

Betrachtungen über die Phylogenie der Crustaceenbeine.

Von

Joh. Thiele

Berlin.

Mit Tafel XXVI—XXVII und 1 Figur im Text.

Wenngleich in allen Arbeiten über Crustaceen eine Beschreibung der Beine mit allen äußeren Merkmalen einen mehr oder weniger breiten Platz einzunehmen pflegt und wenngleich schon einige Autoren sich mit deren Vergleich in den verschiedenen Gruppen beschäftigt haben, gibt es doch noch mancherlei Gesichtspunkte, die bei vergleichender Betrachtung wenig berücksichtigt worden sind. Eine möglichst strenge Beachtung der natürlichen Verwandtschaft scheint mir eine der ersten Hauptsachen zu sein, denn nur unter Führung der Phylogenie kann man sich davor schützen, daß man Dinge miteinander vergleicht, die nicht homolog und daher nicht wohl morphologisch vergleichbar sind. So verhält es sich z. B. mit BÖRNER'S Arbeit (1903), worin nicht nur die Beine von Tracheaten, sondern auch von *Limulus* und Pantopoden mit denen von beliebigen Malacostraken verglichen und in ihren Gliedern homologisiert werden, obwohl doch kein Zoologe diese Gruppen in so nahe gegenseitige Beziehung zu bringen vermocht hat, daß eine Homologie der Beinglieder auch nur einen Schatten von Berechtigung hätte.

Mir hat vor allem die Beschäftigung mit den Leptostraken den Anlaß zu einer vergleichenden Betrachtung gegeben, weil diese Gruppe zu andern Gruppen höchst interessante Beziehungen aufweist, denen weiter nachzugehen mir wichtig erschien. Ist doch die Stellung der Leptostraken noch kaum ohne Widerspruch festgestellt, freilich kann meiner Meinung nach kaum zweifelhaft sein, daß sie am nächsten mit den Euphausiiden verwandt sind, wenngleich gewisse Merkmale auf die Phyllopoden und vermutlich auch auf die Copepoden hinweisen, sie sind im ganzen die primitivste Gruppe in der Reihe der

Malacostraken und daraus ergibt sich von selbst eine gewisse Verwandtschaft mit den übrigen Crustaceen.

Wegen dieser vermittelnden Stellung der Leptostraken will ich mit der Beschreibung ihrer Beine beginnen, wobei ich bemerke, daß ich von der Beschreibung solcher Einzelheiten, welche für die hier erörterten Fragen ohne Belang sind, wie besonders der Borsten und Dornen, Abstand nehme. Sie sind in den speziellen Beschreibungen meist genügend berücksichtigt. Auch auf den Tafeln habe ich sie ganz oder größtenteils fortgelassen.

Die acht Paare von Brustbeinen (Cormopoden) verhalten sich am einfachsten bei der Gattung *Nebaliella*, die im Südpolargebiet vorkommt, denn bei ihr fehlen die Epipoditen ganz. Vom Ansatz zum Ende hin verschmälert sich jedes Bein (vgl. THIELE, 1904, Taf. I, Fig. 14—16) allmählich und ziemlich gleichmäßig, im proximalen Teil ist es daher breit und blattförmig dünn, im distalen schmal und mehr zylindrisch. Für das Verständnis der Gliederung ist es sehr wichtig, daß die Cuticula nicht panzerartig fest, sondern dünn und hautartig ist, damit hängt es zum Teil zusammen, daß die Glieder nicht durch deutliche Gelenke, sondern nur durch mehr oder weniger schwache Querlinien getrennt werden.

Die Gliederung ist noch in den ersten Anfangsstadien begriffen, nur zwischen dem ersten, proximalen Gliede (Coxale) und dem nächsten (Basale) ist ein deutliches Gelenk erkennbar, das, wie wir später sehen werden, auch phylogenetisch besonders wichtig ist und das älteste Gelenk des Crustaceenbeines darstellt. Das Basale geht ohne Absatz oder eigentliches Gelenk in den Endopoditen über, doch läßt sich bei starker Vergrößerung eine unbedeutende ringförmige Verdünnung der Cuticula wahrnehmen; ein Gelenk ist hier schon aus dem Grunde nicht anzunehmen, weil überhaupt kein Muskel vorhanden ist, der die beiden Glieder gegeneinander bewegen könnte. Ähnlich verhält es sich mit der Verbindung zwischen dem ersten und zweiten Gliede (Ischiale und Merale) des Endopoditen und erst unter der eingeschnittenen Linie, welche diese beiden Glieder trennt, beginnt eine einzelne Längsmuskelfaser, welche dicht am Außenrande des Endopoditen gelegen ist und durch drei Glieder (Merale, Carpale und Propodale) zieht, um sich am letzten Gelenk anzuheften. Dies ist der einzige Muskel im Endopoditen, dessen Zusammenziehung eine geringe Bewegung des Terminalgliedes mit seinen Borsten nach außen hin bewerkstelligen kann. Das Gelenk, an dem er endet, und in geringerem Grade die

beiden vorhergehenden, können demnach als funktionierend angesehen werden.

Die Muskulatur, die das Bein bewegt, liegt ausschließlich im Leibe und im proximalen Gliede, dem Coxale, das an seiner Außenseite einen kleinen Einschnitt zeigt, durch den sich der untere, eine Drüse enthaltende Teil, gegen den oberen, der eine dünnere Falte bildet, absetzt. In diesem Fältchen ein besonderes Glied zu erkennen, ist mir unmöglich, es kann nur als Teil des Coxalgliedes angesehen werden.

Von den Muskeln, welche dieses Glied durchziehen (Fig. 1), endet ein äußerer und ein innerer ziemlich starker Längsmuskel am distalen Rande des Gliedes, während zwei schwache Muskeln dazwischen ungefähr mit ihnen parallel laufen. Ein Schrägmuskel zieht kaum bis in die Mitte der Innenseite herab, ein anderer, senkrecht zu diesem, endet am distalen Gliedrande.

An der Außenseite schließen die beiden ersten Beinglieder, das Coxale und Basale, nicht aneinander, sondern bilden einen breiten Zwischenraum, wie aus meiner Fig. 1 deutlich zu erkennen ist; diesen Zwischenraum kann ich nur als eine Art Gelenkverbindung ansehen, nicht als besonderes Glied. Am proximalen Teil des Basale heftet sich der Exopodit an. Ein Schrägmuskel, der im Coxale an dem inneren Längsmuskel entspringt, endet in dem Verbindungsstück, ohne in den Exopoditen einzutreten, und ein anderer Muskel verläuft ungefähr senkrecht zum vorigen aus dem proximalen Teil des Basale schräg nach oben und außen, endlich ein kurzer Muskel etwas weiter median aus dem Basale gleichfalls in das Verbindungsstück, etwa in der Längsrichtung des Beines. Zwei ziemlich schwache Muskelzüge entspringen dicht zusammen im Basale und verlaufen etwa unter 45° divergierend bis in den Exopoditen hinein. In diesem selbst ist kein Muskel wahrzunehmen.

Der Basipodit mit seiner Muskulatur verhält sich im ganzen bei den andern Leptostrakengattungen sehr ähnlich, besitzt aber bei ihnen einen von der Gelenkhaut entspringenden Epipoditen, der bei *Paranebalia* ziemlich klein, bei *Nebalia* und *Nebaliopsis* sehr groß ist. Für ihn hat sich nur ein unbedeutender Muskel entwickelt, der vom unteren Rand der Insertion schräg aufwärts zieht und sich am distalen Rande des Coxale anheftet. Die übrigen Muskeln sind bei *Nebalia* denen von *Nebaliella* an Stärke etwa gleich, bei *Paranebalia* (Fig. 2) indessen wesentlich kräftiger. Von den beiden Muskeln zum Exopoditen ist der obere schwächer als der untere, während der aus

dem Basale nach dem Außenrande verlaufende Muskel deutlich stärker und zweiteilig ist, er ist weniger schräg, sondern mehr wagenrecht und inseriert unter dem Schrägmuskel zum Coxale.

Im Endopoditen fehlt bei *Nebaliopsis* eine Muskulatur und eine Gliederung vollständig, ohne Grenze geht das Basale in den Endopoditen über, dagegen sind bei den beiden andern Gattungen mehr oder weniger deutlich die Glieder erkennbar. Bei *Nebalia* hat sich im weiblichen Geschlecht am Endglied ein Fächer großer Borsten ausgebildet, mit dem die Jungen gehalten werden; zur Bewegung dieses Borstenfächers hat sich eine ziemlich kräftige Muskulatur entwickelt, die vom letzten Gelenk aufwärts zieht, ich unterscheidet drei Muskeln, einen äußeren, der an der Grenze zwischen Merale und Carpale inseriert, einen mittleren, der bis über diese Grenze zum Innenrande des Merale läuft, und einen inneren, zum Innenrande des Propodale (Fig. 3), dagegen kann ich beim Männchen nur den schwachen äußeren Muskel erkennen.

Wesentlich verschieden ist hinwieder die Muskulatur im Endopoditen von *Paranebalia* (Fig. 2). Hier entspringt ein kräftiger Längsmuskel dicht unter der Grenze zwischen Basale und Ischiale und verläuft in der Nähe des Außenrandes durch drei Glieder bis in den proximalen Teil des Propodale, in dem er sich am Außenrand anheftet. Ein kurzer Muskel zieht von der Grenze zwischen Propodale und Carpale zum Innenrande des letzteren Gliedes, dessen Mitte er nicht erreicht. Hier ist demnach das Hauptgelenk nicht das letzte zwischen Propodale und Endglied, sondern das nächst höhere.

Es fehlt also im Endopoditen der Leptostraken an einer jedem Gliede entsprechenden Muskulatur, daher ist es kaum möglich, hier von einer echten Gliederung wie bei andern Malakostraken zu sprechen, sondern es ist erst eine unechte Gliederung vorhanden, ähnlich der Ringelung, wie sie an den Beinen von verschiedenen Malakostraken vorkommt, z. B. am Propodale von Mysiden (vgl. Fig. 7). Das gänzliche Fehlen einer Gliederung bei *Nebaliopsis* indessen wird kaum als Grund angesehen werden dürfen, ihre Cormopoden als besonders primitiv aufzufassen.

Sehr bemerkenswert scheint mir die Tatsache zu sein, daß bei *Nebaliella* auch die hintere Maxille denselben Bauplan zeigt wie die Cormopoden und nur durch die Ausbildung von Kauladen an der Innenseite des Basipoditen ein andres Aussehen erhalten hat (Fig. 4).

Die Muskulatur im Coxalglied, das zwei Kauladen trägt, ist nur

schwach ausgebildet, doch im ganzen der in den Cormopoden recht ähnlich; der innere Längsmuskel endet aber teils zwischen den beiden Laden des Coxale, teils zwischen denen des Basale und von hier setzt er sich bis zur Mitte des Endognathen am Innenrand fort. Ein Schrägmuskel zieht aus dem Coxale bis in die Nähe der Insertion des Exognathen herab und zu diesem kommt ein ziemlich quer gerichteter Muskel von der Mitte des Basale.

Bei *Nebalia* habe ich auch am Außenrand des Endognathen einen kurzen Muskelfaden im proximalen Teil wahrgenommen. Der Endognath ist bei *Nebalia* zweigliedrig, sonst ungeteilt.

Auch an den vier vorderen Pleopoden (vgl. 1904, Fig. 19—21) läßt sich derselbe Bauplan erkennen, doch ist die Muskulatur in dem Basipoditen sehr verstärkt, wodurch diese bedeutend massiger, mehr zylindrisch geworden sind, das Coxalglied ist kurz und mit dem Basale mehr oder weniger vollständig verschmolzen; durch seine massige Form hebt sich der Basipodit sehr von den beiden Endästen ab, die beide nach Ansatz und Beweglichkeit einander ähnlich geworden sind.

Außer den starken Längsmuskeln, die im Basipoditen herabziehen, erkenne ich Schrägmuskeln zur Innen- und zur Außenseite. Die am Exopoditen inserierenden Muskeln sind bedeutend stärker als die vom Endopoditen; außer einem äußeren und einem inneren Längsmuskel sehe ich einen Schrägmuskel, der über dem Ansatz des Endopoditen sich anheftet, vom Exopoditen emporziehen. Im Endopoditen verläuft ein Längsmuskel aus dem kurzen proximalen Stück etwa durch zwei Drittel der Länge herab und ein ähnlicher Längsmuskel durchzieht den Exopoditen etwa zu drei Viertel und von seinem Ende bis zum Ansatz der terminalen Borsten wird er durch einen andern Muskel fortgesetzt.

Die übrigen Körperanhänge: vorn die vordere Maxille, die Mandibel und die hinteren Antennen, hinten die beiden letzten Pleopoden haben den einen ihrer beiden Äste verloren, an den vorderen Anhängen wahrscheinlich den äußeren, an den hinteren vielleicht den inneren, da der vorhandene Ast in Form und Borstenbesatz dem Exopoditen ähnlicher ist und da ja, wie erwähnt, an den Pleopoden der Exopodit durch stärkere Muskulatur über den Endopoditen das Übergewicht erhalten hat, dagegen ist an den Cormopoden und den hinteren Maxillen der Endopodit als Fortsetzung des Basipoditen gegenüber dem Exopoditen, der nur einen seitlichen Anhang darstellt, im Übergewicht, die Muskulatur des letzteren sehr schwach entwickelt, wodurch sein Ausfallen erklärlich wird.

Wesentliche Unterschiede gegenüber den Cormopoden der Leptostraken, auch der *Paranebalia*, die im ganzen sich ihnen am meisten nähert, zeigen die Brustbeine der Euphausiiden, freilich haben sie denselben Grundplan, den zweigliedrigen Basipoditen und die beiden Endäste, doch hat ihre Muskulatur und damit im Zusammenhang ihre Gliederung einen bedeutend höheren Grad erreicht und nichts wesentliches unterscheidet ihre Beingliederung von derjenigen der niederen Decapoden. Jedes Glied vom Endopoditen (mit Ausnahme des Endgliedes) hat seine eigne Muskulatur (Fig. 5), welche das nächstfolgende Glied zu beugen und zu strecken vermag, die Glieder sind ganz scharf gegeneinander abgesetzt und durch Gelenke verbunden, an denen die Muskeln sich anheften; der unechten Gliederung der Leptostraken steht hier eine echte gegenüber.

Sehr merkwürdig ist die Verbindung zwischen dem Basipoditen und dem ersten Gliede des Endopoditen (Ischiale), denn kein Muskel kann sie gegeneinander bewegen und somit ist auch kein Gelenk vorhanden, aber an dieser Stelle löst sich der Endopodit leicht ab, die Cuticula hat hier jedenfalls einen ringförmigen Einschnitt, der eine solche Trennung leicht möglich macht. Ähnlich tritt bei Mysiden und Decapoden zwischen denselben Gelenken eine Ablösung ein.

Das Basale wird mehr oder weniger vollständig von den starken Muskeln erfüllt, die von der Innenseite zum Exopoditen verlaufen und diesen bewegen (Fig. 6), somit hat dieses Glied, das hier sehr stark entwickelt ist, seine Hauptbedeutung in seiner Beziehung zum Exopoditen, während eine Muskulatur, die den Endopoditen zu bewegen vermöchte, gänzlich fehlt, wie ich soeben schon betont habe. Ein breiter Längsmuskel, der vorn an der Innenseite aus dem Coxale zum Basale herabzieht, endet zum Teil an der oberen Grenze dieses Gliedes, während sich die innere, d. h. der Mitte des Tieres zunächst liegende Hälfte weiter fortsetzt, aber den Ansatz des Endopoditen nicht erreicht.

Die starke Muskulatur im Coxale läßt sich im ganzen auf die von *Paranebalia* zurückführen; in Fig. 6 nimmt man außer den Längsmuskeln den ziemlich auffallenden Schrägmuskel zur Innenseite wahr und auch der Schrägmuskel zur distalen Außenecke ist deutlich.

Ein flacher Muskel, der im Basale über und hinter den Muskeln des Exopoditen entspringt und schräg nach außen emporzieht, dürfte dem Doppelmuskel bei *Paranebalia* entsprechen, der über dem Grunde des Exopoditen endet. Der letztere ist ganz von einer Muskelmasse

erfüllt, während er bei Leptostraken überhaupt gar keine Muskulatur enthält; auch hierin unterscheiden sich die Euphausiiden sehr auffällig von den Leptostraken. Während bei diesen das Bein ausschließlich im basalen Teil bewegt wird und die beiden Endäste bewegungslose Anhänge darstellen, wird bei jenen der Exopodit für sich allein als Ruder verwendet, während das 2.—5. Glied vom Endopoditen durch die Muskeln in den nächsthöheren Gliedern bewegt werden. Die Verwendbarkeit der beiden Äste zu verschiedenen Zwecken ist eingeleitet.

Die Mysiden verhalten sich im ganzen ähnlich wie die Euphausiiden, doch sind folgende Unterschiede von Bedeutung (Fig. 7): das Coxalglied ist nicht mehr gegen den Körper beweglich, sondern mit diesem verwachsen, so daß die ursprüngliche Art der Beinbewegung so gut wie völlig unterdrückt ist; im Basale nehmen die Muskeln zum Exopoditen zwar bei weitem den größten Raum ein, doch haben sich daneben zwei Muskeln entwickelt, die sich dem Grunde des Endopoditen anheften und diesen vermutlich in beschränktem Maß bewegen können. Das Ischiale ist ein kurzes dreieckiges Glied, das sich an die Außenseite des Merale anheftet, dies ist gestreckter, die Dimensionen der drei mittleren Glieder verhalten sich recht verschieden, das Carpale und Propodale sind bei *Arachnomysis* ungemein verlängert und ihre Muskulatur ist dementsprechend auf den distalen Teil beschränkt (vgl. Thiele 1905, Fig. 6).

Das Propodale ist häufig geringelt; bei *Praunus flexuosus* durchzieht ein Längsmuskel die proximale Hälfte dieses Gliedes und heftet sich der Innenseite an, ohne — soviel ich erkennen kann — irgendwie mit dem Endglied in Verbindung zu stehen, so daß hier das Propodale in seiner proximalen Hälfte gekrümmt, aber nicht das Endglied bewegt werden kann, wie es gewöhnlich der Fall ist (Fig. 8).

Dieses stellt sich als ein kurzes, in der Endhälfte klauenartiges Gebilde dar, was darauf schließen läßt, daß der Endopodit zum Kriechen und zum Ergreifen von Beute befähigt ist — von der Umwandlung der vorderen Cormopoden in »Kieferfüße« sehe ich ab, ihre besondere Gestaltung kann ich hier nicht berücksichtigen. Zwischen dem Carpale und dem Propodale hat sich ein Hauptgelenk (Knie) entwickelt, während die mittleren Gelenke der Euphausiiden mehr gleichartig sind; für morphologischen Vergleich erscheint mir die Stelle des Hauptgelenkes wenig bedeutsam.

Von den Mysiden noch ziemlich verschieden sind die Cormopoden von *Lophogaster*, doch zeigen auch die vorderen von den hinteren nicht unbedeutliche Abweichungen. Das Coxale dürfte gegen den Körper eine gewisse Beweglichkeit behalten haben und es ist im Gegensatz zu den Mysiden mit komplizierten Kiemen ausgestattet. Das Basale hat an den hinteren Beinen kürzere und gedrungene, an den vorderen längere und dünnere Form; in jenen ist die Muskulatur zum Endopoditen ungefähr so stark wie die zum Exopoditen, in diesen bedeutend kräftiger geworden, so daß hier die Beweglichkeit des Endopoditen größer und wichtiger geworden ist als die des Exopoditen. Ein ziemlich kräftiger Längsmuskel durchzieht die proximale Hälfte des Basale.

Von den fünf Gliedern des Endopoditen ist das Ischiale kurz und ringförmig, während das Meralé besonders an den hinteren Beinen von sehr starker Muskulatur erfüllt ist, daher ist das Gelenk gegen das Carpale hier das wichtigste, ein Knie. Das Endglied ist im Verhältnis zu den vorhergehenden Gliedern wesentlich länger als bei Mysiden, wie bei ihnen am Ende klauenartig geformt.

Im ganzen dürften die Beine der Lophogastriden die meiste Ähnlichkeit mit denen der primitivsten Decapoden aufweisen, die noch mit einem Exopoditen versehen sind, wenigstens kann man das aus den Kiemen, dem Hauptgelenk und dem Endgliede schließen.

Von diesen Decapoden habe ich *Pasiphaea* zum Vergleich untersucht. Der Hauptunterschied gegenüber den Lophogastriden ist die bedeutendere Differenzierung der einzelnen Beine, von denen die beiden auf die drei Kieferfüße folgenden mit Scheren ausgestattet sind (Fig. 9); deren Körper ist dem Propodale, der bewegliche Finger dem Endgliede homolog. Das Carpale ist ein kurzes Verbindungsglied, während das Meralé die den unteren Teil des Beines hauptsächlich bewegende Muskulatur enthält. Die Verbindung des Ischiale nach beiden Seiten dürfte wenig beweglich sein. Die Muskulatur zum Exopoditen überwiegt ein wenig die zum Ischiale. Im Coxale geht die Muskulatur in sehr ausgesprochener Weise zu zwei Punkten des distalen Gelenkes, so daß das Basale offenbar gut beweglich ist.

Das nächst hintere Bein ist sehr dünn und lang, das erste, zweite und vierte Glied sind stark verlängert, das dritte und fünfte kurz. Das zylindrische Endglied trägt keine Klaue, sondern einige kleine Bürstchen am Ende. Die Muskulatur, die im Basale an das Ischiale herantritt, ist sehr schwach. An der Innenseite des Ischiale dicht

unter dem Gelenk scheint ein Sinnesorgan zu liegen, jedenfalls sehe ich dort einen dichten Zellhaufen, zu dem ein Zweig des Bein-nervs geht.

An den beiden hintersten Beinen ist das Merale am längsten und das Endglied blattförmig gestaltet.

Die hauptsächlich verwendeten Gelenke sind hier die zwischen Coxale und Basale und zwischen Merale und Carpale; das letzte Gelenk ist an den mittelsten Beinen ganz in den Dienst der Schere getreten und das vorletzte wird hauptsächlich eine gewisse Beweglichkeit der Schere gewährleisten.

Wenn nun der Exopodit verloren geht, wie es bei der großen Mehrzahl der Decapoden der Fall ist, so wird davon ausschließlich das Basale betroffen, in dem die zugehörige Muskulatur verschwindet, und da die Beweglichkeit zwischen ihm und dem Ischiale nur gering ist, verliert es den größten Teil seiner bisherigen Bedeutung. Die resultierende Beinform ist eine solche, wie sie Fig. 10 darstellt. Auf weitere Einzelheiten der Decapoden-Beine kann ich nicht eingehen, bezüglich ihrer Gliederung ist kaum noch ein wesentlicher Fortschritt wahrzunehmen.

Aus dem, was ich soeben vom Basale gesagt habe, und aus der Eigentümlichkeit, die ich vorher hervorhob, daß der Endopodit sich in der Regel bei Insulten vom Basale trennt, geht hervor, daß die Gliederung bei Isopoden — zum Vergleich will ich das gewöhnlich gewählte *Asellus*-Bein heranziehen — anders zu deuten ist, als es bisher zumeist geschehen ist. Hier ist das Coxale mit dem Körper verwachsen und ähnlich wie bei Decapoden treten zu seinem unteren Gelenk zwei starke Muskelbündel heran. Es folgt ein kleines Glied ohne Muskulatur, das am Coxale haftet, wenn sich das Bein ablöst, daher halte ich es für das Basale. Nun besteht aber der Endopodit aus sechs Gliedern (Fig. 11), statt aus fünf wie bei Schizopoden und Decapoden, so daß im Vergleich mit diesen ein Glied mehr vorhanden ist, das durch Teilung eines der ursprünglichen Glieder entstanden sein kann, vielleicht des Ischiale, dessen Muskulatur sich eigenartig verhält, oder des Endgliedes, oder das letzte Glied des Isopodenbeines entspricht überhaupt keinem der ursprünglichen Glieder, sondern stellt einen beweglichen Dorn dar.

Ähnlich dürften sich die Beine der Cheliferen und Amphipoden verhalten; es kann eine mehr oder weniger feste Verwachsung zwischen dem Basale und Ischiale eintreten, so daß das auf das Coxale folgende Glied ihrer Summe homolog sein würde, so am Scheren-

und am Grabfuß von *Apseudes*, an denen im proximalen Teil noch kleine Exopoditen erhalten sind; daß das ganze Glied dem Basale entspräche, halte ich nicht für wahrscheinlich. Das letzte Glied am Grabfuß trägt außer der beweglichen Endklaue noch mehrere starke Dornen, so daß man leicht auf den Gedanken kommt, daß jene mit diesen ursprünglich gleichwertig ist, indessen fällt hier auch eine enge Beziehung des kurzen Merale zu dem Ischiale auf, da seine Muskeln, die das Carpale bewegen, mehr oder weniger weit in das Ischiale hinaufreichen, so daß man daran denken kann, daß beide ursprünglich eins gewesen sind (Fig. 12). Im Scherenbein bilden sie eine einheitliche Masse. Es scheint mir demnach möglich, daß das mit dem Exopoditen versehene Glied des Scherenbeins aus Basale und Ischiale verwachsen ist und daß an den folgenden Beinen sich ein Glied von seinem distalen Ende abgliedert hat, das also nicht dem Merale von Decapoden homolog wäre. Diese Verhältnisse bedürfen aber noch weiterer Untersuchung.

Indem ich nun zur vergleichenden Betrachtung der Beine anderer Crustaceengruppen übergehe, ist vor allem die merkwürdige Ähnlichkeit zwischen den Beinen von Branchipodiden (Fig. 13) und der hinteren Maxille von *Nebaliella* (Fig. 4) hervorzuheben, nichtsdestoweniger kann man mit Bestimmtheit sagen, daß gerade das Merkmal, worauf diese Ähnlichkeit in erster Linie beruht, nämlich die Gegenwart lappenartiger Fortsätze an der Innenseite des Basipoditen, nicht auf Homologie beruht, sondern daß die Lappen (Enditen, Kauladen) in beiden Fällen für sich entstanden, also nur analog sind. Trotzdem erscheint mir dieser Vergleich sehr wichtig, weil man aus ihm sofort zu Schlüssen über die morphologische Bedeutung dieser Lappen gelangt. Ebenso wie bei der hinteren Maxille der Leptostraken ist die Gliederung des Basipoditen auch bei Phyllopoden von der Ausbildung und Zahl solcher Fortsätze gänzlich unabhängig, das Coxale trägt ihrer zwei, das Basale bei *Nebaliella* und den Phyllopoden drei, bei *Nebalia* zwei; andre Malacostraken verhalten sich in Zahl und Form dieser Lappen recht verschieden¹.

¹ Bei dieser Gelegenheit möchte ich erwähnen, daß mir die zweite Maxille von *Lophogaster* anders erscheint, als sie BOAS (1883, S. 499, Fig. 25) aufgefaßt hat, nämlich die beiden Kauladen gehören zum Coxale, während das Basale keine solche besitzt, BOAS hat es irrtümlich für das Proximalglied des Palpus erklärt (»Der Palpus ist dreigliedrig, sein proximales Glied ist sehr breit, an der Außenseite mit einem abgerundeten Fortsatz versehen«). Dieser Fortsatz enthält den größten Teil der Muskulatur des Basale, während ein kräftiger Muskel zum Exopoditen aus dem über dem Palpus gelegenen Teil kommt, was unmög-

Ich habe hier ein Bein von *Branchinecta* (Fig. 13) abgebildet, worin die Muskulatur noch ziemlich schwach entwickelt ist. An der Innenseite findet sich zu oberst ein langer, flachgerundeter Lappen, von welchem der nächste, bedeutend kleinere, durch einen ziemlich tiefen Einschnitt getrennt ist, beide sind dicht mit langen Fiederborsten besetzt, außerdem trägt jeder einen kurzen und einen langen Dorn, der proximale Lappen in der Mitte noch einen schwächeren. Ihnen beiden gegenüber liegt an der Außenseite des Beines die Kiemenlamelle (*b*). Es folgen innen drei ziemlich gleich große, deutliche Lappen, die einige Dornen und vom Rand entfernt zwei oder drei Fiederborsten tragen; dem proximalen von ihnen liegt außen der Epipodit gegenüber.

Wichtig ist nun ein Vergleich der Muskulatur mit der in den Brustbeinen von Leptostraken. Weniger noch als bei ihnen ist die Haut cuticularisiert und undeutlicher dementsprechend die Gliederung. Die aus dem Körper kommenden Muskeln enden meist in der Gegend, wo der Epipodit entspringt; da ein abgesetztes Gelenk fehlt, müssen sie in dem Glied enden, das sie bewegen sollen, demnach reichen sie bis unter die Stelle herab, die dem Gelenk entspricht.

Ganz ähnlich wie bei Leptostraken wird das Coxale von einem ziemlich kräftigen äußeren, von einem mittleren und einem zum Teil weit ins Basale herabreichenden, zum Teil im Coxale endigenden inneren durchzogen. Deutlich ist auch der Schrägmuskel, der mit einzelnen Enden gegen die Außenseite herabläuft. Nicht so deutlich ist ein Schrägmuskel zur Innenseite wahrzunehmen; ich vermute, daß der im Coxale endigende Teil des inneren Längsmuskels in Verbindung mit einigen ziemlich auffallenden Quermuskeln nach dem Innenrande hin seine Stelle vertreten.

Ein Schrägmuskel, der aus der unteren Hälfte des Coxale schräg nach außen herabzieht, ist jedenfalls dem Muskel homolog, der bei Leptostraken über dem Ansatz des Exopoditen endet — ähnlich hier unter der Insertion des Epipoditen. Ganz ähnlich wie bei Leptostraken verlaufen zum Exopoditen zwei Muskeln, welche diesen bewegen.

So weit kann man den Vergleich bis in die Einzelheiten durchführen, auch ein kleiner mittlerer Längsmuskel im Basale, der in der Gegend,

lich sein würde, wenn dies wirklich ein Tasterglied wäre. Demnach ist der Taster wie bei Mysiden zweigliedrig und wie bei ihnen sind die Kauladen des Coxale an dem Basale herabgerückt.

wo der mittlere Längsmuskel des Coxale aufhört, entspringt, dürfte dem von Nebalien entsprechen — etwas verschieden ist nur eine kleine Muskelgruppe, die aus der Mitte des Basale zum Endopoditen schräg nach innen herabzieht, ein Teil läuft eine Strecke weit in diesen hinein, während ein anderer sich nach der Innenecke am Grunde des Endopoditen richtet und von hier durch einen andern, der dem Innenrande des Endopoditen entlang zieht, fortgesetzt wird. Während in den Cormopoden der Leptostraken eine entsprechende Muskulatur fehlt, ist in der hinteren Maxille, wie wir gesehen haben, ein innerer Längsmuskelfaden bis in die Mitte des Endopoditen zu verfolgen.

Ganz von selbst hat sich bei diesem Vergleich ergeben, daß ich am Phyllopodenbein von einem Coxale, einem Basale und einem Endopoditen gesprochen habe, in der Tat folgt unzweideutig, daß der Teil, der innen die beiden proximalen Lappen trägt und außen zur Kiemenlamelle ausgezogen ist, dem Coxale, der mittlere Teil mit den drei weiteren Lappen, dem sich außen der Exopodit anheftet, dem Basale und das blattförmige Ende des Beins dem Endopoditen homolog ist. Der Grund, von dem der Epipodit entspringt, kann ähnlich wie bei Leptostraken als neutrales Verbindungsstück zwischen den beiden Gliedern des Basipoditen angesehen werden.

Andre Branchipodiden, z. B. *Streptocephalus lamellifer* (THIELE 1900, Fig. 8), können bedeutend stärkere Muskeln haben; in der bezeichneten Abbildung sind sie etwas undeutlich dargestellt, doch ist zu erkennen, daß sie fast sämtlich wesentlich stärker sind als bei *Branchinecta*, so die beiden Muskeln zum Exopoditen und in diesem eine fächerförmig nach unten strahlende Muskulatur, die bei *Branchinecta* auch vorhanden, aber viel schwächer ist, so auch der mittlere Längsmuskel zum Endopoditen, während der innere Muskel schwach geblieben ist. Die beiden Innenlappen des Coxale sind ziemlich undeutlich getrennt und die drei am Basale bedeutend kleiner als bei *Branchinecta*, aneinander dicht zusammengedrückt.

Von den Beinen der Branchipodiden sind die der Conchostraken wesentlich verschieden, der proximale Endit von *Estheria* (vgl. 1900, Fig. 24) ist schmal, zugespitzt, am Ende mit einigen Dörnchen, außerdem wie die folgenden distal mit zwei Borstenreihen, proximal mit einer queren Reihe besetzt, die folgenden drei Enditen sind gerade abgeschnitten, wenig vortretend, allmählich distalwärts kürzer werdend, der letzte ist abgerundet und mit einem langen fingerförmigen, borstenlosen Anhang versehen, der nur am Ende einige Sinneshärechen trägt

und sicher ein Sinnesorgan darstellt. Der Endopodit ist schmal, am Grunde durch ein schwaches, aber deutliches Gelenk abgesetzt, der Exopodit sehr groß, blattartig, mit einem langen Dorsalzifpel versehen, der Epipodit fingerförmig, borstenlos, während die Kiemenlamelle der Branchipodiden hier kein Homologon hat.

Auch die Muskulatur ist recht wesentlich verschieden, hauptsächlich dadurch, daß ihr unterer Teil, der hauptsächlich dem Basale angehört, sehr viel stärker entwickelt ist. Die Muskeln des Coxale reichen nur bis zur Mitte des zweiten Enditen herab, ein kräftiger äußerer Längsmuskel besteht aus zwei Teilen, von denen der eine nur halb so weit herabreicht wie der andre, ein dicht daneben gelegener Muskel endet fast an der Wurzel und wird an der Vorderseite durch einen schräg nach innen gerichteten Muskel fortgesetzt, dem an der Hinterseite drei parallele Bänder entsprechen; deutlich ist ein innerer Längsmuskel. Ein nach außen herabziehender Schrägmuskel breitet sich distal aus und ein Quermuskel geht zum proximalen Enditen.

Die von der Mitte des zweiten Enditen distal verlaufenden Muskeln des Basale bilden eine innere und eine äußere Gruppe. Jene besteht aus vier parallelen Muskeln, von denen die beiden inneren sogar noch weit ins Coxale hinaufreichen; sie und der folgende Muskel enden distal mit je zwei Teilen zwischen den Enditen, der mittelste sogar mit drei Teilen, so daß der innerste Muskel zwischen dem zweiten und dritten Enditen, der nächste zwischen dem zweiten, dritten und vierten, der äußerste zwischen dem vierten und fünften endet. Der weitere Muskel verläuft ungeteilt in den Endopoditen hinein; wo er in diesen eintritt, entspringt vom Gelenk noch ein schwacher Muskel, der etwas divergierend nach innen herabläuft.

Die äußere Muskelgruppe des Basale steht zum Exopoditen in Beziehung, sie besteht aus einem kräftigen Schrägmuskel, einem mehr längsgerichteten, den vorigen kreuzenden Muskel, der weit in den Exopoditen hinabreicht, einem Quermuskel, dessen distales Ende sich unregelmäßig weit ausbreitet und zum Teil in den Dorsalzifpel aufwärts zieht, und einem kleinen gegen den Ansatz des Epipoditen gerichteten Muskel. Im Exopoditen läuft auch ein Muskel vom Ansatz in den Ventralzifpel hinab.

Die Beine von *Apus* sind denen von Conchostraken viel ähnlicher, als denen der Branchipodiden; ich habe eins der vorderen von einer noch unbeschriebenen madagassischen Art abgebildet (Fig. 14). Von den Enditen ist der proximale wesentlich anders geformt und

bewaffnet als die folgenden, die sich gegen das Ende zuspitzen, nur die beiden distalen inserieren dicht zusammen und am Endopoditen, der zweite und dritte sind vom ersten und vierten und voneinander getrennt. Bekanntlich verändern sich die Beine von vorn nach hinten allmählich bedeutend, die hinteren sind kürzer, die Enditen aneinander gerückt, so daß sie den Beinen von *Estheria* und *Limnetis* (= *Lynceus*) noch bedeutend ähnlicher sind.

Der Exopodit ist mehr oder weniger kleiner, der Epipodit mehr blattförmig, auch fehlt die Kiemenlamelle am Coxale.

Die Cuticula ist verschieden stark; am Coxale fällt ein von starker Cuticula bekleideter Wulst in der äußeren Hälfte auf, dem distal etwas wie ein Gelenkknopf gegenüber liegt, und in der Mitte des Basale läuft ein starker Chitinstreifen herab, dagegen ist über dem Ansatz des zweiten Enditen die Haut dünn und faltig.

Unter diesem Enditen ist ein deutliches Gelenk wahrzunehmen, das aber nur bis etwa zur Mitte des Beines zu verfolgen ist; der erwähnte Gelenkknopf gehört aber jedenfalls dazu.

Vom dritten Enditen verläuft auch eine Grenze quer über das Bein; vielleicht kann man den Raum zwischen diesen beiden Linien, von dem der Epipodit entspringt, ähnlich wie bei *Leptostraken* für eine Zwischenhaut ansehen. Der Endopodit ist meistens durch ein deutliches Gelenk abgesetzt, das am Basale eine knopfartige Vorrangung zeigt; es ist hier deutlich, daß der Endopodit nach innen eingeschlagen, nicht nach vorn oder hinten bewegt wird.

Die Muskeln des Coxale enden meist an dem Gelenk unter dem zweiten Enditen, die des Basale beginnen hier, sie sind im ganzen durchaus nach demselben Typus geordnet, wie ich es von *Estheria* angegeben habe (Fig. 14).

Zum Exopoditen laufen zwei Muskeln schräg herab, zwei schwache schräg aufwärts und einer ziemlich quer zum Bein gerichtet; im Exopoditen ist sonst nur ein schwacher und kurzer Muskel wahrzunehmen, der ungefähr dem Innenrande parallel verläuft.

Was die Beine der *Notostraken* und *Conchostraken* von denen der *Anostraken* unterscheidet, besonders die stärkere Muskulatur zum Endopoditen und zur Innenhälfte des Basale, unterscheidet sie auch von den *Leptostraken*, die also den *Anostraken* näher stehen, wenn man von der Kiemenlamelle absieht, die eine besondere Erwerbung der letzteren ist. Der Endopodit, der sich bei *Notostraken* und *Conchostraken* durch ein deutliches Gelenk gegen den Basipoditen absetzt, bildet in den beiden andern Gruppen die einfache Fortsetzung

des letzteren und ist gegen diesen nicht oder kaum beweglich. Auch die Muskeln zum Exopoditen sind in diesen beiden Gruppen ähnlicher als in den andern, außerdem ist hervorzuheben, daß bei Anostraken die Enditen bedeutend schwächer entwickelt sind als bei diesen, der proximale zeigt nicht eine solche Ausbildung, die nach Form und Bewaffnung den Kauladen von Maxillen nahe kommt.

Die den Leptostraken und Anostraken gemeinsamen Merkmale kann man mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit für primitiv erklären, ja für die primitivsten, die überhaupt an Crustaceenbeinen erhalten sind. Von den Unterschieden ist einerseits das gänzliche Fehlen von Enditen bei Leptostraken, andererseits der völlige Mangel einer Gliederung des Endopoditen als ursprünglich zu bezeichnen. Ein Epipodit findet sich bei allen Phyllopoden und den meisten Leptostraken an derselben Stelle zwischen Coxale und Basale, er fehlt dagegen bei *Nebaliella* sowie den Branchiuren und Copepoden.

Ungefähr mit demselben Recht kann man annehmen, daß er bei den beiden Gruppen, die ihn besitzen, für sich gesondert entstanden und bei den andern noch nicht vorhanden gewesen ist, oder daß er bei jenen homolog und bei diesen verloren gegangen ist. Ich halte die erstere Annahme für wahrscheinlicher, zu deren Gunsten auch sein spätes Erscheinen in der ontogenetischen Entwicklung der Phyllopoden spricht. *Nebaliella* dürfte die primitivste Gattung unter den Leptostraken sein und die mit großen Epipoditen ausgestatteten Gattungen *Nebalia* und *Nebaliopsis* am differentesten.

Von den beiden genannten Gruppen mit zweiästigen Brustbeinen ohne Epipoditen habe ich kürzlich (1904a) meine Meinung dahin geäußert, daß die Branchiuren nicht mit den Copepoden vereinigt werden dürfen, wie das nach CLAUS bisher geschehen ist. In Fig. 15 habe ich ein Brustbein von *Dolops* mit seiner Muskulatur darzustellen versucht. Der Basipodit ist dick, walzenförmig, von starker Muskelmasse erfüllt, ähnlich wie die Pleopoden der Leptostraken, nur sind die beiden Glieder, von denen das Coxale größer ist als das Basale, deutlich voneinander getrennt.

Endopodit und Exopodit sind im ganzen gleich lang, ungegliedert und ungefähr nebeneinander vom Basale entspringend, doch zeigt meine Abbildung deutlich, daß der Exopodit mehr von der Außenseite, der Endopodit mehr vom Ende dieses Gliedes abgeht, worin ich eine bedeutsame Annäherung an das Verhalten der Brustbeine von Leptostraken erblicke. Die beiden Glieder des Basipoditen sind

ventral mit einer dichten Borstenreihe besetzt, ebenso die beiden Äste. Zwischen Leib und Coxale findet sich eine etwas querverrunzelte Verbindung, die darin ihre Bedeutung findet, daß bei den Bewegungen des dicken Beines die unelastische Haut durch diese Fältchen davor geschützt ist, schädliche Zerrungen an dem weichhäutigen Körper hervorzurufen; nichts spricht dafür, daß diese Strecke die Bedeutung eines besonderen Gliedes besitzt. Der Exopodit bildet an den drei vorderen Beinen einen proximalwärts gerichteten Fortsatz ähnlich wie der dorsale Zipfel von *Nebatiella* und Conchostraken.

Die Muskulatur besteht aus zahlreichen Zügen, die im Coxale innen und außen längsverlaufen und dazwischen verschieden schräg nach der Innen- und Außenseite hin gewendet sind, einige setzen sich bis ins Basale fort, zum Teil bis zum Anfang der beiden Äste, doch entspringen die an den Endopoditen tretenden Muskeln hauptsächlich aus dem Basale. Zum Exopoditen läuft ein Schrägmuskel, der teils ins Coxale hinaufreicht, teils im Basale bleibt. Ein breiter mittlerer Muskel, der aus dem distalen Teil des Coxale ins Basale herabzieht, kann in dem mittleren Längsmuskel des Basale von Leptostraken und Anostraken sein Äquivalent finden, wie auch sonst im großen und ganzen die Muskeln sich ähnlich wie bei diesen verhalten, nur sind die für die Bewegung der beiden Äste erforderlichen Züge weit stärker entwickelt, und in diesen Ästen verläuft auch je ein Längsmuskel. Diese Beine sind gewissermaßen eine Mittelform zwischen den Brustbeinen und den Pleopoden der Leptostraken, doch den letzteren ähnlicher, da sie wie diese ausgesprochene Schwimmbeine sind.

Diese Aufgabe haben auch die Spaltbeine der Copepoden, die im Vergleich mit denen von *Dolops* in mancher Hinsicht höher differenziert sind, so sind die beiden Äste deutlich geringelt — an dem in Fig. 17 dargestellten Bein jedes dreiteilig — und auch die beiden Glieder des Basipoditen sind nicht nur gegeneinander, sondern auch gegen den Körper scharf durch Gelenke abgesetzt, an denen die bewegende Muskulatur sich anheftet. Diese ist somit völlig auf die einzelnen Glieder begrenzt, und besonders ist hervorzuheben, daß die starke Körpermuskulatur, die das Bein bewegt, nicht in das Coxale hineinreicht, sondern an ihrem proximalen Gelenk aufhört. Eine solche scharfe Abgrenzung des Coxale gegen den Körper habe ich bei keiner der andern Crustaceengruppen wahrgenommen, bei den niederen Formen sind sonst die Beine von schwächerer Cuticula bekleidet, während bei den höheren das Coxale mehr oder weniger

dem Körper angefügt ist und sein distales Gelenk die größere Bedeutung erlangt hat.

Im Coxale liegt ein etwas schräg gerichteter breiter Muskel, der am proximalen Gelenk inseriert (Fig. 17), und drei Längsmuskeln mit distaler Insertion. Im Basale heftet sich ein breiter kurzer Muskel an der Innenseite des Endopoditen an, während zwei Muskelpaare an der Innen- und Außenseite vom Exopoditen inserieren. Der Exopodit ist meistens größer als der Endopodit und enthält in seinem Mittelstück ein Muskelpaar, welches das Endstück zu bewegen vermag, dagegen ist der Endopodit ohne Muskel. Darin verhalten sich indessen die Copepoden verschieden, so ziehen bei *Sapphirina* zwei Muskeln aus dem Basale durch das erste Glied des Endopoditen hindurch und einer durchzieht auch das zweite Glied.

Mit den mehr oder weniger unregelmäßig gestalteten Beinen der »Entomostraken«, die teils in Beziehung zur Ernährung, teils zum Begattungsgeschäft (so die hintersten Beine von Copepoden, die vordersten bei Conchostraken, die hinteren Antennen von Anostraken im ♂, das elfte Bein von Notostraken im ♀ Geschlecht) getreten sind, will ich mich nicht näher beschäftigen. Ich greife nur als Beispiel ein paar Fälle heraus.

Die beinförmige hintere Maxille von *Dolops* besteht außer den zwei Gliedern des Basipoditen noch aus vier Gliedern (Fig. 16), die zwar durch Gelenke scharf getrennt sind, aber in ihrer Muskulatur sich ganz anders verhalten als die Endopoditen von Euphausiiden. Das proximale dieser Glieder enthält zwar hauptsächlich Muskeln, die an seinem distalen Gelenk inserieren, doch erstreckt sich einer an der Innenseite bis zum folgenden Gelenk. An der Außenseite des zweiten Gliedes entspringen zwei Muskeln, die sich am letzten Gelenk anheften und das mit mehreren Klauen besetzte Endglied bewegen, während die außen davon sichtbaren Borsten zum vorletzten Gelenk gehören.

Der Kieferfuß von Calaniden hat distal einige mehr oder weniger kurze Glieder (Fig. 18), die sich bei andern Copepoden verlängern können. In dem Fall, den ich dargestellt habe, entspringt aus dem ersten dieser Glieder, die mit großen Borsten besetzt sind, ein dreifacher Muskel, der an die Außenseite der drei folgenden Glieder tritt und ein Doppelmuskel, der sich mehr nach der Innenseite wendet und im zweiten und dritten Gliede endet. Man findet also hier in der Muskulatur eine unvollkommene Gliederung ausgedrückt, die

insofern interessant ist, als sie eine gewisse Ähnlichkeit mit den inneren Muskeln im Basale von Conchostraken und Notostraken zeigt, die sich zwischen den Enditen anheften und einen Anfang von Gliederung des Basale andeuten, wie sie sonst kaum wiederzufinden ist.

Die vordere Maxille von Calaniden weist am Coxale eine äußere, mit langen Borsten besetzte Platte auf, die von CLAUS u. a. als Epipodit gedeutet worden ist. Diese Deutung erscheint mir sehr unwahrscheinlich, denn abgesehen davon, daß die Erhaltung des Epipoditen allein an der sonst stark veränderten Maxille schon nicht eben viel für sich hat, weicht dieses Gebilde vom Epipoditen der Phyllopoden darin ab, daß es mit Borsten besetzt ist, daß es unmittelbar vom Coxale entspringt und daß es aus diesem einen starken Muskel empfängt, während der Epipodit borstenlos ist, vom Zwischenstück zwischen den beiden Gliedern entspringt und keinen Muskel enthält.

In diese Reihe von Gliedmaßen rechne ich auch die gegliederten Beine von *Limulus*, dieser merkwürdigen Tierform, die durch weitgehende Verwachsung der Körpersegmente sehr hoch entwickelt ist, die durch die Beziehung der fünf gegliederten Anhänge, hauptsächlich des hintersten, zum Kaugeschäft ganz isoliert unter den Crustaceen dasteht und deren vorderster scherenförmiger Anhang unter anderm auf Beziehungen zu den Skorpionen hinweist.

Am Grunde des proximalen Gliedes verläuft ringsum ein starker Chitinstreifen zwischen den beiden mittleren dornentragenden Fortsätzen hindurch, die den Enditen von Phyllopoden ähnlich sind; an diesem Streifen setzt sich einerseits die aus dem Körper und vom proximalen Rande des oberen Enditen herkommende Muskulatur an, andererseits zwei breite Muskeln zum distalen Gelenk. An der Innenseite des zweiten Gliedes liegt ein starker Muskel, von dem sich eine Sehne durch das dritte Glied bis zum dritten Gelenk fortsetzt; ein ziemlich kleiner Muskel endet im proximalen Teil des dritten Gliedes. In diesem findet sich an der Streckseite ein zum proximalen Gelenk ziehender Muskel und an der Beugeseite des distalen Gelenks verbindet sich ein Muskel mit der erwähnten Sehne aus dem zweiten Gliede.

Auch aus dem vierten Gliede reicht ein Teil der Muskulatur bis ins dritte und heftet sich an dessen Außenseite an. Das fünfte Glied ist bekanntlich an den meisten Beinen scherenförmig, während es am hintersten vier spitze blattförmige Anhänge trägt, außer dem

mit zwei ähnlichen Anhängen versehenen Endgliede; von diesen beiden ist nur der eine durch zwei Muskeln beweglich, wie eine gelenkig angesetzte Endklaue, der andre unbeweglich, aber auch nicht mit dem Gliede fest verwachsen.

Ich hatte daran gedacht, ob die beiden Enditen, denen, wie gesagt, auch eine Trennung der proximalen und distalen Muskeln an dem Chitinstreifen entspricht, zu zwei verschiedenen Gliedern gehören, dafür könnte auch das Vorhandensein eines äußeren Anhangs (Exopoditen) am hintersten Bein sprechen, da der Exopodit doch immer vom zweiten Glied entspringt; es ist indessen an diesem Streifen kein Gelenk vorhanden, so daß solche Annahme kaum wahrscheinlich ist, und dann wird auch die Deutung des erwähnten Fortsatzes als Exopodit höchst zweifelhaft. Irgend eine Homologisierung mit Decapodenbeinen erscheint mir wegen des gänzlichen Mangels an verwandtschaftlichen Beziehungen völlig unfruchtbar, die Muskulatur weist bedeutende Unterschiede auf, daher hat es auch keinen Zweck darüber sich den Kopf zu zerbrechen, ob das vierte Glied des *Limulus*-Beines wegen der ringsum laufenden eingeschnittenen Linie als aus zwei ursprünglichen Gliedern verwachsen zu deuten ist. Vergleichen kann man ja diese Gliedmaßen mit denen von Decapoden ebenso wie etwa mit der hinteren Maxille von *Dolops*, so lange man nur daran festhält, daß die Ähnlichkeit auf Analogie, aber nicht auf Homologie beruht. Dasselbe gilt natürlich noch in viel höherem Grade von einem Vergleich mit den Beinen von Tracheaten, physiologische Analogie kann oft ähnliche Resultate haben wie morphologische Homologie, und der Phylogenie und natürlichen Systematik liegt es ob festzustellen, welche von beiden Ursachen wirksam gewesen ist.

Indem ich zum Schluß daran gehe, die Resultate meiner vergleichenden Betrachtung kurz zusammenzufassen, will ich einzelne Literaturangaben besprechen.

In KORSCHULT und HEIDERS Lehrbuch S. 388, 389 wird im ganzen, wenn auch ziemlich hypothetisch, eine ähnliche Auffassung über die phyletische Entwicklung der Crustaceenbeine ausgesprochen wie in diesem Aufsatz: »Es scheint, daß die gestreckten Beinformen sich erst allmählich entwickelt haben, und daß die lamellöse verbreiterte Beinform, wie sie den meisten Phyllopoden und den Thoraxbeinen von *Nebalia* zukommt, einem ursprünglichen Typus entspricht.«

Weiter ist dort zu lesen: »Es ist noch nicht völlig sichergestellt, in welcher Weise die einzelnen Teile des blattförmigen Phyllopodenfußes auf das — Schema des Crustaceenbeines zu beziehen sind. Eine gewisse Wahrscheinlichkeit scheint uns die Deutung RAY LANKESTERS für sich zu haben, nach welchem von den sechs der Innenseite angehörigen Enditen der fünfte dem Endopodit, der sechste dem Exopodit entspricht.« Wir haben gesehen und ich betone das hier, daß solche Auffassung beim Vergleich des *Apus*-Beines mit dem der andern Phyllopoden und der Leptostraken ganz unwahrscheinlich ist, der Exopodit ist unzweifelhaft das von mir als solches bezeichnete Blatt. In ihrer Begründung dieses Satzes operieren die genannten Autoren abwechselnd mit dem *Apus*-Bein und der Entwicklung von *Branchipus*, so daß kaum verständlich ist, worauf die Angaben sich eigentlich beziehen.

Wenn dann geschrieben ist: »Ein Zerfall des Stammteils der Extremität in einzelne Glieder, wie Fig. 269 (von *Apus*) ihn aufweist, gehört an dem Phyllopodenbein zu den Ausnahmen,« so kann sich das nach den Bezeichnungen der Abbildung wohl nur auf die beiden Glieder des Basipoditen beziehen, die hier allerdings deutlicher als bei andern Phyllopoden voneinander getrennt sind. HANSEN schreibt dagegen (1893, S. 196): »Man sieht leicht an einer kali-gereinigten Haut vom sechsten Beine von einem *Apus* (*Lepidurus productus* speziell untersucht), daß es aus sechs Gliedern besteht, jedes hat seine Lade, von welchen die fünf ersten eingelenkt sind, während die sechste eine unmittelbare Verlängerung des Gliedes ist; das vierte und fünfte Glied sind, wenigstens auf der Hinterseite des Beines, durch deutliche, aber kleine Chitinplatten repräsentiert. Auf der Vorderseite des Beines sieht man deutlich, daß der Exopodit von der Basis des dritten Gliedes ausgeht, der Epipodit von dem distalen Ende des zweiten Gliedes, während dem ersten großen Glied eine Platte oder Ausstülpung an der Außenseite fehlt.« Demnach soll jedem Enditen ein Glied entsprechen.

Wir haben gesehen, daß bei den Notostraken sowie den Conchostraken zwar die inneren Muskeln eine gewisse sekundäre Gliederung, die den Enditen entspricht, andeuten, aber diese Gliederung ist noch nicht bis zu einer Ringelung fortgeschritten, wie etwa am Propodale von Mysiden, da sie die äußere Hälfte des Beines gar nicht erreicht. Die Untersuchung der ausmacerierten Haut kann natürlich höchstens einseitige Resultate liefern. Ich verweise hauptsächlich auf den Vergleich mit der hinteren Maxille von *Nebaliella*,

an der gleichfalls der innere Längsmuskel zwischen den Kauladen endet. Trotzdem kann es hier nicht zweifelhaft sein, daß der Basipodit nicht mehr als zweigliedrig ist, daran halte ich vom vergleichend-morphologischen Standpunkt durchaus fest. Nach meiner Auffassung entspricht der Epipodit nicht dem zweiten Enditen, sondern liegt an dem Zwischenstück zwischen den beiden Gliedern, während der Endit noch zum Coxale gehört, der Exopodit ist allerdings wie der dritte Endit zum proximalen Teil des Basale zu rechnen.

Ganz unmöglich ist die Ansicht BÖRNER'S (1903, S. 326, Fig. 27), nach der der Basipodit von *Apus* sämtlichen Beingliedern von Decapoden bis auf den Tarsus — dem bei den letzteren die Schere entsprechen soll — homolog gesetzt wird, während tatsächlich BÖRNER'S »Tarsus«, d. i. der Endopodit von *Apus* dem allergrößten Teil des Decapodenbeines homolog ist. Man sieht, wohin solche unsystematische Untersuchung führen kann, zumal wenn man die Literatur gänzlich ignoriert — ich werde mich mit dieser Arbeit daher nicht weiter abgeben.

Richtig ist HANSENS Angabe, daß die Eierkapsel am elften Bein von *Apus* nicht aus dem Epipodit und Exopodit gebildet wird, wie SARS angibt, sondern von dem letzteren und dem erweiterten äußeren Distalteil des Basale — HANSEN schreibt allerdings fälschlich »die äußere Ausdehnung des Endopodits« —, denn ich habe bei einem jungen *Lepidurus glacialis* deutlich den kleinen Epipoditen über der Eikapsel gefunden, übrigens hat ihn SARS selbst (1896, Taf. XII, Fig. 17) gezeichnet.

Durchaus bekämpfen muß ich aber HANSENS Satz (S. 198): »daß man drei Glieder im Stamm von allen gespalteten Gliedmaßen bei den Crustaceen als ein primäres Verhältnis annehmen muß«, ich kann weder bei Branchiuren noch bei Leptostraken anerkennen, daß über dem Coxale das Äquivalent eines besonderen Gliedes zu finden ist. Desgleichen muß ich dem widersprechen, daß die Cormopoden (Basipodit und Endopodit) von Leptostraken neungliedrig sind, wenn ich davon absehe, daß der Endopodit höchstens eine Ringelung erkennen läßt.

Auch kann ich nicht einsehen, daß die Leptostraken den Euphausiiden sehr fern stehen und sich mehr den Mysiden nähern, ebenso wenig, daß das vierte Glied des Euphausiidenbeins »mit dem vierten und fünften Gliede zusammen bei Mysiden homolog ist« und daß das Mysidenbein aus acht Gliedern besteht, von denen das fünfte und

sechste das Knie zwischen sich haben sollen. HANSEN scheint durchaus mehr Glieder zu suchen, als andre Zoologen annehmen.

In ihrem Lehrbuch schreiben KORSCHULT und HEIDER weiter (S. 389): »Man ist versucht, die typische zweiästige Form des Crustaceenbeines direkt von der ähnlichen gegabelten Gestalt der Annelidenparapodien herzuleiten. Hierfür spricht die Tatsache, daß die Sonderung von Exopodit und Endopodit sich an den Beinanlagen von Branchipus ungemein frühzeitig geltend macht. Während aber die Annelidenparapodien im allgemeinen der Lateralseite des Körpers angehörende Fortsatzbildungen darstellen, sind die Extremitäten der Crustaceen nach der Ventralseite gerückt und einander genähert, was wohl darauf hindeutet, daß wir uns die zwischen Anneliden und Crustaceen vermittelnde Stammform als eine am Grunde des Meeres kriechende Form zu denken haben. Die gegenseitige Einwirkung der Extremitäten und die damit in Verbindung stehende Entwicklung von Enditen ist demnach eine Neuerwerbung im Bereiche der Crustaceen. Dagegen wird man wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit die Epipodialanhänge auf Dorsalcirren der Anneliden beziehen dürfen.«

Dazu bemerke ich zunächst, daß nach meiner Auffassung die beiden Äste, Endopodit und Exopodit, ursprünglich durchaus nicht gleichwertig sind, sondern der erstere die einfache Fortsetzung des Stammes, der letztere ein Anhang desselben, daher kann man sie nicht wohl auf die gegabelte Gestalt der Parapodien zurückführen, sondern den Basipoditen mit dem Endopoditen auf deren Stamm, den Exopoditen auf einen dorsalen Anhang, etwa einen Cirrus. Den Epipoditen bin ich geneigt für eine besondere Erwerbung der Phyllopoden und Leptostraken zu halten, wofür sein verspätetes Auftreten in der Ontogenie spricht, wie die genannten Autoren anführen.

Daß die Crustaceenbeine im Gegensatz zu den Parapodien einander genähert sind, trifft durchaus nicht immer zu, so liegen sie bei Branchiuren ganz seitlich und auch bei Branchipodiden (*Artemia*, *Polyartemia*) so weit seitlich, daß diese in der allgemeinen Körperform einer *Tomopteris* ziemlich ähnlich sind. Die Beine werden jedenfalls hauptsächlich durch die Ausbildung der Schale bei Leptostraken, Conchostraken usw. ventralwärts verschoben, und erst dann kommt ihre gegenseitige Einwirkung zustande.

Somit kann ich dem Schluß auf eine kriechende Mittelform zwischen Anneliden und Crustaceen nicht zustimmen, gerade die ursprünglichsten Beinformen der letzteren sind durchaus Schwimmfüße und können sich erst allmählich in verschiedenen Gruppen in recht

verschiedener Weise an eine Bewegung auf dem Boden anpassen, demnach sind die Kriechbeine der Decapoden, der Ostracoden, der Notostraken, von *Limulus* in ihrer Gliederung durchaus nicht homolog, sondern in jedem Fall aus der Urform selbständig entwickelt.

Die Ausgangsform des Crustaceenbeines, die jedenfalls auf ein Annelidenparapodium zurückführbar ist, dürfte die eines zweigliedrigen Blattes sein, dessen proximales Glied noch unvollkommen vom Körper getrennt ist und seine Muskulatur aus diesem empfängt, während das distale Glied noch ungegliedert ist und einen dorsalen blattförmigen Anhang trägt.

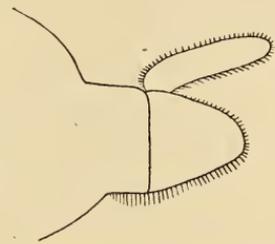
Dieser Ausgangsform kommt das Brustbein von *Nebaliella* am nächsten, doch ist das distale Glied verlängert und undeutlich geringelt, so daß andeutungsweise sein proximaler Teil, das Basale, von den fünf folgenden Stücken abgetrennt ist. Es ist also hervorzuheben, daß die

Summe von Basale und Endopodit dem ursprünglichen Distalgliede homolog ist und daß die einzelnen Glieder gleichzeitig entstanden und zunächst gleichwertig sind.

Im Endopoditen von *Nebaliella* findet sich nur eine Muskelfaser an der Außenseite der drei mittleren Glieder, die eine geringe Beweglichkeit des Endgliedes ermöglicht und an seinem distalen Ende ein Gelenk erzeugt, man kann danach annehmen, daß dieses am ursprünglichsten ist. Bedeutend stärker ist die vom letzten Gelenk entspringende Muskulatur im weiblichen Geschlecht der Gattung *Nebalia*, wo der Borstenfächer des Endgliedes die Eier und Embryonen festhält. Da die Muskulatur bei *Paranebalia* wieder verschieden ist und bei *Nebaliopsis* ganz fehlt, scheint sie bei der gemeinsamen Ausgangsform der Leptostraken noch gefehlt zu haben oder sie verhielt sich ähnlich wie bei *Nebaliella*.

Der hier noch fehlende Epipodit ist bei den andern Leptostraken zur Ausbildung gekommen, von geringer Größe bei *Paranebalia*, sehr ansehnlich bei *Nebalia* und *Nebaliopsis*; er entspringt von einem Zwischenstück (Gelenkhaut) zwischen Coxale und Basale.

Während bei Leptostraken das Bein ausschließlich in seinem Grundteil bewegt wird und seine beiden Äste bewegungslose Anhänge darstellen, hat sich bei Euphausiiden einerseits eine starke Muskulatur im Basale entwickelt, die den Exopoditen in seinem Insertions-



Schema der Ausgangsform des Crustaceenbeines.

gelenk bewegt, anderseits enthält jedes Glied des Endopoditen mit Ausnahme des letzten einen Beuge- und einen Streckmuskel, die am distalen Gelenk wirksam sind. Es fehlt noch eine Muskulatur, die den Endopoditen in seiner Insertion am Basale bewegen könnte, hier tritt indessen leicht eine Loslösung ein. Die Glieder des Endopoditen sind einander nach Form und Muskulatur im wesentlichen gleichartig, ähnlich gleichartig sind auch die acht aufeinanderfolgenden Cormopoden, allerdings bilden sich die hintersten häufig mehr oder weniger zurück. Die Epipoditen sind erhalten, doch verschieden stark differenziert.

Diese Gleichartigkeit ist bei Mysiden und Lophogastriden aufgehoben, in beiden Gruppen haben sich die vordersten Cormopoden zu Maxillarfüßen umgebildet und in beiden hat sich eine Muskulatur zum Endopoditen im Basale entwickelt. Bei Mysiden ist das Coxale mit dem Körper mehr oder weniger vollständig verwachsen, der Epipodit fehlt, das erste Glied des Endopoditen ist kurz, dreieckig, das vorletzte meist geringelt, das letzte klauenförmig geworden; zwischen dem dritten und vierten Gliede des Endopoditen hat sich ein deutliches Hauptgelenk ausgebildet.

Bei Lophogastriden ist eine starke Kiemengruppe am oberen Teil des Coxale und an seiner Wurzel vorhanden, deren Homologie mit dem Epipoditen recht zweifelhaft ist, das Hauptgelenk findet sich zwischen dem zweiten und dritten Gliede des Endopoditen, das Basale hat sich mehr oder weniger lang gezogen, während das erste Glied des Endopoditen ziemlich kurz und ringförmig ist.

Hieran schließen sich die Beine niederer Decapoden an, bei denen nur meist die mittleren eine Umwandlung des vorletzten Gliedes zu einer Schere erfahren haben, die bei vielen eine große biologische Wichtigkeit und zuweilen eine ungeheure Größe erlangt. Bald geht indessen der Exopodit nebst seiner Muskulatur im Basale verloren, so daß ein ungespaltenes siebengliedriges Bein resultiert, dessen Hauptgelenke zwischen dem ersten und zweiten und zwischen dem vierten und fünften Gliede liegen.

Ähnliche Verhältnisse finden sich bei Edriophthalmen, wo die spezielle Homologisierung der Glieder noch etwas unklar ist.

Von den Cormopoden der *Nebaliella* unterscheidet sich ihre hintere Maxille durch die Ausbildung von einigen Lappen an der Innenseite des Basipoditen und durch die bewegliche Einlenkung des im übrigen ganz ungliederten Endopoditen. Hierin verhalten sich die Blattfüße der Phyllopoden äußerst ähnlich, nur haben sie an der Außen-

seite einen Epipoditen, bei Anostraken auch ein Kiemenblatt am Coxale erlangt. Bei diesen sind die Enditen noch schwach entwickelt und ohne Beziehung zur Muskulatur, während bei Notostraken und Conchostraken der proximale Endit ähnlich einer Kaulade gestaltet ist, die übrigen sämtlich oder nur teilweise eine Funktion als Sinnesorgane erlangt haben und die Muskulatur in der inneren Hälfte des Basale dadurch, daß sie zwischen den Enditen Ansatzpunkte erlangt hat, eine sekundäre Teilung des bezeichneten Gliedes andeutet.

Der Endopodit ist bei Anostraken noch kaum, bei den übrigen Phyllopoden mehr oder weniger deutlich gegen das Basale abgesetzt und beweglich, stets aber völlig ungegliedert. Demnach zeigt sich hier im Vergleich zur Ausgangsform fast ausschließlich eine ziemlich geringe Weiterentwicklung des Basipoditen, während bei Malakostraken hauptsächlich der Endopodit sich weiterbildet, sich verlängert, gliedert und teils an den aufeinander folgenden Beinen, teils in seinen Teilen differenziert.

Die Pleopoden von *Nebaliella* sind aus der den Cormopoden zugrunde liegenden Form in der Weise umgestaltet, daß beide Spaltäste in Form und Ansatz einander ähnlich werden, indem der Exopodit ans Ende des Basale neben den Endopoditen rückt und daß beide durch eine starke Muskulatur gegen dieses Glied bewegt werden können; das kurze und mit dem Basale verschmolzene Coxale und das kurze abgetrennte Glied vom Endopoditen sind spezielle Eigentümlichkeiten der Leptostraken.

Aus diesen Pleopoden sind die der Malakostraken durch mehr oder weniger weitgehende Änderungen und Anpassungen an verschiedene Funktionen — Atmung, Begattung (♂), Befestigung der Brut (♀) — abzuleiten. Ihnen verhalten sich aber auch die Schwimmbeine der Branchiuren und Copepoden ähnlich und sind durch ähnliche Umwandlung aus der Ausgangsform herzuleiten.

An den Mundteilen geht zumeist der Exopodit verloren, während der Endopodit eine mehr oder weniger unregelmäßige Gliederung erfährt — z. B. Mandibel und vordere Maxille von Leptostraken, die beiden Maxillen von Branchiuren, hintere Maxille und Maxilliped von Copepoden — oder es geht auch der Innenast verloren, so daß nur die Kauplatte übrig bleibt (Mandibel und Maxillen von Phyllopoden, Mandibel von Branchiuren).

Zum Schluß noch eine kurze Bemerkung über Tracheatenbeine. VERHOEFF (1905, S. 245) schreibt über die ontogenetische Ausbildung der Beine von *Lithobius*: »die Pleuropodien sind zunächst einfach,

dann folgt Absetzung in Protopleurium und Telopodit.« Diesem Stadium entspricht unsre Ausgangsform mit dem zweigliedrigen Blattfuß, an dem allerdings der bei Tracheaten ganz fehlende Exopodit hängt.

»Bald darauf erkennt man (bei *Lithobius*) die Anlagen des Ungulums und seiner Sehne. — Der Telopodit der Knospen zerfällt fast mit einem Schlage in (vom Ungulum abgesehen) vier Glieder.« Zum Vergleich hiermit erinnere ich daran, daß bei Leptostraken die Glieder gleichzeitig entstanden sind und daß das Endglied sich zuerst durch ein deutliches Gelenk absetzt. Auch daß sich der Trochanter erst später »als basale Abschnürung des Präfemurs« entwickelt, kann man dem Verhalten von Basale und Ischiale bei Euphausiiden an die Seite stellen, nichtsdestoweniger halte ich diese Ähnlichkeit in der Ontogenie des *Lithobius*-Beines mit der Phylogenie des Malakostrakenbeines für keinen Grund, beide in ihren Einzelheiten zu homologisieren, sondern betrachte diese Ähnlichkeit lediglich als Analogie. Möglich wäre allenfalls, die Ausgangsform beider Entwicklungsreihen mit einem zweigliedrigen Fußstummel auszustatten, aber damit würden wir ziemlich bis auf die Anneliden zurückgehen; den Exopoditen kann man immerhin als beim Übergang auf das Land ausgefallen ansehen. Ob die Coxaldrüsen bei Leptostraken denen von Lithobiiden homolog sein können, vermag ich nicht zu entscheiden.

Literaturverzeichnis.

1883. BOAS, Studien über die Verwandtschaftsbeziehungen der Malakostraken. Morphol. Jahrbuch. Bd. VIII.
1903. BÖRNER, Die Beingliederung der Arthropoden. Sitzungsber. Ges. naturf. Fr. Berlin.
1893. HANSEN, Zur Morphologie der Gliedmaßen und Mundtheile bei Crustaceen und Insecten. Zool. Anz., Bd. 16.
- 1890—93. KORSCHOLT u. HEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere. Specieller Theil.
1896. SARS, Fauna Norvegiae. Bd. I. Beskrivelse af de hidtil kjendte Norske Arter af Unterordnerne Phyllocarida og Phyllopoda.
1900. THIELE, Über einige Phyllopoden aus Deutsch-Ost-Afrika. Zool. Jahrb. Syst. Bd. XIII.
1904. — Die Leptostraken. Wissenschaftl. Ergebn. deutsch. Tiefsee-Exp. Bd. VIII.
- 1904a. — Beiträge zur Morphologie der Arguliden. Mitteil. Zool. Mus. Berlin. Bd. II.
1905. — Über einige stielartige Krebse von Messina. Zool. Jahrb. Suppl. VIII.
1905. VERHOEFF, Über die Entwicklungsstufen der Steinläufer, Lithobiiden, und Beiträge zur Kenntniss der Chilopoden. Ebenda.

Erklärung der Abbildungen.

Mit *I, II* sind die beiden Glieder des Basipoditen, Coxale und Basale, mit arabischen Ziffern die fünf Glieder der Endopoditen: Ischiale, Merale, Carpale, Propodale und Terminale bezeichnet; *enp*, Endopodit; *exp*, Exopodit; *epp*, Epi-podit. — Der Borstenbesatz ist meist ganz fortgelassen, nur an einigen Teilen angedeutet. Meistens ist die äußere Seite nach rechts gewendet.

Fig. 1. Basipodit eines Cormopoden von *Nebaliella extrema* Thiele.

Fig. 2. Cormopod von *Paranebalia longipes* G. O. Sars; vom Exopoditen ist der größte Teil fortgelassen.

Fig. 3. Ende vom Endopoditen einer ♀ *Nebalia longicornis* G. M. Thomson.

Fig. 4. Hintere Maxille von *Nebaliella*.

Fig. 5. Cormopod von *Thysanopoda tricuspida* M.-E.

Fig. 6. Basipodit eines solchen von *Nyctiphanes norvegica* (M. Sars).

Fig. 7. Cormopod von *Praunus flexuosus* (Müll.).

Fig. 8. Ende des Endopoditen von *Siriella thompsonii* (M.-E.).

Fig. 9. Fünfter Cormopod (hinterer Scherenfuß) von *Pasiphaea sivado* (Risso); proximaler Teil.

Fig. 10. Derselbe von *Anomalopenaeus elegans* S. Smith.

Fig. 11. Endopodit eines Beines von *Asellus sieboldii* Rougemont.

Fig. 12. Vierter Cormopod von *Apseudopsis acutifrons* (G. O. Sars).

Fig. 13. Dritter Blattfuß von *Branchinecta paludosa* (Müll.).

Fig. 14. Fünfter Blattfuß von *Apus* sp.

Fig. 15. Zweiter Spaltfuß von *Dolops longicauda* (Hell.).

Fig. 16. Hintere Maxille derselben Art.

Fig. 17. Vierter Spaltfuß von *Euchaeta norvegica* Boeck.

Fig. 18. Ende vom Kieferfuß derselben.

Fig. 1.



Fig. 2.

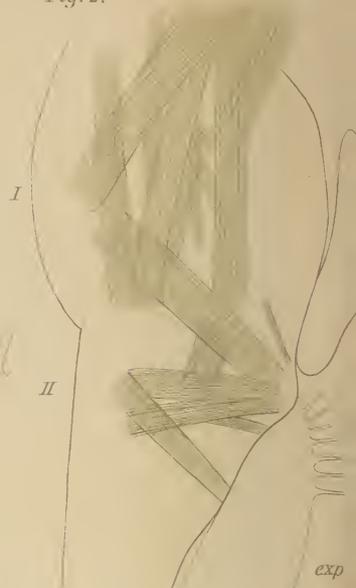


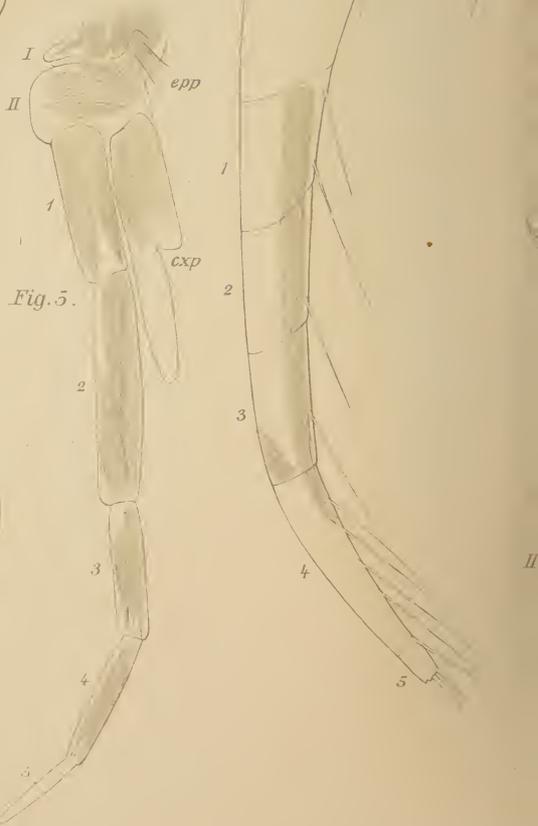
Fig. 4.

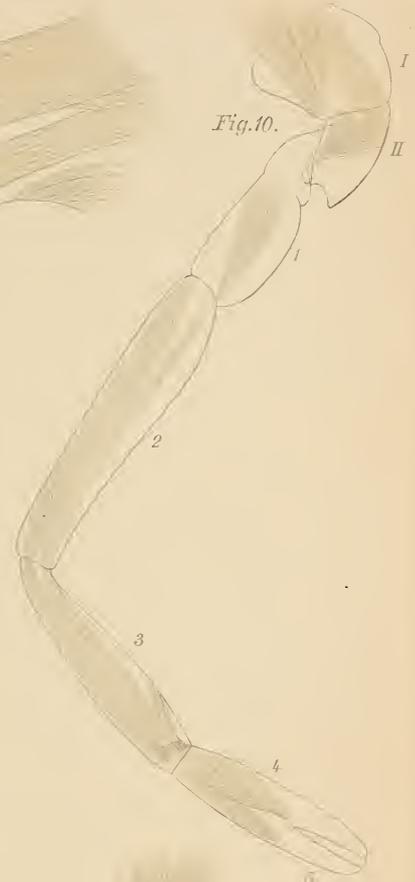


Fig. 3.



Fig. 5.





exp

Fig. 1.



Fig. 2.

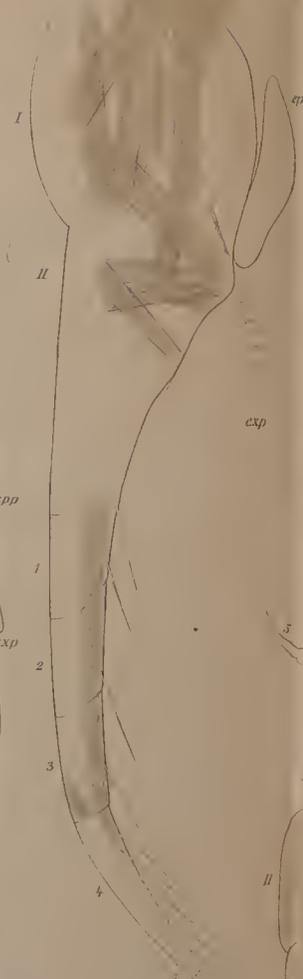


Fig. 7.



Fig. 9.



Fig. 10.

II

Fig. 4.

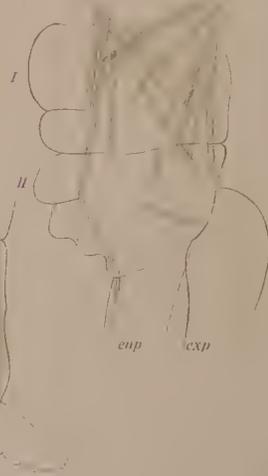


Fig. 3.



Fig. 5.



Fig. 8.

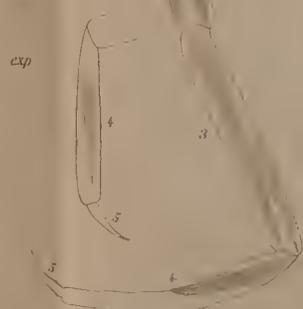


Fig. 6.



Fig. 11.



Fig. 12.

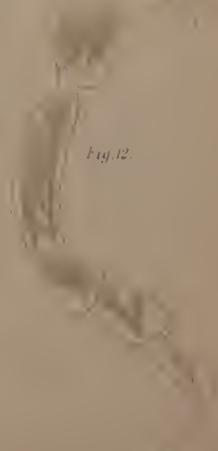


Fig. 13.



Fig. 15. epp

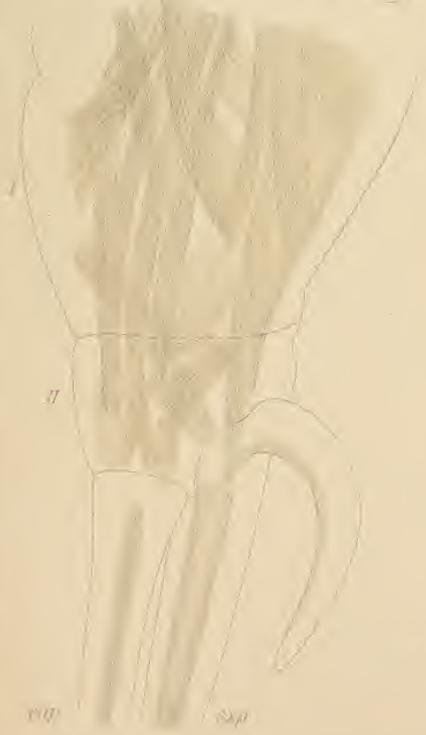


Fig. 14.



Fig. 18.

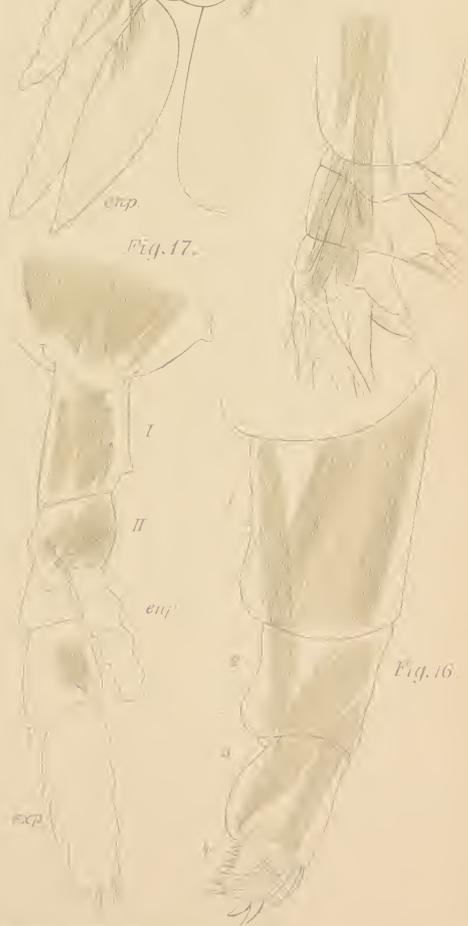


Fig. 16.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [82](#)

Autor(en)/Author(s): Thiele Johann [Johannes] Karl Emil Hermann

Artikel/Article: [Betrachtungen über die Phylogenie der Crustaceenbeine 445-471](#)