

Tardigraden - Studien.

Von

Professor Dr. **Ferd. Richters.**

(Mit Tafel I und II.)

1. Süßwasser-Makrobioten.

Die drei ältesten Autoren, welche über Tardigraden schreiben, Goetze, Eichhorn und O. F. Müller, 1773—1785, berichten über Süßwasser bewohnende Tiere; sie reden vom „Wasserbären“, eine Bezeichnung, die noch heute für Bärtierchen im allgemeinen im Englischen üblich ist. water-bears. Dann findet man sie in Dachrinnen und Moospolstern. Doyère, der 1839 die grundlegende Arbeit über Tardigraden schreibt, kennt den Wasserbären aus eigener Anschauung nicht, sondern beschreibt nur Landformen. 1849 wird der erste marine Tardigrad bekannt. Erst Dujardin unterscheidet 1851 in den *Annales des sciences nat.* III. ser. Bd. 15 deutlich zwei Süßwasserformen und benennt sie zum erstenmal mit wissenschaftlichen Namen als *Makrobiotus lacustris* und *M. makronyx*.

Greeff (Max Schultzes Archiv für mikroskop. Anatomie 2. Bd. 1866) glaubte, sich dieser Unterscheidung nicht anschließen zu können; er hielt *M. lacustris* für die Jugendform des *M. makronyx*, und Plate schloß sich ihm, *Zool. Jahrb.* Bd. III an; pg. 536 heißt es: „*Makrobiotus makronyx*, einzige Süßwasserform.“ Diese Behauptung hat viele — mich inbegriffen — irreführt. Das Photogramm eines Makrobioten-Geleges aus dem Köpperner Bach im Taunus, welches ich im „Mikrokosmos“ 1908 Heft 7 als das des *makronyx* veröffentlichte und auch in anderen Arbeiten bei Anfertigung der Abbildungen benutzt wurde

(Prometheus 1904, Eier der Tardigraden, Bericht des S. N. G. 1904), gehört sicher nicht dieser Art, sondern dem *Makrobiotus lacustris* an. Der von Vanhöffen auf Grönland gesammelte Makrobiot ist nicht *Makrob. makronyx*. Vanhöffen hatte die Freundlichkeit, mir die noch vorhandenen Präparate zum Geschenk zu machen. Ein $368\ \mu$ großes Weibchen dieser Form ist schon eierträchtig, seine längsten Krallen messen $10\ \mu$ und sind nur an der Basis verwachsen; das sind Befunde, die nicht zu *M. makronyx* passen. Eine genaue Definition dieser grönländischen Art gestattet das Material leider nicht mehr. Ebenso ist der Makrobiot, den Schaudinn von Storö, Spitzbergen, Fauna arctica, Bd. II. beschrieb — das Originalmaterial ist mir durch die Güte meines Freundes Römer zur Verfügung gewesen — nicht *M. makronyx*, siehe Seite 32. Zschokke hat *M. makronyx* von vielen hochalpinen Fundstellen angegeben. (Neue Denkschriften der allg. schweiz. Gesellschaft etc. IV. Dekade, Bd. VII. pg. 192), aber ich glaube, auch er hat sich von Greeff und Plate beeinflussen lassen, als von ihm „die unbestimmten Tardigraden, von denen einige der (6) genannten Autoren berichten, ebenfalls zur Spezies *M. makronyx* gezogen wurden“. Voeltzkow bezeichnet seinen Makrobioten von Madagascar nur als eine „dem *M. makronyx* nahestehende“ Art. Die mehrfach behauptete kosmopolitische Verbreitung des *M. makronyx* scheint mir daher durchaus nicht erwiesen.

Dujardin beschrieb den *M. makronyx* von Rennes, Greeff von Bonn; von Erlangers Material (Morpholog. Jahrb. 1895) stammte von Mannheim und Heidelberg. Ich kenne ihn aus dem Aquarium meines hiesigen, verstorbenen Freundes Joh. Schneider und habe eine augenlose Varietät in Landmoosen, im Bereich des Sprühregens der Wasserfälle von Trollhättan in zwei Exemplaren gesammelt.

Makrobiotus makronyx ist am besten durch seine Krallen charakterisiert; die in Taf. II, Fig. 4 dargestellten eines nur $720\ \mu$ langen Exemplares (er erreicht 1 mm) messen von der Basis bis zur höchsten Krümmung $27\ \mu$. Die beiden Krallenpaare eines Beines sind, untereinander verglichen, von derselben Größe; sehr häufig ist bei anderen *Makrobiotus*-Arten das eine Paar größer als das andere. Die kleinere Kralle eines Krallenpaares ist ein gutes Stück oberhalb der Basis mit der großen Kralle

verwachsen; wenn wir nicht zahlreiche Makrobioten als deutlich vierkrallig kennen, so würden wir sicherlich von ihr nur als von einem Zahn der großen Kralle reden; sie liegt mit der großen Kralle in einer Ebene und ist mit ihr gleich gerichtet, während bei anderen *Makrobiotus*-Arten die beiden Krallen eines Paares einen Winkel miteinander bilden und ihre Spitzen fast entgegengesetzt gerichtet sind, was bei Präparaten allerdings zum Teil auf den Deckglasdruck zurückzuführen ist. Die große Kralle hat eine kräftig entwickelte, rückenständige Borste.

Dujardin (op. cit. pl. 3, Fig. 8) und Greeff (op. cit. Taf. VI, Fig. 4) haben die Krallen des *M. makronyx* sehr gut abgebildet: allerdings hat Dujardin die rückenständige Borste nicht beachtet. Auch von dem Schlundkopf mit seinen drei schmalen Chitinstäben gibt er (op. cit. Taf. 3, Fig. 7) eine gute Abbildung. Einem so guten Zeichner und Beobachter dürfte man von vornherein nicht zutrauen, daß die in den *Annales des sc. nat.* II. ser. t. X, 1838, pl. 2, fig. 4—7 von ihm gegebenen Zeichnungen dasselbe Objekt darstellen sollten. Diese Zeichnungen sind Abbildungen des *M. lacustris* (op. cit. III. ser. t. 15 pg. 163, „comme je les [zunächst auf die Stilette bezüglich] avais représentées dans mon mémoire de 1838“), den Dujardin allerdings in seiner Beschreibung, 1851, schärfer von *M. makronyx* hätte trennen können.

Ich besitze aus dem Köpperner Bach im Taunus, aus einem Aquarium der Frau Sondheim dahier, aus dem Zoologischen Institut zu Marburg, aus Pfützen am Dammelsberg, aus Schaudinns Material von Storö eine ganze Anzahl von Makrobioten und deren Gelege, die Dujardins Zeichnungen und seiner Beschreibung so genau entsprechen, daß ich nicht im Zweifel bin, daß Dujardins *M. lacustris* vollständig zu Recht besteht.

Makrobiotus lacustris (Taf. I, Fig. 1) ist, nach Dujardins Darstellung, eine zierlichere Form als *M. makronyx*, der 1 mm Körperlänge erreicht; er ist allerdings nicht nur 0,22—0,25 mm groß, wie Dujardin 1851 angibt, sondern dürfte, wie er 1838 sagt, bis 0,5 mm lang werden; ich beobachtete Exemplare bis 0,416 mm. Seine Krallen sind viel kleiner als die des *M. makronyx*; die beiden Krallenpaare eines Beines sind ungleich, besonders am Beinpaar IV; die Krallen sind nur an der Basis verwachsen;

die des äußeren Paares sind gleich groß, die des innern ungleich, die äußere Kralle desselben größer, bis 17 μ .

Das Mundrohr ist eng, ca. 2 μ , der Schlundkopf 25–32 μ ; außer kleinen Apophysen am Mundrohr sind, nach Dujardins Abbildung, im Schlundkopf zwei Stäbchen in jeder Reihe der Chitineinlagerungen vorhanden. Die glatten Eier, von 65–75 μ größtem Durchmesser, werden, nach meinen Beobachtungen, zu 10–19 in einem Gelege abgelegt.

Als Frau Sondheim mir im Beginn dieses Jahres Schlamm aus ihrem Aquarium, der reich an *Makrobiotus lacustris* war, schickte, überzeugte ich mich noch spät abends von der Richtigkeit dieser Angabe und konservierte zwei Exemplare. Am nächsten Morgen war nicht ein einziger Makrobiot vorhanden; dagegen fanden sich Gebilde von der Form der Fig. 2, Taf. I: alle Makrobioten hatten sich über Nacht encystiert. Die Cysten hatten 140–176 μ größten Durchmesser, ein Zeichen, daß die Bärtierchen sich in verschiedenem Alter encystieren können, und ihre äußere Hülle bestand aus der abgestoßenen Körperhaut; innen erkannte man nach einigem Aufhellen Augen, Zähne und Schlundkopf des Tardigraden. Leider fehlte es mir damals an Zeit, die weiteren Vorgänge in den Cysten, die nun wahrscheinlich vorsichgehende Reduktion des Tardigraden, weiter zu verfolgen.

Makrobiotus lacustris kommt im Taunus auch in feuchten Landmoosen, z. B. am Lipstempel, in Gesellschaft von *Moraria muscicola* vor.¹⁾

Das von Schaudinn auf Storö, Spitzbergen, gesammelte Material enthält außer dem *M. lacustris* eine zweite, viel ro-

¹⁾ Während des Druckes dieser Zeilen erhielt ich von Herrn E. Reukauf in Weimar lebende Makrobioten aus dem Belvedere-Park daselbst. Die Stücke messen meistens 640 μ , haben Gelege von 20–30 glatten Eiern, einen Schlundkopf, genau wie Murray ihn von seinem *M. augusti* abbildet, sind augenlos wie dieser; die Krallen sind vom Echinogenitus-Typus. Trotzdem die Weimaraner Makrobioten die Größe von *augusti*, 757 μ , nicht erreichen, und dieser nur „4 bis 6 oder mehr“ Eier im Gelege haben soll, bin ich zunächst noch geneigt, sie für *M. augusti* zu halten. Andererseits kann ich nicht leugnen, daß mir durch diese Weimaraner Exemplare die Frage aufgedrängt ist, ob nicht *M. augusti* nur eine besonders stattliche Form des *lacustris* ist. Dujardin bildet bei *lacustris* in jeder Reihe von Chitineinlagerungen zwei Stäbe ab, aber man sieht es seiner Zeichnung an, daß er die Stäbe nicht

bustere Form, die an den *M. Appellöfi* erinnert; ich möchte sie benennen:

Makrobiotus Schaudinni n. sp. Körperlänge bis 368 μ ; ein Gelege von drei glatten Eiern von 72 μ Länge mißt etwa 320 μ ; Augen vorhanden; Mundrohr 3 μ ; Schlundkopf kuglig; Durchmesser 45 μ ; Apophysen des Mundrohrs deutlich, im Schlundkopf (Taf. I, Fig. 3) drei, von vorn nach hinten an Größe zunehmende, abgerundete Körnchen (*M. Appellöfi* hat Stäbchen) und ein kleines Komma. Krallen (Taf. I Fig. 4) paarweise, an der Basis verwachsen; die Paare von etwas ungleicher Größe; die große Kralle des größeren Paares ziemlich gracil, am vierten Beinpaar ca. 20 μ lang. Eine rückenständige Borste konnte ich nicht an der großen Kralle bemerken.

Aus einem Bach bei San Bernardino in Paraguay sandte mir im August d. J. Hauptmann a. D. A. Fischer Makrobioten und Gelege, die sich als eine unbeschriebene Art erwiesen:

Makrobiotus paraguayensis n. sp. Körperlänge etwa 432 μ ; augenlos, sehr hyalin, glatt, Mundrohr weit, bis 6 μ , Schlundkopf länglich, 33:42 μ ; Chitineinlagerungen im Schlundkopf schmale Stäbe; ihre Abgrenzung gegeneinander war an den vorliegenden Stücken schwer mit Sicherheit zu erkennen; meistens scheinen es zwei zu sein, die sich in der Länge wie 2:1 verhalten. Die Krallen sind paarweise an der Basis verwachsen, ungleich; Krallen des äußeren, kleineren Paares ziemlich gleich, von der Basis an gekrümmt, größere, äußere Kralle des inneren Paares am vierten Beinpaar bis 15 μ lang, anfangs gestreckt, erst an der Spitze gekrümmt; es scheint keine rückenständige Borste vorhanden zu sein. Drei Gelege enthalten drei, vier resp. fünf glatte Eier von 80 μ . Auch ein Simplex-Exemplar mit reduzierten Mundwerkzeugen wurde beobachtet.

Aus dem Aquarium des hiesigen Lehrers P. J. Schneider erhielt ich einen Makrobioten, der von den bekannten Arten so weit abweicht, daß ich ihn nicht identifizieren kann.

scharf begrenzt gesehen hat. Nach Aufhellen mit Natronlauge treten, zumal bei jungen Exemplaren, gelegentlich drei Stäbe hervor. Andererseits bildet Murray von einem *M. augusti* im Ei zwei Stäbe ab. Nach allem diesem erscheint die Unterscheidung von *lacustris* und *augusti* sehr schwierig; jedenfalls bedarf die Sache noch eines längeren Studiums. Außer diesem Makrobioten findet sich in dem betreffenden Teich noch *M. dispar* Murray.

Körperlänge 352 μ ; Mundrohr 5 μ ; Schlundkopf 30:36 μ ; drei Gelege zu 4, 6, resp. 8 Eiern. Wegen Mangels an Material vermag ich über die Ausrüstung des Schlundkopfes nicht so ausreichende Angaben zu machen, um die Art hinreichend beschreiben zu können.

Ich erwähne diese Form hier nur, um anzudeuten, daß unsere Süßgewässer wahrscheinlich noch weitere, bis jetzt nicht bekannt gewordene Formen enthalten. Aus dem Toma-See, dem Quellsee des Rheines, legte cand. phil. Heinis-Basel mir Makrobioten vor, die weder *M. lacustris* noch *makronyx* sind; es steht zu hoffen, daß die Süßwasser-Makrobioten der Schweiz in dem jungen, strebsamen Forscher, dem wir bereits eine Zusammenstellung der Schweizer Landtardigraden danken (Zool. Anzeiger 1908) in nicht allzu ferner Zeit einen Bearbeiter finden.

Die Gewässer der Grotten des Karstes beherbergen ebenfalls Tardigraden. Es sind zwei Arten: *Makrobiotus micronychius* und *Arctiscon stygium* von Gustav Joseph kurz und ohne Abbildungen in der Berliner Entomologischen Zeitschrift 1882 S. 17 beschrieben worden.

Im übrigen hat uns James Murray mit mehreren Süßwasserformen aus den schottischen Lochs bekannt gemacht; vgl. Transactions of the Royal society of Edinburgh, Vol. XLI, XLV.

Gelegentlich treffen wir, zumal in regnerischen Perioden, auch Landtardigraden vorübergehend in Wassertümpeln und Regenpfützen an. So habe ich *M. Hufelandi* in der *Limnetis*-Pfütze bei Mainkur, *M. Oberhäuseri* in Regenpfützen der Pfalz angetroffen. Sven Ekman fand den *M. furcatus* im *Boeckella*-See auf Grahamsland. Meine Vermutung, daß er sich auch in den dortigen Landmoosen finden würde, bestätigte sich. Häufig zeigen diese in flachen Gewässern, wo sie starker Belichtung ausgesetzt sind, erwachsenen Exemplare lebhaft pigmentierung in Form von braunen Farbbändern, während die im Schatten der Moosrasen hausenden mehr oder weniger hyalin sind.

2. *Tetrakentron synaptae* Cuénot,

ein mariner, parasitisch lebender Tardigrad.

In meiner Zusammenstellung der marinen Tardigraden (Zool. Anzeiger 1908) fehlt die von Prof. Cuénot-Nancy 1892

in der Revue biologique du Nord de la France, Bd. V, veröffentlichte neue Gattung und Art *Tetrakentron synaptae*, die durch ihre Lebensweise an den Mundtentakeln der *Synapta inhaerens* von hohem Interesse ist.

Prof. Cuénot hatte die Freundlichkeit, mich auf die, leider auch vom Zoological Record übersehene Veröffentlichung aufmerksam zu machen. Da das oben zitierte Werk auf den öffentlichen deutschen Bibliotheken selten zu sein scheint, möchte ich Cuénots Entdeckung nach seinen Angaben hier zur Sprache bringen.

Das merkwürdige Tierchen (Taf. I, Fig. 5) findet sich bei Roscoff auf jedem Stück der *Synapta inhaerens* in 1—3 Exemplaren; es ist mit seinen Krallen fest den Mundtentakeln angeheftet und bewegt sich nur sehr langsam. Löst man es von seiner Anheftungsstelle, so sucht es den Tentakel wieder auf. An anderen Körperteilen der Holothurie wurde es nicht beobachtet.

Der Körper ist länglich, abgeplattet, mit viereckigem Kopfstück; Körperlänge 100—180 μ ; ohne Segmentierung oder Panzerung der Cuticula. Ein medianer und je ein seitlicher Tastzapfen (reduzierte Cirren) am Vorderrande, ein zweites Zapfenpaar etwas weiter nach hinten, in dorsaler Lage; am Vorderrande jedes Beines ebenfalls ein kurzer Zapfen; auf dem vierten Beinpaar außerdem eine ziemlich lange Cirre. Jedes Bein trägt vier gleichartige, nicht verwachsene dreizählige Krallen. Keine Zahnträger; Stilette gerade, am proximalen Ende gegabelt; Schlundkopf fast kugelig, ohne Chitineinlagerungen; Magen mit vier Paaren Divertikel; nicht sehr transparent. Eierträchtige Weibchen enthalten zwei große Eier.

Cuénot fand diesen Tardigraden nur an Synapten von Roscoff, nicht an denen von Arcachon. Er nimmt an, daß *Tetrakentron* ein echter Parasit ist, der mit seinen Stiletten die Mundtentakel seines Wirts anbohrt; der erste bei Tardigraden bekannt gewordene Fall von Parasitismus.¹⁾

¹⁾ Durch die Güte des Herrn Prof. Delage in Paris erhielt ich während des Druckes dieser Zeilen eine Anzahl *Synapta inhaerens* von Roscoff, die sich als mit *Tetrakentron synaptae* besetzt erwiesen.

3. Die Tardigraden der Kieler Bucht.

Zahlreiche Makrobieten, welche ich im vergangenen Sommer in der Kieler Bucht an verschiedenen Stellen: in seichtem Wasser bei Dähnkathe, in größerer Tiefe bei Strande, auf dem Klewer- (d. i. Tang-)Berg, unweit Bülk, und auf dem Stoller Grund (bis 20 m), teils selbst sammelte, teils in Material, welches ich der Güte der Herren Prof. K. Brandt und Dr. Breckner verdankte, fand, gehören der von mir im vergangenen Jahre (Zool. Anzeiger 1908) von Indreöpollen bei Bergen beschriebenen neuen Art *M. Appellöfi* an.

Juli 1904 übergab mir cand. med. Oberg 6 Makrobieten in Spiritus aus einem Gefäß mit Seewasser im zoologischen Institut zu Kiel. Ihre Herkunft war nicht genau bekannt. Damals galt für mich noch Greeffs Wort: *M. makronyx* — einzige Süßwasserform; von marinen Tardigraden kannte man damals nur die verschollenen Gattungen *Lydella* und *Echiniscoides*, und so hielt ich denn die mir vorgelegten Stücke, zumal sie auch recht große Krallen hatten — im übrigen waren sie fast schwarz, so daß man vom Schlundkopf nichts erkennen konnte — für Exemplare des *M. makronyx* (Prometheus 1904), die etwa durch die Schwentine oder durch den Nord-Ostsee-Kanal in den Kieler Hafen gelangt sein mochten. Die Auffindung des *M. Appellöfi* bei Bergen veranlaßte mich 1907 diese Kieler Makrobieten noch einmal genauer anzusehen. Ich öffnete die Präparate, erwärmte die Tiere ziemlich kräftig in verdünnter Natronlauge und sah nunmehr, daß sie sich durch ein nur $1\ \mu$ weites Mundrohr auszeichneten und daß ihr sehr gestreckter Schlundkopf keine Chitinkörner oder deutlich ausgeprägte Stäbe enthielt. Ich nahm an, mit einer besonderen Art zu tun zu haben und war daher erstaunt, in diesem Jahre anfangs nur Makrobieten mit den Charakteren des *M. Appellöfi* in dem Untersuchungsmaterial aus der Föhrde zu finden. Nur in einem Punkte schienen zahlreiche Stücke von dem *M. Appellöfi* abzuweichen, insofern nämlich außer den Apophysen am Mundrohr und den drei Chitinstäben im Schlundkopf noch ein deutliches „Komma“ differenziert war. (Taf. I, Fig. 6.) Bei genauerer Durchsicht der Exemplare von Indreöpollen, die im Laufe der Zeit besser auf-

geheilt waren, fand ich unter diesen aber ebenfalls Exemplare mit deutlichem „Komma,“ während letzteres bei der Mehrzahl mit dem letzten Chitinstab mehr oder weniger in Zusammenhang standen, so daß dieser, wie ich mich in meiner Beschreibung im Zoolog. Anzeiger ausdrückte, gleichsam korrodiert erschien. Daß hier in der Tat kein Artunterschied vorliegt, ist am besten aus Gelegen des *M. Appellöfi* (Taf. I, Fig. 8) zu ersehen, von denen ich zwei bei Strande, eins auf Stoller Grund fand. Die zum Ausschlüpfen fertigen Embryonen, deren Schlundkopfbau aufs deutlichste zu erkennen ist, zeigen teils völlig getrennte Kommata, während bei anderen Komma und letzter Stab nicht deutlich geschieden sind.

Außer den typischen Exemplaren des *M. Appellöfi* fand ich bei Dähnkathe ein (bei Bergen 5) Simplex-Exemplar, d. h. also ein Tier mit reduzierten Mundwerkzeugen. Wie bei vielen anderen Makrobiotus-Arten sind bei den Simplex-Exemplaren des *M. Appellöfi* die Stilette viel kleiner, so daß sie nicht mehr funktionieren können, und der Schlundkopf ist kugelig und entbehrt der Chitinkörner resp. -stäbe, ja, bei zwei Bergener Exemplaren konnte ich, trotzdem die Präparate an Durchsichtigkeit nichts zu wünschen ließen, überhaupt keine Spur von Mundrohr und Schlundkopf feststellen. Ähnliche Beobachtungen hat bereits Doyère bei anderen Makrobioten gemacht. Wie diese Tiere, die ebenso wohlgenährt sind wie normale, Nahrung aufnehmen, ist durchaus ein Rätsel.

In der Kieler Förhde traf ich nun, bei Dähnkathe und Strande, neben dem *M. Appellöfi*, noch die bisher nur aus dem Instituts-Aquarium bekannte Form mit dem $1\ \mu$ weiten Mundrohr, den kleinen, geraden Stiletten und dem gestreckten, stäbchenlosen Schlundkopf an, die ich vergangenes Jahr als *M. stenostomus* beschrieb. Unter 52 montierten Stücken zähle ich 12 von letzterer Form. Es ist mir jetzt bis zu einem gewissen Grade zweifelhaft geworden, ob dieselbe als selbständige Art aufzufassen ist; die reduzierten Stilette, das Fehlen der Chitineinlagerungen im Schlundkopf, die Übereinstimmung im Bau der Krallen lassen die Deutung dieser Form als Simplex-Exemplare des *M. Appellöfi* zu; gegen diese Auffassung spricht aber die gestreckte Gestalt des Schlundkopfes; der Schlundkopf der Simplex-Exemplare ist, soweit bekannt, stets kugelig. Unter

den 28 montierten Exemplaren des *M. Appellöfi* von Indreöpollen fand ich kein Exemplar der Varietät (?) *stenostomus*.

Auch die Makrobioten, welche sich in von Prof. Apstein im November 1908 auf Stoller Grund bei 19 m, im kleinen Belt bei 25,5 m und bei Fakkebjerg, Südfeuer von Langeland, bei 23,5 m gedredstem Material fanden, zeigten die Merkmale des *M. stenostomus*.

Da marine Makrobioten von der Lebensweise des *M. Appellöfi* sich sicherlich leichter in der Gefangenschaft beobachten lassen als Landformen, so möchte ich *M. Appellöfi* vielleicht für die geeignetste Art halten, durch die Licht in die noch völlig dunkle Frage der Simplex-Exemplare der Makrobioten gebracht werden könnte. Es lohnt sich gewiß der Mühe, Gelege zu sammeln, dieselbe in Uhrgläsern zu isolieren und die ausgeschlüpften Jungen zu mustern; möglicherweise würde sich auch zunächst so leicht feststellen lassen, ob *M. stenostomus* eine selbständige Art ist.

Der *M. Appellöfi* ist in der Kieler Förde durchaus kein seltenes Tier. Die Kieler Exemplare sind durchweg kleiner als die Bergener; der größte, den ich in der Förde fand, maß 480 μ , während in Indreöpollen oft solche von 550 μ vorkommen. In den der Brandung ausgesetzten Tangen an Holzwerk scheint *Makrob. Appellöfi* resp. *stenostomus* sich nicht halten zu können; in Laboe gelang es mir nicht, sie an der genannten Örtlichkeit aufzufinden, während *Echiniscoides* sich, offenbar wegen seiner stärkeren Bekrallung, in Helgoland, Ostende, Scheveningen in der heftigen Brandung an den Pfählen oder Uferbauten behaupten kann.

Batillipes n. gen. *mirus* n. sp.

Taf. II, Fig. 1, 2, 3.

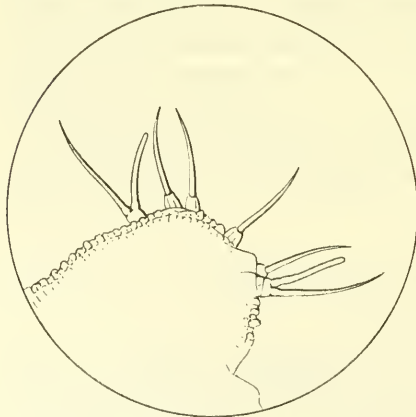
Im August 1908 hatte ich Gelegenheit, mich an einer Exkursion des zoologischen Instituts zu Kiel mit dem Dampferchen „Frida“ unter Leitung der Herren Professoren Apstein und Dr. Reibisch zu beteiligen. Unter anderem wurde auf Stoller Grund bei Boje 2 in einer Tiefe von 20 m gedredst und Steine mit *Fucus vesiculosus* und *serratus* bewachsen, heraufbefördert. Diesen Tang ließ ich einige Zeit in 5% Formollösung stehen, schwenkte ihn dann kräftig in der Lösung ab, schüttete letztere

durch ein ziemlich englöcheriges Sieb, ließ die trübe, durchgelaufene Flüssigkeit absetzen und sammelte nur die feinen Sedimente, welche meistens aus den mikroskopischen Epizoen und Epiphyten des Tangs bestanden.

Unter diesen fand ich bei der im Oktober vorgenommenen Untersuchung drei Exemplare eines neuen, sehr merkwürdigen Tardigraden (Taf. II, Fig. 1), den ich als *Batillipes mirus* in die Wissenschaft einführen möchte. Auf der Terminfahrt des „Poseidon“, Ende November 1908, dredschte Prof. Apstein nochmals an derselben Stelle; während etwa dreiwöchentlichen Suchens gelang es mir, in dem Material noch zwei Exemplare aufzutreiben. Mithin scheint *Batillipes* auch auf Stoller Grund ziemlich selten zu sein. In Material aus ähnlicher Tiefe aus dem kleinen Belt, von Fakkebjerg und von der Oderbank, das ich auch Professor Apstein verdanke, fand sich nicht ein einziges Stück.

Körperlänge 304 μ ; von sehr plumper Gestalt; hyalin; der Magen enthält gelegentlich braunen Inhalt, so daß anzunehmen ist, daß auch dieser Tardigrad Chlorophyllfresser ist.

Der Körperbau erinnert mehr an *Echiniscus* als an Makrobioten. Eine Segmentierung des Panzers wie bei *Echiniscus*



Kopfcirren von *Batillipes*.

konnte zwar nicht beobachtet werden, wohl aber eine scharf ausgeprägte, sehr feine Körnelung der Cuticula, wie sie keinem *Makrobiotus* eigen ist. *Echiniscus*artig sind auch die Kopf- und Mundcirren, die der Schnauze ein, man möchte sagen, welsartiges Aussehen geben, resp. an die Kopfcirren mancher Anneliden erinnern. Am Vorderrande der Schnauze stehen jederseits auf kräftigen Basalteilen je zwei

spitzendende Cirren von etwa 30 μ ; weiter zurück, in mehr dorsaler Lage, auf gemeinschaftlicher Basis, eine ca. 40 μ lange, spitzendende, hyaline Cirre und ein abgerundet endender Sinneskolben mit trübem Inhalt, von 24 μ Länge. Wir

haben es hier, wie bei vielen Anneliden, mit einer zweiästigen Kopfcirre zu tun. Die betreffenden Organe sind bei *Halechiniscus* von gleicher Bildung. Bei *Echiniscus* ist der Sinneskolben nur durch eine kurze Sinnespapille vertreten, die neben der Cirre, aber nicht, meines Wissens, mit derselben auf einem gemeinschaftlichen Basalteil steht. Augen scheinen nicht vorhanden zu sein. Das Mundrohr ist $3\ \mu$ weit; die Stilette sind sehr klein; der Schlundkopf, ohne Chitinkörner oder -stäbe, mißt $24 : 30\ \mu$.

Am eigenartigsten ist die Ausrüstung der Beine. An diesen unterscheidet man einen Basalabschnitt, die unmittelbare, parapodiale Ausstülpung der Leibeswand und den die modifizierten Krallen (Taf. II, Fig. 2 u. 3) tragenden Endabschnitt, der in der Weise wie bei *Halechiniscus* weit ausgestülpt werden kann. Während letzterer vier bekrallte Gebilde an jedem Bein trägt, die ich, Zool. Anzeiger 1908, — natürlich durchaus provisorisch — als „Zehen“ bezeichnete, finden wir bei *Batillipes* fünf Gebilde, die auf den ersten Blick zunächst einen Vergleich mit der Form der Früchte von *Capsella bursa pastoris* herausfordern. Die Fünffzahl ist an sich schon etwas sehr Bemerkenswertes; denn außer bei jungen *Echiniscoides* kommt diese Zahl an den Beinen der bis jetzt bekannten Tardigraden nicht vor. Die in Rede stehenden Gebilde bestehen aus einem kräftigen Chitinstab, dessen Länge bei den Krallen eines Beines von $10\text{—}27\ \mu$ variiert; an seinem vorderen Ende ist er knopfartig verdickt und trägt auf seiner Rückenseite eine trapezförmige Platte mit einer kräftigen Mittelrippe. Die Platte hat am Vorderende, wie mir erst am photographischen Negativ auffiel, eine leichte Fältelung in der Richtung der Mittelrippe. Die beiden Abschnitte nehmen eine Stellung zu einander ein, wie sie bei Fläche und Stiel einer Schaufel oder eines Löffels üblich ist. Zweifellos haben wir es hier mit Haftapparaten zu tun; der flächenhaft erweiterte Endabschnitt mißt $9\ \mu$. Das vierte Beinpaar trägt eine $25\ \mu$ lange Cirre mit $3\ \mu$ messender Basis, während am hintern Körperende zwei kräftige Dornen stehen, die von $8\ \mu$ breiter Basis sich $26\ \mu$ erheben.

Wir kennen nunmehr sechs Genera mariner Tardigraden: *Lydella*, *Echiniscoides*, *Tetrakentron*, *Makrobiotus*, *Halechiniscus*, *Batillipes*. Mit der Auffindung jeder neuen marinen Gattung

wächst die Wahrscheinlichkeit, daß die Tardigraden nicht von luftatmenden Arthropoden, sondern von marinen Ahnen abstammen.

4. Über die systematische Stellung der Tardigraden.

In den Lehrbüchern der Zoologie finden wir fast allgemein noch immer die Tardigraden den Spinnen, also den Arthropoden, angegliedert. Hierfür spricht nur die bei den Makrobioten lediglich im Bau des Nerven- und Muskelsystems, bei den Echiniscen auch im Bau des Panzers ausgeprägte Gliederung in Segmente und die vier Beinpaare. Dagegen vermißt man bei den Tardigraden gegliederte Beine und aus modifizierten Beinpaaren hervorgegangene Mundwerkzeuge und deshalb allein schon ist es unzulässig, sie den Arthropoden zuzurechnen. Die Beine der Tardigraden sind Parapodien; wo eine Gliederung auftritt, wie bei *Halechiniscus* und *Batillipes*, da sind diese Abschnitte teleskopartig in einander einschiebbar, wie bei den Hinterleibsabschnitten mancher Rotatorien, mit denen ja Doyère und Dujardin die Bärtierchen bereits in nahe verwandtschaftliche Beziehungen zu bringen versuchten.

Ich will an dieser Stelle nicht alles rekapitulieren, was je über die vielumstrittene Stellung der Tardigraden im System geschrieben worden ist, sondern nur hervorheben, daß von Graff 1877 in seiner Arbeit: „Das Genus *Myzostomum*“ vorschlug, die Tardigraden, Myzostomiden und Linguatuliden in die Klasse der Stelechopoden oder Stummelfüßler zu vereinen und diese zwischen die Arthropoden und Würmer einzureihen. Haeckel akzeptierte diese Gruppe und stellte sie in seiner systematischen Phylogenie Bd. II, § 343, 347 als Verwandte der Anneliden hin.

Ich glaube, eine nicht unwesentliche Stütze für diese Auffassung der Tardigraden als Anneliden in dem Bau der Krallen von *Makrobiotus*, *Diphascos*, *Halechiniscus* und *Batillipes* und in den Kopf-, Rücken- und Aftercirren, die bei vielen Tardigraden auftreten, gefunden zu haben.

Plate meint, Zool. Jahrb. Bd. III: „Die Krallen der Bärtierchen sind echte Arthropoden-Klauen“; das scheint mir nicht zutreffend.

Schon die Zahl der Krallen muß uns stutzig machen: die Larven der Echiniscen haben zwei, die Mehrzahl der Tardigraden vier, die bald getrennt, bald paarweise miteinander verwachsen sind, *Batillipes* aber hat fünf und *Echiniscoides* 5—9 Krallen. Dieser weite Spielraum entspricht nicht den Verhältnissen bei den Arthropoden, wohl aber denen der Borsten an den Parapodien der Anneliden.

Vor allem aber sind, nach meiner Meinung, Tardigraden-Kralle und Anneliden-Borste durchaus nach demselben Grundplan gebaut.

Den älteren Autoren ist es, offenbar weil sie keine hinreichenden Vergrößerungen verwendeten, entgangen, daß die meisten Makrobioten auf dem Rücken der größeren Kralle eines Krallenpaares eine (Taf. II, Fig. 4), gelegentlich auch zwei Borsten neben einander führen; man vergleiche zumal James Murray's zahlreiche Abbildungen von Makrobiotenkrallen. Ähnliche Gebilde kommen bei Arthropoden, meines Wissens, nie vor. Blättern wir aber einmal in den Tafeln zu Ehlers, Borstenwürmer, so werden wir bald sehen, daß die Borsten der Polychaeten aus einem Stamm mit einer rückenständigen Borste bestehen. Taf. II, Fig. 7 zeigt dies an einem Photogramm eines jungen Anneliden von Villefranche mit nur zwei Leibessegmenten. Fassen wir die Tardigradenkrallen als modifizierte Annelidenborsten auf, dann erklären sich die vier „Zehen“ des *Halechiniscus* (Taf. II, Fig. 5) und die fünf (!) Schaufeln an den Beinen des *Batillipes* völlig zwanglos. Weder die Kralle des *Halechiniscus* noch die Schaufel des *Batillipes* sind endständig, sondern rückenständig; sie stehen auf dem fast knopfartig angeschwollenen Ende des Basalteils der Kralle. Man vergleiche u. a. die frappante Ähnlichkeit mit Ehlers' Fig. 4 Taf. VII. Die plattenförmige Verbreiterung der Kralle des *Batillipes* ist lediglich eine sekundäre Anpassung, die um so weniger aufzufallen braucht, als, nach Ehlers, bei den Polychaeten auch Borsten von „Meißel“- (Schaufel-) Form vorkommen (Taf. XIV, Fig. 14, XVI, Fig. 20).

Bei den genannten Tardigraden bildet bald der Stamm der Borste die Kralle, und die rückenständige Borste ist nur Appendix (*Makrobiotus*, *Diphascion*), oder der Stamm endet, wie bei vielen Anneliden, verdickt und abgerundet, und die

rückenständige Borste wird zur Kralle (*Halechiniscus*) oder zu jener schaufelförmigen Platte des *Batillipes*. Ohne diese Auffassung der Tardigradenkrallen dürfte es schwer sein, die merkwürdigen Gebilde am Bein des *Halechiniscus* und *Batillipes* unserem Verständnis nahe zu bringen.

Echiniscus und *Echiniscoides* (Taf. II, Fig. 6) haben einfache Krallen ohne rückenständige Borsten. Die am unteren Rande bei vielen *Echiniscus*-Arten auftretenden Dorne, die bald nach oben bald nach unten gerichtet sind, halte ich, zumal weil Murray bei *Echiniscus granulatus*, Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh Vol. XLI Pl. II Fig. 6d, drei solcher Dorne hintereinander beobachtet hat, ebenso wie die komplizierter gebauten Steighaken von *Milnesium*, vgl. meine Beschreibung derselben in: Deutsche Südpolar-Expedition, Bd. 9 S. 293, für sekundäre Bildungen.

Bei einem Vergleich der Figg. 4 und 7 der Taf. II wird es zunächst auffallen, daß der Stamm der Kralle des *M. makronyx* von Grunde auf sichelförmig gekrümmt und der Stamm der Annelidenborste nach unten durchgebogen ist. Dieser Unterschied ist nicht von Belang; denn eine große Zahl von Makrobieten und Echiniscen, man vergleiche Figg. 3 und 7 Taf. I, haben solche durchgebogene Krallen, eine Form, die schwer verständlich wäre, wenn sie sich eben nicht durch die Beziehung zur Annelidenborste zwanglos erklären ließe. Die Form der Makronyx-Kralle, die Verwachsung der Krallen bei der Hufelandi-Gruppe, der gelegentliche Mangel der Borste an der größeren Kralle eines Krallenpaares, das regelmäßige Fehlen derselben an der kleineren Kralle, die Teilung der rückenständigen Borste sind als sekundäre Erscheinungen aufzufassen.

In dem Bau der Makrobietenkralle erblicke ich auch einen vortrefflichen Beweis für die nahe Verwandtschaft der Linguatuliden mit den Tardigraden. Die Ähnlichkeit zwischen unserer Fig. 4 Taf. II und Fig. 11 auf Taf. VI in Leuckart, Bau und Entwicklungsgeschichte der Pentastomeen, die den Klammerhaken der Jugendform von *Pentastomum heterodontis* darstellt (Taf. II, Fig. 8), läßt nichts zu wünschen und bedarf keines Kommentars. Die Myzostomumkrallen sind einfacherer Art und teilen mit den Krallen vieler Tardigraden die Retraktabilität

insofern, daß der ganze die Krallen tragende Endabschnitt bei vielen Tardigraden in den Basalabschnitt zurückgezogen werden kann. Was die Gestalt anlangt, sind die *Myzostomum*-Krallen den einfachsten *Echiniscus*- und den *Echiniscoides*-Krallen in hohem Grade ähnlich.

Nicht minder als die Ähnlichkeit im Bau der *Anneliden*-Borste und *Tardigraden*-Kralle spricht die Ähnlichkeit in den Kopf-, Rumpf- und Aftercirren für die enge Verwandtschaft dieser beiden Gruppen. *Makrobiotus*, *Diphascion* und *Echiniscus imberbis* Richters entfernen sich in diesem Punkte am meisten von den Anneliden; die beiden ersten Genera haben überhaupt keine Cirren, letztere keine Mundcirren. Die Andeutung einer medianen Cirre, die sich bei vielen Anneliden findet, kommt nur, nach Cuénots Beschreibung, bei *Tetrakentron* vor. *Milnesium* hat sechs ganz kurze Mundcirren und zwei winzige Kopfcirren. *Echiniscus* hat meistens ein Paar Mundcirren jederseits und zwischen diesen eine Sinnespapille und außerdem ein Paar Kopfcirren, neben denen kurze Sinnespapillen stehen. *Halechiniscus* und *Batillipes* aber besitzen ein Paar zweiästiger Kopfcirren wie die Anneliden. Die verschiedenen *Echiniscus*-Spezies sind nach Art der Anneliden mit lateralen Cirren ausgestattet, die sehr verschiedenartig ausgebildet sein können. Bald sind es nur kurze Papillen (*Ech. conifer* Richters), bald biegsame Cirren, oft von auffälliger Länge (*Ech. testudo* Doy, *Blumi* Richters, *Oihonnae* Richters, *Wendti* Richters usw.), bald starre Dornen (*E. spinulosus* Doy, *spiniger* Richters, *islandicus* Richters usw.). Bei *E. cornutus* Richters ist ein Paar Kopfcirren blattartig verbreitert; bei *Phyllodoce* unter den Anneliden sind alle Cirren ebenfalls blattförmig. Während bei letzteren die Zahl der Cirrenpaare der der Körpersegmente entspricht, kommen bei *Echiniscus* höchstens fünf Paar laterale (einige haben auch noch dorsale) entsprechend der Zahl der Leibessegmente vor; häufig entbehren aber einige Segmente die Cirren bei gewissen Arten; Kopfcirren haben alle. Ebenso auffällig wie bei manchen Anneliden zwei Aftercirren auftreten, vgl. Taf. II, Fig. 7, ebenso auffällig ist deren Ausbildung bei vielen Tardigraden. Bei *Echiniscoides*, *Batillipes* und *Ech. islandicus* Richters sind sie als Dorne vorhanden, während sie bei *Lydella* und *Halechiniscus* als feine borstenförmige Gebilde auftreten.

Die merkwürdigen Anhänge der Tardigraden sind jedenfalls unserem Verständnis ein ganzes Stück näher gerückt, wenn wir sie als von den Anneliden ererbt auffassen.

Wenn auch von Erlanger, Morphol. Jahrb. 1895 pag. 509, schon auf den „nematodenartigen Schlundkopf“ der Tardigraden hingewiesen hat, ist es vielleicht nicht unangebracht, nach dem Erscheinen von Basse's Arbeit: Beiträge zur Kenntnis des Baues der Tardigraden, Zeitschrift f. w. Zool. LXXX, und Max Rauther, Zool. Jahrbücher 1907. XXIII, Heft IV: Über den Bau des Ösophagus etc. der freilebenden Nematoden, auf die merkwürdigen Konvergenzerscheinungen im Bau des Schlundkopfes der Tardigraden und der Mundhöhle z. B. eines *Enoplus* hinzuweisen. Beide Organe zeigen ein dreistrahliges Lumen und an den Stellen, wo die sechs Zähne der Kiefer des *Enoplus* hervortreten, Rauther, Taf. 38 Fig. 3, liegen die sechs Körner resp. Stäbe je eines horizontalen Ringes der Chitineinlagerungen im Schlundkopf der Makrobioten, Basse, Taf. XV, Fig. 5. Sollten die Chitinkörner und -stäbchen der Tardigraden Reste einer früheren Schlundkopfbewaffnung sein?

Auf alle Fälle, meine ich, haben wir volle Veranlassung, die Tardigraden nicht mehr zu den Arthropoden zu zählen, sondern sie, unter Anerkennung gewisser Anklänge an die Nematoden, die als Reminiszenzen an gemeinsame Stammformen gelten dürfen, als nächste Verwandte der Anneliden aufzufassen.

Figurenerklärung.

Tafel I.

- Fig. 1. *Makrobiotus lacustris* Duj. Storö.
Fig. 2. Cyste desselben. Frankfurt a. M.
Fig. 3. *Makrobiotus Schaudinni* n. sp. Storö, Spitzbergen. Schlundkopf.
Fig. 4. Krallen desselben.
Fig. 5. *Tetrakentron synaptae* Cuénot. (Nach Cuénot.) Roscoff.
Fig. 6. *Makrobiotus Appellöfi* Richters; Indreöpollen. Schlundkopf.
Fig. 7. Krallen desselben.
Fig. 8. Gelege desselben. Stoller Grund.



Figurenerklärung.

Tafel II.

- Fig. 1. *Batillipes* nov. gen. *mirus* n. sp. Stoller Grund. 304 μ .
Fig. 2. Kralle desselben; von unten.
Fig. 3. Dieselbe von der Seite.
Fig. 4. *Makrobiotus makronyx* Duj. Frankfurt a. M. Krallen.
Fig. 5. *Halechiniscus Guiteli* Richters, Cancale. Bein.
Fig. 6. *Echiniscoides Sigismundi* M. Schultze, Scheveningen. Bein.
Fig. 7. Junger Annelide. Villefranche.
Fig. 8. Hakenapparat von *Pentastomum heterodontis* Jugendform.
(Nach Leuckart.)
-



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [1909](#)

Autor(en)/Author(s): Richters Ferdinand

Artikel/Article: [Tardigraden - Studien. 28-48](#)