(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Breslau.)

Beiträge zu einer Naturgeschichte der Tomopteriden.

Von

Martin Schwartz aus Breslau.

Hierzu Tafel XVIII und 9 Figuren im Text.

Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Kükenthal. Durch seine Vermittelung und freundliche Empfehlung wurde mir für den Winter 1902/03 ein Arbeitsplatz an der Zoologischen Station in Neapel überlassen. Dort und später in Messina machte ich meine Studien an den lebenden Tieren und zu gleicher Zeit verschaffte ich mir das Material für die anatomischen Untersuchungen. Außer diesen von mir selbst konservierten Tieren standen mir noch die reichen Präparatensammlungen des Zoologischen Instituts und des Herrn Professor Kükenthal zur Verfügung. Für die freundliche Ueberlassung des Materiales und die liebenswürdige Unterstützung, die mir während der Bearbeitung meines Themas zu teil wurde, sage ich Herrn Professor Kükenthal meinen herzlichsten Dank.

Historisches.

Entdeckt wurde Tomopteris von Eschscholz auf einer Sammelreise von Kronstadt bis St. Peter und Paul auf Kamtschatka. In der Südsee fand er ein $2^1/_2$ Linien langes Tier, das er zu den schwimmenden Schnecken rechnen zu müssen glaubte. Er nannte es Tomopteris onisciformis. Diese neue Entdeckung veröffentlichte er in seinem Reiseberichte, der 1825 in Okens Isis erschien (10). Die Beschreibung des neuen Tieres ist recht dürftig, und auch die von ihm gegebene Abbildung ist ziemlich mangelhaft, so daß man wohl nicht mehr wird feststellen können, welche Art der Gattung Tomopteris ihm vorgelegen hat. Für die Bestimmung des Gattungscharakters reicht aber seine Darstellung vollauf aus.

Im Jahre 1832 finden wir Tomopteris zum zweiten Male in der Literatur (27), indessen trägt hier das von Eschscholz entdeckte Tier einen anderen Namen. Quoy und Gaimard, die in den Jahren 1826—29 eine Entdeckungsreise mit der Corvette L'Astrolabe machten, glaubten im Mittelmeer bei Gibraltar ein bisher noch nie beobachtetes Mollusk entdeckt zu haben. Briarea scolopendra sollte der Name dieser neuen Schnecke sein, und augenscheinlich haben die beiden Forscher hierbei die jetzt unter dem Namen Tomopteris scolopendra bekannte Tomopteridenart in den Händen gehabt. Sie faßten diese Briarea als eine Zwischenstufe zwischen Mollusken und Chätopoden auf. Die von den Verfassern gemachten Angaben sind ebenso wie die Abbildungen recht ungenau.

Eingehender beschäftigte sich mit Tomopteris erst Wilhelm Busch (4). Im Herbste der Jahre 1846 und 1847 verweilte er mit seinem Lehrer Johannes Müller auf Helgoland. Dort beobachtete er die große geschwänzte Nordseeform der Tomopteriden (T. helgolandica Greeff). Er glaubte, sie mit der von Eschscholz entdeckten Tomopteris identifizieren zu können und nannte sie deshalb gleichfalls Tomopteris onisciformis. Außer den von den früheren Autoren bereits beobochteten Kopfanhängen, dem Stirnfühler und den großen Borstencirren findet Busch noch ein Paar vor diesen inserierende kleine Borstententakel. Den Verlauf des Darmes und die in der Leibeshöhle flottierenden Eier beobachtete Busch gleichfalls. Vom Nervensystem konnte er nur das Gehirn deutlich erkennen.

Eine neue Art wurde dann von Steenstrup entdeckt. In den nordischen Gewässern fand dieser Forscher eine große, schwanzlose Tomopteridenform, die er T. septentrionalis nannte. Ob er in seiner Veröffentlichung (29), die 1849/50 in den „Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn" erschien, eine ausführlichere Beschreibung dieser Art gegeben hat, habe ich nicht feststellen können, da ich leider diese Arbeit nicht einsehen konnte. Apstein schreibt in seinen „Alciopiden und Tomopteriden der Planktonexpedition 1900", daß von dieser Art keine Beschreibung vorhanden sei. Etwas Näheres erfahren wir darüber bei Quatrefages (25). Er gibt in seiner 1850 erschienenen „Histoire naturelle des Annelés marins et d'eau douce" eine Beschreibung der Tomopteriden, die sich lediglich auf die Angaben der früheren Autoren stützt. Die Wimperorgane hält er für Segmentalorgane. Er versucht, die Tomopteriden systematisch

zu ordnen, und stellt 2 Gattungen und 7 Arten auf, von denen keine aufrecht erhalten bleiben konnte. Ueber die fragliche, von Steenstrup entdeckte T. septentrionalis erzählt er: Steenstrup habe ihm einige Exemplare dieser Art übersandt, damit er sie untersuche und beschreibe. Unglücklicherweise habe der Verschluß des Behälters unterwegs gelitten und die Tiere wären eingetrocknet. Nach den spärlichen Resten habe er nur noch feststellen können, daß die Steenstrupsche Art der Helgoländer Form sehr ähnlich wäre, aber keinen Schwanz besäße. Steenstrup scheint, hiernach zu schließen, doch wohl keine Diagnose seiner Art gegeben, sondern diese erst von Quatrefages erwartet zu haben. Neuerdings hat Apstein bei der Bearbeitung der Tomopteriden der Planktonexpedition (3) eine nordische schwanzlose Tomopteris als neue Species unter dem Namen septentrionalis eingeführt. Wenn auch Apstein aus dem örtlichen Vorkommen dieser Art ihre Identität mit der T. septentrionalis Steenstrups für möglich hält, so hätte er doch nach den Nomenklaturregeln einen neuen, noch nicht verwandten Speciesnamen für seine Art wählen sollen.

Neue Tatsachen aus der Anatomie der Tomopteriden bringt Grube (17), der einige in Alkohol konservierte Exemplare aus dem Petersburger Museum studierte. Grube hat als erster den ventralen Nervenstrang von Tomopteris gesehen. Nach seinen Angaben besteht dieser aus dicht nebeneinander liegenden Strängen, die ohne irgend welche Anschwellungen von vorn nach hinten verlaufen. Vorn bilden sie den engen Schlundring, der dorsal zu dem zweilappigen Gehirn anschwillt. Nervenfäden, die rechts und links vom Bauchstrange ausgehen, hat er in ihrem Verlaufe nicht weiter verfolgt. Genauer hat er sich dann mit den Flossen beschäftigt. Er beschreibt die dendritischen Verzweigungen in den Flossen, die dazwischen liegenden „Faserbündel“ und die auf der Unterseite gelegene Flossenpapille. Auch auf die Systematik geht zum ersten Male Grube ein. Er erkennt, daß Tomopteris zu den Anneliden gehört, und zwar zu den Chätopoden. Wenn ihr auch die für die Borstenwürmer sonst typische Eigenschaft, nämlich der Besitz von Bewegungsborsten, abgeht, so ist sie doch zu dieser Gruppe zu rechnen. Nach Grubes Meinung macht nicht der Besitz von Borsten, sondern das Vorhandensein paariger, seitlicher Fortsätze den Chätopodencharakter aus. Er stellt eine neue Familie, die der Tomopteriden, auf und ist der Meinung, daß die von Eschscholz, Quoy und Gaimard, Busch und ihm selbst beobachteten Tiere zu ein und derselben Art, Tomopteris onisciformis

(Eschsch.), gehören. — Daß man die von Eschscholz gefundene T. onisciformis nicht gut mit der von Busch beschriebenen Helgoländer Form identifizieren kann, hat später Greeff dargelegt und für die nordische Art den Namen T. helgolandica vorgeschlagen. Die von Quoy und Gaimard beschriebene Tomopteris scheint mir eher mit der im Mittelmeer viel häufigeren T. scolopendra identisch zu sein. Was aber die Tomopteridenarten anbelangt, die Grube bei seiner Arbeit vorgelegen haben, so kann ich mit Bestimmtheit sagen, daß sie zu T. helgolandica und zu T. scolopendra gehören. Denn die von Grube unter Abbildung 10 gegebene Darstellung der Flossen läßt deutlich die plumpen Ruderäste und den schmalen Flossensaum von T. scolopendra erkennen. Außerdem scheint aber Grube, wenn er auch seine sämtlichen Exemplare mit der von Busch beschriebenen Art identifizieren zu können glaubt, doch die Verschiedenheit der Schwanzanhänge dieser Arten bemerkt zu haben. Er schreibt nämlich: „An beinahe allen vor mir liegenden Exemplaren erscheint die hintere Partie des Körpers bei weitem abgesetzter und dünner, als Busch abbildet, und stimmt mehr mit der Figur von Quoy und Gaimard überein; sie sieht bei den meisten wie ein nackter schwanzförmiger, zuweilen stark eingekrümmter Anhang aus, an dem man nur mit Mühe die Keime von Flößchen in Gestalt kleiner weißlicher Anschwellungen wahrnimmt. Seine Länge ist mitunter so beträchtlich, daß sie nur ein Drittel weniger als der übrige Körper beträgt.“ Erschien es mir hiernach schon wahrscheinlich, daß Grube einige Exemplare von T. scolopendra vor sich gehabt haben könnte, so wurde mir diese Vermutung zur Gewißheit, als ich die Grubeschen Originale untersuchen konnte. In der Tomopteridensammlung des Berliner Museums, die mir von dessen Verwaltung bereitwillig zum Studium überlassen wurde, befanden sich einige Exemplare, die die Bezeichnung „Kollektion Grube“ und den Vermerk: „aus dem Petersburger Museum“ trugen. Eine genauere Betrachtung der Tiere zeigte mir, daß sie sicherlich der Grubeschen Arbeit zu Grunde gelegen haben mußten. Die durch schlechte Alkoholkonservierung entstandenen Schrumpfungen fanden sich bei den Tieren Strich für Strich und Falte für Falte mit den Grubeschen Zeichnungen übereinstimmend wieder. Die Tiere waren also aus dem Petersburger Museum über Breslau nach Berlin gewandert. Eine Bestimmung der Tiere durch mich ergab, daß sie der Art T. scolopendra zugehörten.

In „A Naturalist's rambles on the Devonshire coast“ schreibt

Gosse (12): „I have the pleasure of announcing a new animal of much elegance, which I believe to be a hitherto unrecognised form.“ . . . „The elegant form, the clearness, and the sprightly, graceful movements of this little swimmer in the deep sea, render it a not altogether unfit vehicle for a commemoration of an honoured name in marine zoology.“ Deshalb benennt Gosse das neue Tier nach seiner Zeichnerin Johnstonella Catharina. Zwei Jahre später führt er es aber selbst in seiner „Marine Zoology“ (13) unter dem Namen Tomopteris scolopendra auf. Auf Grund seiner Zeichnung glaube ich aber annehmen zu müssen, daß ihm T. helgolandica Greeff vorgelegen hat.

Im Jahre 1858 veröffentlichten R. Leuckart und Pagenstecher (19) Untersuchungen über niedere Seetiere. Hierunter befand sich auch eine Arbeit über die Helgoländer Tomopteris. Die Kenntnis der Anatomie dieser Tiere erweiterten die Verfasser durch die Entdeckung von „ziemlich großen, von wulstartigen Rändern umgebenen flimmernden Querspalten, die in einiger Entfernung von der Medianlinie des Bauches rechts und links von dem 4. und 5. Fußpaar angebracht sind.“ Dies sind die weiblichen Geschlechtsöffnungen, die sonderbarerweise von vielen späteren Beobachtern nicht wieder aufgefunden worden sind. Die Bildung der Eier erfolgt in den Fußstummeln. Das Gehirn wie auch die diesem aufliegenden Augen haben Leuckart und Pagenstecher gleichfalls beobachtet. Die Linsen der Augen sollen nach ihren Angaben doppelt sein. Ein paar Bläschen, die sie außerdem im Gehirn beobachteten, deuteten sie als Gehörorgane. Den Bauchstrang haben sie nicht gefunden. Die von den beiden Verfassern entdeckte neue Art T. quadricornis ist als eine Jugendform der Helgoländer Art aufzufassen.

Im nächsten Jahre (1859) erschien in „The Transactions of the Linnean Society of London“ eine Arbeit von Carpenter (5), die im darauf folgenden Jahre durch eine von demselben Verfasser in Gemeinschaft mit Claparède (6) gemachte Tomopteris-Untersuchung ergänzt wurde. Die beiden Autoren wenden sich zunächst zu einer Erörterung der von Leuckart und Pagenstecher entdeckten neuen Art T. quadricornis. Sie sind der Meinung, daß es sich hierbei nur um ein Jugendstadium der Helgoländer Form handle. Sie sind überzeugt, daß das zweite Paar von Kopfanhängen nur ein Larvencharakter sei und den ausgewachsenen Tieren fehle. Außerdem entdeckten sie auf dem Kopfe dorsal rechts und links vom Gehirn gelegen 2 Wimperorgane („ciliated

epaulettes"). Wie Leuckart und Pagenstecher, konnten auch sie den Bauchnervenstrang nicht finden. Die Strömung in der Leibeshöhle erklären sie durch Cilienbekleidung der Leibeshöhlenwand. Die in dieser Strömung treibenden Körperchen sind nach ihrer Meinung Spermatozoen. Diese selbst sollen doppelt geschwänzt sein und in den rudimentären Parapodialanhängen des Schwanzstückes gebildet werden. An den von ihnen als hohl aufgefaßten Anhängen haben sie Ausführgänge beobachtet. Die in den übrigen Parapodien liegenden männlichen Sexualdrüsen hielten sie für rudimentäre Ovarien. Die von Grube beobachteten Fadenbündel in den Flossen beschreiben sie als große, mit Fäden erfüllte „trichocysts".

Trotzdem sich so schon eine ganze Reihe von Forschern eingehender mit Tomopteris beschäftigt hatten, geschah es doch noch, daß das bereits dreimal neu entdeckte Tier noch ein viertes Mal entdeckt und mit einem vierten neuen Namen belegt wurde. Dalyell fand Tomopteries und beschrieb sie unter dem Namen Nereis phasma.

Bisher waren die anatomischen Untersuchungen fast ausschließlich an T. helgolandica gemacht worden; nun erschien im Jahre 1861 eine Arbeit von Keferstein (18), die sich mit der Mittelmeerform T. scolopendra beschäftigt. Keferstein hat eine eingehende, wertvolle Beschreibung des Nervensystems gegeben. Der Bauchstrang besteht aus 2 eng aneinander liegenden Strängen, „die für jeden Fußstummel eine schwache Anschwellung bilden, so daß dort der Bauchstrang 0,18 mm breit wird. In jeder solchen Anschwellung entspringt ein Nerv, der bis in die Fußstummel zu verfolgen ist. Der Bauchstrang besteht aus feinen Längsfasern und dazwischenliegenden Zellen, die namentlich in den Anschwellungen sich häufen." Die rosettenförmigen Organe der Flossen hat Keferstein für Sinnesorgane angesehen.

Eine weitere Beschreibung des Nervensystems erhalten wir von Allman (1), der in seiner Veröffentlichung: „On some recent results with the towing net on the south-coast of Ireland" über einige von ihm an der Südküste von Irland beobachtete junge Tomopteriden berichtet. Seine Befunde stimmen mit den Beobachtungen Kefersteins in den Hauptsachen überein.

Auf der Expedition zur physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchung der Nordsee im Sommer 1872 wurde auch Tomopteris beobachtet. Möbius (22) fügt der Fangstatistik noch eine Bemerkung bei. Er ist der Ansicht, daß die Südseeform Eschscholz' mit der Nordseeform identisch ist.

Vejdovsky (30), der im Jahre 1878 seine Beiträge zur Kenntnis der Tomopteriden veröffentlichte, hat sich eingehend mit dem Nervensystem beschäftigt. Bei seinen Untersuchungen sind ihm aber die von Keferstein entdeckten, seitlich vom Bauchstrang entspringenden Nervenäste entgangen. Die Verteilung der Fasern und der Nervenzellen im Bauchstrange hat er richtig erkannt. Die rosettenförmigen Organe der Flossen hält er für Sehwerkzeuge und nennt sie Flossenaugen. Außerdem untersuchte er die Geschlechtsorgane. Was die Systematik anbetrifft, so faßt er die bisher bekannten Tomopteriden in 3 Arten zusammen: T. onisciformis Eschsch., T. scolopendra Keferst. und T. vitrina n. sp. Die letzte Art wurde von ihm bei Triest entdeckt.

In den Jahren 1866/67 beobachtete Greeff (15) auf der kanarischen Insel Lanzarote eine Anzahl pelagischer Anneliden, darunter auch Tomopteris. Wir verdanken ihm 3 neue Arten, von denen 2, T. Kefersteini und T. levipes, den kanarischen Inseln und eine, T. Eschscholzi, dem südatlantischen Ozean entstammen. Außerdem untersuchte er die Neapler T. scolopendra und die Helgoländer Form, die bisher T. onisciformis hieß. Da aber diese Art sicherlich mit der von Eschscholz entdeckten T. onisciformis nicht identisch ist, gab Greeff der Helgoländer Form den Namen T. helgolandica. Nach einem historischen Rückblicke über die bereits gemachten Untersuchungen an Tomopteris geht er dann zur Morphologie über. Zunächst widerlegt er die Annahme von Carpenter und Claparède, daß die kleinen Borstententakel nur ein Larvencharakter wären. Diese Organe sind auch bei den ausgewachsenen Tieren vorhanden. Ihre Kontraktilität und ihre leichte Verletzbarkeit sind daran schuld, daß sie oft übersehen wurden. Greeffs Darstellung des Nervensystems stimmt der Hauptsache nach mit Kefersteins Beschreibung überein. Neu sind nur die von ihm gesehenen feinen Nervenfäden, die in der ganzen Länge des Bauchstranges von den beiderseitigen Nervenzellreihen entspringen und den Hautmuskelschlauch innervieren. Weiterhin erörtert er die bisher gemachten Angaben über die rosettenförmigen Flossenorgane. Seine eigenen Beobachtungen bringen ihn zu dem Schlusse, daß es sich hierbei um Drüsenschläuche handle, die ein ölartiges Sekret absondern. Von der Muskulatur der Fußstummel sagt er: „Für jeden Fußstummel sind 2 Paar Quermuskeln vorhanden, von denen das eine Paar über dem Bauchnervenstrange und zwischen je zwei gangliösen Anschwellungen desselben von dem hier verdickten Leibesmuskelschlauch entspringt, um dann, der eine nach außen und vorn, der

andere nach außen und hinten, zu laufen und dann an der Basis des Fußstummels zusammenzutreffen und in diesen zum Teil ihre Fasern kreuzend einzustrahlen. Das zweite Paar entspringt von der inneren, mittleren Dorsalfläche des Leibesmuskelschlauches und gerade den gangliösen Anschwellungen des Bauchnervenstranges gegenüber. Von hier aus gehen die beiden Muskelbündel etwas divergierend gegen den Fußstummel, um sich in der Bauch- und Rückenfläche desselben auszubreiten.“ Greeff setzte seine Untersuchungen über Tomopteris im Jahre 1880 auf der westafrikanischen Insel Rolas fort. 1882 erschien im Zoologischen Anzeiger eine Arbeit von ihm, die die rosettenförmigen Flossenorgane der Tomopteriden und 2 neu entdeckte Arten behandelte. In der 1885 veröffentlichten dritten Tomopterisarbeit (14) geht Greeff auf die zuletzt genannte näher ein. Nach seinen Beobachtungen sind die rosettenförmigen Organe als Leuchtwerkzeuge aufzufassen. Er selbst hat bei Nacht die fraglichen Organe an den in Aquarien gehaltenen Tomopteriden leuchten sehen. Ferner hat er das Kopfsegment mit seinen Anhängen und die Geschlechtsorgane von Tomopteris untersucht. Er hat den Nerven, der den Fühlercirrus versorgt, gesehen und ist der Meinung, daß der erste kleine Borstencirrus stets bei jungen wie bei alten Tieren vorhanden sei. Die weiblichen Genitalspalten hat er wiedergefunden, und er glaubt, in den paarigen, birnförmigen Schläuchen, die er in den 3 vorletzten Segmenten gesehen hat, die Hoden entdeckt zu haben.

Chun (7) hat bei seinen Untersuchungen über die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen auch 2 Arten von Tomopteris beobachtet. In den Tiefen von 500—1300 m fand er diese beiden Arten regelmäßig. Die kleinere Art, die er T. elegans nennt, ist mit T. Kefersteini Greeff identisch. Er fand sie seltener als die größere T. euchaeta Chun. Diese Art, die sicher der T. scolopendra Keferst. sehr nahesteht, wird bis 30 mm lang. Die Borstencirren übertreffen die Körperlänge um das Doppelte bis Dreifache. Die ausgewachsenen Tiere besitzen einen Schwanzanhang, der ebensoviel rudimentäre Parapodienansätze hat, wie der übrige Körper ausgebildete Parapodien. Das erste Borstencirrenpaar hat Chun bei keinem Exemplar dieser Art gesehen. Nach seinen Beobachtungen liegt das Gehirn bei den jungen Tieren von T. euchaeta vor den Borsten des großen Cirrus. Mit fortschreitendem Wachstum rückt es erst in die Mitte des Kopfes. Auf dieses Wandern des großen Ganglions führt er auch die Entstehung eines dieser Art eigenen grubenförmigen Sinnesorganes am Kopfe zurück.

„Auf der Dorsalseite des Kopfes, zwischen den beiden Wimperepauletten liegt nämlich die Oeffnung einer tiefen Grube, die, trichterförmig sich verengernd, schräg nach unten und hinten an dem Gehirn endigt.“ Chun hat sie bei allen ausgewachsenen Tieren gefunden. Den jüngsten Exemplaren fehlt sie, während sie bei mittelgroßen Exemplaren nicht halb so groß wie bei den ausgewachsenen Tieren war. Ob sich an dieser Stelle Flimmerung zeigte, konnte er nicht feststellen. Die Augen besitzen nach Chuns Beobachtungen eine vierteilige Linse. Außerdem glaubte er, daß die Muskulatur der Borstencirren vom Gehirn aus innerviert würde. Die Borstencirrusmuskulatur selbst hat er deutlich erkannt. Was die Geschlechtsorgane anlangt, so konstatierte Chun, daß die Lage der Ovarien in den Parapodien streng fixiert ist. Sie befinden sich konstant an der Dorsalseite der Parapodien in der Höhe der Gabelung letzterer. Besondere Aufmerksamkeit wandte er den Eiern zu. Die Zahl der kleineren, den einzelnen Eiern ansitzenden Zellen ist eine durchaus konstante. „Stets und ohne Ausnahme haften der Eizelle 7 kleine Zellen an.“ Diese Zellen repräsentieren keine Nährzellen. Die Ernährung und das Wachstum der Eier erfolgt vielmehr durch die in die Leibeshöhle diffundierte Nährflüssigkeit. Daß die 7 kleinen Zellen sich allmählich zu Eiern entwickeln, ist nach Chuns Beobachtungen auch nicht der Fall. — Fernerhin hat der Verfasser beobachtet, daß der Bildungsmodus der Tomopterideneier der Eientwickelung bei Phyllopoden und Insekten ähnelt. „Die Ovarien der Tomopteriden setzen sich aus Fächern von je 8 Zellen zusammen; in jedem Fache entwickelt sich eine der ursprünglich gleich großen Zellen zu der Eizelle.“ Die 7 kleineren Zellen sind wohl morphologisch den Nährzellen (Dotterbildungszellen) der Phyllopoden und Insekten gleichzusetzen, obwohl sie in physiologischer Hinsicht nicht dieselbe Rolle spielen. „Immerhin ist es möglich, daß sie bei dem ersten Heranwachsen des Eies im Ovarium Nährmaterial abgeben, und daß sie nur deshalb nicht völlig von dem Ei resorbiert werden, weil dasselbe durch frühzeitiges Loslösen unter sehr günstigen Ernährungsverhältnissen in der Leibeshöhle flottiert.“ Die zur Entleerung der Eier dienenden Genitalspalten vermochte Chun nicht aufzufinden.

In der Versammlung der Warschauer Naturforscher-Gesellschaft im Jahre 1889 sprach E. Meyer (21) über die morphologische Bedeutung der borstentragenden Fühlercirren von Tomopteris. Das lange zweite Fühlerpaar der Tomopteris gehört nach

Meyer nicht der Kopfregion an, sondern ist als ein Paar über den Mund nach vorn hinausgeschobener Rumpfparapodien zu deuten. Bei jungen Tieren liegen sie noch hinter dem Mund und sind noch den übrigen Parapodien sehr ähnlich. Ein besonders wichtiges Argument ist aber die Tatsache, daß sie nicht vom Gehirn, sondern vom ersten Ganglienknoten des Bauchmarkes aus innerviert werden.

Eine wertvolle anatomische Arbeit über Tomopteris stammt von Fullarton und erschien 1895 in den Zoologischen Jahrbüchern (11). Sie beschäftigt sich ausschließlich mit den Fortpflanzungsorganen und Fortpflanzungsprodukten der Helgoländer Form, die Fullarton noch Tomopteris onisciformis nennt. Besonders die bisher noch völlig unbekannten Verhältnisse der männlichen Fortpflanzungsorgane von Tomopteris werden durch diese Arbeit klargelegt. Die Hoden der Männchen liegen ebenso wie die Ovarien der Weibchen in den Ruderfortsätzen der Parapodien. Die Ausführungsöffnungen der männlichen Geschlechtsprodukte liegen an der Basis der am Schwanzteile des Tieres sitzenden rudimentären Fußstummel. In der Nähe eines jeden solchen Fußstummels liegt eine kugelige Blase, die nach außen mit der soeben erwähnten Oeffnung mündet und durch eine zweite nach innen führende Oeffnung die in der Leibeshöhle flottierenden Spermatozoen aufzunehmen vermag. Die Spermatozoen, die nach Fullarton mit nur einem Schwanze versehen sind, schwimmen, nachdem sie sich von der Keimdrüse losgelöst haben, in der Leibeshöhle herum und werden in der beschriebenen kugeligen Samenblase bis zu ihrer Ausstoßung aufgespeichert. — Von den weiblichen Geschlechtsorganen schildert der Verfasser die Entwickelung der Ovarien aus dem Endothel, die Bildung der Eier und die bereits von Leuckart und Pagenstecher entdeckten weiblichen Ausführöffnungen. Die Arbeit Chuns scheint ihm nicht bekannt gewesen zu sein.

Die letzte Tomopteridenarbeit ist rein systematisch. Die im Jahre 1889 ausgeführte Planktonexpedition der Humboldtstiftung hatte auch ein reiches Tomopteridenmaterial erbeutet. Apstein, der die Bearbeitung dieser Gruppe übernommen hatte, veröffentlichte nach einem bereits früher gegebenen Vorberichte (2) im Jahre 1900 die Ergebnisse seiner Untersuchungen (3). Wir verdanken ihm die erste gründliche Systematik der Tomopteriden. Wie Grube, betrachtet er die Tomopteriden als einzige Familie der Gymnocopa und stellt sie den übrigen Polychaeta gegenüber. Die borstenlosen Parapodien, die borstentragenden Fühlercirren,

die nicht durch Dissepimente getrennten Körpersegmente scheinen ihm genügend, diese Trennung zu rechtfertigen. — Von der Anatomie gibt er nur so viel, wie für die Bestimmung der Arten nötig ist. Nach ihm fehlt das erste Fühlercirrenpaar manchen Arten konstant, bei anderen ist es stets vorhanden. In den rosettenförmigen Organen und Flossendrüsen fand er Merkmale, die sich für die Bestimmung der Arten sehr gut verwerten ließen. Je nach dem Vorhandensein oder Fehlen dieser Organe an den einzelnen Parapodien unterscheidet er 12 Arten. Außerdem gibt Apstein ein noch ergänzungsbedürftiges Bild von der geographischen und vertikalen Verbreitung der Tomopteriden.

Systematisches.

Eine systematische Trennung der einzelnen Tomopterisarten hat uns die Arbeit Apsteins ermöglicht. Wenn ich mich nun im folgenden mit der Systematik der Tomopteriden befasse, so habe ich keineswegs die Absicht, ein neues System an Stelle des von Apstein aufgestellten zu setzen. Ich möchte nur versuchen, die von diesem Forscher gekennzeichneten Arten nach biologischen Gesichtspunkten zu ordnen. Es ist allerdings ein scheinbar recht äußerliches Merkmal, welches ich zur Einteilung der Tomopteriden verwende, nämlich: die Länge des Schwanzanhanges. Wie die nachfolgenden Ausführungen zeigen werden, kommt aber diesem Merkmal doch eine tiefere biologische Bedeutung zu, als es zunächst den Anschein hat.

Betrachtet man die 12 bisher bekannten Tomopteridenarten rein äußerlich, so wird man sie in zwei Gruppen trennen können:

1) Tomopteriden ohne Schwanzanhang,
2) Tomopteriden mit Schwanzanhang.

Die mit einem Schwanzanhange versehenen Arten kann man aber wieder je nach der Beschaffenheit des Schwanzes in zwei Unterabteilungen gruppieren:

a) Tomopteriden mit langem, vom übrigen Körper deutlich abgesetztem Schwanzanhang;
b) Tomopteriden mit einem kürzeren Schwanze, an dem die rudimentären Parapodien nicht gleichwertig, sondern, je näher sie dem übrigen Körper stehen, desto größer und ausgebildeter sind, so daß der Schwanz ganz allmählich in den Körper übergeht.

Die schwanzlosen Arten sind:

T. mariana Greeff,	T. septentrionalis Apst.,
T. Rolasi Greeff,	T. Eschscholzi Greeff,
T. Kefersteini Greeff,	T. planktonis Apst.

Diesen gegenüber stehen die geschwänzten Arten:

T. helgolandica Greeff,	T. nationalis Apst.,
T. vitrina Vejdovsky,	T. scolopendra Keferst.,
T. levipes Greeff,	T. euchaeta Chun.

Von diesen Arten haben nur die beiden letzten einen langen, vom übrigen Körper scharf abgegrenzten Schwanzanhang. Weshalb dieser Anhang überhaupt vorhanden und gerade nur bei einigen Arten vorhanden ist, konnte man bisher nicht erklären. Nach meiner Meinung kommt ihm eine biologische Bedeutung zu. In der Jugend sind sämtliche Tomopteriden schwanzlos; erst wenn sie ausgewachsen sind, eine bestimmte, ziemlich konstante Parapodienzahl ausgebildet haben und geschlechtsreif geworden sind, wird der Schwanz angelegt, der, wie T. euchaeta zeigt, an Länge die des übrigen Körpers nicht nur erreicht, sondern mitunter sogar übertrifft.

Die Organisation dieses Schwanzanhanges ist der des übrigen Körpers ganz ähnlich. Die Längs- und Quermuskulatur, die den ganzen Körper durchläuft, setzt sich auch durch die ganze Länge des Schwanzes fort. Dadurch, daß die parapodialen Ausstülpungen des Körpers das Stadium kleiner Knospen nicht überschritten haben, ist aber die Parapodialmuskulatur in der Entwickelung gänzlich zurückgeblieben. Das Lumen der Leibeshöhle wird im Schwanze fast ganz vom Darme ausgefüllt. Bei T. helgolandica fand Fullarton an den rudimentären Parapodialanhängen des Schwanzteiles die Samenblasen liegen, die auch an diesen Anhängen nach außen münden. Die gleichen Verhältnisse konnte ich bei T. scolopendra konstatieren. Dieses Vorhandensein von Sexualorganen, die in den übrigen Körpersegmenten nicht zu finden sind, legt die Vermutung nahe, daß der Schwanzanhang bei der Fortpflanzung der Tomopteris eine Rolle spiele. Das kann aber wohl kaum der Fall sein. Denn einmal besitzen die Weibchen der geschwänzten Arten einen äußerlich dem Schwanzanhange des Männchens ganz gleichen Anhang, ohne daß dieser mit den weiblichen Sexualorganen in irgend welchem Zusammenhange steht, und dann ist die bei weitem größere Zahl von Tomopterisarten schwanzlos. Bei diesen ungeschwänzten Arten liegen, wie ich bei T. Kefersteini feststellen konnte, die Samenblasen in der Nähe

der Parapodien der letzten Körpersegmente. Der Anhang der geschwänzten Arten ist demnach eher als eine durch irgend welche biologischen Verhältnisse bedingte Umwandlung der letzten Körpersegmente aufzufassen.

Ich glaube nun, daß dieser fadenförmige Anhang in einer gewissen Korrelation mit den Fortbewegungsorganen steht, ja, daß er selbst als eine Art Fortbewegungsorgan aufzufassen ist. Zunächst müssen wir uns die Fortbewegung von Tomopteris einmal näher ansehen.

Die Bewegung der Tomopteriden ist an das Vorhandensein von zwei in ihrer Wirkungsweise verschiedenen Organsystemen gebunden:

1) an die Organe der aktiven Bewegung,

2) an die Organe der passiven Bewegung.

Die aktive Bewegung kommt durch den Gebrauch der zahlreichen, an beiden Seiten des Tomopteridenkörpers sitzenden Ruderparapodien zu stande. Unausgesetztes Schlagen dieser Ruder treibt den Wurmkörper vorwärts. Als echter Planktonorganismus besitzt aber Tomopteris auch noch Schwebeorgane, die ihr eine passive Bewegung im Wasser, ein Schweben ermöglichen. Der Hauptschwebeapparat besteht in den allen Tomopterisarten zukommenden großen Borstencirren, die, von einem mit Muskeln gut versehenen Parapodium getragen, in der Nähe der Mundregion auf beiden Seiten des Wurmkörpers ansitzen. Die Länge dieser Cirren ist bei den einzelnen Arten verschieden. Das Längenminimum beträgt die Hälfte der Körperlänge, während das Maximum die vierfache Körperlänge ausmacht. Diese Borsten, die nach den Enden hin immer dünner werden und schließlich in eine feine Spitze auslaufen, sind infolge ihrer Länge zu einer für das Schweben erforderlichen Oberflächenvergrößerung des Tieres sehr geeignet.

Die sehr gut ausgebildete Muskulatur, die den Borsten innerhalb der Borstenparapodien ansitzt, ermöglicht eine Beweglichkeit der Borsten nach allen Richtungen des Raumes. Dieser Bewegbarkeit ist auch die allmähliche Verjüngung des Borstenkörpers nach den freien Enden hin sehr günstig. Für das Schweben des Wurmkörpers kommt hauptsächlich nur die Bewegbarkeit der Borsten in der Horizontalebene, d. h. in der Körperebene in Betracht. Bewegungen der Borsten nach anderen Richtungen werden Richtungsänderungen in der Gesamtbewegung des Tieres bewirken, oder mit anderen Worten: sie dienen der Steuerung. Die Wirk-

samkeit der Borstencirren als Schwebeapparat zeigt am besten die Textfig. A.

AB sei die Körperachse des Wurmes, und MC und MD seien je ein senkrecht zu dieser stehender Borstencirrus. Dann ist das Viereck $ACBD$ die für das Schweben des Wurmes in Betracht kommende Unterstützungsfläche: Der Wurm ist im Gleichgewicht, solange sich sein Schwerpunkt senkrecht über dieser Fläche befindet. Verlassen die Borstencirren aber die Stellung $MC \perp AB$ und $MD \perp AB$ und nähern sie sich der Körperachse, so daß sie etwa wie ME und MF liegen, dann wird, wie die Figur zeigt, die Unterstützungsfläche kleiner, denn $\square AEBF < \square ACBD$. Noch deutlicher zeigt sich die durch Verkleinerung des von MC mit AB gebildeten Winkels hervorgerufene Verkleinerung der Unterstützungsfläche in der durch MG und MH bezeichneten Lage der Borstencirren. Daß $MC \perp AB$ und $MD \perp AB$ in der Tat das Optimum für ein Schweben des Wurmkörpers bedeutet, zeigt auch eine Verschiebung von MC und MD nach MJ und MK: $MJBK < ACBD$.

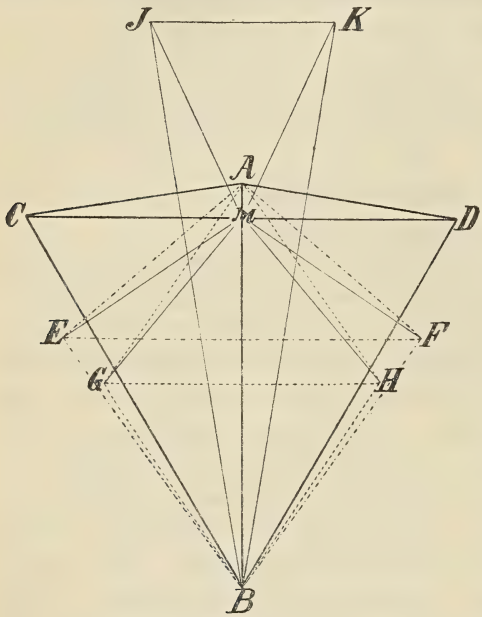

Fig. A.

Nachdem wir nun die für das Schweben der Tomopteris im Wasser nötigen Grundbedingungen: 1) das Vorhandensein von Schwebeorganen, 2) die beste Art des Gebrauchs dieser Organe, die in ihrer senkrechten Stellung zur Körperachse besteht, festgestellt haben, wollen wir versuchen, die aus dem Zusammenwirken von Bewegungs- und Schwebeorganen erzielte Fortbewegung der Tomopteris zu erklären. Am besten erreichen wir diesen Zweck, wenn wir die bei der Bewegung auf den Wurmkörper wirkenden Kräfte physikalisch erörtern.

In Textfig. B sei AB die Achse des Wurmkörpers. Da Tomopteris beim Schwimmen meist eine gegen die Horizontale geneigte Stellung einnimmt, sei der Neigungswinkel von AB zur Horizontalen AX gleich dem Winkel BAX. S sei der Schwerpunkt des Tieres. Fälle ich nun $BD \perp AX$, so erhalte ich die Projektion von AB auf die Horizontale und mit ihr den Widerstand, den das Wasser der in der Richtung SP sinkenden AB entgegensetzt. Da dieser Wasserwiderstand AD der Schwerkraft

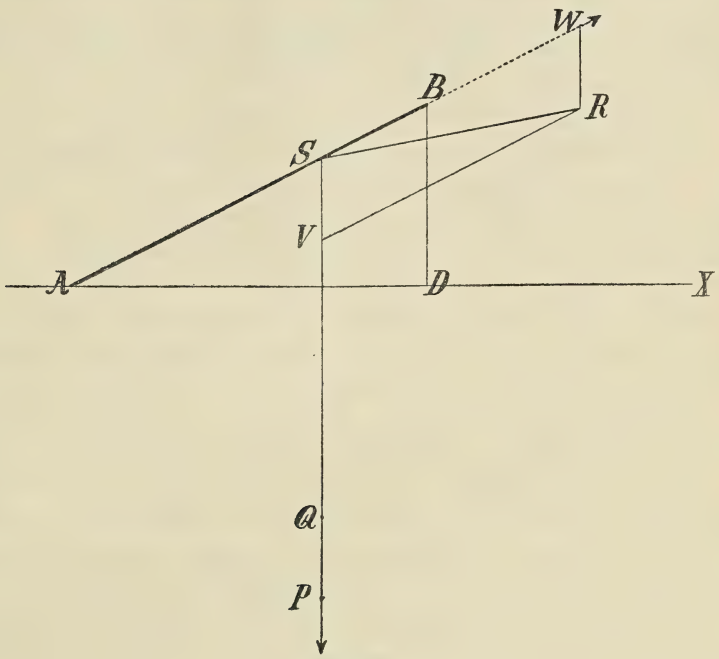

Fig. B.

SP entgegenwirkt, muß ich ihn von dieser subtrahieren, um die Größe der Kraft zu erhalten, die S in Wirklichkeit nach unten bewegt. Zu diesem Zwecke trage ich AD auf SP von S bis Q ab; dann ist PQ die in senkrechter Richtung nach unten auf S wirkende Kraft. Die seitlich dem Wurmkörper ansitzenden Ruderparapodien geben aber durch ihre Bewegung dem Wurm einen Antrieb in der Richtung der Körperachse. Diese Kraft sei SW. Trage ich nun PQ auf SP von S bis V ab, dann wirken auf S zwei Kräfte SW und SV. Die aus diesen beiden Kräften resultierende Kraft muß die Diagonale eines Parallelogrammes dar-

stellen, dessen Seiten SW und SV sind. Konstruiere ich dieses Parallelogramm, so erhalte ich SR als die Resultante. Der Schwerpunkt S und mit ihm der Wurmkörper bewegt sich also in der Richtung SR mit einer Kraft, die durch die Länge von SR bestimmt ist. Wir ersehen hieraus, daß SW, die durch die Arbeit der Parapodien hervorgebrachte Kraft, desto größer sein muß, je kleiner die Differenz des Uebergewichtes und des Wasserwiderstandes ist. Jede Vergrößerung dieser Differenz kommt der durch das Tier geleisteten Ruderarbeit zu gute. Da das Uebergewicht eine konstante Größe ist, ist eine Arbeitsersparnis für das Tier aber nur durch eine Vergrößerung des Wasserwiderstandes zu erreichen. Der Wasserwiderstand ist das Produkt aus dem Formwiderstand und der inneren Reibung: Wasserwiderstand = Formwiderstand $\times$ innerer Reibung. In dieser Gleichung stellt aber die innere Reibung gleichfasls einen konstanten Wert vor, während der Formwiderstand allein eine variable Größe ist. Eine Vergrößerung des Wasserwiderstandes ist daher lediglich durch eine Vergrößerung des Formwiderstandes zu erreichen. Der von Tomopteris dem Wasser geleistete Formwiderstand hängt aber von der Größe und Stellung der diesem Wurme eigentümlichen Borstencirren ab. Wir haben bereits gesehen, daß die Entfernung der Endpunkte beider Borsten voneinander die Größe der beim Schweben des Tieres in Betracht kommenden Oberfläche bedingt. Je größer dieser Abstand ist, desto besser sind die Schwebebedingungen. Die durch Veränderung der Cirrenstellung erzielte Vergrößerung oder Verkleinerung des Abstandes haben wir bereits untersucht, aber auch durch Verlängerung der Cirren selbst ist eine Vergrößerung des Abstandes der Cirrenenden zu erreichen. Dementsprechend werden die Tomopterisarten, die mit den längsten Borstencirren ausgerüstet sind, bei ihrer Fortbewegung am wenigsten Ruderarbeit auszuüben haben. Die Arten T. scolopendra und T. euchaeta sind in dieser Hinsicht am besten ausgebildet. Bei der letzten erreichen die Borstencirren sogar eine Länge, die der 3- bis 5-fachen Körperlänge entspricht.

Diese langen, aus starrer Chitinsubstanz bestehenden Borsten müssen natürlich den Schwerpunkt dieser Tiere sehr weit nach vorn verlegen. Demgemäß müßte der vordere Teil des Wurmkörpers nach unten gezogen und ein aufrechtes Schwimmen zur Unmöglichkeit werden. Nur ein Gegengewicht am Hinterende des Körpers kann der übermäßigen Belastung des Vorderkörpers entgegenwirken; und dieses Gegengewicht ist der Tomopteriden-

schwanz. Wie der Schwanz eines Papierdrachens diesen vor einem Absturz kopfüber bewahrt, so wirkt der Schwanz der Schwebeformen von Tomopteris als Gleichgewichtsorgan.

Betrachten wir nun die Ruderwerkzeuge, d. h. die Flossenparapodien der einzelnen Tomopteridenarten genauer, so sehen wir, daß die Ausbildung dieser Fortbewegungsorgane bei den verschiedenen Arten sehr verschieden ist. Wie die Abbildungen zeigen, sind die Flossen von T. septentrionalis am besten ausgebildet (Textfig. C). Breite Flossensäume umgeben die schlanken Ruderäste des Parapodiums. Die gesamte Ruderfläche bildet eine Ellipse, deren Flächeninhalt die Oberfläche des Ruderastes um beinahe,

Fig. C.

Fig. D.

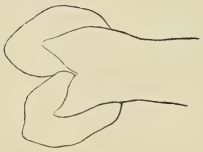

Fig. E.

Fig. F.

das Sechsfache übertrifft. Apstein hat bis zu 21 Paar Ruderparapodien bei dieser Art beobachtet. Sowohl der Bau als auch die Anzahl dieser Ruder charakterisieren diese Form als einen vorzüglichen Schwimmer, der auf das Schweben nicht so angewiesen ist wie andere Arten. Dementsprechend besitzt auch T. septentrionalis Borstencirren, die nur halb so lang wie der Wurmkörper werden.

Nächst dieser Art ist T. Kefersteini mit den besten Rudern versehen (Textfig. D). Die Fläche des Flossensaumes macht bei ihr die 5-fache Oberfläche des Ruderfortsatzes aus. Die Anzahl der Fußstummelpaare überschreitet nicht die Zahl 15, und die Länge der Borstencirren ist gleich $^3/_4$ der Körperlänge. Diese beiden genannten Arten sind die besten Schwimmer unter den Tomopteriden. Man trifft sie in allen Meerestiefen. Außer ihnen gehören zum schwanzlosen Typus noch die Arten T. planktonis

(Textfig. F), T. Rolasi und T. mariana (Textfig. E). Die plumper gebaute T. planktonis besitzt Borsten von beinahe Körperlänge, während die einander sehr nahestehenden Arten T. Rolasi und T. mariana mit Borstencirren von $^2/_3$ Körperlänge versehen sind.

Den ausgeprägten Schwanztypus finden wir nur bei 2 Arten: T. euchaeta (Textfig. H) und T. scolopendra (Textfig. J). T. euchaeta, deren Flossen aus kurzen, plumpen Ruderfortsätzen und einem schmalen Flossensaume bestehen, ist für aktives Schwimmen sehr unvorteilhaft gebaut. Der Flossensaum, der für einen raschen, kräftigen Ruderschlag allein in Betracht kommt, umgibt den Ruderfortsatz nicht wie bei anderen Arten ganz und gar, sondern sitzt ihm nur an 2 anstoßenden Seiten an. Seine Fläche ist kaum so groß wie die Oberfläche des Ruderastes selbst. Auch die Anzahl der Ruderparopodien ist im Verhältnis zu der Größe dieser Art nur gering. T. euchaeta besitzt nicht mehr als 15 Parapodienpaare.

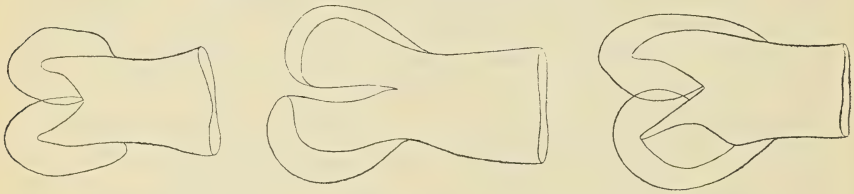

Fig. G. Fig. H. Fig. J.

Wenn also mangelnde Schwimmfähigkeit durch das Vorhandensein guter Schwebeapparate ausgeglichen wird, müssen bei T. euchaeta diese Apparate in möglichst vollkommener Form vorhanden sein. Und so ist es in der Tat. T. euchaeta besitzt Schwebeborsten, deren Länge die Körperlänge des Tieres um das Drei- bis Fünffache übersteigt. Als Gegengewicht für diese den Vorderkörper stark belastenden Vorrichtungen dient ein Schwanzanhang, der bei einigen mir vorliegenden Exemplaren doppelt so lang wie der Wurmkörper ist.

Die andere geschwänzte Tomopterisart, T. scolopendra (Textfig. J), unterscheidet sich von euchaeta durch den Besitz bedeutend besser ausgebildeter Ruder. Bei ihr umgeben die Flossensäume den Ruderast ringsum in seiner ganzen Länge; und die Fläche des Flossensaumes ist $1^1/_2$mal so groß wie die Oberfläche des Ruderastes. Außerdem besitzt diese Art eine bedeutend größere Anzahl von Ruderparapodien. Es sind nämlich bei T. scolopendra

bis 20 Fußstummelpaare beobachtet worden. Infolge dieser besseren Ausbildung des Ruderapparates ist die Entwickelung der Schwebeorgane nicht so bedeutend wie bei euchaeta: die Länge des Borstencirrus von scolopendra überragt nur etwas die Länge des Wurmkörpers und die des Schwanzanhanges zusammengenommen.

Haben wir so im System der Tomopteriden die beiden biologischen Gruppen der ungeschwänzten und der geschwänzten Arten geschieden, so finden wir noch eine Anzahl Arten, die, nach ihrem Aeußeren zu schließen, scheinbar zu den geschwänzten Arten zu rechnen wären. Sie besitzen nämlich ein schwanzartiges Hinterende, während jedoch ihre kurzen Borstencirren sie keineswegs als Schwebeformen charakterisieren. Diese schlechtere Ausbildung des Schwebeapparates wäre schon ein genügender Grund, sie aus der Gruppe der geschwänzten Schwebeformen auszuschließen. Vergleichen wir nun noch die verschiedenen Arten der Ausbildung des hinteren Körperendes bei den schwanzlosen Schwimmformen, den geschwänzten Schwebeformen und den in Frage kommenden, scheinbar geschwänzten Formen, so werden wir in der Verschiedenheit der letzten Parapodienpaare deutliche Unterscheidungsmerkmale finden. Wenn nämlich bei den schwanzlosen Arten die Parapodien der letzten Körpersegmente zwar immer kleiner sind als die der übrigen Segmente, so sind sie doch stets als vollkommen ausgebildete Parapodien zu erkennen. Bei den geschwänzten Formen sind dagegen die Parapodialanlagen der zum Schwanze umgebildeten letzten Segmente kaum noch als Hautverdickungen wahrzunehmen. Bei den 4 Arten aber, die ich als eine Uebergangsform vom schwanzlosen zum geschwänzten Typus auffassen möchte, sind an dem stark verjüngten Hinterende deutlich erkennbare Parapodialanlagen zu sehen, die sich scharf vom Körper abheben. Nach dem Körper- oder Schwanzende zu nehmen diese ungegliederten Ausstülpungen der Körperwand allmählich an Größe ab. Diese Verjüngung des Wurmkörpers, die durch ein Zurückbleiben der Entwickelung der letzten Körpersegmente zu stande kommt, kann im Vergleich mit den deutlich ausgebildeten Schwanzanhängen der Schwebeformen kaum ein Schwanz genannt werden. Diese 4 Arten, die zwischen den beiden Gruppen der Schwimmer und der Schweber zu stehen scheinen, sind vielmehr als ursprünglich schwanzlose Arten aufzufassen, die die Tendenz haben, ihren Körper zu verlängern, ohne daß hierbei dieselben Gründe wie bei den geschwänzten Schwebeformen mitspielen.

T. helgolandica ist die bekannteste dieser scheinbar geschwänzten Arten. Sie besitzt bis 21 Paar vollkommen ausgebildete Ruderparapodien und außerdem noch mehrere Paare unvollkommenerer Fußstummel, die am verjüngten Hinterende sitzen. Die Fläche des Flossensaumes ist bei der abgebildeten Flosse (Textfig. G) zwei- bis dreimal so groß wie die Oberfläche des Ruderastes. Die Länge der Basalteile der einzelnen Parapodien ist aber im Vergleich zu der Länge dieser Teile bei den guten Schwimmern, z. B. bei Tomopteris Kefersteini, verhältnismäßig kurz. Während nämlich bei der letztgenannten Art diese Teile die Basalstücke der Borstencirren bedeutend an Länge überragen, sind bei T. helgolandica die Basalteile der Borstencirren größer als die Ruderparapodien. Kürzere Ruder müssen aber, um dieselbe Arbeit wie längere Ruder zu verrichten, öfter schlagen. Deshalb ist auch bei T. helgolandica die Anzahl der Parapodien so bedeutend. Eine Arbeitserleichterung durch so gut ausgebildete Schwebeapparate wie bei euchaeta kann bei helgolandica nicht erzielt werden, weil die Schwebevorrichtungen dieser nur an der Küste lebenden Form bei den starken Wellenbewegungen der Brandung verhängnisvoll werden würden. Euchaeta und scolopendra dagegen, die nur in einer Tiefe von 400 m gefunden werden, haben nicht gegen starke Wellenerscheinungen anzukämpfen und können sich ungefährdet ihrer Schwebeorgane bedienen.

Da also T. helgolandica weder gute Schwebeapparate noch sehr vorteilhafte Ruder besitzt, muß sie die geringe Güte ihrer Bewegungsorgane durch die Menge zu ersetzen suchen. Dadurch, daß auch beim ausgewachsenen, geschlechtsreifen Tier die am verjüngten Körperende sitzenden Parapodialanlagen allmählich zu vollausgebildeten Gliedmaßen heranwachsen, wird eine fortwährende Steigerung der Ruderkraft erzielt. Eine derartige Kraftsteigerung wird auch von der durch die Bildung von Geschlechtsprodukten andauernden Vermehrung des Körpergewichtes gefordert.

Das schwanzartig verjüngte Körperende von T. helgolandica ist also als eine stets unfertige, sich stetig mehr ausbildende Körperregion aufzufassen, die die Aufgabe hat, die Anzahl der Parapodien stetig zu vermehren. Außer Tomopteris helgolandica gehören noch 3 Tomopteris-Arten diesem Typus an: T. nationalis, T. vitrina, T. levipes. — Die nachfolgende Tabelle soll eine Uebersicht über die 3 Tomopteriden-Gruppen bieten.

Art	Schwanzanhang	Zweiter Borstencirrus	
T. septentrionalis	fehlt	$^1/_2$ körperlang	Schwimmformen ohne verjüngtes Körperende
T. Kefersteini		fast körperlang	
T. Eschscholzi		$^2/_3$ körperlang	
T. planctonis		fast körperlang	
T. Rolasi			
T. mariana		$^2/_3$ körperlang	
T. nationalis	mit rudimentären Parapodien	noch nicht körperlang	Schwimmformen mit verjüngtem Körperende
T. helgolandica		$^2/_3$ körperlang	
T. vitrina			
T. levipes			
T. euchaeta	deutlich abgesetzt, lang	3—5mal körperlang	Schwebeformen
T. scolopendra		2mal körperlang	

Anatomisches.

Da mir nur von T. Kefersteini zur Untersuchung wohl konserviertes Material zur Verfügung stand, habe ich meine anatomischen Beobachtungen hauptsächlich an dieser Form vornehmen können. Die übrigen Arten, von denen mir nur einige Exemplare zur Verfügung standen, kamen erst in zweiter Linie in Betracht. Aus diesem Grunde will ich nur eine Beschreibung der erstgenannten kleinen Mittelmeerform geben.

Tomopteris Kefersteini Greeff.

Diese kleine Form wird im ausgewachsenen, geschlechtsreifen Zustande bis zu 6 mm lang. Der gänzlich durchsichtige Wurmkörper erscheint infolge der an seinen Seiten entspringenden Parapodien dorso-ventral flachgedrückt. Die Anzahl der Parapodienpaare überschreitet bei den von mir untersuchten Exemplaren die Zahl 15 nicht. Außer diesen der Bewegung dienenden Körperfortsätzen besitzt das Tier einen vorn am Kopfe ansitzenden Fühler, der wahrscheinlich als Tastorgan dient, und 2 Paar Borstencirren. An den Fühler schließt sich der von den Autoren als Kopf bezeichnete Teil des Wurmkörpers, der sich nach dem Fühler zu abgestumpft-kegelförmig verjüngt. Zu beiden Seiten dieses kegelförmigen Kopfstückes sitzt ventralwärts je ein kleiner, am Ende

mit einer feinen Borste bewehrter Tentakel. Zahlreiche Nervenzellen zeichnen dieses kontraktile Organ aus.

Während diese Tentakeln seitlich und ventralwärts sitzen, bemerkt man dorsalwärts, und zwar gleichfalls seitlich ungefähr in der Höhe der Insertion der Tentakeln an dem kegelförmigen Fortsatze des Kopfes je ein napfförmiges, flimmerndes Organ.

Der Kopfteil selbst, der sich vom Rumpfe nicht absetzt, ist bemerkenswert durch das breite Schlundganglion oder Hirn und durch die beiden mächtigen, dem Kopfe zu beiden Seiten ansitzenden Borstencirren.

Das Hirn ist oval und trägt die beiden mit rotbraunem Pigment versehenen Augen. Durch die stark verbreiterten Enden der Schlundkommissuren des Bauchmarkes, die in das Gehirn münden, erscheint dieses nach hinten zu zweilappig.

Die großen Borstencirren bestehen aus je einer seitlichen kegelförmigen Ausstülpung der Leibeswand, deren jede je eine in einem säckchenförmigen Follikel entspringende, durch Muskulatur an der Leibeswand aufgehängte Borste trägt. Die Länge dieser Borste ist beinahe gleich der halben Körperlänge des Tieres. Die Borste ist bis an ihre äußerste Spitze von Epidermis überzogen, die nach vorn verdickt und mit zahlreichen Nervenzellen versehen ist.

Auf der Ventralseite folgt nun die Mundöffnung, die von dem Nervenring, der Gehirn und Bauchmark verbindet, umgeben ist. Durch diese Oeffnung kann der sehr stark muskulöse Oesophagus rüsselförmig vorgestreckt werden. Dieser Rüssel ist kurz und erscheint glockenförmig.

Die Parapodien sind Ausstülpungen der Leibeswand, die an ihrem Ende je zwei kegelförmige, mit einem breiten, fächerartigen Flossensaum umgebene Ruder tragen. Die Flossen zeigen auf ihren Flächen dendritische Verzweigungen und besitzen viele großkernige Zellen. Außerdem tragen die Flossen der ventralen Ruder aller Parapodien, mit Ausnahme deren von Parapod 1 und 2, ein eigentümliches, drüsenartiges Gebilde. Dieses besteht aus schlauchförmigen, zu einer kegelförmigen Rosette meridianartig angeordneten Schläuchen, die mit kleinen Körnern angefüllt zu sein scheinen. Am Pol dieser von den Drüsenschläuchen gebildeten Kugel sitzen die Oeffnungen der einzelnen Schläuche. Sehr häufig bemerkt man auch hier eine Ansammlung kleiner, gelbbrauner Körper, die das ausgetretene Sekret der Drüsen zu repräsentieren scheinen. Apstein hat diese Drüse und ihr bei den einzelnen Arten ver-

schiedenes Vorkommen als Hauptunterscheidungsmerkmal der Tomopteris-Arten erkannt. Für Tomopteris Kefersteini ist die im dorsalen Ruderaste des 4. Parapodiums auftretende Flossendrüse charakteristisch. — Von inneren Organen sind beim lebenden ebenso wie beim konservierten Tiere, auch ohne Färbung, außer Darm und Nervensystem die Organe der Fortpflanzung deutlich erkennbar. Vom 3. bis zum 9. Parapodium finden wir in jedem dorsalen Ruderaste eine längliche Drüse, die sich bis in den Basalteil des Parapodiums erstreckt. Diese Drüse ist als der Eierstock oder als der Hode aufzufassen, je nachdem wir ein männliches oder ein weibliches Tier vor uns haben.

Die reifen, bereits losgelösten Eier schwimmen frei in der Leibeshöhle herum, um schließlich nach erfolgter völliger Ausreifung durch die Genitalspalten ausgestoßen zu werden. Diese Oeffnungen, die nur dem Weibchen zukommen, liegen auf der Bauchseite des Tieres, und zwar an der Basis des 4. und 5. Parapodiums. Sie sind in 2 Paaren vorhanden und liegen so, daß ihre Längsachse in der Richtung der Längsachse der Parapodien, also senkrecht zur Körperachse des Tieres verläuft. Schon bei den jungen, noch nicht geschlechtsreifen Weibchen sind diese Spalten zu finden. Die männliche Genitalöffnung wurde bisher nur an der großen Helgoländer Form, und zwar von Fullarton, beobachtet. Er fand bei dieser Form an den Parapodialanfängen des stark verjüngten Körperendes weitlumige, kugelige Blasen, die mit Spermatozoen erfüllt waren. Von diesen Blasen, die mit zwei Oeffnungen versehen waren, führte ein kurzer Kanal nach einer an einem Parapodialansatze vorhandenen Oeffnung und von da nach außen. Die andere Oeffnung dieser Samenblase stellte die Verbindung der Leibeshöhle mit dem Innern der Blase her. Sie ermöglichte den im Leibe herumschwimmenden Spermatozoen den Zugang zu diesem Samenbehälter. — Bei der schwanzlosen T. Kefersteini habe ich diese Samenblasen in den 3—4 letzten Körpersegmenten gefunden. Sie sind nur bei den völlig geschlechtsreifen Tieren zu sehen. Nur wenn sie mit Sperma angefüllt sind, zeigen sie sich dem Beobachter als große, kugelige Körper, die sich oft bis in die Körpermitte erstrecken. Sie liegen nicht innerhalb der Parapodien, sondern zwischen der Basis dieser und dem Darm, den sie mitunter zusammen- und beiseite drücken. Die Samenausführöffnung liegt an der Vorderseite der Basis der Parapodien.

Beschreibung der einzelnen Organsysteme.

Am deutlichsten erkennbar ist schon bei den lebenden Tieren der Verdauungstraktus. Dieses Organsystem ist von den Autoren bisher kaum erwähnt worden. Wir erfahren von ihnen nur, daß der muskulöse Pharynx vom Darme deutlich abgesetzt ist, und daß dieser vom Munde bis zum After geradlinig verläuft. Meine Beobachtungen haben das Folgende ergeben: Als glatter Schlauch erstreckt sich der Darm vom Schlunde bis zum After, vom zweiten bis zum letzten Parapodienpaar durch das Tier hin. Nach dem Körperende zu verjüngt er sich, während seine dem Schlunde ansitzende vordere Mündung durch einen muskulösen Ring zusammengeschnürt scheint.

Der Schlund oder Pharynx selbst ist becherförmig und schließt sich an den napfförmigen, ausstülpbaren Rüssel an. Eine Einschnürung setzt ihn deutlich vom Darme ab, von dem ihn auch die Verschiedenheit in der Struktur deutlich scheidet. Während der Darm aus einem einfachen Plasterepithel besteht, zeigt der Oesophagus eine außerordentlich kräftige Muskelstruktur (Fig. 8). Seine Hauptmasse wird von der starken Radiärmuskulatur gebildet, die innen und außen von einem starken Ringe von Ringmuskeln umgeben sind. Die Längsmuskulatur umgibt den Pharynx einschichtig wie ein Schlauch. Die Innenwand des Schlundes ist von einer Drüse ausgekleidet. Diese Drüse sondert augenscheinlich ein Sekret ab, das als Speichel beim Verschlucken der Nahrung eine Rolle spielt.

Auch der Darm (Fig. 9) ist mit Drüsenelementen reichlich ausgestattet. Zwischen den Epithelzellen, die seine Wandung bilden, sind zahlreiche große Drüsenzellen eingebettet. Bei der verhältnismäßig geringen Länge des ohne jede Windung oder Verästelung verlaufenden Darmrohres muß die Verdauung der Nahrungsstoffe sehr rasch verlaufen. Hierzu ist eine möglichst starke Absonderung von Verdauungssäften ein Haupterfordernis. Aus diesem Grunde findet man auch die Verdauungsdrüsen nicht in einem bestimmten Darmabschnitt zusammengelagert, sondern auf den ganzen Darm in seiner ganzen Länge verteilt. Die Drüsen sind einfach tubulös und meist stark mit Sekret angefüllt.

Von allen Organsystemen der Tomopteris erfreute sich der ventrale Nervenstrang mit dem ihm vorn ansitzenden Gehirn der größten Beachtung der Forscher. Der Verlauf und die Zusammensetzung dieses Zentralorganes wurde frühzeitig richtig erkannt und dargestellt. Im folgenden will ich eine zusammenfassende Be-

schreibung des gesamten Nervensystems geben und den Versuch machen, den Bau des Gehirns und des Stirnfühlers nach von mir studierten Querschnitten zu schildern.

Tomopteris besitzt ein typisches Annelidennervensystem. Auf der Bauchseite des Wurmes läuft in der Mittellinie des Körpers ein aus 2 parallelen Strängen bestehendes Zentralorgan, das sich in der Kopfregion spaltet und mit den hierbei gebildeten Kommissuren den Schlund ringförmig umgibt (Fig. 10). Dorsalwärts schwillt dieser Nervenring zu dem Gehirn genannten Ganglienzellhaufen an. Vom Bauchmarke aus gehen nach jedem Parapodium Nervenäste ab. Das Gehirn dagegen versorgt die ihm ansitzenden Augen und die übrigen am Kopfe sitzenden Sinnesorgane: den Stirnfühler und die Wimpergruben mit Nerven.

Der Bauchstrang besteht aus 2 parallelen Fasersträngen, denen an den Seiten, wie auch in der Mitte zwischen beiden die Ganglienzellen aufgelagert sind. In jedem Körpersegmente, d. h. jedesmal da, wo ein Parapodienpaar dem Körper ansitzt, sind die den Fasersträngen anliegenden Ganglienzellen so zusammengedrängt, daß sowohl außerhalb wie auch zwischen den Strängen Zellhaufen entstehen, die einen segmentalen Knoten des Bauchstranges bilden. Von diesen Knoten gehen nach beiden Seiten zu den Parapodien Nerven ab, die die Muskulatur dieser Bewegungsorgane versorgen. Von Wichtigkeit ist die von E. Meyer gefundene Tatsache, daß die großen Borstencirren von der ersten knotenartigen Anschwellung des Bauchstranges und nicht vom Gehirn aus mit Nerven versehen werden.

Die beiden Kommissuren, die Bauchstrang und Hirn miteinander verbinden, kommen so zu stande, daß die beiden Faserstränge, die in der ganzen Länge des Bauchmarkes aneinander liegen, sich unterhalb des Schlundes voneinander trennen und den Schlund ringförmig umgeben. Die seitlich den Strängen aufgelagerten Ganglienzellen machen diese Biegung mit. Der zwischen den Strängen liegende Ganglienzellstreifen teilt sich und bildet so den Belag der Innenseite des Schlundnervenringes. Auf der Dorsalseite gehen die beiden Kommissuren ganz in das Hirn über.

Das Hirn selbst ist von ovaler Gestalt und zeigt an der dem Hinterende zugekehrten Seite eine leichte Einkerbung, so daß es mitunter zweilappig erscheint. Querschnitte zeigen (Fig. 15 und 16), daß das Hirn aus demselben Stützgewebe besteht, aus dem die Faserstränge gebildet werden; diesem Gewebe sind die Ganglienzellen aufgelagert. Sie umgeben die zentral liegende

Stützsubstanz ringsum und sind besonders an der ventralen Seite angehäuft. Querschnitte, die in der Nähe der Insertion des Stirnfühlers geführt sind, zeigen überhaupt fast gar kein Stützgewebe mehr; man sieht hier fast nur Ganglienzellen. Die Augen liegen ziemlich tief. Sie haben sich in vertikaler Richtung bis ungefähr zur Körpermitte in das Gehirn eingesenkt. Wie die Fig. 7 deutlich zeigt, sind sie mit nur einer Linse versehen.

Die dem Stirnfühler zugekehrte Seite des Hirns weist, wie schon gesagt, mehr Nerven- als Stützelemente auf. Verfolgen wir nun auf Querschnitten (Fig. 1, 2, 3, 4), die durch die Basis des Fühlers und durch diesen selbst geführt sind, die Verteilung der Nervenelemente, so finden wir, daß bis in die feinsten Spitzen der Flügel des Fühlers Nervenzellen vorhanden sind. Die größten Anhäufungen dieser Ganglienzellen sind in der Mitte des Fühlers zu bemerken (Fig. 1). Man kann aus der Anordnung dieser Zellen auf den zweckmäßigen Bau des Fühlers selbst schließen.

Der Stirnfühler sitzt wagerecht am Kopfe und scheint in seiner Mitte mit diesem verwachsen zu sein. An der nach vorn gewandten Seite zeigt der Fühler eine Einbuchtung, in welcher eine papillenartige Hervorragung zu bemerken ist. Bei näherer Betrachtung kann man am Fühler 3 Teile unterscheiden: einen unpaaren, bei Seitenansicht rhomboidalen Basalteil und einen paarigen, diesem aufsitzenden Teil: die Spitzen der Fühler. Der erstgenannte Teil enthält die Nervenzweige, die, vom Gehirn ausgehend, sich in ihm kreuzen und dann in den Fühler büschelartig ausstrahlen. Die beiden anderen Teile des Fühlers enthalten starke Anhäufungen von Ganglienzellen.

Auf Querschnitten finden wir, daß die erwähnte Mittelpapille von den beiden Flügeln dorsal wie ventral durch tiefe Einschnitte abgesetzt (Fig. 1) ist. Die ventralen Furchen sind besonders tief. An der Stelle, an der die dorsalen und ventralen Einschnitte einander gegenüberliegend enden, sind namentlich dicht gedrängte Nervenzellhaufen zu bemerken, ebenso in dem der Mittelpapille ansitzenden Ende der Flügel. Wir können hieraus schließen, daß gerade die Papille und die sie begrenzenden Furchen die Hauptpunkte für Sinneswahrnehmungen durch den Fühler vorstellen. Bei lebenden Tieren habe ich stets die vordere Seite des Stirnfühlers und zwar am meisten in der Nähe der Mittelpapille mit Flimmern besetzt gefunden. Aus den folgenden, in der Nähe des Gehirns geführten Querschnitten ersieht man, daß die Furchen des Fühlers nicht bis an den Kopf des Tieres heranreichen. In der Gegend

der Fühlerwurzel werden sie allmählich seichter und verschwinden schließlich gänzlich.

Der Basalteil ist hohl (Fig. 3). In ihn erstreckt sich die Leibeshöhle. Die dorsal und ventral in der ganzen Länge des Tieres verlaufenden Längsmuskeln erstrecken sich bis in den Basalteil des Fühlers, und zwar bis an die Mittelpapille heran. Hierdurch wird eine Beweglichkeit des Fühlers nach der Rücken- wie nach der Bauchseite hin ermöglicht. Zahlreiche Quermuskeln, die in der oberen wie in der unteren Wölbung des Basalstückes vorhanden sind, ermöglichen seitliche Kontraktionen dieses Teiles. Von der Insertionsstelle dieser Quermuskeln entspringen auch die Muskeln, die nach der analwärts gerichteten Seite der beiden Fühlerflügel verlaufen und die Beweglichkeit dieser bedingen (Fig. 4). Der Stirnfühler besitzt demnach eine starke Bewegungsfähigkeit, die von den Autoren bisher gänzlich geleugnet wurde.

Ein anderes Sinnesorgan, das gleichfalls dem Kopfe ansitzt und sicherlich einen Vermittler für chemische Sinneswahrnehmungen vorstellt, sind die von Carpenter und Claparède als Wimperepauletten bezeichneten Flimmergruben. An dem zwischen dem Stirnfühler und dem großen Borstencirrus liegenden Teile der Kopfregion sitzt auf der Rückenseite des Tieres, rechts uud links je ein napfförmiges, stark flimmerndes Organ. Querschnitte (Fig. 5) zeigen, daß dieses Organ eine Bildung der äußeren Körperhaut vorstellt. Es erscheint als ein Epidermiswulst, der eine furchenähnliche Einsenkung besitzt. Zu beiden Seiten und am Grunde dieser Einsenkung sind Ganglienzellen in die Wand eingebettet.

Außer diesen Sinnesorganen wurde bisher der zweite, große Borstencirrus als Tastorgan aufgefaßt. Wie ich bereits nachgewiesen habe, besteht seine Hauptaufgabe in seiner Betätigung als statisches Werkzeug. Durch seine Ausrüstung mit zahlreichen Nervenelementen kann dieser lange, dünne Schwebeapparat aber sicherlich auch schwächere Druckschwankungen des Wassers dem nervösen Zentralorgane des Tieres übermitteln. Die lange, feine Borste dieses Cirrus ist in ihrer ganzen Länge von einer dünnen Schicht Körperhaut umkleidet. An der nach vorn gelegenen Seite der Borste ist eine Hautverdickung, ähnlich dem Flossensaume der Ruderparapodien, zu bemerken. In diesem schmalen Hautsaume liegen zahlreiche Nervenzellen, die nicht wie die Muskulatur des Borstencirrus mit dem ersten Ganglienknoten des Bauchmarkes, sondern mit dem Gehirn in Nervenverbindung stehen.

Durch diese Ausrüstung mit Nervenelementen wird die Ausnützung des Schwebeapparates zur gleichzeitigen Betätigung als Tastorgan erreicht.

Larvenformen.

Ueber die Entwickelungsgeschichte der Tomopteriden ist bisher noch sehr wenig bekannt. Der Grund hierfür liegt in der Schwierigkeit, das für entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen nötige Material zu erlangen. Nur sehr selten gelingt es, eine Tomopteridenlarve im Plankton zu erbeuten, und Versuche, die Entwickelung von Tomopteris in der Gefangenschaft zu beobachten, scheitern an der Unmöglichkeit, das Tier dauernd im Aquarium zu halten. Es sind bisher erst 9 junge Tomopteriden bekannt geworden, und unter diesen 9 Exemplaren sind nur 5 verschiedene Altersstadien. Jugendformen wurden beobachtet:

1858 von Leuckart und Pagenstecher (1 Exemplar),
1860 von Carpenter und Claparède (1 Exemplar),
1861 von Keferstein (1 Exemplar),
1878 von Vejdovsky (1 Exemplar),
1900 von Apstein (5 Exemplare).

Ich selbst besitze auch eine junge Tomopteris in einem noch ziemlich frühen Entwickelungsstadium. Dieses Exemplar verdanke ich der liebenswürdigen Bereitwilligkeit, mit der mir Herr Selys-Longchamps in Neapel von ihm gefischte Planktonproben aus Helgoland überließ.

Die jüngsten bisher beobachteten Jugendstadien von Tomopteriden hat Apstein im Materiale der Plankton-Expedition gefunden. Er beschreibt und zeichnet 5 Exemplare in verschiedenen Altersstufen.

Das jüngste Tier, das er ebenso wie 3 ältere Exemplare dem Fundorte nach zu T. helgolandica rechnen zu müssen glaubt, zeigt an dem mit Augen versehenen Kopfe rechts und links je einen gekrümmten Anhang, der auf einem parapodartigen Basalstücke zu sitzen scheint. Außerdem besitzt das Tier 3 Paar stummelförmige Parapodien, die „einfache Ausstülpungen der Körperwand repräsentieren“. Das Hinterende scheint durch zwei in der Längsrichtung verlaufende Einschnitte in 3 Lappen, einen paarigen und einen unpaaren, gespalten. Apstein hat von diesem Exemplar nur eine Zeichnung, keine Beschreibung gegeben. An

einem schon weiter entwickelten Individuum fand Apstein außer den bereits erwähnten häkchenförmigen Anhängen 4 Paar entwickelte Parapodien. Das dem Kopfstücke nächstfolgende Parapodienpaar unterscheidet sich von den übrigen dadurch, daß der Fußstummel jedes Parapods nicht 2 mit Flossen versehene Ruder, sondern einen fadenförmigen Anhang und einen den Rudern der übrigen Parapodien ähnelnden kurzen dicken Fortsatz besitzt. Apstein beschreibt ihn: „Darauf folgt ein Anhang, der wie ein Parapod gebildet ist, aber statt der einen Flosse einen dünnen Fortsatz trägt. Letzterer wächst dann aber allein weiter und bildet die Borste, während der andere flossenartige Ast zurückbleibt."

Ein dem soeben genannten Stadium gleichalteriges Exemplar haben bereits Carpenter und Claparède im Jahre 1860 beschrieben und abgebildet. Auch die mir selbst vorliegende Jugendform befindet sich im selben Altersstadium (Fig. 11, 12). Die Gleichaltrigkeit dieser 3 Exemplare zeigt sich in dem Vorhandensein der bereits erwähnten Kopfanhänge und dem Besitz von 4 Paar entwickelter Parapodien.

Vergleichen wir die an diesen Exemplaren gemachten Beobachtungen, so ergeben sich folgende Einzelheiten über ihren anatomischen Bau. Der Kopf zeigt ein verhältnismäßig großes, zweilappiges Hirn, das 2 ziemlich weit auseinander stehende Augen trägt. Rechts und links vom Kopfe geht je einer der Kopfabhänge ab. Diese sind an ihrem basalen Ende mit großkernigen Zellen derart angefüllt, daß sie mit dem Hirn zusammenzuhängen scheinen (Fig. 12). Aus diesem Grunde hat wohl auch Apstein in seiner Zeichnung den linken Anhang nicht deutlich von dem linken Hirnlappen getrennt. Im rechten Anhang läßt er die Lücke zwischen den großkernigen Zellen dieses und des Hirnes erkennen und ebenso hat er die dem Anhange eingelagerte Borste eingezeichnet. Diese Borste haben auch Carpenter und Claparède erkannt und dargestellt. Nach ihrer Zeichnung entspringt die Borste ganz in der Nähe des Gehirns, während sie bei Apsteins Exemplar wie bei dem meinigen erst in der Mitte des dicken Basalteiles des Anhanges ihren Ursprung hat. Außerdem beschreiben und zeichnen die genannten Autoren eine Einschnürung, die den Basalteil des Anhanges von der freiverlaufenden Spitze trennen soll, die ich aber in Apsteins Zeichnung ebenso wie bei dem von mir beobachteten Tiere vermisse. Carpenter und Claparède schreiben darüber: „The setigerous portion of the first

antennae is separated from the basal by a constriction which suggests the idea of an articulation."

Bei dem mir vorliegenden Stücke sitzt die Borste in einem säckchenförmigen Follikel, der den weiten basalen Teil des Anhanges fast ganz ausfüllt. Die Borste selbst verläuft bis an die Spitze des Anhanges, ohne jedoch durchzubrechen. Den zwischen den beiden Kopfanhängen liegenden Teil des Kopfes zeichnen Carpenter und Claparède paarig vorgewölbt, gewissermaßen wie 2 Stirnwülste. Auch Apstein zeichnet eine Vorwölbung, die nach dem von ihm gegebenen Bilde von einem Teile der rechten Hirnhälfte ausgefüllt wird. An meinem Exemplare fand ich diese Vorwölbung gleichfalls und zwar paarig. Bei genauerem Hinsehen bemerkte ich aber, daß hier nicht nur eine einfache Vorwölbung vorliegt, sondern daß hier bereits deutlich differenziert die Anlage zu den späteren Stirnfühlern der Tomopteris gegeben ist. Zwei deutlich abgesetzte, spitz endende Lappen, die in der Mitte der Stirn zwischen den beiden Hirnhälften entspringen, lassen schon klar ihre spätere Bestimmung als Stirnfühler erkennen (Fig. 12). Sie sind von Ganglienzellen erfüllt, und dieser Umstand wie die Tatsache, daß sie dem Kopfe ganz dicht anliegen, lassen es erklärlich finden, daß sie bisher von den Autoren übersehen worden sind.

Auf den Kopf folgt das erste Parapodienpaar, das sich später zu den großen Borstencirren entwickelt. Es sitzt bei diesem Jugendstadium noch hinter dem Kopfe, ungefähr in der durch die Mundöffnung charakterisierten Region. Von den übrigen Parapodien unterscheidet es sich schon durch den kräftiger entwickelten Basalteil. Carpenter wie Apstein lassen dies zwar in der Zeichnung nicht erkennen, an meinem Exemplar ist aber die kräftigere Entwickelung wohl zu bemerken.

Während sich die übrigen Parapodien in zwei mit einem Flossensaum versehene äußerlich gleichwertige kegelförmige Fortsätze spalten, zeigen sich die beiden Enden des ersten Parapods deutlich voneinander unterschieden. Der eine kürzere dorsal gelegene Fortsatz ist den Rudern der anderen Gliedmaßen ganz ähnlich; er trägt jedoch keinen Flossensaum. Der andere Fortsatz ist etwas länger und verläuft fadenförmig. Carpenter, nach dessen Zeichnung dieser letztere Anhang dorsal liegen müßte, hat ihn mit einer eingelagerten Borste dargestellt, die Apstein in seiner Zeichnung nicht gibt. Doch schreibt Apstein: „Darauf (auf das erste Fühlercirrenpaar) folgt ein Anhang, der wie ein

Parapod gebildet ist, aber statt der einen Flosse einen dünnen Anhang trägt. Letzterer wächst dann aber allein weiter und bildet die Borste, während der andere flossenartige Ast zurückbleibt.“ Die dem fadenförmigen Anhange eingelagerte Borste habe ich bei dem jungen Tiere deutlich gesehen und gefunden, daß sie ebenso wie die in den Kopfanhängen liegende Borste aus einer großen Borstendrüse, die den verbreiterten basalen Teil dieses umgebildeten Ruderastes fast ganz ausfüllt, hervorgeht und bis an das Ende des fadenförmigen Fortsatzes verläuft, ohne jedoch an der Spitze durchzubrechen. Die übrigen Parapodien tragen an ihren kegelförmigen Ruderästen deutlich erkennbare Flossensäume, die Carpenter und Claparède wie auch Apstein zwar nicht gezeichnet, aber sicherlich wohl gesehen haben.

In den Ruderästen finde ich Anhäufungen großer Zellen, die wohl als die Anlagen der späteren Geschlechtsdrüsen zu deuten sind. Das Hinterende zeigt bei allen 3 Exemplaren einen paarigen Fortsatz.

Carpenter und Claparède, die das jugendliche Stadium lebend beobachteten, haben an den Parapodien Flimmerung wahrgenommen, was aus ihrer Abbildung deutlich hervorgeht.

Von anatomischen Einzelheiten gibt Apstein einiges über den Darmtraktus. Der Pharynx, der sich zwischen den beiden ersten Parapodienpaaren erstreckt, besteht nach Apsteins Zeichnung aus langen, prismatischen Zellen, deren Kerne in der Mitte der gestreckten Zellen liegen. Das Darmepithel wird durch Zellen gebildet, die auf den Wurmquerschnitten annähernd quadratisch erscheinen.

Nach meinen Beobachtungen ist die Mundöffnung schlitzförmig. An sie schließt sich der stark muskulöse Pharynx, der an seinem vorderen Ende von einer großen Drüse umkleidet wird. Die Kerne der langgestreckten Zellen der Pharynxwandung liegen an dem nach außen gerichteten Ende des Zellleibes.

Der Pharynx ist deutlich gegen den Darm abgesetzt. An der Uebergangsstelle beider zeigt sich ein Ring, der durch eine großzellige Drüsenmasse gebildet wird (Fig. 12).

Die an diesen Jugendstadien gemachten Beobachtungen zeigen uns also, daß sich die großen Borstencirren aus einer Parapodialanlage entwickeln. Eine Körperausstülpung, die sich an ihrem Ende in zwei Höcker spaltet, kommt bei den Borstencirren wie bei den Ruderparapodien zuerst zur Ausbildung. Während jedoch bei diesen die beiden Höcker des Parapodiums sich weiterhin

gleichwertig entwickeln, bleibt bei jenen der eine dorsal gelegene Ast in seiner Entwickelung zurück, um schließlich beinahe ganz zu verschwinden (Fig. 6 u. 7).

Der andere ventrale Höcker übertrifft aber die ihm entsprechenden Ruderfortsätze der übrigen Parapodien bald beträchtlich an Länge und bildet sich allmählich zu dem schlanken Borstencirrus um. — Das erste Borstencirrenpaar wird aus zwei Ausstülpungen der Körperwand, und zwar vorn am Kopfe, gebildet. Es wird viel früher angelegt als das zweite Paar und überragt deshalb dieses geraume Zeit durch seine Länge.

Den Stirnfühler aber möchte ich nach meinen Beobachtungen als einen ursprünglich dem Hirn zugehörigen Ganglienzellhaufen ansehen. Durch eine auf beiden Seiten eintretende Einsenkung der Körperwand werden zunächst die beiden Hörner vom Gehirn losgetrennt, und dann wird durch weiteres Wachstum in der Richtung der Körperachse der losgetrennte Teil nach vorn geschoben. Der Teil der Körperwandung, der bei der auf beiden Seiten eintretenden Einschnürung verschont geblieben war, wird dadurch zum Basalteil des Fühlers, der selbst hohl ist und nur die Verbindungsnerven zwischen Hirn und Fühlerganglien umschließt.

Die übrigen in der Literatur bekannten Tomopteris-Larven sind bereits so weit in der Entwickelung fortgeschritten, daß sie sich von den ausgewachsenen, geschlechtsreifen Tieren nur durch ihre geringere Größe und den Mangel an Geschlechtsprodukten unterscheiden. Der Vollständigkeit halber will ich sie hier aufzählen.

Von einem in der Entwickelung bereits fortgeschritteneren Tiere gibt Apstein eine Zeichnung des Kopfes. Wie viel entwickelte Parapodien dieses Exemplar, das zu T. Mariana Greeff gehört, aufweist, ist nicht ersichtlich. Der Stirnfühler ist bei ihm schon ziemlich entwickelt. Der erste Borstencirrus ist noch verhältnismäßig mächtig, der zweite ist schon bedeutend gewachsen und bereits länger als der erste. Bemerkenswert ist, daß der Zwillingsast des zweiten Borstencirrus noch als dorsal gelegener Höcker der Basis des Borstencirrus ansitzt.

Noch weiter entwickelt sind 3 gleichalterige Individuen, die von Leuckart und Pagenstecher, Keferstein und von Apstein beschrieben wurden. Leuckart und Pagenstecher fanden bei Helgoland eine kleine Tomopteris, die außer den Stirnfühlern noch 4 beinahe gleichlange Borstencirren besaß. Da diesen beiden Autoren der erste kleine Borstencirrus der T. helgolandica bisher

entgangen war, glaubten sie, eine neue Art T. quadricornis gefunden zu haben. Carpenter wies schon mit Recht darauf hin, daß hier wohl keine neue Art, sondern nur eine Jugendform vorliege. Dies ist in der Tat der Fall. Das erst mit 6 Paar Parapodien versehene Tier ist noch nicht geschlechtsreif. Die Stirnfühler sind schon völlig ausgebildet, aber der erste und der zweite Borstencirrus sind in der Größe noch nicht sehr voneinander verschieden.

Apstein gibt gleichfalls ein Bild einer Tomopteris, die erst 6 Paar Parapodien besitzt. Diese unterscheidet sich von der T. quadricornis Leuckarts und Pagenstechers dadurch, daß der zweite Borstencirrus bereits doppelt so lang wie der erste ist. Aber auch bei diesem Exemplar überragt der erste Borstencirrus die Stirnfühler bedeutend an Länge.

Das von Keferstein in Messina beobachtete junge Tier scheint ein Exemplar von T. Kefersteini Greeff zu sein und zeigt schon vollkommen die Organisation der ausgewachsenen Tiere dieser kleinen Art.

An der jungen Tomopteris vitrina Vejdovskys ist die geringe Parapodienzahl auffällig. Der Ausbildung der Kopfanhänge entsprechend müßte sich eigentlich bereits eine größere Anzahl von Fußstummeln entwickelt haben.

Biologisches.

In den Monaten November, Dezember, Januar war T. Kefersteini verhältnismäßig selten im Neapler Plankton. In der Nähe der Küste war sie fast gar nicht zu finden. Um einige Exemplare zu erhalten, mußte man wenigstens eine Stunde weit auf das Meer hinausfahren, und dann konnte man sie auch erst in einer Tiefe von ca. 150 m finden. Vereinzelt und sehr selten kamen Tomopteriden an die Oberfläche. Alle von mir im Oberflächenplankton gefundenen Exemplare waren noch jung und noch nicht geschlechtsreif. Ständiger Nordwind war dem Tomopteridenfang sehr ungünstig; dagegen wurden die Fänge nach jedem Scirocco besser. Im Monat Februar traten die Tomopteriden in größerer Anzahl auf: in einer Tiefe von 150—200 m wurden dann durch jeden Planktonzug zahlreiche Exemplare gefangen. Ende Februar und Anfang März konnte ich während eines Aufenthaltes in Messina im dortigen Hafen das massenhafte Vorkommen von T. Kefersteini beobachten.

Man brauchte gar nicht tief zu fischen. Ein jeder Planktonzug an der Oberfläche zeigte, daß unter der reichen pelagischen Beute auch T. Kefersteini in großen Mengen vorkam. — Weder in Neapel noch in Messina fand ich T. euchaeta oder T. scolopendra im Plankton. Nach Chun kommen diese beiden Arten nur in größeren Tiefen vor, und da es mir nicht möglich war, Tiefenplanktonproben zu erhalten, konnte ich meine Beobachtungen nur auf T. Kefersteini beschränken.

Diese Art halte ich nach meinen Beobachtungen für ein zonar vorkommendes, pelagisches Tier. Sie ist am häufigsten in Tiefen von 150—200 m zu finden. Ihr Auftreten an der Oberfläche im Hafen von Messina ist durch die Einwirkung der durch die dort vorhandenen Strudel verursachten Meeresströmungen zu erklären. — Die ersten Beobachtungen über lebende Tomopteriden finden wir in Ph. H. Gosses „A Naturalist's rambles on the Devonshire coast". Gosse schreibt über seine Johnstonella: „Three specimens of the Johnstonella have come into my possession; all of which were dipped from the surface of the sea of the harbour of Ilfracombe, about the end of August. In a glass jar their motions were excessively vivacious; they swam with great swiftness by the rapid vibration of the lateral fins; so incessantly, that it was the utmost difficulty I could examine them with the microscope. They darted through the water in all directions across and around the jar; and when they rested, their translucency rendered them almost invisible. They soon died in captivity; I think I did not keep one of them longer than the second day."

Das Verhalten der in einem Glase gehaltenen Tomopteriden fand ich so, wie es Gosse beschreibt. Aeußerst lebhaft schwammen sie herum: auf und nieder. Nur von Zeit zu Zeit ließen sie ihre Ruderflossen ruhen und schwebten dann kurze Zeit, langsam von ihren Borstencirren getragen, im Wasser.

Die Durchsichtigkeit ihres Körpers erschwerte mir das Aussuchen der Tomopteriden aus dem Plankton. Ihre Vorliebe für das Licht kam mir jedoch beim Fangen zu Hilfe. Schüttet man nämlich die Planktonprobe in eine flache Schale, so schwimmen die Tomopteriden nach der dem Lichte zugekehrten Seite der Schale und lassen sich dort leicht mit der Pipette herausheben.

Die Lebensdauer der Tomopteris in Gefangenschaft ist nur sehr kurz. Gosse schreibt, daß die Tiere höchstens 2 Tage am Leben blieben. Auch mir gelang es zunächst nicht, sie länger am Leben zu erhalten. Sie scheinen ein ziemlich starkes Sauerstoff-

bedürfnis zu haben und gegen starke Strömungen sehr empfindlich zu sein. Trotzdem ich die verschiedensten Durchlüftungsapparate anwandte, konnte ich die Tiere nicht länger als 48 Stunden lebend erhalten. Schon nach Verlauf eines Tages traten Anzeichen des allmählichen Absterbens auf. Ihre Bewegungen wurden immer langsamer. Ein Tier nach dem anderen verlor die Schwebefähigkeit, sank zu Boden und bewegte sich dort langsam fort, bis es allmählich seine Transparenz einbüßte und völlig abstarb. Nach verschiedenen, mißglückten Versuchen, einen Behälter zu bauen, der den Tomopteriden günstigere Lebensbedingungen bot, gelang es mir endlich, einige Exemplare in folgender Weise 9 Tage lang lebend aufzubewahren: In ein großes Becherglas *B* von ca. 2 Liter Inhalt hing ich einen an dem unteren Ende mit Müllergaze verschlossenen Gaslampencylinder *C*, so daß der obere Rand von *C* höher als der Rand von *B* lag. Das Wasserzuleitungsrohr und das Rohr des Durchlüftungsapparates wurde dann in *B* geleitet, und die Tomopteriden wurden in *C* untergebracht. Dieser Apparat ermöglichte eine genügende Durchlüftung unter Vermeidung jeglicher Wirbelströmung.

Die Fortbewegung der Tomopteriden habe ich bereits im systematischen Teile dieser Arbeit behandelt. Es wäre hier nur noch einiges über den Gebrauch ihrer Ruderparapodien zu sagen. Die Bewegung der Tomopteriden kommt durch unausgesetztes Schlagen der Ruder zu stande. Der Ruderschlag erfolgt nicht gleichzeitig mit den beiden Parapodien jedes Paares, sondern abwechselnd rechts und links, so daß bei einem Ruderschlag des ersten rechten Parapods das erste linke pausiert und dafür das zweite linke mitschlägt. Darauf schlägt das erste linke und das zweite rechte Parapod zu gleicher Zeit, und die übrigen Ruderfüße schlagen in gleicher Weise abwechselnd, so daß die Bewegung jeder einzelnen Parapodienreihe einer Wellenbewegung ähnelt.

Die Steuerung und die Regelung des Gleichgewichtes besorgen die Borstencirren. Gleich einer Balancierstange regulieren sie die Bewegungen des schwebenden Körpers und halten das Tier, auch wenn sich die Ruderparapodien kurze Zeit in Ruhe befinden, in der Schwebe.

Beraubt man eine Tomopteris eines oder beider Borstencirren, so sinkt sie bald an den Boden des Glasbehälters, in dem sie zur Beobachtung gehalten wird. Selbst die lebhaftesten Ruderbewegungen vermögen sie nicht von der Stelle zu bringen, und spätestens nach Verlauf eines Tages stirbt sie ab.

Von der Nahrung der Tomopteriden wird von den Forschern allgemein angenommen, daß sie pflanzlicher Natur sei. Bei den meisten der von mir studierten Exemplare fand ich den Darm leer. Was ich ja an Nahrungsresten vorfand, war bis auf einen Fall bereits so zersetzt und verdaut, daß ich seinen Ursprung nicht mehr festzustellen vermochte. Nur einmal konnte ich den Darminhalt deutlich erkennen. Ein aus Messina stammendes Exemplar von T. Kefersteini barg in seinem Verdauungstraktus das Kopfskelett einer kleinen Sagitta und den Tentakel einer Meduse. Ich halte es aber nicht für möglich, daß eine Tomopteris mit ihren zum Rauben viel zu schlecht ausgebildeten Mundwerkzeugen eine so wohl bewehrte Sagitta und eine so bewegliche Meduse bewältigen könnte. Auf welche Weise diese animalischen Reste in den Darm der Tomopteris gelangt sein mögen, vermag ich mir nicht zu erklären. Um das Verhalten des Wurmes anderen kleineren Organismen gegenüber zu beobachten, brachte ich Tomopteris mit den verschiedensten Planktontieren zusammen und beobachtete sie unter dem Mikroskop. Ich habe jedoch nie gesehen, daß sie ein anderes Tier verschluckt hätte, und nie habe ich im Darm einer lebenden Tomopteris ein Tier gefunden.

Ich nahm nun an, daß ich in Tomopteris einen Detritusfresser vor mir hätte. Ich verrieb Fleisch einer Sardine fein in Seewasser und setzte diesen Brei dem Behälter, in dem ich meine Tiere beobachtete, zu. Aber weder dieses noch fein zerteiltes Krebsfleisch wurden aufgenommen.

Fütterungsversuche mit pflanzlicher Nahrung hatten etwas mehr Erfolg. Kleine Algen aus dem Plankton wurden öfter in den Oesophagus aufgenommen, aber nach kurzer Zeit unter krampfhaften Kontraktionen der Schlundmuskulatur wieder ausgespieen. Den Grund für das Fehlschlagen meiner Fütterungsversuche glaube ich in den ungünstigen Lebensverhältnissen suchen zu müssen, die den Tieren in der Gefangenschaft geboten werden. Der Aufenthalt in zu kleinen Behältern, die nicht genügend mit frischem Wasser und frischer Luft versehen werden können, wirkt sicher auf den Stoffwechsel des Tieres so ungünstig ein, daß dieses meist schon zu sehr geschwächt und zur Nahrungsaufnahme unfähig ist. Eine andere merkwürdige Erscheinung, die ich an Tomopteriden, die schon einige Tage im Aquarium gehalten wurden, beobachtete, möchte ich gleichfalls auf den ungünstigen Einfluß zurückführen, den die Gefangenschaft auf den Stoffwechsel ausübt.

Die Tiere wurden, wie schon gesagt, in der Gefangenschaft

matter und matter, und selbst die in dem beschriebenen Behälter gehaltenen Tiere sanken schließlich matt auf den Boden des Gefäßes. Betrachtete man sie nun genauer, so fand man, daß sie meist einen oder gar beide ihrer langen Borstencirren eingebüßt oder doch wenigstens beschädigt hatten. Die Parapodien eines solchen matten Tieres waren fast stets in ein filziges Gewebe feiner Fäden verwickelt, die auch die langen Borstencirren umschlungen hatten. Bei dem Versuch des Tieres, diese frei zu bekommen, wurden die Cirren arg beschädigt, zerbrochen oder der sie umkleidenden Epidermis beraubt.

Dieses verhängnisvolle Geflecht, durch das die ohnehin in Gefangenschaft so kurzlebigen Tiere gelähmt und schließlich getötet werden, kann nur als ein aus den Flossendrüsen hervorgegangenes Sekret aufzufassen sein. Dadurch daß, wie bereits gesagt, den Tieren in der Gefangenschaft für die natürlichen Lebensbedingungen nur sehr unvollkommener Ersatz geschafft werden kann, wird ihre Stoffwechseltätigkeit sehr leiden und infolgedessen auch die Tätigkeit der Drüsen sehr von der Norm abweichen. Die Sekrete werden augenscheinlich krankhaft verändert und erhalten diese spinnfadenähnliche, zäh-feste Gestalt.

Literaturverzeichnis.

1) Allman, On some recent results with the towing net on the south-coast of Ireland. Nature, 1873, Vol. IX, No. 213.
2) Apstein, Vorbericht über die Alciopideu und Tomopteriden der Plankton-Expedition. Ergebn. d. Pl.-Exp., Bd. I, Reisebericht.
3) — Die Alciopiden und Tomopteriden der Plankton-Expedition. Ergebn. d. Pl.-Exp., Bd. II, Heft 6, 1900.
4) Busch, Einiges über Tomopteris onisciformis. Arch. f. Anat. u. Phys., 1847.
5) Carpenter, On Tomopteris onisciformis. Transact. Linnean Society London, 1859, Vol. XXII.
6) Carpenter and Claparède, Further researches on Tomopteris onisciformis. Transact. Linnean Society London, 1860, Vol. XXIII.
7) Chun, Die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen und ihre Beziehung zu der Oberflächenfauna. Bibl. zoologica, Cassel 1887, Heft 1.
8) Claparède, Les Annélides chétopodes du Golfe de Naples, 1868, Suppl. 70.
9) Ehlers, Die Borstenwürmer, 1874.
10) Eschscholz, Bericht über die zoologische Ausbeute während der Reise von Kronstadt bis St. Peter und Paul. Okens Isis, 1825, Heft 6.
11) Fullarton, On the generative organs and products of Tomopteris onisciformis. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. VIII, Heft 4, 1895.
12) Gosse, A Naturalist's rambles on the Devonshire coast.
13) — Marine Zoology.
14) Greeff, Ueber die pelag. Fauna an den Küsten der Guinea-Inseln. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XLII, 1885.
15) — Ueber pelag. Anneliden von der Küste der Canarischen Inseln. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XXXII, 1879.
16) Grube, Familie der Anneliden. Arch. f. Naturgeschichte, Jahrgang 16, 1851.
17) — Einige Bemerkungen über Tomopteris und die Stellung dieser Gruppe. Arch. f. Anat., Phys. etc., 1848.
18) Keferstein, Einige Bemerkungen über Tomopteris. Arch. f. Anat., Phys. etc., 1861.

19) Leuckart und Pagenstecher, Untersuchungen über niedere Seetiere. Arch. f. Anat., Phys. etc., 1858.
20) Lo Bianco, Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sexuale degli animali del golfo di Napoli. Mitteil. Zool. Station, Neapel, 1888, Bd. VIII.
21) Meyer, Ueber die morphologische Bedeutung der borstentragenden Fühlercirren von Tomopteris. Biol. Centralbl., Bd. X, 1890.
22) Möbius, Vermes der Nordseefahrt. 2. Bericht der Kieler Kommission, Berlin 1875.
23) Prince, On the ova of Tomopteris onisciformis. Report 57. Meet. Brit. Ass. Adv. Sc.
24) — On a ciliated organ probably sensory in Tomopteris onisciformis. Report 57. Meet. Brit. Ass. Adv. Soc.
25) Quatrefages, Histoire naturelle des Annelés marins et d'eau douce. Annal. des Sc. nat., Sér. 3, Tome 13, 1850.
26) Quoy et Gaimard, Observations zoologiques faites à bord de l'Astrolabe, en mai 1826, dans le détroit de Gibraltar. Annal. des Sc. nat., Tome 10, 1827.
27) — — Zoologie, in Dumont d'Urville: Voyage de découvertes de l'Astrolabe 1826—29, T. II, 1832.
28) Stossich, Bollettino d. Soc. adr. di Sc. nat. di Trieste, Vol. VII, 1882.
(29) Steenstrup, Af Slaegten Tomopteris. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn for Aarene 1849 og 50.
30) Vejdovsky, Beiträge zur Kenntnis der Tomopteriden. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XXXI, 1878.
31) Verrill, Results of the explorations made by the steamer Albatross on the northern coast of the United States in 1883. U. S. Comm. Fisheries Report, Part 11.
32) Wright, Note on Tomopteris onisciformis. Report 30. Meet. Brit. Assoc. Adv. Sc., 1860—61.

Tafelerklärung.

Tafel XVIII.

Fig. 1. Querschnitt durch den vorderen Teil des Stirnfühlers einer Tomopteris Kefersteini Greeff. *C* Cuticula, *St* Stützgewebe, *G* Ganglienzellen, *F* ventrale Furchen.

Fig. 2. Ein anderer Querschnitt durch den Stirnfühler desselben Tieres. Der Schnitt stammt aus der dem Rumpfe näher liegenden Region.

Fig. 3 u. 4. Dieser Schnitt zeigt ungefähr die Basis des Fühlers. *lm* dorsale Längsmuskeln, lm_1 ventrale Längsmuskeln, *Qum* Quermuskeln, *G* Ganglienzellen, *C* Cuticula.

Fig. 5. Querschnitt durch den Kopfteil einer T. Kefersteini Greeff, aus der Gegend der Flimmergruben. *lm* dorsale Längsmuskeln, lm_1 ventrale Längsmuskeln, *Fl* Flimmergruben, *G* Ganglienzellen, Bc_2 die großen Borstencirren, *B* Borste, *Bm* Borstenmuskulatur, *C* Cuticula.

Fig. 6. Ein anderer Schnitt durch den Kopf von T. Kefersteini, ein Teil des Hirnes ist mitgetroffen. *B* Borste, *Bm* Borstenmuskulatur, lm_1 ventrale Längsmuskeln, *H* Gehirn, *R* Rudiment des dorsalen Astes des großen Borstencirrus.

Fig. 7. Schnitt durch den Kopf von T. Kefersteini. Das Hirn ist in der Augengegend getroffen. *Bm* Borstenmuskulatur, *Fo* Borstenfollikel, *R* Rudiment des dorsalen Astes des großen Borstencirrus, lm_1 ventrale Längsmuskeln, *St* Stützgewebe des Gehirns, *G* Ganglienzellen, *A* Auge, *L* Linse, *P* Pigment.

Fig. 8. Querschnitt durch den Oesophagus einer Tomopteris Kefersteini. *äRm* äußere Ringmuskeln, *iRm* innere Ringmuskeln, *Radm* Radiärmuskeln, *Spdr* Speicheldrüse an der inneren Oesophaguswand, *Dr* Drüse.

Fig. 9. Querschnitt durch die Mitte des Körpers einer T. Kefersteini. *lm* dorsale Längsmuskeln, lm_1 ventrale Längsmuskeln, *Qm* Quermuskeln, *St* Stützgewebe des Bauchmarkes, *G* Ganglienzellen, *Ov* Ovarien, *E* losgelöste Eizelle, *Dr* Drüse der Darmwandung.

Fig. 10. Kopfregion einer T. Kefersteini, von der Ventralseite aus gesehen. *Fü* Stirnfühler, Bc_1 erster (kleiner) Borstencirrus, Bc_2 zweiter (großer) Borstencirrus, *Schl* Schlund, *D* Darm, *Bstr* Bauchnervenstrang, *Pn* Nervenzweig, der nach dem Parapodium abgeht, *Comm* Schlundkommissur.

Fig. 11. Jugendform von T. helgolandica.

Fig. 12. Kopf desselben Tieres. *Fü* Stirnfühler, Bc_1 erster Borstencirrus, Bc_2 zweiter Borstencirrus, *R* dorsaler Ast des zweiten Borstencirrus, *A* Auge, *B* Borste, *Schl* Schlund, *Schldr* innere Schlunddrüse, *Dr* äußere Schlunddrüse.

M. Schwartz. gez.

Verlag v. Gust

Lith. Anst. v. J. Arndt, Jena.

M. Schwartz. gez.
Verlag v. Gustav Fischer, Jena.
Lith. Anst. v. J. Arndt, Jena

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: NF_33

Autor(en)/Author(s): Schwartz Martin

Artikel/Article: Beiträge zu einer Naturgeschichte der Tomopteriden. 497-536