, *Labrax lupus*, *Agonus cataphractus*, *Syngnathus acus*, *Carcinus maenas*, *Portunus* sp.

²⁾ Mitth. dtseh. Seefischereiver. 1894 No. 5.

³⁾ *ibid.* 1897 No. 1.

⁴⁾ Ich verstehe unter „marktreif“ Tiere von ca. 20 cm Länge und darüber.

53 (= 23,6 %) linksäugige, sodass der Prozentsatz der letzteren bei den jungen Tieren höher war. Dementsprechend finde ich auch bei dem Plymouth-Material in den drei kleineren der sechs unterschiedenen Grössengruppen linksäugige Exemplare etwas häufiger, als in den drei grösseren (geschlechtsreifen) und zwar bei beiden Geschlechtern in dem nahezu gleichen Verhältnis 1 : 0,85 ($\delta = 7,14 : 6,12$ %, $\text{♀} = 4,20 : 3,52$ %). Unter 192 metamorphosierenden Larven von Megavissey-Harbor waren nur 11 (= 5,73 %) linksäugige, also nicht mehr, als unter dem noch nicht geschlechtsreifen Teil des Materials.

Da eine nachträgliche Veränderung der Augenstellung bei den Plattfischen ausgeschlossen ist, so lässt sich nur auf eine höhere Sterblichkeit der linksäugigen Exemplare gegen die Geschlechtsreife hin schliessen.⁴⁾ Ob der von mir gefundene Unterschied der Geschlechter in der Augenstellung — nahezu $1\frac{3}{4}$ mal so viel linksäugige Männchen, wie Weibchen — ein durchgreifender ist, muss einstweilen dahingestellt bleiben.

4. Totallänge.

Es gelangten Tiere von 7,6—39,7 cm Totallänge (gemessen von der Schnauzenspitze bis zum Hinterende der Schwanzflosse) zur Untersuchung. Da dieselben während des Verlaufs von $2\frac{1}{2}$ Monaten gefangen wurden, stand eine genaue Abgrenzung der einzelnen Jahrgänge gegeneinander durch ihre Totallänge, welche der Annahme Petersen's [27] entsprechen würde, von vornherein nicht zu erwarten. Die von mir für die rechtsäugigen Individuen jedes Geschlechts gezogene Grössenkurve (Tafel XIII, Fig. 1) jedoch lässt überhaupt nur die Abgrenzung der kleinsten, mutmasslich $\frac{1}{2}$ ³ bis $\frac{1}{4}$ jährigen Altersgruppe zu; alle übrigen Altersgruppen greifen hinsichtlich der Totallänge in einander über. Sehr auffällig ist der Unterschied, den das Geschlecht auf die Maximalgrenze der Totallänge ausübt; das grösste Weibchen ist 7 cm länger als das grösste Männchen, und grosse Weibchen treten weit zahlreicher auf, als grosse Männchen, obgleich in der Gesamtheit die Männchen überwiegen. Die Bedeutung dieses Verhaltens unterliegt zwei Auffassungsmöglichkeiten: entweder ist das Längenwachstum für beide Geschlechter das gleiche und der Unterschied entsteht dadurch, dass die Weibchen aus irgend einem Grunde ein höheres Lebensalter erreichen, als die Männchen; oder die Lebensdauer beider Geschlechter ist dieselbe, dagegen ihre Wachstumsgeschwindigkeit verschieden, so dass die Weibchen die grössere Chance haben, eine hohe Totallänge zu erreichen. Aus meinen Kurven lässt sich, soviel ich sehe, kein Anhaltspunkt für die Entscheidung entnehmen; persönlich halte ich die zweite Auffassung für die zutreffendere. Der ausserordentlich flache Abfall besonders der weiblichen Grössenkurve gegen das obere Extrem scheint darauf hinzuweisen, dass mindestens für dieses Geschlecht keine obere Wachstumsgrenze besteht. Genau das gleiche Verhalten der Geschlechter hinsichtlich der Totallänge beobachtete Garstang ([13] p. 251—252) an der Makrele (*Scomber scomber* L.).

Nach der Färbung und der Grösse der Geschlechtsorgane zu urteilen, tritt die Geschlechtsreife der Plymouth-Flunder bei ca. 22 bis 24 cm Totallänge ein. — Cunningham [4] erwähnt in seinen Färbungsexperimenten zweier Männchen, welche mit zwei Jahren und bei ca. 22,5 cm Totallänge Milch abgaben (p. 794).

5. Rassencharakteristik.

Die Flunderform von Plymouth (Tafel XI) besitzt gegenüber denen der deutschen Küste gewisse deutlich hervortretende Unterschiede. In erster Linie ist es die Beschuppung, in welcher die Plymouth-Form ein zwischen der des Mittelmeers und jener der südöstlichen Nordsee befindliches Stadium erreicht hat. Während sie der letzteren in der Beschuppung der Augenseite — Dornwarzen längs der Basis der Rücken und Afterflosse, sowie Dornen oder Ctenoidschuppen längs des vorderen Drittels, resp. der vorderen Hälfte der Seitenlinie — ähnelt, hat sie mit der ersteren die so gut wie ausschliesslich eykloide Beschuppung der Blindseite gemeinsam; höchstens am Vorderende der Seitenlinie findet man ganz vereinzelte Ctenoidschuppen. Ausnahmen in dieser Beziehung kommen selten vor und sind dann vorwiegend auf solche Exemplare beschränkt, deren Blindseite mehr oder weniger gefärbt ist. Aber auch derartige „Doppelfärbungen“ scheinen mir, wenn-

⁴⁾ Vielleicht ist eine Erfahrung erwähnenswert, die ich kürzlich (Ende Mai 99) mit 67 jungen (1,5—3 cm langen) Elbbutt machte. Für das Aquarium gefangen, erlitten diese 67 Tiere einen längeren Transport in demselben Gefäss unter gleichen Bedingungen; es kamen lebend an 14 links- und 31 rechtsäugige; es gingen unterwegs ein 11 links- und 11 rechtsäugige.

gleich ich keinen exakten zahlenmässigen Vergleich in dieser Beziehung anstellen kann, seltener bei der Plymouth-Flunder, als bei denen der deutschen Küste, speciell der westlichen Ostsee aufzutreten, bei welchen letzteren die Beschuppung der Blindseite bekanntlich einen hohen Grad der Rauheit erreicht und die Blindseite normaler Weise etwas Pigmentierung aufweist [7]. In den relativen Dimensionen ähnelt die Plymouth-Flunder der der südöstlichen Nordsee; sie ist eine schlanke, ziemlich kurzköpfige Form mit gestrecktem Schwanzstiel.

Wie die Ostsee- und die Nordseeflunder, so bietet auch die hier in Rede stehende Form wiederum beträchtliche Eigentümlichkeiten der Strahlzahlen in Rücken- und Afterflosse. Nur für die letztere habe ich mit der Zeit ein etwas grösseres Vergleichsmaterial gesammelt; so besitzen

170 Individuen der westlichen Ostsee ¹⁾	im Mittel	39,46	A-Strahlen.
171 „ „ südöstlichen Nordsee ²⁾	„ „	41,56	„
1120 „ von Plymouth	„ „	43,61	„

Im Mittelmeer variiert die A nach Günther [14], sowie nach Carus [3] von 41—48; bei näherer Untersuchung wird auch hier der Variationsumfang sich als bedeutend weiter herausstellen. Doch lässt sich aus diesen Angaben bereits entnehmen, dass der Mittelwert wahrscheinlich bei 45 liegt.

In Tafel I Fig. 4 gebe ich die prozentuarischen Variationspolygone der A bei den drei oben genannten Formen.³⁾ Wie später zu beweisen, besteht zwischen D und A positive Correlation beträchtlicher Intensität, so dass die Verhältnisse der D-Strahlen bei jenen drei Formen ähnlich liegen müssen.

Differenzen der Strahlzahlen entsprechend den verschiedenen Fundorten einer Species sind weit in der Klasse der Fische verbreitet; ich beobachtete solche bis jetzt bei *Acerina cernua*, *Cottus gobio*, *Pleuronectes flesus*, *Pl. platessa* und schliesse auf sie bei *Siphonostoma typhle*, deren Rückenflosse bei Individuen verschiedener Fundorte sich über eine ungleiche Zahl von Körperringen erstreckt. Heincke [15—18] wies dasselbe Verhalten für Gobiiden, Cypriniden und Clupeiden, Eigenmann [11] für *Leuciscus (Abramis) balteatus*, Garstang [13] für *Scomber scomber*, Moenkhaus [21—23] für *Etheostoma caprodes* nach. Endlich hat Bumpus [2] neuerdings ähnliche Lokaldifferenzen an *Pleuronectes americanus* gefunden. Ich gebe hier die Mittelwerte und Variabilitätsindizes der D. und der A. nach seinen Zählungen an 200 Individuen von Waquoit, Mass., und Bristol, R. J., um die relative Ähnlichkeit dieser Werte mit den homologen von *Pl. flesus* zu zeigen:

$$D. M = 65,06, \varepsilon = 2,4467$$

$$A. M = 48,62, \varepsilon = 1,8181.$$

Hinsichtlich der Beschuppung und der Strahlzahl der Kielflossen steht demnach die Plymouth-Form der Flunder zwischen der der südöstlichen Nordsee und der des Mittelmeeres; letztere wurde 1862 von Günther [14] als eine besondere Spezies, *Pl. italicus*, beschrieben.

Schliesslich ist die freundliche mündliche Mitteilung Mr. Holt's zu erwähnen, dass Larven und eben asymmetrische Junge der Flunder nicht bei Plymouth, sondern weiter ausserhalb an der offenen Seeküste, so z. B. besonders häufig bei Megavissey-Harbor, gefunden werden.

II. Prüfung der Homogenität des Materials.

Wesentliche Vorbedingung jeder statistischen Bearbeitung irgendweleher Beobachtungsreihen ist, dass sie mit vergleichbaren Objekten zu thun hat. Das Beobachtungsmaterial muss ein durchaus homogenes sein, wenn seine statistische Behandlung zuverlässige Schlüsse ergeben soll, und so erwächst vor derselben die Aufgabe, die Homogenität des Materials zu prüfen, um etwaige Fehlerquellen rechtzeitig ausschliessen zu können.

¹⁾ Kieler und Neustädter Bucht.

²⁾ Ober- und unterhalb der Elbmündung.

³⁾ Deckungsarea der Polygone:

Ostsee : Nordsee = 52,6 %

Ostsee : Plymouth = 18,0 %

Nordsee : Plymouth = 56,4 %

1. Augenstellung.

Eine Störung der Homogenität des Gesamtmaterials beruhte zunächst in der verschiedenen Augenstellung der Individuen. Bei der frappanten Differenz, welche die beiden Körperseiten eines Plattfisches im Zusammenhang mit der verschiedenartigen Einwirkung des Lichts und des berührenden Mediums auf sie in jeder Beziehung aufweisen, ist es von vorn herein ausgeschlossen, die homologen Körperseiten von Individuen verschiedener Augenstellung als gleichwertig zu betrachten. Es war also erforderlich, wenigstens soweit paarige Merkmale in Betracht kommen, die 60 linksäugigen Individuen aus der Statistik fortzulassen. — Die weiteren beiden Hauptfaktoren, bei denen ein ungünstiger Einfluss auf die Homogenität des Materials vorauszusehen war, sind Alter und Geschlecht.

2. Altersdifferenzen.

Streng genommen ist es unmöglich, das Alter eines freilebenden Fisches zu bestimmen; wie bereits erwähnt, lassen auch die Grössenkurven nichts sicheres in dieser Beziehung erkennen. So muss es für die Praxis genügen, diejenigen Veränderungen festzustellen, welche mit dem Wachsen der Totallänge erfolgen, und die letztere dabei als Maß des Lebensalters der Individuen zu betrachten.

Ich teilte zu diesem Zweck das rechtsäugige Gesamtmaterial in sechs Grössengruppen von je ca. 5 cm Umfang ein (bis 9,9 cm = I, 10,0—14,9 cm = II, 15,0—19,9 cm = III, 20,0—24,9 cm = IV, 25,0—29,9 cm = V, 30 cm und mehr = VI). Je vier männliche und drei weibliche dieser Gruppen enthalten 100 und mehr Individuen, und es wurden die Mittelwerte der einzelnen untersuchten Merkmale in ihnen bestimmt. Zeigten dieselben bei beiden Geschlechtern von Gruppe zu Gruppe gleichgerichtete, womöglich in bestimmtem Verhältnis zur Totallänge stehende Abänderungen, so wurden diese als Folgen des „Alters“ betrachtet. Zur Bestimmung etwaiger Altersveränderungen der Variabilitätsindizes erwies sich das untersuchte Material zu klein. — cf. Tabelle 1a.

Unter den Gesamtstrahlzahlen der Flossen bieten die der V. überhaupt keine wesentlichen Veränderungen. In den je zwei Kiel- und Brustflossen liegt das Minimum der Strahlzahl mit zwei Ausnahmen (δ A und δ Pd) stets in Gruppe II, während das Maximum einmal (δ A) auf Gruppe III, in allen übrigen Fällen auf die Gruppen IV—VI fällt. Zwischen Minimum und Maximum findet, abgesehen von einer geringfügigen Ausnahme in δ D, ein kontinuierliches Ansteigen der Strahlzahlen statt. Gruppe I liegt in allen Fällen ausser einem (δ Pd) über dem Minimum, Gruppe VI verhält sich mehrfach in einem und demselben Merkmal bei beiden Geschlechtern verschieden und zeigt in fünf Fällen der Gruppe V gegenüber ein mehr oder minder starkes Steigen, in drei Fällen ein Herabsinken der Strahlzahlen.

Bei der Beurteilung dieser Resultate ist zu berücksichtigen, dass die Gruppe I und VI nur spärlich¹⁾ vertreten sind und ihre Mittelwerte daher keinen Anspruch auf Zuverlässigkeit mehr erheben können. Zwischen den Gruppen II und V aber sind alle beobachteten Altersdifferenzen sehr gering, und innerhalb derselben zeigen nur die P übereinstimmendes Verhalten bei beiden Geschlechtern, indem ihre Strahlzahl mit der Totallänge um einen geringen Betrag zunimmt. Diese Zunahme dürfte durch Strahlenneubildung an der ventralen Kante der Flosse erfolgen, woselbst häufig sehr unvollkommen entwickelte Strahlen anzutreffen sind.

Bezüglich der Gesamtstrahlzahlen²⁾ lassen sich also Altersdifferenzen mit einiger Sicherheit nur in den P nachweisen; doch sind auch diese so gering, dass man das vorliegende Material in dieser Beziehung als homogen betrachten darf.

Die Altersveränderungen der Teilstrahlzahlen (Tab. 1a, No. 5—8 und 11—14) in den paarigen Flossen treten viel gesetzmässiger auf und sind besonders dadurch beachtenswert, dass sie in allen acht Fällen (je zwei Flossenpaare für beide Geschlechter) zwei deutlich getrennte Maxima aufweisen. Eins derselben liegt stets in Gruppe II und zu ihm findet ein Ansteigen von Gruppe I her statt. Es folgt ein starkes, meist³⁾

¹⁾ I mit 25 δ und 20 δ , VI mit 6 δ und 38 δ .

²⁾ Beiläufig sei erwähnt, dass es mir auch bei anderen Fischen (*Acerina cernua*: 1900 Ind., *Cottus gobio*: 354 Ind.) nicht gelungen ist, deutliche Altersabänderungen in der Zahl der Flossenstrahlen aufzufinden.

³⁾ Einzige Ausnahme: δ V divid, wo das Minimum erst in Gruppe IV erreicht wird.

bis zum Minimum reichendes Herabsinken in Gruppe III und hierauf ein weiteres Ansteigen gegen Gruppe V bzw. Gruppe VI. Diese Erscheinung ist in Tafel I Fig. 2 für die relative (prozentuarische) Anzahl der Teilstrahlen (Tab. 1a No. 7, 8, 13, 14) in den einzelnen Flossen graphisch dargestellt; doch tritt sie auch in den direkt beobachteten Zahlen (Tab. 1a No. 5, 6, 11, 12) deutlich hervor. Es ist vorläufig gänzlich unbekannt, durch welche Prozesse sie hervorgerufen wird.

Ls und Ld weisen, wie von vornherein zu erwarten, keinerlei distinkte Altersveränderungen auf.

3. Geschlechtsdifferenzen.

Durch das Geschlecht werden die untersuchten Merkmale in doppelter Weise beeinflusst, indem einerseits ihre Mittelwerte, andererseits ihre Variation dadurch modifiziert werden können. Als kürzester und zugleich treffendster Ausdruck für die letztere diene hier der Variabilitätsindex des Merkmals, d. i. die

Wurzel seiner mittleren quadratischen Abweichung: $\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum (x^2)}{n}}$. Das Vergleichsmaterial, welches zur Untersuchung der Geschlechtsdifferenzen vorliegt, ist zahlreicher, als das, welches für die Altersdifferenzen zur Verfügung steht (ca. 600 ♂ und 500 ♀). So lassen sich bei dieser Untersuchung gewisse statistische Kautelen anwenden, welche die Zuverlässigkeit der Resultate erhöhen.

Bekanntlich sind aus empirischen Beobachtungen ermittelte Durchschnittswerte, wie die hier in Betracht kommenden, nicht absolut zuverlässig; man hat bei ihnen mit einem wahrscheinlichen Fehler von bestimmter Grösse zu rechnen. Differieren nun solche Durchschnittswerte, so können ihre Differenzen durch die Fehlerhaftigkeit der Werte selbst bedingt sein oder aber auf wirkliche Verschiedenheiten derselben hindeuten. Die ermittelte Differenz selbst unterliegt ebenfalls einem wahrscheinlichen Fehler, welcher die Wurzel aus der Summe der Quadrate der wahrscheinlichen Fehler der differierenden Werte ist (Pearson und Filon [25] p. 230). Drückt man jetzt die beobachtete Differenz ($\hat{\delta}$) durch ihren wahrscheinlichen Fehler ($E\hat{\delta}$) aus, so erhält man die Grösse $x = \frac{\hat{\delta}}{E\hat{\delta}}$ des Integrals $\int y dx$ der Gauss'schen Fehlerkurve; das letztere, welches in Tabellen nachgesehen werden kann (z. B. Ludwig [20] p. 8, Davenport [5] p. 55; in dieser sind die Werte für $\frac{x}{\sigma}$ mit dem Näherungsfaktor $\frac{3}{2}$ zu multiplizieren, um sie $\frac{\hat{\delta}}{E\hat{\delta}}$ zu vergleichen), ergibt unmittelbar die Wahrscheinlichkeit dafür, dass es sich bei der Differenz um wirkliche Verschiedenheiten der Beobachtungsreihen, nicht bloss um Fehlerhaftigkeit ihrer Durchschnittswerte handelt. Einige der betr. Werte sind:

$\hat{\delta} : E\hat{\delta}$	W.	$\hat{\delta} : E\hat{\delta}$	W.	$\hat{\delta} : E\hat{\delta}$	W.
0,0	0,0000	1,5	0,6883	3,0	0,9570
0,5	0,2641	2,0	0,8227	4,0	0,9930
1,0	0,5000	2,5	0,9082	5,0	0,9993

In allen vorliegenden Fällen, in welchen $\hat{\delta} : E\hat{\delta} > 1$, ist es somit wahrscheinlich, dass die gefundene Differenz der Ausdruck wirklicher sexueller Verschiedenheiten ist.

Tabelle 1b enthält die Mittelwerte und die Variabilitätsindizes (M und ε) jedes der 12 Merkmale für die männlichen, die weiblichen und für sämtliche Individuen berechnet, ferner die wahrscheinlichen Fehler (E) und die Differenzen ($\hat{\delta}$) der männlichen und weiblichen Werte, die wahrscheinlichen Fehler der Differenzen ($E\hat{\delta}$) und die Quotienten zwischen den Differenzen und ihren wahrscheinlichen Fehlern ($\hat{\delta} : E\hat{\delta}$). Durch negative Vorzeichen dieser Quotienten und der Differenzen wird ausgedrückt, dass die Weibchen die höheren der verglichenen Werte aufweisen.

In den Kielflossen sind die Mittel bei den Weibchen ausgesprochen höher als bei den Männchen, die Variabilitätsindizes dagegen höher im männlichen Geschlecht und zwar in der A in stärkerem Maße als in der D; die Strahlzahlen sind also bei den Weibchen durchschnittlich höher, als bei den Männchen, verhalten sich aber bei den letzteren variabler. In auffällig ähnlicher Beziehung zu einander stehen Ps und Pd einer-, Ls und Ld andererseits. Die Mittelwerte sind stets bei den Männchen höher; die Variabilitätsindizes

der vier genannten Merkmale sind auf der Blindseite, und zwar zu Gunsten der Männchen, sexuell verschieden, auf der Augenseite dagegen wahrscheinlich gleich. Die beiden Bauchflossen differieren übereinstimmend hinsichtlich der Mittelwerte ihrer Gesamtstrahlzahlen zu Gunsten der Männchen, hinsichtlich der Variabilitätsindizes derselben in ausserordentlich entschiedener Weise zu Gunsten der Weibchen. Die Teilstrahlzahlen der paarigen Flossen endlich verhalten sich unregelmässig: in den Bauchflossen lassen sie nur auf der Augenseite eine schwache sexuelle Verschiedenheit des Mittelwertes zu Gunsten der Männchen erkennen; für V_{divs} ist M und ϵ bei den Männchen höher, V_{divd} variiert bei ähnlichen Mittelwerten stärker im weiblichen Geschlecht. Drückt man, da ja die Zahl der geteilten in gewisser Hinsicht abhängig ist von der Zahl der überhaupt in einer Flosse vorhandenen Strahlen, die Mittelwerte dieser Merkmale prozentuarisch in den Gesamtstrahlzahlen der betreffenden Flossen aus, so finden sich keine nennenswerten sexuellen Unterschiede dieser Quotienten:

	$P_{divs} : P_s$	$P_{divd} : P_d$	$V_{divs} : V_s$	$V_{divd} : V_d$
♂	24,89 %	57,53 %	4,90 %	12,81 %
♀	24,99 %	57,53 %	4,33 %	13,24 %

Geschlechtliche Differenzen der Mittelwerte treten also mit zum Teil hoher Wahrscheinlichkeit an D , A , P_s , P_d , P_{divd} , V_s , V_d , V_{divs} , L_s und L_d hervor; abgesehen von den beiden ersten Merkmalen weisen stets die Männchen die höheren Werte auf.

Geschlechtliche Differenzen der Variabilitätsindizes zu Gunsten der Männchen liegen vor bei D , A , P_s , V_{divs} und L_s , zu Gunsten der Weibchen in ausgesprochener Weise bei V_s und V_d , schwächer bei V_{divd} . In fünf von den 12 untersuchten Merkmalen sind also die Männchen variabler als die Weibchen; nur in dreien verhalten sich die Geschlechter umgekehrt.

In zwei Komplexen homologer Organe treten die sexuellen Beziehungen besonders deutlich hervor: zwischen den Kielflossen einer-, zwischen V_s und V_d andererseits. Das Verhalten der Mittelwerte der Kielflossen möchte ich, zumal da die geschlechtlichen Unterschiede in der schwanzständigen A am stärksten hervortreten, mit dem Umstande in Verbindung setzen, dass bei *Pl. flesus* die Ovarien wesentlich der Schwanzregion des Körpers angehören; damit mag zusammenhängen, dass diese Region im weiblichen Geschlecht kräftiger entwickelt ist, resp. mehr Wirbel aufweist. Die Zahl der Kielflossenstrahlen hängt ihrerseits wieder bis zu einem gewissen Grade von der Wirbelzahl ab. Betrachtet man ferner das Steigen der Variabilität eines Merkmals als den Ausdruck seiner weniger scharf bestimmten physiologischen Funktion, so deckt sich diese Annahme zunächst mit dem Verhalten der Mittelwerte der Kielflossen. Auf die Bauchflossen angewandt, welche beim männlichen Geschlecht stärker entwickelt, jedoch bedeutend weniger variabel sind, würde sie zu dem Schluss auf eine speziell männliche Funktion dieses Flossenpaares führen. —

Endlich musste gelegentlich das eine oder das andere Individuum aus der Statistik fortgelassen werden, welches in einem einzelnen Merkmal pathologische Veränderungen oder Entwicklungsabnormitäten — besonders häufig sind Verdopplungen der Supraoccipitaläste der Seitenlinie; cf. Kap. VI — aufwies.

Es ergibt sich aus den hier dargestellten Untersuchungen, dass wesentlich zwei Hauptfaktoren, Augenstellung und Geschlecht, die Homogenität des Materials beeinträchtigen. Der erste von beiden wird durch Fortlassung der wenigen linksäugigen Exemplare hinsichtlich der paarigen Merkmale eliminiert; der zweite macht eine getrennte Untersuchung der Geschlechter auf die Variation der einzelnen Merkmale hin notwendig.

III. Variation.

1. Erläuterungen.

Die graphische Darstellung der empirischen Zählungsbefunde in den Fig. 3—14 (Tafel I—II) lässt von vorn herein zwei verschiedene Formen der Variation an dem vorliegenden Gesamtmaterial unterscheiden. Die empirischen (prozentuarischen) Variationspolygone der Figuren 3—6, 8—10, 13 und 14 sind eingipflig und

gehören somit voraussichtlich einheitlichen Wahrscheinlichkeitskurven an. Fig. 7 ist zweigipflig, Fig. 11 und 12 sind deutlich abgestuft; sie lassen daher auf Komplexkurven schliessen. Die Polygone bilateralhomologer Merkmale (Fig. 5—14) wurden über identischen Abschnitten der Abscissenachse gezeichnet, wodurch die Unterschiede der Variation dieser Merkmale deutlich hervortreten. Tab. 2 giebt die empirischen Variationsreihen sämtlicher Merkmale für jedes Geschlecht und für die Gesamtheit der Individuen, sowie die theoretischen Variationsreihen der regulär variierenden Merkmale für die letztere.

Wie im vorigen Abschnitt gezeigt, beeinflusst vor allem das Geschlecht die Variation der untersuchten Merkmale. Es wurden daher (Tab. 3) für die Merkmale mit regulärer Variation (D, A, Ps, Pd, Pdivd, Ls, Ld) zunächst die wichtigsten Kurvenkonstanten für jedes Geschlecht besonders bestimmt. Dagegen wurden die Kurven selbst und mit ihnen die theoretischen Variationsreihen nur für die Gesamtheit der Individuen ermittelt. Des besseren Vergleichs halber sind antimer homologe Merkmale paarweise behandelt. Die für unseren Zweck genügenden Kurvenkonstanten sind Mittelwert (M), Variabilitätsindex (ϵ), kritische Funktion (F) für die Zugehörigkeit zu einem der verschiedenen Kurventypen, Kurvenasymmetrie (A), maßgebender Abscissenabschnitt (a), Länge der Ausgangs- (y_0), Maximal- (y_m) und Schwerpunktsordinate (y_c), Länge der Symmetrieordinate der Normalkurve (y_v), wobei die Ordinatenlängen in Prozenten der untersuchten Individuenzahl (n) ausgedrückt sind, endlich die letztere Anzahl selbst und der Typus der betreffenden Wahrscheinlichkeitskurve nach Pearson [24]. Die hier gebrauchten Buchstabenbezeichnungen entsprechen den in meiner Darstellung der Methode der Variationsstatistik [10] sowie bei Davenport [5] angewendeten. Sämtliche Berechnungen basieren, wo nichts anderes angegeben, auf den nicht modifizierten Momenten ($\mu_2 = \frac{\sum(x^2)}{n}$, $\mu_4 = \frac{\sum(x^4)}{n}$) um das Mittel der Variationsreihen, da ich empirisch ganz allgemein finde, dass diese Berechnungsart in Fällen regulärer Variation, so lange der Variabilitätsindex grösser als die Hälfte der Varianteneinheit, bessere Resultate ergibt als die von Pearson l. c. vorgeschlagene, später [26] jedoch wieder aufgegebenen Modifikation jener Grössen.

Die Rechnung wird durch die Anwendung der natürlichen Momente dahin beeinflusst, dass man für β_1 und A stets grössere, für β_2 und mithin auch für F gewöhnlich kleinere Werte erhält als bei Anwendung der modifizierten Momente. Die wichtigste sich hieraus ergebende Konsequenz ist, dass man im Typ IV bisweilen für den massgebenden Abscissenabschnitt a und somit auch für die Ordinaten imaginäre Werte da erhält, wo die Methode der modifizierten Momente noch reale Werte ergibt.

2. Allgemeine Ergebnisse.

Die Kurvenkonstanten ergeben ausschliesslich die Typen I und IV, in mehreren Fällen allerdings (D, A, Pd, Ld) mit grosser Annäherung an die Normalkurve, deren Werte daher ebenfalls berechnet wurden und z. T. (Pd, Ld) besser mit den empirischen Befunden übereinstimmen. Wiederholt tritt in einem Geschlecht der begrenzte (I), im anderen der unbegrenzte (IV) asymmetrische Typus auf, z. B. bei D, A, Ld. In diesen Fällen ist der nach Typ I bezeichnete Variationsumfang (b) stets viel grösser, als er in Wirklichkeit denkbar ist; sie sind Beispiele für die Einwirkung der Beobachtungsfehler auf die Kurvenkonstanten, welche Pearson und Filon [26] neuerdings untersucht haben.

Die Konstanten selbst (Tab. 3) zeigen, abgesehen von den bereits erwähnten Geschlechtsdifferenzen der Mittelwerte und der Variabilitätsindices, gewisse für ganze Organkomplexe charakteristische Unterschiede. Für die Kurvenasymmetrie (A) ergeben sich positive Werte nur bei den Strahlzahlen der dorsoventral angeordneten Kielflossen und bei den irregulär variierenden Teilstrahlzahlen der Bauchflossen; bei den übrigen bilateral gelegenen Merkmalpaaren ist dieser Wert stets negativ, mit Ausnahme von Pd 3, wo er nahezu gleich Null wird, und er ist fast immer grösser auf der Blind- als auf der Augenseite. Einen Anhalt für die Erklärung des Verhaltens der Kurvenasymmetrie liefert die Erwägung, dass das Überwiegen positiv wirksamer Variationsursachen negative, das Überwiegen negativ wirksamer Variationsursachen positive Asymmetrie der Kurve hervorruft. Stellt man sich nämlich vor, dass bestimmte durch die Lage des Plattfischkörpers gegebene Faktoren, wie der Mangel an Belichtung, das widerstandsfähigere berührende Medium, die durchschnittlichen Strahl- und Teilstrahlzahlen in den paarigen Flossen der Blindseite gegenüber denen der Augenseite herab-

gesetzt haben, dass aber diejenige Kombination unbekannter Elementarursachen der Variation, welche die individuellen Strahlzahlen der einzelnen Flossen verursacht, auf das gesamte Individuum, somit auch auf seine beiden Körperseiten gleichmässig einwirkt, so kann eine und dieselbe Kombination von Variationsursachen positive und negative Abweichungen von den Mitteln der Gesamtheit in den verschiedenen Flossen hervorrufen, je nachdem diese Mittel durch äussere Reize herabgesetzt sind oder nicht. Somit hat die Übereinstimmung arithmetischer Konstanten bestimmter Komplexe von homologen Organen auch ein morphologisches Interesse. — Die Variabilität der bilateral-homologen Merkmale ist, mit alleiniger Ausnahme der Vdiv, stets höher auf der Blind- als auf der Augenseite; auffälliger Weise ist dieser Unterschied am geringsten für die stark asymmetrischen P. cf. auch die Texttabelle in Kap. IV, 6.

Die Gestalt der für jedes Geschlecht berechneten prozentuarischen Variationskurven eines und desselben Merkmals bleibt nahezu gleich. Zunächst ergibt sich dies aus den ähnlichen prozentuarischen Werten der homologen Ordinaten, die, wie die Werte für M , ε und A zeigen, überdies eine sehr ähnliche Position innerhalb der Kurve einnehmen, so dass die entsprechenden graphischen Darstellungen sich nahezu vollkommen decken würden. Aus diesem Grunde habe ich geglaubt, auf die immerhin zeitraubende Berechnung jeder einzelnen Geschlechtskurve verzichten und mich statt ihrer mit der Berechnung der entsprechenden Kurve für die Gesamtheit der Individuen begnügen zu dürfen. Die Übereinstimmung zwischen empirischer und theoretischer Variationsreihe ist bei den regulär variierenden Merkmalen stets befriedigend; ihre prozentuarische Differenz (der Deckungsfehler der entspr. Variationspolygone), $\Delta \%$, bleibt kleiner als $\frac{100}{\sqrt{n}}$, folglich auch $\Delta \sqrt{n} < 1$.

3. Kielflossen.

Die D variiert beim männlichen Geschlecht nach dem begrenzten Kurventyp I, beim weiblichen und bei der Gesamtheit der Individuen nach dem unbegrenzten Typ IV, während die A sich in diesen Beziehungen gerade umgekehrt verhält. Die β -Werte (Momentquotienten) beider Merkmale sind folgende:

	D			A		
	♂	♀	♂ + ♀	♂	♀	♂ + ♀
β_1	0,0132	0,0380	0,0205	0,0017	0,0168	0,0047
β_2	2,9587	3,3384	3,1271	3,0530	2,8090	2,9770

Somit entspricht die Variation dieser Merkmale gleichzeitig nahezu der Normalkurve ($\beta_1 = 0$, $\beta_2 = 3$), welche daher ebenfalls für sie berechnet wurde. Für die Gesamtheit der Individuen ausgeführt ergab diese Berechnung jedoch etwas grössere Deckungsfehler zwischen dem empirischen und dem theoretischen Variationspolygon, als die der unmittelbar gefundenen Kurventypen (cf. Tab. 2). — Der durch den begrenzten Typ I ermittelte Variationsumfang (b),

für D ♂	49,9535, gleich	43,5191 bis	93,4726 Strahlen,
„ A ♀	15,8896, „	37,0779 „	52,9675 „
„ A ♂ + ♀	46,3850, „	25,8600 „	72,2450 „

steht nur bei A ♀ in einiger Beziehung zu den Beobachtungen (Tab. 2). In den beiden anderen Fällen ist derselbe bei weitem zu gross, wie der Vergleich mit dem mittelst der Normalkurve, welche ja ebenfalls hier in Betracht kommt, für sie berechneten wahrscheinlichen Variationsumfang (U) beweist. Derselbe beträgt bei D für 602 ♂ 14,8087, bei A für 1120 ♂ + ♀ 10,7559, also in beiden Fällen ca. 24% des Mittelwerts. Bestimmt man jetzt (nach [10] I § 12)¹⁾ die Zahl der Individuen (n'), welche zur Erreichung der mittelst Typ I gefundenen Variationsumfänge notwendig wären, sofern ihre Variation nach Typ V stattfände, so ergibt sich für D ♂ $\log. n' = 23,44528$, für A ♂ + ♀ sogar $\log. n' = 46,08131$ also für n' in letzterem Falle eine Zahl von 47 Stellen. Man kann sich dieselbe dadurch vorstellig machen, dass man bedenkt, dass

¹⁾ $n' = \left(\frac{U}{\varepsilon} \right)^2 \cdot \frac{1}{\pi} \cdot 10^{\frac{1}{2}}$, wo $\varepsilon = \frac{U^2}{l^2}$.

eine Kugel von der Grösse der Erde nur $5,4 \cdot 10^{24}$ Individuen zu 200 ebem Volumen enthalten könnte; die angegebene Zahl von 47 Stellen würde demnach die Individuenzahl eines Planetensystems beinahe so vieler derartiger Kugeln von Erdgrösse sein, als jede Kugel Individuen enthielte. Ein Variationsumfang der durch Typ I gefundenen Grösse ist somit natürlich nicht annehmbar.

Die Kielflossen haben von allen untersuchten Merkmalen die höchste Variabilität, und zwar ist dieselbe bei den Männchen beträchtlicher, als bei den Weibchen, während umgekehrt die Mittelwerte bei den Weibchen höher sind. Diese geschlechtlichen Differenzen treten in der schwanzständigen A am stärksten hervor. Vielleicht lassen sie, wie bereits in II, 3 ausgesprochen, auf eine höhere Wirbelzahl des Schwanzes mit geringerer Variabilität bei den Weibchen schliessen, deren Ovarien sich fast ausschliesslich im Schwanzteil des Körpers befinden und die Wirbelzahl desselben beeinflussen mögen. Die Zahl der Kielflossenstrahlen bei *Pl. flesus* nämlich ist direkt abhängig von derjenigen ihrer Strahlenträger (Interspinalia), welche zur Wirbelzahl in lockerer Beziehung steht, so dass mit Ausnahme der vorderen, dem sogen. Postabdominalbein angehörigen A-Strahlen, sowie der vordersten, der Occipitalregion angehörigen D-Strahlen gewöhnlich zwei (1—3) solche einem Wirbel entsprechen. Die Variabilität der D ist höher als die der A, jedoch ohne dass sich die Variabilitätsindices dieser Merkmale proportional zu ihren Mittelwerten verhielten.

Die Ordinatengleichungen der gefundenen Variationskurven der Kielflossen lauten

a. für D:

$$602 \text{ ♂. } y = 98,12 \left(1 + \frac{x}{17,9704}\right)^{33,64408} \left(1 - \frac{x}{31,9831}\right)^{59,87900}$$

$$518 \text{ ♀. } y = 50,16 \left(\cos \vartheta\right)^{2 \cdot 13,26242} e^{5,70840 \vartheta}, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{10,9455}$$

$$\text{♂} + \text{♀. } y = 12,21 \left(\cos \vartheta\right)^{2 \cdot 33,79577} e^{19,38226 \vartheta}, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{18,4172}$$

$$\Delta = 2,32 \%, \Delta \bar{V}_n = 0,7762. \text{ Fig. 3.}$$

b. für A:

$$602 \text{ ♂. } y = 68,05 \left(\cos \vartheta\right)^{2 \cdot 61,99086} e^{13,77081 \vartheta}, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{18,0569}$$

$$518 \text{ ♀. } y = 130,56 \left(1 + \frac{x}{6,4884}\right)^{9,33830} \left(1 - \frac{x}{9,4012}\right)^{13,53022}$$

$$\text{♂} + \text{♀. } y = 276,02 \left(1 + \frac{x}{17,6940}\right)^{74,34683} \left(1 - \frac{x}{28,6910}\right)^{120,55278}$$

$$\Delta = 1,69 \%, \Delta \bar{V}_n = 0,5661. \text{ Fig. 4 P.}$$

4. Paarige Merkmale.

Die bilateralhomologen Merkmale unterscheiden sich in ihrer Variation hauptsächlich dementsprechend, ob sie sich auf der blinden oder der augentragenden Körperseite befinden. Sowohl die Zahl der gesamten, wie die der geteilten Flossenstrahlen ist auf der Augenseite höher als auf der Blindseite, dagegen die Variabilität dieser Strahlzahlen mit einer Ausnahme (*V div*) höher auf der Blindseite. Ein Vergleich der paarweise zusammengehörigen Figuren 5—14 zeigt dies sofort; zugleich lassen sie erkennen, dass die einzelnen Merkmalpaare sehr verschieden asymmetrisch entwickelt sind, da die paarweise zusammengehörigen Variationspolygone nach Lage und Gestalt in sehr verschiedenem Grade differieren.

Unter den verschiedenartigen äusseren Bedingungen, denen die Augen- und die Blindseite eines Plattfisches unterworfen sind, fallen zwei besonders auf: das Licht, dem die Augenseite zu, die Blindseite abgewandt ist, und das berührende Medium, welches für die Augenseite fast ausschliesslich Wasser, für die Blindseite vorwiegend der Meeresboden ist. Der kausale Zusammenhang zwischen diesen äusseren Bedingungen und der Strahlbildung, resp. der Strahlteilung ist einstweilen unbekannt. Besonders beachtenswert ist die auch bei den wenigen linksäugigen Exemplaren (s. die Texttabelle in Kap. IV, 6) deutlich hervortretende höhere Variabilität der Merkmale auf der Blindseite. Endlich sei das gleichmässig negative Verhalten der Asymmetrieindices der Variationskurven bei den paarigen Merkmalen, wiederum mit Ausnahme von *V div*, noch einmal hervorgehoben.

P_s , P_d , L_s und L_d variieren regulär und sollen zuletzt besprochen werden. P_{divs} variiert mit zwei Frequenzmaxima; P_{divd} ergibt im weiblichen Geschlecht und für die Gesamtheit der Individuen trotz des beträchtlichen Variabilitätsindex (1,1730) erst nach Anwendung der nach Pearson modifizierten Momente eine einheitliche Wahrscheinlichkeitskurve des Typ IV, da bei nicht modifizierten Momenten wegen der Grösse von β_1 für den maßgebenden Abseissenabschnitt (a) und daher auch für die Ordinaten imaginäre Werte gefunden wurden. V_s und V_d bieten, wie Merkmale mit sehr kleinem Variabilitätsindex meiner Erfahrung nach ausnahmslos, die Erscheinung, dass trotz unimodaler Variation keine passende Kurve für sie auffindbar ist. Für die Teilstrahlzahlen der Bauchflossen liegen besondere, nachher zu besprechende Variationsbedingungen vor, welche ihr ausnahmbildendes Verhalten erklären.

Die Zweigipfligkeit des Variationspolygons von P_{divs} , mit dem niedrigeren Gipfel über Null, dem höheren über Variante Zwei, ist wahrscheinlich auf parasitische Einflüsse zurückzuführen. Der ektoparasitische Kopepode *Lepcophtheirus crabro* Kr.¹⁾ findet sich bei *Pl. flesus* aller von mir untersuchten Fundorte stets ausserordentlich häufig, und zwar besonders an der Wurzel der Brustflosse der Blindseite, häufig auch an ihrer „inneren“ (dorsalen) Fläche. Bei so behafteten Fischen ist die Strahlteilung gewöhnlich stark herabgesetzt. Leider wurde ich jedoch erst so spät während meiner Untersuchung auf diese Beziehung aufmerksam, dass ich sie nicht mehr in genügendem Maße statistisch berücksichtigen und dadurch ausser Zweifel stellen konnte. Ich möchte sie daher der Aufmerksamkeit Anderer empfehlen, ohne selbst bestimmtes über sie auszusagen. Auch die Strahlteilungen in den Bauchflossen, an welchen diese Parasiten ebenfalls, wenn auch seltener als an den Brustflossen, vorkommen, dürften in ähnlicher Weise durch sie beeinflusst werden.

Die Konstanten der P_{divs} (nicht in Tab. 3 aufgenommen) führen in beiden Geschlechtern zu Kurven des Typ I mit den Variationsumfängen σ : — 2,7146 bis 6,7180, φ : — 1,9795 bis 5,9606, $\sigma + \varphi$: — 2,3608 bis 6,3377, statt, wie empirisch überall, von Null bis Sieben. Ebenso wenig passen die erhaltenen Ordinatenwerte; z. B. ist für die Gesamtheit der Individuen $y_m = 258,19$, die grösste empirische Frequenz dagegen 308 (für drei Teilstrahlen). Obwohl man also aus den empirischen Daten auf eine Kurve bestimmter Art geführt wird, so ergibt der Vergleich derselben mit den ersteren sofort, dass beide sich keineswegs entsprechen, wie es nach dem multimodalen Verhalten der empirischen Variationsreihe ja auch selbstverständlich erscheint.

P_{divd} , deren Variationsreihe und -polygon, abgesehen von der unbedeutenden und möglicher Weise nur zufälligen Abstufung bei Variante Eins²⁾, nichts auffälliges erkennen lassen, ergab trotzdem nur im männlichen Geschlecht ohne Modifikation der Momente eine Kurve des Typ IV. Im weiblichen dagegen, sowie für die Gesamtheit der Individuen bleibt der Momentquotient β_1 bei der Rechnung mit den nicht modifizierten Momenten so gross, dass man für a und die Ordinaten imaginäre Werte erhält. Für die Gesamtheit der Individuen ist ohne Modifikation der Momente $\beta_1 = 1,4489$, $\beta_2 = 5,7731$, dagegen modifiziert $\beta_1 = 1,0281$, $\beta_2 = 5,3504$; man erhält nach letzterer Berechnungsweise die Kurve

$$1024 \sigma + \varphi: y = 0,35 (\cos \vartheta)^{\frac{2 \cdot 7,1658}{e} - 15,2693 \vartheta} \quad \text{wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{2,4809}$$

$$(\Delta = 2,43 \%, \Delta \sqrt{n} = 0,7906. \text{ Fig. 8.}),$$

deren Polygon, wie die Figur zeigt, dem empirischen Variationspolygon ziemlich gut entspricht.

Die Gesamtstrahlzahlen der Bauchflossen variieren, wie aus der geringen Grösse ihrer Variabilitätsindices hervorgeht, am schwächsten von allen untersuchten Merkmalen, unimodal und deutlich asymmetrisch. Die Kurvensymmetrie A beträgt für die Gesamtheit der Individuen auf der linken (Blind-) Seite: — 2,9005, rechts: — 1,3647. Die weitere Fortführung der Kurvenberechnung jedoch ergibt, wie für jede Art von Kurventypen da, wo der Variabilitätsindex wesentlich kleiner, als die Hälfte der Varianteneinheit ist, gänzlich unhaltbare Resultate. Bei nicht modifizierten Momenten erhält man für V_s in allen drei Einzelfällen (σ , φ , $\sigma + \varphi$) Kurven des Typ I, für V_d solche des Typ IV mit imaginären Ordinatenwerten. Bei

¹⁾ Die Bestimmung desselben verdanke ich Herrn Dr. W. Giesbrecht — Neapel.

²⁾ Auch hier könnte der parasitäre Einfluss von *Lepcophtheirus* in geringem Maße in Betracht kommen.

Modifikation der Momente, sowie des Variabilitätsindex ($\sigma = \sqrt{\varepsilon^2 + \frac{1}{6}}$), die nur für die Gesamtheit der Individuen ausgeführt wurde, ergeben beide Merkmale Kurven des Typ IV mit bedeutend herabgesetzter Asymmetrie (Vs: — 0,1932, Vd: — 0,1253) und kleinem maßgebenden Abscissenabschnitt (Vs: $a = 1,1349$, Vd: $a = 0,8005$), während die für die einzelnen Varianten berechneten y -Werte sich nicht zu n , sondern zu einer weit grösseren Summe, besonders bei Vd, ergänzen. Derartige Fälle sind mir bereits ein paar Mal an verschiedenartigem (zoologischen und botanischen) Material vorgekommen und scheinen des besonderen mathematischen Studiums zu bedürfen.

Die Teilstrahlzahlen der Bauchflossen ergeben für beide Körperseiten abgestufte Variationspolygone mit dem Gipfel über Null¹⁾ und der Abstufung über zwei; die letztere ist bei Vdivd besonders deutlich ausgeprägt. Die Mittelwerte liegen in beiden Fällen nahe an Null. Es war somit von vornherein nicht zu erwarten, dass sie durch eine einheitliche Wahrscheinlichkeitskurve bestimmbar wären; thatsächlich ergeben bereits die ersten Konstanten (von Typ I) die völlige Unzutreffendheit der berechneten Daten.

Die Vdiv nehmen insofern eine Ausnahmestellung unter den paarigen Merkmalen ein, als die der Blindseite schwächer variiert, wie die der Augenseite, und als ihre Kurvenasymmetrie positiv ist. Dies rührt daher, dass die extreme Variante Null bei ihnen zugleich Maximalvariante ist und dass in den Bauchflossen, ebenso wie in den Brustflossen, auf der Blindseite weniger Teilstrahlen entwickelt werden, als auf der Augenseite. So liegt das Mittel beider Vdiv nahe an einem unbeweglichen unteren Extrem (Null), unterhalb welchem der Variation überhaupt kein Spielraum mehr gelassen ist; die Variation über das Mittel hinaus aber wird durch der Entwicklung von Teilstrahlen ungünstige Faktoren auf der Blindseite stärker, als auf der Augenseite behindert. Ferner ist die positive Kurvenasymmetrie die direkte Folge der Lage des Mittels nahe dem unteren Variationsextrem bei maximaler Frequenz des letzteren. Die arithmetischen Variationsbedingungen sind also für die Vdiv andere, als für die übrigen paarigen Merkmale, und deshalb bildet ihr abweichendes Verhalten hinsichtlich der Variabilitätsindices und der Kurvenasymmetrie keine wesentliche Ausnahme von den für jene geltenden Regeln.

Die noch zu besprechenden Merkmalpaare, Gesamtstrahlzahlen der Brustflossen und vordere Endstellen der Seitenlinie, variieren regulär und zufälliger Weise, wie ihre Variationspolygone und Kurvenkonstanten zeigen, recht ähnlich. Die Mittelwerte sind für beide Merkmalpaare auf der Augenseite höher. Diesem Befund entspricht jedoch für die L eine stärkere Entwicklung des Supraoccipitalastes der Blindseite, welcher, seinen Ursprung am Hinterhauptsende, etwa unterhalb des 10.—12. Strahles der Rückenflosse, nehmend, sich etwas weiter nach vorn als der der Augenseite erstreckt und für welchen daher die Bezeichnung durch die von vorn nach hinten gezählten D-Strahlen ein wenig niedriger wird, als für den der Augenseite. Die Variabilität sowie die Kurvenasymmetrie der einzelnen homologen Merkmale ist auf der Blindseite höher; auf der Augenseite werden sie durch nahezu symmetrische Variationskurven bestimmt. Die P ergeben in allen sechs Fällen Kurven des Typ IV, auf der Augenseite für die Männchen und für die Gesamtheit der Individuen mit deutlicher Annäherung an die Normalkurve. Für Ld ♂ findet man eine Kurve des Typ I mit sehr kleinem Wert für F (— 0,0063) und übertrieben grossen Variationsumfang ($b = 56,35$; beobachtete Varianten [Tab. 2 No. 12]: 2 bis 6); die übrigen L-Kurven gehören dem Typ IV an, bei Ld stets mit starker Annäherung an die Normalkurve, welche für die Gesamtheit der Individuen bessere Resultate ergibt, als die des Typ IV. Die einzelnen Kurvengleichungen lauten:

a. für Ps:

$$\begin{array}{l}
 562 \text{ ♂} \cdot y = 285,65 (\cos \vartheta) \quad \begin{array}{l} 2 \cdot 5,55953 \\ e \end{array} \quad - 1,78128 \vartheta, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{2,0858} \\
 498 \text{ ♀} \cdot y = 298,95 (\cos \vartheta) \quad \begin{array}{l} 2 \cdot 6,15583 \\ e \end{array} \quad - 0,62323 \vartheta, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{2,1254} \\
 \text{♂} + \text{♀} \cdot y = 588,84 (\cos \vartheta) \quad \begin{array}{l} 2 \cdot 5,72759 \\ e \end{array} \quad - 1,35915 \vartheta, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{2,0835}
 \end{array}$$

$$\Delta = 0,40 \%, \Delta \sqrt{Vn} = 0,1318. \text{ Fig. 5.}$$

¹⁾ Vergl. de Vries' [30] „halbe Galton-Kurven“.

b. für Pd:

$$\begin{array}{l}
 562 \delta \cdot y = 309,12 (\cos \vartheta) \quad 2 \cdot 13,04461 \quad 1,44730 \vartheta, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{3,4503} \\
 497 \varphi \cdot y = 84,41 (\cos \vartheta) \quad 2 \cdot 11,60903 \quad - 7,70748 \vartheta, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{2,9554} \\
 \delta + \varphi \cdot y = 595,21 (\cos \vartheta) \quad 2 \cdot 9,83290 \quad - 1,97830 \vartheta, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{2,7304}
 \end{array}$$

$\Delta = 2,88\%$, $\Delta \sqrt{n} = 0,9383$. Fig. 6. giebt das Variationspolygon der Normalkurve wieder, für welches $\Delta = 1,31\%$, $\Delta \sqrt{n} = 0,4263$ beträgt.

c. für Ls:

$$\begin{array}{l}
 554 \delta \cdot y = 282,59 (\cos \vartheta) \quad 2 \cdot 4,35080 \quad - 1,45607 \vartheta, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{1,8338} \\
 492 \varphi \cdot y = 0,58 (\cos \vartheta) \quad 2 \cdot 29,35413 \quad - 27,51971 \vartheta, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{4,5843} \\
 \delta + \varphi \cdot y = 598,26 (\cos \vartheta) \quad 2 \cdot 4,79798 \quad - 1,01444 \vartheta, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{1,8832}
 \end{array}$$

$\Delta = 1,90\%$, $\Delta \sqrt{n} = 0,6130$. Fig. 13.

d. für Ld:

$$\begin{array}{l}
 550 \delta \cdot y = 341,21 \left(1 + \frac{x}{34,9845}\right)^{1177,53} \left(1 - \frac{x}{21,4642}\right)^{722,46} \\
 486 \varphi \cdot y = 227,37 (\cos \vartheta) \quad 2 \cdot 8,89460 \quad - 3,53560 \vartheta, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{2,3804} \\
 \delta + \varphi \cdot y = 505,88 (\cos \vartheta) \quad 2 \cdot 14,33180 \quad - 4,23226 \vartheta, \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{3,1587}
 \end{array}$$

$\Delta = 2,20\%$, $\Delta \sqrt{n} = 0,7067$.

Fig. 14 wie für Pd; $\Delta = 0,90\%$, $\Delta \sqrt{n} = 0,2897$.

5. Zusammenfassung.

Von den zwölf untersuchten Merkmalen variieren sechs (D, A, Ps, Pd, Ls, Ld) ohne weiteres, eins (Pd_{divd}) nach Modifikation der Momente regulär; die gefundenen Kurventypen sind stets der begrenzte und der unbegrenzte asymmetrische (I und IV Pearson), jedoch in vier Fällen (D, A, Pd, Ld) mit starker Annäherung an die Normal- oder Gauss'sche Fehlerkurve, welche in den beiden letzteren auch die besseren Resultate ergibt. Die wichtigsten Kurvenkonstanten, Mittelwert, Variabilitäts- und Asymmetrieindex der Variationskurven, verhalten sich bei dem Untersuchungsmaterial in einer für die einzelnen Merkmalkomplexe typischen Weise verschieden, welche den morphologischen Verschiedenheiten der Merkmale entspricht. Das Geschlecht übt keinen sehr wesentlichen Einfluss auf die Gestalt der Variationskurven aus.

Die Kielflossen sind am meisten variabel, die D in höherem Masse als die A, jedoch nicht proportional zu ihren Mittelwerten. Die Asymmetrieindices ihrer Variationskurven sind positiv. Soweit für sie Kurven des Typ I gefunden wurden, ist der berechnete Variationsumfang derselben im Vergleich zu dem empirisch möglichen bei weitem zu gross.

Die zehn paarigen Merkmale sind auf der Blindseite variabler¹⁾ als auf der Augenseite, auf der letzteren jedoch, Ld ausgenommen, kräftiger entwickelt. Die Asymmetrie ihrer Variationskurven ist negativ.²⁾ Die 60 linksäugigen Exemplare verhalten sich, wenigstens hinsichtlich der Mittelwerte und Variabilitätsindices homologer Merkmale auf der Augen- und auf der Blindseite, ebenso wie das rechtsäugige Material.

Pd_{divs} ergibt, wahrscheinlich infolge des parasitären Einflusses von *Lepeophtheirus crabro* Kr. auf die Entwicklung der Teilstrahlen, ein zweigipfliges Variationspolygon. Für Pd_{divd}, dessen Variationspolygon regulär erscheint, wurde erst durch Berechnung mittelst nach Pearson modifizierter Momente eine einheitliche

^{1) 2)} Eine Ausnahme bilden in beiden Beziehungen die Teilstrahlen der Bauchflossen.

Wahrscheinlichkeitskurve gefunden. V_s und V_d variieren zwar unimodal, aber ausserordentlich wenig, V_d am schwächsten von allen untersuchten Merkmalen; es liess sich daher keine passende Kurve für sie auffinden. Die V_{div} , welche sowohl hinsichtlich ihrer Variabilitäts- als auch ihrer Asymmetrieindices eine Ausnahme unter den paarigen Merkmalen darstellen, ergeben abgestufte Variationspolygone, ähnlich der von de Vries als „halbe Galton-Kurven“ bezeichneten Art; das umgekehrte Grössenverhältnis ihrer Variabilitätsindices und ihre positive Kurvenasymmetrie erklären sich beide aus dem Umstande, dass die extreme Variante Null bei ihnen zugleich Maximalvariante ist und von ihrem Mittelwert nur wenig differiert.

Die Gesamtstrahlzahlen der Brustflossen, sowie L_s und L_d variieren regulär, auf der Blindseite asymmetrisch nach Typ IV, auf der Augenseite symmetrisch und normal.

IV. Korrelation.

1. Tabellenerklärung.

Infolge des ungleichartigen Verhaltens der Merkmale in beiden Geschlechtern wurde es notwendig, ihre Korrelationskoeffizienten, die sog. Galton'sche Funktion r , nach Bravais' Formel (Pearson [25]) gesondert zu bestimmen. Die Berechnung derselben wurde durch eine von mir ([10] II p. 48) abgeleitete Modifikation dieser Formel wesentlich erleichtert. Da ich mit Warren [31] annehme, dass die empirischen Kombinations-schemata für die weitere Entwicklung einer Theorie der Korrelation wertvoll sein können, so gebe ich in Tabelle 4 die männlichen und die weiblichen Kombinations-schemata von $D:A$ (rechts- und linksäugiges Material) und von $L_s:L_d$ (rechtsäugiges Material), sowie ferner, der Raumerparnis halber, die geordneten Variantenkombinationen der acht Merkmale der paarigen Flossen ($P_s, P_d, P_{divs}, P_{divd}, V_s, V_d, V_{divs}, V_{divd}$; rechtsäugiges Material) nebst ihren Frequenzen in jedem Geschlecht. Aus der letzteren Zusammenstellung lassen sich die einzelnen (28) Kombinations-schemata je zweier dieser Merkmale sowohl für die einzelnen Geschlechter, als auch für die Gesamtheit der Individuen mit leichter Mühe ableiten.

Auf Tabelle 5 finden sich die Korrelationskoeffizienten sämtlicher untersuchten (40) Merkmalskombinationen nebst ihren wahrscheinlichen Fehlern (E) zusammengestellt, und zwar für jedes Geschlecht besonders, wie auch für die Gesamtheit der Individuen. Um eine bessere Übersichtlichkeit zu erzielen, ist die Tabelle nach der Art der Merkmalskombinationen in Gruppen geteilt: die Korrelationskoeffizienten Nr. 1—7 beziehen sich auf die Kombinationen der Gesamtstrahlzahlen der Kielflossen untereinander und auf diejenigen der paarigen Flossen untereinander; die Korrelationskoeffizienten Nr. 8—15 auf die Kombinationen der Gesamtstrahlzahlen der Kiel- mit denen der paarigen Flossen; Nr. 16—21 auf die Kombinationen der Teilstrahlzahlen in den paarigen Flossen untereinander, Nr. 22—29 auf die Kombinationen der Gesamt- mit den Teilstrahlzahlen in den homologen, Nr. 30—37 auf die entsprechenden Kombinationen in den nicht homologen Flossen; endlich Nr. 38—40 auf die Beziehungen der beiderseitigen Supraoccipitaläste der Seitenlinie zu einander, sowie zur Gesamtstrahlzahl der Rückenflosse.

Die mit $\delta: E_{\delta}$ überschriebenen Kolumne enthält wiederum, wie in Tabelle 1b, die Quotienten zwischen den Differenzen der männlichen und weiblichen Korrelationskoeffizienten und den wahrscheinlichen Fehlern dieser Differenzen. Sind die Quotienten grösser als ± 1 , so ist eine wirkliche sexuelle Verschiedenheit der verglichenen Korrelationskoeffizienten wahrscheinlich; ein negatives Vorzeichen des Quotienten bedeutet höhere Korrelationsintensität im weiblichen Geschlecht.

Endlich sind solche Korrelationskoeffizienten eckig eingeklammert, deren Grösse die ihres wahrscheinlichen Fehlers nicht übersteigt. Hier ist die wahre Korrelation entweder gleich Null oder doch so schwach, dass sie an dem Untersuchungsmaterial nicht mehr mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte.

In Kürze zusammengefasst, zeigt die Tabelle folgende Hauptresultate:

- a. Sexuelle Verschiedenheit der Korrelationskoeffizienten in mehreren Merkmalskombinationen.
- b. Grössendifferenzen gewisser Korrelationskoeffizienten bei der hier untersuchten Form im Vergleich zu den homologen symmetrischer Species.
- c. Die Beschränkung korrelativer Beziehungen auf einige Merkmalskombinationen, während anderen solche fehlen.

2. Sexuelle Verschiedenheiten.

Ein nachweisbar verschiedenes Verhalten der Geschlechter hinsichtlich der korrelativen Beziehungen ihrer Merkmale zeigt sich nur bei 17 unter den 40 berücksichtigten Merkmalskombinationen. In diesen 17 Fällen sind elfmal die männlichen, sechsmal die weiblichen Korrelationskoeffizienten grösser als die des gegenteiligen Geschlechts.

Eine ausgesprochene Gesetzmässigkeit, etwa der Art, dass bestimmte Merkmale in den verschiedenen Kombinationen nur bei dem einen der beiden Geschlechter ein korrelatives Übergewicht ausüben, tritt aus der Tabelle nicht klar hervor, mit Ausnahme des Verhaltens der Supraoccipitaläste der Seitenlinie. Diese stehen sowohl untereinander, als auch zur D beim männlichen Geschlecht in beträchtlich engerer Beziehung, als beim weiblichen. Eine derartige Differenz ohne weiteres mit dem Fortpflanzungsakt in Verbindung zu bringen ist deswegen misslich, weil einerseits über diesen bei *Pl. flesus* nichts näheres bekannt ist, andererseits aber kein Hindernis vorliegt, sekundäre Geschlechtsverschiedenheiten als reine Folgen der verschiedenartigen Konstitution der Geschlechter ohne funktionelle Beziehung zur Fortpflanzung zu deuten.

Unter den vorliegenden 17 Differenzfällen sind zwei derart, dass Korrelation nur bei dem männlichen Geschlecht nachweisbar ist; bei dem weiblichen aber fehlt. Beidemal aber ist auch die männliche Korrelation nur schwach: Komb. 15, A:Vd, $r\delta = 0,0439$; Komb. 35, Vd:Pdivd, $r\delta = 0,0917$.

In den übrigen Fällen bestehen korrelative Beziehungen bei beiden Geschlechtern, jedoch in bemerkbar verschiedener Intensität. Die stärkere männliche Korrelation findet sich in

Kombination	δ	η	$\delta : E\bar{\delta}$
7 Pd:Vs	0,1167	0,0456	1,72
8 D:Ps	0,1499	0,0780	1,76
17 Vdivs:Vdivd	0,5995	0,5246	2,62
19 Pdivd:Vdivd	0,3122	0,2639	1,24
20 Pdivs:Vdivd	0,4358	0,3597	2,13
31 Pd:Vdivd	0,0619	— 0,0358	2,35
38 Ls:Ld	0,4669	0,4160	1,49
39 Ls:D	0,2079	0,0598	3,63
40 Ld:D	0,1872	0,1008	2,10

Die schwache Korrelation der Supraoccipitaläste zu D lässt erkennen, dass die Verschiedenheit der Endstellen jener nur zum geringsten Teil auf Verschiedenheiten der Strahlzahl im Vorderabschnitt der Rückenflosse zurückzuführen ist. Beispielsweise haben die 547 in letzterem Merkmal über dem Mittel befindlichen rechtsäugigen Individuen mit durchschnittlich 63,5064 Strahlen als Endstelle des rechten Supraoccipitalastes den 4,5265ten Strahl, die 489 unter dem Mittel der D befindlichen Individuen mit 59,6953, also nahezu vier D-Strahlen weniger, die Endstelle der Seitenlinie am 4,3742ten Strahl. Dies Resultat entspricht der Berechnung mittelst des Korrelationskoeffizienten befriedigend, nach welcher die Differenz zwischen den Endpunkten der Seitenlinie in den beiden Individuengruppen 0,1474 (statt 0,1523) betragen müsste.

Die stärkere weibliche Korrelation findet sich in

Kombination	δ	η	$\delta : E\bar{\delta}$
1 D:A	0,6514	0,6896	— 1,78
4 Ps:Vs	0,0579	0,1038	— 1,11
13 A:Pd	0,0546	0,1571	— 2,50
23 Pd:Pdivd	0,3187	0,3859	— 1,82
24 Ps:Pdivd	0,1689	0,2551	— 2,13
37 Vd:Pdivs	0,0372	0,0860	— 1,16

Als Resultat der Untersuchung der geschlechtlichen Differenzen der Korrelationskoeffizienten ergibt sich nur, dass solche in ausgeprägter Weise auftreten, dass sie aber, vielleicht mit Ausnahme der Supraoccipitaläste der Seitenlinie, nicht auf die Eigenart bestimmter, in den Merkmalskombinationen angeführter Organe zurückzuführen sind.

3. Korrelation und Asymmetrie.

Vergleicht man die an dem vorliegenden Material gefundenen Korrelationskoeffizienten mit den entsprechenden symmetrischer Fischarten, soweit ich solche in [8] mitgeteilt, so ergeben sich gewisse charakteristische Unterschiede. Von den letzteren waren diejenigen die höchsten, welche zwischen den Gesamtstrahlzahlen der Brustflossen, also zwischen bilateralthomologen Merkmalen, bestanden, und zwar betragen sie, nach Bravais' Formel ohne Unterscheidung der Geschlechter berechnet, für *Acerina cernea* L. 0,6827, für *Cottus gobio* L. 0,7245.¹⁾ Dagegen ist die Beziehung zwischen den Kielflossen in beiden Fällen nur von ziemlich geringer Intensität.

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse bei *Pl. flesus*. Der Korrelationskoeffizient der Strahlzahlen der Kielflossen beträgt für die Gesamtheit der Individuen 0,6720, ist also nahezu so hoch, wie der der Brustflossen bei *Acerina*. Von den fünf Kombinationen bilateralthomologer Merkmale dagegen ergaben:

Kombination	♂	♀	♂ + ♀
2 Ps : Pd	0,5943	0,5823	0,5895
3 Vs : Vd	0,2433	0,2152	0,2280
16 Pdivs : Pdivd	0,4043	0,3990	0,4016
17 Vdivs : Vdivd	0,5995	0,5246	0,5635
38 Ls : Ld	0,4669	0,4160	0,4410

also deutlich niedrigere Werte, als bei den genannten symmetrischen Species die Gesamtstrahlzahlen der Brustflossen.

Es scheint mir daraus hervorzugehen, dass die postembryonale asymmetrische Entwicklung der Flunder nicht nur die Gestalt und die Variabilität, sondern auch die Korrelation an sich homologer Merkmale beeinflusst. Während geschlechtliche Differenzen an den obigen Korrelationskoeffizienten im übrigen nicht mit Sicherheit nachweisbar sind, liegen solche in den beiden letzten Kombinationen (17 und 38) vor.

Das Verhalten der paarigen Merkmale zu den unpaaren (Komb. 8–15, 39, 40) ist nicht ausgeprägt genug, um eine besondere Besprechung ihrer Korrelationskoeffizienten an dieser Stelle zu rechtfertigen. Im allgemeinen ist die Korrelation der unpaaren Merkmale zu den paarigen der Blindseite etwas intensiver, als zu denen der Augenseite, und bei den Männchen etwas höher, als bei den Weibchen; jedoch bestehen in dieser Beziehung einige Ausnahmen.

Besondere Beachtung verdient die hohe Korrelation der Kielflossen. Zunächst ist sie für die Systematik der Plattfische insofern von praktischer Bedeutung, als die Strahlzahlen gerade dieser Flossen einerseits bei näher verwandten Species bequeme und allgemein verwendete Unterscheidungsmerkmale bilden, andererseits aber infolge ihrer hohen und positiven Korrelation leicht zu Irrtümern führen können, wenn man sich ausschliesslich auf sie verlässt. Die Variationsgebiete der einzelnen Species in diesen Merkmalen greifen vielfach in einander über; während nun bei negativer, ja selbst bei fehlender Korrelation zwischen D und A, solange beide Merkmale gleichmässig berücksichtigt werden, ein Irrtum schwerlich vorkommen kann, wird dessen Wahrscheinlichkeit bei positiver Korrelation rasch erhöht, so dass innerhalb des nachweislich zwei Species gemeinschaftlichen Teils des Variationsgebietes jedes der beiden Merkmale die Diagnose durch weitere Merkmale gestützt werden muss. Beispielsweise beträgt der bis jetzt²⁾ beobachtete Variationsumfang in D und A bei

	D	A
<i>Pleuronectes flesus</i>	49—71	36—48
<i>Pleuronectes platessa</i>	61—80	45—62

Demnach sind Tiere, die gleichzeitig 61—71 D- und 45—48 A-Strahlen haben, infolge der hohen, positiven Korrelation dieser Merkmale bei beiden Species nichts unwahrscheinliches, aber auf diese Diagnose

¹⁾ Ebenso fanden Davenport und Bullard [6] mittelst umfassender Zählungen bilateral-homologer Organe (Müller'sche Drüsen) an einer symmetrischen Species (Hausschwein) einen hohen Korrelationskoeffizienten (0,777, nach Bravais' Formel 0,7912).

²⁾ Noch 1893 giebt Smitt [28] für *Pl. flesus*: D 52—63, A 37—45 und für *Pl. platessa*: D 65—80, A 50—62 an; bei fortgesetzten Untersuchungen werden sich diese Variationsumfänge, wie überall da, wo es sich um zahlenmässig variierende Merkmale handelt, als beträchtlich weiter greifend herausstellen.

hin nicht auseinander zu halten. Im vorliegenden Plymouth-Material von *Pl flesus* machen sie nicht weniger als 26,3% aus.

Die Funktion der Kiel- und der Brustflossen eines lebenden Plattfisches ist sehr charakteristisch; erstere weicht von der der meisten Knochenfische ab und findet ihre treffendste Analogie in der Funktion der Brustflossen der *Rajidae*. In dem schönen Aquarium des Laboratory zu Plymouth fand ich Gelegenheit zu folgenden desbezüglichen Beobachtungen:

a. Die Vorwärtsbewegung eines Plattfisches erfolgt einerseits, wie bei allen Fischen, durch schlängelnde Bewegung der Wirbelsäule, welche jedoch gewöhnlich, in Folge der dieser Gruppe eigentümlichen Körperhaltung, in vertikaler, statt in horizontaler Richtung stattfindet. Andererseits, und zwar bei ruhigem Schwimmen ausschliesslich, treibt der Fisch sich durch undulierende, derjenigen der Brustflossen eines Rochen entsprechende, von vorn nach hinten verlaufende Bewegung der Rücken- und der Afterflosse vorwärts; bei Wendungen wird diese Bewegung auf der Innenseite der Wendung gehemmt. Diese Funktion der Kielflossen aber wird in um so vollständigerer Weise möglich, je gleichmässiger beide entwickelt sind, und thatsächlich zeigt ein Vergleich der einzelnen Untergruppen der *Pleuronectidae*, dass die Afterflosse sich um so weiter nach vorn erstreckt und somit der Rückenflosse um so ähnlicher wird, je stärker die gesamte Körperasymmetrie ausgebildet ist und je regelmässiger dementsprechend ein Schwimmen auf der Seite stattfindet. Die *Rhombinae*, mit relativ kurzer Afterflosse, schwimmen häufig in schräger, bisweilen sogar in vertikaler Körperhaltung, bei den *Pleuronectinae* habe ich die letztere nicht, die schräge selten, und bei den *Soleinae*, deren Afterflosse dicht hinter dem Isthmus beginnt, nur Flachschwimmen beobachtet.

Es wäre nun denkbar, dass mit steigender Körperasymmetrie nicht nur die Strahlzahl der Afterflosse, sondern auch ihre Korrelation zur Strahlzahl der Rückenflosse steigt. Die Bedeutung eines derartigen Befundes wäre m. E. der Übergang der sonst bei Wirbeltieren vorliegenden bilateralen in eine dorsoventrale Symmetrie.

b. Mit den eben ausgeführten Erscheinungen steht das korrelative Verhalten der Brustflossen in Einklang. Ihre morphologische Differenz wird bekanntlich um so grösser, je asymmetrischer die Pleuronectiden-Form in ihrem Gesamthabitus ist, und jener Grenzfall, dass die Brustflosse überhaupt nur noch auf einer, der Augenseite, zur Entwicklung gelangt, ist bei *Soleinae* und *Cynoglossinae* keineswegs selten. Die Funktion der Brustflossen stellt sich bei Beobachtung des lebenden Tieres als etwa folgende heraus. Während der Ruhelage auf dem Grund (also nicht im Sand) dient die Brustflosse der Blindseite als Stützorgan. *Pleuronectes platessa* besonders sieht man häufig, mit hoch erhobenem Kopf nach Futter Umschau haltend, sich in dieser Weise aufstützen. Nicht völlig sicher bin ich mir über die Wirkung dieser Flosse beim Eingraben. Dasselbe findet derart statt, dass der auf dem Sande liegende Fisch rapide Schwanzschläge ausführt, welche den unter ihm liegenden Sand aufwirbeln und somit die Beobachtung erschweren. Anscheinend jedoch wird überdies Sand mit der Brustflosse der Blindseite durch energische Abduktion derselben nach vorn also unter dem Kopf des Fisches weg, herausgeschaufelt und so für diesen die nötige Vertiefung hergestellt.

Beim Schwimmen dagegen spielt die Brustflosse der Blindseite keine Rolle, sondern wird fest an den Körper nach hinten angepresst gehalten. Die der Augenseite führt im Moment des Aufsteigens vom Grunde einige rasche Schläge von vorn nach hinten aus und wird hierauf in senkrechter Haltung derart eingestellt, dass ihre Ebene mit der Längsaxe des Körpers zusammenfällt. So übt sie genau die Wirkung des Stachelteils der Rückenflosse bei einem Acanthopterygier oder der rumpfständigen Rückenflosse bei einem Physostomen,¹⁾ nämlich die eines Richtung erhaltenden dorsalen Kieles aus und wird gleich diesen bei raschen Wendungen niedergelegt; bei langsamen wird sie, einem Kielsteuer gleich, ein wenig in schräger Richtung zur Körperlängsaxe verstellt. Lässt endlich der Fisch sich auf den Boden nieder, so legt er die Brustflosse der Augenseite an und spreizt die der Blindseite, so gleichzeitig mit ihr den Grund betastend und die Vorwärtsbewegung hemmend.

¹⁾ Bei Rundfischen mit schwanzständiger Rückenflosse dient diese, wie die Afterflosse, wesentlich mit zur Vergrösserung der Ruderfläche des Schwanzes, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man die genannten Flossen abschneidet. Die Zahl der Schwanzschläge in der Zeiteinheit steigt alsdann rapide, wodurch unter den neuen Bedingungen der gleiche motorische Effekt erzielt wird.

Es geht aus diesen Beobachtungen, wie mir scheint, die Funktion der Brustflossen ziemlich klar hervor. Die der Blindseite ist wesentlich zu einem Stütz-, vielleicht auch Graborgan geworden, während die der Augenseite die Funktion einer Kielflosse, den Rundfischen entsprechend, übernommen hat. Dass bei so heterogener Funktion auch die Korrelation ihrer Einzelmerkmale, speziell der Strahlzahlen, die erst im postembryonalen Stadium bestimmt werden, sinkt, ist nicht allzu überraschend. — Die Konsequenz ist ein Sinken der Korrelation zwischen den homologen Merkmalen der Brustflossen mit zunehmender asymmetrischer Entwicklung derselben im Anschluss an zunehmende Körperasymmetrie. Sämtliche Korrelationskoeffizienten werden selbstverständlich gleich Null bei nur einseitigem Vorhandensein einer Brustflosse.

Die in den Kielflossen strahlenarme Lokalrasse der Ostsee müsste daher eine höhere (cf. Kap. V, 9), die in den Kielflossen strahlenreiche Lokalrasse des Mittelmeers eine niedrigere Korrelation der Brustflossen aufweisen, als die hier untersuchte Plymouth-Form der Flunder. Für ersteres spricht überdies die grössere Symmetrie der Körperseiten bei der Ostseeflunder in Färbung und Beschuppung, auf welche bereits mehrfach in der Litteratur aufmerksam gemacht worden ist.

Die Bedeutung des Korrelationskoeffizienten zwischen paarigen Merkmalen in Bezug auf den Begriff der Symmetrie wird uns im nächsten Kapitel beschäftigen.

4. Mangel korrelativer Beziehungen.

Die bisweilen gehörte Behauptung, ein individueller Organismus sei ein Gleichgewichtssystem, in welchem jede Abänderung eines einzelnen Bestandteils die Verschiebung sämtlicher zur Folge haben müsse, dürfte in dieser allgemeinen Fassung schwerlich zu Recht bestehen. Soweit bisher Systeme von Merkmalen statistisch untersucht worden sind, hat man bei ihnen neben intensiven korrelativen Beziehungen fast ausnahmslos auch andere gefunden, bei denen von Korrelation nicht mehr die Rede sein kann.

An dem vorliegenden Material stellte sich bereits heraus, dass gewisse korrelative Beziehungen nur auf ein Geschlecht beschränkt sind. Ferner besteht keine mit Sicherheit nachweisbare Korrelation zwischen Vd und den Gesamtstrahlzahlen der Kiel- und der Brustflossen (Komb. 11, 15, 5, 6), sowie zwischen A und Vs (14), zwischen den Gesamt- und den Teilstrahlzahlen der Bauchflossen (26—29) und zwischen Pd und Vd_{divs} (33). Die Bauchflossen variieren demnach unabhängig von fast allen übrigen untersuchten Merkmalen; viele ihrer Kombinationen weisen beträchtliche sexuelle Differenzen auf. Somit liegt die Vermutung nahe, dass sie einen tiefgreifenden Funktionswechsel erlitten haben, vielleicht den von lokomotorischen zu Organen, welche irgendwie bei dem Fortpflanzungsakt beteiligt sind. Die Bauchflossen verschiedener Plattfischarten sind jedoch sehr verschiedenartig, besonders in ihrer Beziehung zur A, entwickelt, so dass die eben ausgesprochene Vermutung nicht ohne weiteres auf die gesamte Familie ausgedehnt werden darf.

5. Prüfung einiger gefundener Korrelationskoeffizienten.

Die durch Galton [12] bekannt gewordene Beziehung, nach welcher der Variabilitätsindex der einer einzelnen Variante eines Merkmals zugeordneten Variationsreihe eines zweiten (ϵ_x) gleich dem Produkt des unabhängigen Variabilitätsindex des letzteren (ϵ) mit $\sqrt{1-r^2}$ ist, also die Beziehung $\epsilon_x = \epsilon\sqrt{1-r^2}$, lässt sich verwenden, um die Richtigkeit des erhaltenen Korrelationskoeffizienten zweier Merkmale zu prüfen. Der letztere ist von der Variation der beiden Merkmale bis zu einem gewissen Grade abhängig. Man erhält die besten Resultate für ihn bei sog. normaler Variation (nach der Gauss'schen Fehlerkurve); doch auch bei den übrigen Formen regulärer (einheitlicher) Variation ergeben sich für die Korrelationskoeffizienten gewöhnlich befriedigende Werte.

Dagegen wird er nichtssagend, sobald es sich um mehrgipflige oder abgestufte Variationspolygone (irreguläre oder komplexe Variation) handelt, wie sich unter anderem daraus ergibt, dass die eben erwähnte Beziehung nicht mehr zutrifft. Wenn diese, in welcher r und ϵ empirisch bestimmt sind, richtig ist, so muss umgekehrt, bei empirischer Bestimmung von ϵ_x und ϵ , für jedes Merkmal

$$r = \sqrt{1 - \frac{\epsilon_x^2}{\epsilon^2}}$$

sein. Die Übereinstimmung des Wertes von r' mit dem von r ist also eine Probe für die Richtigkeit des letzteren Wertes. Diese Probe wurde für diejenigen fünf Merkmalskombinationen (1, 2, 16, 17, 38), in denen $r > 0,4$, und, um überflüssige Rechenarbeit zu ersparen, nur für die Gesamtheit der Individuen ausgeführt.

Kombination	$r \pm E_r$		ε	$\varepsilon\sqrt{1-r^2}$	ε_x	$r' = \frac{\varepsilon_x}{\varepsilon}$ (empir.)	n
	r	E_r					
1. D:A	0,6720	D	2,3895	1,7695	1,7437	0,6837	1120
	\pm 0,0111	A	1,6026	1,1876	1,1732		
2. Ps:Pd	0,5895	Ps	0,7216	0,5829	0,5760	0,6024	1059
	\pm 0,0135	Pd	0,7095	0,5731	0,5679		
16. Pdivs:Pdivd	0,4016	Pdivs	1,4400	1,3187	1,2578	0,4868	1014
	\pm 0,0199	Pdivd	1,1730	1,0742	1,0152		
17. Vdivs:Vdivd	0,5635	Vdivs	0,6069	0,5014	0,4284	0,7083	1054
	\pm 0,0142	Vdivd	0,9444	0,7802	0,7689		
38. Ls:Ld	0,4440	Ls	0,7415	0,6644	0,6613	0,4523	1024
	\pm 0,0169	Ld	0,6313	0,5657	0,5596		

In den Kombinationen 1, 2 und 38 ist die Übereinstimmung zwischen r' und r ohne weiteres als genügend zu bezeichnen. Die Differenzen beider Grössen überschreiten kaum den wahrscheinlichen Fehler von r und bleiben meistens hinter ihm zurück. Die Kombinationen 16 und 17 dagegen, deren Merkmale zweigipflige, resp. abgestufte Variationspolygone aufweisen, ergeben, Vdivd vielleicht ausgenommen, keine Übereinstimmung der beiden Werte, ein Zeichen dafür, dass die Berechnung des Korrelationskoeffizienten nach der Bravais'schen Formel in Fällen solcher irregulären Variation nicht mehr zuverlässig ist. Wahrscheinlich würde man bei Zerlegung einer multimodalen (komplexen) Variationsreihe in mehrere Formeneinheiten für jede derselben einen besonderen Korrelationskoeffizienten erhalten.

6. Nicht messbare Korrelation.

Korrelative Beziehungen, für welche sich ein zahlenmässiger Ausdruck zur Zeit noch nicht finden lässt, bestehen in erster Linie zwischen der Augenstellung und den einzelnen paarigen Organen. Dieselben sind, wie sich aus der nachstehenden Texttafel ergibt, sehr scharf ausgeprägt, erscheinen jedoch bei der Untersuchung im einzelnen ebenfalls nicht vollkommen bindend. In den paarigen Flossen entwickeln sich auf der Blindseite nicht nur weniger Strahlen überhaupt, sondern auch die Häufigkeit und die Ausdehnung von Strahlteilungen ist daselbst herabgesetzt. Der Supraoccipitalast der Seitenlinie auf der Blindseite erstreckt sich um ein geringes, aber immerhin deutlich weiter nach vorn, als der der Augenseite, und ist somit länger als dieser. Die Übereinstimmung des Verhaltens der homologen Variationsreihen auf der Augen- und der Blindseite bei rechts- und bei linksäugigen Tieren aber erstreckt sich nicht nur auf die Mittelwerte, sondern auch auf die Variabilitätsindizes der Merkmale; höchstwahrscheinlich werden sich bei grösserem Material an linksäugigen Tieren auch die übrigen Variationskonstanten entsprechend verhalten. Die Beziehung der Augenstellung zur Färbung und Beschuppung der Körperseiten ist bekannt; die Intensität dieser Beziehung wird allerdings gelegentlich überschätzt, da auch sie unvollkommen ist.

Paarige Merkmale bei 1060 rechts- (r) und 60 linksäugigen (l) Individuen.

		Augenseite		Blindseite				Augenseite		Blindseite	
		M	ε	M	ε			M	ε	M	ε
P	r	10,8036	0,7095	10,1425	0,7239	Pdiv	r	6,2150	1,1730	2,5291	1,4394
	l	10,8000	0,6000	10,2167	0,6854		l	6,3729	1,0560	2,7458	1,5232
V	r	5,9830	0,1937	5,9603	0,2427	Vdiv	r	0,7784	0,9446	0,2760	0,6067
	l	6,0333	0,1795	5,9500	0,2179		l	0,8000	0,8718	0,3500	0,6538

		Augenseite		Blindseite	
		<i>M</i>	ϵ	<i>M</i>	ϵ
L	r	4,4546	0,6313	4,3117	0,7398
	l	4,5789	0,5908	4,2034	0,5461

Ich halte es nicht für richtig, die morphologischen Verschiedenheiten der Augen- und der Blindseite bei Plattfischen ausschliesslich als Folgen der verschiedenartigen physikalischen Bedingungen (z. B. Licht, berührendes Medium) zu betrachten, welche auf die beiden Körperseiten einwirken. Für so zweifellos ich es auch ansehe, dass diese Bedingungen eine wichtige Rolle bei dem Zustandekommen der bilateralen Verschiedenheiten spielen, so klar deuten andererseits die keineswegs seltenen Ausnahmen von ihrer regulären Form darauf hin, dass dem Organismus selbst ein gewisser Spielraum der Reaktion auf ihre Ursachen gelassen ist.

Die geringe Zahl von — stets rechtsäugigen — Individuen (18), welche in den Kielflossen Strahlteilungen aufweisen, liess eine exakte Korrelationsbestimmung zwischen diesen und den übrigen Merkmalen nicht zu. Somit berechnete ich nur die Mittelwerte der letzteren bei ihnen, welche jedoch bloss in einem Merkmal, *Pdivs*, eine bemerkenswerte (positive) Abweichung vom Mittel der Gesamtheit ergaben: statt 2,5291 weisen die hier in Betracht kommenden 18 Individuen durchschnittlich 3,2778 Teilstrahlen auf. Das Bestehen von Korrelation zwischen diesen beiden morphologisch so nahe verwandten Merkmalen dürfte nichts auffälliges bieten.

7. Zusammenfassung.

Die Korrelationskoeffizienten homologer Merkmalpaare können bereits bei den beiden Geschlechtern einer und derselben Lokalform verschieden sein oder überhaupt nur bei einem von ihnen grössere Werte als $0 \pm E$ ergeben. Aus den vorliegenden Beispielen lässt sich jedoch keine bestimmte Einwirkung der Einzelmerkmale auf die geschlechtlichen Verschiedenheiten der Korrelationskoeffizienten der sie enthaltenden Merkmalskombinationen entnehmen. Die Asymmetrie von *Pl. flesus* drückt sich in den Korrelationskoeffizienten der untersuchten bilateralen Merkmalpaare einer-, der dorsoventralen andererseits dadurch aus, dass jene im Vergleich zu symmetrischen Species herabgesetzt, diese erhöht erscheinen; dies Verhalten dürfte, wie aus Beobachtungen betreffs der Funktion der entsprechenden Organpaare (Funktionswechsel der Kiel- und der paarigen Flossen) hervorgeht, als eine Tendenz der Plattfische zur dorsoventralen an Stelle der bilateralen Symmetrie zu deuten sein. Korrelative Beziehungen zwischen den einzelnen Merkmalpaaren des Organismus bestehen nicht notwendig überall; es sind Merkmale denkbar, welche gänzlich unabhängig von allen übrigen variieren. Die mittelst der *Bravais*'schen Formel gefundenen Korrelationskoeffizienten sind nicht unbedingt zuverlässig; ihre Richtigkeit kann jedoch mit Hilfe des (mittleren) Variabilitätsindex der zugeordneten Variationsreihen geprüft werden. In den vorliegenden Beispielen bleiben sie solange gültig, als es sich um reguläre (einheitliche, unimodale) Variation handelt, dagegegen dann nicht mehr, wenn mehrere Formeneinheiten gemischt vorliegen. Nicht messbare Korrelation besteht vor allem zwischen der Augenstellung und den paarigen Organen der Körperseiten; dieselbe ist jedoch unvollkommen, da sich nicht selten Ausnahmen des regulären Verhaltens der bilateral-homologen Organe zu einander finden. Ferner scheint eine der geringen Individuenzahl halber nicht messbare Korrelation zwischen Strahlteilungen in den Kielflossen und in der Brustflosse der Blindseite zu bestehen.

V. Die Asymmetrie der paarigen Merkmale.

1. Stereometrische Definition bilateraler Symmetrie.

Die in den vorigen Kapiteln ausgeführte Untersuchung der Variation und der Korrelation der paarigen Merkmale ergab übereinstimmend Verschiedenheiten des Verhaltens der letzteren, je nachdem sie der blinden oder der angentragenden Körperseite angehören. Auch die rein morphologische (individuelle) Betrachtungsweise hat längst zur Kenntnis der Asymmetrie der Plattfische geführt, diese Erkenntnis allerdings dahin ver-

allgemeinert, dass die Plattfische die einzigen Repräsentanten eines asymmetrischen Typus unter den Wirbeltieren darstellen. Die Definition des Symmetriebegriffes wird dabei etwa so gefasst, dass die Medianebene bilateral-symmetrischer Organismen zugleich eine Symmetrieebene sei, welche ihren Körper in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften teile; sie ist also eine stereometrische Definition.

Dieselbe ist in doppelter Beziehung ungenau. Einerseits verallgemeinert sie die Befunde von einzelnen bilateral-homologen Merkmalpaaren auf die unendlich zahlreichen derartigen Paare von Merkmalen, welche man an jedem Individuum zu unterscheiden hat und welche sich bekanntlich keineswegs sämtlich symmetrisch verhalten. Andererseits lässt sie die grossen Verschiedenheiten hinsichtlich der Symmetrie des einzelnen Merkmalpaares unter einer grösseren Menge von Individuen gänzlich unberücksichtigt; und doch führt bereits die einfache Überlegung, dass jedes Merkmal variiert, und dass zwischen zwei bilateral-homologen Merkmalen wohl hohe, aber niemals vollkommene positive Korrelation besteht, zu dem zwingenden Schlusse, dass innerhalb einer Gesamtheit von Individuen niemals absolute Symmetrie eines einzelnen Paares bilateral-homologer Merkmale existieren kann, dass daher für Individuengruppen die stereometrische Definition bilateraler Symmetrie nicht zutrifft. Infolgedessen ist auch eine systematische Charakterisierung solcher Gruppen auf Grund der stereometrischen Definition ihrer Symmetrieverhältnisse logisch unhaltbar.

2. Statistische Eigenschaften bilateral-homologer Merkmale.

Es handelt sich also zunächst darum, eine statistische Definition des Begriffs der bilateralen Symmetrie von Merkmalpaaren innerhalb einer Vielheit von Individuen aufzusuchen; später wird sich dann herausstellen, ob und wie weit man von Symmetrie und Asymmetrie der ganzen Individuen, nicht nur ihrer bilateral-homologen Merkmale, sprechen darf.

Soweit bisher Paare von bilateral-homologen numerischen Merkmalen statistisch untersucht wurden (Weldon [32], Thompson [29], Warren [31], Davenport und Bullard [6], Duncker [8]), ergaben sie übereinstimmend folgende Hauptresultate:

a. Mittelwerte und Variabilitätsindizes solcher Merkmale sind einander mehr oder weniger ähnlich; ihre empirischen Variationspolygone decken¹⁾ sich mehr oder weniger vollständig.

b. Die zwischen diesen Merkmalen bestehende Korrelation ist hoch und positiv.

c. Individuen, welche sich in dem betr. Merkmalpaare symmetrisch verhalten, machen nur einen Teil der Gesamtheit aus; Asymmetrien finden sich beim Rest der Individuen gewöhnlich entsprechend den beiden Möglichkeiten: links $\begin{matrix} > \\ < \end{matrix}$ rechts.

Zur Illustration dieser Sätze mögen nachstehende, verschiedenen zoologischen Gebieten entnommene Zahlenangaben dienen:

1. Davenport und Bullard [6], table III p. 95: Zahl der beiderseitigen Müller'schen Drüsen bei 2000 ♂ Schweinen:

	links	rechts		
M	3,5392	3,5465	r	0,7912
ϵ	1,7304	1,7195	symm. Ind.	40,45 %
Δ'	1,87 %		asymm. Ind.	29,60 + 29,95 %

2. Warren [31], table VII p. 211: Länge der beiderseitigen „anterolateralen“ Ränder des Cephalothorax, in 4/100 seiner Länge ausgedrückt, bei 1432 ♂ Individuen von *Portunus depurator*:

	links	rechts		
M	194,4218	194,7067	r	0,8740 ²⁾
ϵ	2,9935	3,0215	symm. Ind.	41,13 %
Δ'	5,58 %		asymm. Ind.	22,98 + 35,89 %

¹⁾ Die Berechnung des Deckungsfehlers der empirischen Variationspolygone zweier Merkmale (Δ') findet in derselben Weise, wie diejenige des Fehlers zwischen dem empirischen und dem theoretischen Variationspolygon eines einzelnen Merkmals statt.

²⁾ Die Differenz von r gegenüber Warren's Angabe ($r = 0,86$) erklärt sich durch die Verwendung der natürlichen statt der modifizierten Variabilitätsindizes bei der Berechnung des Korrelationskoeffizienten.

3. Dunccker [8], Tabelle 2 p. 826: Strahlenzahl der beiderseitigen Brustflossen bei 1650 Individuen von *Acerina cernua*:

	links	rechts		
M	13,8533	13,8418	r	0,6827
ε	0,5692	0,5687	symm. Ind.	81,88 %
Δ'	0,62 %		asymm. Ind.	9,52 + 8,60 %

4. Strahlenzahl der beiderseitigen Brustflossen bei 1054 rechtsäugigen Individuen von *Pleuronectes flesus*:

	links	rechts		
M	10,1426	10,8036	r	0,5878
ε	0,7239	0,7095	symm. Ind.	35,98 %
Δ'	33,58 %		asymm. Ind.	1,60 + 62,42 %

Ein oberflächlicher Vergleich dieser vier Beispiele lässt sofort vermuten, dass Nr. 1 u. 3 symmetrische, Nr. 2 und 4 asymmetrische Merkmalpaare enthalten. Jenes ergibt sich aus der geringeren Differenz der Mittelwerte, der nahezu vollständigen Deckung der Variationspolygone, vor allem aber aus den fast gleichen Prozentsätzen links- und rechtsseitig asymmetrischer Individuen. Im Vergleich hiermit spielt die Zahl der symmetrischen Individuen eine untergeordnete Rolle; dieselbe macht im ersten Beispiel nur zwei, im dritten über vier Fünftel der Gesamtheit aus. Im zweiten und vierten Beispiel dagegen sind die Prozentsätze ungleichsinnig asymmetrischer Individuen deutlich und zwar zu Gunsten der rechtsseitig asymmetrischen¹⁾ verschieden. Damit hängt es zusammen, dass der Deckungsfehler der Variationspolygone und mit ihm die Differenz der Mittelwerte der bilateral-homologen Merkmale beträchtlich wächst. Der in Nr. 2 vorliegende Korrelationskoeffizient ist trotzdem der höchste von allen vier Beispielen, ein Beweis dafür, dass der Begriff der Korrelation nicht identisch mit dem der Symmetrie ist, wie ich bereits früher ([8] p. 820) auf abstraktem Wege gefolgert habe.

3. Differenzreihen und -Polygone.

Das Bestehen meist hoher positiver Korrelation zwischen bilateral-homologen Merkmalen führt jedoch auf eine besondere Vergleichsweise derselben. Vollkommene positive Korrelation zweier Merkmale gleicher Varianteneinheit nämlich bedingt, wie ohne weiteres ersichtlich, eine konstante Differenz, vollkommene negative eine konstante Summe ihrer individuell kombinierten Varianten, welche der Differenz, resp. der Summe ihrer Mittelwerte gleich ist. Bei unvollkommener positiver oder negativer Korrelation zweier Merkmale entsteht eine Reihe von Variantendifferenzen, resp. Variantensummen, deren Variabilität umgekehrt proportional der Höhe der zwischen den beiden Merkmalen wirksamen Korrelation ist. Zwischen bilateral-homologen Merkmalen nun besteht, wie wir oben sahen, positive, ziemlich bedeutende Korrelation; es kommt also nur das Verhalten ihrer individuellen Variantendifferenzen in Betracht. Strenger Symmetrie entspricht die Variantendifferenz Null; die Asymmetrie eines Merkmalpaares muss also in jedem Einzelfall durch eine von Null abweichende Variantendifferenz gekennzeichnet sein. Da vollkommene Korrelation nicht vorzukommen scheint, müssen die individuellen Variantendifferenzen unter sich zum Teil, und zwar um das ganzzahlig vielfache der Varianteneinheit, verschieden sein, also eine variable Reihe, die Differenzreihe des Merkmalpaares, bilden. Eine solche entspricht arithmetisch der Variationsreihe eines Einzelmerkmals, die Variantendifferenzen (D) — 2, — 1, 0, 1, 2 . . . den Varianten desselben. Man ermittelt sie am bequemsten aus dem Kombinationsschema des Merkmalpaares. Dasselbe lautet z. B. für die Teilstrahlzahlen der Bauchflossen bei 1054 rechtsäugigen Individuen von *Pl. flesus* (abzuleiten aus Tab. 4):

Teilstrahlen rechts:	0	1	2	3	4
links:					
0	531	211	93	13	
1	15	32	60	20	
2	3	9	34	27	1
3		1	3	1	

¹⁾ Brachyuren betreffend ergibt sich an Warren's Material rechtsseitige Asymmetrie auch aus den Messungen der beiderseitigen Zahnräder. Stärker ausgeprägt noch ist dieselbe Erscheinung in Weldon's homologen Messungen an *Carcinus maenas*; leider ist hier jedoch das empirische Kombinationsschema nicht mitgeteilt, so dass genauere Feststellungen unmöglich sind.

Folglich verhalten sich in diesem Merkmalpaar symmetrisch $531 + 32 + 34 + 1 = 598$ Individuen; Variantendifferenz 0. In der linken Bauchflosse weisen einen Teilstrahl mehr als in der rechten ($D = -1$) $15 + 9 + 3 = 27$ Individuen auf, dagegen in der rechten einen Teilstrahl mehr als in der linken ($D = +1$) $211 + 60 + 27 = 298$ Individuen. In dieser Weise ergibt sich aus dem Kombinationsschema ($n = 1054$)

D	:	— 2	— 1	0	1	2	3	$M = 0,5028$
f	:	4	27	598	298	114	13	$\varepsilon = 0,7838$

Ebenso resultieren für die erstgenannten vier Beispiele die Differenzreihen

D	:	— 6	— 5	— 4	— 3	— 2	— 1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
2000	<i>Sus</i>			4	28	116	444	809	450	111	34	4				
1432	<i>Portunus</i>	2	3	9	28	94	193	589	251	155	78	17	9	2	0	2
1650	<i>Acerina</i>				1	6	150	1351	139	2	1					
1059	<i>Pleuronectes</i>				1	4	12	381	610	42	7	2				
		<i>Sus</i>	<i>Portunus</i>	<i>Acerina</i>	<i>Pleuronectes</i>											
		M	0,0070	0,2849	— 0,0115	0,6610										
		ε	1,1153	1,5102	0,4531	0,6499										

Der (positive oder negative) Mittelwert einer Differenzreihe ist gleich der Differenz der Mittelwerte der beiden Einzelmerkmale, aus deren Kombinationsschema jene abgeleitet ist, also $M_D = M_1 - M_2$. Der Variabilitätsindex einer Differenzreihe ist im allgemeinen kleiner, als diejenigen der Einzelmerkmale, und zwar umso mehr, in je intensiverer Korrelation die letzteren zu einander stehen; dies ist die Folge der Beziehung

$$\varepsilon_D = \sqrt{(1-r)(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)}$$

wo ε_D den Variabilitätsindex der Differenzreihe, ε_1 und ε_2 diejenigen der paarigen Einzelmerkmale und r den Korrelationskoeffizienten bedeuten.¹⁾ Für unsere vier Beispiele in obiger Reihenfolge erhalten wir demgemäss als berechnete Variabilitätsindizes der Differenzreihen *Sus*: 1,1147, *Portunus*: 1,5099, *Acerina*: 0,4532, *Pleuronectes*: 0,6508. Die Bedeutung von ε_D besteht darin, dass die durch M_D ausgedrückte Differenz des Merkmalpaares nicht von sämtlichen Individuen gleichmässig innegehalten wird, sondern dass Abweichungen von derselben um so häufiger vorkommen, je grösser er ist. Der wahrscheinliche Fehler des Mittelwertes einer Differenzreihe kann auf doppelte Weise berechnet werden; als Mittelwert dieser Reihe ist sein wahrscheinlicher Fehler die bekannte Funktion ihres Variabilitätsindex

$$\frac{\lambda \cdot \varepsilon_D}{\sqrt{n}} = \lambda \sqrt{\frac{(1-r)(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)}{n}}$$

wo λ für 0,6745 steht; als Differenz zweier Mittelwerte von Einzelmerkmalen kann der wahrscheinliche Fehler des Mittelwertes einer Differenzreihe als die Wurzel aus der Summe der Quadrate der wahrscheinlichen Fehler jener Mittelwerte, d. i. als $\lambda \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}{n}}$ bestimmt werden. Die letztere Rechnungsweise (Texttabelle: E_M)

ergibt natürlich grössere Werte als die erstere.

Bei einer graphischen Darstellung entsprechend den Variationspolygonen bilden die Differenzreihen der Beispiele 1 und 3 (*Sus*, Fig. 15, und *Acerina*) um die Nullordinate nahezu symmetrische Polygone; die Polygone der übrigen Differenzreihen sind sämtlich asymmetrisch. Die Differenzpolygone von *Portunus* und von *Vdiv* (Fig. 19) haben ihren Gipfel über dem Nullpunkt der Abscissenaxe, dass der P (Fig. 16) gipfelt über + 1. Es bestehen also Unterschiede hinsichtlich der Lage und der Gestalt der Differenzpolygone symmetrischer und asymmetrischer Merkmalpaare.

¹⁾ Ähnliche Beziehungen gelten, mutatis mutandis, für die homöotische Variation zweier metamerer Merkmale, wie die Zahlen der Rumpf- und der Schwanzwirbel, die Strahlzahlen des stacheligen und des weichstrahligen Abschnitts einer kontinuierlichen Flosse etc. etc., bei welcher stets negative Korrelation vorliegt. Für die Summenreihe solcher Merkmale ist $M_\sigma = M_1 + M_2$, $\varepsilon_\sigma = \sqrt{(1+r)(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)}$. Der Ausdruck $\sqrt{(1-r^2)(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)}$ trifft jedoch nur für die Berechnung mittelst der natürlichen Variabilitätsindizes zu.

4. Statistische Definition bilateraler Symmetrieverhältnisse.

Hieraus ergibt sich die Möglichkeit einer statistischen Definition der Symmetrieverhältnisse bilateral-homologer numerischer Merkmale. Dieselbe möge lauten:

a. Eine Individuengruppe ist hinsichtlich eines Paares bilateral-homologer Merkmale symmetrisch, wenn das Differenzpolygon desselben für diese Individuengruppe eingipflig und um die Nullordinate symmetrisch ist. Individuengruppen, welche sich in einem Paar bilateral-homologer Merkmale anders verhalten, sind hinsichtlich dieses Paares asymmetrisch.

b. Individuengruppen enthalten hinsichtlich eines bestimmten Paares bilateral-homologer Merkmale stets auch asymmetrische Individuen. Die individuellen Differenzen eines solchen Merkmalpaares sind variabel, weil die Einzelmerkmale variieren, ohne dass zwischen ihnen vollkommene positive Korrelation bestände.

c. Die Asymmetrie verschiedener Paare bilateral-homologer Merkmale, sowohl an einzelnen Individuen, wie an Individuengruppen, ist ungleich.

d. Streng genommen sind Individuengruppen in ihrer Totalität weder symmetrisch noch asymmetrisch. Das in diesen Adjektiven ausgedrückte Urteil bezieht sich ausschliesslich auf die untersuchten Merkmalpaare; erst der Nachweis korrelativer Beziehungen zwischen den Differenzreihen verschiedener Paare von bilateral-homologen Merkmalen würde jene Form des Urteils rechtfertigen können.

e. Dasselbe gilt von einzelnen Individuen; man bezeichnet hier ein bilateral-homologes Merkmal als symmetrisch, dessen beide Konstituenten spiegelbildlich gleich sind.

Hinsichtlich der Gestalt der Differenzpolygone und ihrer Lage auf der Abscissenaxe kann man folgende Spezialfälle der Symmetrieverhältnisse eines Merkmalpaares bei Individuengruppen unterscheiden:

I. Differenzpolygone eingipflig.

1. Schwerpunkts- und Nullordinate identisch ($M_{\bar{D}} = 0$).

- a. Polygon symmetrisch . . . Vollkommene Symmetrie.
 b. „ asymmetrisch. . . Unvollkommene „

2. Schwerpunkts- und Nullordinate nicht zusammenfallend ($M_{\bar{D}} \geq 0$).

- a. Gipfelordinate bei Null . . . Schwache Asymmetrie.
 b. Nullordinate $<$ Gipfelordinate . Starke „
 c. Nullordinate = 0 . . . Vollkommene „

II. Differenzpolygon mehrgipflig oder abgestuft: Zusammensetzung der Individuengruppe aus mehreren hinsichtlich des Merkmalpaares verschieden asymmetrischen Formeneinheiten. Ein hierhergehöriger Spezialfall ist der, in welchem das Differenzpolygon eines bilateral-homologen Merkmalpaares je einen Gipfel über dem positiven und über dem negativen Teil der Abscissenaxe aufweist, während es über ihrem Nullpunkt eingesenkt ist. Hier handelt es sich um zwei hinsichtlich des Merkmalpaares entgegengesetzt asymmetrische Formeneinheiten, wie solche z. B. bei Plattfischarten mit wechselnder Augenstellung, bei Dekapoden (Scheerenentwicklung) etc. vorkommen.

5. Asymmetrieindex.

Die sub I genannten Fälle gehen in der Reihenfolge, in welcher sie aufgeführt sind, unmerklich in einander über. Die durch sie repräsentierten Grade der Asymmetrie kann man durch unbenannte Zahlen zwischen Null (Symmetrie) und ± 1 (vollkommene, rechts- oder linksseitige Asymmetrie) ausdrücken, wenn man den Mittelwert einer Differenzreihe $\left(\frac{\sum(D)}{n}\right)$ durch die durchschnittliche Differenz ihrer asymmetrischen Individuen dividiert. Bei f_0 symmetrischen Individuen beträgt die Zahl der asymmetrischen $n-f_0$, folglich

die durchschnittliche Differenz der letzteren $\frac{\sum (VD^2)}{n-f_0}$. Der Asymmetrieindex eines Merkmalpaares ist daher¹⁾

$$\alpha = \frac{(n-f_0) \sum(D)}{n \sum(VD^2)}$$

Da für symmetrische Individuengruppen $\sum(D) = 0$, so ist für sie auch $\alpha = 0$. Um zu entscheiden, ob vollkommene oder unvollkommene Symmetrie vorliegt, hat man die Grösse $\alpha' = \frac{(n-f_0) \sum(D^3)}{n \sum(VD^6)}$ zu berechnen, welche bei vollkommener Symmetrie ebenfalls Null, bei unvollkommener einen positiven oder negativen echten Bruch ergibt. Bei vollkommen asymmetrischen Individuengruppen ist $f_0 = 0$, $n - f_0 = n$, mithin $\alpha = \frac{\sum(D)}{\sum(VD^2)} = \pm 1$. Wir erhalten also für

- 1. Symmetrie $\alpha = 0$
 - a. Vollkommene Symmetrie $\alpha' = 0$
 - b. Unvollkommene Symmetrie $\alpha' > \pm 0$
- 2. Asymmetrie $\alpha > \pm 0$
 - a. Unvollkommene (schwache und starke) Asymmetrie $\alpha < \pm 1$
 - b. Vollkommene Asymmetrie $\alpha = \pm 1$

Die Asymmetrieindices unserer Vergleichsbeispiele betragen: *Sus*: $\alpha = 0,0053$. — *Acerina*: $\alpha = -0,0111$. — *Portunus*: $\alpha = 0,1641$. Die rechtsseitige („positive“) Asymmetrie des letzteren gegenüber dem nahezu vollständig symmetrischen Verhalten der beiden ersteren findet also einen deutlichen Ausdruck. Für die verschiedenen Merkmalpaare des hier untersuchten Materials ($\delta + \text{♀}$) ergeben sich folgende, nach ihrer Grösse geordneten Asymmetrieindices:

	rechtsäugig	linksäugig
V	0,0193	— 0,0833
L	0,1270	— 0,3303
V div	0,3822	— 0,3818
P	0,6007	— 0,5833
P div	0,9792	— 0,9831

Bei dieser Ausdrucksweise tritt die Asymmetrie der einzelnen Merkmalpaare von *Pleuronectes flesus* am klarsten hervor: Dieselbe wächst mit der Entfernung, in welcher die Einzelmerkmale eines bilateral-homologen Paares von der Medianebene des Körpers liegen, erscheint somit wesentlich als eine Funktion ihrer Lage. Ferner verhalten sich die Teilstrahlzahlen stärker asymmetrisch, als die Gesamtstrahlzahlen desselben Flossenpaares. Die 60 linksäugigen Exemplare zeigen stets, ihrer Augenstellung entsprechend, linksseitige Asymmetrie; ihre (negativen) Asymmetrieindices weichen in den beiden weniger asymmetrischen Merkmalpaaren (V und L) von denen des rechtsäugigen Materials beträchtlich ab. Da ihre Grösse jedoch nur gering ist, und da sie ferner in den drei übrigen Merkmalpaaren nahezu identische Werte mit den letzteren ergeben, möchte ich nur die Thatsache feststellen, ohne weitere Schlüsse an sie zu knüpfen. Aus dem Durchschnitt der Beobachtungen lässt sich m. E. kein Unterschied hinsichtlich der Asymmetrie rechtsäugig und linksäugig entwickelter Exemplare entnehmen.

Die Fig. 5—14 stellen die Variationspolygone der bilateral-homologen Einzelmerkmale über identischen Abschnitten der Abscissenaxe dar; ihre Deckungsfehler (Δ') ordnen sich zu derselben Reihenfolge, wie die Asymmetrieindices der betr. Merkmalpaare (cf. Tab. 6). Man vergleiche ferner hiermit die Gestalt der entspr. Differenzpolygone und ihre Lage auf der Abscissenaxe (Fig. 16—20); die Differenzpolygone der Gesamt- und der Teilstrahlzahlen desselben Flossenpaares sind über identischen Abschnitten der Abscissenaxe gezeichnet, wodurch die Unterschiede in der Asymmetrie dieser Merkmalpaare besonders deutlich hervortreten.

¹⁾ Der Ableitung dieser Formel liegt die Überlegung zu Grunde, dass der Grad der Asymmetrie eines Merkmalpaares bei einer Individuengruppe zunächst von der Art der Verteilung der positiven und der negativen Differenzen um die Differenz Null abhängt, und dass ferner bei zwei in dieser Beziehung als gleich asymmetrisch zu betrachtenden Gruppen diejenige als die symmetrischere erscheint, bei welcher sich der höhere Prozentsatz symmetrischer Individuen findet.

6. Alters- und Geschlechtsverschiedenheiten.

Altersveränderungen der Symmetrieverhältnisse lassen sich innerhalb der unterschiedenen Grössengruppen nicht nachweisen; sie würden ihren einfachsten Ausdruck in der regelmässigen Zu- oder Abnahme der aus Tab. 1a ableitbaren Differenzen der homologen Mittelwerte der paarigen Merkmale finden. Auch die Berechnung der Asymmetrieindices für P in den einzelnen Grössengruppen ergab keine Altersveränderungen derselben, obwohl gerade diese Einzelmerkmale schwache Altersveränderungen aufweisen (s. II, 2). Ich schliesse daraus, dass die asymmetrische Differenzierung der hier untersuchten Organe bereits in früheren Entwicklungsstadien, als den vorliegenden, ihren Abschluss erreicht.

Die geschlechtlichen Verschiedenheiten der Differenzreihen ergeben sich aus nachstehender Texttafel. Die Mittelwerte sind nur in zwei von den fünf Fällen geschlechtlich verschieden und zwar für die Reihe P zu Gunsten der Männchen, für die Reihe Vdiv zu Gunsten der Weibchen. Geschlechtliche Differenzen der Variabilitätsindices finden sich deutlich in den Reihen V, Vdiv und L ausgeprägt, während eine solche bei P nicht klar hervortritt und bei Pdiv fehlt. Diese geschlechtlichen Verschiedenheiten lassen sich mit Hilfe der oben erkannten Beziehungen zwischen der Differenzreihe eines Merkmalpaares und den Variationsreihen seiner Einzelmerkmale ohne weiteres aus dem verschiedenen Verhalten der Mittelwerte, resp. der Variabilitätsindices der Einzelmerkmale und aus der Verschiedenheit ihrer Korrelationsintensität in beiden Geschlechtern erklären. In den P z. B. sind die Mittelwerte bei den Männchen höher, als bei den Weibchen, und zwar ist dieser Unterschied wesentlich stärker auf der Augen- als auf der Blindseite ausgeprägt. Da nun die Mittelwerte in beiden Geschlechtern auf der Augenseite überhaupt höher als auf der Blindseite sind, so muss ihre Differenz bei den Männchen grösser als bei den Weibchen werden. — Die Variabilitätsindices der beiden Vdiv ergeben quadriert bei den Weibchen die höhere Summe. Da überdies die Korrelationsintensität der Männchen viel beträchtlicher als die der Weibchen ist, so treten verschiedenartige Variantenkombinationen zwischen Vdivs und Vdivd bei den Weibchen zahlreicher als bei den Männchen auf, und somit ist die Variabilität der Differenzreihe Vdiv bei den ersteren stärker. Besonders auffällig findet sich derselbe Unterschied bezüglich der Differenzreihe V, welche bei den Weibchen fast $1\frac{1}{2}$ mal variabler, als bei den Männchen ist, entsprechend der höheren Variabilität der Einzelmerkmale im weiblichen, und vielleicht einer etwas intensiveren Korrelation im männlichen Geschlecht.

Geschlechtsunterschiede der Differenzreihen.

		$M_d - M_s$	E_d	$\delta : E_\delta$	ε	$\delta : E_\delta$	% asymm. Individ.		α	$\Delta' \%$	r	n
							— : 0	: +				
1. P	♂	0,6833 ± 0,0294	1,76	0,6584	1,01	0,89 : 36,65 : 62,46	0,6081	33,74	0,5943	562		
	♀	0,6358 ± 0,0299		0,6392		2,41 : 35,21 : 62,37						
2. Pdiv	♂	3,7121 ± 0,0545	0,91	1,4422	-0,21	0,38 : 1,89 : 97,73	0,9791	84,31	0,4043	528		
	♀	3,6564 ± 0,0568		1,4513		0,00 : 2,06 : 97,94						
3. V	♂	0,0215 ± 0,0078	0,12	0,2228	-10,89	1,07 : 95,53 : 3,40	0,0206	1,71	0,2433	559		
	♀	0,0201 ± 0,0105		0,3101		2,82 : 92,76 : 4,43						
4. Vdiv	♂	0,4731 ± 0,0318	-1,93	0,7419	-3,66	3,05 : 57,17 : 39,78	0,3744	23,20	0,5995	558		
	♀	0,5363 ± 0,0343		0,8271		2,82 : 56,25 : 40,93						
5. L	♂	0,1324 ± 0,0289	-0,44	0,7432	1,27	15,44 : 59,19 : 25,37	0,1185	7,90	0,4669	544		
	♀	0,1458 ± 0,0283		0,7156		14,79 : 55,83 : 29,38						

Die Asymmetrieindices sind in beiden Geschlechtern nahezu gleich. Sie sind etwas höher bei den Männchen in P und V, bei den Weibchen in Vdiv und L, doch sind die Unterschiede stets nur klein. In Pdiv verhalten sich beide Geschlechter übereinstimmend.

Es bestehen also geringfügige geschlechtliche Verschiedenheiten der Differenzreihen der einzelnen untersuchten Merkmalpaare, ohne jedoch eine ausgeprägte Richtung erkennen zu lassen. Daher würde es

nicht gerechtfertigt erscheinen, auf jene hin von einer grösseren oder geringeren Asymmetrie des einen oder des anderen Geschlechts zu sprechen.

7. Analyse der Differenzreihen.

Die mathematische Analyse der Differenzreihen ergibt, dass sie ebenfalls dem allgemeinen Variationsgesetz unterliegen, wie denn die Differenzpolygone schon äusserlich grosse Ähnlichkeit mit Variationspolygonen haben (Fig. 15—20). P, P div und L variieren durchaus regulär, während V und V div gewisse Unregelmässigkeiten aufweisen. cf. Tab. 6 und 7.

Die ersteren drei Differenzreihen gehören dem hypergeometrischen Kurventyp IV an. Dies erklärt sich zum Teil daraus, dass auch die Einzelmerkmale diesem Typ entsprechend variieren, vor allem jedoch aus der Einwirkung der positiven Korrelation, die zwischen den bilateral-homologen Merkmalen besteht. Durch sie werden die Frequenzen derjenigen Variantenkombinationen dieser Merkmale, welche der Korrelationsdiagonale entlang im Kombinationsschema liegen, auf Kosten der übrigen vergrössert (cf. [10] II, 6 p. 50). Diese Variantenkombinationen aber weisen die Normaldifferenz des Merkmalpaares auf, so dass die Höhe der Frequenz der letzteren die unmittelbare Folge der korrelativen Beziehung desselben ist. Besonders deutlich tritt dieser Zusammenhang an dem mehrfach erwähnten Beispiel der Zählungen Davenport's und Bullard's [6] hervor: beide kombiniert betrachteten Merkmale desselben variieren nach Typ I; trotzdem ist ihre Differenzkurve ausgeprägt hypergeometrisch. Die Gleichung derselben lautet

$$y = 766,18 (\cos \vartheta)^{2.652967} e^{0.21577 \vartheta},$$

wo $\operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{3,5366}$; $n = 2000$, $\Delta = 2,12 \%$, $\Delta \sqrt{n} = 0,9462$. (Fig. 15.)

Die Differenzkurven von P und P div sind wenig und, mit Ausnahme von P δ , stets negativ asymmetrisch. Für die Gesamtheit der Individuen ergibt P den symmetrischen Spezialfall des Typ IV („Typ VI^a“), in welchem $A = -0,00006$, $\tau = 0$, folglich die Kurvengleichung

$$y = y_0 (\cos \vartheta)^{2m - \tau \vartheta} e$$

auf $y = y_0 (\cos \vartheta)^{2m}$ reduziert wird. Da $\operatorname{tg} \vartheta = \frac{x}{a}$, so lässt sich diese

Gleichung in den Ausdruck

$$y = y_0 \left(\frac{a^2}{a^2 + x^2} \right)^m$$

umformen (cf. Pearson [24] p. 363). Für diesen ist $\beta_1 = 0$, $\beta_2 > 3$, $F > 0$, folglich

der Näherungswert¹⁾ für $y_0 = y_m = y_c = \frac{n}{\varepsilon \sqrt{2\pi}} \left/ \frac{3(\beta_2 - 1)}{2\beta_2} \right. e^{\frac{\beta_2 - 3}{12(\beta_2 - 1)}}$

ferner $m = \frac{5\beta_2 - 9}{2(\beta_2 - 3)}$, $a = \varepsilon \sqrt{\frac{2\beta_2}{\beta_2 - 3}}$, $\lim x = a \sqrt[2m]{y_0 - 1}$

(cf. [10] I, 8). Somit ergeben sich für die Differenzreihe P des Gesamtmaterials nachstehende Werte:

$$\beta_1 = 0, \beta_2 = 6,0627, y_0 = 776,61, m = 3,4795, a = 1,2933, \lim x = 3,1065.$$

Der berechnete Variationsumfang dieser Reihe für 1059 Individuen reicht also von $-2,4455$ bis zu $+3,7675$, der beobachtete von -3 bis zu $+4$. Die hier vorliegende Wahrscheinlichkeitskurve ist eine symmetrische Hyperbinomialkurve im Sinne Ludwig's [20], welcher bei ihrer Besprechung (p. 14 ff) mit Verschaeffelt die Existenz von „nicht variierenden Individuen“ annimmt; die letztere soll in dem „Hyperbinomialitätsindex“, d. i. in dem Quotienten zwischen den Symmetrieordinaten der hyperbinomialen und der Gauss'schen Kurve,

wo $y_0 = \frac{n}{\varepsilon \sqrt{2\pi}}$, ihren Ausdruck finden. Derselbe beträgt für unser Beispiel $\frac{776,61}{650,07} = 1,195$.

¹⁾ Der wahre Wert ist

$$y_0 = \frac{n}{a \int_0^\pi (\sin \vartheta)^s d\vartheta}$$

Ludwig's Ausdrucksweise gegenüber mache ich darauf aufmerksam, dass es unrichtig ist, variierende und nicht variierende Individuen zu unterscheiden, da es überhaupt keine variierenden Individuen, sondern nur Merkmale, welche innerhalb Individuengruppen variieren, giebt. Individuen stellen Varianten dar, sind aber nicht selbst variabel.

Die Gestalt der für das Gesamtmaterial berechneten Differenzpolygone von P und Pdiv ist aus den über demselben Abschnitt der Abscissenachse gezeichneten Figuren 16 und 17 ersichtlich; ihre Deckungsfehler mit den empirischen bleiben innerhalb der Grenze $\frac{100}{\sqrt{n}}\%$. Die Gleichungen der Differenzkurven lauten

a. für P:

$$\begin{aligned} 562 \text{ ♂: } y &= 400,16 (\cos \vartheta) & 2 \cdot \frac{3,44168}{e} & \frac{0,26094}{e} \vartheta, & \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta &= \frac{x}{1,2959} \\ 497 \text{ ♀: } y &= 358,67 (\cos \vartheta) & 2 \cdot \frac{3,59987}{e} & \frac{-0,39435}{e} \vartheta, & \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta &= \frac{x}{1,3062} \\ \text{♂} + \text{♀: } y &= 776,61 (\cos \vartheta) & 2 \cdot \frac{3,47950}{e} & & \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta &= \frac{x}{1,2933} \\ \Delta &= 2,92 \%, & \Delta \sqrt{n} &= 0,9506 \end{aligned}$$

b. für Pdiv:

$$\begin{aligned} 528 \text{ ♂: } y &= 114,86 (\cos \vartheta) & 2 \cdot \frac{13,16255}{e} & \frac{-3,79387}{e} \vartheta, & \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta &= \frac{x}{6,8833} \\ 486 \text{ ♀: } y &= 5,81 (\cos \vartheta) & 2 \cdot \frac{144,05200}{e} & \frac{-42,6318}{e} \vartheta, & \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta &= \frac{x}{24,2370} \\ \text{♂} + \text{♀: } y &= 190,59 (\cos \vartheta) & 2 \cdot \frac{21,98110}{e} & \frac{-5,94817}{e} \vartheta, & \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta &= \frac{x}{9,1682} \\ \Delta &= 2,52 \%, & \Delta \sqrt{n} &= 0,8041. \end{aligned}$$

Die Differenzkurve von L ist in den beiden Geschlechtern entgegengesetzt und deutlich, für die Gesamtheit der Individuen dagegen nur schwach asymmetrisch. Für letztere und das männliche Geschlecht ist die Kurvenasymmetrie positiv, für das weibliche negativ. Der Kurventypus ist in allen drei Fällen wiederum hyperbinomial (Typ IV); seine Gleichungen lauten

$$\begin{aligned} 544 \text{ ♂: } y &= 298,61 (\cos \vartheta) & 2 \cdot \frac{3,85997}{e} & \frac{1,41651}{e} \vartheta, & \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta &= \frac{x}{1,5673} \\ 480 \text{ ♀: } y &= 243,79 (\cos \vartheta) & 2 \cdot \frac{7,51985}{e} & \frac{-3,09291}{e} \vartheta, & \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta &= \frac{x}{2,41595} \\ \text{♂} + \text{♀: } y &= 599,69 (\cos \vartheta) & 2 \cdot \frac{4,72027}{e} & \frac{0,79957}{e} \vartheta, & \text{ wo } \operatorname{tg} \vartheta &= \frac{x}{1,8409} \\ \Delta &= 1,65 \%, & \Delta \sqrt{n} &= 0,5284. \end{aligned}$$

Das empirische und das berechnete Differenzpolygon stimmen also, wie sich auch aus Fig. 20 ergibt, recht gut mit einander überein.

Dasselbe lässt sich nicht von Vdiv behaupten. Zunächst führt die Berechnung der Kurvenkonstanten dieser Reihen im Gegensatz zu allen übrigen Befunden auf Kurven des Typ I. Der theoretische Variationsumfang der Differenzreihen reicht demgemäss bei den Männchen von $-0,5276$ bis $+4,0955$, bei den Weibchen von $-0,9057$ bis $+7,3662$ und für die Gesamtheit der Individuen von $-1,0702$ bis $+8,7812$, während der beobachtete in allen drei Fällen von -2 bis $+3$ geht; es besteht also schon in dieser Beziehung eine schlechte Übereinstimmung zwischen Berechnung und Wirklichkeit. Dieselbe wird aber noch beträchtlicher bei Berechnung der Differenzreihe für die Gesamtheit; der Deckungsfehler zwischen dem berechneten und dem empirischen Polygon beträgt hier $4,30\%$ ihrer Area, und der kritische Wert $\Delta \sqrt{n} = 1,40$ geht erheblich über die Grenze des gewährten Spielraums hinaus (cf. Fig. 19). Es liegt nahe, das abnorme Verhalten



dieser Differenzreihe mit der irregulären Variation der Einzelmerkmale in Zusammenhang zu bringen. Die den Kurven korrespondierenden Binomialausdrücke ([10] I, 12 p. 33) sind

$$\begin{aligned} \sigma : 558 \cdot (0,8061 + 0,1939)^{3,5208}, \quad \varphi : 496 \cdot (0,8500 + 0,1500)^{5,3651}, \\ \sigma + \varphi : 1054 \cdot (0,8021 + 0,1979)^{3,8690} \end{aligned}$$

Die hier nicht wiedergegebene graphische Darstellung des letzteren in der abgerundeten Form $100 \cdot (0,8 + 0,2)^4$ schloss sich den Konturen des empirischen (prozentuarischen) Differenzpolygons im allgemeinen etwas besser an, als das theoretische dies thut; ihre Basis erstreckte sich von rund $-1,3$ bis $+4,7$. Die Gleichungen der gefundenen Kurven lauten

$$\begin{aligned} 558 \sigma : y &= 314,23 \left(1 + \frac{x}{0,2499}\right)^{0,16907} \left(1 - \frac{x}{3,8178}\right)^{2,58289} \\ 496 \varphi : y &= 256,35 \left(1 + \frac{x}{0,9692}\right)^{1,33526} \left(1 - \frac{x}{7,3027}\right)^{10,06091} \\ \sigma + \varphi : y &= 578,89 \left(1 + \frac{x}{1,2046}\right)^{2,22512} \left(1 - \frac{x}{8,6468}\right)^{15,97243} \\ \Delta &= 4,30 \%, \quad \Delta \sqrt{n} = 1,3973! \end{aligned}$$

Die V (Fig. 18) endlich ergaben auch mit Hilfe Pearson's modifizierter Momente und des Variabilitätsindex $\sigma = \sqrt{\varepsilon^2 + \frac{1}{6}}$ keine brauchbaren Resultate; wie bereits in Kap. III hervorgehoben, bietet die Analyse von sehr schwach variierenden Reihen besondere Schwierigkeiten.

8. Korrelative Beziehungen der Differenzreihen.

Das Wesentliche dieser Befunde nun ist, dass die Differenzreihen sich wie Variationsreihen verhalten, dass sie daher in ähnlicher Weise, wie diese, auf ihre korrelativen Beziehungen hin untersucht werden können.

A priori nämlich erscheint der Gedanke naheliegend, dass grössere oder geringere individuelle Symmetrie in einem Merkmalpaar von entsprechender in einem anderen begleitet sei, so dass man mit Fug und Recht von grösserer oder geringerer Symmetrie der ganzen Individuen, nicht bloss ihrer einzelnen Merkmalpaare, sprechen könnte. Um mich hierüber zu unterrichten, berechnete ich die sechs Korrelationskoeffizienten der vier auf die paarigen Flossen bezüglichen Differenzreihen so, dass statt der Einzelvarianten von Merkmalen die Einzeldifferenzen von Merkmalpaaren gesetzt wurden. Das Resultat, in nachstehender Texttafel zusammengefasst, ist einigermaßen überraschend: nicht nur, dass der Korrelationskoeffizient in sämtlichen Fällen sehr niedrig bleibt — nur die Kombinationen P:P div und P:V div ergeben übereinstimmend in beiden Geschlechtern erkennbare Werte —, sondern gerade in derjenigen Kombination, deren einzelne Komponenten besonders empfindlich auf die allgemeine Körperasymmetrie reagieren (P div:V div) findet man in beiden Geschlechtern schwach negative, thatsächlich also wohl überhaupt keine Korrelation. Der Befund lässt schwerlich eine andere Deutung zu, als dass der individuelle Grad der Asymmetrie eines Merkmalpaars nahezu vollkommen unabhängig von dem irgend eines andern ist. Die Durchschnittsasymmetrie eines Individuums in seinen sämtlichen bilateral-homologen Merkmalpaaren ist so gut wie ausschliesslich durch den Zufall bedingt. Dieser aber bewirkt im Gegensatz zur Korrelation, wie zuerst Heineke [18] gezeigt hat, dass alle Individuen der Formeneinheit im Durchschnitt aller ihrer Merkmalpaare sich gleichmässig asymmetrisch verhalten.⁴⁾ Somit kann man nicht wohl von grösserer oder

⁴⁾ Der rechnerische Beweis hierfür besteht im Folgenden:

Aus Tabelle 4e lassen sich die individuellen Kombinationen der Differenzen der vier auf die paarigen Flossen bezüglichen Merkmalpaare mit leichter Mühe ableiten. Sieht man von 52 Individuen ab, bei welchen diese Kombinationen aus irgend einem Grunde unvollständig sind, so weisen die übrigen 1008 rechtszügigen Individuen 136 Differenzen-Kombinationen auf. Drückt man jetzt die Einzeldifferenzen als relative Abweichungen von den Mitteln ihrer Reihen aus, so erhält man viergliedrige Kombinationen

geringerer Asymmetrie der Individuen als solcher, sondern nur von derjenigen der einzelnen Merkmalpaare bei der hier untersuchten Form von *Pleuronectes flesus* sprechen.

Korrelationstabelle der Differenzreihen.

Nr.	Kombin.	♂		♀		$\delta : E_{\delta}$	♂ + ♀		n	
		r	E	r	E		r	E	♂	♀
1.	P : P div	0,0941	± 0,0291	0,1299	± 0,0301	- 0,86	0,1142	± 0,0209	528	486
2.	P : V	[- 0,0266	± 0,0285]	0,0474	± 0,0302	- 1,78	[0,0132	± 0,0208]	559	496
3.	P : V div	0,0798	± 0,0284	0,0658	± 0,0302	0,34	0,0711	± 0,0207	558	495
4.	P div : V	0,0610	± 0,0293	- 0,0958	± 0,0303	- 3,72	- 0,0354	± 0,0212	525	485
5.	P div : V div	- 0,0502	± 0,0294	- 0,0310	± 0,0306	0,45	- 0,0414	± 0,0212	524	484
6.	V : V div	[0,0248	± 0,0285]	[0,0051	± 0,0303]	0,47	[0,0138	± 0,0208]	558	496

9. Lokale Verschiedenheit der Symmetrieverhältnisse.

Eine andere Frage ist es, ob die verschiedenen Lokalformen einer Plattfischart in den einzelnen Merkmalpaaren verschiedene Grade der Asymmetrie aufweisen können. Holt [19] hat gezeigt, dass beim Steinbutt (*Rhombus maximus* Cuv.) von Norwegen ¹⁾ auch die Blindseite zahlreiche Hautknochen aufweist, während dieselbe Species an der südenglischen Küste nur noch auf der Augenseite jene Schuppenumbildung erleidet. Ebenso habe ich [7] auf die Beschuppungs- und Färbungsverhältnisse der Blindseite bei der Ostseeflunder im Vergleich zu der der südöstlichen Nordsee aufmerksam gemacht und finde bei der vorliegenden Form jenen Gegensatz zur Ostseeflunder noch schärfer ausgeprägt. Hinsichtlich der Körperbedeckung ist also an zwei differenten Species die lokale Verschiedenheit des Grades von Asymmetrie nachgewiesen.

Ein weiterer Umstand, der auf solche Verschiedenheit hindeutet, ist die in Kap. I, 3 besprochene Ungleichheit des Vorkommens linksäugiger Exemplare: gegenüber ca. 25 % an der holsteinischen Küste nur 5 % bei Plymouth. Die (60) untersuchten linksäugigen Tiere des letzteren Fundortes sind an Zahl zu wenig, um etwaige Unterschiede des korrelativen und des asymmetrischen Verhaltens ihrer bilateral-homologen Merkmale gegenüber den rechtsäugigen mit Sicherheit festzustellen; doch lassen die gefundenen Asymmetrieindices bei den ersteren keine wesentlichen Verschiedenheiten in dieser Beziehung erwarten.

Aus der grösseren Symmetrie der Körperbedeckung und dem häufigeren Vorkommen von linksäugigen Individuen bei der Ostseeflunder glaube ich schliessen zu dürfen, dass diese Lokalform überhaupt

unbenannter, negativer oder positiver Zahlen, z. B. statt P - 3, P div + 2, V 0, V div 0 die Kombination - 5,6631 - 1,1920 - 0,0778 - 0,6415; das Mittel der letzteren beträgt - 1,8861. Während nun jede einzelne Differenzreihe, in eine Reihe relativer Abweichungen umgeformt, das Mittel Null und den Variabilitätsindex Eins ergeben würde, erhält man aus den 1008 individuellen Kombinationsmitteln zwar ebenfalls den Durchschnittswert Null, als Variabilitätsindex dagegen nur 0,5180, d. h. etwa nur die Hälfte der einzelnen Variabilitätsindices der vier kombinierten Reihen. Mit zunehmender Zahl der Kombinationsglieder (weiterer Merkmalsdifferenzen) würde sich dieser Wert noch mehr an Null annähern. Ist aber der letztere Wert erreicht, so bedeutet dies, dass sämtliche individuellen Kombinationsmittel gleich Null sind, d. h., dass im Durchschnitt der gesamten Merkmalsdifferenzen alle Individuen gleich asymmetrisch sind.

Die erhaltenen Resultate, auf deren ausführliche Wiedergabe ich hier verzichte, sind auch noch in anderen Beziehungen instruktiv. Durch Kombination der zweimal je vier Extremwerte relativer Abweichungen, - 5,6331 - 3,3139 - 7,5545 - 3,1931 und 5,1377 + 3,0516 + 7,3991 + 3,1860 würde man als mittlere Kombinationsextreme - 4,92 und + 4,69 erhalten; die wirklich beobachteten mittleren Extreme dagegen betragen nur - 2,74 und + 2,69. Ferner gehören den Intervallen der Kombinationsmittel

- 3 bis - 2	- 2 bis - 1	- 1 bis 0	0 bis + 1	+ 1 bis + 2	+ 2 bis + 3
2	21	458	501	23	3

Individuen an. Fasst man endlich alle zwischen den Kombinationsmitteln - 0,5 und + 0,5 liegenden Individuen als zu Null, alle zwischen + 0,5 und + 1,5 liegenden als zu + 1 etc. etc. gehörig zusammen, so erhält man die folgende, nahezu symmetrische Frequenzreihe für die Kombinationsmittel:

	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	
f:	1	6	144	700	150	6	1	wo M = 0,006 und ε = 0,598.

¹⁾ Dasselbe trifft nach meinen Beobachtungen für die Ostseeform des Steinbutts zu.

weniger asymmetrisch entwickelt ist, als die Plymouthflunder. Leider steht mir zur Zeit noch kein genügendes Vergleichsmaterial zu Gebote. Eine Zählung der Gesamtstrahlzahlen der beiden Brustflossen an 86 rechts-
 äugigen Exemplaren (43 ♂, 43 ♀) ergab das Kombinationsschema

links:		8	9	10	11	12
rechts:	9		3	2		
	10	1	12	18		
	11		2	26	13	
	12			1	6	2

folglich: $r = 0,6550 \pm 0,0415$, $\Delta' = 28,34\%$, und für die Differenzreihe: $M = 0,5814 \pm 0,0450$, $\varepsilon = 0,6188 \pm 0,0318$, $\alpha = 0,5383$, $-:0:+$ Individuen = 2,33 : 41,86 : 55,81 %, somit intensivere Korrelation und geringere Asymmetrie, als bei der Plymouthflunder, so dass ein und dieselbe asymmetrische Species nicht überall notwendig den gleichen Grad von Asymmetrie erreichen zu brauchen scheint. Dann aber ist der Grad der symmetrischen, resp. asymmetrischen Entwicklung ihrer einzelnen bilateral-homologen Merkmalpaare ebensowenig eine Funktion der Species als solcher, wie das Mittel der Variation oder der Grad der Korrelation ihrer Merkmale; diejenige Einheit, welche diese Grössen in jedem einzelnen Falle bestimmt, ist der Komplex morphologisch gleichwertiger Individuen, die Formeneinheit.

10. Zusammenfassung.

Der statistische Begriff der bilateralen Symmetrie ist von dem morphologischen (stereometrischen) verschieden; die von der letzteren geforderte strenge Symmetrie aller bilateral-homologen Merkmalpaare innerhalb der Formeneinheit, nach welcher die paarweis zusammengehörigen Merkmale bei jedem einzelnen Individuum die Differenz Null ergeben würden, ist der unvollkommenen Korrelation solcher Merkmalpaare und der Variation ihrer Einzelmerkmale halber unmöglich. Symmetrie eines bilateralen, dorsoventralen oder radiären Komplexes von Merkmalen liegt vor, wenn die letzteren Übereinstimmung der Mittelwerte, Variabilitätsindices und Variationsreihen aufweisen, und wenn die Zahl der vom symmetrischen Verhalten negativ abweichenden Individuen gleich der der positiv abweichenden ist. In der Regel besteht zwischen symmetrischen Merkmalen hohe und positive, jedoch stets unvollkommene Korrelation.

Die grössere oder geringere Symmetrie bilateral-homologer Merkmale innerhalb einer grösseren Anzahl von Individuen derselben Formeneinheit ergibt sich aus ihrer Differenzreihe. Diese ist aus dem Kombinationsschema der Einzelmerkmale abzuleiten; ihr Mittelwert und ihr Variabilitätsindex sind Funktionen der Mittelwerte, resp. der Variabilitätsindices, sowie des Korrelationskoeffizienten der letzteren. Die graphischen Darstellungen von Differenzreihen, die Differenzpolygone, verhalten sich verschieden, je nachdem, ob Symmetrie oder Asymmetrie der variierenden bilateral-homologen Einzelmerkmale vorliegt; im Falle vollkommener Symmetrie der letzteren ist ihr Differenzpolygon um seine Nullordinate symmetrisch. Für die Abstufungen der Symmetrieverhältnisse bilateral-homologer Merkmalpaare zwischen vollkommener Symmetrie und vollkommener rechts- oder linksseitiger Asymmetrie ist eine unbenannte Zahl, der Asymmetrieindex, mit den Grenzwerten 0 und + 1 aus ihrer Differenzreihe nach der Formel $\alpha = \frac{(n - f_0) \sum (D)}{n \sum (\sqrt{D^2})}$ als der Quotient zwischen dem

Mittelwert der Differenzreihe $\frac{\sum (D)}{n}$ und der Durchschnittsdifferenz der asymmetrischen Individuen $\frac{\sum (\sqrt{D^2})}{n - f_0}$

berechenbar, wo f_0 die Zahl der symmetrischen Individuen bedeutet. Die Asymmetrie bilateral-homologer Merkmalpaare wächst bei *Pl. flesus* im allgemeinen mit ihrer Entfernung von der Medianebene des Körpers, erscheint also als Funktion ihrer Lage, und ist für die Teilstrahlzahlen höher, als für die Gesamtstrahlzahlen desselben Flossenpaares. An dem untersuchten Material sind Altersverschiedenheiten der Symmetrieverhältnisse bilateral-homologer Merkmalpaare nicht, geschlechtliche Unterschiede nur in sehr geringem Masse nachzuweisen; dieselben lassen jedoch keine bestimmten Richtungen erkennen. Die Differenzreihen unterliegen dem allgemeinen Variationsgesetz und gehören normaler Weise Kurven des Typ IV an. Die Korrelation zwischen Differenz-

reihen verschiedener Merkmalpaare ist bei *Pl. flesus* sehr gering; somit verhalten sich alle Individuen einer Formeneinheit im Durchschnitt aller ihrer bilateral-homologen Merkmalpaare nahezu gleichmässig asymmetrisch. Dagegen bestehen aller Wahrscheinlichkeit nach merkbare Verschiedenheiten hinsichtlich der Asymmetrie verschiedener Lokalformen.

Die Einführung eines Asymmetrieindex in die exakte Morphologie dürfte insofern von besonderem Wert sein, als er auch schwache Grade von Asymmetrie, wie sie nachweislich in verschiedenen Paaren bilateral-homologer Merkmale mancher Fisch- und Brachyurenarten und wahrscheinlich ganz allgemein verbreitet im Tierreich vorkommen, deutlich hervortreten lässt und somit das Dogma eines prinzipiellen Gegensatzes symmetrischer und asymmetrischer Formen, welches die stereometrische Definition hervorgerufen hat, zerstört.

VI. Morphologische Bemerkungen.

1. Strahlteilungen.

In den vorhergehenden Kapiteln war das numerische Verhalten der Teilstrahlen mehrfach zu erwähnen; sie zeigten sowohl hinsichtlich der Entwicklung (zwei Entwicklungsmaxima) als der Variation und Asymmetrie Besonderheiten. Soviel ich sehe, liegen über die Teilung von Flossenstrahlen bisher überhaupt keine Angaben vor, und so seien einige darauf bezügliche Bemerkungen hier mitgeteilt.

Strahlteilungen finden sich normaler Weise ausschliesslich an den sogen. Weich- und Gliederstrahlen der Knochenfische, nicht an den Stacheln. Die Weichstrahlen sind in sämtlichen Flossen, unpaaren und paarigen, durchaus homologe Gebilde. Jeder Weichstrahl besteht aus einem Paar in dem Flossenmesenchym gelegener, mehr oder weniger stark gewölbter und einander mit der Konkavseite zugekehrter Rinnen, welche bei vollständiger Entwicklung durch Querteilung gegliedert sind. Bei Stacheln dagegen ist dieses Rinnepaar mindestens mit seinen Vorderändern der ganzen Länge nach verschmolzen und bleibt ungegliedert.

Entwicklung und Bau der Gliederstrahlen sind von Harrison¹⁾ in einer Form dargestellt, die in allen wesentlichen Punkten mit meinen Befunden übereinstimmt. Im Mesenchym der Flosse werden während der ganzen Lebensdauer zunächst sogen. Horn- oder besser Primitivfasern (*Actinotrichia* Ryder) gebildet. Hierauf lagert sich die zellfreie²⁾ Strahlensubstanz unabhängig von den Primitivfasern an bestimmten Bahnen der Basalmembran der Flossenepidermis distalwärts fortschreitend ab, ohne mit ihr zu verschmelzen, und wird später von ihr durch zwischenwucherndes Mesenchym ab- und in die Tiefe gedrängt. Die Strahlensubstanz ist dem Knorpel wohl verwandt, aber nicht mit diesem identisch und enthält kohlen-, sowie phosphorsäuren Kalk in grossen Mengen. Im Querschnitt durch die Flosse bietet ein Weichstrahl das Aussehen zweier nahe der Mitte des Schnittes gelegener bogenförmiger Gebilde, welche einander ihre Konkavseiten zuehren und konzentrische Schichtung aufweisen. Die letztere ist die Folge des Dickenwachstums der Strahlenhälften durch Apposition von Strahlensubstanz seitens der umgebenden Mesenchymzellen.

¹⁾ R. G. Harrison, Über die Entwicklung der nicht knorpelig vorgebildeten Skeletteile in den Flossen der Teleostier. Arch. Mikr. Anat. Bd. 42 p. 248–278. 3 Tafeln. 1892.

²⁾ „Knochenzellen“, welche auf einzelnen von Harrison's Figuren (z. B. Tafel XVIII, Fig. 22 u. 23) in die Strahlensubstanz eingezeichnet sind, habe ich niemals gesehen; im Gegenteil, gerade das Fehlen irgendwelcher Zellen macht das Bild eines Strahlenschnittes so auffällig verschieden von dem eines Knochen- oder Knorpelschnittes bei Fischen. Jene vereinzelt Zellen auf Harrison's Bildern halte ich für zufällig in die wachsende Strahlensubstanz mit eingeschlossene und dem Untergange verfallene Mesenchymzellen.

Die Gliederung eines Strahls erfolgt nach HARRISON (l. c. p. 269 ff.) dadurch, dass im Innern des Strahls an bestimmten Stellen lebhaftere Zellwucherungen stattfinden, welche seine beiden rinnenförmigen Längshälften zunächst ausbuechten, dann mit oder ohne Hülfe auflösender Sekrete in der Quere durchbrechen. Es handelt sich bei ihr also, soweit der Strahl selbst in Betracht kommt, um einen rein mechanischen Prozess, wie vor HARRISON bereits RYDER¹⁾ erkannte, als Ursache desselben jedoch die mit der Flossenfunktion verbundene Biegung der Strahlensubstanz über ihre Elastizitätsgrenze hinaus ansah. Die so entstandenen Glieder der zusammengehörigen rinnenförmigen Strahlhälften sind an ihren Enden etwas verdickt und verschieben sich häufig ein wenig in der Längsrichtung des Strahles gegen einander, so dass ihre Enden sich nicht mehr genau gegenüber liegen. Nach BAUDELOT'S²⁾ vergleichenden Messungen am Barsch und nach meinen eigenen Beobachtungen besitzen sie anscheinend kein weiteres Längen-, sondern nur noch Dickenwachstum durch Apposition.

Das Längenwachstum des Strahls erfolgt wesentlich an seiner freien Spitze in einer der embryonalen Neubildung desselben durchaus entsprechenden Art. Man kann also die Entwicklung eines Flossenstrahles an einem bereits definitiv ausgebildeten studieren, wenn man Querschnitte von der Spitze nach der Basis zu durch ihn legt; das Verhalten der Strahlenspitze entspricht dem embryonalen. Hat der an der letzteren neu entstandene Teil eine gewisse Länge erreicht, so erfolgt die Abspaltung eines neuen Gliedes. Primitivfasern findet man an der Strahlenspitze stets, wie HARRISON für verschiedene Gruppen der Teleostier nachgewiesen hat und wie ich für die Gattungen *Perca*, *Acerina*, *Scorpaena*, *Cottus*, *Trigla*, *Lepidotrigla* (Fig. 1), *Gobius*, *Mugil*, *Gastrosteus*, *Ctenolabrus*, *Motella*, *Rhombus*, *Pleuronectes*, *Leuciscus*, *Squalius*, *Siphonostoma* und *Syngnathus* bestätigen kann.

Das Basalglied des Strahles ist wesentlich länger, als die übrigen, unter einander ziemlich gleichen Strahlenglieder. Es besitzt ein eigenes, wenn auch schwaches Längenwachstum, welches mutmasslich auf sein proximales Ende beschränkt ist. Infolge seiner Artikulation mit dem Os basale und der an ihm stattfindenden Muskelinsertionen bietet es mancherlei spezielle Eigentümlichkeiten, welche hier übergangen werden können.

Die Teilung der Weichstrahlen findet stets dichotomisch und in der Richtung der Flossebene statt. Sie erfolgt erst einige Zeit, nachdem der definitive Strahl gebildet ist; über ihren ersten Anfang habe ich nichts ermitteln können, es sei denn, dass die Primitivfasern an der Strahlenspitze wie durch eine in der Richtung des Flossenrandes ausgeübte Zugwirkung etwas aus einander gezerrt erscheinen. Sie beginnt stets an der Strahlenspitze und schreitet basalwärts vor, ohne, soweit mir bekannt, das Basalglied des Strahles jemals zu befallen. Wächst die Flosse nach einmal eingegangener Teilung eines Strahles distalwärts weiter, so erfolgt das Wachstum jedes Strahlenastes in gleicher Weise, wie das eines einfachen Strahles. Die distale Wiedervereinigung zweier Strahlenäste ist sehr selten und macht den Eindruck einer Abnormität: derartige Fälle sind weiter unten als „unvollständige Teilungen“ aufgeführt.

Ober- und unterhalb der Teilungsstelle bieten die Strahlenglieder im Querschnitt das vorhin geschilderte Aussehen. An der Teilungsstelle selbst jedoch sieht man in der Mitte jedes der bogenförmigen Gebilde an ihrer Konkavseite eine Vorwölbung der Strahlensubstanz (Fig. 2). Diese reisst unter Wucherung der zwischen den Strahlhälften eingeschlossenen Mesenchymzellen alsbald unregelmässig ein, und unmittelbar darauf entsteht

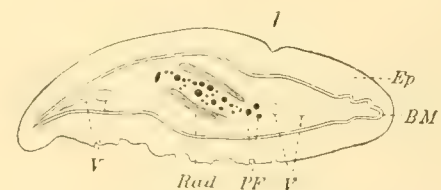


Fig. 1.

Querschnitt durch einen Strahl der Bauchflosse von *Lepidotrigla aspera* Günth. nahe unterhalb seiner Spitze.

Ep Epithel, BM Basalmembran des Epithels, Rad Strahlensubstanz, PF Primitivfasern, V Gefässe.

Eosin-Färbung. Leitz Oc. I Obj. 3. Zeichenapparat.

¹⁾ J. Ryder, On the origin of heterocercy and the evolution of fins and fin rays of fishes. Rep. Comm. U. S. Fish-Comm. (2884) p. 981—1107. Pl. XII. 1886.

²⁾ E. Baudelot, Observations sur la structure et le développement des nageoires des poissons osseux. Arch. Zool. Exp. Gén. T. 22. Notes et Revue p. XVIII—XXIV. 1872.

auch auf der Mitte der konvexen Gegenseite ein Einriss, der sich mit dem erst-erwähnten trifft. So entstehen jederseits zwei bogenförmig gekrümmte Gebilde an Stelle des ursprünglich, resp. basalwärts vorhandenen je einen, welche an den ein-ander zugekehrten Rändern zunächst rauh, wie gebrochen, erscheinen (Fig. 3), doch weiter distalwärts rasch glatt werden und zwei einfachen, neben einanderliegenden Strahlschnitten gleichen. An jedem dieser Strahlenäste können seinerseits wieder Teilungen auftreten; greifen solche auf einem oder auf den beiden primären Ästen bis zu deren Teilungsstelle zurück, so werden drei-, vier- oder mehrfache Teilungen eines Strahls an einer einzigen Stelle vorgetäuscht. Mit der Strahlteilung sind ferner Strukturveränderungen der Zwischenstrahlenhaut der Flosse verbunden, die ich hier jedoch übergehen darf.

Zur Teilung nun ist, wie sich bei Massenuntersuchungen ergibt, jeder Gliederstrahl befähigt, gleichgültig, bei welcher Spezies und in welcher Flosse er auftritt. Die bisher öfter befolgte Methode, das Vor-

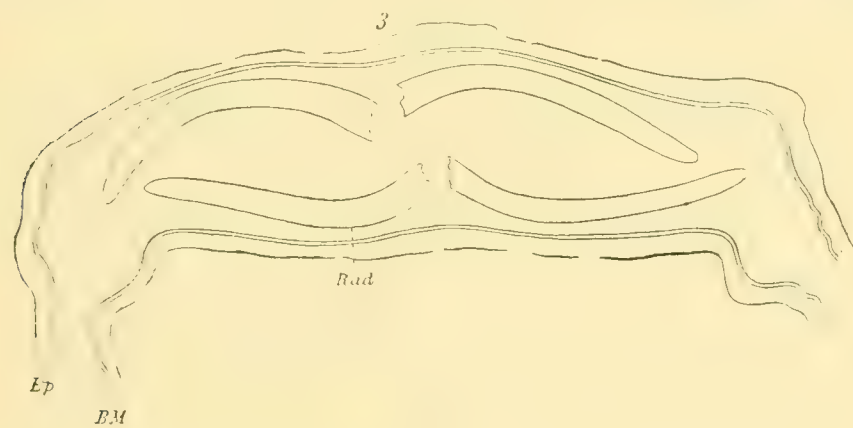


Fig. 3.

Querschnitt durch denselben Strahl ein wenig mehr distalwärts.

Pl. flesus, und in verstärktem Masse besteht derselbe Unterschied zwischen *Rhombus laevis* und *Rh. maximus*. Ähnliche Differenzen finden sich ferner zwischen den einzelnen Spezies sowie zwischen Lokalförmungen solcher bei den Gattungen *Cottus*, *Gastrosteus*, *Gobius* u. a. m.

Obwohl neuerdings noch Smitt [28] das Vorkommen von Teilstrahlen in den Kielflossen bei *Pleuronectes flesus* in Abrede stellt, sind solche, obwohl nur vereinzelt auftretend, doch nicht allzu selten. An dem vorliegenden Material fand ich sie in der Rückenflosse bei drei Männchen und acht Weibchen, in der Afterflosse bei drei Männchen und sechs Weibchen, im Ganzen bei 18 sämtlich rechtsängigen Individuen (= 1,6% der Gesamtheit), von denen das kleinste, ein Männchen, 19,1 cm. mass. In Prozenten der rechts-ängigen Grössengruppen ausgedrückt machen Individuen mit Teilstrahlen in den Kielflossen

bei Gruppe	III	IV	V	VI
♂ :	0,68	1,76	2,00	} 0,1
♀ :		2,36	4,88	

der entsprechenden Individuenzahlen aus. Somit wächst die relative Häufigkeit des Auftretens von Teilstrahlen

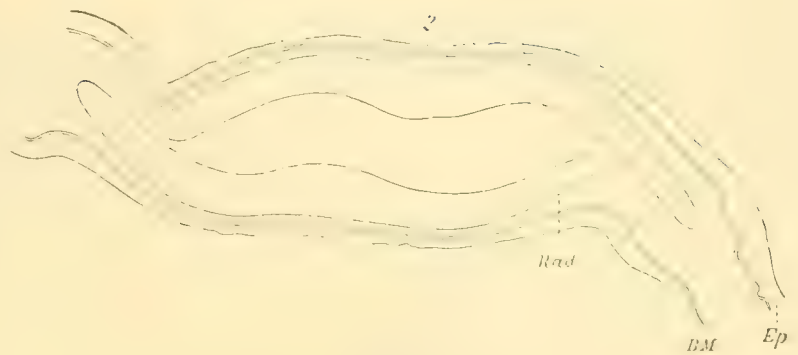


Fig. 2.

Querschnitt durch einen Strahl der Schwanzflosse von *Ctenolabrus rupestris* L. an seiner Teilungsstelle. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 1. Pikrokarminfärbung. Leitz Oc. I Obj. 5. Zeichenapparat.

kommen von Teilstrahlen in gewissen Flossen kritiklos als systematisches Merkmal zu benutzen, muss ich daher als verfehlt betrachten. Andererseits ist es Thatsache, dass Strahlteilungen in einigen Flossen, z. B. in Brust- und Schwanzflossen, häufiger, in anderen seltener vorkommen, und dass zwischen nahe verwandten, ja sogar bei einer und derselben Spezies zwischen deren verschiedenen Rassen Unterschiede hinsichtlich ihrer Häufigkeit und ihrer Ausdehnung bestehen; so sind z. B. Strahlteilungen bei *Pleuronectes platessa* häufiger und erreichen einen höheren Grad als bei

mit der Totallänge der Individuen und erscheint als eine vorwiegend weibliche Eigenschaft. Die Strahlteilung in den Kielflossen scheint erst um die Geschlechtsreife zu beginnen und kann an jeder Stelle der Flosse auftreten. Geteilt war

in der D der	8.	9.	34.	41.	42.	44.	47.	55.	57.	58.	64.	Strahl
unter (Strahlensumme)	62	65	62	61	59	60	62	63	61	62	64	(M = 61,91)
bei (Geschlecht)	♀	♀	♂	♀	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	
in der A der	3.	21.	27.	28.	31.	32.	37.	42.	43.	Strahl		
unter (Strahlensumme)	41	44	43	45	43	44	44	45	46	(M = 43,89)		
bei (Geschlecht)	♀	♀	♂	♀	♀	♂	♀	♂	♀			

Gleichzeitig in beiden Kielflossen besaßen je zwei Weibchen Teilstrahlen: 58. D + 21. A, 64. D + 43. A; in zwei weiteren Fällen (♀, 55. D, 3. A) waren die Teilungen „unvollständig“, d. h. nur einige mehr in der Mitte belegene Glieder waren geteilt, die distal-extremere dagegen ungeteilt. Dies abnorme Verhalten finde ich in der Litteratur nur bei Baudelot (l. c.) vom Barseh erwähnt; an dem hier untersuchten Material wurde es noch je einmal bei einem Männchen in der Bauchflosse der Augen-, bei einem Weibchen in der Blindseite und bei einem zweiten in der Brustflosse der Augenseite, unter 10001 Teilstrahlen im Ganzen also fünfmal beobachtet.

In den Kielflossen von *Pl. flesus* können Teilstrahlen im vorderen, mittleren und hinteren Abschnitt auftreten und scheinen mit einer den Durchschnitt etwas übersteigenden Strahlzahl verknüpft zu sein; betr. ihrer Beziehung zu Teilstrahlen in anderen Flossen cf. IV, 6. In ihrem Vorkommen ist ein Beispiel dafür gegeben, dass bei einer nicht verschwindend kleinen Minorität ein besonderer Charakter auftritt, der nichts pathologisches an sich hat, andererseits aber auch nicht von irgendwelcher erkennbaren Bedeutung für den Organismus ist.

Während das Auftreten von Teilungen an den Strahlen der Kielflossen keine Beziehung zu ihrer Stellung in der Flosse erkennen lässt, tritt eine solche in den paarigen Flossen ziemlich deutlich hervor, besonders in den Bauchflossen, in denen sowohl die Gesamt-, wie die Teilstrahlzahl nur wenig variiert. An dem rechtsängigen Material, das hier allein berücksichtigt wurde, kommen Strahlteilungen in den Bauchflossen auf der Augenseite bei 269 Männchen und 237 Weibchen, auf der Blindseite bei 115 Männchen und 93 Weibchen bald mehr, bald weniger häufig vor (cf. Tab. 2 Nr. 9 und 10), und zwar finden sich bei beiden Geschlechtern zusammen

auf der Augenseite			auf der Blindseite		
7 (= 41,2 %)	fünfstrahlige Flossen mit	9 Teilstr.	5 (= 14,3 %)	fünfstrahlige Flossen mit	7 Teilstr.
498 (= 48,4 %)	sechsstrahlige „ „	812 „	202 (= 20,0 %)	sechsstrahlige „ „	284 „
1 (= 14,3 %)	siebenstrahlige „ „	1 „	1 (= 20,0 %)	siebenstrahlige „ „	1 „
506 Flossen mit	822 Teilstr.		208 Flossen mit	292 Teilstr.	

Die Prozentzahlen (in Klammern) geben die relative Häufigkeit von Teilstrahlen enthaltenden Flossen der gleichen Gesamtstrahlzahl an, welche demnach auf beiden Körperseiten beträchtlicher bei den sechs- als bei den fünfstrahligen Flossen ist; vierstrahlige Flossen mit Teilstrahlen wurden nicht beobachtet. Die Teilung von Flossenstrahlen kann daher hier sowohl, wie in den Kielflossen nicht als ein Ausgleich für die Anzahl derselben angesehen werden.

Bezeichnet man nun die Stellung der geteilten Strahlen in der Flosse durch ihre (römische) Ordnungszahl, sofern von vorn nach hinten gezählt wurde, so finden sich bei Männchen und Weibchen zusammen

Ordnungsz. d. Teilstr:	Augenseite					Durchschnitt	Blindseite					Durchschnitt				
	III	IV	V	VI	Σ		II	III	IV	V	VI		Σ			
Strahlensumme:	5	4	5		9	3,56		2	4	1	7	3,86				
	6	94	432	284	2	812	4,24	1 ¹⁾	6	128	148	1	284	4,50		
	7			1	1	5,00				1		1	5,00			
	Σ	98	437	285	2	n	822	r = 0,1162	1	8	132	150	1	n	292	r = 0,1780

¹⁾ Dies ist der oben erwähnte, unvollständig geteilte Strahl eines Weibchens, bemerkenswert, weil er zugleich der einzige zweite Flossenstrahl mit Teilung ist.

Es sind also vorwiegend der drittletzte und der vorletzte Strahl einer Flosse geteilt; die durchschnittliche Ordnungszahl der Teilstrahlen (unter „Durchschnitt“) wächst mit der Gesamtstrahlzahl der Flosse. Der vorletzte Strahl ist gegenüber dem drittletzten auf der Blindseite häufiger (52,1 : 44,9 %) geteilt, als auf der Augenseite (35,2 : 53,2 %); die Teilungsverhältnisse sind dort weniger variabel als hier und stehen in engerer korrelativer Beziehung (r) zur Gesamtstrahlzahl der Flosse. Für die Ordnungszahlen der Teilstrahlen ergeben sich folgende Mittelwerte und Variabilitätsindizes:

Augenseite			Blindseite		
♂	$M = 4,2448$	$\varepsilon = 0,6245$	♂	$M = 4,4939$	$\varepsilon = 0,5466$
♀	$M = 4,2188$	$\varepsilon = 0,6752$	♀	$M = 4,4766$	$\varepsilon = 0,6119$
♂ + ♀	$M = 4,2324$	$\varepsilon = 0,6494$	♂ + ♀	$M = 4,4863$	$\varepsilon = 0,5762$

Die betreffenden Werte sind also auf der Augen- und der Blindseite, wie auch bei den beiden Geschlechtern verschieden; besonders beachtenswert sind die Differenzen des Variabilitätsindex bei den letzteren.

Wäre nun entweder die Korrelation zwischen der Gesamtstrahlzahl der Flossen und der Ordnungszahl ihrer Teilstrahlen vollkommen, d. h., beispielsweise, stets ausschliesslich der dritt- oder der vorletzte Strahl geteilt, oder aber wäre die Ordnungszahl der geteilten Flossenstrahlen konstant, so würde man daraus eine, wie Bateson [1] es bezeichnet, Individualität der Einzelstrahlen bei den Flossen verschiedener Strahlensummen folgern und die Variation der letzteren durch Verwachsung, resp. Doppelbildung einzelner phylogenetisch in bestimmter Anzahl gegebener Strahlen erklären können. Bei den tatsächlich vorliegenden Befunden jedoch ist dies unmöglich; die Variabilität der Ordnungszahlen der Teilstrahlen in Verbindung mit ihrer sehr geringen Korrelation zur Gesamtstrahlzahl lässt, soviel ich sehe, nur den einen Schluss zu, dass die Einzelstrahlen der Flosse nicht individuell bestimmbare Organe, etwa wie die fünf Finger der menschlichen Hand, sondern unter einander vollkommen gleichwertige Elemente sind, deren mögliche, nicht notwendige Formdifferenzierung hauptsächlich durch ihre zufällige Lage innerhalb der Flosse bestimmt wird.

2. Seitenlinie.

Bei manchen Gattungen der *Pleuronectidae*, z. B. bei *Lepidopsetta*, *Plagusia*, *Cynoglossus* u. a., ist das System der Seitenlinie dadurch erweitert, dass sich entweder nur auf der augentragenden oder auf beiden Körperseiten vom Supraoccipitalast ein Dorsalast abzweigt, welcher auf der Interspinalregion parallel zur Rückenkante verlaufend sich mehr oder weniger weit kaudalwärts erstreckt. Für diese Gattungen also ist der Dorsalzweig der Seitenlinie ein typisches Organ, während er den meisten *Pleuronectidae* für gewöhnlich fehlt. Immerhin jedoch kommt er bei mehreren Arten als keineswegs seltene Ausnahme vor; so beobachtete ich ihn bei *Pleuronectes flesus*, *Pl. platessa*, *Pl. limanda* und bei *Rhombus maximus*; am häufigsten findet er sich bei *Pl. platessa* (cf. auch [7] p. 33), und eine Abbildung dieser Art (Fig. 106) bei Smitt [28] nach Traquair zeigt einen Dorsalzweig auf der Augenseite (sptr).

An dem hier untersuchten Material von *Pl. flesus* wurde ein grösserer oder kleinerer Dorsalzweig des Supraoccipitalastes bei 34 rechts- und 3 linksäugigen Tieren, d. h. bei 3,30 % der gesamten Individuenzahl, angetroffen. Meistens findet er sich nur auf einer Körperseite; in zwei Fällen jedoch, bei je einem rechtsäugigen Männchen (l: III, VIII — r: III, VI) und einem linksäugigen Weibchen (l: V, IX — r: IV, V) trat ein Dorsalzweig auf beiden Augenseiten auf.

Ein einfacher Dorsalzweig fand sich auf der Blindseite bei fünf Männchen und sechs Weibchen, auf der Augenseite bei zwölf Männchen, wovon zwei linksäugig, und elf Weibchen; unter diesen waren alle unterschiedenen Grössengruppen ziemlich gleichmässig vertreten. Somit erscheint das Auftreten eines Dorsalzweiges der Seitenlinie innerhalb des Untersuchungsmaterials unabhängig von Alter und Geschlecht der Individuen. Das Mittel der Strahlzahlen der Rückenflosse beträgt bei ihnen 61,6765, weicht also kaum vom Mittel der Gesamtheit (61,7214) ab. Die individuellen Kombinationen der Endstellen der beiderseitigen Supraoccipitaläste und des einseitigen Dorsalzweiges, wie früher durch die Ordnungszahlen der entsprechenden Rückenflossenstrahlen bezeichnet, sind

Geschl.	Augens.	—	Blinds.	Geschl.	Blinds.	—	Augens.
♂	IV	—	III, VII	♀	IV	—	III, V
♀	IV	—	III, IX	♂	IV	—	III, VIII
♀	V	—	III, XIII	2 ♀	IV	—	IV, V
♀	IV	—	IV, V	♀	III	—	IV, VI
♀	IV	—	IV, VI	2 ♂, 2 ♀	IV	—	IV, VI
♀	V	—	IV, VI	2 ♂, 2 ♀	IV	—	IV, VII
♂	IV	—	IV, VII	♂, 2 ♀	IV	—	IV, VIII
♂	IV	—	IV, VIII	♀	V	—	IV, VIII
♂	IV	—	V, VII	2 ♂	IV	—	V, VII
♂, ♀	V	—	V, VIII	2 ♂	V	—	V, VII
				♂	IV	—	V, VIII
				♂	VI	—	VI, XI

Mittelwerte.

	Unverzweigt		Verzweigt	
	(Supraoccipitalast)		(Supraoccipital-	Dorsalzweig)
Blindseite	4,1739		4,0000	7,6364
Augenseite	4,3636		4,2174	6,9565

Die Mittelwerte zeigen, dass von dem gegabelten Supraoccipitalast der vordere Zweig dem regulären Supraoccipitalast entspricht. Gerade, wie bei den unverzweigten des übrigen Materials, reicht auch hier der Supraoccipitalast der Blindseite etwas weiter nach vorn, als derjenige der Augenseite; ferner erstreckt sich der verzweigte Supraoccipitalast etwas mehr nach vorn, als der einfache. Je weniger sich die Endstellen der Zweige von einander entfernen, desto später trennen sich die letzteren, so dass der Ursprung des Dorsalzweiges an sehr verschiedenen Punkten des Supraoccipitalastes liegen kann. Auf der Blindseite sind Verzweigungen zwar seltener, aber keineswegs schwächer entwickelt, als auf der Augenseite; der noch nicht ausdrücklich erwähnte extreme Fall, in welchem der Dorsalzweig seinerseits einen Nebenzweig abgibt, mit der Beschreibungsformel IV — II, IX, XII (Taf. XIV, Fig. 1, a), fand sich auf der Blindseite eines rechtsäugigen Weibchens.

Abgesehen von Verzweigungen des Supraoccipitalastes wurden gelegentlich zwei weitere Abnormitäten desselben beobachtet: bei einem Männchen fehlte derjenige der Blindseite, bei einem Weibchen waren die Äste beider Körperseiten in ihrem Verlauf unterbrochen.

Auch an anderen Stellen der Seitenlinie treten bisweilen accessorische Äste auf. Solche, die auch bei den nordeuropäischen Plattfischen häufiger vorkommen, lassen sich in folgende Gruppen zusammenfassen:

a. Senkrecht dorsalwärts von der Krümmung über der Brustflosse aufsteigend. Je ein rechtsäugiges Männchen und Weibchen mit einem, ein rechtsäugiges Weibchen mit zwei Ästen auf der Augenseite. Ferner gelegentlich beobachtet an *Pl. platessa*, *Pl. limanda* und *Pl. cynoglossus*. Nach Jordan und Goss¹⁾ regulär für *Oncopterus* (vier Äste).

b. Vom Vorderende der Krümmung ventralwärts in die Achselhöhle oder über diese hinaus zur Bauchflosse verlaufend. An dem hier untersuchten Material nicht, sonst gelegentlich an *Pl. flesus*, *Pl. platessa* und *Pl. limanda* beobachtet.

c. Eine isolierte Seitenlinie, welche nahe der Wurzel der Bauchflosse entspringt und zum After oder darüber hinaus parallel der Bauchkante verläuft. Auf der Augenseite bei einem Männchen (Fig. 2, a), auf der Blindseite (unvollständig) bei einem Weibchen (Fig. 1, b), beide rechtsäugig. Diese Befunde sind dadurch besonders auffällig, dass zwischen der accessorischen und der regulären Seitenlinie keine sichtbare Verbindung besteht; vielleicht verdienten hier die histologischen Verhältnisse eine spezielle Untersuchung.

¹⁾ A review of the flounders and soles of America and Europe. Ann. Rep. Comm. Fish Fisheries (1886) p. 225—342. 1889.

Ich halte es für wahrscheinlich, dass die sub b und c genannten Fälle zusammen der ventralen (dritten) Seitenlinie auf der Augenseite mancher *Cynoglossus*- und *Plagusia*-Arten entsprechen; doch fehlt es mir z. Z. an Vergleichsmaterial, um ein sicheres Urteil darüber zu erhalten.

Schliesslich sind noch zwei vereinzelte, gänzlich irreguläre Abnormitäten der Seitenlinie der Augenseite zu erwähnen. Die eine der beiden besteht darin, dass die Seitenlinie etwa auf der Mitte der Schwanzregion unterbrochen ist. Das hintere Ende ihres vorderen Abschnitts ist dorsal ein wenig aufgebogen; etwa 1 cm vor dieser Stelle entspringt rechtwinklig zu ihr ein Ast, welcher sich mit zwei parallelen Zweigen rechtwinklig kopfwärts umbiegt (Fig. 2, b; ♀). Im zweiten, auf derselben Figur (c) dargestellten Falle (♂) finden sich Netzmaschen vergleichbare Verästelungen der Seitenlinie auf der ventralen Hälfte des Schwanzstiels; von diesen erstreckt sich ein Zweig auf die Schwanzflosse, auf welcher zwischen diesem und der regulären Seitenlinie noch eine dritte isolierte verläuft.

Herrn Prof. Dr. Fr. Heincke verdanke ich die Gelegenheit zur Durchsicht einer grösseren Anzahl (50—60) aus ca. 1400 Individuen ausgesuchter junger Klieschen (*Pl. limanda*) aus Helgoland mit atypischer Seitenlinie. Die grosse Mehrzahl derselben wies die vorher ausführlich besprochene Verzweigung des Supra-occipitalastes auf; einige andere, besonders auffällige Abnormitäten, hauptsächlich Unterbrechungen des Verlaufs der Seitenlinie, sind in Fig. 3 und 4 dargestellt. Dieses Vergleichsmaterial, im Verein mit meinen oben geschilderten Befunden an *Pl. flesus*, zeigt, wie ausserordentlich stark gerade die Seitenlinie bei Plattfischen zur atypischen Entwicklung neigt. Es wäre wünschenswert, dass die hiermit verbundenen nervösen Abänderungen am frischen Material histologisch, und womöglich auch etwaige funktionelle Modifikationen physiologisch untersucht würden. Übrigens findet man auch bei anderen Gruppen, z. B. bei Acanthopterygiern, Abnormitäten der Seitenlinie in besonders hohem Prozentsatz.

3. Abnormitäten.

Bei jeder Untersuchung einer grösseren Anzahl von Individuen derselben Formeneinheit erhält man ausser der regulären Variation der Merkmale der einzelnen Organe eine Reihe besonderer Befunde, sogen. Abnormitäten. Diese lassen sich zum Teil als Folgen von Entwicklungsstörungen oder als solche von traumatischen Läsionen mit atypischer Heilung deuten. Zum Teil aber erscheinen sie als neu auftretende Charaktere ohne ersichtlich pathologische Eigentümlichkeiten, nicht selten überdies Anklänge an das reguläre Verhalten anderer als der untersuchten Spezies bietend, wie wir solche bereits als Teilung für gewöhnlich ungeteilter Flossenstrahlen und als accessorische Äste der Seitenlinie kennen gelernt haben. Die Grenze zwischen beiden ist jedoch in solchen Fällen häufig verwischt, in denen es sich ursprünglich um Entwicklungsstörungen mit nachfolgendem Ausgleich derselben durch Modifikation der regulären Verhältnisse, also um „Regulation“ (Driesch), handeln mag. Im Folgenden seien alle Abnormitäten, welche nicht als direkte Folgen von Verletzungen erscheinen, nach den Organen, an welchen sie beobachtet wurden, zusammengestellt.

In den Kieelflossen findet man gelegentlich grössere oder kleinere Strecken der Flossenfläche, in denen Strahlen überhaupt nicht, oder nur unvollständig zur Entwicklung gelangt sind, als Gegenstück hierzu aber auch Verdopplungen der normaler Weise einfachen Strahlen. Lücken in der Reihe der Flossenstrahlen wurden in der Rücken- wie in der Afterflosse wiederholt beobachtet. Die Flossenhaut erscheint an solchen Stellen unverletzt und gleichmässig transparent, wie überall zwischen je zwei Flossenstrahlen. Als Folgen von Verletzungen sind solche Vorkommnisse schwerlich zu betrachten, denn einmal ist bei ihnen keine Spur von narbiger Heilung in der Flossenhaut zu finden, und zweitens werden weiche Flossenstrahlen regeneriert, so lange ein basaler Rest von ihnen erhalten ist; die Regeneration findet nach Art der embryonalen Neubildung von Strahlen und zwar genau in der Verlängerung des erhaltenen Strahlenrestes statt. Die Lücken dürften daher als Hemmungsbildungen anzusehen sein, bei welchen Strahlen an gewissen Stellen nicht zur Entwicklung gelangen. Sie sind nicht ganz selten und wurden an dem vorliegenden Material in der Rückenflosse bei vier Männchen, wovon eins linksäugig, und einem Weibchen mit durchschnittlich 57,0 Strahlen, in der Afterflosse

bei sechs Männchen mit durchschnittlich $41\frac{1}{6}$ Strahlen, im Ganzen also bei 0,98 % der Individuen, beobachtet; naturgemäss haben sie die Erniedrigung der Strahlensumme zur Folge. In Tafel XIV Fig. 5 ist eine derartige, nicht sehr ausgedehnte Lücke aus der Rückenflosse von *Pl. limanda* dargestellt; in diesem Falle besteht zugleich ein Defekt des entsprechenden Interspinalen, durch welchen die etwas irreguläre Stellung der die Lücke begrenzenden beiden Flossenstrahlen verursacht ist.

Nahe mit den vorigen verwandt sind die seltenen Befunde, in welchen einzelne Strahlen nur mit ihren distalen oder proximalen Hälften zur Entwicklung gelangt sind. Letztere pflegen in den ihnen zukommenden Punkten der Flossenbasis zu wurzeln, während erstere zwischen zwei normalen Strahlen derart eingeschaltet sind, dass sie bei vollständiger Entwicklung mit einem von diesen aus gemeinschaftlicher Basis entspringen müssten. Bei den Zählungen wurden nur die proximal entwickelten unvollständigen Strahlen (A ♂, 34. unter 44) berücksichtigt, während die ausschliesslich distal entwickelten (2 A ♀, Strahlensummen 45 und 47) nicht mitgezählt wurden.

Einen weiteren Schritt in der Richtung der letzterwähnten Abnormität bedeutet das ebenfalls seltene Vorkommen von „Doppelstrahlen“, d. h. von zwei vollständig getrennten Strahlen, die unmittelbar nebeneinander an der Basis der Flosse entspringen und sich unter meist nur geringer Divergenz gegen ihren freien Rand erstrecken. Der Unterschied dieser Bildungen von den oben geschilderten Teilstrahlen liegt darin, dass bei Doppelstrahlen auch die Basalstücke vollständig getrennt sind. Sie wurden demgemäss als zwei einfache Strahlen gezählt und kamen vor bei D ♀ als 32. und 33. unter 63 und bei A ♀ als 35. und 36. unter 45 Strahlen. Die den Doppelstrahlen entsprechende Anordnung ist bei fast allen Knochenfischen für die beiden letzten Weichstrahlen der Rücken- und Afterflosse typisch geworden; daher findet man diese häufig als einen einheitlichen Strahl gezählt, so z. B. in [14] und in Boulenger's Nenausgabe desselben Werkes.

Die Stellung der Kielflossenstrahlen zur Wirbelsäule ist abhängig von der Anordnung der Interspinalia zu der letzteren. Normaler Weise ist die Stellung der Strahlen überall so, dass jede Strahlenwurzel zwischen den distalen Enden je zweier benachbarter Interspinalia einem durch diese gestützten Bande aufsitzt; von dieser Regel machen die geschilderten Doppelstrahlen natürlich eine Ausnahme. Dagegen sind die Interspinalia selbst zur Wirbelsäule bei den einzelnen Familien ausserordentlich verschieden angeordnet. Bei den *Percidae* z. B. entsprechen nur die Interspinalia der vorderen (stacheligen) Rückenflosse je einem Intervertebralraum, die der zweiten und der Afterflosse dagegen sind vielfach zu mehreren in einen solchen zusammengedrängt. Bei den *Cottidae* und *Triglidae* liegen die Interspinalia aller Kielflossen (2 D, 1 A) isoliert in je einem Intervertebralraum, bei den *Pleuronectidae* und den meisten übrigen Fischen mit weichstrahligen Kielflossen variiert die Anordnung derart, dass auf einen der letzteren ein bis drei Interspinalia kommen können.

Von den Brustflossen war in einem Falle (♂) die der Blindseite mit ihrem ventralen Rande in gerader Richtung von vorn nach hinten ihrer ganzen Länge nach mit der Körperhaut verwachsen, ohne in Gesamt- (10) oder Teilstrahlzahl (3) besondere Eigentümlichkeiten aufzuweisen. Bei einem anderen Männchen waren in der Brustflosse der Augenseite der fünfte und sechste unter elf Strahlen im übrigen wohl entwickelt, jedoch mit ihren distalen Gliedern vollständig verschmolzen, so dass sie auch keine Teilung aufwiesen; daher beschränkte sich die Zahl der in dieser Flosse vorhandenen Teilstrahlen auf drei.

Die Bauchflossen, welche bei der Gattung *Pleuronectes* im Vergleich zu den *Rhombinae* rudimentär erscheinen, sind nicht selten individuell besonders stark verkümmert, so dass sie nur noch einen oder zwei ungeteilte, häufig verkrüppelte Strahlen enthalten, welche überdies gelegentlich ihrer ganzen Länge nach unbeweglich mit der Körperhaut verwachsen waren. Solche Vorkommnisse sind in den Zählungstabellen als offenbare Kümmerbildungen unberücksichtigt gelassen und bieten kein weiteres Interesse. Dagegen fand ich bei einer männlichen Flunder und, gelegentlich einer früheren Untersuchung, bei einer weiblichen Scholle Abnormitäten eigentümlicher Art, die zu einander in gewisser Beziehung stehen. Im ersteren Fall war statt zweier normaler Weise sechsstrahliger nur eine unpaare achtstrahlige, im zweiten statt zweier sechsstrahliger zwei solche und hinter ihnen in der Mittellinie eine wohlentwickelte vierstrahlige, im Ganzen also drei Flossen vorhanden.

Bei der Flunder ist die Stellung der beiden Bauchflossen regulärer Weise dadurch verschieden, dass die der Blindseite etwas vor der der Augenseite liegt und in der Basis ein wenig kürzer ist, als diese. Die zuerst zu besprechende achtstrahlige Flosse (Fig. 6) ist offenbar durch Verwachsung der beiden paarigen mit ihren vorderen Rändern entstanden. Ihre Basis ist etwa hufeisenförmig gekrümmt, und die ganze Flosse erscheint demnach als eine gekrümmte Fläche, deren Konkavität nach hinten gegen die Abdominalkante gerichtet ist; somit verhält sie sich gerade umgekehrt, wie die ebenfalls durch Verwachsung der Bauchflossen entstandene unpaare Haftflosse von *Gobius*, deren Mittellinie den inneren (hinteren) Rändern der Bauchflossen entspricht und deren Konkavität nach vorne gerichtet ist. Die Entscheidung, welcher Teil der rechten, welcher der linken Bauchflosse angehört, ist nicht sicher. Die gewonnenen Masse betragen:

	links	rechts
Basislänge vom vordersten Punkt der Basis		
nach den Hinterenden derselben	5,25 mm	6,75 mm
Strahlenlängen: Äusserster (hinterer) Strahl	17,00 „ , weiss	9,75 „ , gefärbt
Zweitäusserster „	19,25 „ , „	15,00 „ , „
Zweitinnerster „	21,00 „ , „	19,00 „ , „
Innerster (vorderer) „	17,50 „ , 1)	21,75 „ , „

Alle Strahlen sind ungeteilt. — Da ich das Exemplar bereits tot erhielt, konnten über die Art der Funktion dieser eigenartigen Flosse keine Beobachtungen angestellt werden. Dass dieselbe im Leben gut beweglich war, schliesse ich aus ihrer kräftigen Entwicklung und ihrer leichten passiven Beweglichkeit, die eine Abduktion von etwa 45° zulies. Anatomisch wurde der Fall, um das Präparat zu erhalten, nicht untersucht. Besonders hervorzuheben ist noch, dass dieses Individuum (σ , 27,5 cm lang) zugleich die oben erwähnte netzförmige Verzweigung der Seitenlinie auf dem Schwanzstiel der Augenseite aufweist, dass an ihm also zwei sehr ausgeprägte Abnormitäten in Bezug auf Organe auftreten, welche in keinem bekannten morphologischen oder physiologischen Zusammenhang mit einander stehen.

Eine überzählige (dritte) Bauchflosse fand ich gelegentlich der Untersuchungen zu [7] an einer am 17. I. 1894 im Kieler Hafen gefangenen rechtsäugigen weiblichen Scholle (*Pl. platessa*) von 25,8 cm Totallänge. Der Fall stimmt, so viel ich sehe, vollkommen mit dem von Warpachowsky²⁾ an einem Wels (*Silurus glanis*) beobachteten und auch bei Bateson [1] angeführten überein. Die paarigen Bauchflossen unseres Tieres besitzen jede die normale Strahlzahl (6), die mittlere dagegen hat vier Strahlen. Sie steht etwa in der Mittellinie der Bauchkante hinter den beiden anderen (Fig. 7). Alle Flossen sind wohl entwickelt; die accessorische ist, entsprechend ihrer geringeren Strahlzahl, schmaler sowie etwas kürzer, als die seitlichen. Ihre Basis liegt der der rechten Bauchflosse ein wenig näher, als der der linken, verläuft dagegen mit letzterer annähernd parallel. Die erhaltenen Masse betragen:

	rechte	mittlere	linke Flosse
Grösste Breite, wenn ausgespannt	11,0 mm	5,0 mm	11,0 mm
Basislänge	6,0 „	4,0 „	6,0 „
Länge des 1. Strahls	14,0 „	11,5 „	13,0 „
„ „ 2. „	16,0 „	14,5 „	15,0 „
„ „ 3. „	18,0 „	14,5 „	17,5 „
„ „ 4. „	17,5 „	13,0 „	17,0 „
„ „ 5. „	12,5 „		14,0 „
„ „ 6. „	10,5 „		12,5 „

Alle Strahlen sind ungeteilt. Über die Färbung der einzelnen Flossen kann ich frühere Notizen nicht mehr auffinden; im jetzigen Zustand sind alle drei gleichmässig schmutzig gelb gefärbt.

1) Linke Hälfte weiss, rechte gefärbt, am Vorderende der unpaaren Flosse wurzelnd.

2) Anat. Anz. Bd. 3 Nr. 13 p. 379—381. 1888.

Das Becken (Fig. 8) ist normal gestaltet; doch sind die beiden es bildenden Knochenplatten fester mit einander verwachsen, als dies gewöhnlich der Fall ist. Die seinen Seitenflächen anlagernden *Mm. extensores et abductores radiorum* waren rechts bedeutend stärker als links entwickelt, so dass ihre Kontur bei der Betrachtung von vorn rechts konvex, links schwach konkav erschien. Die Insertion derselben war an den regulären Flossen lateral, an der unpaaren konnte ich sie des schlechten Zustandes des Präparats halber nicht mehr mit Sicherheit feststellen; doch war sie vermutlich rechts. Die im ventralen Hohlraum des Beckens liegenden *Mm. contractorés et adductores* inserierten an der rechten und mittleren Flosse links, an der linken rechts. Die lateralen Flossen sassen den Gelenkflächen des Beckens, die unpaare einem zwischen diesen ausgespannten Bande und dem medialen Fortsatz des hinteren dorsalen Beckenrandes auf. Das skelettierte Becken und die drei Flossen sind im Hamburger Naturhistorischen Museum (Nr. 9190) bewahrt.

Die Deutung der beiden zuletzt beschriebenen Fälle ist schwierig. Zu ihrer Entstehung müssen notwendig Verlagerungen der Flossenanlagen im embryonalen Zustande beigetragen haben, da die Annahme einer Verwachsung (im ersten) oder einer Teilung (im zweiten Fall) der definitiven Flossen weder die abnormen Stellungsverhältnisse der Flossenbasen zu einander, noch die Eigentümlichkeit der Strahlzahlen, besonders die des zweiten Falles, erklären würde.

Die erste Andeutung der Bauchflossen bei *Pl. flesus* erscheint verhältnismässig spät während des pelagischen Larvenstadiums als zwei knospenförmige, aus Epithel und Mesenchym bestehende Hervorragungen. Denkt man sich diese aus irgend einem Anlass, vielleicht traumatischer Art, fest mit einander verwachsend, so müssen, unter dem Einfluss des Wachstums benachbarter Körperpartien, Verlagerungen der jetzt einheitlichen Flossenknospe und damit der aus ihr hervorgehenden, ebenfalls einheitlichen definitiven Flosse stattfinden.

Die Befunde an der Muskulatur und der Stellung der drei Flossen in dem von *Pl. platessa* beschriebenen Fall machen es wahrscheinlich, dass die mittlere Flosse von der rechten abstammt. Die Strahlensumme beider aber liegt weit über dem beobachteten Variationsumfang¹⁾, und die Strahlzahl der rechten Flosse ist typisch. Ich vermute daher, dass es sich in diesem, wie in Warpachowsky's Fall, trotzdem Bateson [I] es für den letzteren bezweifelt, um eine echte Doppelbildung handelt, bei welcher die normaler Weise einheitliche rechte Flossenknospe aus irgend einem Anlass in zwei schräg hintereinander belegene Teilstücke zerfallen ist, von denen jeder eine vollständige Flosse geliefert hat. Die beträchtliche Verlagerung der accessorischen Flosse würde wiederum durch das Wachstum der umgebenden Partien erklärt werden können.

VII. Ergebnisse.

1. An 1120 Individuen von *Pleuronectes flesus* L. aus Plymouth wurden die Anzahlen der gesamten und der geteilten Flossenstrahlen in den Kiel- und den paarigen Flossen, sowie die vorderen Endstellen der beiderseitigen Supraoccipitaläste der Seitenlinien untersucht. Unter diesen Individuen sind Männchen etwas zahlreicher als Weibchen (53,75 : 46,25 %). Linksäugige Exemplare machen, im Gegensatz zu Formen der deutschen Küste mit ca. 30 %, nur 5,36 % der Gesamtheit aus und finden sich häufiger unter den Männchen, als unter den Weibchen, sowie unter solchen Tieren, welche noch nicht die Grösse der Geschlechtsreife erlangt haben, als unter älteren. Die Weibchen erreichen eine wesentlich höhere Totallänge als die Männchen: unten den 45 Exemplaren mit mehr als 30 cm Totallänge befinden sich sechs Männchen von durchschnittlich 31,33 cm gegenüber 39 Weibchen von durchschnittlich 33,14 cm; das grösste Männchen hat 32,7 cm, das grösste Weibchen 39,7 cm Totallänge. Noch nicht einjährige Tiere lassen eine bestimmte Abgrenzung innerhalb der Kurve der Totallängen erkennen, ältere nicht mehr. Die Geschlechtsreife tritt bei ca. 22 cm Totallänge ein. Die Form ist deutschen Lokalformen gegenüber vor allem durch

¹⁾ Dieser beträgt bei *Pl. platessa* ebenfalls 4-7; doch liegt das Mittel etwas über sechs, ist also höher als bei *Pl. flesus*.

höhere Strahlzahl in den Kielflossen und schwächere Entwicklung von Dornen und Ctenoidschuppen charakterisiert.

2. Die Homogenität des gesamten Untersuchungsmaterials wird durch die Verschiedenheit der Augenstellung, durch Alters- und durch Geschlechtsdifferenzen beeinträchtigt. In allen paarigen Merkmalen verhalten sich linksäugige Individuen genau entgegengesetzt wie rechtsäugige, so dass die asymmetrische Entwicklung jener Merkmale vorwiegend als eine Funktion der Augenstellung erscheint. Altersveränderungen treten an dem untersuchten Material, welches in sechs Grössengruppen eingeteilt wurde, nur hinsichtlich der mit der Totallänge ein wenig wachsenden Gesamtstrahlzahlen der beiden Brustflossen und hinsichtlich der Teilstrahlzahlen in den vier paarigen Flossen hervor; letztere zeigen übereinstimmend zwei getrennte Entwicklungsmaxima, deren erstes etwa in das zweite Lebensjahr fällt, während das zweite erst nach der Geschlechtsreife eintritt. Sexuelle Verschiedenheiten zeigen sich bei den einzelnen Merkmalen sowohl hinsichtlich ihrer Mittelwerte, als auch ihrer Variabilitätsindices. In den Kielflossen sind erstere bei den Männchen niedriger, letztere höher, als bei den Weibchen. In den übrigen Merkmalen sind die Mittelwerte stets bei den Männchen höher; kein geschlechtlicher Unterschied besteht hinsichtlich der Teilstrahlzahlen in der Brustflosse der Blind- und in der Bauchflosse der Augenseite. Die Variabilitätsindices sind für die Gesamtstrahlzahl der Brustflosse sowie für die Endstelle der Seitenlinie auf der Blindseite bei den Männchen, für die Gesamtstrahlzahlen der beiden Bauchflossen bei den Weibchen ausgesprochen höher, als im entgegengesetzten Geschlecht. — Die Störungen der Homogenität des Untersuchungsmaterials bestehen also wesentlich in der verschiedenartigen Augenstellung und den Geschlechtsdifferenzen. Für die variationsstatistische Bearbeitung der Resultate wurde jener durch Weglassung der 60 linksäugigen Exemplare in Bezug auf die paarigen Merkmale, dieser durch eine getrennte Behandlung der Geschlechter begegnet.

3. Variation. Sämtliche zwölf untersuchten Merkmale sind variabel; von ihnen variieren sechs ohne weiteres regulär, die Gesamtstrahlzahlen der Rücken-, After- und Brustflossen, sowie die Endstellen der Supraoccipitaläste der Seitenlinie; ein weiteres, die Teilstrahlzahl der Brustflosse der Augenseite, ergibt erst nach Modifikation der Momente (nach Pearson) eine Variationskurve des hyperbinomialen, asymmetrischen Typus. Überhaupt beschränken sich die gefundenen Variationskurven auf den begrenzten (binomialen) und den unbegrenzten (hyperbinomialen) asymmetrischen Typus, mehrfach allerdings unter starker Annäherung an die symmetrische Normal- oder Gauss'sche Fehlerkurve, welche in zwei Fällen, paarige Merkmale der Augenseite (Gesamtstrahlzahl der Brustflosse, Endstelle der Seitenlinie) betreffend, sogar besser mit den Beobachtungen übereinstimmt, als die direkt gefundenen Variationskurven. Zwischen den wichtigsten arithmetischen Kurvenkonstanten, dem Mittelwert, dem Variabilitäts-, sowie dem Kurvenasymmetrieindex, und der morphologischen Eigenart der einzelnen Merkmale bestehen gewisse Beziehungen: es sind bei den paarigen Merkmalen auf der Augenseite der Mittelwert, auf der Blindseite die beiden anderen genannten Werte höher, als auf der entgegengesetzten Körperseite, so dass die Asymmetrie der untersuchten Species bereits in der ungleichen Variation der bilateral-homologen Merkmale ihren Ausdruck findet; ferner ist der Asymmetrieindex der Variationskurven bei den dorsoventral antimeren Kielflossen positiv, bei den bilateral-homologen Merkmalen dagegen, mit der vereinzelt, durch besondere Variationsverhältnisse bedingten Ausnahme der Teilstrahlzahlen der Bauchflossen, negativ. Der Einfluss des Geschlechts auf die Gestalt der Variationskurven ist unerheblich.

Die Kielflossen sind am stärksten variabel, die Rücken- mehr als die Afterflosse, jedoch nicht in Verhältnis ihrer Mittelwerte, obgleich eine solche Beziehung von manchen Autoren vorausgesetzt wird. Die paarigen Merkmale verhalten sich bei den 60 linksäugigen Exemplaren wenigstens hinsichtlich der bei ihnen allein untersuchten Mittelwerte und Variabilitätsindices insofern ebenso, wie die rechtsäugigen, als die Mittelwerte bei jenen ebenfalls auf der Augen-, die Variabilitätsindices auf der Blindseite höher, als auf der entgegengesetzten Körperseite sind; besonders beachtenswert ist dieser Unterschied in der Variabilität bilateral-homologer Merkmale. Für die Teilstrahlzahl der Brustflosse der Blindseite ergab sich ein zweigipfliges Variationspolygon mit einem Gipfel über Null, dem anderen über Zwei; es ist wahrscheinlich, dass dies Verhalten auf parasitäre Einwirkung des Kopepoden *Lepocephtheirus crabio* Kr. auf die Strahlteilungen dieser Flosse zurückzuführen ist. Die Gesamt- und die Teilstrahlzahlen der Bauchflossen variieren in verschiedener Weise irregulär; die ersteren sind von allen untersuchten Merkmalen am wenigsten variabel.

4. **Korrelation.** Die Korrelation homologer Merkmalpaare kann bereits bei den beiden Geschlechtern derselben Lokalform verschieden sein oder überhaupt nur bei dem einen von ihnen bestehen. Ein bestimmter geschlechtlicher Einfluss einzelner Merkmale auf die Korrelationskoeffizienten der sie enthaltenden Merkmalpaare ist jedoch nicht nachweisbar. Die Asymmetrie von *Pl. flesus* hat in erster Linie die Herabsetzung der Korrelation zwischen bilateral-homologen Merkmalpaaren im Vergleich zu symmetrischen Fischspecies zur Folge, ferner vielleicht die Erhöhung derjenigen des dorsoventralen Kielflossenpaares, welches sich dadurch einer dorsoventralen Symmetrie zu nähern scheint; mit diesen Befunden stimmen auch die Beobachtungen über die Funktion der Brust- und der Kielflossen bei Plattfischen gut überein. Obwohl in der Regel korrelative Beziehungen zwischen den untersuchten Merkmalen bestehen, finden sich doch mehrere Merkmalskombinationen, ohne solche; insbesondere variieren die Bauchflossen, namentlich die der Augenseite, nahezu vollkommen unabhängig. Nicht messbare Korrelation endlich besteht zwischen der Augenstellung und der Entwicklung der paarigen Organe; ferner konnte, der geringen zur Verfügung stehenden Individuenzahl (18) halber, die zwischen Strahlteilungen in den Kielflossen und in der Brustflosse der Blindseite bestehende Korrelation nicht numerisch bestimmt werden.

5. **Asymmetrie der paarigen Merkmale.** Die stereometrische Definition der bilateralen Symmetrie als spiegelbildlicher Ähnlichkeit trifft weder für alle bilateral-homologen Merkmalpaare des einzelnen Individuums, noch für die einzelnen Merkmalpaare von Individuenkomplexen zu. Die bis jetzt vorliegenden Massenuntersuchungen¹⁾ ergeben übereinstimmend für letztere ausgeprägte Variabilität ihres Symmetrieverhältnisses, welche durch die zwar meist hohe, doch niemals vollkommene positive Korrelation der selbst variablen bilateral-homologen Merkmale bedingt ist. Diese Variabilität findet ihren Ausdruck darin, dass die individuellen Variantendifferenzen eines und desselben Paares bilateral-homologer Merkmale innerhalb einer Individuengruppe ungleich gross sind, während sie bei strenger Symmetrie aller Individuen stets gleich Null sein müssten; sie bilden für die Individuengruppe eine den Variationsreihen entsprechende Reihe, welche bequem aus dem Kombinationsschema des Merkmalpaares abgeleitet und wie jene graphisch, als „Differenzpolygon“, dargestellt werden kann.

Die Differenzpolygone symmetrischer Merkmalpaare haben ihren Gipfel über Null und sind selbst symmetrisch, d. h. die Variantendifferenz Null kommt innerhalb einer Individuengruppe, welche sich hinsichtlich eines Paares bilateral-homologer Merkmale symmetrisch verhält, am häufigsten, die Differenzen + 1 und - 1, + 2 und - 2 etc. paarweise je gleich häufig und um so seltener vor, je grösser ihr Zahlenwert ist; Merkmalpaare, deren Differenzpolygon sich anders verhält, sind asymmetrisch. Somit enthalten Individuengruppen hinsichtlich eines bestimmten Paares bilateral-homologer Merkmale stets auch asymmetrische Individuen; ferner ist die Asymmetrie verschiedener Paare bilateral-homologer Merkmale sowohl an einzelnen Individuen, wie an Individuengruppen ungleich. Der Grad der Asymmetrie eines Merkmalpaares innerhalb einer Individuengruppe kann auf Grund obiger Überlegungen durch eine unbenannte Zahl, den Asymmetrieindex (α), dargestellt werden, welche Null bei Symmetrie, + 1 bei totaler (rechts- oder linksseitiger) Asymmetrie sämtlicher Individuen der Gruppe hinsichtlich des Merkmalpaares beträgt. An dem rechtsäugigen Untersuchungsmaterial ergibt sich

	α
für die Gesamtstrahlzahlen beider Bauchflossen	0,0193
„ „ Endstellen der beiden Supraoccipitaläste der Seitenlinien	0,1270
„ „ Teilstrahlzahlen beider Bauchflossen	0,3822
„ „ Gesamtstrahlzahlen „ Brustflossen	0,6007
„ „ Teilstrahlzahlen „ „	0,9792

Diese Resultate bedeuten, dass der Grad der Asymmetrie der verschiedenen Paare bilateral-homologer Merkmale bei *Pl. flesus* mit der Entfernung, in welcher ihre Einzelmerkmale von der Medianebene des Körpers liegen, wächst, mithin also wesentlich als eine Funktion ihrer

¹⁾ Vergleichsbeispiele: Zahlen der Müller'schen Drüsen beim Schwein, Längen der anterolateralen Ränder bei *Portunus depurator*, Zahlen der Brustflossenstrahlen bei *Acerina cernua*.

Lage erscheint. Die linksäugigen Exemplare sind, allerdings gegensätzlich (negativ), ebenso asymmetrisch wie die rechtsäugigen. Innerhalb der untersuchten Grössengruppen lassen sich keine Altersveränderungen hinsichtlich der Symmetrieverhältnisse feststellen; dagegen übt das Geschlecht einen geringfügigen, nicht bestimmt gerichteten Einfluss auf die Differenzreihen einiger Merkmalpaare aus, der sich aus den geschlechtlichen Verschiedenheiten der Variationsverhältnisse und der korrelativen Beziehungen der Einzelmerkmale erklären lässt.

Die Mittelwerte von Differenzreihen sind naturgemäss gleich der Differenz der Mittelwerte der beiden bilateral-homologen Variationsreihen, ihre Variabilitätsindices (ε_{δ}) Funktionen der Variabilitätsindices der letzteren (ε_1 und ε_2) und der zwischen diesen bestehenden Korrelation (r) nach der Formel

$$\varepsilon_{\delta} = \sqrt{(1 - r^2) (\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2)}$$

Von den fünf untersuchten Differenzreihen folgen drei (Gesamt- und Teilstrahlzahlen der Brustflossen, Endstellen der Seitenlinie) ohne weiteres dem Variationsgesetz; sie gehören hyperbinomialen Kurven vom Typ IV Pearson's an. Die bilateral-homologen Merkmale der Bauchflossen, Gesamt- und Teilstrahlzahlen, ergeben entsprechend ihren irregulären Variationsreihen auch irreguläre Differenzreihen. Zwischen den Differenzreihen der einzelnen bilateral-homologen Merkmalpaare nun besteht bemerkenswerter Weise so gut wie gar keine Korrelation; höhere Asymmetrie des Individuums in einem derselben ist somit keineswegs notwendig von höherer in einem anderen begleitet, sondern im Gegenteil verhalten sich alle Individuen der Formeneinheit im Durchschnitt aller ihrer bilateral-homologen Merkmalpaare gleich asymmetrisch, wie bereits eine entsprechende Berechnung für vier Merkmalpaare erkennen lässt. Dagegen ist die Asymmetrie verschiedener Lokalförmungen wahrscheinlich ungleich, so z. B. in der Ostsee geringer, als bei Plymouth; auch der Grad der Asymmetrie dürfte demnach, ebenso wie der der Variabilität der Einzelmerkmale oder die Intensität der zwischen mehreren derselben bestehenden Korrelation, weniger eine Funktion der Species in toto, als vielmehr ihrer einzelnen Formeneinheiten sein.

Vor allem aber deutet die statistische Betrachtungsweise des Symmetrieproblems darauf hin, dass gerade individuelle Asymmetrien bilateral-homologer Merkmale im Tierreich die Regel bilden, unter welchen die Symmetrie nur einen gewöhnlich zugleich mittleren Spezialfall darstellt. Die Verwendung des statistischen Asymmetrieindex lässt auch jene schwachen Asymmetrien von Individuengruppen, welche bisher stets übersehen oder mit Symmetrie verwechselt wurden, deutlich hervortreten und zerstört das Dogma eines prinzipiellen Gegensatzes symmetrischer und asymmetrischer Formen, welches aus der stereometrischen Definition hervorgegangen ist.

6. Morphologische Bemerkungen. Strahlteilungen finden sich normaler Weise ausschliesslich an Weich- oder Gliederstrahlen, deren Entwicklung und Bau im Anschluss an Harrison's Untersuchungen kurz geschildert wird. Die Teilung eines Weichstrahls findet stets dichotomisch in der Richtung der Flossebene statt; sie beginnt zu irgend einer Zeit an seiner Spitze und schreitet basalwärts vor. Dabei erleiden die rinnenförmigen Längshälften des Strahls bestimmte Formveränderungen an der jeweiligen Teilungsstelle; ihre Zerspaltung in die Teilstücke erfolgt wahrscheinlich, wie ihre Gliederung, durch Zellwucherungen im Inneren des Strahls. Zwar ist, wie sich bei Massenuntersuchungen ergibt, jeder Gliederstrahl zur Teilung befähigt, aber Teilungen homologer Strahlen sind bei verschiedenen, oft nahe verwandten Species ungleich häufig und ausgiebig.

In den Kielflossen von *Pl. flesus* wurden nur ausnahmsweise, bei 1,6 % der untersuchten Individuen, vereinzelte Teilstrahlen angetroffen und zwar bei grösseren und bei weiblichen Tieren wesentlich häufiger, als bei kleineren und bei männlichen. Die Teilbarkeit der Strahlen ist in diesen Fällen unabhängig von ihrer Stellung in der Flosse, jedoch mit einer den Durchschnitt etwas übersteigenden Gesamtstrahlzahl verknüpft. Hier sowohl, wie in den Brust- und Bauchflossen, wurden als äusserst seltene Abnormitäten (0,5 ‰) „unvollständige“ Teilungen beobachtet, d. h. solche, bei denen eine distale Wiedervereinigung der Strahlenäste eingetreten war.

In den Bauchflossen sind Strahlteilungen ebenfalls um so häufiger, je grösser die Gesamtstrahlzahl der Flosse ist, so dass erstere nicht als ein Ausgleich für die letztere gedeutet werden können. Am häufigsten sind der dritt- und der vorletzte Strahl geteilt; auf der Blindseite beträgt die relative Frequenz dieser beiden Strahlteilungen 44,9 : 52,1 ‰, auf der Augenseite 53,2 : 35,2 ‰; die Verhältnisse sind auf der Augenseite und

bei den Weibchen variabler, als auf der Blindseite und bei den Männchen. In den Bauchflossen bestimmt in erster Linie die Stellung eines Strahls innerhalb der Flosse seine Teilbarkeit, doch besitzt die letztere keine Bedeutung für die „Individualisierung“ (Bateson) der Einzelstrahlen.

Die Seitenlinie weist in manchen tropischen Gattungen der *Pleuronectidae* normaler Weise einen dorsalen, oft weit nach hinten reichenden Zweig des Supraoccipitalastes auf; gelegentlich findet sich ein kürzerer derartiger Dorsalzweig auch bei mehreren Arten von *Pleuronectes* und *Rhombus*. Bei dem hier untersuchten Material von *Pl. flesus* wurde er an 3,30 % der Individuen, worunter Männchen und Weibchen gleich häufig, beobachtet. Meistens tritt er nur auf einer Körperseite auf, wobei die Supraoccipitaläste beiderseits etwas weiter nach vorn reichen, als dies gewöhnlich der Fall ist. Auf der Blindseite sind derartige Verzweigungen nur halb so häufig, wie auf der Augenseite, jedoch keineswegs schwächer entwickelt, als hier.

An der Krümmung der Seitenlinie oberhalb der Brustflosse treten in vereinzelt Fällen ebenfalls accessorische Aeste auf, die sowohl dorsal, wie ventral gerichtet sein können; seltener noch findet sich eine isolierte atypische Seitenlinie auf der Abdominalregion, wo sie der Bauchkante parallel verläuft. In je einem Falle endlich wurden auf der Schwanzregion der Augenseite dorsale und ventrale Verästelungen der Seitenlinie beobachtet; die letzteren erreichten einen besonders hohen Grad, bildeten ein förmliches Netzwerk und erstreckten sich sogar in mehreren Ausläufern auf die Schwanzflosse.

An anderweitigen Abnormitäten, welche nicht ohne weiteres auf traumatische Einwirkungen zurückzuführen sind, wurden folgende beobachtet:

In den Kielflossen: Strahlendefekte, unvollständig, d. h. nur am proximalen oder am distalen Ende entwickelte Strahlen und Doppelstrahlen, welche unmittelbar nebeneinander an der Flossenbasis entspringen und somit irreguläre Stellung aufweisen.

In den Brustflossen: Verwachsung einer Brustflosse der Blindseite mit der Körperhaut; Verschmelzung zweier Strahlen mit ihren distalen Enden (äusserst selten).

In den Bauchflossen: Degenerationen, Auftreten einer einzigen vergrösserten unpaaren Bauchflosse, mutmasslich durch Verschmelzung der embryonalen Flossenknospen entstanden. Ein Pendant hierzu bildet das früher gefundene und hier zuerst beschriebene Auftreten einer überzähligen (dritten) Bauchflosse bei *Pl. platessa*; die anatomischen Befunde der letzteren Abnormität deuten auf echte Doppelbildung der rechten Bauchflosse.

VIII. Litteratur.

1. Bateson, W., Materials for the study of variation. London 1894.
2. Bumpus, H. C., On the identification of fish artificially hatched. Amer. Natural. Vol. 32 Nr. 378, p. 407—412. 1898.
3. Carus, J. V., Prodrömus Faunae Mediterraneae. Vol. II P. 3 (*Vertebrata*). Stuttgart 1893.
4. Cunningham, J. T., and MacMunn, C. A., On the coloration of the skins of fishes, especially of *Pleuronectidae*. Phil. Trans. Roy. Soc. London Vol. 184 B. Nr. 89, p. 765—812. (3 plates). 1894.
5. Davenport, C. B., Statistical methods with special reference to biological variation. New York and London 1899.
6. Davenport, C. B., and Bullard, C., Studies in morphogenesis. VI: A contribution to the quantitative study of correlated variation and the comparative variability of the sexes. Proc. Amer. Ac. Arts Sci. Vol. 32 Nr. 4, p. 85—97. 1896.
7. Duncker, G., Variation und Verwandtschaft von *Pleuronectes flesus* L. und *Pl. platessa* L., untersucht mittelst der Heincke'schen Methode. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. I. H. 2, p. 47 bis 103 (4 Tafeln). 1895.
8. ——— Korrelationstudien an den Strahlzahlen einiger Flossen von *Acerina cernua* L. Biolog. Centralbl. Bd. 17 Nr. 21—22, p. 785—794, 815—831. 1897.
9. ——— Preliminary report on the results of statistical and ichthyological investigations made at the Plymouth-Laboratory. Journ. Mar. Biol. Assoc. Un. Kingd. N. S. Vol. 5 Nr. 2, p. 172—175. 1898.
10. ——— Die Methode der Variationsstatistik. Arch. Entwicklungsmech. Bd. 8 H. 1, p. 112 bis 187. Sep: Leipzig, Engelmann, 1899.
11. Eigenmann, C. H., *Leuciscus balteatus* Richards., a study in variation. Amer. Natural. Vol. 29 Nr. 337, p. 10—25. (5 plates). 1895.
12. Galton, F., Correlations and their measurement, chiefly from anthropometric data. Proc. Roy. Soc. London Vol. 45 Nr. 274, p. 135—145. 1888.
13. Garstang, W., On the variations, races and migrations of the mackerel (*Scomber scomber* L.). Journ. Mar. Biol. Assoc. Un. Kingd. N. S. Vol. 5 Nr. 3, p. 235—295. 1898.
14. Günther, A., Catalogue of the fishes in the British Museum. Vol. IV. London 1862.
15. Heincke, F., Die Varietäten des Herings. Jahresb. Komm. wiss. Unters. dtseh. Meere. I: 4. bis 6. Jhg., p. 37—132. 1876—1878. II: 7. bis 10. Jhg., p. 1—86. 1879—1883.

16. Heincke, F., Die *Gobiidae* und *Syngnathidae* der Ostsee nebst biologischen Bemerkungen. Arch. Naturgesch. 46. Jhg. H. 3, p. 301—354. 1880.
17. — Variabilität und Bastardbildung bei Cyprinoiden. Festschr. 70. Geburtst. Rud. Leuckart's, p. 65—73. (1 Tafel). Leipzig. 1892.
18. — Naturgeschichte des Herings. Abh. dtsh. Seefisch.-Ver. Bd. 2 H. 1 u. 2. 1898.
19. Holt, E. W. K., Studies in teleostean morphology from the marine laboratory at Cleethorpes. II: On an adult specimen of the common sole (*Solea vulgaris* Quensel) with symmetrical eyes, with a discussion on its bearing on ambicoloration. Proc. Zool. Soc. London, p. 432 bis 446. (3 plates). 1894.
20. Ludwig, F., Die pflanzlichen Variationskurven und die Gauss'sche Wahrscheinlichkeitskurve. Bot. Centralbl. Bd. 73 Nr. 8—11, p. 241—250, 289—296, 343—349, 374—379. (1 Doppeltafel). 1898.
21. Moenkhaus, W. J., Variation of North-Amerikan fishes. I: *Etheostoma caprodes* Rafin. Amer. Natural. Vol. 28 Nr. 332, p. 641—660. (4 plates). 1894.
22. — Idem. II: The variation of *Etheostoma caprodes* Rafin. in Turkey Lake and Tippecanoe Lake. Proc. Ind. Ac. Sci. Nr. 5, p. 278—296. 1895.
23. — Material for the study of the variation of *Etheostoma caprodes* Rafin. and *Eth. nigrum* Rafin. in Turkey Lake und Tippecanoe Lake. Ibid. Nr., p. 207—228. 1897.
24. Pearson, K., Contributions to the mathematical theory of evolution. II: Skew variation in homogeneous material. Phil. Trans. Roy. Soc. London Vol. 185 A Nr. 153, p. 71—110. (5 plates). 1894.
25. — Idem. III: Regression, heredity and panmixia. Ibid. Vol. 187 A Nr. 175, p. 253 bis 318. 1896.
26. Pearson, K., and Filon, L. N. G., Idem. IV: On the probable error of frequency constants and on the influence of random selection on variation and correlation. Ibid. Vol. 191 A Nr. 220, p. 229—311. 1898.
27. Petersen, C. G. J. On the biology of our flat fishes and on the decrease of our flat-fish fisheries. Rep. Dan. Biol. Stat. IV (1893). 1894.
28. Smitt, F. A., Scandinavian fishes. Vol. I. Stockholm and London 1893.
29. Thompson, H., On correlations of certain external parts of *Palaemon serratus*. Proc. Roy. Soc. London Vol. 55 Nr. 333, p. 234—240. 1894.
30. de Vries, H. Über halbe Galton-Kurven als Zeichen discontinuierlicher Variation. Ber. dtsh. bot. Ges. Bd. 12 H. 7, p. 197—207. (1 Tafel). 1894.
31. Warren, E., Variation in *Portunus depurator*. Proc. Roy. Soc. London Vol. 60 Nr. 362, p. 221 bis 243. 1896.
32. Weldon, W. F. R., On certain correlated variations in *Carcinus maenas*. Ibid. Vol. 54 Nr. 328 p. 318—329. 1893.

Dem vorstehenden Verzeichnis der für diese Arbeit benutzten Litteratur füge ich noch die übrigen mir bekannten Abhandlungen über Variation bei Fischen in chronologischer Reihenfolge hinzu:

- A. Czernay, Beobachtungen über das Variieren der Artkennzeichen der Süßwasserfische in der Umgegend von Charkow. Bull. Soc. Imp. Natural. Moscou Vol. 30 Nr. 1, p. 227 bis 249. 1857.
- L. Tillier, Note sur la variation chez les Trigles des côtes de la France. Mém. Soc. Nation. Sc. Natur. Math. Cherbourg Sér. 3 T. 2 (T. 22), p. 259—286. 1879.

- F. Heineke, Untersuchungen über die Stichlinge (*Gasterosteus*). Öfvers. Kgl. Vet. Ak. Förhandl. Stockholm Nr. 6, p. 395—410. 1889.
- L. G. Andersson, Comparison of *Cottus poecilopus* Heck. and *C. gobio* L. Bih. Sv. Vet.-Ak. Handl. Bd. 24 Afd. 4 Nr. 3. Stockholm. 1898.
- J. H. Voris, Material for the study of the variation of *Pimephales notatus* Rafin. in Turkey Lake and in Shoe and Tippecanoe Lakes. Proc. Indiana Ac. Sci. 1899, p. 233—239 (Contrib. Biolog. Lab. Ind. Univ. Nr. 20). 1899.

Anhang.

Tabellenerklärung.

Tabelle 1.

a. **Altersdifferenzen.** — Diese Tabelle enthält die Durchschnittswerte sämtlicher Merkmale für die sechs unterschiedenen Grössengruppen der 1060 rechtsäugigen Individuen. Gruppe I: bis 9,9 cm, II: 10,0—14,9 cm, III: 15,0—19,9 cm, IV: 20,0—24,9 cm, V: 25,0—29,9 cm, VI: über 29,9 cm Totallänge. Fig. 1 stellt die absolute Häufigkeit der beobachteten, auf ganze Centimeter abgerundete Totallängen für jedes Geschlecht besonders dar. Die Durchschnittswerte der prozentuarischen Anzahl von Teilstrahlen in den paarigen Flossen bei den verschiedenen Grössengruppen (Nr. 7, 8, 13, 14 der Tabelle) sind in Tafel XII, Fig. 2 graphisch dargestellt.

b. **Geschlechtsdifferenzen.** — Mittelwerte (M) und Variabilitätsindices (ε) der zwölf Zählungen, für jedes Geschlecht besonders und für die Gesamtheit der Individuen bestimmt. D und A wurden an 1120 (rechts- und linksäugigen) Individuen ermittelt, die übrigen Merkmale nur an dem rechtsäugigen Material (s. Tab. 2). E ist der wahrscheinliche Fehler der gefundenen Werte, δ ihre Differenz zwischen Männchen und Weibchen, $E\delta$ der wahrscheinliche Fehler der Differenz.

Tabelle 2.

Variationsreihen. — Die Tabelle enthält zunächst die empirischen Variationsreihen für jedes Geschlecht, sowie für die Gesamtheit des untersuchten Materials. D und A sind an allen, die übrigen Merkmale nur an den rechtsäugigen Individuen bestimmt. Ferner enthält die Tabelle die theoretischen Variationsreihen des Gesamtmaterials, welche nach den Kurvenformeln *Pearson's* berechnet wurden, für D, A, P s, P d, P d i v d, L s und L d; auch wurden die entsprechenden Werte der *Gauss'schen* Kurve (Typ V) für diese Merkmale, mit Ausnahme von P d i v d, bestimmt. y_0 (Ausgangs-), y_m (Maximal-) und y_c (Schwerpunktsordinate) sind die Kurvenwerte der betr. Ordinaten, $\Delta\%$ die prozentuarische Fehlerfläche, $\Delta\sqrt{n}$ der kritische Fehlerwert für die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Berechnung. cf. Tafel XII u. XIII, Fig. 3—14.

Tabelle 3.

Kurvenkonstante der berechneten Variationsreihen für das Geschlecht und die Gesamtheit der Individuen. F = kritische Funktion, A = Kurvenasymmetrie, a massgebender Abscissenabschnitt (cf. [5 oder 10]); Y_V = Symmetricordinate der *Gauss'schen* Kurve.

Tabelle 4.

a. **Kombinationsschemata** für D und A in beiden Geschlechtern (rechts- und linksäugiges Material).

b. **Kombinationsschemata** für L s und L d in beiden Geschlechtern (rechtsäugiges Material).

c. Geordnete Variantenkombinationen der acht Merkmale der paarigen Flossen für die 1060 rechtsäugigen Individuen. — Aus dieser Tabelle können die 28 Kombinationschemata der acht Merkmale, ihre vier Differenzreihen und die 6 Kombinationschemata der letzteren für das Gesamtmaterial sowohl, wie für jedes Geschlecht besonders bestimmt werden. Die [eckig] eingeklammerten Varianten wurden bei der Bestimmung der Korrelationskoeffizienten und der Differenzreihen unberücksichtigt gelassen.

Tabelle 5.

Korrelationskoeffizienten für 40 Merkmalskombinationen, mit Ausnahme von Nr. 1 (D : A) stets ausschliesslich an den rechtsäugigen Individuen bestimmt. Korrelationskoeffizienten (r) welche kleiner als ihre wahrscheinlichen Fehler (E) sind, wurden [eckig] eingeklammert. Im übrigen vergl. Erklärungen zu Tab. 1 b.

Tabelle 6.

Differenzreihen. S. Erklärungen zu Tab. 2. cf. Tafel XIII, Fig. 15—20.

Tabelle 7.

Konstante der Differenzkurven. S. Erklärungen zu Tab. 3.

Tabelle 1.

a. Altersdifferenzen.

Gruppe	Individuen		Mittl. Totallänge		1. D.		2. A.		3. Ps.		4. Pd.	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
I	25	20	9,08	9,03	61,52	61,95	43,80	43,75	9,96	10,05	10,44	10,75
II	113	115	12,20	11,95	61,27	61,25	43,68	43,28	9,86	9,74	10,60	10,56
III	148	116	17,88	17,78	61,74	61,91	43,84	43,56	10,22	10,02	10,88	10,63
IV	170	127	22,44	22,35	61,76	62,11	43,46	44,03	10,26	10,31	10,93	10,93
V	100	82	26,70	27,18	61,59	61,72	43,43	43,78	10,34	10,40	11,03	10,93
VI	6	38	31,33	33,16	62,17	61,95	43,50	43,87	10,00	10,29	11,33	10,71
	5. Pdivs.		6. Pdivd.		7. Pdivs i. % Ps.¹⁾		8. Pdivd i. % Pd.¹⁾		9. Vs.		10. Vd.	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
I	2,16	2,65	5,72	5,90	21,69	24,38	54,81	53,95	6,00	6,00	6,00	6,05
II	2,75	2,44	6,29	6,15	27,89	27,10	59,34	58,24	5,96	5,95	6,01	5,99
III	2,45	1,81	6,16	6,00	23,97	17,99	56,62	56,44	5,97	5,96	5,98	5,95
IV	2,15	2,67	6,21	6,30	23,88	25,90	56,82	57,64	5,97	5,95	5,99	5,96
V	2,61	2,83	6,48	6,44	25,24	27,21	58,75	58,92	5,94	5,95	5,98	5,98
VI	2,33	3,08	6,17	6,08	23,30	29,93	54,46	56,77	6,00	5,95	6,00	6,00
	11. Vdivs.		12. Vdivd.		13. Vdivs i. % Vs.¹⁾		14. Vdivd i. % Vd.¹⁾		15. Ls.		16. Ld.	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
I	0,04	0,16	0,96	0,70	0,67	2,63	16,00	11,57	4,60	4,30	4,59	4,55
II	0,53	0,33	1,05	1,10	8,90	5,56	17,68	18,29	4,36	4,32	4,51	4,49
III	0,20	0,19	0,68	0,56	3,30	3,18	11,38	9,42	4,42	4,33	4,46	4,43
IV	0,28	0,29	0,64	0,76	4,73	4,89	10,70	12,78	4,33	4,29	4,45	4,37
V	0,24	0,22	0,73	0,78	4,04	3,69	12,16	13,06	4,15	4,19	4,45	4,45
VI	0,33	0,26	0,83	0,74	5,56	4,42	13,89	12,28	4,33	4,10	4,67	4,39

¹⁾ Tafel XII, Fig. 2.

2. A.

Varianten	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
602 ♂			2	1	13	43	101	138	138	96	47	17	6			
518 ♀				1	3	38	70	124	140	77	43	20	2			
1120			2	2	16	81	171	262	278	173	90	37	8			(Fig. 4 P)
Typ IV	0,0	0,3	3,5	20,7	74,6	171,2	265,6	267,3	186,6	90,9	30,8	7,3	1,2	0,1	0,0	
				$y_0 = y_m =$	$276,02$	$y_c =$	$275,28$	$\Delta =$	$1,69$	$\%$	$\Delta \sqrt{n} =$	$0,5661$				(Fig. 4 P)
Typ V	0,0	0,1	0,6	4,5	22,1	74,0	168,3	259,3	270,7	191,4	91,7	31,3	6,5	1,0	0,1	0,0
				$y_0 = y_m = y_c =$	$278,81$	$\Delta =$	$2,09$	$\%$	$\Delta \sqrt{n} =$	$0,6994$						

3. Ps.

Varianten	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
562 ♂				2	7	70	313	156	14							
498 ♀				1	3	72	293	120	9							
1060				3	10	142	606	276	23		(Fig. 5)					
Typ IV	0,0	0,1	1,3	10,6	142,5	607,8	277,5	19,3	0,9	0,1	0,0					
				$y_0 =$	$588,84$	$y_m =$	$637,95$	$y_c =$	$635,82$	$\Delta =$	$0,10$	$\%$	$\Delta \sqrt{n} =$	$0,1318$		(Fig. 5)
Typ V			0,0	7,3	168,1	573,0	289,6	21,7	0,2	0,0						
				$y_0 = y_m = y_c =$	$584,17$	$\Delta =$	$2,15$	$\%$	$\Delta \sqrt{n} =$	$0,7977$						

4. Pd.

Varianten	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
562 ♂				12	150	316	78	6							
497 ♀			2	12	151	275	57								
1059			2	24	301	591	135	6	(Fig. 6)						
Typ IV	0,0	0,9	21,9	279,6	634,8	117,8	3,8	0,1	0,0						
				$y_0 =$	$595,21$	$y_m =$	$657,34$	$y_c =$	$656,89$	$\Delta =$	$2,88$	$\%$	$\Delta \sqrt{n} =$	$0,9383$	
Typ V	0,0	0,2	23,5	313,5	573,1	143,7	4,9	0,0							
				$y_0 = y_m = y_c =$	$595,17$	$\Delta =$	$1,31$	$\%$	$\Delta \sqrt{n} =$	$0,1263$					(Fig. 6)

5. Pdivs.

Varianten	0	1	2	3	4	5	6	7	
528 ♂		66	58	108	166	94	29	6	1
487 ♀		60	57	100	142	96	29	2	1
1015		126	115	208	308	190	58	8	2
									Zweigipflig! (Fig. 7)

6. Pdivd.

Varianten	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
528 ♂					4	2	8	19	73	182	191	47	2	
486 ♀				1	2	1	13	18	70	164	179	38		
1014				1	6	3	21	37	143	346	370	85	2	(Fig. 8)
Typ IV	0,0	0,1	0,2	0,6	1,8	5,4	16,3	51,9	149,2	326,8	366,4	93,5	1,8	0,0
	$y_0 =$	$0,35$	$y_m =$	$406,22$	$y_c =$	$361,19$	$\Delta =$	$2,13$	$\%$	$\Delta \sqrt{n} =$	$0,7906$	modifiziert! (Fig. 8)		

7. Vs.

Varianten	4	5	6	7
561 ♂	2	17	540	2
497 ♀	4	18	472	3
1058	6	35	1012	5

irregulär. (Fig. 9)

8. Vd.

Varianten	4	5	6	7
560 ♂	2	4	551	3
498 ♀	2	13	479	4
1058	4	17	1030	7

irregulär. (Fig. 10)

9. Vdivs.

Varianten	0	1	2	3
561 ♂	446	67	47	1
497 ♀	404	62	27	4
1058	850	129	74	5

abgestuft bei Var. 2. (Fig. 11)

10. Vdivd.

Varianten	0	1	2	3	4
559 ♂	290	138	102	29	
497 ♀	260	115	89	32	1
1056	550	253	191	61	1

abgestuft bei Var. 2. (Fig. 12)

11. Ls.

Varianten	—I	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
554 ♂			4	4	43	281	194	27	1		
492 ♀				2	45	272	159	14			
1046			4	6	88	553	353	41	1		
Typ IV	0,0	0,2	1,2	10,0	96,8	530,7	370,3	34,5	2,1	0,2	0,0
	$y_0 = 598,26 \quad y_m = 645,03 \quad y_c = 643,58 \quad \Delta = 1,90 \text{ ‰} \quad \Delta \sqrt{n} = 0,6130$ (Fig. 13)										
Typ V			0,0	5,0	122,3	510,7	363,5	44,0	0,9	0,0	
	$y_0 = y_m = y_c = 564,06 \quad \Delta = 3,28 \text{ ‰} \quad \Delta \sqrt{n} = 1,0608$										

12. Ld.

Varianten	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
550 ♂		1	19	268	244	18		
486 ♀		3	17	243	211	12		
1036		4	36	511	455	30		
Typ IV	0,0	1,5	50,4	478,5	475,7	29,7	0,3	0,0
	$y_0 = 505,88 \quad y_m = 691,05 \quad y_c = 690,73 \quad \Delta = 2,20 \text{ ‰} \quad \Delta \sqrt{n} = 0,7067$ (Fig. 14)							
Typ V	0,0	0,3	46,0	505,1	450,8	32,7	0,2	0,0
	$y_0 = y_m = y_c = 654,68 \quad \Delta = 0,90 \text{ ‰} \quad \Delta \sqrt{n} = 0,2897$ (Fig. 14)							

Tabelle 3.

Konstante der Variationskurven.

1. D.

2. A.

	♂	♀	♂ + ♀	♂	♀	♂ + ♀	
<i>M</i>	61,6362	61,8205	61,7214	43,5465	43,6834	43,6098	
<i>ε</i>	2,4445	2,3201	2,3895	1,6521	1,5397	1,6026	
<i>F</i>	— 0,1222	0,5628	0,1927	0,1099	— 0,4312	— 0,0601	
<i>A</i>	0,0600	0,0828	0,0674	0,0199	0,0761	0,0348	
<i>a</i> ₁	17,9704	10,9455	18,4172	18,0569	6,4884	17,6940	
<i>a</i> ₂	31,9831						
<i>y</i> ₀	16,30 ‰	9,68 ‰	1,09 ‰	11,30 ‰	25,20 ‰	24,64 ‰	
<i>y</i> _m		17,81 ‰	16,92 ‰	24,26 ‰		24,58 ‰	
<i>y</i> _c		17,75 ‰	16,81 ‰	24,22 ‰		25,15 ‰	24,89 ‰
<i>Y</i> _v		16,32 ‰	17,19 ‰	16,70 ‰		24,15 ‰	25,91 ‰
<i>n</i>	602	518	1120	602	518	1120	
Typ	I	IV	IV	IV	I	I	

3. Ps.				4. Pd.		
	♂	♀	♂ + ♀	♂	♀	♂ + ♀
<i>M</i>	10,1673	10,1145	10,1425	10,8505	10,7505	10,8036
<i>ε</i>	0,7454	0,6978	0,7239	0,7152	0,6993	0,7095
<i>F</i>	2,0057	1,6444	1,8819	0,5694	0,6755	0,8207
<i>A</i>	— 0,0982	— 0,0299	— 0,0722	0,0221	— 0,1322	— 0,0438
<i>a</i>	2,0858	2,1254	2,0835	3,4503	2,9554	2,7364
<i>y₀</i>	50,83 %	60,03 %	55,55 %	55,00 %	16,98 %	56,20 %
<i>y_m</i>	58,56 %	60,97 %	60,18 %	57,29 %	59,69 %	62,07 %
<i>y_c</i>	58,19 %	60,92 %	59,98 %	57,24 %	59,01 %	62,03 %
<i>Y_v</i>	53,52 %	57,17 %	55,11 %	55,78 %	57,95 %	56,23 %
<i>n</i>	562	498	1060	562	497	1059
Typ	IV	IV	IV	IV	IV	IV

5. Pdivd.

	♂	♀	♂ + ♀	♂ + ♀
<i>M</i>	6,2424	6,1852	6,2150	Momente modifiziert:
<i>ε</i>	1,1669	1,1788	1,1730	1,6165
<i>F</i>	1,8213	1,2801	1,1995	— 0,3655
<i>A</i>	— 0,4146	— 0,4837	— 0,4726	2,4809
<i>a</i>	1,6028	imaginar.	imaginar.	0,03 %
<i>y₀</i>	0,00 % ¹⁾	imaginar.	imaginar.	40,11 %
<i>y_m</i>	42,68 %	imaginar.	imaginar.	35,67 %
<i>y_c</i>	36,83 %	imaginar.	imaginar.	
<i>Y_v</i>	34,19 %	33,84 %	34,01 %	
<i>n</i>	528	486	1014	1014
Typ	IV	IV!	IV!	IV

6. Ls.

	♂	♀	♂ + ♀
<i>M</i>	4,8394	4,2805	4,3117
<i>ε</i>	0,7859	0,6827	0,7398
<i>F</i>	3,3927	0,2266	2,6496
<i>A</i>	— 0,1165	— 0,1110	— 0,0709
<i>a₁</i>	} 1,8338	4,5843	} 1,8832
<i>a₂</i>			
<i>y₀</i>	51,01 %	0,12 %	57,19 %
<i>y_m</i>	57,58 %	59,83 %	60,26 %
<i>y_c</i>	57,00 %	59,30 %	60,13 %
<i>Y_v</i>	50,76 %	58,44 %	53,93 %
<i>n</i>	554	492	1046
Typ	IV	IV	IV

7. Ld.

	♂	♀	♂ + ♀
<i>M</i>	4,4709	4,4362	4,4546
<i>ε</i>	0,6282	0,6343	0,6313
<i>F</i>	— 0,0063	0,9522	0,5092
<i>A</i>	— 0,0113	— 0,0945	— 0,0554
<i>a₁</i>	} 34,9845	} 2,3804	} 3,1587
<i>a₂</i>			
<i>y₀</i>	} 62,07 %	} 46,78 %	} 48,83 %
<i>y_m</i>			
<i>y_c</i>	62,04 %	66,35 %	66,70 %
<i>Y_v</i>	63,51 %	66,00 %	66,67 %
<i>n</i>	550	486	1036
Typ	I	IV	IV

¹⁾ $\log y_0 = 0,262324 - 5$.

Tabelle 4.

a. Kombinationsschemata für D und A.

♂												♀											
A.												A.											
38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	Σ	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	Σ	
					1	1					2			1	1							2	
		3	3	2		1					9		1	1	1							3	
		3	3	7		1					14	1	1	4	2	2						10	
		3	7	14	4	2					30			7	5	2	1	1				16	
		2	11	18	16	10	2	1			60			8	19	12	4					43	
	1		2	12	22	25	14	3	2		81		1	10	18	31	16	4				80	
			3	20	24	31	11	4			93			4	15	33	21	7			1	81	
	1	1		4	15	29	34	13	5		102			2	6	22	42	14	5	1		92	
D				3	22	22	30	6	3		86	D			3	18	24	20	8	3		76	
					10	11	12	9	4	1	47			1		1	20	17	10	5		54	
					6	8	16	11	3		44					3	6	7	5	5		26	
					1	2	3	6	4	1	17						4	4	9	4	1	22	
						1	4	1	1	2	9						2	2	4	1		9	
							2	2	1	2	7								2			2	
									1		1							1				1	
																						0	
																					1	1	
Σ	2	1	13	43	101	138	138	96	47	17	6 602 = n	Σ	1	3	38	70	124	140	77	43	20	2	518 = n

b. Kombinationsschemata für Ls und Ld.

♂							♀						
Ld.							Ld.						
	II	III	IV	V	VI	Σ		II	III	IV	V	VI	Σ
		2	2			4							
			3		1	4			1	1			2
		6	28	9		43		2	3	33	5		43
Ls	1	11	177	84	1	274	Ls	1	11	158	92	1	263
			52	132	8	192			1	45	104	8	158
			2	17	7	26			1	3	7	3	14
					1	1							
Σ	1	19	264	243	17	544 = n	Σ	3	17	240	208	12	480 = n

c. Geordnete Variantenkombinationen

der 8 Merkmale der paarigen Flossen für 1060 rechtszügige Individuen.

(Die [eckig] eingeklammerten Varianten wurden bei der Bestimmung der Korrelationskoeffizienten und der Differenzreihen unberücksichtigt gelassen).

P		Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀	P		Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂++
s	d	s	d	s	d	s	d				s	d	s	d	s	d	sd				
7	10	3	7	6	6	1	1	1	0	1	8	9	3	5	6	6	2	2	1	0	1
7	11	1	6	6	6	1	3	1	0	1	8	10	1	6	6	6	0	0	1	0	1
7	11	1	7	6	6	1	3	0	1	1	8	10	2	6	6	6	0	0	1	0	1
8	9	1	6	6	6	0	2	1	0	1	8	11	0	6	6	6	0	0	1	1	2
8	9	2	4	6	6	0	0	0	1	1	8	11	1	7	6	6	0	3	0	1	1

P			Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀	P			Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀	
s	d		s	d	s	d	s	d				s	d		s	d	s	d	s	d				
8	11		2	7	[0]	6	?	2	1	0	1	9	10		3	5	5	5	0	0	0	1	1	
8	11		3	7		6	6	2	3	1	0	1	9	10		3	5	6	6	0	0	1	0	1
9	8		2	5		6	6	0	0	0	1	1	9	10		3	5	6	6	0	1	2	0	2
9	9		?	?		6	6	0	0	1	0	1	9	10		3	5	6	6	0	2	0	1	1
9	9		0	5		6	6	0	0	0	2	2	9	10		3	5	6	6	1	2	0	1	1
9	9		1	4		6	6	0	0	1	0	1	9	10		3	5	6	6	2	3	1	0	1
9	9		1	6		5	6	1	0	1	0	1	9	10		3	6	6	6	0	0	3	2	5
9	9		2	4		6	6	0	0	0	1	1	9	10		3	6	6	6	0	1	3	0	3
9	9		2	5		6	6	0	0	0	1	1	9	10		3	6	6	6	0	2	0	3	3
9	9		2	6		6	6	0	0	1	1	2	9	10		3	6	6	6	2	1	1	0	1
9	9		2	6		6	6	0	1	1	0	1	9	10		3	6	6	6	2	2	1	0	1
9	9		3	4		6	6	0	1	0	1	1	9	10		3	7	5	6	0	0	0	1	1
9	9		3	5		5	6	0	0	1	0	1	9	10		3	7	6	6	0	0	4	0	4
9	9		3	6		6	6	0	0	1	0	1	9	10		3	7	6	6	0	1	1	1	2
9	9		3	6		6	6	0	2	0	1	1	9	10		3	7	6	6	0	2	2	0	2
9	9		4	6		5	6	1	1	1	0	1	9	10		3	7	6	6	1	2	1	0	1
9	10		?	?		6	6	0	0	3	1	4	9	10		3	7	6	6	2	2	1	2	3
9	10		?	?		6	6	0	1	1	0	1	9	10		3	7	6	6	2	3	1	1	2
9	10		0	1		6	6	1	0	0	1	1	9	10		4	6	6	6	0	0	0	1	1
9	10		0	3		6	6	0	0	1	1	2	9	10		4	6	6	6	0	1	0	1	1
9	10		0	5		6	5	0	1	0	1	1	9	10		4	6	6	6	0	2	0	1	1
9	10		0	5		6	6	0	0	1	4	5	9	10		4	6	6	6	1	2	1	1	2
9	10		0	6		6	5	0	1	0	1	1	9	10		4	7	5	6	1	3	1	0	1
9	10		0	6		6	6	0	0	0	3	3	9	10		4	7	6	6	0	2	1	0	1
9	10		0	7		6	6	0	0	0	1	1	9	10		4	7	6	6	1	2	0	1	1
9	10		1	1		6	6	0	0	1	0	1	9	10		4	7	6	6	2	1	1	0	1
9	10		1	3		4	6	0	0	0	1	1	9	10		7	7	6	6	0	1	0	1	1
9	10		1	3		6	6	0	0	1	1	2	9	11		0	6	6	6	0	0	1	0	1
9	10		1	5		6	6	0	0	2	1	3	9	11		1	6	6	6	0	0	1	0	1
9	10		1	6		5	6	0	0	0	2	2	9	11		2	6	6	6	0	0	2	0	2
9	10		1	6		6	6	0	0	2	0	2	9	11		2	6	6	6	0	1	2	0	2
9	10		1	7		6	6	0	2	0	1	1	9	11		2	7	6	6	0	2	1	0	1
9	10		1	7		6	6	0	3	0	1	1	9	11		3	6	6	6	0	1	0	1	1
9	10		2	4		5	6	0	1	0	1	1	9	11		3	6	6	6	0	2	1	0	1
9	10		2	4		6	6	0	0	1	1	2	9	11		3	7	6	6	0	1	0	3	3
9	10		2	4		6	6	0	1	0	1	1	9	11		3	7	6	6	0	2	0	1	1
9	10		2	5		6	5	0	1	0	1	1	9	11		3	7	6	6	1	2	1	0	1
9	10		2	5		6	6	0	0	0	1	1	9	11		4	7	5	6	0	1	1	0	1
9	10		2	5		6	6	0	1	0	2	2	9	11		4	7	6	6	0	1	0	1	1
9	10		2	5		6	6	1	0	1	0	1	9	11		4	7	6	6	2	3	1	0	1
9	10		2	6		5	6	0	0	0	1	1	9	11		4	8	6	6	2	3	1	0	1
9	10		2	6		6	6	0	0	4	4	8	9	11		5	7	6	6	1	2	0	1	1
9	10		2	6		6	6	0	1	2	2	4	9	12		4	8	6	6	2	2	1	0	1
9	10		2	6		6	6	0	2	3	0	3	10	?		2	?	6	6	0	0	0	1	1
9	10		2	6		6	6	1	1	0	1	1	10	8		2	4	6	6	2	1	0	1	1
9	10		2	6		6	6	1	2	0	1	1	10	9		3	4	6	6	1	1	0	1	1
9	10		2	6		6	6	2	3	0	1	1	10	9		3	6	6	6	0	0	0	1	1
9	10		2	7		6	6	0	2	0	1	1	10	10		?	?	5	6	0	1	1	0	1

P		Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀	P		Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀
s	d	s	d	s	d	s	d				s	d	s	d	s	d	s	d			
10	10	?	?	6	6	0	0	4	1	5	10	10	3	4	5	6	0	0	1	0	1
10	10	?	?	6	6	1	2	1	0	1	10	10	3	4	6	6	0	0	1	1	2
10	10	?	?	6	6	1	3	0	1	1	10	10	3	5	5	6	0	2	0	1	1
10	10	0	0	6	6	0	0	0	1	1	10	10	3	5	6	6	0	0	2	2	4
10	10	0	2	6	6	0	0	1	0	1	10	10	3	5	6	6	0	1	1	0	1
10	10	0	3	5	6	0	0	0	1	1	10	10	3	5	6	6	0	2	2	1	3
10	10	0	3	6	6	0	0	1	1	2	10	10	3	5	6	6	1	?	1	0	1
10	10	0	3	6	6	0	1	1	0	1	10	10	3	5	6	6	1	1	1	0	1
10	10	0	4	4	4	0	0	1	0	1	10	10	3	6	6	6	0	0	4	4	8
10	10	0	4	5	6	0	0	0	1	1	10	10	3	6	6	6	0	1	3	2	5
10	10	0	4	6	6	0	0	2	1	3	10	10	3	6	6	6	0	2	1	2	3
10	10	0	4	6	6	0	3	0	1	1	10	10	3	6	6	6	1	2	1	0	1
10	10	0	5	6	5	0	0	0	1	1	10	10	3	6	6	6	1	3	1	1	2
10	10	0	5	6	6	0	0	7	1	8	10	10	3	6	6	6	2	0	1	0	1
10	10	0	5	6	6	0	1	0	2	2	10	10	3	6	6	6	2	2	0	1	1
10	10	0	5	6	6	1	2	0	1	1	10	10	3	7	6	6	0	0	3	3	6
10	10	0	6	6	5	0	0	0	1	1	10	10	3	7	6	6	0	1	3	1	4
10	10	0	6	6	6	0	0	0	2	2	10	10	3	7	6	6	0	2	0	2	2
10	10	0	6	6	6	0	1	1	0	1	10	10	3	7	6	6	0	3	0	1	1
10	10	0	6	6	7	0	0	1	0	1	10	10	3	7	6	6	1	1	2	0	2
10	10	0	7	5	6	0	0	1	0	1	10	10	3	7	6	6	1	2	2	1	3
10	10	0	7	6	6	0	1	1	0	1	10	10	3	7	6	6	1	3	0	1	1
10	10	1	4	6	6	0	0	2	0	2	10	10	3	8	6	6	0	1	1	0	1
10	10	1	5	5	5	0	0	1	0	1	10	10	4	5	6	6	0	0	1	0	1
10	10	1	5	6	5	0	0	1	0	1	10	10	4	5	6	6	0	1	0	1	1
10	10	1	5	6	6	0	0	2	5	7	10	10	4	5	6	6	1	1	1	0	1
10	10	1	5	6	6	0	1	1	0	1	10	10	4	6	6	6	0	0	0	3	3
10	10	1	5	6	6	0	2	0	1	1	10	10	4	6	6	6	0	2	1	0	1
10	10	1	5	6	6	1	3	1	0	1	10	10	4	6	6	6	1	1	1	0	1
10	10	1	5	6	7	0	0	1	0	1	10	10	4	6	6	6	1	3	0	1	1
10	10	1	6	6	6	0	0	3	3	6	10	10	4	7	6	6	0	0	0	1	1
10	10	1	6	6	6	0	1	1	2	3	10	10	4	7	6	6	0	1	1	2	3
10	10	1	6	6	6	1	1	0	1	1	10	10	4	7	6	6	0	2	0	1	1
10	10	1	7	6	6	0	0	0	2	2	10	10	4	7	6	6	1	1	0	1	1
10	10	1	7	6	6	1	3	0	1	1	10	10	4	7	6	6	1	2	1	2	3
10	10	2	3	6	6	0	0	2	0	2	10	10	4	7	6	6	2	1	1	0	1
10	10	2	4	6	6	1	1	0	1	1	10	10	4	7	6	6	2	2	1	0	1
10	10	2	5	6	5	0	1	1	0	1	10	10	4	7	6	6	2	3	1	0	1
10	10	2	5	6	6	0	0	3	4	7	10	10	5	5	6	6	0	0	1	0	1
10	10	2	5	6	6	0	1	1	2	3	10	10	5	6	6	6	2	0	0	1	1
10	10	2	5	6	6	0	2	0	1	1	10	10	5	7	5	6	2	2	0	1	1
10	10	2	6	6	6	0	0	2	3	5	10	10	5	7	6	[1]	0	?	1	0	1
10	10	2	6	6	6	0	1	3	0	3	10	10	5	7	6	6	0	0	0	1	1
10	10	2	6	6	6	1	2	0	1	1	10	10	5	7	6	6	0	2	1	0	1
10	10	2	7	6	6	0	0	3	4	7	10	11	?	?	6	6	0	0	6	2	8
10	10	2	7	6	6	0	2	0	2	2	10	11	?	?	6	6	0	1	4	0	4
10	10	2	7	6	6	0	3	0	1	1	10	11	?	?	6	6	0	2	1	0	1
10	10	2	7	6	6	1	1	1	0	1	10	11	?	?	6	7	0	0	0	1	1

P			Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀	P			Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀
s	d		s	d	s	d	s	d				s	d		s	d	s	d	s	d			
10	11		0	1	6	6	0	0	1	1	2	10	11		2	7	6	6	2	3	1	0	1
10	11		0	1	6	6	1	1	1	0	1	10	11		2	8	6	6	0	2	1	0	1
10	11		0	4	4	5	0	0	0	1	1	10	11		2	8	6	6	1	1	1	0	1
10	11		0	4	6	6	0	0	1	3	4	10	11		2	8	6	6	1	3	1	0	1
10	11		0	5	4	6	0	2	0	1	1	10	11		3	3	6	6	0	0	0	1	1
10	11		0	5	5	6	0	0	1	0	1	10	11		3	3	6	6	0	1	1	0	1
10	11		0	5	6	6	0	0	1	1	2	10	11		3	4	6	6	0	0	1	0	1
10	11		0	5	6	6	0	1	0	2	2	10	11		3	5	6	6	0	0	4	3	7
10	11		0	6	6	6	0	0	8	6	14	10	11		3	5	6	6	0	1	1	0	1
10	11		0	6	6	6	0	1	3	0	3	10	11		3	6	6	6	0	0	7	8	15
10	11		0	7	6	6	0	0	3	2	5	10	11		3	6	6	6	0	1	6	10	16
10	11		0	7	6	6	0	1	1	0	1	10	11		3	6	6	6	0	2	2	1	3
10	11		0	7	6	6	0	2	1	1	2	10	11		3	6	6	6	1	1	1	1	2
10	11		0	8	6	6	0	0	1	0	1	10	11		3	6	6	6	1	2	1	2	3
10	11		1	3	5	6	0	1	0	1	1	10	11		3	6	6	6	2	2	2	0	2
10	11		1	3	6	6	0	0	0	1	1	10	11		3	6	6	6	2	3	1	0	1
10	11		1	4	6	6	0	0	1	0	1	10	11		3	7	5	4	0	0	0	1	1
10	11		1	5	5	6	0	0	1	0	1	10	11		3	7	5	6	0	1	2	1	3
10	11		1	5	6	6	0	0	2	2	4	10	11		3	7	6	5	1	2	0	1	1
10	11		1	5	6	6	0	1	0	2	2	10	11		3	7	6	6	0	0	12	10	22
10	11		1	6	6	6	0	0	7	7	14	10	11		3	7	6	6	0	1	4	5	9
10	11		1	6	6	6	0	1	4	1	5	10	11		3	7	6	6	0	2	3	3	6
10	11		1	7	6	6	0	0	2	4	6	10	11		3	7	6	6	0	3	1	0	1
10	11		1	7	6	6	0	1	1	0	1	10	11		3	7	6	6	1	0	0	1	1
10	11		1	7	6	6	0	2	1	1	2	10	11		3	7	6	6	1	1	2	1	3
10	11		1	7	6	6	0	3	0	1	1	10	11		3	7	6	6	1	2	3	3	6
10	11		1	7	7	6	0	0	0	1	1	10	11		3	7	6	6	1	3	0	1	1
10	11		2	2	5	6	0	0	0	1	1	10	11		3	7	6	6	2	2	1	1	2
10	11		2	2	6	6	0	0	1	0	1	10	11		3	7	6	6	2	3	1	0	1
10	11		2	3	6	6	1	1	1	0	1	10	11		3	7	6	6	3	2	0	1	1
10	11		2	4	6	6	0	0	1	0	1	10	11		3	7	6	7	0	1	1	0	1
10	11		2	5	[1] 6	? 0	0	0	0	1	1	10	11		3	8	6	6	0	0	1	0	1
10	11		2	5	6	4	0	0	1	0	1	10	11		3	8	6	6	0	1	0	1	1
10	11		2	5	6	6	0	0	2	0	2	10	11		3	8	6	6	0	2	1	0	1
10	11		2	5	6	6	0	1	0	1	1	10	11		3	8	6	6	1	2	1	0	1
10	11		2	5	6	6	1	?	0	1	1	10	11		3	8	6	6	1	3	1	0	1
10	11		2	6	5	6	0	0	1	0	1	10	11		3	8	6	6	2	2	0	1	1
10	11		2	6	6	6	0	0	14	12	26	10	11		4	4	6	6	0	0	0	1	1
10	11		2	6	6	6	0	1	4	2	6	10	11		4	5	6	6	0	0	0	1	1
10	11		2	6	6	6	0	2	1	1	2	10	11		4	5	6	6	0	1	1	1	2
10	11		2	6	6	6	1	0	1	0	1	10	11		4	5	6	6	0	2	0	1	1
10	11		2	6	6	7	0	0	0	1	1	10	11		4	5	6	6	1	1	0	1	1
10	11		2	6	7	6	0	0	0	1	1	10	11		4	5	6	6	1	2	1	1	2
10	11		2	7	6	5	0	0	0	1	1	10	11		4	6	6	6	0	0	2	2	4
10	11		2	7	6	6	0	0	11	6	17	10	11		4	6	6	6	0	1	1	1	2
10	11		2	7	6	6	0	1	4	3	7	10	11		4	6	6	6	0	2	0	1	1
10	11		2	7	6	6	0	2	2	2	4	10	11		4	6	6	6	0	3	0	1	1
10	11		2	7	6	6	1	2	1	1	2	10	11		4	6	6	6	1	1	0	2	2

P			Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀	P			Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀
s	d		s	d	s	d	s	d				s	d		s	d	s	d	s	d			
10	11		4	6	6	6	1	2	1	2	3	10	12		3	6	6	6	1	2	0	1	1
10	11		4	6	6	6	2	0	0	1	1	10	12		3	7	6	6	0	0	0	1	1
10	11		4	6	6	6	2	2	1	0	1	10	12		3	8	6	6	0	0	2	1	3
10	11		4	6	6	6	2	3	1	0	1	10	12		3	8	6	6	2	2	1	0	1
10	11		4	6	6	6	2	4	0	1	1	10	12		4	6	4	6	0	0	0	1	1
10	11		4	7	5	6	0	0	0	1	1	10	12		4	7	6	6	1	2	0	1	1
10	11		4	7	6	5	2	2	1	0	1	10	12		5	6	6	6	0	2	1	0	1
10	11		4	7	6	6	0	0	3	4	7	11	9		0	5	6	6	0	1	1	0	1
10	11		4	7	6	6	0	1	6	5	11	11	9		3	3	6	6	0	1	0	1	1
10	11		4	7	6	6	0	2	1	1	2	11	9		3	6	6	6	0	0	0	1	1
10	11		4	7	6	6	0	3	0	2	2	11	10		3	5	6	6	0	0	2	0	2
10	11		4	7	6	6	1	1	1	1	2	11	10		3	5	6	6	0	1	0	1	1
10	11		4	7	6	6	1	2	2	3	5	11	10		3	6	6	6	0	0	0	1	1
10	11		4	7	6	6	1	3	0	1	1	11	10		3	7	6	6	0	0	1	0	1
10	11		4	7	6	6	2	1	0	1	1	11	10		4	5	6	6	0	0	0	1	1
10	11		4	7	6	6	2	2	5	2	7	11	10		4	5	6	6	0	1	0	1	1
10	11		4	7	6	6	2	3	1	1	2	11	10		4	7	6	6	0	0	0	1	1
10	11		4	7	6	6	3	2	0	1	1	11	11		?	?	5	6	0	2	1	0	1
10	11		4	8	6	6	0	2	1	0	1	11	11		?	?	6	6	0	0	2	4	6
10	11		4	8	6	6	1	2	1	2	3	11	11		?	?	6	6	0	1	1	0	1
10	11		4	8	6	6	1	3	1	2	3	11	11		?	?	6	6	1	2	1	0	1
10	11		4	8	6	6	2	2	2	0	2	11	11		?	?	7	6	0	0	1	0	1
10	11		4	8	6	6	2	3	0	1	1	11	11		0	3	6	6	0	0	0	1	1
10	11		5	5	6	6	0	2	1	0	1	11	11		0	4	6	6	0	0	2	0	2
10	11		5	5	6	6	2	3	1	0	1	11	11		0	5	5	5	0	0	0	1	1
10	11		5	6	6	6	0	0	0	1	1	11	11		0	5	6	6	0	0	1	0	1
10	11		5	6	6	6	0	1	0	3	3	11	11		0	5	6	6	0	1	1	0	1
10	11		5	6	6	6	2	2	1	0	1	11	11		0	6	6	6	0	0	5	1	6
10	11		5	6	6	6	2	3	0	1	1	11	11		0	6	6	6	0	1	1	1	2
10	11		5	7	6	6	0	0	3	1	4	11	11		0	7	6	6	0	0	2	0	2
10	11		5	7	6	6	0	1	1	0	1	11	11		1	3	6	6	0	0	0	1	1
10	11		5	7	6	6	0	2	1	1	2	11	11		1	5	6	6	0	0	1	2	3
10	11		5	7	6	6	1	2	1	0	1	11	11		1	6	5	6	0	0	1	0	1
10	11		5	7	6	6	1	3	1	0	1	11	11		1	6	6	6	0	0	4	2	6
10	11		5	7	6	6	2	3	1	2	3	11	11		1	6	6	6	0	1	0	1	1
10	11		5	8	6	6	0	2	0	2	2	11	11		1	6	6	6	1	0	0	1	1
10	11		5	8	6	6	1	2	1	0	1	11	11		1	7	6	6	0	1	1	0	1
10	11		5	8	6	6	2	1	0	1	1	11	11		1	7	6	7	0	0	0	1	1
10	11		5	8	6	6	2	3	0	1	1	11	11		1	8	6	6	0	0	1	0	1
10	11		6	6	6	6	3	3	0	1	1	11	11		2	1	4	[2]	0	?	1	0	1
10	11		6	7	5	6	2	2	0	1	1	11	11		2	4	6	6	0	0	1	0	1
10	12		?	?	6	6	0	0	0	1	1	11	11		2	5	6	6	0	0	0	1	1
10	12		0	5	6	5	0	0	0	1	1	11	11		2	6	5	6	0	0	1	0	1
10	12		0	6	6	6	0	0	1	0	1	11	11		2	6	6	6	0	0	3	5	8
10	12		1	4	6	6	0	0	1	0	1	11	11		2	7	6	6	0	0	5	3	8
10	12		1	5	6	6	0	0	1	0	1	11	11		2	7	6	6	0	1	1	1	2
10	12		2	6	6	6	0	0	2	0	2	11	11		2	7	6	6	1	1	1	0	1
10	12		3	6	6	6	0	0	2	0	2	11	11		2	8	6	6	0	0	0	1	1

P		Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀	P		Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀
s	d	s	d	s	d	s	d				s	d	s	d	s	d	s	d			
11	11	2	8	6	6	0	1	1	0	1	11	11	7	7	6	6	0	2	1	0	1
11	11	2	8	6	6	0	2	0	1	1	11	12	?	?	6	6	0	0	2	0	2
11	11	3	3	6	6	1	1	0	1	1	11	12	?	?	6	6	0	1	3	0	3
11	11	3	5	6	6	0	0	1	1	2	11	12	0	5	6	6	0	0	1	0	1
11	11	3	6	6	6	0	0	6	3	9	11	12	0	6	6	6	0	0	3	2	5
11	11	3	6	6	6	0	1	1	0	1	11	12	0	6	6	6	0	1	1	0	1
11	11	3	6	6	6	0	2	1	0	1	11	12	0	7	6	6	0	0	2	4	6
11	11	3	6	6	6	1	2	0	1	1	11	12	0	8	5	6	0	0	0	1	1
11	11	3	6	7	6	1	0	1	0	1	11	12	1	5	6	6	0	0	0	1	1
11	11	3	7	6	6	0	0	1	5	6	11	12	1	6	6	6	0	0	1	0	1
11	11	3	7	6	6	0	1	4	1	5	11	12	1	7	6	5	0	0	0	1	1
11	11	3	7	6	6	0	2	3	1	4	11	12	1	7	6	6	0	0	2	0	2
11	11	3	7	6	6	0	3	0	1	1	11	12	1	8	6	6	0	0	0	1	1
11	11	3	7	6	6	2	2	0	1	1	11	12	2	5	6	6	0	2	1	0	1
11	11	3	8	6	6	0	0	1	1	2	11	12	2	6	6	6	0	0	1	2	3
11	11	3	8	6	6	0	1	2	1	3	11	12	2	7	6	6	0	0	0	3	3
11	11	3	8	6	6	0	2	1	0	1	11	12	2	7	6	6	0	1	1	0	1
11	11	4	6	6	6	0	0	3	3	6	11	12	2	7	6	6	0	2	0	1	1
11	11	4	6	6	6	0	1	0	1	1	11	12	2	8	6	6	0	0	0	1	1
11	11	4	6	6	6	0	2	2	0	2	11	12	2	8	6	6	0	2	1	0	1
11	11	4	6	6	6	1	0	1	0	1	11	12	3	3	6	6	0	0	0	1	1
11	11	4	6	6	6	1	2	0	2	2	11	12	3	5	6	6	0	1	1	0	1
11	11	4	7	6	4	1	0	0	1	1	11	12	3	5	6	6	1	0	1	0	1
11	11	4	7	6	6	0	0	4	0	4	11	12	3	5	6	6	1	2	1	0	1
11	11	4	7	6	6	0	1	3	3	6	11	12	3	6	6	6	0	0	2	3	5
11	11	4	7	6	6	0	2	1	2	3	11	12	3	6	6	6	0	1	0	1	1
11	11	4	7	6	6	1	0	2	0	2	11	12	3	7	6	6	0	0	2	2	4
11	11	4	7	6	6	1	3	0	1	1	11	12	3	7	6	6	0	1	1	2	3
11	11	4	7	6	6	2	1	0	1	1	11	12	3	7	6	6	0	2	0	1	1
11	11	4	7	6	6	2	2	1	0	1	11	12	3	7	6	6	2	1	0	1	1
11	11	4	7	6	6	2	3	1	0	1	11	12	3	8	6	6	0	0	1	2	3
11	11	4	8	6	5	0	1	0	1	1	11	12	3	8	6	6	0	1	1	0	1
11	11	4	8	6	6	0	0	0	1	1	11	12	3	8	6	6	1	1	0	1	1
11	11	4	8	6	6	0	1	3	0	3	11	12	3	8	6	6	1	2	1	0	1
11	11	4	8	6	6	0	2	0	1	1	11	12	3	8	6	6	2	2	1	0	1
11	11	4	8	6	6	0	3	1	1	2	11	12	4	4	6	6	0	1	1	0	1
11	11	4	8	6	6	1	1	1	1	2	11	12	4	5	6	6	2	3	1	0	1
11	11	5	5	6	6	0	1	0	1	1	11	12	4	6	6	6	0	0	1	0	1
11	11	5	5	6	6	2	2	1	0	1	11	12	4	6	6	6	0	1	1	0	1
11	11	5	6	6	6	0	1	0	1	1	11	12	4	6	7	7	0	0	0	1	1
11	11	5	7	6	6	0	0	1	2	3	11	12	4	7	6	6	0	0	3	2	5
11	11	5	7	6	6	0	1	0	2	2	11	12	4	7	6	6	0	1	1	0	1
11	11	5	7	6	6	1	2	1	0	1	11	12	4	7	6	6	0	2	1	0	1
11	11	5	7	6	6	1	3	0	1	1	11	12	4	7	6	6	1	1	1	0	1
11	11	5	8	6	6	1	0	1	0	1	11	12	4	7	6	6	2	2	1	0	1
11	11	6	5	6	6	0	0	1	0	1	11	12	4	8	6	6	0	0	2	1	3
11	11	6	6	6	6	0	1	1	0	1	11	12	4	8	6	6	0	1	0	2	2
11	11	6	8	6	6	0	2	1	0	1	11	12	4	8	6	6	0	2	1	1	2

P			Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀	P			Pdiv		V		Vdiv		♂	♀	♂+♀
s	d		s	d	s	d	s	d				s	d		s	d	s	d	s	d			
11	12		4	8	6	6	1	1	0	1	1	12	12		1	7	6	6	0	0	1	0	1
11	12		4	8	6	6	1	2	1	1	2	12	12		1	8	6	6	0	1	0	1	1
11	12		5	6	6	6	3	1	1	0	1	12	12		2	6	6	6	1	0	1	0	1
11	12		5	7	6	6	0	0	1	0	1	12	12		2	7	6	6	0	0	0	1	1
11	12		5	7	6	6	0	1	1	1	2	12	12		2	8	6	6	0	0	0	1	1
11	12		5	7	6	6	2	3	3	0	3	12	12		3	7	6	6	0	0	0	1	1
11	12		5	8	6	6	2	1	1	0	1	12	12		3	7	6	6	0	1	1	0	1
11	12		5	8	6	6	2	3	1	0	1	12	12		4	6	6	6	0	0	1	0	1
11	12		5	8	6	6	3	2	0	1	1	12	12		4	7	6	6	0	0	1	0	1
11	12		6	8	6	6	0	2	1	0	1	12	12		4	7	6	6	0	1	1	0	1
11	12		6	9	6	6	1	2	1	0	1	12	12		4	8	6	6	0	1	1	0	1
11	13	?	?	6	6	0	1	1	1	0	1	12	12		5	6	6	6	0	0	0	1	1
11	13		3	7	6	6	0	0	1	0	1	12	12		5	7	6	6	1	2	1	0	1
11	13		6	9	6	6	0	2	1	0	1	12	12		5	8	6	6	0	1	0	1	1
12	9		2	4	6	6	0	0	1	0	1	12	12		5	8	6	6	2	2	0	1	1
12	11		2	7	6	6	0	0	0	1	1	12	13		2	6	6	6	0	0	1	0	1
12	12		0	5	6	6	0	0	1	0	1	12	13		3	8	6	6	1	2	1	0	1
12	12		0	7	6	6	0	1	0	1	1	12	13		4	7	6	6	0	0	1	0	1
12	12		0	7	6	6	1	0	1	0	1												

M = $\overline{562}$ $\overline{498}$ $\overline{1060}$

Tabelle 5.

Korrelationskoeffizienten.

Nr.	Combin.	♂		♀		$\delta: E_{\delta}$	♂ + ♀		n	
		r	E	r	E		r	E	♂	♀
1	D:A	0,6514	\pm 0,0158	0,6896	\pm 0,0155	— 1,78	0,6720	\pm 0,0111	602	518
2	Ps:Pd	0,5943	\pm 0,0184	0,5823	\pm 0,0200	0,44	0,5895	\pm 0,0135	562	497
3	Vs:Vd	0,2453	\pm 0,0268	0,2152	\pm 0,0289	0,71	0,2280	\pm 0,0197	559	497
4	Ps:Vs	0,0579	\pm 0,0284	0,1038	\pm 0,0299	— 1,11	0,0813	\pm 0,0206	561	497
5	Pd:Vd	0,0343	\pm 0,0285	[0,0227	\pm 0,0302]	0,28	0,0308	\pm 0,0207	560	497
6	Ps:Vd	[0,0121	\pm 0,0285]	0,0325	\pm 0,0302	— 0,49	0,0241	\pm 0,0207	560	498
7	Pd:Vs	0,1167	\pm 0,0281	0,0456	\pm 0,0302	1,72	0,0810	\pm 0,0209	561	496
8	D:Ps	0,1499	\pm 0,0278	0,0780	\pm 0,0300	1,76	0,1172	\pm 0,0204	562	498
9	D:Pd	0,1224	\pm 0,0280	0,1145	\pm 0,0299	0,19	0,1160	\pm 0,0204	562	497
10	D:Vs	[0,0234	\pm 0,0285]	[—0,0060	\pm 0,0303]	0,71	[0,0075	\pm 0,0207]	561	497
11	D:Vd	[0,0228	\pm 0,0285]	[—0,0106	\pm 0,0302]	0,80	[0,0034	\pm 0,0207]	560	498
12	A:Ps	0,1365	\pm 0,0279	0,1160	\pm 0,0298	0,50	0,1264	\pm 0,0204	562	498
13	A:Pd	0,0546	\pm 0,0284	0,1571	\pm 0,0295	— 2,50	0,0969	\pm 0,0205	562	497
14	A:Vs	0,0312	\pm 0,0285	0,0564	\pm 0,0302	— 0,61	0,0423	\pm 0,0207	561	497
15	A:Vd	0,0439	\pm 0,0284	[—0,0007	\pm 0,0302]	1,07	[0,0018	\pm 0,0207]	560	498

Nr.	Combin.	♂		♀		$\delta: E_{\delta}$	$\delta + \delta$		n	
		r	E	r	E		r	E	♂	♀
16	Pdivs:Pdivd	0,4043	\pm 0,0246	0,3990	\pm 0,0257	0,15	0,4016	\pm 0,0199	528	486
17	Vdivs:Vdivd	0,5995	\pm 0,0183	0,5246	\pm 0,0220	2,62	0,5635	\pm 0,0142	558	496
18	Pdivs:Vdivs	0,3667	\pm 0,0254	0,3419	\pm 0,0270	0,67	0,3547	\pm 0,0185	527	486
19	Pdivd:Vdivd	0,3122	\pm 0,0266	0,2639	\pm 0,0285	1,24	0,2882	\pm 0,0195	525	485
20	Pdivs:Vdivd	0,4358	\pm 0,0238	0,3597	\pm 0,0266	2,13	0,3988	\pm 0,0178	525	486
21	Pdivd:Vdivs	0,1922	\pm 0,0283	0,1814	\pm 0,0296	0,26	0,1877	\pm 0,0205	527	485
22	Ps:Pdivs	0,1355	\pm 0,0288	0,1649	\pm 0,0297	-- 0,60	0,1488	\pm 0,0207	528	487
23	Pd:Pdivd	0,3187	\pm 0,0264	0,3859	\pm 0,0260	-- 1,82	0,3515	\pm 0,0186	528	486
24	Ps:Pdivd	0,1689	\pm 0,0285	0,2551	\pm 0,0286	-- 2,13	0,2095	\pm 0,0203	528	486
25	Pd:Pdivs	0,1725	\pm 0,0285	0,1526	\pm 0,0299	0,48	0,1627	\pm 0,0206	528	486
26	Vs:Vdivs	0,0471	\pm 0,0284	[0,0244	\pm 0,0302]	0,55	0,0359	\pm 0,0207	561	497
27	Vd:Vdivd	[0,0216	\pm 0,0285]	0,0399	\pm 0,0302	-- 0,44	0,0307	\pm 0,0207	559	497
28	Vs:Vdivd	[0,0269	\pm 0,0285]	0,0405	\pm 0,0302	-- 0,33	0,0336	\pm 0,0208	558	496
29	Vd:Vdivs	[-0,0093	\pm 0,0285]	[0,0053	\pm 0,0303]	0,35	[-0,0005	\pm 0,0208]	559	497
30	Ps:Vdivs	-0,0735	\pm 0,0283	-0,0375	\pm 0,0302	0,87	-0,0564	\pm 0,0207	561	497
31	Pd:Vdivd	0,0619	\pm 0,0281	-0,0358	\pm 0,0302	2,35	[0,0146	\pm 0,0208]	559	496
32	Ps:Vdivd	-0,0839	\pm 0,0283	-0,1251	\pm 0,0298	-- 1,00	-0,1033	\pm 0,0205	559	497
33	Pd:Vdivs	0,0464	\pm 0,0284	[0,0232	\pm 0,0303]	0,56	0,0378	\pm 0,0207	561	496
34	Vs:Pdivs	0,0764	\pm 0,0292	0,0881	\pm 0,0304	-- 0,28	0,0812	\pm 0,0211	527	486
35	Vd:Pdivd	0,0917	\pm 0,0292	[0,0282	\pm 0,0306]	1,50	0,0573	\pm 0,0211	526	486
36	Vs:Pdivd	0,1456	\pm 0,0288	0,1712	\pm 0,0297	-- 0,62	0,1594	\pm 0,0207	527	485
37	Vd:Pdivs	0,0372	\pm 0,0294	0,0860	\pm 0,0303	-- 1,16	0,0638	\pm 0,0211	526	487
38	Ls:Ld	0,4669	\pm 0,0226	0,4160	\pm 0,0255	1,49	0,4440	\pm 0,0169	544	480
39	D:Ls	0,2079	\pm 0,0274	0,0598	\pm 0,0303	3,63	0,1434	\pm 0,0204	554	492
40	D:Ld	0,1872	\pm 0,0278	0,1008	\pm 0,0303	2,10	0,1464	\pm 0,0205	550	486

Tabelle 6.
Differenzreihen.

Differenzen	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. P.																	
562 ♂					1	1	3	206	317	28	5	1					
497 ♀						3	9	175	293	14	2	1					
1059					1	4	12	381	610	42	7	2					
Typ VI:	0,0	0,1	0,4	2,7	26,6	346,2	616,2	61,5	5,0	0,6	0,1	0,0					
	$y_0 = y_m = y_c = 776,60 \quad \Delta = 2,92\% \quad \Delta \sqrt{n} = 0,9506$																
2. Pdiv.																	
528 ♀							2	10	16	69	130	155	93	39	13	1	
486 ♂								10	22	64	123	140	77	38	11	1	
1014							2	20	38	133	253	295	170	77	24	2	
Typ IV:		0,0	0,3	2,4	12,5	48,8	135,4	247,9	280,2	188,8	75,8	18,7	3,0	0,3	0,0		
	$y_0 = 190,59 \quad y_m = 285,99 \quad y_c = 284,53 \quad \Delta = 2,52\% \quad \Delta \sqrt{n} = 0,8041$																
3. V.																	
559 ♂					1	5	534	19									
497 ♀					1	13	461	19	3								
1056					2	18	995	38	3								
	irregulär.																
4. Vdiv.																	
558 ♂					2	15	319	163	57	2							
496 ♀					2	12	279	135	57	11							
1054					4	27	598	298	114	13							
Typ I:		0,0	14,9	569,7	358,3	96,0	14,0	1,1	0,0								
	$y_0 = y_m = 578,89 \quad y_c = 522,82 \quad \Delta = 4,30\% \quad \Delta \sqrt{n} = 1,3973$																
5. L.																	
544 ♂					4	80	322	120	15	2	1						
480 ♀					1	5	65	268	134	7							
1024					1	9	145	590	254	22	2	1					
Typ IV:	0,0	0,1	0,7	9,2	137,4	612,1	236,0	25,5	2,6	0,4	0,1	0,0					
	$y_0 = 599,69 \quad y_m = 620,38 \quad y_c = 618,72 \quad \Delta = 1,65\% \quad \Delta \sqrt{n} = 0,5284$																
6. Sus [6].																	
200 ♂					4	28	116	444	809	450	111	34	4				
Typ IV:	0,0	0,1	0,5	3,3	21,4	124,1	464,7	767,5	463,3	127,0	23,2	3,8	0,7	0,1	0,0		
	$y_0 = 766,18 \quad y_m = y_c = 767,75 \quad \Delta = 2,12\% \quad \Delta \sqrt{n} = 0,9462$																

} (Fig. 16)

} (Fig. 17)

(Fig. 18)

} (Fig. 19)

} (Fig. 20)

} (Fig. 15)

Tabelle 7.
Konstante der Differenzkurven.

1. P.				2. Pdiv.		
	r	\ddot{r}	$\delta + \ddot{r}$	r	\ddot{r}	$\delta + \ddot{r}$
M	0,6833	0,6338	0,6610	3,7121	3,6564	3,6854
ε	0,6584	0,6392	0,6499	1,4122	1,1513	1,4468
F	6,3829	5,5062	6,1254	0,5632	0,6121	0,3086
A	0,0311	-0,0111	-0,0006	-0,0379	-0,0173	-0,0409
y_0	71,20 ⁰ / ₀	72,17 ⁰ / ₀	} 73,33 ⁰ / ₀	21,75 ⁰ / ₀	1,50 ⁰ / ₀	18,50 ⁰ / ₀
y_m	73,02 ⁰ / ₀	75,11 ⁰ / ₀		28,57 ⁰ / ₀	27,14 ⁰ / ₀	28,20 ⁰ / ₀
y_c	71,48 ⁰ / ₀	72,81 ⁰ / ₀		28,57 ⁰ / ₀	27,08 ⁰ / ₀	28,06 ⁰ / ₀
Y_V	60,59 ⁰ / ₀	62,11 ⁰ / ₀	61,38 ⁰ / ₀	27,06 ⁰ / ₀	27,10 ⁰ / ₀	27,57 ⁰ / ₀
n	562	497	1059	528	486	1014
Typ	IV	IV	VI	IV	IV	IV

3. Vdiv.				4. L.		
	δ	\ddot{r}	$\delta + \ddot{r}$	r	\ddot{r}	$\delta + \ddot{r}$
M	0,4731	0,5363	0,5028	0,1321	0,1458	0,1387
ε	0,7419	0,8271	0,7838	0,7132	0,7156	0,7304
F	-1,8113	-0,8629	-0,7151	4,7596	1,2201	2,7293
A	1,0120	0,5716	0,4701	0,1133	-0,1065	0,0574
y_0	} 56,31 ⁰ / ₀	51,68 ⁰ / ₀	54,92 ⁰ / ₀	54,80 ⁰ / ₀	50,71 ⁰ / ₀	58,56 ⁰ / ₀
y_m		44,79 ⁰ / ₀	49,60 ⁰ / ₀	62,47 ⁰ / ₀	68,51 ⁰ / ₀	60,58 ⁰ / ₀
y_c		41,38 ⁰ / ₀	48,23 ⁰ / ₀	50,90 ⁰ / ₀	61,51 ⁰ / ₀	60,42 ⁰ / ₀
Y_V	53,77 ⁰ / ₀	48,23 ⁰ / ₀	50,90 ⁰ / ₀	53,58 ⁰ / ₀	55,75 ⁰ / ₀	54,62 ⁰ / ₀
n	558	496	1054	544	480	1024
Typ	I!	I!	I!	IV	IV	IV

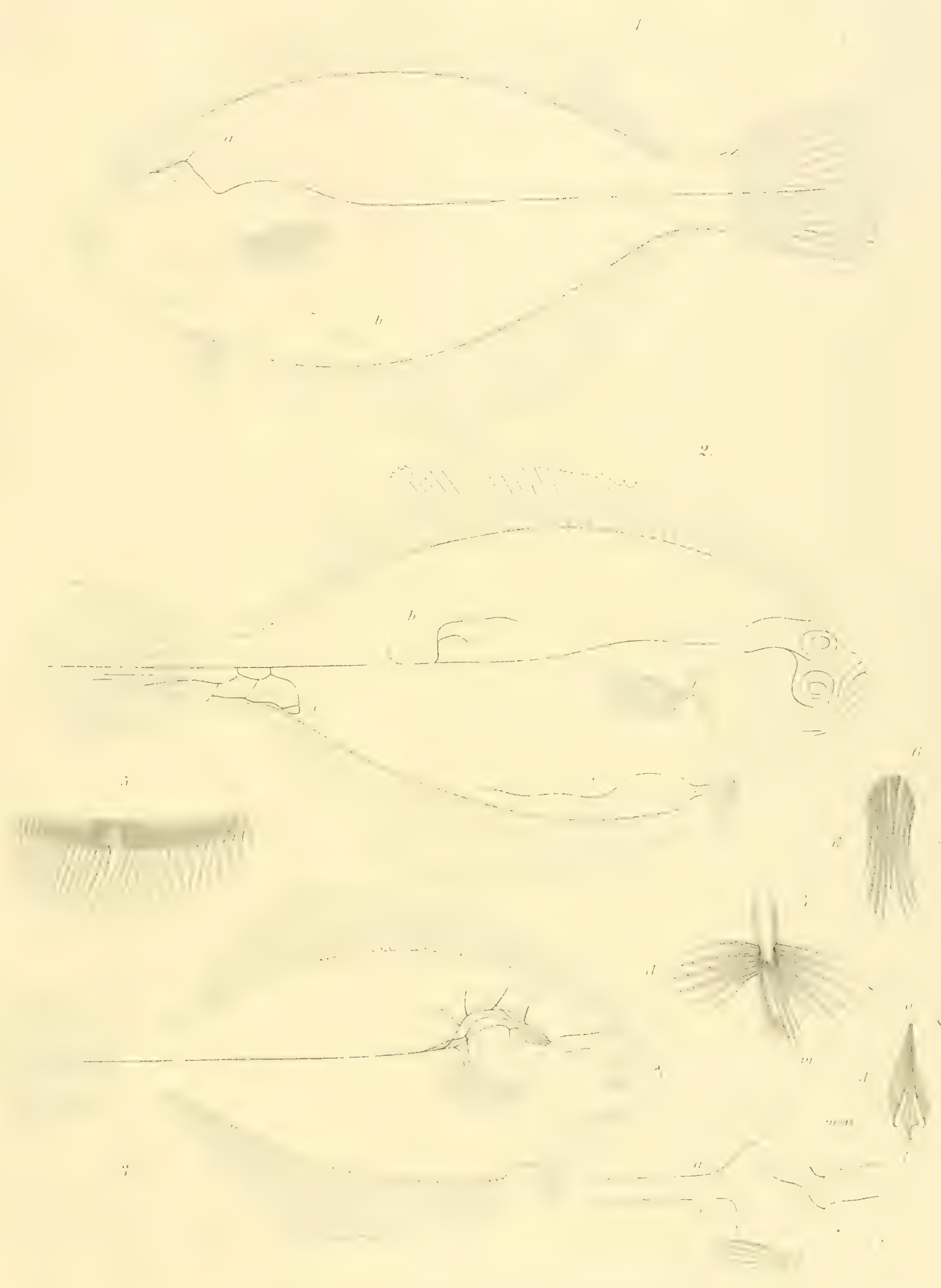
5. Sus [6].	
M	0,0070
ε	1,1153
F	1,4892
A	0,0095
y_0	38,31 ⁰ / ₀
y_m	} 38,39 ⁰ / ₀
y_c	
Y_V	35,77 ⁰ / ₀
n	2000
Typ	IV

Tafelerklärung.

Irrtümlich Tafel XII, muss in Bezug auf den vorhergehenden Text lauten: **Tafel XIV.**

(Text VI, 2 u. 3).

- Fig. 1. Blindseite von *Pleuronectes flesus* L. Abnormitäten der Seitenlinie. — *a* doppelt verzweigter Supra-occipitalast eines Weibchens; *b* unvollständige accessorische Abdominallinie eines anderen Weibchens.
- Fig. 2. Augenseite von *Pl. flesus* L. Abnormitäten der Seitenlinie. — *a* accessorische Abdominallinie eines Männchens; *b* Unterbrechung und dorsale Verästelung der Seitenlinie eines Weibchens auf der Schwanzregion; *c* ventrale Verästelungen der Seitenlinie auf dem Schwanzstiel nebst accessorischen Aesten derselben auf der Schwanzflosse eines Männchens, dessen abnorme (unpaare) Bauchflosse in Fig. 6 dargestellt ist.
- Fig. 3. Augenseite von *Pl. limanda* L. Abnormitäten der Seitenlinie. — Mannigfache Verästelungen und Unterbrechungen der Seitenlinie an ihrer Krümmung, von verschiedenen Exemplaren in denselben Umriss eingezeichnet.
- Fig. 4. Dasselbe. — Zwei einzelne, besonders ausgeprägte Fälle von Unterbrechung der Seitenlinie an der Krümmung.
- Fig. 5. Abschnitt der Rückenflosse von *Pl. limanda* mit schwacher Lückenbildung an einer Stelle mit Defekt des zugehörigen Interspinales. Der eine der beiden die Lücke begrenzenden Strahlen ist unvollständig (nur in der basalen Hälfte) entwickelt.
- Fig. 6. Unpaare, durch Verwachsung der beiden normalen entstandene Bauchflosse eines Männchens von *Pl. flesus* L. (cf. Fig. 2 c).
- Fig. 7. Drei Bauchflossen eines Weibchens von *Pl. platessa* L. in situ. — *s* linke, *d* rechte, *m* überzählige Bauchflosse.
- Fig. 8. Becken nebst Muskulatur des letzterwähnten Exemplars, von der Ventralseite betrachtet. — *s* linke, *d* rechte Seite, *a* Vorder-, *p* Hinterende, *mm* musculi abductores et extensores radiorum.



Tafelerklärung.

Irrtümlich Tafel XIII, muss in Bezug auf den vorhergehenden Text lauten: **Tafel XII.**

(Text I, 4 u. II, 2).

- Fig. 1. Grössenkurven der rechtsäugigen Männchen (————) und Weibchen (-----). Auf der Abscissenachse sind die beobachteten Totallängen auf ganze cm abgerundet und zwar je ein cm durch $\frac{1}{2}$ cm dargestellt. Die Ordinatenlängen geben die absolute Häufigkeit wieder, in welcher sie beobachtet wurden; 1 Individuum = 2 mm; Individuensumme: 562 ♂ und 498 ♀. Die Fusspunkte der ausgeführten Ordinaten entsprechen den Mittelwerten der sechs verschiedenen Grössengruppen in jedem Geschlecht.
- Fig. 2. Graphische Darstellung der prozentuarischen Anzahl von Teilstrahlen in den paarigen Flossen der rechtsäugigen Männchen (————) und Weibchen (-----) bei den sechs verschiedenen Grössengruppen. Die letzteren sind auf der Abscissenachse durch Punkte von je 1 cm Abstand dargestellt; die zugehörigen Ordinaten ergeben die prozentuarischen Anzahlen der Teilstrahlen (1 % = 2 mm).

Fig. 3—14: Prozentuarische Variationspolygone der untersuchten Merkmale für die Gesamtheit der Individuen; empirisch: —————, berechnet: -----.

Abseisseneinheit (gleich der Varianteneinheit): 1 cm; Ordinateneinheit (gleich 1 % der untersuchten Individuenzahl n): 2 mm; Inhalt der einzelnen Polygone also $100 \cdot 10 \cdot 2 \text{ mm}^2 = 20 \text{ cm}^2$. Auf der Abscissenachse sind die ihrem Zahlenwerte nach geordneten Varianten als Punkte gleichen Abstandes eingetragen, ferner die Fusspunkte der Hauptordinaten O für y_0 (nur bei Typ IV, Ausgangsordinate), M' für y_m (Maximalordinate, bei Typ I zugleich Ausgangsordinate), M , arithmetischer Mittelwert des Merkmals, für y_c (Schwerpunktsordinate, bei den symmetrischen Kurven der Typen V und VI zugleich Ausgangsordinate).

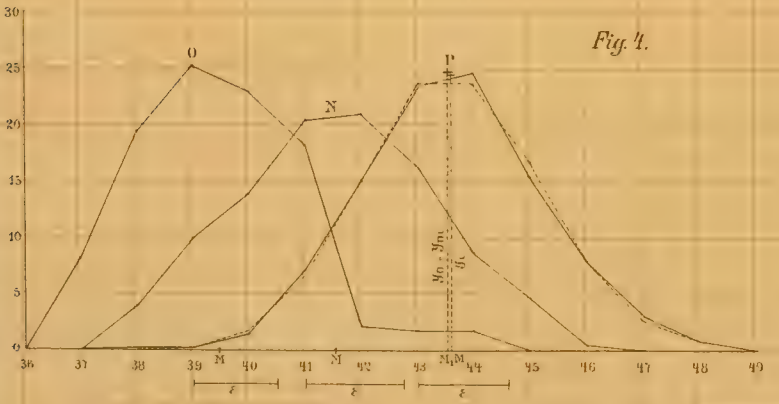
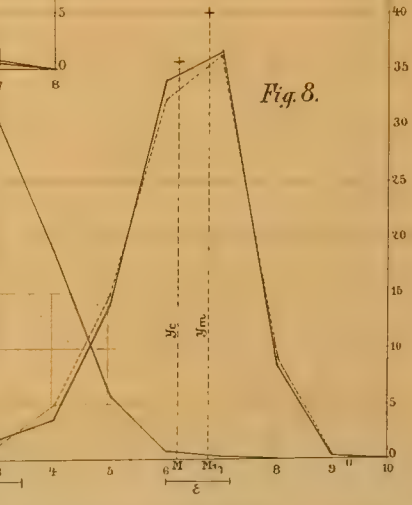
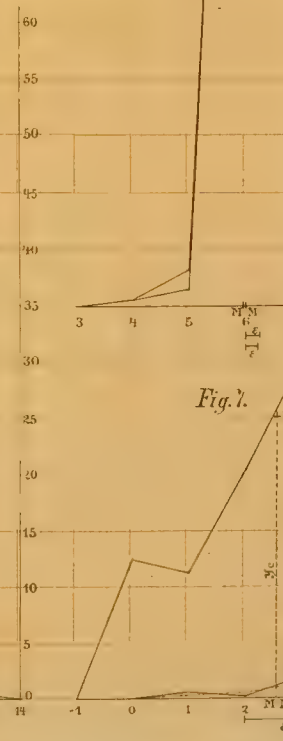
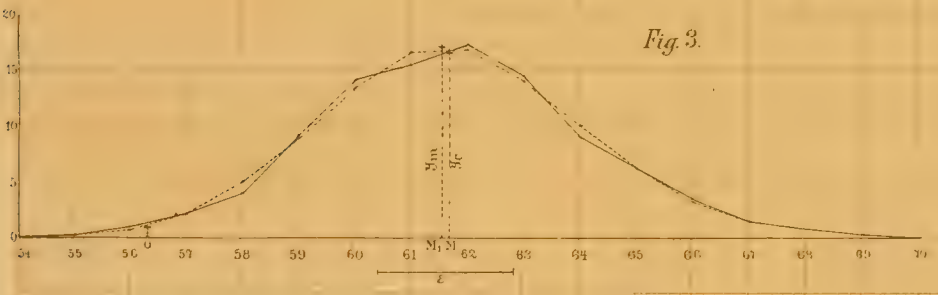
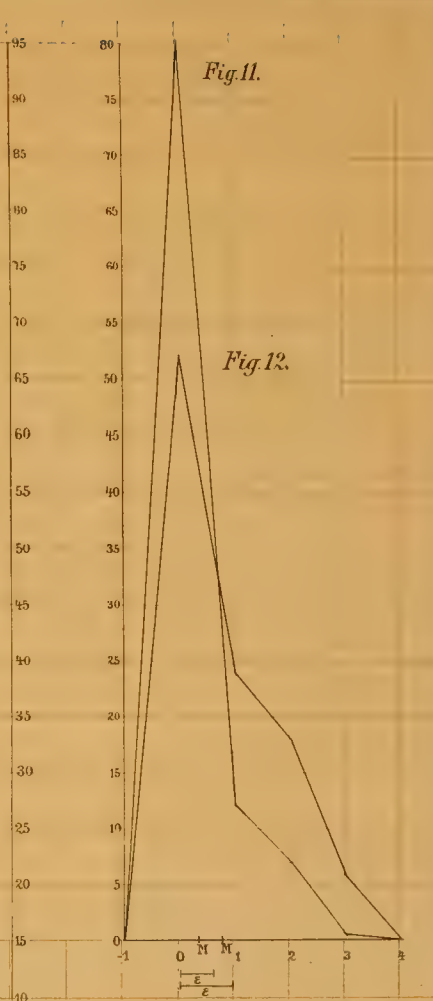
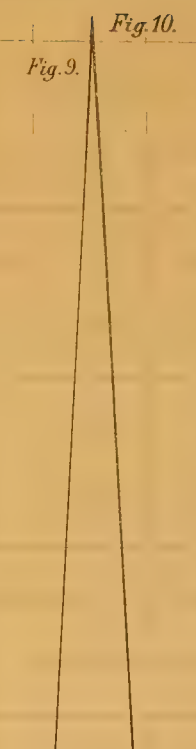
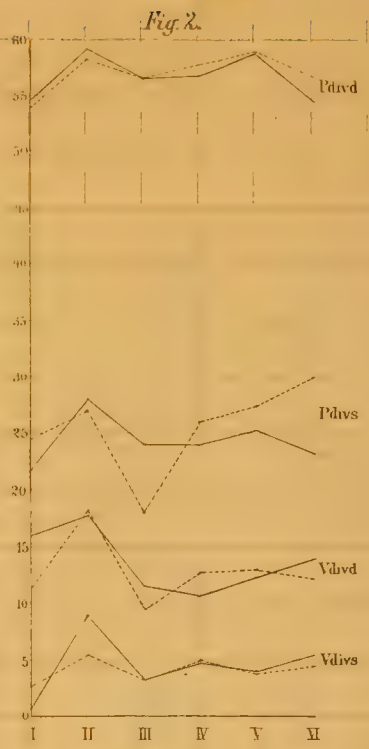
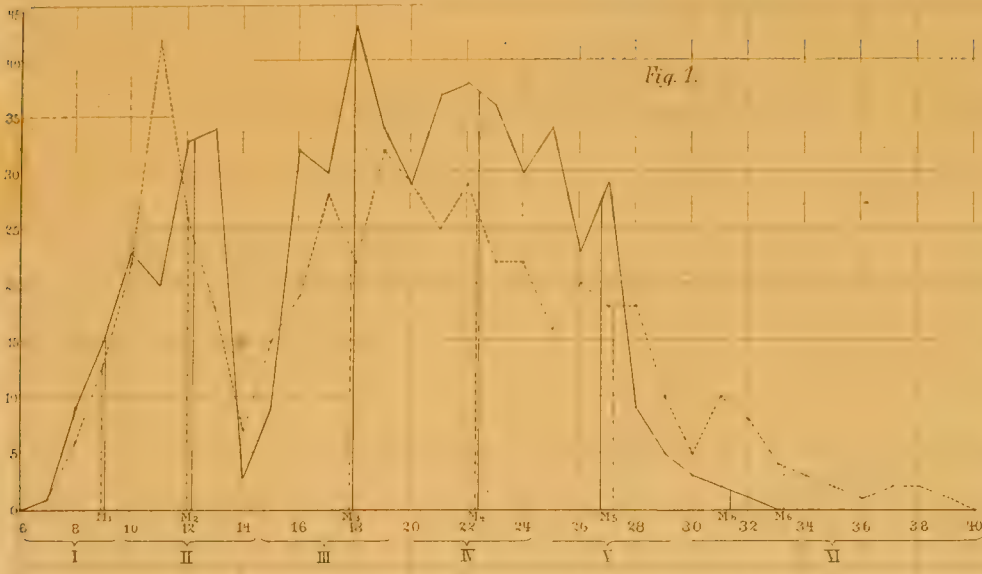
Die Ordinatenlängen stellen prozentuarische Werte der untersuchten Individuenzahl dar; ihrer Berechnung, $y = f(x)$, wird der Abstand (x) ihres Fusspunktes vom Fusspunkt der Ausgangsordinate (Typ I: y_m , Typ IV: y_0 , Typ V und VI: y_c) zu Grunde gelegt.

Die Fehlerflächen Δ % liegen zwischen den Konturen des empirischen und des berechneten Variationspolygons der einzelnen Merkmale und sind in Prozenten des gleichen Inhalts beider (20 cm^2) ausgedrückt.

Unter jedem empirischen Variationspolygon ist sein Variabilitätsindex (ε) als ein Abschnitt der Abscisse dargestellt. Die Variationspolygone bilateral-homologer Merkmale (Fig. 5 und 6, 7 und 8, 9 und 10, 11 und 12, 13 und 14) sind über identischen Abschnitten der Abscissenachse gezeichnet.

(Text III, 1, 3 u. 4; V, 5).

- Fig. 3. Empirisches und berechnetes Variationspolygon der D. Typ IV. $\Delta = 2,32$ %, $O = 56,2793$, $M' = 61,5604$, $M = 61,7214$, $\varepsilon = 2,3895$, $n = 1120$.
- Fig. 4. Empirische Variationspolygone der A für Lokalformen der südwestlichen Ostsee (O.), der südöstlichen Nordsee (N.) und aus Plymouth (P.). Berechnetes Polygon für die letztere. Typ I. $\Delta 1,69$ %: O: $M = 39,46$, $\varepsilon = 1,4838$, $n = 170$; N: $M = 41,56$, $\varepsilon = 1,7739$, $n = 171$; P: $M' = 43,5540$, $M = 43,6098$, $\varepsilon = 1,6026$, $n = 1120$.
- Fig. 5. Empirisches und berechnetes Variationspolygon der Ps. Typ IV. $\Delta = 0,40$ %, $O = 10,4420$, $M' = 10,1948$, $M = 10,1425$, $\varepsilon = 0,7239$, $n = 1060$.
- Fig. 6. Empirisches und berechnetes Variationspolygon der Pd. Typ V. $\Delta = 1,31$ %, $M = 10,8036$, $\varepsilon = 0,7095$, $n = 1059$.
- Fig. 7. Empirisches Variationspolygon der Pdivs. Zweigipflig. [Typ I: $M' = 2,7096$], $M = 2,5291$, $\varepsilon = 1,4394$, $n = 1015$.
- Fig. 8. Empirisches und berechnetes Variationspolygon der Pdivd. Typ IV. $\Delta = 2,43$ %, $O = 9,2870$, $M' = 6,6437$, $M = 6,2150$, $\varepsilon = 1,1730$, $n = 1014$. Mittelst modifizierter Momente berechnet.
- Fig. 9. Empirisches Variationspolygon der Vs. Irregulär. $M = 5,9603$, $\varepsilon = 0,2427$, $n = 1058$.
- Fig. 10. " " " Vd. " " $M = 5,9330$, $\varepsilon = 0,1937$, $n = 1058$.
- Fig. 11. " " " Vdivs. Abgestuft bei Var. 2. $M = 0,2755$, $\varepsilon = 0,6062$, $n = 1058$.
- Fig. 12. Empirisches Variationspolygon der Vdivd. Abgestuft bei Var. 2. $M = 0,7784$, $\varepsilon = 0,9446$, $n = 1056$.



Tafelerklärung.

Irrtümlich Tafel XIV, muss in Bezug auf den vorhergehenden Text lauten: **Tafel XIII.**

(Text III, 1 u. 4; V, 5).

Fig. 13. Empirisches und berechnetes Variationspolygon der Ls. Typ IV. $\Delta = 1,90\%$. $O = 4,5632$, $M' = 4,3641$, $M = 4,3117$, $\varepsilon = 0,7398$, $n = 1046$.

Fig. 14. Empirisches und berechnetes Variationspolygon der Ld. Typ V. $\Delta = 0,90\%$. $M = 4,4546$, $\varepsilon = 0,6313$, $n = 1036$.

Fig. (15) 16–20: Prozentuarische Differenzpolygone der bilateral-homologen Merkmalpaare für die Gesamtheit der Individuen; empirisch: ———, berechnet: - - - - -.

Erklärungen wie für die Variationspolygone. Die Differenzpolygone verschiedener Merkmalpaare desselben Organpaares (Fig. 16 und 17, 18 und 19) sind über identischen Abschnitten der Abscissenachse gezeichnet.

(Text V, 2–5 u. 7).

Fig. 15. Empirisches und berechnetes Differenzpolygon der beiderseitigen Anzahl Müller'scher Drüsen an den Vorderbeinen männlicher Schweine (Davenport und Bullard [6]). Typ IV. $\Delta = 2,12\%$. $O = -0,0620$, $M' = -0,0036$, $M = 0,0070$, $\varepsilon = 1,1153$, $n = 2000$.

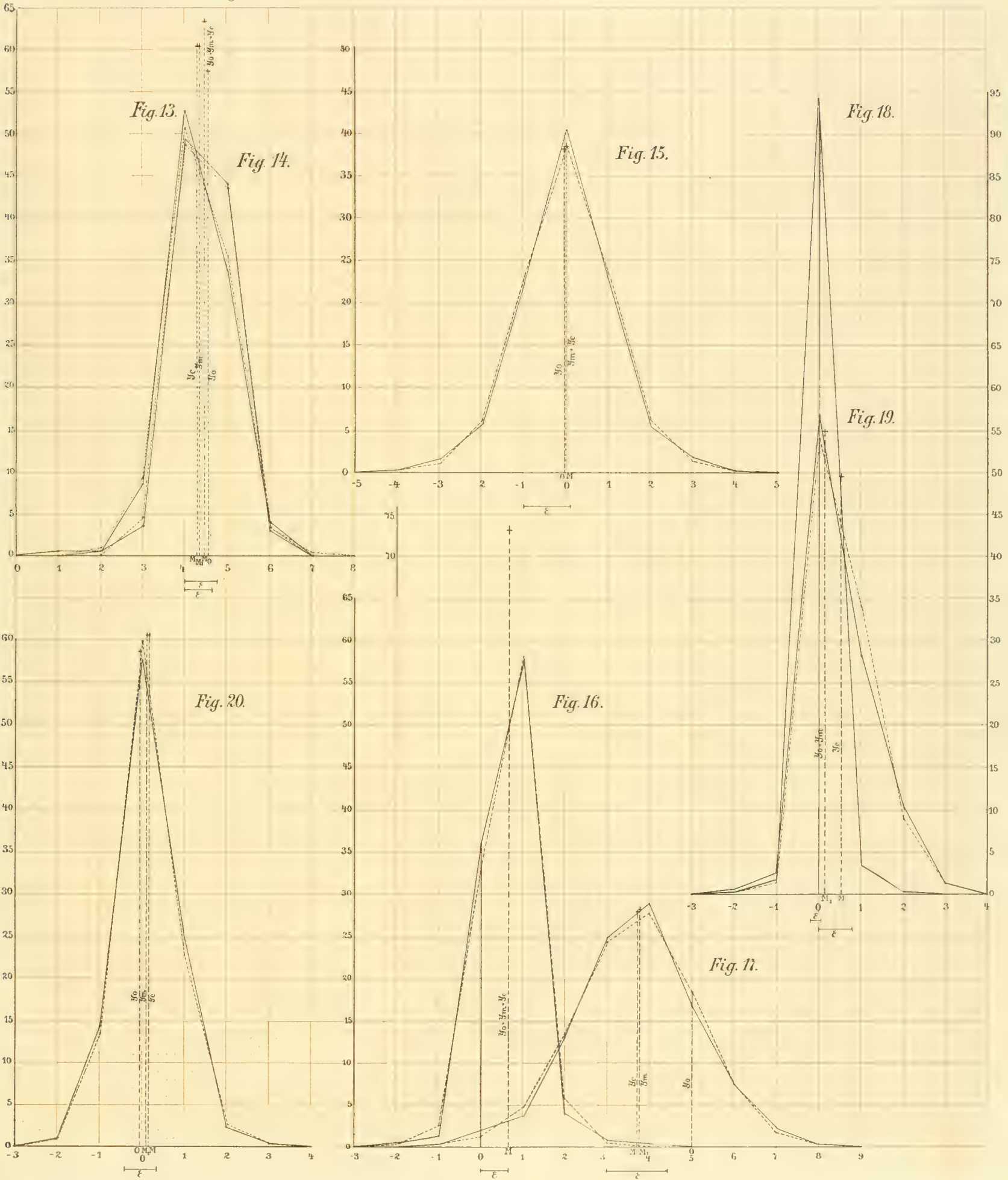
Fig. 16. Empirisches und berechnetes Differenzpolygon der P. Typ VI. $\Delta = 2,92\%$. $M = 0,6610$, $\varepsilon = 0,6499$, $n = 1059$.

Fig. 17. Empirisches und berechnetes Differenzpolygon der Pdiv. Typ IV. $\Delta = 2,52\%$. $O = 4,9850$, $M' = 3,7445$, $M = 3,6854$, $\varepsilon = 1,4468$, $n = 1014$.

Fig. 18. Empirisches Differenzpolygon der V. Irregulär. $M = 0,0208$, $\varepsilon = 0,2675$, $n = 1056$.

Fig. 19. Empirisches und berechnetes Differenzpolygon der Vdiv. Typ I! $\Delta = 4,30\%$! $M' = 0,1344$, $M = 0,5028$, $\varepsilon = 0,7838$, $n = 1054$.

Fig. 20. Empirisches und berechnetes Differenzpolygon der L. Typ IV. $\Delta = 1,65\%$. $O = -0,0591$, $M' = 0,0968$, $M = 0,1387$, $\varepsilon = 0,7304$, $n = 1024$.



Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung
der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums
der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Dritter Band.

Abteilung Helgoland.

Heft 1.

Mit 8 Tafeln und 46 Figuren im Text.

Kiel und Leipzig.

Verlag von Lipsius & Tischer.

1899.



Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.

Neue Folge. III. Band. Abteilung Helgoland. Heft 1.

Inhalt.

	Seite
Die Blaszellen von <i>Antithamnion Plumula</i> (Ellis) Thur. und <i>Antithamnion cruciatum</i> (Ag.) Näg. Von Dr. A. Nestler in Prag. Hierzu Tafel I	1
Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen. Von Dr. Paul Kuckuck.	
5. Ein neuer <i>Asperococcus</i> mit beiderlei Sporangien. Mit Tafel II [8] und 4 Textfiguren	13
6. Die Gattung <i>Myriotrichia</i> Harvey. Mit Tafel III—V [9—11] und 21 Textfiguren .	21
7. Über den <i>Ectocarpus investiens</i> der Autoren. Mit Tafel VI [12] Fig. 1—5 und 5 Textfiguren	49
8. <i>Compsonema</i> , ein neues Genus der Phaeosporeen. Mit Tafel VI [12] Fig. 6—9 . .	56
9. Über den Generationswechsel von <i>Cutleria multifida</i> (Engl. Bot.) Grev. Mit Tafel VII [13] und VIII [14] und 15 Textfiguren	61
Beiträge zur Fauna der südöstlichen und östlichen Nordsee. III. Teil. VI. Hydroiden. Von Dr. Clemens Hartlaub. Mit 1 Textfigur	83

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.

Herausgegeben von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

- Neue Folge. Band I, Heft 1. Gr. 4°. VI, 404 Seiten mit 7 Tafeln und 41 Figuren im Text. Preis *M.* 30.—.
do. do. Heft 2. Gr. 4°. XIII, 191, III S. mit 71 Abbildungen im Text, 8 Tabellen, 4 Tafeln und 1 Karte. Preis *M.* 20.—.
do. Band II, Heft 1, Abth. 1. Gr. 4°. 324 Seiten mit 6 Tafeln und 4 Figuren im Text. Preis *M.* 25.—.
do. do. do. Abth. 2. Gr. 4°. III, 255 Seiten mit 19 Tafeln und 32 Figuren im Text. Preis *M.* 35.—.
do. do. Heft 2, Gr. 4°. 101 Seiten mit 20 Tafeln und 4 Figuren im Text. Preis *M.* 16.—.
do. Band III, Heft 1. (Abteilung Helgoland) Gr. 4°. 125 Seiten mit 8 Tafeln und 46 Figuren im Text.
do. do. Heft 2. (Abteilung Kiel.) Gr. 4°. III, 157 Seiten mit 3 Tafeln und 12 Figuren im Text. Preis *M.* 16.—.

Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

1. Jahrgang 1871. Mit 1 Seekarte und 1 Tafel Abbildungen. 1873. Fol. (178 S.) *M.* 15.—.

II./III. Jahrgang 1872, 1873. Mit 1 Seekarte, 16 Kupfertafeln und 9 Karten zur Fischerei-Statistik. 1875. Fol. (380 S.) *M.* 40.—.

Sonderausgaben:

- | | | | |
|---|---------------|--|---------------|
| Physik des Meeres. Von Dr. H. A. Meyer | <i>M.</i> 6.— | Physikalische Beobachtungen. Von Dr. G. Karsten | <i>M.</i> 2.— |
| Luft des Meerwassers. Von Dr. O. Jacobsen | „ 2.— | Befischung der deutschen Küsten. Von Dr. V. Hensen | „ 10.— |
| Botanische Ergebnisse. Von Dr. P. Magnus | „ 4.— | Die Diatomaceen. Von Ad. Schmidt. I. Folge. Mit 3 Kupfer- | |
| Zoologische Ergebnisse. Mit 6 Tafeln | „ 20.— | tafeln | „ 4.— |

IV.—VI. Jahrgang 1874, 1875, 1876. Mit 10 Tafeln und 1 graph. Darstellung. 1878. Fol. (294 und 24 S.) *M.* 36.—

sowie die Fortsetzung davon unter dem Titel:

Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.

- | | |
|--|----------------|
| Vierter Bericht für die Jahre 1877—1881. 1884. Fol. (382 S.) | <i>M.</i> 49.— |
| I. Abteilung 1882. (184 S.) | „ 25.— |
| II. „ 1883. (128 S.) | „ 12.— |
| III. „ 1884. (70 S.) | „ 12.— |
| Fünfter Bericht für die Jahre 1885—1886. 1887. (158 S.) | „ 25.— |
| Sechster Bericht für die Jahre 1887—1891. 1. Heft 1889. (101 S.) | „ 12.— |
| „ „ „ „ „ „ 2. „ 1890. (46 S.) | „ 5.— |
| „ „ „ „ „ „ 3. „ 1893. (108 S.) | „ 10.— |

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten.

Jährlich 12 Hefte. Quer-Folio. Jahrgang 1873—1893. à Jahrg. *M.* 12.—.

Atlas deutscher Meeresalgen

von Professor Dr. Reinke in Kiel.

1. Heft 1889. Fol. (54 S. und 54 T.) *M.* 30.—. 2. Heft, Lfg. 1 und 2, 1891. Fol. (20 S. und 10 Taf.) *M.* 12.—.
2. Heft, Lfg. 3—5, 1892. Fol. (15 S. und 15 Taf.) *M.* 18.—.

Biologische Beobachtungen bei künstlicher Aufzucht des Herings der westlichen Ostsee.

Von Dr. H. A. Meyer.

Im Anschluss an die Abhandlung VII im IV.—VI. Jahresberichte der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. 8. (20 S.) *M.* 1.—.

Gemeinfassliche Mitteilungen aus den Untersuchungen der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

Herausgegeben im Auftrage des Königlichen Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten. Mit 1 lithographischen Tafel. 1880. 8. (56 S.) *M.* 1.50.

Die Fische der Ostsee.

Von Dr. K. Möbius und Fr. Heincke.

Mit Abbildungen aller beschriebenen Arten und einer Verbreitungskarte. 8. (206 S.) (Sonder-Abdruck aus dem IV. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.) *M.* 5.—.

Untersuchungen über Enchytraeus Möbii Mich. und andere Enchytraeiden.

Von Dr. W. Michaelsen.

Preis *M.* 1.20.

Anatomisch-histologische Untersuchungen von Nephthys coeca Fabr.

Ein Beitrag zur Kenntnis der Fauna der Kieler Bucht von Dr. Friedr. Schack.

Preis *M.* 2.—

Ergebnisse

der
in dem Atlantischen Ozean
von Mitte Juli bis Anfang November 1889

ausgeführten

Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung

auf Grund von

gemeinschaftlichen Untersuchungen einer Reihe von Fach-Forschern

herausgegeben von

Victor Hensen,

Professor der Physiologie in Kiel.

Auf dieses für die Wissenschaft hochbedeutsame Werk erlauben wir uns ganz ergebenst aufmerksam zu machen.

Das Werk genügt, abgesehen von seiner hohen Bedeutung für die Wissenschaft, was äussere Ausstattung, Papier, Druck, künstlerische Vollendung und Naturtreue der Illustrationen und Tafeln anbelangt, den höchsten Anforderungen. Auf die Ausführung haben wir ganz besondere Sorgfalt verwandt und mit der Herstellung der Tafeln sind nur erste Kunstanstalten betraut worden.

In die Beschreibung selbst sind eine grosse Anzahl von Bildern, nach Originalzeichnungen des Marinemalers Richard Eschke, der an der Expedition teilgenommen, eingestreut.

Es ist uns zur Zeit noch nicht möglich, hinsichtlich einer genauen Preisangabe für das ganze Werk bindende Angaben zu machen. Die Preisnormierung wird ganz von dem jedesmaligen Umfang der einzelnen Abhandlungen, von den Herstellungskosten der Tafeln und den Schwierigkeiten, die mit der Vervielfältigung derselben verbunden sind, abhängig sein. Doch

wird bei der Drucklegung des Werkes die dem ganzen Unternehmen gewährte Unterstützung auch auf die Preisnormierung nicht ohne Einfluss sein und dürfen die für derartige Publikationen üblichen Kosten nicht überschritten werden.

Die Abonnenten, welche sich für die Abnahme des **ganzen Werkes** verpflichten, also in erster Linie Bibliotheken, botanische und zoologische Institute, Gelehrte etc. haben Anspruch auf einen um **10 Prozent ermässigten Subskriptionspreis** und sollen deren Namen bei Ausgabe des Schlussheftes in einer Subskriptionsliste veröffentlicht werden. Um ein wirklich vollständiges Verzeichnis der Abnehmer zu erhalten, ersuchen wir dieselben, die **Bestellung** direkt an uns einsenden zu wollen, auch wenn die **Lieferung** nicht direkt von uns, sondern durch eine andere Buchhandlung gewünscht wird. Im letzteren Falle werden wir, dem Wunsche der Subskribenten gemäss, die Lieferung der bezeichneten Buchhandlung überweisen. Behufs näherer Orientierung steht ein umfassender Prospectus gratis und portofrei zu Diensten.

Die im nachstehenden Inhaltsverzeichnis unterstrichenen Abteilungen sind bis jetzt (Mai 1899) erschienen:

Teil- bezeich- nung	Preis				Teil- bezeich- nung	Preis			
	Für Abnehmer des Ganzen	Bei Einzel- bezug	Für Abnehmer des Ganzen	Bei Einzel- bezug					
A. Reisebeschreibung nebst Anfügungen einiger Ergebnisse der Untersuchungen	27	—	30	—	H. g. Turbellaria acoela	5	40	6	—
B. Methodik der Untersuchungen	21	60	24	—	J. Echinodermenlarven	15	—	16	60
C. Geophysikalische Beobachtungen	9	—	10	—	K. a. Ctenophoren	4	50	5	—
D. Fische					K. b. Siphonophoren	14	40	16	—
E. a. A. Thaliaceen	1	80	2	—	K. c. Craspedote Medusen und Hydroidpolypen	12	60	14	—
E. a. B. Verteilung der Salpen	6	75	7	50	K. d. Akalephen	7	20	8	—
E. a. C. Verteilung der Doliolen	7	75	8	60	K. e. Anthozoen	28	80	32	—
E. b. Pyrosomen	10	80	12	—	L. a. Tintinnen				
E. c. Appendicularien	27	—	30	—	L. b. Holotriche und peritriche Infusorien, Actineten				
F. a. Cephalopoden					L. c. Foraminiferen				
F. b. Pteropoden					L. d. Thalassicollen, kolonibildende Radiolarien				
F. c. Heteropoden					L. e. Spumellarien				
F. d. Gastropoden mit Ausschluss der Heteropoden und Pteropoden	30	—	33	50	L. f. Akantharien				
F. e. Acephalen	5	40	6	—	L. g. Monopylarien				
F. f. Brachiopoden	1	80	2	—	L. h. Tripylarien				
G. a. Halobatiden und Halacarinen	14	40	16	—	L. i. Taxopoden und neue Protozoën-Abteilungen				
G. b. Dekapoden und Schizopoden	12	60	14	—	M. a. A. Peridinöen, allgemeiner Teil	34	20	38	—
G. c. Isopoden, Cumaceen und Stomatopoden	12	60	14	—	M. a. B. Peridinöen, spezieller Teil				
G. d. Cladoceren und Copepoden	6	75	7	50	M. b. Dictyocheen				
G. e. Amphipoden					M. c. Pyrocysten				
G. f. Copepoden					M. d. Bacillariaceen				
G. g. Ostracoden					M. e. Halosphaeren				
H. a. Rotatorien					M. f. Schizophyceen				
H. b. Alciopiden und Tomopteriden					M. g. Bakterien des Meeres	5	10	6	—
H. c. Pelagische Phyllocoeliden und Typhlocoeliden	9	—	10	—	N. Cysten, Eier und Larven				
H. d. Pelagische Polychaeten- und Achaetenlarven	6	75	7	50	O. Uebersicht und Resultate der quantitativen Untersuchungen				
H. e. Sagitten					P. Oceanographie des atlantischen Oceans				
H. f. Polycladen	1	80	2	—	Q. Gesamt-Register				

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung
der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums
der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Dritter Band.

Abteilung Helgoland.

Heft 2.

Mit 6 Tafeln, 20 Figuren im Text und zahlreichen Tabellen.

Kiel und Leipzig.

Verlag von Lipsius & Tischer.

1900.



Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.

Neue Folge. III. Band. Abteilung Helgoland. Heft 2.

Inhalt.

	Seite
Eier und Larven von Fischen der deutschen Bucht. II. Die Bestimmung der schwimmenden Fischeier und die Methodik der Eimessungen. Von Fr. Heincke und E. Ehrenbaum. Mit Taf. IX und X, 17 Textfiguren und zahlreichen Tabellen	127
Variation und Asymmetrie bei <i>Pleuronectes flesus</i> L. Von Dr. Georg Duncker in Hamburg. Mit Taf. XI—XIV, 3 Textfiguren und zahlreichen Tabellen	333

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.

Herausgegeben von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel
und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Neue Folge.	Gr. 4 ^o .	Band I, Heft 1. 1894. VI, 404 Seiten mit 7 Tafeln und 41 Figuren im Text. 30 <i>M</i> .
"	"	do. Heft 2. 1896. XIII, 191, III S. mit 71 Abbildungen im Text, 8 Tabellen, 4 Tafeln und 1 Karte. 20 <i>M</i> .
"	"	Band II, Heft 1, Abt. 1. 1896. 324 Seiten mit 6 Tafeln und 4 Figuren im Text. 25 <i>M</i> .
"	"	do. do. Abt. 2. 1897. III, 255 Seiten mit 19 Tafeln und 32 Figuren im Text. 35 <i>M</i> .
"	"	do. Heft 2. 1897. 101 Seiten mit 20 Tafeln und 4 Figuren im Text. 16 <i>M</i> .
"	"	Band III, Abt. Helgoland, Heft 1. 1899. 125 Seiten mit 8 Tafeln und 46 Figuren im Text. 20 <i>M</i> .
"	"	do. do. Heft 2. 1900. 283 Seiten mit 6 Tafeln, 20 Figuren im Text u. zahlreichen Tabellen. 30 <i>M</i> .
"	"	do. Abt. Kiel. 1898. III, 157 Seiten mit 3 Tafeln und 12 Figuren im Text. 16 <i>M</i> .
"	"	Band IV, Abt. Kiel. 1899. III, 253 Seiten mit 1 Tafel und 226 Figuren im Text. 20 <i>M</i> .
"	"	do. Abt. Helgoland, Heft 1. 1900. 140 Seiten mit 2 Tafeln und 11 Figuren im Text. 15 <i>M</i> .
"	"	Band V, Abt. Kiel, Heft 1. 1900. IV, 96 Seiten mit 87 Figuren im Text. 8 <i>M</i> .

Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

I. Jahrgang 1871. Mit 1 Seekarte und 1 Tafel Abbildungen. 1873. Fol. (178 S.) *M* 15.—

II, III. Jahrgang 1872, 1873. Mit 1 Seekarte, 16 Kupfertafeln und 9 Karten zur Fischerei-Statistik. 1875. Fol. (380 S.) *M* 40.—

Sonderausgaben:

Physik des Meeres. Von Dr. H. A. Meyer <i>M</i> 6.—	Physikalische Beobachtungen. Von Dr. G. Karsten <i>M</i> 2.—
Luft des Meerwassers. Von Dr. O. Jacobsen „ 2.—	Befischung der deutschen Küsten. Von Dr. V. Hensen „ 10.—
Botanische Ergebnisse. Von Dr. P. Magnus „ 4.—	Die Diatomaceen. Von Ad. Schmidt. 1. Folge. Mit 3 Kupfer-
Zoologische Ergebnisse. Mit 6 Tafeln „ 20.—	tafeln „ 4.—

IV.—VI. Jahrgang 1874, 1875, 1876. Mit 10 Tafeln und 1 graph. Darstellung. 1878. Fol. (294 und 24 S.) *M* 36.—

sowie die Fortsetzung davon unter dem Titel:

Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.

Vierter Bericht für die Jahre 1877—1881. 1884. Fol. (382 S.) <i>M</i> 49.—
I. Abteilung 1882. (184 S.) „ 25.—
II. „ 1883. (128 S.) „ 12.—
III. „ 1884. (70 S.) „ 12.—
Fünfter Bericht für die Jahre 1885—1886. 1887. (158 S.) „ 25.—
Sechster Bericht für die Jahre 1887—1889. 1. Heft 1889. (101 S.) „ 12.—
„ „ „ „ „ 2. „ 1890. (46 S.) „ 5.—
„ „ „ „ „ 3. „ 1891. (108 S.) „ 10.—

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten.

Jährlich 12 Hefte. Quer-Folio. Jahrgang 1873—1893. à Jahrg. *M* 12.—

Atlas deutscher Meeresalgen

von Professor Dr. Reinke in Kiel.

I. Heft 1889. (54 S. und 54 Taf.) *M* 30.— **2. Heft, Lfg. 1 und 2, 1891.** Fol. (20 S. und 10 Taf.) *M* 12.—
2. Heft, Lfg. 3—5, 1892. Fol. (15 S. und 15 Taf.) *M* 18.—

Die Fische der Ostsee.

Von Dr. K. Möbius und Fr. Heincke.

Mit Abbildungen aller beschriebenen Arten und einer Verbreitungskarte. 8. (206 S.) (Sonder-Abdruck aus dem IV. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.) *M* 5.—

Das Süßwasserplankton.

Methode und Resultate der quantitativen Untersuchung von Dr. Carl Apstein.

Mit 113 Abbildungen und vielen Tabellen. VI, 201 S. gr. 8^o. 7,20 *M*

Ueber den Bau der Korallenriffe und die Planktonverteilung an den Samoanischen Küsten
nebst vergleichenden Bemerkungen von Dr. Augustin Krämer, Marinestabsarzt.

Mit einem Anhang:

Ueber den Palolowurm

von Dr. A. Collin.

185 S. gr. 8^o. Mit 34 Abbildungen und Karten und vielen Tabellen. 6 *M*

Biologische Studien über die Fauna der Kieler Förde

(158 Reusenversuche) von Dr. Emil Buerkel.

55 S. Lex.—8^o. Mit 1 farb. Karte, 3 Tafeln und 7 Tabellen. 5 *M*, gebd. 6 *M*.

Ergebnisse

der in dem Atlantischen Ocean von Mitte Juli bis Anfang November 1889
ausgeführten

Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung

auf Grund von

gemeinschaftlichen Untersuchungen einer Reihe von Fach-Forschern

herausgegeben von

Victor Hensen,

Professor der Physiologie in Kiel.

Auf dieses für die Wissenschaft hochbedeutsame Werk erlauben wir uns ganz ergebenst aufmerksam zu machen.

Das Werk genügt, abgesehen von seiner hohen Bedeutung für die Wissenschaft, was äussere Ausstattung, Papier, Druck, künstlerische Vollendung und Naturtreue der Illustrationen und Tafeln anbelangt, den höchsten Anforderungen. Auf die Ausführung haben wir ganz besondere Sorgfalt verwandt und mit der Herstellung der Tafeln sind nur erste Kunstanstalten betraut worden.

In die Beschreibung selbst sind eine grosse Anzahl von Bildern, nach Originalzeichnungen des Marinemalers Richard Eschke, der an der Expedition teilgenommen, eingestreut.

Es ist uns zur Zeit noch nicht möglich, hinsichtlich einer genauen Preisangabe für das ganze Werk bindende Angaben zu machen. Die Preisnormirung wird ganz von dem jedesmaligen Umfang der einzelnen Abhandlungen, von den Herstellungskosten der Tafeln und den Schwierigkeiten, die mit der Vervielfältigung derselben verbunden

sind, abhängig sein. Doch wird bei der Drucklegung des Werkes die dem ganzen Unternehmen gewährte Unterstützung auch auf die Preisnormirung nicht ohne Einfluss sein und dürfen die für derartige Publikationen üblichen Kosten nicht überschritten werden.

Die Abonnenten, welche sich für die Abnahme des **ganzen Werkes** verpflichten, also in erster Linie Bibliotheken, botanische und zoologische Institute, Gelehrte etc. haben Anspruch auf einen um **10 Prozent ermässigten Subskriptionspreis** und sollen deren Namen bei Ausgabe des Schlussheftes in einer Subskriptionsliste veröffentlicht werden. Um ein wirklich vollständiges Verzeichnis der Abnehmer zu erhalten, ersuchen wir dieselben, die **Bestellung** direkt an uns einsenden zu wollen, auch wenn die **Lieferung** nicht direkt von uns, sondern durch eine andere Buchhandlung gewünscht wird. Im letzteren Falle werden wir, dem Wunsche der Subskribenten gemäss, die Lieferung der bezeichneten Buchhandlung überweisen. Behufs näherer Orientirung steht ein umfassender Prospectus gratis und portofrei zu Diensten.

Die im nachstehenden Inhaltsverzeichnis unterstrichenen Abteilungen sind bis jetzt (Juli 1900) erschienen:

Teil- bezeich- nung	Preis				Teil- bezeich- nung	Preis			
	Für Abnehmer des Ganzen		Bei Einzel- bezug			Für Abnehmer des Ganzen		Bei Einzel- bezug	
<u>A.</u>	<u>Reisebeschreibung nebst Anfügungen einiger</u>				<u>H. g.</u>	<u>Turbellaria acocla</u>			
	<u>Ergebnisse der Untersuchungen</u>				<u>J.</u>	<u>Echinodermenlarven</u>			
<u>B.</u>	<u>Methodik der Untersuchungen</u>				<u>K. a.</u>	<u>Ctenophoren</u>			
<u>C.</u>	<u>Geophysikalische Beobachtungen</u>				<u>K. b.</u>	<u>Siphonophoren</u>			
<u>D.</u>	<u>Fische</u>				<u>K. c.</u>	<u>Craspedote Medusen und Hydroidpolypen</u>			
<u>E. a. A.</u>	<u>Thaliaceen</u>				<u>K. d.</u>	<u>Akalaphen</u>			
<u>E. a. B.</u>	<u>Verteilung der Salpen</u>				<u>K. e.</u>	<u>Anthozoen</u>			
<u>E. a. C.</u>	<u>Verteilung der Doliolen</u>				<u>L. a.</u>	<u>Tintinnen</u>			
<u>E. b.</u>	<u>Pyrosomen</u>				<u>L. b.</u>	<u>Holotriche und peritriche Infusorien, Acineten</u>			
<u>E. c.</u>	<u>Appendicularien</u>				<u>L. c.</u>	<u>Foraminiferen</u>			
<u>F. a.</u>	<u>Cephalopoden</u>				<u>L. d.</u>	<u>Thalassicollen, koloniebildende Radiolarien</u>			
<u>F. b.</u>	<u>Pteropoden</u>				<u>L. e.</u>	<u>Spumellarien</u>			
<u>F. c.</u>	<u>Heteropoden</u>				<u>L. f.</u>	<u>Akantharien</u>			
<u>F. d.</u>	<u>Gastropoden mit Ausschluss der Heteropoden</u>				<u>L. g.</u>	<u>Monopylarien</u>			
	<u>und Pteropoden</u>				<u>L. h.</u>	<u>Tripyleen</u>			
<u>F. e.</u>	<u>Accephalen</u>				<u>L. i.</u>	<u>Taxopoden und neue Protozoën-Abteilungen</u>			
<u>F. f.</u>	<u>Brachiopoden</u>				<u>M. a. A.</u>	<u>Peridineen, allgemeiner Teil</u>			
<u>G. a.</u>	<u>Halobatiden und Halacarinen</u>				<u>M. a. B.</u>	<u>Peridineen, spezieller Teil</u>			
<u>G. b.</u>	<u>Dekapoden und Schizopoden</u>				<u>M. b.</u>	<u>Dietyocheen</u>			
<u>G. c.</u>	<u>Isopoden, Cumaceen und Stomatopoden</u>				<u>M. c.</u>	<u>Pyrocoyteen</u>			
<u>G. d.</u>	<u>Cladoceren und Cirripeden</u>				<u>M. d.</u>	<u>Bacillariaceen</u>			
<u>G. e.</u>	<u>Amphipoden</u>				<u>M. e.</u>	<u>Halosphaereen</u>			
<u>G. f.</u>	<u>Copepoden</u>				<u>M. f.</u>	<u>Schizophyceen</u>			
<u>G. g.</u>	<u>Ostracoden</u>				<u>M. g.</u>	<u>Bakterien des Meeres</u>			
<u>H. a.</u>	<u>Rotatorien</u>				<u>N.</u>	<u>Cysten, Eier und Larven</u>			
<u>H. b.</u>	<u>Alciopiden und Tomopteriden</u>				<u>O.</u>	<u>Übersicht und Resultate der quantitativen</u>			
<u>H. c.</u>	<u>Pelagische Phyllodociden und Typhlosco-</u>					<u>Untersuchungen</u>			
	<u>liden</u>				<u>P.</u>	<u>Oceanographie des atlantischen Oceans</u>			
<u>H. d.</u>	<u>Pelagische Polychaeten- und Achaetenlarven</u>				<u>Q.</u>	<u>Gesamt-Register</u>			
<u>H. e.</u>	<u>Sagitten</u>								
<u>H. f.</u>	<u>Polycladen</u>								

MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 03022

