Beiträge zur Naturgeschichte der Tardigraden.

Von

Ludwig H. Plate,

Dr. phil. Privatdocent der Zoologie und Assistent am zool. Institute in Marburg i./H.

Hierzu Tafel XX—XXII.

Das Studium der Organisation und der Lebenserscheinungen der Tartigraden gehört zu den wenigen Gebieten zoologischer Forschung, die selbst in unserer so überreichlich productiven Zeit fast völlig vernachlässigt worden sind. Ist doch nun schon ein Zeitraum von 22 Jahren verflossen, seitdem die letzte Abhandlung — aus der Feder R. Greeff's — erschienen ist, welche mit Genauigkeit und Sorgfalt auf den Bau und die Biologie der Tardigraden eingeht. Dieser Umstand hat mich im Sommer 1887 bewogen, die Bärthierchen einer erneuten Untersuchung zu unterwerfen, deren Resultate ich im Folgenden vorlege; sie weichen nur hinsichtlich des Nervensystems und der Fortpflanzungsorgane erheblich von den bisherigen Anschauungen ab und bieten im Uebrigen eine Darstellung der Histologie der einzelnen Organe, deren gröbere anatomische Verhältnisse schon 1840 von dem französischen Forscher Doyère in so vortrefflicher Weise geschildert worden sind. Auf der umfangreichen Monographie desselben beruht noch heute der weitaus grösste Theil dessen, was wir über die Anatomie und die Lebensverhältnisse jener kleinen Wesen wissen, und nur auf dem Gebiete der Histologie, der Systematik und — wenn auch nur in sehr bescheidenem Maasse — der Entwicklungsgeschichte ist es seinen Nachfolgern gelungen, einige bedeutungsvolle neue Beobachtungen zu machen. Ich glaube daher der hohen Anerkennung, die jeder Tardigradenforscher den Verdiensten Doyère's zollen wird,

nicht besser Ausdruck verleihen zu können, als wenn ich einer der neuen Species, die im systematischen Abschnitte dieser Abhandlung beschrieben werden sollen, den Gattungsnamen *Doyeria* gebe. — Auf eine Darstellung des historischen Entwicklungsganges der Tardigradenforschung gehe ich an dieser Stelle nicht ein, weil GREEFF in seinen beiden Arbeiten hierüber schon das Wichtigste zusammengestellt hat. Dagegen dürfte eine im ganzen chronologische Aufzählung der bis jetzt über die Bärthierchen erschienenen Originalabhandlungen für die späteren Untersucher von Nutzen sein; die älteren Arbeiten aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts von SPALLANZANI, O. F. MÜLLER, EICHHORN u. A. sind in das folgende Verzeichniss nicht mit aufgenommen worden, weil die von diesen Forschern gegebenen Beschreibungen in Folge der geringen Leistungsfähigkeit ihrer Mikroskope nur in seltenen Fällen eine sichere Erkennung der Arten erlauben. Derselbe Uebelstand macht sich übrigens vielfach auch noch in den ersten der hier aufgeführten Schriften bemerkbar. Die mit einem * bezeichneten Abhandlungen waren mir nicht zugänglich.

Literaturverzeichniss.

1) SCHRANK, F. v. PAULA, Fauna boica, Vol. 3, Pars 1, p. 178 u. 195, 1804.
2) DUTROCHET, in: Annales Museum Hist. Nat., T. 19, p. 381.
3) NITZSCH, in: Allgemeine Encyclopädie von ERSCH u. GRUBER, 5. Theil, 1820, p. 166.
4) C. A. S. SCHULTZE, Ueber Macrobiotus Hufelandii, in: Isis von OKEN, 1834, p. 708.
5) PERTY, Bemerkungen über die Familie Xenomorphidae PTY. in: Isis 1834, p. 1241.
6) NITZSCH, Bemerkungen über die Gattung Arctiscon etc. in: Arch. f. Nat., 1835, p. 374.
7) DUJARDIN F., Mémoire sur un ver parasite . . . . ., sur le Tardigrade et sur les Systolides, in: Ann. Sc. Nat. (2. sér.) Zoologie, T. 10, p. 181, 1838.
8) DUJARDIN F., Observations zoologiques II, in: Ann. Sc. Nat. (3. sér.) Zoologie, T. 15, 1857, p. 161.
9) EHRENBERG, GOTTFR. CHR., in: Isis 1834, p. 710.
10) „ in: Verhandl. kgl. Akademie Wiss., Berlin, 1848, p. 334.
11) „ „ „ „ „ „ „ 1853, p. 326, 363, 530.
12) „ Mikrogeologie, 1854, Atlas, Taf. 35 B.

13) Doyère, Mémoire sur les Tardigrades, in: Ann. Sc. Nat. (2. sér.) T. 14, 1840, p. 269—361 und T. 17, p. 193.
14) C. A. S. Schultze, Echiniscus Bellermanni, Berlin 1840.
15) „ Echiniscus Creplini, Greifswald 1861.
16) Kaufmann J., Ueber die Entwicklung und system. Stellung der Tardigraden, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 3, 1851, p. 220.
17) M. Schultze, Echiniscus Sigismundi, in: Arch. f. mikr. Anat., Bd. 1, 1865, p. 428.
18) R. Greeff, Ueber das Nervensystem der Bärthierchen, in: Arch. f. mikr. Anat., Bd. 1, 1865, p. 161.
19) R. Greeff, Untersuchungen über den Bau und die Naturg. d. Bärthierchen, I, die Macrobioten, in: Arch. f. mikr. Anat., Bd. 2, 1866, p. 102.
20) Jung, Ueber Tardigraden, in: Zeitschr. f. ges. Naturw., Bd. 54, p. 190—92, übersetzt in: Journ. R. Microscop. Soc. London, Vol. 1, p. 732.
21) * Beal F. E. L., Tardigrades and eggs, in: Amer. Naturalist, Vol. 14, Aug., p. 593—94, 1880.
22) Zacharias O., Können die Rotatorien und Tardigraden nach vollständiger Austrocknung wieder aufleben oder nicht? in: Biol. Centralblatt, Bd. 6, 1886, p. 230.
23) * Packard A. S. Ir., Discovery of a Tardigrade (Macrobiotus Americanus), in: Amer. Naturalist, Vol. 7, 1873, p. 740—41.
24) * Radkewitsch G., Bemerkungen über Macrobiotus macronyx. Russisch.

Meine Untersuchungen habe ich ganz überwiegend an verschiedenen Species der Gattung *Macrobiotus* ausgeführt, da diese hier bei Marburg am häufigsten sind. Daneben bin ich mehreren Arten des Genus *Echiniscus* Sch. (= *Emydium* Doy.) begegnet, die sich aber sämmtlich wegen des vielen rothen Pigmentes in der Epidermis nur sehr wenig für die Beobachtung eignen. Am seltensten traf ich *Milnesium tardigradum* Doy. an, was ich um so mehr bedauere, als nach dem Urtheil von Doyère und Greeff gerade diese Gattung die Erkennung der Organisationsverhältnisse erleichtert; die wenigen Exemplare, welche mir von diesem Thier zu Gebote standen, zeichneten sich durch keine besondere Durchsichtigkeit aus im Vergleich zu den Macrobioten, da die Leibeshöhle eben so sehr wie bei diesen mit Blutkörpern dicht gefüllt war, der Unterschied scheint demnach kein sehr beträchtlicher zu sein. Endlich sind auch einige, zum Theil neue, chilenische Bärthierchen von mir untersucht worden, für welche ich Herrn Consul a. D. Dr. Ochsenius zu Danke verpflichtet bin; derselbe hatte die

Freundlichkeit, mir ein kleines Päckchen chilenischen Mooses, das vor einigen Monaten gesammelt worden war, zu überlassen.

Alle diejenigen Tardigraden, welche sich zwischen Moosen und Flechten aufhalten und daher bei trockener Witterung zu einem unscheinbaren bewegungslosen Klümpchen zusammenschrumpfen und nur nach einem Regen für wenige Stunden sich ihres Daseins freuen können, zeigen eine merkwürdige und physiologisch sehr interessante Eigenschaft, dass sie nämlich leicht in einen völlig starren, scheintodten Zustand verfallen. Schon Doyère hat richtig hervorgehoben, wie ausserordentlich die Untersuchung der Bärthierchen hierdurch erleichtert wird, ja wie ein eingehendes Studium des Nerven- und Muskelsystems nur durch diesen Umstand überhaupt möglich wird. Doyère und nach ihm Greeff versetzten die Tardigraden in diesen asphyktischen Zustand, indem sie eine grössere Anzahl von Thieren in ein Gläschen mit ausgekochtem Wasser brachten und dessen Oberfläche mit einer Oelschicht bedeckten, um den Sauerstoff der atmosphärischen Luft möglichst fern zu halten. Es gelingt in der That auf diese Weise häufig, den Scheintod der Bärthierchen herbeizuführen, leider aber auch in vielen Fällen nicht, oder die Erstarrung ist nur in geringem Maasse eingetreten, so dass die Macrobioten schon nach kurzer Zeit unter dem Deckglase wieder aufleben. Es giebt aber glücklicher Weise ein anderes Mittel, um eine tiefe Asphyxie mit fast absoluter Sicherheit zu bewirken, und dies besteht darin, dass die Bärthierchen erst gehörig ausgetrocknet werden, ehe man sie in gewöhnliches frisches Wasser bringt. Bewahrt man das Moos nach dem Einsammeln erst eine bis mehrere Wochen trocken auf — womöglich in einem geheizten Zimmer, in der Nähe des Ofens — so kann man sicher sein, dass die Thiere von Beginn der Wassereinwirkung an sich in vollständiger Erstarrung befinden und aus dieser nur dann erwachen, wenn sie unter dem Deckglase arg beunruhigt werden. Ich komme bei Besprechung der biologischen Verhältnisse der Tardigraden noch einmal auf diesen Punkt zurück und will hier nur noch hinzufügen, dass eine in dieser Weise behandelte Quantität Moos genügt, um den Beobachter für ca. 3 Wochen mit Material zu versorgen, vorausgesetzt, dass erstens eine grössere Anzahl von Thieren in dem Moose vorhanden war — was leider oft genug nicht der Fall ist —, und dass man zweitens die Hauptmasse des Mooses nach dem Abspülen entfernt, um das Faulwerden des Wassers möglichst lange zu verhindern. Diesen Zweck erreicht man noch besser, wenn das Wasser jeden dritten oder vierten Tag durch frisches ersetzt wird;

die Bärthierchen werden hierdurch nicht aus ihrem Scheintod aufgerüttelt, wohl der beste Beweis dafür, dass derselbe nicht allein auf Mangel an Sauerstoff in der Umgebung der Thiere zurückzuführen ist.

Ich habe die folgenden Untersuchungen fast ausschliesslich an solchen asphyktischen Thieren angestellt und dieselben auch stets zur Controlle der Bilder benutzt, welche durch Zuhülfenahme der gewöhnlichsten Reagentien erhalten wurden. Die Färbung der Kerne gelingt nur dann, wenn man mittelst einer Nadel die Cuticula anbohrt oder mit einem feinen Messer einen Theil des Körpers abtrennt. Die Erkenntniss der inneren Organisation wird aber so gut wie gar nicht dadurch gefördert, da die Kerne meist schon an günstigen starren Individuen, zumal nach Anwendung von Essig- oder Ueberosmiumsäure, deutlich zu Tage treten. Aus diesem Grunde habe ich die immerhin etwas umständliche Methode der Färbung später ganz aufgegeben. Das Anschneiden der Cuticula ist auch nöthig, wenn man die Tardigraden mit Glycerin oder irgend einem andern Reagens, das leicht zu Schrumpfungen führt, behandeln will.

Hinsichtlich des wissenschaftlichen Namens, welchen die Bärthierchen führen sollten, habe ich mich nicht entschliessen können, die einmal herkömmliche Bezeichnung „Tardigrada" gegen die Perty'sche „Xenomorphidae" oder die von C. S. A. Schultze vorgeschlagene „Arctiscoida" fallen zu lassen, obwohl Spallanzani dieselbe erst eingeführt hat, nachdem schon längere Zeit das gleiche Wort für die Bradypoden verwandt wurde. Die Möglichkeit einer Verwechslung wird sich so selten darbieten, dass es mir nicht räthlich erscheint, den einmal eingebürgerten Namen durch einen so gut wie unbekannten zu verdrängen.

Im Folgenden sollen bei möglichst ausschliesslicher Berücksichtigung neuer oder strittiger Beobachtungen zunächst die Anatomie und Histologie der Tardigraden und dann deren biologische Beziehungen besprochen werden. Das dritte Capitel ist der Systematik gewidmet und enthält eine Zusammenstellung aller bis jetzt beschriebenen Species mit Bestimmungstabellen und kurzen Artdiagnosen. Im Schlussabschnitte gedenke ich eine allgemeine Charakteristik der Bärthierchen und zugleich eine knappe Recapitulation der neuen Beobachtungen dieser Abhandlung zu geben. Hieran wird sich am zweckmässigsten die Erörterung der Frage anschliessen, welche Stellung die Tardigraden im natürlichen System der Thiere einnehmen.

I. Capitel.

Die Anatomie und Histologie der Tardigraden.

1. Die Haut.

Die Körperdecke der Tardigraden besteht, wie DOYÈRE zuerst erkannt hat, aus einer äusseren derben Cuticula und einer darunter liegenden Plasmaschicht, deren zellige Structur ihm jedoch verborgen blieb. Zwar bezeichnet er sie als trame „cellulaire", doch geht aus dem folgenden Zusatz „dans les mailles de laquelle se trouve déposé sous forme continue ou sous celle de gouttelettes ou de globules extrêmement petits, un liquide plus ou moins fortement coloré, plus ou moins abondant" hervor, dass er hier das Wort cellulaire noch in seiner ursprünglichen volksthümlichen Bedeutung gebraucht. GREEFF ist der erste gewesen, welcher die Zellen der Epidermis erkannt und abgebildet hat. An asphyktischen Thieren sind sie häufig vorzüglich zu sehen. Fig. 1 stellt einen Theil der Rückenfläche eines *Macr. hufelandii* zwischen dem zweiten und dritten Beinpaar dar. Die Zellen sind so regelmässig angeordnet, dass jede einer Längs- und einer Querreihe angehört; dies gilt auch für die Bauchfläche, während sie an den Körperseiten vielfach eine polygonale Gestalt annehmen und sich unregelmässig zwischen einander schieben. Auf dem Rücken liegen in querer Richtung 4 parallelogrammartige Zellen neben einander; rechts und links von den zwei mittleren laufen unter der Epidermis die zwei dorsalen Längsmuskel (*mu*) und bedingen ein eigenthümliches Verhalten des dunklen Pigmentes, dass bei älteren und gut genährten Thieren nie fehlt: soweit die betreffenden Zellen die Muskeln überdecken, bleiben sie annähernd frei von den schwärzlichen Körnern, und so entsteht das Bild, welches DOYÈRE auf Pl. 14, Fig. 12 seiner Abhandlung wiedergegeben hat, auf dem nämlich zwei helle Streifen über den ganzen Rücken der Länge nach hinziehen. Dieselbe Abbildung zeigt auch sehr deutlich, wie die Kerne als helle Kreise aus dem dunklen Zellinhalt hervorscheinen. — Bei älteren Thieren von *Macr. oberhäuseri* tritt in der Epidermis regelmässig ein bräunliches Pigment in reichlicher Menge auf. Zuweilen kann man auch hier eine geringere Ausbildung desselben über den dorsalen Längsmuskeln constatiren. In der Regel ist dasselbe jedoch in Querringen angeordnet, die am Rücken überall gleich dunkel sind und nur an den Körperseiten lichter werden. Diese Bänder vertheilen sich so, dass

2 vor dem ersten und 2 hinter dem dritten Beinpaar liegen, je eines zu den 3 vorderen Beinpaaren gehört, und der Raum zwischen diesen auch noch von je einem Ringe eingenommen wird. Es sind zusammen 9 Ringe, die durch schmälere helle Streifen getrennt werden (Fig. 24). Auch hier lässt sich eine Beziehung zwischen der Anordnung der Musculatur und dem Auftreten des Pigmentes nicht verkennen; wie man aus Fig. 21 ersieht, verbindet sich ein Theil der Extremitätenmuskeln bei γ, δ, ε, ζ, η, ϑ, λ und μ mit den Längsmuskeln des Rückens. Naturgemäss werden vornehmlich an diesen Stellen die Zellen der Epidermis in ihrer Ruhe gestört werden, während die dazwischen gelegenen weniger von der Thätigkeit der Muskeln zu leiden haben. Daher finden sich die Pigmentbänder des Rückens zwischen je 2 Ansatzpunkten jener Muskeln. — Ganz besonders reich an rothem Pigment sind die Echiniscen, deren Untersuchung dadurch sehr erschwert wird. Die Pigmentkörnchen sitzen auch hier ausschliesslich in der Epidermis, nicht wie Doyère angiebt, ausserdem in den Magenzellen. An einzelnen Stellen, besonders an den Wurzeln der Beine, bilden sich häufig grössere Plaques von Pigment. — Hinsichtlich der Beschaffenheit der Epidermis ist noch Folgendes zu erwähnen. Bei jugendlichen Macrobioten, welche gar keine oder nur wenige Pigmentkörner besitzen, wird jeder Kern von einem hellen Plasmahof umgeben (Fig. 1). Die Nuclei sind ebenso regelmässig in Reihen angeordnet wie die Zellen selbst; jeder von ihnen enthält einen deutlichen, meist etwas excentrisch gelagerten Nucleolus. Bei Betrachtung der Körperseiten erwachsener Thiere sieht man, dass die Tiefe der Zellen nur gering, und die Matrix der Cuticula daher als ein Pflasterepithel zu bezeichnen ist. Bei jugendlichen Individuen sind die Grössenverhältnisse häufig etwas anders, indem hier cubische Zellen angetroffen werden. — Die Dicke der Epidermis bleibt sich im Körper überall so ziemlich gleich. Nur einige Stellen machen hiervon eine Ausnahme. So schwillt die Matrix an den Spitzen der Beine zu grossen, rundlichen, mit mehreren Kernen versehenen Körpern an (Fig. 12, 18, 24, *ma*), welche schon von Doyère bemerkt worden sind. Er bezeichnet sie (l. c. p. 341) als organes globuleux, ohne ihren Zusammenhang mit der Epidermis zu bemerken. Sie sollen den Zweck haben, den Krallen einen Stützpunkt zu liefern. Ich halte dies für kaum wahrscheinlich, da ja die Krallen von jenen Körpern selbst noch ein gutes Stück entfernt sind. Es ist naturgemässer, die reichliche Entwicklung der Matrix an den Spitzen der Beine mit der starken Ausbildung der Cuticula ebendaselbst in Beziehung zu bringen. Sind doch die

Krallen und die dünne Membran, welcher dieselben aufsitzen, nur Theile der Cuticula, durch deren Neubildung demnach bei jeder Häutung die Matrix hier mehr in Anspruch genommen wird als an irgend einer anderen Körperstelle. — Auch in unmittelbarer Nähe der Afteröffnung nimmt die Epidermis eine ungewöhnliche Dicke an (Fig. 12, 13, 18, *a. ep*). Sie bildet hier rundliche Anschwellungen von wechselnder Grösse und Zahl, die vielleicht drüsiger Natur sind. — Endlich giebt es noch eine dritte Stelle, wo sich die Epidermis in gleicher Weise auszeichnet, die nächste Umgebung der Mundöffnung. Bei *Macr. hufelandii* habe ich öfters dorsal und ventral von derselben (Fig. 14 *k*) kleine rundliche Verdickungen angetroffen; doch ist gerade diese Körperpartie in den meisten Fällen zur Untersuchung so ungeeignet, dass ich nicht sicher angeben kann, ob sie immer vorhanden sind. Bei *Doyeria simplex n. sp.* und wahrscheinlich auch bei den Macrobioten liegt jederseits der Mundhöhle ein langes, schlauchförmiges Organ (Fig. 4, 5, *k*), das neben der Mundöffnung in die Saugpapille ausmündet. Seiner Struktur nach ist dasselbe aus der Epidermis hervorgegangen. Einen inneren Kanal, wie er bei den grossen Speicheldrüsen des *Macr. hufelandii* leicht in die Augen fällt, habe ich nicht beobachtet, schliesse aber dennoch aus der Lage auf die gleiche Function. Bei *Doyeria* findet sich eine zweite rundliche Verdickung von ziemlicher Grösse dorsal von der hier röhrenförmigen Mundhöhle, vor dem Gehirn. Ueber die Cuticula, welche überall der darunter liegenden Epidermis sich eng anschmiegt, ist nicht viel zu sagen. Sie ist durchschnittlich bei erwachsenen Thieren 1,45—2,9 μ dick und mit Ausnahme der Echiniscen an allen Körperregionen gleich stark. Doyère schreibt ihr eine ausserordentlich feine Punktirung zu, die durch Grübchen hervorgebracht werden soll. Eine solche ist in der That häufig genug vorhanden, doch variieren die Individuen einer und derselben *Macrobiotus*-Species in dieser Hinsicht sehr. Die meisten haben eine völlig glatte, farb- und strukturlose Cuticula, während andere Thiere derselben Localität auf dem Rücken bald mit dicht, bald mit zerstreut stehenden Grübchen versehen sind. Auf den Körperseiten nimmt die Zahl derselben ab, und die Bauchfläche finde ich stets ganz frei von ihnen. Bei den Echiniscen gliedert sich die Rückenhaut bekanntlich in eine Anzahl von Platten von grösserer Dicke. Diese Schilder zeigen eine sehr deutliche dichte Punktirung, die nach meinen Erfahrungen auch auf zahllose Grübchen zurückzuführen ist. Doyère deutet sie als eine richtige Körnelung und hat daher einer Art den Namen *Emydium granulatum* gegeben. — An

den Spitzen der Beine erleidet die Cuticula eine besondere Umbildung. Sie läuft hier (Fig. 18, 19 und andere) in eine dünne Membran aus, welche die Trägerin der Krallen ist. Zwischen den Haken eines Fusses buchtet sich dieselbe gewöhnlich etwas ein. Bei manchen Echiniscen (Fig. 6) spannt sich die Membran zwischen den Krallen wie eine Schwimmhaut aus. — Ein eigenthümliches Aussehen der Cuticula wird durch die Häutungen bedingt, welche die Tardigraden von Zeit zu Zeit durchmachen. Man trifft sehr häufig Macrobioten, welche noch in keiner Weise irgendwelche Andeutungen dieses Vorganges erkennen lassen, deren Cuticula aber statt aus einer aus zwei dicht übereinander liegenden Membranen besteht. Wird ein solches Thier durch heisses Wasser getödtet, so hebt sich die Cuticula von der Matrix ab und man sieht, dass beide Schichten von Strecke zu Strecke durch kurze Bändchen mit einander zusammenhängen (Fig. 27). Am vorderen und am hinteren Körperende ist die Verbindung einfach, zwischen beiden doppelt. Die Berührungstellen der zwei Schichten liegen genau in einer Reihe hinter einander und markiren sich von oben gesehen als helle Flecke (Fig. 24 *x*). Es fallen vier solche Streifen auf den Rücken. In diesem Zustande verweilen die Bärthierchen Tage lang. Endlich löst sich die äussere Haut von der inneren ganz ab und wird in der von Doyère geschilderten Weise abgeworfen. Einmal traf ich einen *Macrobiotus*, der unter meinen Augen aus seiner alten Hülle kroch, zu meiner Verwunderung aber schon wieder eine doppelte Cuticula aufwies. Dies Thier hatte also schon den Anfang zu einer Häutung gemacht, ehe die vorhergehende noch vollendet war. Bei einer doppelschichtigen Hautdecke ist die innere Lage nicht ganz so dick, wie die äussere; an beiden fällt bei günstigen Exemplaren und sehr starker Vergrösserung eine deutliche Längsstreifung auf, der optische Ausdruck dicht übereinander liegender feiner Lamellen (Fig. 29).

2. Das Blut.

Doyère unterscheidet in der farblosen Flüssigkeit, welche die Leibeshöhle erfüllt und alle Organe umspült, einfache und zusammengesetzte Blutkörper, von denen erstere häufig fehlten, während letztere stets angetroffen wurden. Greeff nennt das Fluidum in seiner allgemeinen Charakteristik der Bärthierchen (19, p. 114) „feinkörnig“, worin ich ihm nicht beipflichten kann. Mir erscheint dasselbe stets vollkommen wasserklar und homogen, und dies Verhalten ändert sich auch nicht nach Zusatz von dünnen Säuren oder Alkohol, so dass

man, nach meiner Meinung, auch nicht, wie DOYÈRE, von einem Gerinnen des Blutes reden darf. Da beim Eintrocknen die Bärthierchen zu einem winzigen Körnchen zusammenschrumpfen, um bei erneuter Wasserzufuhr ihre alte Grösse wieder anzunehmen, so ist es klar, dass das Fluidum ausschliesslich oder doch fast ausschliesslich aus Wasser bestehen muss und daher keine weiteren Strukturverhältnisse erkennen lassen wird. — Hinsichtlich der grossen Blutkörper kann ich den Beschreibungen der früheren Autoren nur wenig hinzufügen. Ihre Zahl wächst offenbar mit zunehmendem Alter, da man in jungen Thieren viel weniger antrifft als in gut genährten erwachsenen. Diese sind häufig förmlich vollgepfropft mit denselben. Obwohl also eine Vermehrung der Blutzellen ausser Frage steht, ist es mir doch nie gelungen, sie in der Theilung zu sehen. In seltenen Fällen waren zwei Kerne in einer Zelle, ohne dass diese übrisens ihre gewöhnliche Form geändert hätte; drei Kerne, wie sie GREEFF in einem Blutkörper gesehen hat, sind mir nie begegnet. — Die Angabe DOYÈRE's dass auch der Gattung *Echiniscus* grosse Blutzellen zukommen, halte ich für unrichtig. Ich habe viele Exemplare auf diesen Punkt hin untersucht, aber in der Leibeshöhle nie eine Spur von Blutkörpern gefunden; wären sie vorhanden, so müssten sie trotz des reichlichen rothen Farbstoffes bei günstigen Thieren nicht zu übersehen sein, denn sie sind auch bei sehr pigmentreichen alten Individuen von *Macr. oberhäuseri* leicht zu entdecken. — Da die Blutkörper in so stattlicher Anzahl vorhanden sind und einen so beträchtlichen Theil der Körpersubstanz der Macrobioten und Milnesien ausmachen, so müssen sie offenbar eine wichtige Rolle im Leben des Organismus spielen. Leider lassen sich nur Vermuthungen darüber äussern, welcher Art dieselbe ist. Bei jungen Thieren sind die Blutzellen fast ganz durchsichtig und nur mit wenigen Körnchen erfüllt, so dass die Kerne leicht zu erblicken sind. Je besser die Ernährungsbedingungen des Bärthierchens sind, um so mehr scheiden die Zellen kleine glänzende Granula ab, welche zuerst in der Peripherie des Blutkörpers auftreten, schliesslich aber denselben überall dicht durchsetzen. Sie scheinen fettiger Natur zu sein, da sie durch Osmium intensiv geschwärzt werden. Lässt man die Macrobioten hungern, so nimmt die Zahl der Körnchen in den Blutkugeln und auch das Volumen der letzteren etwas ab. Hieraus scheint hervorzugehen, dass jene Körper die Träger der Reservenährstoffe sind, dass in ihnen diejenigen Assimilationsprodukte aufgespeichert werden, welche nicht sofort wieder zur Erhaltung des Lebens verbraucht werden. Sie stellen eine Art Fett-

körper dar, dessen Zellen isolirt sind, anstatt zu einem Gewebe verbunden zu sein. Für diese Beobachtung spricht noch eine zweite Beobachtung, die ich öfters gemacht habe. Die Blutkörper sind in der Regel farblos; in einigen Individuen hingegen hatten viele derselben ein grünliches oder bräunliches Colorit angenommen, das stets genau mit der Färbung der Magenzellen des betreffenden Thieres übereinstimmte. Ich kann mir dies nur so erklären, dass das Chylema der Magenzellen durch Diffusion in die Blutkörper überwandert — wobei freilich auffallend ist, dass die Leibeshöhlenflüssigkeit jener Macrobioten immer völlig farblos war — und sehe hierin einen weiteren Beweis für die Beeinflussung der Blutkörper durch die verdauende Thätigkeit des Magens. — Die „globules simples" Doyère's sind nach meiner Ansicht nicht als eigentliche Blutbestandtheile anzusehen, da sie nicht selten ganz oder fast ganz fehlen. Es sind kleine glänzende Körnchen, die ganz so aussehen wie die in den Blutzellen auftretenden. Sie haben mir daher immer den Eindruck gemacht, als ob sie mit diesen identisch wären. Da die Blutkörper nicht von einer Membran umschlossen werden, so geben sie möglicher Weise einzelne Körnchen activ oder passiv an die Leibeshöhle ab, wenn sie selbst ganz dicht von ihnen erfüllt sind. Hierfür spricht der Umstand, dass die isolirten Körnchen immer nur dann in reichlicher Menge angetroffen werden, wenn auch die Blutkörper viele Granula aufweisen. — Endlich habe ich noch die Fig. 4 und 23, *a* wiedergegebenen eigenthümlichen, apfelförmigen, bewegungslosen Gebilde zu erwähnen, denen ich einmal in sehr grosser Anzahl in der Leibeshöhle eines erwachsenen *Macr. hufelandii* begegnete. Sie sahen blass, homogen und farblos aus und besassen jedes ein glänzendes dunkles Korn, in dessen Mitte wiederum ein centraler Fleck sichtbar war. Von dem einen Pole lief ein kleiner, lichter, häufig etwas gebogener Stift aus, wie der Stiel eines Apfels. Ihre Grösse betrug 2,19—3,65 μ. Ueber die Natur dieser Kügelchen vermag ich nichts anzugeben; vielleicht sind es parasitäre Organismen der niedrigsten Art (Bacterien?), wie denn überhaupt gar nicht selten lebende Bacillen und Spirillen in der Leibeshöhle sich aufhalten. So fanden sich zusammen mit jenen Körpern auch ähnliche Gebilde (23 *b*) vor, die aber kleiner waren. Manche derselben waren stabförmig (Fig. 23 *c*) oder leicht geschlängelt und erinnerten in der Gestalt sehr an Bacterien.

3. Das Organsystem der Ernährung.

A. Der Apparat zur Aufnahme der Nahrung

gliedert sich, wie DOYÈRE zuerst richtig angegeben hat, in eine Mundhöhle, die sich nach hinten in eine Chitinröhre verlängert, in den Zahnapparat zum Anbohren der Nahrung und in den Schlundkopf, durch dessen pumpende Bewegung das zum grössten Theile flüssige Nährmaterial in den Magen gesogen wird. Accessorische Organe sind die grossen Speichel- oder Giftdrüsen, welche bei den Milnesien und Macrobioten vorkommen. Sehr charakteristisch für den Mundapparat der Bärthierchen ist jene ziemlich lange, cylindrische, von einer starken Chitinwand gebildete Röhre (Fig. 2—6, *tu*), welche die Mundhöhle (Fig. 4—6, *v*) mit dem musculösen Schlundkopfe verbindet. Dieser Kanal möge im Folgenden als „Mundröhre" bezeichnet werden; derselbe ist für die Systematik von Wichtigkeit, weil bei einigen Tardigraden die Zähne in ihn eintreten, während sie bei andern direkt in die Basis der Mundhöhle hereinragen. Wenden wir uns jetzt zu einer näheren Besprechung der einzelnen Theile der Mundwerkzeuge.

Die Mundhöhle wird von mehreren Chitinringen gebildet, deren Zahl bei den einzelnen Arten verschieden ist. Bei *Macr. hufelandii* (Fig. 4) und anderen läuft sie am vorderen Ende in einen Ring aus, der aus ca. 8 kleinen Platten zusammengesetzt ist und offenbar die Bestimmung hat, sich fest an das auszusaugende Nahrungsstück anzulegen. An diesen schliessen sich nach hinten 3 Chitinringe an, die von vorn nach hinten an Grösse abnehmen. Da sie durch dünne Membranen mit einander verbunden sind, so können sie, ihrer Breite entsprechend, fernrohrartig zusammengeschoben werden. Es folgt hierauf ein Chitinring, der an den Seiten glockenartig gewölbt ist und in ein cylindrisches Ansatzstück übergeht, welches das vordere Ende der Mundröhre umgreift. — Bei den übrigen von mir untersuchten Bärthierchen ist die Mundhöhle einfacher gebaut. So besteht sie bei *Macr. oberhäuseri* (Fig. 3 *v*) nur aus zwei Chitinringen, von denen der hintere die Mundröhre in sich aufnimmt. Eine ganz ähnliche Einrichtung treffen wir bei den *Echiniscus*-Arten (Fig. 6) an, wo scheinbar nur ein becherförmiger Ring die Mundhöhle begrenzt; sind auch hier zwei vorhanden, so ist der vorderste jedenfalls sehr klein. Bei der Gattung *Doyeria* endlich (Fig. 5) führt die Mundöffnung in einen

langen Kanal, der von einer zarten Membran ausgekleidet wird. Es sieht aus, als ob sich die Epidermis hier einstülpte. Am hinteren Ende dieses Kanales liegt wieder ein Chitinring, welcher der Mundröhre aufsitzt. — Bei allen besprochenen und vermuthlich auch bei den übrigen Bärthierchen verjüngt sich der Kopf dort, wo er die Mundöffnung trägt, zu einer kleinen Papille (Fig. 3 *a*, 4, 5, 6, *pa*), die entweder auch zugleich das Vorderende der Körperlängsachse bezeichnet (*Macr. hufelandii, Doyeria simplex*) oder etwas auf die Bauchseite verschoben ist (*Macr. oberhäuseri*, Echiniscen).

Die Mundröhre wird überall von einer starken, doppelt contourirten Chitinmembran ausgekleidet und ist, entsprechend der Lage der Mundöffnung, bald vollkommen gerade (*Milnesium, Macr. hufelandii*), bald bogenförmig gekrümmt (*Macr. oberhäuseri*). Sie reicht bei den Macrobiten ein gutes Stück in den Schlundkopf herein, während sie bei den Gattungen *Doyeria* und *Echiniscus* nur eben in diesen eindringt. Bei *Macr. hufelandii* (Fig. 4) erkennt man in der Medianlinie, sowohl dorsal- wie ventralwärts, eine scharfe Linie als Ausdruck einer Längsfirst, die etwas hinter der Mitte der Mundröhre aufhört. Die auf der Bauchseite befindliche, stark vorspringende Kante begrenzt die zwei Oeffnungen für den Durchtritt der Zähne. In ähnlicher Weise finde ich auch bei den Echiniscen eine Längskante angedeutet, die aber hier ebensolang wie die Mundröhre selbst ist. Die Beschaffenheit des Vorderendes der Mundröhre von *Macr. hufelandii* ist nicht leicht zu erkennen; die zwei trichterartig nach innen vorspringenden Linien scheinen mir nur eine äussere ventrale Skulptur darzustellen, nicht in der Mundröhre selbst zu liegen. — Wie schon oben erwähnt wurde, ragen die Zähne der Bärthierchen entweder direckt in die Mundhöhle oder in die Mundröhre herein. Jenes ist der Fall bei den Echiniscen, Milnesien und solchen Macrobioten, die sich im Gebiss an *Macr. oberhäuseri* anschliessen; dieses bei *Doyeria simplex* und *Macr. hufelandii* (cf. Fig. 2—6). Bei letzterer Art sind die Zähne, da sie naturgemäss weit nach vorn verschoben werden müssen, um die Nahrung anzustechen, in einem sanften Bogen gekrümmt, dessen concave Seite nach aussen gerichtet ist. Doyère hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass das vordere Ende der Zähne bei den Macrobioten verkalkt ist, wovon man sich in der That durch Zusatz von Säuren leicht überzeugen kann. Das gleiche Verhalten soll auch für die Echiniscen Geltung haben, wenngleich es hier „langsamer und weniger regelmässig" nachzuweisen sein soll. Nach meinen Erfahrungen sind die Zähne bei diesen Thieren ganz kalkfrei und bestehen ebenso wie bei *Doyeria*

nur aus Chitin. Die Beschaffenheit der Zähne bei *Milnesium tardigradum* verdient noch genauer untersucht zu werden, da sie manche Besonderheiten aufweisen. Bei einem sehr günstigen ausgewachsenen Exemplar, das ich in chilenischem Moose fand, zerfiel der Zahn in 3 Abschnitte, von denen nur der vorderste, von geringer Grösse, in die Mundhöhle herein ragte. Der ganze Zahn wurde der Länge nach von einem Kanal durchzogen. — Das hintere Ende der Zähne läuft bei den mir zur Verfügung stehenden Arten — mit Ausnahme von *Doyeria simplex* — in zwei kurze divergirende Gabeläste aus (Fig. 2, 3, 6), die knopfförmig verdickt sind und zwischen sich eine Aushöhlung nach Art einer Gelenkpfanne bilden. Bei den Milnesien und Macrobioten dient dieselbe dem schon von Dujardin (7) gesehenen queren Zahnträger (Fig. 2, 3, *tr*) zur Anheftung, während das andere Ende desselben an der Mundröhre befestigt ist. Doyère nennt diese Gebilde „supports en S", eine Bezeichnung, die nur auf *Macr. hufelandii*, aber nicht auf Species passt, welche einen geraden oder nur leicht gebogenen Zahnträger besitzen (*Milnesium tardigradum, Macr. oberhäuseri*). Bei den Gattungen *Echiniscus* und *Doyeria* fehlt ein Zahnträger vollständig; bei ersterer Gattung scheint früher ein solcher vorhanden gewesen zu sein, da die Gelenkpfanne am hinteren Ende jedes Zahnes noch deutlich ausgebildet ist. Bei letzterer (Fig. 5) sitzen die Zähne direct in der Zellenmasse, welche die Mundröhre umgiebt; wie die Bewegung dieser kurzen, stiftförmigen Gebilde hier bewirkt wird, ist mir unklar geblieben. Die genannte Zellenmasse ist eine Fortsetzung der Zellenschicht, welche zur Mundhöhle gehört. Sie nimmt von vorn nach hinten an Dicke zu, und hat annähernd die Form einer Birne. Im Innern erkennt man zahlreiche Nuclei und feinkörniges Protoplasma, das aber an keiner Stelle zu Muskeln differenzirt ist. Die Zähne von *Doyeria* endigen hinten bald mit einem kleinen Knopf, bald gerade abgeschnitten und zeigen in diesem Falle auch nicht selten einen kurzen Schlitz, vielleicht die erste Spur der bei anderen Arten vorhandenen Gelenkpfanne. — Die Lage der Muskeln, durch welche der Zahnapparat bewegt wird, lässt sich bei *Macr. hufelandii* leicht feststellen. Jeder Zahn wird von 3 Muskeln bewegt, die vom hintersten Ende desselben auslaufen. Der eine ist lang und schmal, zieht nach vorne und inserirt sich an der Mundhöhle (Fig. 4), die zwei andern sind kurz, dreieckig und befestigen sich an der Membran, welche den Schlundkopf nach aussen begrenzt (Fig. 2). — Ich komme jetzt zur Beschreibung des musculösen Apparates, des Schlundkopfes oder Saugmagens, welcher den Nahrungssaft in den Magen bewegt. Am leichtesten ist der Bau desselben auch wieder bei *Macr. hufelandii* zu erkennen (Fig. 2, 4). Er wird in seiner ganzen

Länge von einem Kanal durchzogen, dessen chitinige Wandung vorn mit der Mundröhre zusammenhängt. Auf den ersten Blick fallen dem Beobachter drei Reihen von dicken undurchsichtigen Stäbchen auf, von denen jedes einzelne wieder aus zwei Stücken zusammengesetzt ist. Von den drei Reihen liegen die zwei seitlichen — bei der Betrachtung des Thieres in der Bauch- oder Rückenlage — in derselben Ebene, während die dritte mittlere ein wenig nach der Ventralseite verschoben ist. Die Mundröhre (Fig. 2, 4, *tu*) trägt an ihrem Hinterende einen breit nach aussen vorspringenden Rand, an den noch zwei seitliche und ein dorsales Chitinstückchen (*p*) sich anschliessen. Diese beiden Seitenstückchen verbinden den Rand mit den lateralen Bälkchenreihen. Doyère hat nun den Fehler begangen, dass er die drei Stäbchencomplexe in die Wand des den Schlundkopf durchziehenden Kanales legte, während derselbe in Wahrheit nur die mediane Reihe berührt und zwischen diesen Chitinstücken hindurch zieht. Greeff spricht sich nicht eingehend über den Bau des Schlundkopfes aus; da er denselben jedoch stellenweise als „Kaumagen" und jene Balken als „Kauplatten" bezeichnet, so scheint er sich der Doyère'schen Darstellung anzuschliessen und ausserdem zu glauben, dass diese Chitingebilde sich an der Zerkleinerung der Nahrung betheiligten. Eine solche Function darf man ihnen auf keinen Fall zuschreiben, da weder die Bälkchen der Seitenreihen, noch die der mittleren mit der aufgenommenen Speise überhaupt direct in Berührung kommen können. Für jene folgt dies ganz sicher aus ihrer Lage zum Kanal des Schlundkopfes, für diese aus dem Umstande, dass sie von aussen der Wandung desselben anliegen, daher höchstens einen schwachen Druck auf sein Lumen auszuüben vermögen. Diese Gruppen von Doppelstäbchen dienen meines Erachtens nur dazu, den Muskeln des Schlundkopfes einen festen Ansatzpunkt zu gewähren. Der Kanal des Saugmagens wird zu dem Zwecke allseitig von zwei concentrischen dünnen Membranen umgeben. Die innere verbindet die Stäbchenpaare der beiden Lateralreihen, die äussere zieht in geringer Entfernung von ihr und trennt die stark ausgeprägte äussere Muskelzone von der viel zarteren innern. Die äussere Membran stösst vorn an das breitrandige Ende der Mundröhre, hinten lässt sie sich wegen ihrer grossen Feinheit nur an günstigen Exemplaren bis zum Schlundkopfkanal verfolgen. Die Fig. 2, auf der diese Membranen im optischen Durchschnitt eingetragen sind, wird die geschilderten Verhältnisse hoffentlich besser als viele Worte erläutern. Die Muskeln des Schlundkopfes ziehen annähernd in radialer Anordnung von dem Kanal nach der äusseren

Membran. Wie schon eben angedeutet wurde, sind sie nur ausserhalb der stäbchenfreien Membran deutlich entwickelt und aus diesem Grunde nur hier von den früheren Forschern gesehen worden. Die Muskelfibrillen zeigen auf dieser Strecke häufig viele hintereinander liegende Körnchen. Ihre Kerne finden sich vornehmlich in der Nähe der Peripherie. Die Fibrillen der inneren Muskelzone sind am lebenden Thiere sehr viel schwerer zu erkennen als die der äusseren, deren direkte Fortsetzung sie bilden. Durch die Membran, welche die Trägerin der lateralen Stäbchenpaare ist, wird dieser innere Muskelcomplex streng genommen wiederum in zwei concentrische Partieen gesondert, doch lässt sich ein verschiedenes histologisches Verhalten derselben nicht constatiren. — Die geschilderte, etwas complicierte Einrichtung des Pharynx befähigt offenbar den *Macrobiotus hufelandii*, eine je nach Bedürfnis sehr verschieden starke Saugkraft zu entfalten, da diese davon abhängen muss, wie weit die Wände des Schlundkopfkanales, welche in der Ruhe eng aneinander gepresst sind, auseinander gezogen werden. Da ich die Macrobioten nie direkt beim Aussaugen beobachtet habe, kann ich nur Vermuthungen über die Wirkungsweise des Saugmagens vorbringen. Wahrscheinlich wird durch die innere zarte Musculatur zunächst eine Portion Nahrungssaft in den Schlundkopf hereinbefördert, wobei die hintere Oeffnung desselben durch Aneinanderlegen der Wände luftdicht geschlossen wird. Hierauf tritt die äussere grobe Musculatur in Thätigkeit. Sie bewirkt den Zufluss einer neuen Quantität Nahrungssaft, welche beim rechtzeitigen Oeffnen des hinteren Ventils im Stande sein wird, die zuerst aufgenommene Flüssigkeitsmenge in den Magen zu drücken. Lässt die Muskelcontraction nach, so erhält der Schlundkopfkanal in Folge der Elasticität seiner Wandung wieder sein ursprüngliches, äusserst enges Lumen. Von dem Rest der Flüssigkeit wird ein Theil in den Magen gedrängt, der andere tritt in die Mundröhre zurück, falls er hieran nicht durch eine zweite Ventilvorrichtung gehindert wird. Bei *Macrob. oberhäuseri* und andern Arten mit demselben Gebisstypus scheint der Schlundkopf im Wesentlichen ebenso eingerichtet zu sein wie bei *Macr. hufelandii*. Doch lassen sich hier die Verhältnisse schwieriger ermitteln, und namentlich gewinnt man nur an stark gepressten Thieren die Ueberzeugung, dass auch in diesem Falle die centralen Verdickungen nicht in der Wand des Pharynxkanales selbst liegen. Den Milnesien fehlen die Stäbchenpaare der Macrobioten, und bei *Doyeria* und den Echiniscen sind sie lang und schmal, was nach Greeff auch für *Macr. macronyx* zutrifft. — Bei allen bis jetzt bekannten Bärthierchen

stösst der Saugmagen unmittelbar an die Mundröhre und giebt selbst an seinem hinteren Ende den Oesophagus ab. Von dieser Regel macht die neue chilenische Gattung *Diphascon* (Fig. 25) eine Ausnahme, indem hier der Schlundkopf in die Mitte des relativ langen Oesophagus eingeschaltet ist.

Speicheldrüsen, die, wie schon Doyère vermuthet, in vielen Fällen auch wohl als Giftdrüsen funktioniren, kommen bei den Gattungen *Macrobiotus, Milnesium*, *Doyeria* und wahrscheinlich auch bei *Diphascon* vor. Bei den *Echiniscus*-Arten sind sie mir nicht aufgefallen, doch ist es möglich, dass sie hier nur durch das rothe Pigment der Epidermis verdeckt wurden. Am deutlichsten lässt sich ihr Bau bei *Macr. hufelandii* überblicken. Sie stellen hier zwei grosse birnförmige Drüsen dar (Fig. 4, *sal*), die den grössten Theil der Rückenseite des Schlundkopfes bedecken und sich auch ein wenig auf die Ventralfläche (Fig. 16) desselben umschlagen. Der eigentliche Drüsenkörper geht in der Höhe des hinteren Zahnendes in einen schmalen Ausführgang über, der jederseits neben dem Zahne hinzieht und zugleich mit demselben in die Mundröhre — auf deren Ventralseite — einmündet. An den Kanal schliesst nach hinten ein ziemlich grosser, flaschenförmiger Raum, in dem sich das Secret ansammelt. Derselbe liegt etwas unsymmetrisch, derartig, dass er nach aussen verlagert ist und daher von einer dicken Innen- und einer schmalen Aussenwand begrenzt wird. Im Protoplasma der Speicheldrüsen habe ich keine deutlich von einander gesonderten Zellen unterscheiden können, wohl aber viele Kerne mit Nucleolus. Das Secret der Drüse besteht aus farblosen, ölartig glänzenden, mit Osmiumsäure sich nicht schwärzenden, homogenen Kugeln, von denen man bald eine sehr grosse, bald zahlreiche kleinere antrifft. Es ist in dünner Essigsäure löslich und sehr geschmeidig, so dass es beim Passiren des Ausführganges eine schmale, bandförmige Gestalt annimmt. Zuweilen erblickt man in den Secrettropfen wasserklare Vacuolen. — Es ist mir zweifelhaft geblieben, welche Organe bei *Doyeria simplex* als Speicheldrüsen anzusprechen sind. Die mit *k* Fig. 5 bezeichneten Gebilde haben die Gestalt einzelliger Drüsen, doch habe ich in ihnen nie Spuren eines Secretes gefunden. Die dicken Zellenmassen, welche die Mundröhre (*tu*) umgeben, haben vermuthlich auch die gleiche Funktion.

B. Schlundrohr und Magen; Art der Ernährung; Enddarm.

Der Oesophagus setzt sich nach dem einstimmigen Urtheil der früheren Autoren nicht scharf vom Magen ab, sondern geht allmählich in diesen über. Dieser Satz gilt auch für das histologische Verhalten, wenngleich nicht in ganz demselben Maasse. Die folgende Schilderung bezieht sich auf *Macr. hufelandii.* Der Oesophagus (Fig. 4 *oe*) wird seiner ganzen Länge nach innen von einer derben chitinigen Membran ausgekleidet, welche dem Magen fehlt und hier durch eine zarte Cuticula ersetzt wird. Dieser Unterschied tritt bei Behandlung mit Kalilauge sehr deutlich zu Tage. Die Zellen des Schlundrohres sind niedrig und stets ungefärbt. Auch kommen in ihnen nie jene grossen glänzenden Granula vor, welche nach vollendeter Verdauung in der Magenwand sich anhäufen. An der Uebergangsstelle von Schlundrohr und Magen werden die Zellen etwas schmäler und die Kerne rücken näher zusammen. — Die eigentlichen Magenzellen (Fig. 7) sind viel grösser als die des Schlundrohres, von polygonaler, meist 6eckiger Gestalt, von einander durch deutliche Membranen geschieden und in Längsreihen angeordnet. Sie haben einen ansehnlichen Kern mit grossem, meist excentrisch gelegenen Nucleolus. Bei gut genährten Thieren springt jede Zelle halbkugelig in das Magenlumen vor, unter ungünstigen Verhältnissen schrumpfen dieselben aber stark zusammen, so dass die Magenwandung sehr dünn wird. Die Zellen werden nach innen von einer zarten Cuticula bedeckt, in der man bei sehr starker Vergrösserung kleine dunkle Striche in geringem Abstande und in radiärer Richtung verlaufen sieht (Fig. 8). Ich halte dieselben für feine Kanäle, durch welche der Nahrungssaft in die Zellen übertritt. Cilien finden sich an keiner Stelle des Tractus intestinalis, wie sie denn überhaupt nirgends im Tardigraden-Organismus vorkommen. — Ueber die Nahrung der Bärthierchen sind die verschiedenen Forscher nicht ganz derselben Meinung. Nach O. F. Müller besteht sie aus vegetabilischen Substanzen, denn „der kleine Bär ist ein schwerfälliges, kaltblütiges und sanftes Thierchen. Er lässet die Mitbewohner seines Tropfens mit gleicher Gleichgültigkeit als der Löwe das Kindchen um und an sich fahren.“ Dujardin ist derselben Ansicht, dagegen sollen die Tardigraden nach Doyère die kleinen Organismen fressen, die mit ihnen das Moos bevölkern, namentlich die Philodinäen. Ich glaube, dass nur Greeff das Richtige getroffen hat mit seiner Angabe, die Nahrung

sei theils pflanzlicher, theils animaler Natur, und möchte hinzufügen, dass sie ganz überwiegend Vegetabilien, namentlich Moosen, entnommen wird. Man kann dies schon daraus schliessen, dass die Bärthierchen viel zu plump und ungeschickt sind, um einigermaassen bewegliche Thiere festzuhalten und anzuspiessen. Ich habe sehr oft Rotatorien ganz dicht vor ihrer Mundöffnung vorbeikriechen sehen, ohne dass sie sich jemals derselben bemächtigt oder auch hierzu nur den Versuch gemacht hätten. Da jedoch Greeff und Doyère die Kauplatten dieser Thiere im Magen der Macrobioten wiedergefunden haben, so müssen ihnen dieselben ab und zu zur Nahrung dienen, und es fragt sich nur, ob die Rotatorien lebend oder todt waren, als sie von den Bärthierchen ausgesogen wurden. Bringt man nämlich die moosbewohnenden Philodinäen nach einer Periode intensiver Austrocknung wieder ins Wasser, so zeigen sie ein merkwürdiges Verhalten. Schon nach kurzer Zeit ($^1/_4$—$^1/_2$ Stunde) sind sie sämmtlich aufs neue zum Leben erwacht und kriechen munter umher oder lassen ihren Räderapparat spielen; aber ihr Leben währt nicht lange, nach 2—3 Tagen findet man die Thiere fast alle todt am Boden liegen, während doch ihre nächsten Verwandten im süssen Wasser sich unter gleichen Bedingungen wochenlang ihres Daseins freuen und sich dabei oft stark vermehren. Der Uebergang aus einer längeren Trockenexistenz in einen mehrtägigen Wasseraufenthalt ist für die Rotatorien der Fauna rediviva augenscheinlich im hohen Maasse schädlich; ihre Lebenskraft bleibt in diesem Falle nur dann ungeschwächt erhalten, wenn sie nach kurzer Zeit wieder eintrocknen. Ich gehe auf diese interessante Erscheinung nicht näher ein, weil ihre Bedeutung hier nur darin liegt, dass sie zeigt, wie die Tardigraden auch in der Natur häufig Gelegenheit haben werden, todte Rotatorien als Nahrung zu verwerthen. Nach meinen Erfahrungen nähren sich dieselben freilich in erster Linie von dem Saft der Moospflänzchen. Ich habe nämlich sehr oft eine grünliche, mit einzelnen (Chlorophyll-?) Körnchen durchsetzte Flüssigkeit im Magen der lebenden Bärthierchen angetroffen, die, wie schon Dujardin (9. p. 165) richtig bemerkt, offenbar vegetabilischer Natur ist; Doyère behauptet zwar kurz und bestimmt: „cette matière verte est le foeces, le résidu de la digestion", bleibt aber den Beweis hierfür vollkommen schuldig, obwohl derselbe bei der ungewöhnlichen Form, den die Auswurfsstoffe hier zeigen würden, doppelt noth thut. — In Folge der Verdauung treten bei den Macrobioten in den Magenzellen eine Menge von Körnern und Körnchen auf, von denen zwei Sorten unterschieden werden können; einmal sind es

kleine, glänzende, homogene Kugeln, die sich auf Osmiumzusatz nicht verändern und bald farblos (Fig. 8 *a*), bald lichtgrün (8 *b*) sind; zweitens unregelmässig rundliche Gebilde (*c*), die viel grösser sind und sich häufig polygonal gegen einander abplatten. Sie erscheinen ebenfalls strukturlos und stets grünlich oder bräunlich gelb gefärbt, wenn der Magen einen grünen vegetabilischen Saft enthält; im Innern liegen häufig ein oder mehrere dunkle Binnenkörper. Derartige Granula finden sich nie im vordersten kleinzelligen Magentheil und im Oesophagus, so dass diese offenbar an der Verdauung der Nahrung sich nicht betheiligen. Nicht selten liegt in jeder Magenzelle ein grosser Oeltropfen, der zuweilen von einem Kranze ganz kleiner Oelpünktchen umschlossen wird (Fig. 8 *ol*). — Die eigenthümlichen Körner mit centralem Fleck, welche Doyère von den Echiniscen beschreibt, habe ich bei den Macrobioten nie beobachtet. — Der Magen setzt sich durch eine ringförmige Einschnürung vom letzten Abschnitte des Darms, dem Rectum, ab. Dorsal und lateral, aber so ziemlich in derselben Höhe wie der Magen, münden die Organe des Geschlechts- und Excretionsapparates in den Enddarm ein, so dass dieser dadurch zur Kloake wird. Doyère giebt an (l. c. p. 324), auf die eben erwähnte Einschnürung folge eine Anschwellung, welche durch ihre Struktur an den muskulösen Pharynx erinnere und dazu diene, die Geschlechtsprodukte und Nahrungsreste aus der Kloake heraus zu befördern. Diese Behauptung ist, wenigstens für die Macrobioten, nicht richtig. Von einem solchen Muskelring finde ich keine Spur, wohl aber verdicken sich die Wände der Kloake beträchtlich im Verhältniss zum Magen (Fig. 12 *cl* u. *st*) und springen häufig an verschiedenen, nicht ganz constanten Stellen buckelartig nach aussen vor. — Um die quergestellte Afterspalte bildet ferner, wie schon erwähnt wurde, die Epidermis eine Anzahl von runden Wülsten, die aber in Form und Grösse sehr variiren, auch wohl ganz fehlen.

4. Die Geschlechtsorgane der Tardigraden.

Hinsichtlich des Geschlechtsapparates der Bärthierchen bin ich zu ganz andern Ansichten gelangt als die früheren Untersucher. Ich kenne denselben genauer freilich nur von der Gattung *Macrobiotus*, doch bin ich überzeugt, dass die Verhältnisse auch bei den übrigen Genera im Wesentlichen die gleichen sein werden, da die äussere Gestalt der einzelnen Organe überall dieselbe ist. Doyère hat zuerst angegeben, dass die Tardigraden Zwitter seien, und alle späteren

Forscher haben, soweit sie sich überhaupt mit dieser Frage beschäftigten, sich in demselben Sinne geäussert. Doyère deutete den grossen länglichen Sack, welcher sich in jedem Individuum dorsal vom Magen ausbreitet, als Eierstock und das schlauchförmige Organ, welches jederseits in die Kloake einmündet, als Hoden; die kleine dorsale Drüse, welche zugleich mit dem Ovar in den Enddarm tritt, sprach er als eine Samenblase an. In dieser Darstellung finden sich nach meinen Beobachtungen verschiedene Fehler: die Tardigraden sind getrennten Geschlechtes, jedoch ist die äussere Gestalt des ganzen Sexualapparates bei Männchen und Weibchen völlig gleich, welcher Umstand in erster Linie die richtige Erkenntniss der Verhältnisse verhindert hat. Hoden und Eierstock sind unpaare Gebilde und jeder mit einer dorsalen Anhangsdrüse (*gl. d*) versehen. — Das Ovar ist von Doyère und Greeff in seiner Lage und seinen äusseren Formen richtig erkannt und geschildert worden. Nur darin stimme ich nicht mit Doyère überein, dass die zwei dünnen Ligamente, welche von den vorderen Hörnern desselben auslaufen und sich in der Höhe des zweiten Beinpaares an die Rückenmuskulatur ansetzen, gegabelt sind und einen Ast nach der Bauchseite senden; mir scheinen es einfache kernlose Fäden zu sein, die um so länger sind, je mehr der Eierstock selbst im jugendlichen oder rückgebildeten Zustande sich befindet. Auch Greeff zeichnet sie ohne Seitenast. — Das Ovar wird von einer dünnen Haut gebildet, deren Kerne nur schwer zu finden sind. Sie liegen hier und da zerstreut und lassen sich noch am leichtesten an Thieren erkennen, deren Ovar ganz oder theilweise leer ist. — Der Inhalt der Keimdrüse bietet je nach dem Alter des Thieres einen sehr verschiedenen Anblick dar. In der Jugend ist das ganze Organ dicht gefüllt mit kleinen blassen Eiern, von denen jedes einen centralen Kern mit Nucleolus aufweist. Die Eier sind nackt, nur mit wenigen Körnchen versehen und deutlich von einander isolirt; auch findet sich an keiner Stelle des Organes ein zusammenhängendes Keimplasma, das als Ursprungsstätte derselben angesehen werden könnte. Von diesen Zellen des Ovars sind nur wenige dazu bestimmt, zu wirklichen Eiern zu werden. Die meisten werden als Nährmaterial für einige bevorzugte Zellen verwandt. Die letzten haben keine bestimmte Lage, so dass offenbar alle Zellen anfänglich mit einander in Concurrenz treten und ein Kampf ums Dasein im Roux'schen Sinne die Auslese der späteren Eier bewirkt. Das Resultat dieses Kampfes um eine möglichst günstige Ernährung macht sich schon bald dem Auge bemerkbar. Einige Zellen (Fig. 12) zeichnen sich durch besondere Grösse

und Reichthum an dunklen Körnchen aus. Sie liegen bald vorn, bald hinten im Ovar, zuweilen dicht bei einander oder auch durch eine Anzahl kleiner Zellen von einander getrennt. Die Zahl der Zellen, die gleichzeitig zu Eiern heranreifen, ist eine sehr wechselnde und hängt offenbar ab von den Ernährungsverhältnissen des Thieres. Schwächliche, durchsichtige Individuen zeigen häufig nur 1—3 Eier (Fig. 21, 25) in der Entwicklung, während bei kräftigen, pigmentreichen Exemplaren nicht selten 8—12 angetroffen werden, die den Eierstock bis in die Höhe des Pharynx ausdehnen. Hat sich die Sonderung in Ei- und Nährzellen definitiv entschieden, so nehmen erstere langsam an Grösse und dunklen Körnern zu, während letztere immer mehr verschwinden. Ich habe mich vergeblich bemüht, zu beobachten, in welcher Weise die Nährzellen von den Eiern verwerthet werden, ob sie zuerst zerfallen oder ob sie in toto von jenen aufgezehrt werden, etwa wie eine Diatomee von einer Amöbe umflossen und verdaut wird. Wahrscheinlich ist das erstere der Fall, da ich nie Spuren von den Kernen der Nährzellen im Eiplasma erblickt habe. Es ist mir ferner zweifelhaft geblieben, ob die Nährzellen sämmtlich verbraucht werden oder ob ein Rest derselben sich nach der ersten Eiablage durch Theilung vermehrt und eine zweite Generation von Eiern liefert. Beides scheint vorzukommen, denn zuweilen fand ich ausser den reifen Eiern eine nur ganz unbedeutende Menge Protoplasma am Hinterende des Ovars, die keine Sonderung in distincte Zellen erkennen liess. Diese kann also schwerlich zur Bildung neuer Eier geführt haben. Andererseits trifft man auch Thiere (Fig. 21) an, die neben den fertigen Eiern noch einen bedeutenden Vorrath von unentwickelten Zellen besitzen; derselbe wächst in wenigen Tagen nach der Ablage des letzten Eies beträchtlich heran, und es ist sehr wahrscheinlich, dass eine zweite Serie von Eiern aus ihm hervorgeht. Sind mehrere Eier gleichzeitig im Ovar, so stehen sie stets sämmtlich so ziemlich auf derselben Entwicklungsstufe und sind annähernd gleich gross. — Hinsichtlich der Anlage der Eischalen bin ich zu keinem sicheren Resultat gekommen. Die innere ist wohl ohne Zweifel eine echte Dotterhaut, also ein Abscheidungsprodukt der Eisubstanz. Die äussere, welche bei manchen Arten dicht mit zierlichen Knöpfchen u. dgl. besetzt ist, kann wohl nur von aussen gebildet werden, und es fragt sich, ob sie von den sogenannten Nährzellen oder von der Wandung des Ovars geliefert wird. Ich glaube, dass das Letztere der Fall ist, da die äussere Eischale nicht selten erst gebildet wird, wenn nur noch ein ganz kleiner, meist auf das Vorderende des Ovars zusammengedrängter Theil der Nährzellen

existirt. Doch ist es — falls die Eier nicht langsam rotiren — dann schwer verständlich, wie bei Anwesenheit von mehreren Eiern diejenigen Partien der Eioberfläche ihre Schale erhalten, welche nur an ein benachbartes Ei, aber nicht an die Wandung des Ovars anstossen.

Die dorsale Anhangsdrüse (Fig. 12 *gl. d*) des weiblichen Geschlechtsapparates hat eine kugelige oder birnförmige Gestalt und eine nur geringe Grösse. In vielen Fällen habe ich vergebens nach einem Lumen in ihr gesucht, das ganze Organ war vielmehr von einer feinkörnigen Protoplasmamasse erfüllt, in der zahlreiche Kerne lagen. Besondere Zellgrenzen waren nicht zu erkennen. Bei anderen Exemplaren fand ich in der Mitte einen kleinen, unregelmässigen, lichten Raum (Fig. 12, 21), der von keiner besonderen Membran eingefasst war und wie ein Spalt im Plasma aussah. Zuweilen lag in diesem Hohlraum ein ölartig glänzender Körper von geringer Grösse und unregelmässigen Umrissen. Dass dieses Organ nicht, wie Doyère und Greeff angeben und letzterer auch in seiner Abbildung andeutet, eine Samenblase sein kann, ist einleuchtend, aber die Erkenntniss der wahren Funktion dieses Organes wird dadurch nicht gefördert und muss daher zukünftigen Untersuchungen überlassen bleiben.

Die männlichen Geschlechtsorgane stimmen, wie schon erwähnt wurde, in ihrer Gestalt vollkommen mit den weiblichen überein; die Untersuchung derselben wird durch die grosse Seltenheit der Männchen sehr erschwert, und aus diesem Grunde habe ich manche hierher gehörige Frage unbeantwortet lassen müssen. Doyère, der von sich selbst sagt, dass seine Monographie das „résultat d'une étude non interrompue depuis le mois de novembre 1838 jusqu'au mois d'octobre 1840" sei, hat in dieser langen Zeit nur zwei männliche Thiere zu sehen bekommen, was freilich auch dadurch bedingt sein mag, dass sein Mikroskop ihm nur die Erkennung des Spermas im ausgebildeten Zustande ermöglichte. Ich selbst habe während der 5—6 Monate, die ich auf das Studium dieser merkwürdigen Thiergruppe verwandt habe, ca. 10 Männchen unter Augen gehabt, von denen ungefähr die Hälfte reifes Sperma enthielt. Sie gehörten den Species *Macr. hufelandii*, *Macr. oberhäuseri* und *Doyeria* an. Fig. 13 stellt ein derartiges Thier dar. Der grosse dorsale Sack, bei den Weibchen das Ovar, war in seiner ganzen Ausdehnung dicht mit Spermatozoen gefüllt, die sich im Anfangstheil der Kloake lebhaft bewegten, während sie sonst überall ruhig lagen. Das Sperma war im Hoden eigenthümlich vertheilt, indem je die Köpfe und die zugehörigen Schwänze zu besonderen Gruppen angeordnet waren. In der vorderen Hälfte

sassen der Ventralfläche zahlreich kleine rundliche Gebilde an, die ich für Spermamutterzellen halte; bei andern Individuen war der ganze Hoden nur mit Samenfäden erfüllt, die mit ihren Schwänzen wirr sich durchkreuzten. — Ueber die Gestalt der Spermatozoen haben DOYÈRE und GREEFF schon das Wichtigste mitgetheilt. Der grosse Schwanzanhang trägt häufig noch einen Plasmaklumpen an sich. Der kleine ist nicht immer an derselben Stelle des Kopfes eingelenkt, bald sitzt er dem grossen Anhange gerade gegenüber, bald in unmittelbarer Nähe desselben. Im Kopfe konnte ich nichts von einem besonderen Kerne entdecken, daher scheint er selbst der Nucleus zu sein. Als ich das abgebildete Thier unter dem Deckglase langsam zerdrückte, fielen mir im Hoden eine Unmenge kleiner steifer Stäbchen auf von 8,10—13,5 μ Länge, die im Aeussern ganz dem kleinen Anhang des Spermas glichen, aber vollständig isolirt lagen. Sie fanden sich auch an Stellen, die unter der Quetschung gar nicht gelitten hatten, so dass sie vielleicht selbständige Gebilde sind. — Ueber die Entwicklungsweise der Samenfäden habe ich nur einige ungenügende Beobachtungen sammeln können. Auf frühen Stadien ist der Hoden dicht gefüllt mit sehr kleinen runden Zellen (Fig. 13 bei *x*); da ich Färbungsversuche nicht gemacht habe, sind diese Gebilde vielleicht nur Kerne, und das, was ich für die Nuclei halte, die Kernkörperchen. Später nehmen diese Körper ein dunkles, etwas glänzendes Aussehen an (Fig. 11 bei *a*), um sodann jeder in mehrere noch kleinere Kügelchen (bei *b*) — nach meiner Ansicht die Kerne der Spermatozoen — zu zerfallen. Das zwischen den Kernen liegende feinkörnige Protoplasma liefert dann vermuthlich die Schwanzanhänge. — Ueber den dorsalen Anhang (*gl. d*) fehlen mir leider noch sichere Beobachtungen. Bei einem Individuum machte das Plasma denselben Eindruck wie das noch in der Entwicklung begriffene Sperma im Hoden, so dass derselbe möglicher Weise nur ein Theil des Hodens ist. Bei dem in Fig. 13 abgebildeten Macrobiotus liessen sich nur die äusseren Contouren des Sackes feststellen; ich habe deshalb auf der Zeichnung auch nicht mehr angegeben. Man wird wohl nicht irre gehen, wenn man diese Drüse als Prostata bezeichnet. Meine Bemühungen, die Begattung zu beobachten, blieben ohne Erfolg. Ein Männchen mit reifem Sperma befand sich stundenlang in unmittelbarer Nähe eines Weibchens, dessen Eier, nach der Grösse zu urtheilen, schon befruchtungsfähig sein mussten. Beide Thiere kamen häufig in die innigste Berührung, ohne aber jemals den Coitus zu versuchen. Sie schienen sich auch beide absolut nicht um einander zu bekümmern. — Endlich sei hier noch bemerkt, dass es

mir niemals gelungen ist, wie GREEFF „ein kleines, meist allerdings schwer aufzufindendes Copulationsglied an der Geschlechtsöffnung" zu entdecken; ich finde vielmehr die Afteröffnung, wie beim Weibchen, nur von einigen Epidermisverdickungen umstellt.

5. Die Excretionsorgane.

Ich habe vorhin schon angegeben, dass in den Anfangstheil des Rectums jederseits ein schlauchförmiges Organ einmündet, welches von DOYÈRE und von GREEFF als Hoden angesehen wird, obwohl es diesen beiden Forschern nie gelungen ist, Spermatozoen in demselben wahrzunehmen. Da die männliche Keimdrüse, wie wir eben gesehen haben, eine ganz andere Lage einnimmt, fragt es sich, welche Funktion diesen lateralen Anhangsdrüsen der Kloake zugeschrieben werden muss. Ich glaube, es kann nicht zweifelhaft sein, dass sie eine excretorische Thätigkeit ausüben, denn einmal existirt im Tardigraden-Organismus kein anderes Organ, welches als Niere gedeutet werden könnte, und zweitens stimmen sie in Lage, Zahl und Bau völlig mit den MALPIGHI'schen Gefässen der Milben überein; leider ist es mir wegen ihrer Kleinheit nicht gelungen, Harnsäure in ihnen nachzuweisen, so dass es zwar sehr unwahrscheinlich, aber immerhin möglich ist, dass sie Anhangsdrüsen des Geschlechtsapparates sind. Die in Rede stehenden Excretionsorgane kommen Männchen und Weibchen in gleicher Ausbildung zu (Fig. 12, 13, 21 *gl. l*). Sie sind von schlauchförmiger Gestalt und je nach dem Ernährungszustande des Thieres von sehr verschiedener Grösse; zuweilen dehnen sie sich ebenso weit nach hinten aus wie ein mässig entwickeltes Ovar. Ein schmaler Kanal durchzieht sie in ihrer ganzen Länge, in dessen Lumen mir weder ein Secret noch sonst irgend ein Gebilde aufgefallen ist. Die Wand besteht aus einer zarten Tunica propria und einer Lage von Zellen, deren Grenzen bei günstigen Thieren deutlich zu erkennen sind. Das Plasma derselben ist feinkörnig und manchmal von ölartigem Glanze. Die Beschreibung, welche NALEPA [1]) in seiner schönen Arbeit über die Anatomie der *Tyroglyphen* von den zwei MALPIGHI'schen Gefässen dieser Milben giebt, passt fast wörtlich auch für die hier geschilderten Organe.

6. Die Muskulatur.

Ich komme jetzt zu einem Capitel, das im Einzelnen für den Leser nur geringes Interesse bildet, dagegen dem Untersucher viele

1) In: Sitzungsber. k. k. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Klasse. Bd. 90, 1884.

Mühe macht, zu der Beschreibung der Muskulatur. DOYÈRE hat dieselbe bei den Milnesien eingehend studirt, so dass ich anfänglich glaubte, diesen Abschnitt der Anatomie der Tardigraden übergehen zu dürfen. Später fand ich, dass der Verlauf und die Zahl der zur Locomotion verwandten Muskeln der Macrobioten zwar ähnlich sich verhält wie bei Milnesium, aber doch in manchen Einzelheiten abweicht. So will ich denn im Folgenden ein möglichst kurzes, aber genaues Bild der Körpermuskulatur der Macrobioten zu entwerfen suchen und zwar zuerst mit Rücksicht auf die Anordnung der verschiedenen contractilen Züge, dann auf ihren histologischen Bau. In der Eintheilung folge ich DOYÈRE.

I. Die Hautmuskulatur („système annulaire" DOY.).

1. Die Ventralmuskeln (Fig. 22). Die Anordnung derselben ist bei *Macrobiotus* nicht ganz so complicirt wie bei *Milnesium*. Links und rechts von der Bauchkette des Nervensystems läuft ein breiter Längsmuskel, der durch viermalige Anheftung an die Epidermis in 3 Abschnitte zerfällt (*AE, EH, HM*). Parallele Nebenzüge dieses Muskels sind *BE* und *HL*. Die übrigen Muskeln der Ventralseite verlaufen quer oder schräg, und zwar entspringen sie von gewissen Knotenpunkten, die in der Medianlinie zwischen den nervösen Längscommissuren hinter einander liegen (*C, D, F, G, I, K, N*). Ihre Gruppirung zwischen dem ersten und zweiten Beinpaar stimmt mit der zwischen dem zweiten und dritten im Wesentlichen überein. Sie ist aus der gegebenen Abbildung ersichtlich, zu deren Verständniss ich jedoch bemerken muss, dass mit Ausnahme von *Dh* und *Gi* alle Muskeln direkt unter der Haut verlaufen, während die eben genannten schräg durch die Leibeshöhle nach der Mitte der rechten Körperseite ziehen. Sie gehören zu den „sternodorsalen" Muskeln DOYÈRES und werden unten näher besprochen werden. Hinter dem dritten Beinpaare ändert sich die Stellung der Muskeln ein wenig. Es macht den Eindruck, als ob dieses letzte Körpersegment durch die starke Ausbildung der Geschlechtsorgane aussergewöhnlich in die Länge gedehnt worden sei, so dass die Punkte *K* und *N*, die ursprünglich zusammenfielen, nur ein beträchtliches Stück von einander getrennt wurden. Denkt man sich nämlich diese Knotenpunkte der Muskulatur zusammenfallen, so wird auch aus den 3 sternodorsalen Muskeln *Kk, Nl* ein einziger, und es resultirt dann dieselbe Anordnung wie zwischen dem zweiten und dritten Beinpaar: *KR* entspricht *GQ* und *NM* dem Muskel *GR*. Ein

Unterschied bleibt aber zwischen dem letzten Segment und den vorhergehenden selbst in diesem Falle noch bestehen: die beiden Muskeln *CQ* und *FR* haben im letzten Körperring keine entsprechende Faser; dieselbe müsste von dem Punkte *I* ausgehen und zum letzten Beinpaar ziehen. Sie ist aber nicht vorhanden. — Die Gleichheit in der Anordnung der Muskeln zwischen dem ersten und zweiten und dem zweiten und dritten Beinpaar springt zwar sofort in die Augen, doch erleidet sie dadurch eine Störung, dass von *F* keine Muskeln ausstrahlen, die mit *Cc* und *CE* correspondiren. Ebenso sind *DE* und *EF* ganz isolirt dastehende Bänder. — Inwiefern die ventrale Muskulatur von *Macrobiotus* mit derjenigen von *Milnesium* übereinstimmt und worin beide von einander abweichen, wird der Leser leicht gewahr werden, wenn er Fig 1 der Pl. 17 der Doyère'schen Abhandlung mit meiner Fig. 22 vergleicht. Bei *Milnesium* existiren — bei Gebrauch der Buchstaben der zuletzt genannten Abbildung — jederseits die Muskeln: *CD, FG, IK, FB*, *HI* und noch einige andere von theilweise untergeordneter Bedeutung, die bei *Macrobiotus* sämmtlich fehlen.

2. Die Dorsalmuskulatur ist bei *Macrobiotus* (Fig. 21) ebenfalls einfacher gestaltet als bei *Milnesium*. Bei beiden läuft jederseits der Medianlinie ein Paar von breiten Muskeln über die ganze Länge des Rückens. Zwischen zwei parallelen Bändern derselben Körperseite finden sich bei *Milnesium* 8 kurze Muskeln in zickzackförmiger Anordnung; bei *Macrobiotus* sind nur drei derselben vorhanden, nämlich *δε*, *εη*, *ηϑ*.

3. Die Lateralmuskulatur (Fig. 20). In der vorderen Körperhälfte ziehen jederseits 2 Muskeln (*ca*, *cb* und 2 Bänder zwischen *c* und *e*) neben einander, in der hinteren nur einer (*eg*). Ausserdem gehören hierher 3 Muskeln, die von den Punkten *c*, *e* und *f* ihren Ursprung nehmen und schräg durch die Leibeshöhle nach der Mitte der Bauchseite ziehen. Sie inseriren sich an den Punkten *I*, *N*, *M*. Alle drei geben einen kurzen Gabelast ab, wenn sie sich der Ventralfläche genähert haben. — *Milnesium* besitzt noch einen vierten der zuletzt erwähnten Art. Ausserdem dehnen sich jederseits zwei Muskeln über die ganze Länge der Körperflanken aus, die aus vielen kleinen Abschnitten zusammengesetzt und unter einander gitterartig durch andere Muskeln verbunden sind.

4. Die „sternodorsalen" Muskeln ziehen von den verschiedenen, vorher erwähnten Muskelknotenpunkten der Ventralseite schräg durch die Leibeshöhle nach den Körperseiten, wo sie sich bei den

Punkten *o, h, n, i, m, k, l* etwas oberhalb der lateralen Längsmuskeln an die Haut ansetzen. Da sie nicht bis zum eigentlichen Rücken heraufreichen, werden sie besser als sterno-laterale Muskeln bezeichnet. Sie gleichen vollständig denjenigen von *Milnesium*; nur die Gabelung derselben ist bei *Macr. hufelandii* nicht so deutlich ausgesprochen, sondern beschränkt sich, mit Ausnahme des letzten Muskels *Nl*, auf das laterale Ende. Bei *Macr. oberhäuseri* ist sie schon etwas stärker entwickelt.

II. Die Muskulatur der Extremitäten

der Macrobioten stimmt ebenfalls in ihren Grundzügen mit derjenigen der Milnesien überein. Sie entspringen theils an den ventralen Knotenpunkten (Fig. 22 *C, D, F, G, I, K, N*) und besorgen dann das Vor- resp. das Zurückstellen der Beine, theils an den breiten Längsbändern des Rückens und der Seiten. Zum Emporziehen der Extremitäten von der Bodenfläche treten in jede zwei Bündel von Muskeln, von denen das eine sich an den äussern dorsalen Längsmuskel der betreffenden Seite, das andere an den inneren ansetzt (Fig. 20, 21 bei γ, δ; ε, ζ; ϑ, λ). Ferner erhalten die sechs Vorderbeine noch je einen Muskel, der ungefähr am Endpunkt des hinter der Extremität gelegenen sternodorsalen Muskels entspringt. Endlich hat jedes Bein noch einige kleinere Muskeln von untergeordneter Bedeutung.

III. Muskeln des Tractus intestinalis.

Die Muskeln, welche die Zähne der Macrobioten bewegen, habe ich oben schon erwähnt. Ich will daher hier nur hinzufügen, dass auch der Magen seine eigene, ihm aussen anliegende Muskulatur hat. Betrachtet man denselben von der Dorsalseite her, so sieht man zwei dünne, einander parallele Längsmuskeln (Fig. 7 *mu*) über die Rückenfläche hinziehen. Am Hinterende des Schlundes laufen beide zu einem zusammen, der sich noch eine Strecke auf denselben fortsetzt. Auf jeder Seite des Magens läuft ebenfalls ein solches schmales Band, das am Hinterende des Magens auf dessen Ventralfläche übertritt und hier auf der Kloake weiter zieht. Diesen Längsmuskeln verdankt der Magen, wie mir scheint, seine rhythmischen Bewegungen nach vorn und wieder zurück, die man so oft an den lebenden Thieren wahrnehmen kann.

Anmerkung. Ich habe keine Gelegenheit gehabt, die Muskulatur der Milnesien zu untersuchen und die Richtigkeit der Doyère'schen

Angaben zu prüfen. Nur einmal fand ich ein sehr günstiges chilenisches *Miln. tardigradum*, dessen Muskeln in folgenden Punkten in ihrer Anordnung von der Doyère'schen Beschreibung abwichen: 1) über den Rücken liefen jederseits 2 parallele Längsmuskeln, die aber nicht durch zahlreiche Schräg-Bänder unter einander verbunden waren; 2) der Muskel *dF* (Pl. 17, Fig. 1 der Doyère'schen Abhandlung) fehlte; 3) desgl. die Muskeln *CD*, *FG*, *IK*; 4) desgl. fehlten *IL* und wahrscheinlich auch *IH*. Dieses Individuum schloss sich demnach im Verlauf der Muskeln näher an *Macrobiotus* an, als man nach der Schilderung des französischen Forschers erwarten sollte.

IV. Die histologische Beschaffenheit der Muskeln.

Doyère beschreibt die Muskeln als cylindrische oder abgeplattete Fäden, die im Allgemeinen weder eine Punktirung noch eine Längs- oder Querstreifung aufweisen; doch sollen zuweilen auch solche mit unregelmässigen körnigen Anschwellungen vorkommen. Greeff entwirft ein viel genaueres Bild von der Histologie der Muskeln, dem ich freilich nicht in allen Punkten beistimmen kann. Sie sollen aus contractiler Substanz bestehen, die nach aussen von einer „erhärteten Grenzschicht" umgeben und im Innern hier und da von körnigem Protoplasma mit oder ohne Kern durchzogen wird. „Die Muskelsubstanz selbst hat ein vollkommen homogenes Aussehen ohne jede Spur einer Quer- oder Längsstreifung." „Ausser dem stets um die Muskelkerne gelagerten körnigen Protoplasma findet man körnige Substanz zuweilen auch ohne Kern in Streifen oder kleinen Plaques die homogene contractile Substanz durchziehend, aber in sehr wechselnder Menge und Gestalt, so dass oft ganze Muskeln frei davon sind, während in anderen wiederum an verhältnissmässig vielen Stellen dasselbe eingebettet liegt." In dieser Darstellung ist, meiner Ansicht nach, dem körnigen Protoplasma der Muskeln eine unrichtige Lage zugeschrieben worden. Dasselbe hat seinen Sitz nie im Innern der contractilen homogenen Substanz, sondern stets nach aussen von derselben. Zweifelhaft kann man darüber nur dann sein, wenn man von oben auf den Plasmahügel des Muskels hinauf sieht, wie dies in Fig. 19 z. B. bei mu^1 der Fall ist. Aber auch in einem solchen Falle lässt sich durch Anwendung der Mikrometerschraube ganz sicher nachweisen, dass Kern und Plasma über der contractilen Substanz sich ausbreiten. Dass körniges Protoplasma mit oder ohne Kern der contractilen Substanz vielfach von aussen anliegt, giebt auch Greeff

zu (cf. dessen Abbildungen 2, 3 in 18), aber er hält dieses Protoplasma für Nervensubstanz und sagt von demselben: „diese pyramidenförmige Nervenzelle legt oder ergiesst sich mit breiter Basis (Platte) über den äusseren Umfang des Muskels und endigt entweder in dieser Form und Eigenschaft oder schickt noch in der Richtung der Längsachse des Muskels körnige Fortsätze über denselben, die auf ihrem Wege aufs Neue zu Zellen anschwellen können.“ Ein solcher Gegensatz zwischen nervösem Plasma ausserhalb der contractilen Substanz und Muskel-Plasma innerhalb derselben lässt sich nicht aufrecht erhalten, weil nach meinen Beobachtungen 1) körniges Protoplasma in der contractilen Substanz überhaupt nicht vorkommt und 2) der Nerv, wie weiter unten aus einander gesetzt werden wird, mit einer kleinen strukturlosen Endplatte (Fig. 19 *n. pl*) im Muskel endet. Der sogenannte Doyère'sche Nervenhügel besteht zum grössten Theile aus dem Protoplasma des Muskels, dem jene Nervenendplatte an seiner Spitze eingebettet ist. — Ob die contractile Substanz in Wahrheit, wie Doyère und Greeff angeben, homogen ist, muss ich sehr bezweifeln. Bei lebenden und scheintodten Thieren sieht man allerdings keine Struktur in derselben; sowie man aber mit Osmiumsäure fixirt und in destillirtem Wasser untersucht, wird eine zarte Längsstreifung in allen grösseren Muskeln sehr deutlich sichtbar, die wohl schwerlich als ein Kunstproduct angesehen werden kann, sondern auf eine Zusammensetzung aus vielen Fibrillen hinweist (Fig. 19). Nur direct am Rande des Muskels fehlt dieselbe und wird hier durch eine homogene, etwas dunklere Substanz ersetzt. Eine sehr zarte strukturlose Membran hüllt die contractile Masse von aussen ein, und zwischen beiden befindet sich der Sitz des körnigen Protoplasmas, das in jedem Muskel eine oder mehrere nicht genau umschriebene Regionen einnimmt, um sich von hier in wechselnder Menge über andere Partien des Muskels zu ergiessen. Dort, wo ein Muskel sich gabelt (Fig. 19 mu^2) oder wo zwei benachbarte dicht neben einander herziehen, breitet sich das Protoplasma häufig in dünner Schicht zwischen denselben aus, wie eine Schwimmhaut zwischen den Zehen.

7. Das Nervensystem der Tardigraden.

1. Das Centralnervensystem der Bärthierchen besteht nach Doyère aus vier Bauchganglien, die durch zwei lange und relativ weit aus einander liegende Commissuren unter einander verbunden werden. Von dem vordersten Ganglion läuft jederseits ein Nerv schräg

nach oben und vorn und verbindet sich mit einer länglichen Anschwellung, die zugleich Trägerin des Augenfleckes ist; ein anderer zieht ebenfalls nach vorn und bildet bei *Milnesium* ein kleines Ganglion an der Basis der Palpen. GREEFF hat dann diese Beobachtungen dahin erweitert, dass die beiden Augenganglien durch einen schmalen, dorsal vom Schlundkopf verlaufenden Querstrang zusammenhingen, dass also auch den Tardigraden, wie allen Arthropoden, ein den Vorderdarm umgreifender Nervenring zukomme. Soweit diese Angaben sich auf das Bauchmark beziehen, kann ich sie bestätigen, während das Nervensystem des Kopfes den früheren Untersuchern in seinen wichtigsten Theilen verborgen geblieben ist. — Die Fig. 14 stellt das Gehirn (*ce*) und das untere Schlundganglion (*Ga*) eines *Macrobiotus* im Zusammenhang mit dem ersten Centrum der Ventralkette in seitlicher Ansicht dar. Das Nervensystem des Kopfes ist, wie man sieht, sehr stark entwickelt, indem ein breiter Ring von Nervenzellen die Mundröhre umgiebt. Dieser Ring besteht aus einer rücken- und einer bauchständigen Verdickung, die an den Seiten mittelst einer breiten Schicht von Zellen in einander übergehen. Die Gestalt des oberen Schlundganglions erkennt man am besten bei Betrachtung des Rückens (Fig. 15). Es verlängert sich nach vorn in zwei breit-kegelförmige Lappen, von deren Spitze jederseits ein Nerv direct an die Haut zieht, und bildet nach hinten einen mittleren und rechts und links je zwei seitliche Anhänge (*a*, *s. e*, *ap*), die von innen nach aussen an Grösse zunehmen. Die wurstförmigen Fortsätze *ap* tragen ungefähr in der Mitte des Innenrandes das Augenpigment, falls solches vorhanden ist, und verbinden sich durch einen am Augenfleck entspringenden Nerven direkt mit dem ersten Bauchganglion (Fig. 14, 16). Da nun auch das untere Schlundganglion und ga^1 durch die Verlängerungen der Commissuren des Bauchmarkes zusammenhängen, so spannen sich vier Nerven zwischen den Ganglien des Kopfes und des Bauchmarkes aus, ein Verhalten, das meines Wissens bei andern Gliederfüsslern noch nicht beobachtet worden ist. Das untere Schlundganglion (Fig. 16 *Ga*) zeigt eine ganz ähnliche Gestalt wie das Gehirn. Die beiden Ganglien des Kopfes sind durch eine breite, aber dünne Schicht von Ganglienzellen (Fig. 14), den Schlundring, vereinigt; der die Augenflecke tragende Anhang liegt zwar seitlich, aber doch im Ganzen dem Rücken genähert, so dass ich denselben dem Gehirn zurechne. — Die zwei Taster eines chilenischen *Milnesium tardigradum* wurden der Länge nach von einem zarten Faden, wohl einem Nerven, durchzogen; das Gehirn und das untere Schlundganglion stimmten im Wesentlichen ganz mit

dem der Macrobioten überein. Bei den Echiniscen habe ich das Gehirn auch verschiedene Male gesehen, doch machte das Pigment der Cutis ein genaues Erkennen der Umrisse unmöglich.

2. Das periphere Nervensystem der Milnesien ist von Doyère und Greeff untersucht worden, doch hat sich bis jetzt noch kein Forscher die Mühe gemacht, es in seinen Einzelheiten festzuzustellen, namentlich auf das Vorkommen von Nebenganglien zu achten. Ich habe meine Beobachtungen nur an Macrobioten gesammelt, doch scheinen zwischen beiden Gattungen nur unbedeutende Differenzen vorzuliegen. Von jedem Ganglion des Bauchmarks gehen jederseits drei Nerven ab, von denen die beiden hinteren (Fig. 19 n^2, n^3) die auf der Ventralseite verlaufenden Muskeln innerviren, während der vorderste (n^1) unter der Haut bis zu den Längsmuskeln des Rückens ansteigt. Diese Nerven sind schon von Doyère und Greeff gesehen worden. Wie sie sich mit den Ventralmuskeln verbinden, lässt sich aus den beigegebenen Abbildungen leichter ersehen, als mit vielen Worten beschreiben. Ausser diesen hat jedes Ganglion mit Ausnahme des zweiten noch zwei andere Nerven, die vor n^1 gelegen sind, sich aber weniger gut mit einander vergleichen lassen. Diejenigen des ersten Bauchmark-Centrums haben wir oben schon kurz besprochen (Fig. 16); sie können als Opticus angesehen werden, da jeder derselben im Bogen zu dem im Gehirnanhang *ap* gelegenen Pigmentfleck seiner Seite hinzieht, wobei er ungefähr in der Mitte zuvor einen zarten Seitenast abgibt. Das dritte (Fig. 19 ga^3) und das vierte (Fig. 18 ga^4) Ganglion versorgen ferner die beiden Längsmuskeln der Bauchseite durch kleine Nerven. Am schwierigsten ist der Verlauf von n^1 für jedes Ganglion festzustellen, da dieser Nerv, wie schon gesagt, zum Rücken sich begiebt. Bei Betrachtung der Seitenansicht eines *Macrobiotus* (Fig. 20) treffen wir denselben daher wieder und sehen, wie er etwas unterhalb der lateralen Längsmuskeln in jedem Segment zu einer kleinen, polygonalen Verdickung anschwillt, um dann weiter zum Rücken emporzusteigen. Ob diese eckige Anschwellung eine wirkliche Zelle oder nur eine Anhäufung von Nervensubstanz ist, muss ich dahin gestellt sein lassen; ich vermochte nie einen Kern darin zu entdecken. Mit einer ganz ähnlich gestalteten Endplatte legt sich dann jeder der als n^1 (Fig. 20) bezeichneten Nerven an den äusseren Längsmuskel des Rückens an, nachdem er noch kurz zuvor einen kleinen Seitenzweig an die Ursprungsstellen (ε, ϑ) gewisser Extremitäten-Muskeln abgegeben hat. Die sternförmigen Anschwellungen in der Höhe der lateralen Muskeln entsenden einen nach hinten und nach dem Rücken

laufenden Nerven, der bald in ein kleines Ganglion mit Kernen übergeht. Ein solches sieht man auf Fig. 20 bei *c* und *l*; ein drittes ist mit $\gamma\alpha^4$ bezeichnet worden; über die Existenz eines vierten bei *d* bin ich zweifelhaft geblieben. Solche Nebenganglien kommen besonders reichlich im letzten Körpersegment vor. Die beträchtliche Grösse desselben scheint eine Vermehrung der nervösen Centren zur Folge gehabt zu haben. Der ga^4 verlassende Nerv n^1 (Fig. 18) löst sich zunächst in einen Plexus von drei Zellen auf. Die hintere derselben steht mit zwei Nebenganglien in Verbindung, einem kleineren, seitlich am Körper gelegenen ($\gamma\alpha^1$) und einem grösseren ($\gamma\alpha^2$) neben der Afteröffnung. Dieses letztere erreicht zuweilen einen solchen Umfang, dass es zusammen mit dem der anderen Körperseite das Ganglion ga^4 an Grösse übertrifft (Fig. 12). Es erhält auch einen Seitenzweig vom Nerven n^3 und giebt selbst verschiedene Fäden ab, von denen einer im Hinterfuss nochmals zu einer Ganglienzelle ($\gamma\alpha^3$) anschwillt. Der Nerv n^3 im letzten Segment läuft nicht, wie die entsprechenden in den vorhergehenden Körperringen, schräg nach der Seite, sondern zieht im Bogen nach hinten, so dass er die Bauchmarkcommissuren gleichsam nach hinten fortsetzt. Er ist auch der einzige Nerv, der nicht in einen Muskel oder in die Haut ausläuft — wie dies für alle anderen peripherischen Nerven, soweit meine Beobachtungen reichen, gilt —, sondern ein anderes Organ, nämlich die Kloake, versorgt. — Die zwei vom Gehirn austretenden Nerven (Fig. 15) habe ich oben schon erwähnt. Vielleicht sind sie nicht die einzigen in ihrer Art, wenigstens sah ich einmal bei *Doyeria simplex* jederseits drei Nerven das obere Schlundganglion verlassen (Fig. 21). Ferner geht vom mittleren Hinterlappen des Gehirns ein feiner Nerv (Fig. 15) ab, der nach kurzem Verlaufe zu einer dreieckigen, homogen erscheinenden Masse (Ganglienzelle?) sich erweitert; diese entsendet jederseits zwei zarte Fäden, von denen einer zum inneren Rückenmuskel, der andere zu einer der oben erwähnten polygonalen Endplatten (Fig. 21) zieht, und zwar zu derjenigen, welche der aus ga^1 kommende Nerv n^1 bei Innervirung des äusseren Dorsal-Muskels bildet. Aus dem Gesagten geht hervor, dass hierdurch ein Zusammenhang zwischen dem peripheren Nervensystem der einen Körperseite und dem der anderen geschaffen wird. Ein solcher Zusammenhang findet sich noch einmal am Rücken, zwischen dem zweiten und dritten Beinpaar. Es liegt hier eine quergerichtete Nervenzelle (Fig. 1 $\gamma\alpha$; Fig. 20), die in derselben Weise, wie dies eben geschildert wurde, sich mit zwei zur Rückenmuskulatur gehörigen Nervenendplatten verbindet. Dem scharfsichtigen

Doyère sind selbst diese kleinen Gebilde in der Medianlinie des Rückens nicht entgangen, nur hat er sie nicht zu deuten gewusst; ich vermuthe wenigstens, dass die auf Pl. 19 seiner Abhandlung mit ? und ?? bezeichneten Organe jene Nervenzellen sind.

3. Die Histologie des Nervensystems. Die Central-Organe werden nach aussen überall von einer zarten strukturlosen Membran eingehüllt. Im Gehirn, unteren Schlundganglion und den Ganglien des Bauchmarks fallen die grossen runden Kerne leicht in die Augen. Greeff zeichnet in die Kerne der Bauchganglien einen Nucleolus und deutliche Contouren der Ganglienzellen, die ich nicht zu erkennen vermochte. Im Gehirn findet sich nur eine, relativ kleine Stelle (Fig. 15 bei *a*), wo die Kerne ganz fehlen. Die Substanz erscheint daselbst homogen oder sehr feinkörnig, wenigstens gelang es mir nicht, eine fibrilläre Struktur, wie man erwarten sollte, zu beobachten. Wahrscheinlich kommt auch dem unteren Schlundganglion eine solche, der Leydig'schen Punktsubstanz entsprechende Partie zu, doch bin ich hierüber nicht zu voller Sicherheit gelangt, weil die übrigen Organe des Kopfes derartige feine Untersuchungen fast unmöglich machen. — Die Längscommissuren des Bauchmarks sowie die peripheren Nerven überhaupt erscheinen mir homogen, während Greeff unter günstigen Umständen und bei starker Vergrösserung in ihnen eine Zusammensetzung aus feinen Längsfasern erkannt hat. Die letztere Beobachtung ist vermuthlich vollständig richtig, denn sowie die Commissuren in die Bauchganglien eintreten (Fig. 16, 19), lösen sie sich auf das deutlichste in ein Bündel zarter Fibrillen auf, das in der Mitte etwas angeschwollen ist. In der Mitte des Ganglions treten die Fasern ausserdem auf eine schmale Strecke von einer Seite zur andern über, so dass die Gesammtheit der Fibrillen eine H-förmige Figur beschreibt. Die Fasern liegen nach innen von den zahlreichen grossen Ganglien-Kernen.

Zum Schlusse komme ich auf die schon mehrfach kurz erwähnte Endigungsweise der Nerven im Muskel zurück. Hierüber verdanken wir dem scharfsichtigen Doyère sehr bemerkenswerthe Angaben, die von Greeff vollständig bestätigt und dahin erweitert worden sind, dass in den nach dem Entdecker genannten Nervenhügeln in der Regel auch je ein Kern zu finden ist. Beide Forscher begehen hierbei nach meiner Ueberzeugung den Irrthum, dass sie das Protoplasma des Muskels für Nervensubstanz halten und die eigentliche Endigung des Nerven im Doyère'schen Hügel übersehen. Am leichtesten lassen sich die Verhältnisse erkennen, wenn man den Nerven n^3 irgend eines der

mittleren Bauchganglien (Fig. 19) verfolgt. Derselbe begiebt sich nach dem Vorderende der grossen Retractoren der Beine und bildet in dem daselbst gelegenen Protoplasma-Hügel eine unregelmässig-sternförmige Platte (*n. pl.*) von dunklem, homogenem Aussehen, die sich bei günstigen Thieren sehr scharf von dem körnigen Plasma der Muskelzelle abhebt. Ob diese polygonale Platte als eine Zelle oder nur als eine Anschwellung der Substanz der Nervenfaser anzusehen ist, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden; ich vermuthe das Letztere, weil ich nie einen Kern in den Endplatten gesehen habe. Ein solcher findet sich dagegen sehr häufig, wenn auch nicht immer, in dem körnigen Muskelplasma des Hügels. Dass nun jene sternförmige Platte in der That nervöser Natur ist, folgt mit Sicherheit aus folgenden Befunden: 1) hängt sie direkt mit dem Nerven zusammen und besitzt dasselbe homogene Aussehen — nur ist sie etwas dunkler — wie dieser; 2) entspringen von ihr sehr häufig ein oder mehrere kurze Fäden, welche zu andern Muskeln oder zur Haut ziehen und zweifellos diese innerviren. Z. B. läuft über dem Muskel *mu* (Fig. 19) noch ein anderer (mu^1), den man für gewöhnlich bei Betrachtung der Bauchseite nicht sieht, weil er von jenem verdeckt wird. Bei schiefer Lage hingegen erhält man das Fig. 19 an der linken Hinterextremität eingezeichnete Bild. Die nervöse Endplatte von *mu* setzt sich direkt auf das vordere protoplasmareiche Ende von mu^1 fort und bildet hier eine zweite Platte von geringerer Grösse; 3) versorgen viele Nerven ihre Muskeln an Stellen, wo sich keine Spur von körnigem Protoplasma vorfindet und zwar auch wieder mittelst eines solchen polygonalen Endorganes. Es folgt hieraus mit Nothwendigkeit, dass das körnige Protoplasma des Doyère'schen Hügels nicht unbedingt zur Innervirung erforderlich ist und daher sehr wahrscheinlich nicht zum Nerven, sondern zum Muskel gehört; wird man doch kaum annehmen können, dass Muskel und Nerv sich auf zwei verschiedene Weisen verbinden, nämlich das eine Mal mit körnigem, nervösem Plasma, das andere Mal ohne dieses. — Greeff glaubt zwar, in Uebereinstimmung mit seiner Ansicht, dass der Nerv mittelst einer grossen hügeligen Ganglienzelle sich über den Muskel ergiesse, einen Unterschied zwischen den Kernen der nervösen Doyère'schen Hügel und denen des Muskels nachweisen zu können. „Die Muskelkerne sind grösser, oval und liegen von einer ebenfalls ovalen Protoplasmaschicht umgeben als einzelne abgeschlossene Muskelkörperchen in der Muskelsubstanz eingebettet. Die Kerne des Doyère'schen Hügels aber sind kleiner, rundlich und kommen blos da vor, wo mit dem Nerven in Zusammenhang stehende

gangliöse Anschwellungen vorhanden sind." Einen solchen Unterschied habe ich nie beobachtet; ich finde Kerne stets nur ausserhalb der contractilen Substanz und — kleine Schwankungen in der Grösse abgerechnet — alle vom gleichen Bau. — Die eben erwähnte Endigungsweise der Nerven an einer Stelle, wo sich keine Ansammlung von körnigem Protoplasma befindet, lässt sich am leichtesten an den Längsmuskeln des Rückens beobachten. Die vier aus den Bauchganglien tretenden Nerven n^1 laufen unmittelbar neben den Rückenmuskeln (Fig. 1, 17, 20, 21) in eine polygonale Platte aus, die mit einer oder mit mehreren Spitzen im Muskel endigt. Von derselben gehen ausserdem in den meisten Fällen noch andere Nervenfäden aus; so werden z. B. die von ε und ϑ ausgehenden Extremitätenmuskeln an ihrer Ursprungsstelle von Nerven versorgt, die jenen Endplatten entspringen. Auch die Ganglienzelle $\gamma\alpha$ (Fig. 1, 20) steht mit einer solchen in Verbindung. Die breiten Längsmuskeln des Rückens zeigen an ihrer Innervirungsstätte keine Spur von einem Doyère'schen Hügel, überhaupt keine irgendwie nennenswerthe Ansammlung von körnigem Protoplasma. In seltenen Fällen kommt der Doyère'sche Hügel jedoch auch hier vor und nimmt die nervöse Endplatte in derselben Weise auf, wie dies von den Ventral-Muskeln geschildert wurde. Diese Ausnahme habe ich in Fig. 17 *B* wiederzugeben gesucht, während Fig. 17 *A* dieselbe Stelle im gewöhnlichen Verhalten darstellt. *B* ist etwas mehr von oben gesehen, so dass der von der Endplatte nach ε ziehende Seitenzweig verdeckt wird. Man beachte ferner, wie dieselbe Endplatte (*A*) sich gleichzeitig über zwei dicht nebeneinander liegende Muskeln ausbreitet. — Die nervösen Terminal-Organe sind für unser Auge keineswegs immer so deutlich ausgeprägt, wie man nach Betrachtung meiner Zeichnungen vermuthen könnte. Oft sind sie wegen ihrer geringen Grösse (Fig. 18 *y*) und lichten Beschaffenheit nur schwer oder gar nicht zu entdecken; trotzdem zweifle ich nicht an der Constanz ihres Vorkommens, da sie sich bei günstigen Individuen nie der Beobachtung entziehen.

Aus dem Gesagten geht demnach folgendes hervor: Die Innervirung der Muskulatur der Tardigraden geschieht mittelst einer sternförmigen Endplatte, in welcher ein Kern bis jetzt noch nicht gesehen wurde. Dieselbe findet für jeden Muskel an einer oder an mehreren bestimmten und ziemlich genau festgehaltenen Stellen statt. Die Endplatte liegt entweder in einer der an jedem Muskel vorkommenden grösseren Protoplasmaportionen und bildet dann den sogenannten Doyère'schen Hügel, oder sie schmiegt sich direkt der contractilen

Substanz an. Von diesen zwei Variationen pflegt bei einem und demselben Muskel immer nur eine vorzukommen. — Es ist mir zweifelhaft geblieben, ob es nicht noch eine dritte, einfachere Art der Innervirung giebt. Mehrere Male glaubte ich einen Nerven ohne Bildung einer Endplatte in die contractile Substanz übergehen zu sehen. Von der etwas vor γ (Fig. 21) gelegenen Endplatte des äusseren Rückenmuskels zieht z. B. ein Nerv (Fig. 17 *z*) nach hinten, der bald darauf in denselben Muskel (*B*) oder in den benachbarten Schräg-Muskel ohne weitere Struktur-Aenderung eintritt. Aehnliches meine ich auch an andern Stellen beobachtet zu haben, doch ist die Möglichkeit einer Täuschung stets so gross, dass eine sichere Entscheidung von späteren Untersuchungen erwartet werden muss.

II. Kapitel.

Biologische Bemerkungen.

Die von Spallanzani zuerst gemachte Beobachtung, dass die Tardigraden nach langer und vollständiger Austrocknung bei Wasserzusatz wieder aufleben, ist seitdem so vielfach wiederholt worden, dass an der Richtigkeit derselben kein Zweifel sein kann. Es knüpfen sich hieran aber zwei Fragen, die bis jetzt gar nicht oder nur ungenügend untersucht worden sind, nämlich 1) ob diese Eigenschaft auch dem beständig im Wasser sich aufhaltenden *Macrob. macronyx* und den marinen Formen aus den Gattungen *Lydella* und *Echiniscus* zukommt, und 2) ob nach einer längeren Trockenperiode zunächst nicht das aktive Leben, sondern vielmehr nur der scheintodte asphyktische Zustand eintritt, der unter Umständen so intensiv ist, dass das Thier überhaupt nicht mehr aus ihm erwacht. — Dass die zuerst aufgeworfene Frage ihre Berechtigung hat, zeigen die an Rotatorien gemachten Erfahrungen. Die Räderthiere des süssen Wassers und diejenigen des Mooses besitzen gegen das Eintrocknen eine ganz verschiedene Widerstandsfähigkeit. Ich habe früher [1]) viele Versuche angestellt, indem ich Wasser-Rotatorien aus mehreren Gattungen unter wechselnden Bedingungen — bald langsam, bald schnell; bald allein auf dem Objectträger, bald zusammen mit Algen etc. — eintrocknen liess. Das Resultat war ausnahmslos ein negatives, die Thiere lebten nie wieder auf. Die zur Moosfauna gehörigen Philodinäen, die ja auch

1) L. Plate, Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien, in: Jenaische Zeitschr. f. Nat. 1885.

in der Natur gezwungen sind, ein intermittirendes Leben — wenn ich mich so ausdrücken darf — zu führen, verhalten sich dagegen anders. Sie leben, wie erst neuerdings die interessanten Versuche von ZELINKA [1]) gezeigt haben, selbst dann noch wieder auf, wenn sie den ungünstigsten Temperaturen (von — 20° bis + 70° C) in der Trockenheit ausgesetzt gewesen sind. Diesen Thatsachen ist es zuzuschreiben, wenn in der Rotatorienliteratur eine so grosse Meinungsverschiedenheit hinsichtlich der Wiederbelebungsfähigkeit der Räderthiere herrscht. Diejenigen Forscher, welche mit reinen Wasserformen experimentirten, kamen zu einem negativen, die Beobachter der Moosfauna zu einem positiven Resultat. — Die von mir controlirten Philodinäen zeigten ausserdem die Eigenthümlichkeit, dass sie einen längeren Aufenthalt im Wasser nicht zu ertragen vermochten, wenn das Moos zuvor gehörig ausgetrocknet war. 1—2 Tage nach der Anfeuchtung fand ich alle Rotatorien — mit ganz wenigen Ausnahmen — todt am Boden liegen, obwohl ihnen frisches Wasser und reichliche Nahrung zu Gebote stand. Die nahverwandten Philodinäen des süssen Wassers lassen sich dagegen wochenlang in einem Glase am Leben erhalten, wobei sie sich öfters enorm vermehren. Es unterliegt daher keinem Zweifel, dass die an ein intermittirendes Leben gewöhnten Philodinäen nach einer vorhergehenden Periode gehöriger Austrocknung schon in relativ kurzer Zeit (1—3 Tagen) im Wasser sterben. Dieser Satz gilt wahrscheinlich auch noch für andere Thiere der Moosfauna. So finde ich die *Amoeba terricola* GR. auch stets in zahlreichen Individuen abgestorben, wenn sie einen oder mehrere Tage sich im Wasser befunden haben. That ich dagegen frisches Moos, das bei feuchter Witterung gesammelt worden war, in ein Gefäss mit Wasser, so trat dieses rapide Sterben der Philodinäen nicht ein, sondern noch nach mehreren Tagen krochen viele Individuen munter im Bodensatz umher. Durch den Trockenzustand wird demnach der Organismus dieser Thiere offenbar geschwächt und zwar um so mehr, je länger er dauert. Diese Schwäche kann einen solchen Grad erreichen, dass die Rotatorien selbst in ihrem eigentlichen Lebenselemente sich nur kurze Zeit ihres Daseins freuen können.

Nach dem Gesagten wäre es nicht besonders auffällig, wenn sich diejenigen Tardigraden, welche dauernd im Wasser existiren, hinsichtlich des Wiederauflebens nach dem Eintrocknen anders verhielten

---

1) C. ZELINKA, Studien über Räderthiere, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 44, 1886.

als die Moosbewohner. Es liegen hierüber, so viel ich weiss, nur zwei Untersuchungen vor, eine ältere von M. Schultze (17), dem es nicht gelang, den marinen *Echiniscus sigismundi* zum Leben zurückzurufen, und eine jüngere von Zacharias (22), welche leider die Frage nicht vollständig zur Entscheidung bringt, weil dieser Forscher die Species nicht angegeben hat, welche er bei seinen Experimenten benutzte, so dass man nicht weiss, ob dieselbe ein ausschliessliches Wasserthier ist oder auch im Moose vorkommt. Er fand in der Aushöhlung einer Granitplatte, in der sich zeitweilig Regenwasser ansammelte, neben vielen Philodinäen auch eine „Bärthierchenart von bräunlichem Ansehen". Liess Zacharias diese langsam auf einen Objektträger eintrocknen, so lebten sie nach Zusatz von Wasser nicht wieder auf. Er kommt zu dem Schlusse, dass nicht die Thiere selbst, sondern nur deren Eier eine vollständige Austrocknung unbeschadet überstehen können. Dieser Satz behält seine Gültigkeit nur für die reinen Wasserformen der Räderthiere und, wie wenigstens sehr wahrscheinlich ist, auch der Bärthierchen, ist aber unrichtig für die Arten, welche im Moos, im Sande der Flechten, auf Baumstümpfen und dgl. Lokalitäten angetroffen werden und schon durch die natürlichen Verhältnisse an einen häufigen Wassermangel gewöhnt sind.

Hinsichtlich der zweiten der oben aufgeworfenen Fragen kann ich folgende Mittheilungen machen. Wie schon in der Einleitung bemerkt wurde, habe ich, um die Tardigraden in den allein zur Untersuchung geeigneten, scheintodten Zustand zu versetzen, ein viel einfacheres Mittel gebraucht als das von Doyère und Greeff angewandte, welches ausserdem nicht ganz zuverlässig ist: man lässt das Moos, dessen Bärthierchen man studiren will, erst gehörig trocken werden und bringt es vollkommen dürr ins Wasser; die dann im Bodensatz befindlichen Tardigraden sind stets vollkommen starr und ausgestreckt und geben ein wundervolles Untersuchungsobjekt ab. Auf diese Methode bin ich durch Zufall geführt worden. Während der heissen Monate Juni und Juli war das auf Excursionen gesammelte Moos schon durch die Sonne so ausgedörrt worden, dass ich fast nur asphyktische Individuen zu sehen bekam. Als ich dann nach einer längeren Pause im Oktober meine Arbeit wieder aufnahm, war in den vorhergehenden Wochen viel Regen gefallen und die Folge war, dass ich, obwohl ich ebenso verfuhr wie im Sommer, nur ganz selten scheintodte Macrobioten auf dem Grunde meiner Gläser antraf. Jetzt lag es nahe, das veränderte Verhalten der Bärthierchen auf den Umschlag der Witterungsverhältnisse zurückzuführen und durch Versuche, den Einfluss einer

vollständigen Austrocknung auf den Organismus der Tardigraden festzustellen. Die Resultate derselben sind schon erörtert worden. Sie scheinen mir auch zu beweisen, dass die Asphyxie noch andere Ursachen haben kann als die von DOYÈRE und GREEFF angenommenen. Diese Forscher setzen dieselbe auf Rechnung mangelnden Sauerstoffes, weil man häufig die Thiere durch ausgekochtes Wasser in Erstarrung versetzen kann. So einleuchtend diese Erklärung auf den ersten Blick erscheint, ist sie doch vielleicht nicht richtig, da es mir nie gelungen ist, durch Zuleiten von grösseren oder geringeren Mengen reinen Sauerstoff-Gases hypnotische Individuen aufzuwecken, was doch möglich sein müsste, wenn wirklich das Fehlen dieses Bestandtheiles unserer Atmosphäre die Veranlassung der Erstarrung wäre. Jedenfalls ist als eine weitere Ursache der Asphyxie eine intensive vorhergehende Austrocknung anzusehen. Hierbei kommt die Quantität des vom Wasser aufgenommenen Sauerstoffes gar nicht in Betracht, da man auch scheintodte Macrobioten erhält, wenn man dürres Moos in ganz frisches, sauerstoffreiches Brunnenwasser legt. Im zusammengeschrumpften trockenen Zustande erlöschen vermuthlich die den Lebensprocess ausmachenden molecularen Bewegungen nahezu vollständig. Kommt dann das Bärthierchen wieder in ein feuchtes Element zurück, so dringt das Wasser mechanisch in den Körper ein und bläht ihn auf; dies ist das Stadium der starren Asphyxie, welches aufhört, wenn durch einen äusseren Anstoss (Schütteln, Drücken, Umherwälzen des Tardigraden) jene Micellar-Schwingungen wieder wachgerufen werden. Eine derartige heftige Bewegung scheint unbedingt nöthig zu sein, um das virtuelle Leben wieder in das aktuelle überzuführen; wenigstens fand ich in ruhig stehenden Gläsern selbst 3—4 Wochen nach der Anfeuchtung noch alle Macrobioten in der Hypnose. Dieselben waren also von selbst, durch das blosse Liegen im Wasser, nicht wieder wach geworden, thaten dieses jedoch, wenn sie unter dem Deckglase — wo ihnen jedenfalls der Sauerstoff nicht besonders reichlich zu Gebote stand — eine Zeit lang zum Zwecke der Untersuchung hin und her gewendet worden waren. Man kann auch von derartigen Individuen nicht annehmen, dass sie bei Beginn der Wassereinwirkung zum Leben erwachten, später aber in tiefen Schlaf gefallen seien, weil von Anfang an nur starre Individuen angetroffen wurden. Dieses gilt jedoch nur von Thieren, die wirklich längere Zeit im Trockenen zugebracht haben. Lässt man einen *Macrobiotus* auf den Objektträger eintrocknen und setzt einige Minuten, nachdem alles Wasser verdunstet ist, wieder frisches hinzu, so bewegt er sich sofort wieder. Man kann

aus solchen und ähnlichen Betrachtungen schliessen, dass die Asphyxie um so intensiver wird, je länger die Dauer der Trockenperiode gewesen ist; für die jeweilige Stärke der Erstarrung hat man in der grösseren oder geringeren Schnelligkeit, mit der die Wiederbelebung unter dem Deckglase einsetzt, einen annähernden Maassstab. Tritt diese sehr schnell ein, so war die Erstarrung nur in geringem Grade ausgebildet; erfolgt sie sehr spät oder gar nicht, so hat die Hypnose den Organismus tief ergriffen. Ersteres geschieht nach einer kurzen, letzteres nach einer langen Austrocknung. Besonders interessant waren in dieser Hinsicht die ca. 30 Tardigraden, welche ich in einer kleinen Portion chilenischen Mooses, das seit mehreren Monaten trocken lag, vorfand. Die Thiere waren sämmtlich starr und keines erwachte unter dem Deckglase, trotzdem sie durchaus nicht zart behandelt wurden. Dabei waren sie auch nicht todt, denn bei einiger Uebung lassen sich die asphyktischen Individuen von den wirklich todten leicht unterscheiden.

Parasiten.

Die Tardigraden scheinen zwar ganz frei von parasitären Metazoen zu sein, doch trifft man um so häufiger Bacterien und sehr niedrig stehende pflanzliche (?) Organismen in ihnen an. Kugel- oder stabförmige Bacterien finden sich vornehmlich in der Leibeshöhlenflüssigkeit und fallen durch ihre lebhafte Bewegung auf, wenn man durch Druck jene mit den Blutkörpern herauspresst. Einmal begegnete mir auch ein *Macrobiotus*, der in seiner Epidermis sehr zahlreiche stabförmige Bacillen von 2,7—5,9 μ Grösse beherbergte. Dieselben lagen in mehreren grösseren Gruppen vereinigt, waren unbeweglich, homogen, glänzend, farblos und an beiden Enden abgerundet und verschmälert. Einzelne waren in der Mitte bisquitförmig eingeschnürt und daher wohl im Begriffe, sich zu theilen. In allen diesen Fällen scheinen die Tardigraden durch die Bacterien in keiner Weise belästigt zu werden. — Viel räthselhafter als diese Organismen sind mir die in Fig. 9 und 10 dargestellten, kugelförmigen Gebilde geblieben, von denen ich nicht einmal anzugeben wage, ob sie thierischer oder pflanzlicher Natur sind. Ich fand dieselben stets in grösserer Anzahl entweder im Lumen, oder, was noch häufiger der Fall war, in den Zellen des Magens, und zwar nur in den mittleren, während ich sie am vorderen und hinteren Ende desselben nie beobachtet habe. Diese Körper zerfallen in zwei verschiedene Sorten, die ich nie zusammen antraf. Die eine (Fig. 9 *a*) wird nach aussen von einer zarten Membran begrenzt und umschliesst

im Innern ein feinkörniges Protoplasma, in dem zuweilen ein gröberes centrales Korn liegt. Einmal war die Kugel auch von zahlreichen geschlängelten Stäbchen erfüllt (Fig. 9 *b*). Die zweite Sorte (Fig. 9 *c* und Fig. 10) bildet derbwandige Kapseln, deren Inhalt ein sehr verschiedenes Aussehen darbieten kann. In der Regel besteht er (III) aus mehreren kleinen Kugeln, von denen ca. 6 in einer Aequatorialebene liegen. In anderen Fällen sind die Gebilde ungefähr noch einmal so gross geworden, und die Zahl der Binnenkugeln ist beträchtlich gestiegen (IV). Nicht so häufig wie derartige Kapseln waren die mit I und II bezeichneten, deren feinkörniges Plasma einige Bläschen oder mehrere sehr kleine dunkle Körner birgt. Es scheinen mir dies die Anfangsstadien zu sein, aus denen sich später III und schliesslich IV entwickelt. Der Durchmesser der Kapsel III betrug 8,25 μ, derjenige der Binnenkugeln 2,7 μ. Die Magenzellen werden durch diese eigenartigen Organismen trotz ihrer grossen Zahl nicht merklich verändert. Ihre Kerne erschienen normal. Die Kapseln traten vornehmlich dann auf, wenn die betreffenden Tardigraden schon einige Wochen in demselben Wasser gehalten worden waren, ohne dass dieses erneuert wurde. Die Gebilde scheinen demnach erst mit der unter solchen Umständen entstehenden Fäulniss in ihre Wirthe einzuwandern.

III. Capitel.

Die Systematik der Tardigraden.

Späteren Untersuchern glaube ich eine Erleichterung ihrer Arbeit dadurch zu gewähren, dass ich die bis jetzt bekannten Bärthierchen zusammenstelle. Für die Gattung *Macrobiotus* hat Greeff schon eine derartige Uebersicht geliefert, während die Literatur über die übrigen Genera sehr zerstreut und zum Theil nicht leicht zu beschaffen ist. Es sind bis jetzt 4 Gattungen mit 18 Arten beschrieben worden; hierzu kommen noch 8 Species, die ich zuerst gesehen habe, wodurch die Systematik dieser Thiergruppe einen Umfang von 6 Gattungen und 26 Arten erhält.

A. Bestimmungstabelle der Gattungen.

I. Die Krallen der Beine sind einfach, nicht doppelhakig. Sind mehrere an demselben Fusse, so sind sie alle gleich gebaut und gleich lang.

a. Beine kurz und breit, jedes mit mindestens 2 Krallen ..... { 2—4 Krallen Gen. 1. ***Echiniscus*** C. Sch. / 7—9 „ Subg. 1a. ***Echiniscoides*** *mihi.*

b. Beine lang und schmal, jedes trägt nur eine kleine Kralle ..... Gen. 2. ***Lydella*** Duj.

II. Die Krallen der Beine sind alle oder theilweise doppelhakig oder 3zackig. Häufig von verschiedener Länge.

a. Um den Mund herum keine Taster, Palpen oder dgl.

1. Mundröhre und Schlundkopf folgen dicht auf einander.

α. Das Gebiss besteht jederseits aus einem starken Zahn u. einem quer gestellten Zahnträger .. Gen. 3. ***Macrobiotus*** C. Sch.

β. Das Gebiss besteht jederseits aus einem stiletförmigen Stift, ohne Zahnträger ..... Gen. 4. ***Doyeria*** *n. g.*

2. Mundröhre u. Schlundkopf durch einen kurzen Schlund von einander getrennt ..... Gen. 5. ***Diphascon*** *n. g.*

b. Um den Mund herum 6 kurze Taster, weiter nach hinten zwei ebensolche Gen. 6. ***Milnesium*** Doy.

B. Charakteristik der Gattungen und Arten mit Bestimmungstabellen der letzteren.

1. Genus: Echiniscus C. Sch. (= *Emydium* Doy.)

Körpergestalt verlängert-eiförmig, Kopfende rüsselartig verschmälert. Die Cuticula des Rückens ist verdickt und bildet eine wechselnde Anzahl von Schildern. Die Beine sind kurz und breit, jedes mit 2—4 starken Krallen von gleicher Gestalt. Der Kopf trägt 2 rothe Augenflecke und jederseits neben der Mundöffnung 2 kurze Cirren, zwischen denen ein kleiner, stumpf endigender Taster steht (Fig. 6). Das Gebiss besteht aus zwei langen geraden Zähnen, die vorn direct in die Mundhöhle treten und sich hinten, wie der Griff einer Krücke, in zwei kurze Arme gabeln. Ein querer Zahnträger fehlt. Der Pharynx ist klein und rund. Die grossen Blutkörper der übrigen Bärthierchen sind nicht vorhanden. Die Cuticula des Rückens und der Flanken trägt in der Regel mehrere Anhänge, entweder in Gestalt von langen Fäden oder von kurzen Dornen. Dieselben sind in zwei Längsreihen angeordnet, von denen die eine, zu beiden Seiten des Rückens, als

dorsale, die andere, etwas über den Wurzeln der Beine befindliche, als laterale bezeichnet wird. Die Systematik verwerthet vornehmlich die Zahl dieser Anhänge und der Zehen, wobei sie sich aber auf nicht ganz gesichertem Boden befindet, da nach DOYÈRE die jungen Individuen des 4kralligen *Ech. testudo* nur zwei Krallen an jedem Beine und weniger Fadenanhänge als die erwachsenen Thiere haben sollen. Am constantesten tritt das vorderste Fadenpaar auf, welches seinen Sitz am Hinterende des Kopfsegmentes hat; es wird in der folgenden Tabelle den lateralen Anhängen zugezählt, obwohl es etwas höher steht als die übrigen Fäden dieser Reihe. An der Wurzel dieser Anhänge findet sich bei vielen Arten noch je ein kurzer tasterförmiger Zapfen.

Bestimmungstabelle der Echiniscus-Arten.

I. Jedes Bein mit 4 Krallen. Es finden sich jederseits:

a. In der Dorsal-Reihe nur Dornen und zwar:

4 dors. Dornen, ausserd.	3 laterale Fäden	1. *Ech. bellermanni* C. SCH.
3 „ „ „	5 „ „	2. *Ech. creplini* C. SCH.
2 „ „ „	1 lat. Faden u. 4 lat. kleine Dornen ...	3. *Ech. spinulosus* DOY.
2 „ „ „	2 lat. Fäden u. 3 lange Dornen	4. *Ech. victor* EHR.
2 „ „ „	3 lat. Fäden u. im letzten Segment ein lat. conisch. Knopf	5. *Ech. granulatus* DOY.
2 „ „ „	4 lat. Fäden	6. *Ech. filamentosus n. sp.*
1 „ „ „	4 „ „	7. *Ech. testudo* DOY.

b. in der Dorsal-Reihe auch Fäden und zwar:

1 dorsaler Faden, 4 laterale Fäden	8. *Ech. muscicola n. sp.*
1 dorsaler Faden und ein dorsaler Dorn, 1 lateraler Faden und 1 lateraler Doppel-Dorn	9. *Ech. aculeatus n. sp.*

c. nur ein lateraler Faden ..... 10. *Ech. arctomys* EHR.

II. Jedes Bein mit zwei Krallen. Es finden sich jederseits:

1 Dorn und 2 Fäden	11. *Ech. biunguis* C. SCH.
1 Faden	12. *Ech. similis n. sp.*

Kurze Beschreibung der Echiniscus-Arten.

1. *Ech. bellermanni* C. Sch. (14, 15). „Körper $\frac{1}{22}$—$\frac{1}{4}$ Pariser Linie lang; derselbe ist roth, mit Dornen besetzt, in 9 (Schein-) Segmente geschieden, mit 2 dorsalen (dreieckigen) Schildern, die von den seitlichen getrennt sind, mit kurzen Dornen am Hinterende des 3., 5. und 7. Segmentes, jederseits mit 3 sehr langen Cirren an der Basis des 1., 2. und 4. Beines, mit 4 kralligen Füssen, die mit einer Schwimmhaut versehen sind.“ Zu bemerken ist, dass der Entdecker den Kopf als erstes Segment zählt, und dass auf seiner Zeichnung auch 2 Dornen am Hinterrande des zweiten Segmentes zu sehen sind.

2. *Ech. creplini* C. Sch. (15). „Länge des Körpers $\frac{1}{18}$—$\frac{1}{5}$ Pariser Linie; derselbe ist roth, mit Körnchen und Dornen besetzt, in 7 (Schein-) Segmente getheilt, mit 3 dorsalen Schildern, die von den lateralen getrennt sind, mit längeren Dornen am Vorder- und Hinterrande der Seitenschilder des 4. und 5. Segmentes, auf jeder Seite mit 5 sehr langen beweglichen Cirren, die in den Zwischenräumen des 2.—7. Segmentes sitzen. Füsse mit 4 Krallen.“ Von den 6 Dornen des Rückens sitzen 2 am Vorder- und 2 am Hinterrande des 4. Segmentes, die 2 übrigen am Hinterrande des 5. Ausserdem besitzen auf der Zeichnung die Beine des vordersten Paares je einen Dorn über den Krallen. Fundort: Rigi.

3. *Ech. spinulosus* Doy. (13). Jederseits 2 starke dorsale Stacheln, je einer über dem 2. und 3. Bein. Ueber jedem Bein ferner ein kleiner lateraler Dorn. Ueber dem ersten Bein jederseits ein langer Faden, der etwas höher eingelenkt ist, als die eben erwähnten Dornen. Beine 4krallig. Die zwei medianen Krallen jedes Fusses sind auf ihrer Unterseite mit einem Dorn bewaffnet, der vornehmlich am letzten Paar sichtbar ist. Im übrigen wie *Ech. testudo*, doch scheint diese Art etwas grösser zu werden. Fundort: Paris.

4. *Ech. victor* Ehr. (11, 12). Es sitzen jederseits: über dem ersten Bein ein langer lateraler Faden, an dessen Basis noch ein kleiner Taster sich befindet, und ein wenig weiter nach hinten ein lateraler langer Dorn; über dem 2. und 3. Bein je ein starker dorsaler und lateraler Dorn; über dem 4. Bein ein langer lateraler Faden. Auf dem Rücken lassen sich 9 grob punktirte Schilder unterscheiden. Die Augen sind roth. Länge $\frac{1}{8}'''$. Fundort: Monte Rosa, 11 138 Fuss hoch.

5. *Ech. granulatus* Doy. (13). Jederseits 2 dorsale Dornen, je einer über dem 2. und 3. Beine. Lateralwärts sitzt über den letzteren je ein langer Faden. Ueber dem 4. Beinpaar jederseits ein kleiner

conischer Knopf, der bei einem von mir beobachteten Exemplar als ein kleiner Dorn ausgebildet war. Ueber dem ersten Beinpaar jederseits ein langer Faden. Der Rücken ist grob gekörnelt. Fundort: Paris.

6. *Ech. filamentosus n. sp.* Wie *Ech. testudo*, aber das Thier trägt jederseits 2 dorsale Dornen über dem 2. und einen über dem 3. Bein. Länge: 226,4 μ. Fundort: Marburg.

7. *Ech. testudo* Doy. (13). Zwei dorsale mediane Schilder, die von den seitlichen desselben Segmentes getrennt sind. Jederseits 2 laterale Fäden über dem 1., einer über dem 3. und einer über dem 4. Bein. Jederseits über dem 3. Bein ein dorsaler Dorn. Mittlere Grösse erwachsener Thiere: 0,30—0,33 mm. Die Eier sind glatt, kugelig oder leicht eiförmig, braunroth. Sie werden in die abgeworfene Haut der Mutter gelegt. Die Jungen haben jederseits nur 2 Fäden und an den Füssen 2 Krallen. Fundort: Paris.

8. *Ech. muscicola n. sp.* Die 4 lateralen Fäden jederseits sind wie bei *Ech. testudo* angeordnet. Ausserdem sitzt jederseits über dem 3. Faden noch ein längerer dorsaler. Fundort: Marburg.

9. *Ech. aculeatus n. sp.* Jederseits über dem 2. Bein 1) ein lateraler Doppeldorn, d. h. ein Dorn, an dessen Basis noch ein anderer etwas kleinerer sitzt; 2) ein langer dorsaler Faden. Eben hinter dem 3. Bein jederseits ein kurzer, nach vorn gerichteter dorsaler Dorn, über dem Vorderbein ein lateraler langer Faden. Länge 283 μ. Fundort: Marburg.

10. *Ech. arctomys* Ehr. (11, 12). 9 punktirte Rückenschilder. Ueber dem Vorderbein jederseits ein langer lateraler Faden. Sonst ohne Anhang. Länge $\frac{1}{10}'''$. Fundort: Monte Rosa, 11138 Fuss hoch.

Als *Ech. suillus* beschreibt Ehrenberg ebendaselbst (11, 12) eine Form, die von *Ech. arctomys* nur dadurch verschieden sein soll, dass um die Mundöffnung die 4 kleinen Cirren und zwei kurzen Palpen fehlen. Da diese aber bei allen übrigen Echiniscen vorkommen, werden sie hier wohl nur übersehen worden sein, zumal Ehrenberg von diesem Thiere nur eine Seitenansicht abbildet, bei welcher Lage die genannten Organe oft nur schwer zu erkennen sind. — Derselbe Forscher beschreibt vom Gross-Glockner eine Art unter dem Namen *Ech. altissimus*, aber in so dürftiger Weise, dass die systematische Einreihung derselben fast unmöglich ist. Seine Beschreibung lautet: mit 7 deutlichen, punktirten Schildern, die unbewaffnet sind und auch keine Fäden tragen. Das vorderste ist stumpf 3lappig. Länge $\frac{1}{18}'''$.

11. *Ech. biunguis* C. Sch. (15). „Länge des Körpers $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{5}$ Pariser Linie. Der Körper ist roth, körnig-dornig, in 6 Segmente geschieden, mit 2 dorsalen Schildern, mit Dornen am Hinterrande der Seitenschilder des 5. Segmentes, mit 2 längeren Cirren auf jeder Seite des 2. und 6. Segmentes, mit 2-kralligen Füssen.“ Fundort: Rigi.

12. *Ech. similis n. sp.* Jederseits in der Mitte des Körpers ein langer, nach hinten gebogener Faden. An jedem Fuss 2 Krallen. Grösse ca. 452,8 μ. Fundort: Marburg.

1a. Subgenus: *Echiniscoides mihi.*

Diese neue Untergattung weicht von *Echiniscus*, zu der sie bisher gerechnet wurde, in folgenden Punkten ab: die Zahl der Krallen an jedem Bein schwankt zwischen 7—9; meist sind 8 derselben vorhanden; der Rücken ist undeutlich geschildert und nicht punktirt; neben der Mundöffnung nur 2 kleine lanzettliche Palpen; 2 ähnliche jederseits neben dem Auge; marin.

Eine Species: *Echiniscoides sigismundi* M. Sch. (17). Die Beine des dritten Paares je mit einem kurzen Dorn. Auf dem Rücken des hintersten Körpersegmentes 2 kurze Dornen. Länge: 0,08—0,09‴. Fundort: in der Nordsee (Ostende, Helgoland) zwischen Algen.

2. Genus: Lydella.

2. Genus: *Lydella* Dujardin (9). Diese Gattung verdient noch genauer untersucht zu werden, da sie von allen Bärthierchen durch die Gestalt der Extremitäten sich am meisten dem Arthropodentypus nähert. Die dünnen Beine sind ungefähr so lang, wie das Thier breit ist, also viel grösser und schmäler als bei den übrigen Tardigraden, und laufen in eine einfache Kralle aus. Sie zerfallen durch eine ungefähr in der Mitte liegende Einschnürung in zwei Glieder. Beim Gehen werden alle 8 Beine weit vom Körper abgestreckt. Vorn am Kopfe sitzt jederseits eine kleine, am Ende gegabelte Borste. Etwas weiter nach hinten jederseits eine grosse Borste, welche an ihrer Basis einen ohrförmigen Anhang trägt. Zwischen diesen steifen Haaren ein Augenfleck beiderseits. Im hintersten Segment ebenfalls jederseits eine Borste mit basalem Anhang. Das Gebiss erinnert durch den kleinen kugeligen Schlundkopf und die langen geraden Zähne an die echten Echiniscen. Die eine von Dujardin im Meerwasser beobachtete Art entbehrt noch eines Speciesnamens. Sie möge nach ihrem Entdecker *Lydella dujardini* genannt werden. Länge des Körpers 0,05—0,1 mm, mit Hinterbeinen: 0,143 mm.

3. Genus: Macrobiotus.

3. Genus: *Macrobiotus* C. Sch. Körper cylindrisch oder länglich-oval. Cuticula des Rückens nicht zu besonderen Schildern verdickt, ohne Anhänge; die Beine mit je einem Paar von Doppelkrallen, die

zuweilen in 2 einzelne Krallen zerfallen. Um den Mund herum keine Anhänge. In der Epidermis der Haut findet sich vielfach dunkles Pigment, das aber nie ziegelroth ist, wie bei den Echiniscen. Die Zähne sind bald sanft gebogen und treten dann gewöhnlich in die Mundröhre ein oder mehr gestreckt und laufen dann direct zur Mundhöhle. Im ersteren Falle ist die Mundhöhle ansehnlich und läuft vorn in der Regel in einen aus mehreren Blättchen zusammengesetzten Ring zum Ansaugen aus, im letzteren ist sie klein und ohne einen solchen Ring. Auf die Mundröhre folgt unmittelbar der Pharynx, in den jene ein kleines Stück eindringt. In der Leibeshöhle zahlreiche grosse Blutkörper. Kopf mit oder ohne Augenflecke. Die Eier werden bald einzeln, bald zu mehreren entweder frei abgesetzt oder bei der Häutung in die abgeworfene Cuticula gelegt.

Bestimmungstabelle der Macrobiotus-Arten.

A. Haut glatt, ohne zahlreiche warzige Buckel.

I. Die nahezu geraden Zähne treten in die Mundhöhle; Schlundkopf klein, kugelig.

Jeder Fuss mit
- einer Doppelkralle und 2 einfachen Krallen . . . . 1. *Macr. oberhäuseri* Duj.
- 2 Doppelkrallen . . . . . 2. *Macr. intermedius n. sp.*

II. Die etwas gebogenen Zähne treten in die Mundröhre. Schlundkopf gross, kurz oval.

1. Mit Augen.

Die 2 Krallen eines Doppelhakens sind
- in der Mitte fest verwachsen. Die eine Kralle giebt häufig am vorderen Ende noch einen zarten Nebenhaken ab . . . 3. *Macr. hufelandii* C. Sch.
- nur am Grunde verwachsen, einzeln bewegl.
  - gleich gross . 4. *Macr. tetradactylus* Gr.
  - versch. gross 5. *Macr. macronyx* Duj.

2. Ohne Augen,

im Uebrigen wie *Macr. hufelandii* . . , . . 6. *Macr. schultzei* Gr.

B. Der Körper ist am Rücken und an den Seiten mit zahlreichen, in Reihen angeordneten, warzigen Buckeln versehen . . . . 7. *Macr. tuberculatus n. sp.*

Anmerkung: nicht mit aufgenommen wurde der *Macr. americanus* Packard (23).

Kurze Beschreibung der Macrobiotus-Arten.

1. *Macr. oberhäuseri* Doy. (13, 19). Körper lang gestreckt; beim erwachsenen Thier unter der Cuticula ein bräunliches Pigment, das 9 mehr oder minder deutlich gesonderte Quer-Streifen bildet (2 vor dem ersten, 2 hinter dem letzten Beinpaar; je einer über dem 1.—3. Beinpaar und je einer zwischen diesen). An jedem Bein ein doppelkralliger Haken und 2 isolirte, von denen der an der Spitze des Beines stehende sehr lang und dünn, der andere kürzer ist (Fig. 24). Die Zähne sind fast gerade, nur wenig gebogen, im Vergleich mit denen von *Macr. hufelandii* zart. Die Mundröhre ist in einem leichten Bogen der Ventralseite zugewendet. Der Schlundkopf ist klein, kugelig. Seine centralen Verdickungen, welche den Muskeln zum Ansatz dienen, sind ebenfalls klein und kugelförmig. Augenflecke fehlen; nur einmal fand ich bei einem chilenischen Individuum, das wohl eine besondere Varietät darstellt, sehr deutliche Pigmenthaufen. Die mittlere Länge schwankt zwischen 0,25—0,45 mm. — Eine weitere Tendenz zur Bildung von Varietäten spricht sich in dem verschiedenen Verhalten der Cuticula aus. Sie ist bald ganz glatt, bald mit kleinen Grübchen versehen, die in wechselnder Weite gruppirt sind. Bei einer anderen Varietät tragen die Hinterbeine an ihrer Aussenseite einen stark vorspringenden Höcker (Fig. 24). — Diese Art ist bei Marburg eines der häufigsten Bärthierchen.

2. *Macr. intermedius n. sp.* Eine Mittelform zwischen *Macr. hufelandii* und *oberhäuseri*. Sie gleicht dem ersteren in der Gestalt der zwei Doppelhaken jedes Fusses (2 Krallen, eine längere und eine kürzere, verwachsen in der Mitte zu einem Doppelhaken), dem letzteren in dem kleinen, runden Schlundkopf, in der Bildung des Gebisses und dem Mangel der Augen. In der kleinen Probe chilenischen Mooses, welche mir zur Verfügung stand, war diese Form weitaus am häufigsten. Ein Thier von 339,60 μ Länge fand ich auch bei Marburg, zusammen mit dem gewöhnlichen Macrobiotus.

3. *Macr. hufelandii* C. Sch. (4, 13, 19), das gemeine Bärthierchen. Die gebogenen Zähne treten in die Mundröhre. Der Schlundkopf ist gross, kurz oval. Seine centralen Verdickungen kräftig, stabförmig. Unter der Cuticula kein bunt gefärbtes Pigment, höchstens zahllose kleine dunkle Granula oder schwarze, kohlenartige Körner. Zwei Doppelhaken an jedem Beine, dessen Krallen in der Mitte fest ver-

wachsen sind. Sehr häufig zeigt die eine Kralle noch einen zarten Nebenhaken, der parallel mit der Hauptkralle läuft. Zwei Augenflecke. Die Cuticula variirt ebenso wie bei *Macr. oberhäuseri.* Die Länge schwankt bei erwachsenen Thieren zwischen 0,35—0,70 mm. Die Eier werden einzeln oder zu zweien und dreien abgelegt. Die von mir beobachteten (Fig. 28) sehen etwas anders aus als die von Greeff (19) abgebildeten. Sie haben grössere, aber nicht so zahlreiche Vorsprünge, und werden von einer inneren und einer äusseren Hülle umkleidet. Die letztere bildet allein jene hohlen conischen Höcker, an denen man ebenfalls 2 Membranen bemerkt, eine äussere zarte und eine innere etwas derbere, die leicht punktirt ist. Durchmesser der Eier ohne Höcker 73,58 μ, mit Höcker 96,22 μ. Fast überall gemein.

4. *Macr. tetradactylus* Greeff (19). Zwei Augen. Kauapparat ähnlich wie bei *Macr. oberhäuseri.* An jedem Fuss 2 Haken, die jeder aus 2 gleich grossen, einzeln beweglichen, nur am Grunde zusammensitzenden Krallen bestehen. Grösse ca. 0,3 mm. Die Eier sind oval, glatt und werden zu mehreren in die abgeworfene Körperhaut gelegt.

5. *Macr. macronyx* Duj. (7). Zwei Augen. An jedem Fuss 2 Doppelkrallen, deren verschieden grosse Haken für sich beweglich sind. Gebiss und Schlundkopf ähnlich wie bei *Macr. hufelandii*, aber die centralen Verdickungen sind dünne lange Stäbchen. Die glatten kugeligen Eier werden in grösserer Anzahl in die abgestreifte Cuticula gelegt. Grösse bis zu 1 mm. Einzige Süsswasserform.

6. *Macr. schultzei* Greeff (19) unterscheidet sich von *Macr. hufelandii* nur durch den Mangel der Augen, da das zweite vom Entdecker angegebene Merkmal (6 conische Mundpapillen) in Wegfall kommt, denn diese finden sich auch bei dem gewöhnlichen Bärthierchen. Ob diese Form sich auf die Dauer wird aufrecht erhalten lassen, erscheint mir sehr zweifelhaft, da man öfters Individuen von *Macr. hufelandii* begegnet, die ein nur sehr schwach ausgebildetes Augenpigment haben. Sie ist daher wohl nur als eine Varietät dieser Art anzusehen, die ja auch sonst in der Skulptur der Cuticula, der Grösse der Schlundkopf-Verdickungen, dem Bau der Krallen etc. variirt.

7. *Macr. tuberculatus n. sp.* Die Rückenfläche und die Seiten des Thieres sind mit vielen kleinen Buckeln von runder warzenförmiger Gestalt bedeckt (Fig. 26). Dieselben bilden ca. 9 Querreihen. Jedes Bein mit 2 Doppelhaken, deren Krallen von sehr verschiedener Länge sind und stark divergiren, so dass sie nur am Grunde im rechten Winkel zusammenstossen. In der Reihe jeder Schlundkopf-Verdickungen nur 2 Stäbchen. 2 Augen. Im übrigen ähnelt es *Macr. oberhäuseri.* Bei einer Varietät dieser Art fehlen die Höcker des Rückens überhaupt

ganz oder sind nur sehr schwach angedeutet. Die Krallen behalten aber ihre charakteristische Gestalt. Fundort: Marburg, wenige Exemplare.

4. Genus: Doyeria.

Doyeria n. g. Das Gebiss besteht aus 2 kleinen Stiften, welche in die Mundröhre treten, aber nicht durch einen queren Zahnträger mit dieser verbunden sind (Fig. 5). Die Mundröhre wird von einer dicken birnförmigen Zellenlage umgeben. Die Mundhöhle ist zu einem langen Rohr ausgezogen. Der ovale Schlundkopf mit langen dünnen Stäbchen. Die grossen Speicheldrüsen der Macrobioten fehlen, dagegen finden sich vorn am Kopfe 2 schlauchförmige Epidermisanhänge. 2 Augenflecke. Die einzige Art: *Doyeria simplex n. sp.* von 424,50 μ Länge gleicht im Uebrigen ganz dem *Macr. hufelandii*, in dessen Gesellschaft sie nicht eben selten angetroffen wird. — Ich habe mir erlaubt, diese Form nach dem classischen Untersucher der Bärthierchen zu benennen, weil es mir scheint, als ob derselbe sie auch schon gesehen hat. Er erwähnt p. 323 seiner Monographie Thiere, deren Zähne zu kleinen Kalknadeln reducirt waren und die keinen S-förmigen Träger hatten. Die Mandibeln führten unregelmässige und zwecklose Bewegungen aus. Doyère hält solche Individuen und andere, bei denen das Gebiss und der Schlundkopf gänzlich fehlen sollen, für Missbildungen. Dass derartige pathologische Erscheinungen vorkommen, will ich nicht bestreiten, obwohl ich denselben nur in sehr geringem Maasse (Thieren mit zerbrochenen Zähnen) begegnet bin. Dagegen treffe ich die hier beschriebene Art so häufig und stets wieder in so gleicher Ausbildung an, dass an einer generischen Verschiedenheit von *Macrobiotus* nicht zu zweifeln ist.

5. Genus: Diphascon.

Diphascon n. g. (Fig. 25). Diese Gattung hat grosse Aehnlichkeit mit *Macrobiotus oberhäuseri*, aber der kleine, runde Schlundkopf sitzt in der Mitte des Oesophagus. Das Gebiss ist zart. Ob die körnige Masse *p*, welche dasselbe umgab, Speicheldrüsen oder eine andere Bildung vorstellte, war an den 4 Individuen, welche ich in chilenischem Moose fand, nicht zu entscheiden. Ebenso muss ich es unentschieden lassen, ob die grosse Dottermasse *o* wirklich, wie es schien, nur zu einem Ei gehörte. An jedem Bein 2 Doppelhaken, deren Krallen am Grunde verwachsen sind. Das in Fig. 25 abgebildete Individuum stand im Begriff, seine äussere Cuticula abzuwerfen. Eine

Species: *D. chilenense n. sp.* Grösse der untersuchten Thiere ca. 164,14 μ.

6. Genus: Milnesium.

Milnesium Doy. Um den Mund stehen 6 kurze cylindrische Taster, etwas weiter nach hinten noch 2. Die Mundhöhle beginnt mit einem aus mehreren Stücken zusammengesetzten Ring zum Ansaugen. Die Zähne sind zart, haben einen queren Zahnträger und münden direct in die Mundhöhle. An die breite Mundröhre schliesst sich ein langgestreckter, hinten etwas verbreiteter querstreifiger Schlundkopf ohne Stäbchenreihen. 2 Augen, an denen häufig (ob immer?) eine hellere, nach aussen gerichtete Partie (Linse?) zu unterscheiden ist. Jedes Bein trägt 2 lange, dünne, terminale Krallen und dahinter 2 kurze Haken mit 2—3 Krallen.

2 Species:

Von den Hinter-Haken jedes Fusses ist
der eine zwei-, der andere dreizackig *M. tardigradum* Doy. (13, 18).
Beide Hinter-Haken jedes Fusses sind
dreizackig . . . . . *M. alpigenum* Ehr. (11, 12).

IV. Capitel.

Allgemeine Charakteristik der Tardigraden; ihre systematische Stellung.

Zum Schlusse möge hier für Diejenigen, welche sich schnell über die wichtigsten Thatsachen aus der Naturgeschichte der Bärthierchen orientiren wollen, eine kurze allgemeine Schilderung dieser Thiergruppe folgen, in die auch die Hauptergebnisse der vorliegenden Abhandlung aufgenommen werden sollen.

Die Tardigraden sind bilateral-symmetrische Thiere von cylindrischer oder länglich-ovaler Gestalt und durchschnittlich $\frac{1}{3}$—1 mm Grösse. Sie lassen eine äussere Segmentirung der Körperhaut in der Regel gar nicht oder undeutlich erkennen, nur die Gattung *Echiniscus* weist auf dem Rücken eine Anzahl erhärterter Schilder auf, welche den Anschein einer echten Segmentirung hervorrufen; dieselben dehnen sich jedoch nicht auf die Bauchseite aus und entsprechen auch durchaus nicht der durch die Anordnung der Muskeln und Nerven ausgesprochenen Ringelung. Das Vorderende des Körpers trägt an

seiner Spitze die Mundöffnung und verschmälert sich entweder rüsselförmig (*Echiniscus*) oder setzt sich durch eine leichte Einschnürung als ein besonderer Kopf vom Rumpfe ab. Von der Ventralfläche entspringen 4 Paar ungegliederte Beine, welche kurze breite Ausstülpungen des Körpers sind und mit diesen sich nicht gelenkig verbinden. Nur das marine Genus *Lydella* weicht im Bau der Extremitäten erheblich von den übrigen Gattungen ab; sie sind hier lang und schmal und durch eine Einschnürung in 2 Glieder gesondert. Die beiden Hinterbeine der Tardigraden sitzen am aboralen Körperpole und einander und der Medianebene des Rumpfes stark genähert. Auch ist der Abstand des letzten Extremitätenpaares vom vorletzten fast noch einmal so gross wie zwischen den vorderen Paaren. Diese Lage macht auch ihre veränderte Funktion erklärlich: während die 3 ersten Beinpaare zum Gehen benutzt werden, dient das letzte Paar wie bei den Raupen als Nachschieber. — Die Haut der Bärthierchen besteht aus einer äusseren dicken Cuticula, welche glatt oder punktirt erscheint, und einer darunter liegenden dünnen Schicht 4-eckiger, sehr regelmässig angeordneter Zellen. Diese Epidermis verdickt sich an einzelnen Stellen des Körpers zu besonderen Polstern und Wülsten, und zwar findet man solche in der Umgebung des Mundes und der Afteröffnung und an der Spitze der Beine. Sie ist ausserdem die Trägerin des körnigen Pigments, welches den Bärthierchen meist nur in der Jugend gänzlich fehlt. Bei den Echiniscen ist dasselbe von ziegelrother Farbe und in so grossen Massen vorhanden, dass die Erkenntniss der inneren Organisation dadurch sehr erschwert wird. Bei andern Arten ist es bräunlich oder schwärzlich. An den Spitzen der Extremitäten erweitert sich die Cuticula zu einer zarten Membran von wechselnder Form, welcher die Krallen aufsitzen. Die Gestalt derselben ist an allen Füssen gleich. In der Regel trägt jedes Bein ein Paar Krallen, die selbst wieder mit je 2—3 Haken endigen. Bei einzelnen Species zerfällt die Kralle in diese Einzelhaken. Ganz abweichend läuft bei *Lydella* jedes Bein in einen Haken, bei *Echiniscoides* in 7—9 aus. Aeussere Anhänge der Cuticula in Gestalt von langen Fäden und Dornen finden sich bei fast allen Arten der Gattung *Echiniscus*, in geringer Ausbildung auch bei *Echiniscoides*. Die Cuticula der Bärthierchen wird von Zeit zu Zeit abgeworfen, nachdem vorher ein neue unter der alten von den Epidermiszellen ausgeschieden worden ist. Der Process der Häutung geht nur langsam von statten, so dass man häufig Individuen mit 2 Cuticular-Schichten antrifft. Einige Macrobioten haben die Gewohnheit, ihre Eier in die abgeworfene Körper-

haut zu legen. — Der von der Körperwandung umschlossene Hohlraum, die Leibeshöhle, wird von einer klaren, wahrscheinlich fast ausschliesslich aus Wasser bestehenden Flüssigkeit erfüllt und enthält ausser den grossen Blutkörpern den Tractus intestinalis, die Geschlechtsorgane, die MALPIGHI'schen Gefässe, die Muskeln und die Nerven. Besondere Circulations- und Respirationsorgane sind nicht vorhanden, und ebenso fehlt ein eigentliches Bindegewebe; einzelne zarte Fäden, die sich zwischen den Organen ausspannen oder diese an die Haut befestigen, können freilich so gedeutet werden, doch sind sie nicht sicher von den peripheren Nerven zu unterscheiden. — Die grossen runden Blutkörper fehlen nur bei *Echiniscus*. Sie zeigen nicht selten eine schwache amöboide Bewegung, sind nackt und haben einen Kern. In der Jugend sind sie weniger zahlreich vorhanden als im Alter, wo sie die Leibeshöhle oft dicht erfüllen. Ihre physiologische Bedeutung ist noch unklar, doch sprechen verschiedene Gründe dafür, dass sie zur Aufspeicherung von Assimilationsprodukten dienen. — Der Ernährungsapparat besteht aus Mundhöhle, Mundröhre, 2 Stosszähnen, Schlundkopf (= Saugmagen), Oesophagus, Magen und Enddarm. Der ganze Tractus zieht in gerader Linie vom vorderen Körperpole nach hinten, um kurz vor dem aboralen Leibesende auf der Bauchseite mit einer queren Afterspalte auszumünden. Die Mundöffnung liegt auf der Spitze einer kleinen Papille, welche beim Aussaugen der Nahrung fest angepresst wird. Um sie herum stehen bei *Milnesium* 6 kurze cylindrische Palpen, bei *Echiniscus* 4 Borsten und 2 Palpen. Der Mund führt in einen meist kleinen, von einem oder mehreren Chitinringen begrenzten Raum, die Mundhöhle, in welche bei *Milnesium*, *Echiniscus* und einigen *Macrobiotus*-Arten die spitzen, zuweilen verkalkten Enden der Zähne hereinragen. An sie schliesst sich nach hinten die Mundröhre, ein gerader oder leicht gebogener Kanal mit derber Chitinwandung, welcher bei *Doyeria* und gewissen Macrobioten zur Aufnahme der Zähne bestimmt ist. Das Gebiss liegt nur bei *Doyeria* zum grössten Theile in einer Zellenmasse, bei den übrigen dagegen frei in der Leibeshöhle. Die Zähne stützen sich dann entweder auf einen quer gestellten, an der Mundröhre befestigten Zahnträger, oder sie legen sich mit ihrem Hinterende dem Schlundkopfe an. Ihre Beweglichkeit verdanken sie einigen Muskeln, von denen man bei *Macrobiotus* einen langen Vorzieher und 2 kurze Retractoren jederseits beobachtet. Bei den meisten Gattungen finden sich 2 birn- oder schlauchförmige Speicheldrüsen, die bei *Macrobiotus* besonders gross werden; sie dienen vielleicht auch als Giftdrüsen. — Der Schlund-

kopf wirkt durch seine quer oder radiär angeordnete Muskulatur als Saugpumpe, welche die flüssige Nahrung in den Magen befördert. Er wird in seiner ganzen Länge von einem Canale durchzogen, dessen Lumen während der Ruhe äusserst eng ist. Bei *Macrobiotus* finden sich im Pharynx 3 Längsreihen von kleinen Chitinstäbchen, welche den Muskeln zum Ansatz dienen. Jeder dieser Balken besteht aus 2 dicht neben einander liegenden Stücken; der Canal des Schlundkopfes zieht zwischen den Stäbchen der mittleren Reihe hindurch. Bei *Echiniscus* und *Doyeria* sind diese Gebilde zwar auch vorhanden, aber weniger deutlich ausgeprägt, bei *Milnesium* fehlen sie ganz. — Mundröhre und Schlundkopf folgen für gewöhnlich unmittelbar auf einander, ja bei *Macrobiotus* und *Echiniscus* dringt erstere sogar auf eine kleine Strecke in den letzteren ein. Nur die Gattung *Diphascon* verhält sich in dieser Hinsicht abweichend, indem der Pharynx hier der Mitte des Oesophagus eingefügt ist. Schlund und Magen gehen ohne scharfe Grenze in einander über; charakteristisch für ersteren ist nur die derbe chitinige Cuticula, welche ihn von innen auskleidet, und welche im Magen durch eine viel zartere Membran ersetzt wird. Die Zellen des letzteren sind gross, polygonal, ohne innere Cilien-Auskleidung. Der Magen geht durch eine ringförmige Einschnürung in den kurzen Enddarm über, dessen Wandung stark verdickt ist und der durch Aufnahme des Geschlechtsapparates und der Malpighi'schen Gefässe zur Kloake wird. — Die Tardigraden sind getrennten Geschlechtes. Männchen und Weibchen gleichen sich in der Körpergestalt und in der äusseren Form der Sexualorgane vollständig. Man trifft überwiegend Weibchen an, da die Männchen viel seltener sind. Die Keimdrüse liegt in beiden Geschlechtern als ein länglich-ovaler Sack über dem Magen und mündet in den Anfangstheil des Rectums. Sie läuft am vorderen Ende in 2 symmetrische Zipfel aus, von denen je ein langes Ligament zum Rücken zieht. Im Ovar findet man bei jugendlichen Thieren eine grosse Anzahl kleiner, isolirter Zellen, von denen nur einige wenige — im Maximum 10 bis 12 — zu Eiern heranreifen, während die übrigen theils als Nahrung verwandt werden, theils sehr wahrscheinlich nach Ablage der ersten Eigeneration das Material zur Bildung einer zweiten liefern. Bei reifen Männchen ist der ganze Hoden dicht erfüllt von den kleinen Samen-Körperchen, die durch den Besitz eines langen und eines kurzen Fadens ausgezeichnet sind. Auch die Gestalt der Anhangsdrüse ist bei beiden Geschlechtern dieselbe; sie stellt einen kleinen rundlichen Sack dar, welcher dorsal von der Geschlechtsdrüse liegt und zugleich mit dieser in die Kloake ausmündet. Die Funktion

dieses Gebildes ist noch nicht sicher ermittelt. Ebenso ist bis jetzt die Begattung noch nicht beobachtet worden. Die Eier der Bärthierchen werden von einer zarten inneren und einer derben äusseren Schale bekleidet; die letztere trägt bei manchen Arten zahlreiche zierliche Vorsprünge. Sie werden bald einzeln, bald zu mehreren frei oder in die abgeworfene Cuticula gelegt. — In den Anfangstheil des Enddarms mündet der Secretionsapparat in Gestalt zweier lateraler Malpighi'scher Gefässe. Dieselben sind schlauchförmig und weisen in ganzer Länge ein enges Lumen auf, das von einer Zellenlage umgeben wird. — Die Muskulatur ist sehr reichlich entwickelt, dient aber fast auschliesslich der Bewegung des Kopfes, des Rumpfes und der Beine. Die Muskeln liegen überwiegend direkt unter der Haut, nur wenige ziehen frei durch die Leibeshöhle. Man unterscheidet unter den Hautmuskeln 4 Längsbänder, welche unter dem Rücken entlang ziehen, 1 oder 2 Längsmuskeln auf jeder Körperseite, 2 ebensolche ventrale und ferner ein complicirtes System von Muskeln zur Bewegung der Beine, das theils ventral, theils lateral angeordnet ist. Alle Muskeln sind glatt und bestehen fast ganz aus contractiler Substanz, welcher nur hier und da von aussen kleine Mengen körnigen Protoplasmas anliegen. Bei Anwendung von Reagentien erkennt man in der contractilen Substanz zahlreiche zarte Fibrillen. — Das Nervensystem besteht aus einem grossen oberen und unteren Schlundganglion und einem Bauchmark mit weit aus einander liegenden Commissuren und 4 grossen Ganglien. Vom Gehirn ziehen einige Nerven nach vorn an die Haut des Kopfes, die von 2 breit-kegelförmigen Lappen ausgehen. Der hintere Rand des Gehirns trägt einen mittleren und jederseits 2 laterale Anhänge, von denen namentlich der äussere durch seine beträchtliche Länge auffällt. Er ist ausserdem der Träger des Augenpigmentes, wenn solches vorhanden ist. Das ganze Gehirn ist mit Ausnahme einer kleinen Stelle mit feinkörniger Substanz überall aus Ganglienzellen zusammengesetzt. Das untere Schlundganglion hat eine ganz ähnliche Gestalt wie das obere; beide gehen durch eine breite, aber dünne Schicht von Nervenzellen in einander über. Das erste Bauchganglion hängt mit dem infraösophagalen Ganglion des Kopfes durch die schräg nach aussen laufenden vorderen Enden der Bauchmarkcommissuren zusammen. Ausserdem sendet es jederseits einen Nerven zum Gehirn empor, der in den seitlichen Anhang desselben, an der Basis des Augenfleckes einmündet. Die Bauchganglien enthalten eine äussere Lage grosser Zellen und eine H-förmige Fasersubstanz, welche sich in die Commissuren fortsetzt; diese selbst erscheinen

jedoch homogen. Die aus jedem Bauchganglion austretenden, einander entsprechenden Nerven haben so ziemlich denselben Verlauf und lassen dadurch eine segmentale Anordnung deutlich erkennen; sie sind dadurch ausgezeichnet, dass sie an ganz bestimmten Stellen zu grösseren oder kleineren Nebenganglien anschwellen. Sie versorgen fast ausschliesslich die Muskulatur des Körpers und zwar unter Bildung sternförmiger Endplatten, die sich entweder direkt an die contractile Substanz anlegen oder dem Protoplasma des Muskels eingebettet sind (Doyère'scher Hügel). — Von Sinnesorganen kommen den Tardigraden ausser den Augen nur kurze cylindrische Taster zu, die bei den Echiniscen und Milnesien um die Mundöffnung herum angebracht sind. Bei den letzteren sitzen zwei solcher Gebilde auch noch etwas weiter nach hinten am Kopfe. Die Borsten, welche sich bei *Echiniscus* und *Lydella* in der Nähe der Mundöffnung befinden, dienen vielleicht denselben Zwecken. — Während sich die Segmentirung der Tardigraden äusserlich gar nicht oder nur in einer Weise ausspricht, die mit der inneren nicht übereinstimmt, tritt dieselbe in der Anordnung der Muskulatur und der Nerven sehr deutlich hervor, und zwar kann man danach ein Kopf- [1]) und vier Rumpfsegmente unterscheiden.

Die Bärthierchen leben zwischen Moosen und Flechten, im Sande der Dachrinnen, zwischen Pflanzen, die nur eine geringe Quantität Erde zu ihrem Fortkommen nöthig haben und an vielen anderen Localitäten mit ähnlichen Existenzbedingungen. Die einzigen Formen, welche dauernd im Wasser leben, sind *Macrobiotus macronyx*, *Lydella dujardini* und *Echiniscoides sigismundi*; erstere Art findet sich im Süsswasser, die beiden letzteren sind marin. Die Tardigraden nähren sich vornehmlich von Moosen und andern niederen Pflanzen, indem sie dieselben mit ihren Zähnen anstechen und dann ihren Saft aufsaugen. Ausserdem scheinen sie ab und zu animalische Kost (namentlich Rotatorien) nicht zu verschmähen. Da die meisten Bärthierchen sich auf dem Lande aufhalten, während sie doch andererseits ausgesprochene Wasserthiere sind, so können sie sich nur dann ihres Daseins freuen, wenn durch Regen oder andere Umstände eine Ueberfluthung ihres Wohngebietes eingetreten ist. Wenn das Wasser verdunstet, schrumpfen

1) Doyère zählte zwei Kopfsegmente, vermuthlich weil er (mit Unrecht) annahm, dass im Kopfe zwei Paare von oberen Ganglien sich befänden. Obwohl es ja leicht möglich ist, dass im Kopfe mehrere Segmente verschmolzen sind, sehe ich in demselben nur ein einziges, weil eine solche Verschmelzung nicht mehr nachweisbar ist und ferner das obere und das untere Schlundganglion in gleicher Entfernung vom vorderen Körperpole liegen.

sie zu einem unscheinbaren Körnchen zusammen und können in diesem Zustande Jahre verbringen, ohne ihre Lebenskraft einzubüssen; doch scheint es, als ob die oben genannten ständigen Wasserbewohner die Fähigkeit des Wiederauflebens nach völliger Eintrocknung nicht besitzen. Merkwürdiger Weise tritt nach einer Austrocknung das active Leben auf Wasserzusatz nicht immer sofort ein, sondern es geht demselben eine scheintodte asphyktische Periode voran, die je nach der Dauer des Trockenzustandes länger oder kürzer währt. Während derselben sind die Thiere ganz ausgestreckt und vollständig starr. Man kann diesen hypnotischen Zustand auch dadurch herbeiführen, dass man die Bärthierchen längere Zeit in ausgekochtem Wasser aufbewahrt. — Die Systematik der Tardigraden zählt bis jetzt 6 Gattungen mit 26 Species; ob die letzteren auch bei genauerem Studium sich alle als selbständige Formen erweisen werden, erscheint sehr zweifelhaft, da die Artverschiedenheit vieler sich nur auf geringfügige äussere Merkmale stützt.

Suchen wir zum Schlusse zu entscheiden, welche systematische Stellung den Tardigraden nach ihrem äusseren und inneren Bau zukommt. Dieselbe hat seit der ersten Entdeckung dieser Thierchen eine Streitfrage der Zoologen gebildet. O. Fr. Müller rechnete dieselben wegen ihrer vier Beinpaare zu den Milben, Schultze, Perty und Ehrenberg verwiesen sie in die Klasse der Krebse, Dujardin und Doyère wollten sie mit den Rotatorien zu den „Systoliden", einer Unterabtheilung der Würmer, vereinigen, und neuerdings hat L. v. Graff[1]) den Vorschlag gemacht, aus den Bärthierchen, den Myzostomiden und Linguatuliden die Ordnung der Stelechopoden oder Stummelfüssler zu bilden, welche zwischen Würmer und Arthropoden einzuschalten wäre. Daneben hat immer die alte Anschauung des grossen dänischen Zoologen zahlreiche Anhänger gefunden, und so sehen wir dann auch in fast allen Lehrbüchern die Tardigraden den Spinnenthieren beigeordnet, entweder als Unterabtheilung der Acarinen oder als besondere Gruppe der Pseudarachnae mit den Pycnogoniden von den echten Spinnen (Autarachnae) (Haeckel, Gegenbaur) gesondert.

Meiner Ueberzeugung nach haben die Tardigraden bis jetzt in keinem System diejenige Stellung gefunden, welche ihnen zukommt: Die Bärthierchen sind die niedrigsten von allen bis jetzt bekannten luftathmenden Arthropoden und sind

1) Graff, Das Genus Myzostoma. Leipzig, W. Engelmann, 1877.

an die Spitze der Tracheaten, noch vor den Onychophoren, zu setzen. Damit soll weder gesagt sein, dass sich in ihnen die Organisation der Urform der Tracheaten rein erhalten hat, noch dass sich *Peripatus* direkt von ihnen ableitet. Im Gegentheil, die Tardigraden bilden einen Seitenzweig des grossen Tracheatenstammes, welcher aber der Wurzel des letzteren näher liegt als irgend ein anderer Ast jenes Stammbaumes. Sie sind diejenige Thiergruppe, welche den Uebergang von den Gliederwürmern zu den luftathmenden Arthropoden am reinsten zum Ausdruck bringt und am deutlichsten erkennen lässt.

Die Arthropodennatur der Bärthierchen spricht sich aus:

1) in dem Besitz von 4 Paar mit Krallen versehenen Extremitäten, die zwar morphologisch keine echten Gliederfüsse sind, indem sie nicht gelenkig vom Körper sich absetzen, sondern einfache Ausstülpungen desselben bilden. Physiologisch entsprechen sie jenen aber schon vollständig, da sie senkrecht zur Ventralfläche stehen;

2) in dem Vorhandensein von 2 Malpighi'schen Gefässen, welche, wie bei allen Arthropoden, in den Anfangstheil des Rectums einmünden;

3) in dem Mangel jeglicher Flimmerung.

Dagegen weichen sie von dem Typus der Arthropoden darin ab, dass

1) die Segmentirung, welche in der inneren Organisation scharf ausgeprägt ist, äusserlich entweder gar nicht sichtbar ist oder nur in einer Weise angedeutet wird, die mit der inneren nicht übereinstimmt. Gewiss giebt es andere Arthropoden, z. B. die Milben, Phalangiden, für welche dieser Satz ebenfalls mehr oder weniger gilt, aber dann ist dieser Mangel einer äusseren Segmentirung als ein secundärer, durch Verschmelzen der ursprünglich getrennten Metameren entstandener anzusehen, der auch mit einer Reduction der inneren Gliederung verbunden ist;

2) am Kopfe keine paarigen Sinnes- oder Mundwerkzeuge vorhanden sind, welche als umgebildete Extremitäten gedeutet werden könnten. In der Bildung des Gebisses nähern sich die Tardigraden entschieden den Anneliden, unterscheiden sich aber erheblich von allen Arthropoden. Wir finden bei ihnen nichts, was sich mit den Antennen, der Oberlippe, den Mandibeln oder Maxillen der Gliederfüssler vergleichen liesse. Die zwei Zähne der Tardigraden umstehen nicht von aussen die Mundöffnung, wie die Mundwerkzeuge der Arthropoden dies der Art ihrer Entwicklung zufolge thun müssen, sondern sie liegen weit hinter derselben, im einfachsten Falle (*Doyeria*) in der Schlundwandung, und

sind daher, wie die Zähne der Chätopoden, als umgebildete Theile der letzteren anzusehen. Es lässt sich ja nicht leugnen, dass die Cheliceren einiger Milben, z. B. der Phytopten, eine gewisse Aehnlichkeit mit den Mundspiessen der Arctiscen haben; aber diese beruht auf Analogie, nicht auf Homologie, wie daraus hervorgeht, dass sich bei allen typischen Milben, deren Mundwerkzeuge nicht durch Anpassung an bestimmte Lebensverhältnisse umgeändert sind, sich stets eine Oberlippe, ein Kieferfühler- und ein Kiefertasterpaar vorfindet.

Ueberhaupt ist der Unterschied in der Organisation zwischen Milben und Tardigraden ein so erheblicher, dass man kaum begreift, wie beide Thiergruppen immer wieder im System haben neben einander gestellt werden können. Bei jenen finden wir: mehrere (mindestens zwei) Paare von Mundwerkzeugen, vier Paar echte Gliederfüsse, die so auf den Körper vertheilt sind, dass die Existenz eines hinter ihnen gelegenen Abdomens trotz der weitgehenden Verschmelzung der Segmente gar nicht in Frage gezogen werden kann, einen mit zwei oder mehreren Blindsäcken versehenen Magen, ein Nervensystem, dessen ventral vom Schlundrohr gelegene Partie zu einer, äusserlich nicht segmentalen Masse concentrirt ist, Geschlechtswerkzeuge mit paarigen Ausführgängen, quergestreifteMuskulatur und bei der Mehrzahl Tracheen; bei den Tardigraden hingegen treffen wir an: keine äusseren Gebisstheile, vier Paar Stummelfüsse, von denen das letzte hinter der Afteröffnung gelegen ist, wodurch der Mangel eines dem Hinterleib der Arthropoden homologen Körperabschnittes bewiesen wird, scharf ausgeprägte innere Segmentirung, einen geraden Darm ohne Anhänge, ein Nervensystem mit fünf ventralen, weit aus einander liegenden Ganglien, einfache Sexualorgane ohne paarige Ausführgänge, glatte Muskulatur, vollständigen Mangel von Tracheen. Die Uebereinstimmung zwischen Milben und Tardigraden beschränkt sich demnach auf die gleiche Zahl der Beinpaare (nicht Extremitäten!) und MALPIGHI'schen Gefässe, Aehnlichkeiten, die gegenüber den vielen divergirenden Verhältnissen gar nicht in Betracht kommen können.

Wie zwischen Acarinen und Bärthierchen, so scheint mir auch die Uebereinstimmung zwischen diesen und den Myzostomiden eine rein äusserliche zu sein, die sich auf den Mangel einer äusseren Gliederung und den Besitz von Fusstummeln beschränkt, und der eine hohe Verschiedenheit in allen übrigen Organisationsverhältnissen gegenüber steht. Die Myzostomiden stimmen trotz der fehlenden oder vielleicht zu den „suckers" umgebildeten Segmentalorgane in so vielen anderen Punkten mit den Chätopoden überein, dass sie als aberrante

Gruppe der letzteren anzusehen sind, deren ventrale Parapodien durch ihre Verwendung als Klammerorgane besonders stark sich entwickelt haben. Dadurch ist eine geringe Aehnlichkeit mit den Stummelbeinen der Bärthierchen entstanden. Zwischen beiden besteht jedoch der Unterschied, dass 1) letztere echte Arthropodenklauen haben, erstere dagegen die gewöhnlichen, tief in die Haut eingesenkten Borsten der Anneliden besitzen und 2) bei diesen vier, bei jenen fünf Paar Beine vorhanden sind. Weitere durchgreifende Differenzen ergeben sich bei einem Vergleich fast aller übrigen Organe. Die für die Myzostomiden charakteristischen morphologischen Verhältnisse: das stark concentrirte Bauchmark, der lange Schlundring und der Nervenring des Rüssels, der vorstülpbare Pharynx, der verästelte Darm, die Cilienauskleidung des Magens, die zwitterigen Geschlechtsorgane mit drei in das Rectum einmündenden Ovidukten und zwei lateralen getrennten männlichen Sexualöffnungen, der Mangel einer eigentlichen Leibeshöhle, die nur noch in kleinen von den Ovarien erfüllten Hohlräumen sich erhalten hat, im übrigen aber durch maschiges Bindegewebe verdrängt ist, die fingerförmigen Fortsätze der Haut, — diese und noch manche andere anatomischen Charaktere fehlen den Tardigraden vollständig und machen die Annahme einer phylogenetischen Verwandtschaft beider Thierklassen unmöglich. Sie dürfen daher auch nicht im System zu einer engeren Abtheilung vereinigt werden.

Ebenso weichen die Tardigraden von den Linguatuliden in ihrer ganzen Anatomie so erheblich ab, dass man sie höchstens deshalb zusammenstellen könnte, weil sich für beide Thiergruppen keine nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zu einer anderen Classe nachweisen lassen.

Es giebt meiner Ansicht nach keine Abtheilung der Würmer oder Arthropoden, an die sich die Tardigraden direkt anschliessen lassen. Sie bilden eine isolirt dastehende kleine Gruppe, die sich schon ausserordentlich früh vom Stammbaum der Tracheaten abgespalten hat und daher der Urform der landbewohnenden Gliederfüssler näher steht als irgend eine andere Abtheilung. — Welche phylogenetische Stellung die Bärthierchen zu den Onychophoren einnehmen, ist schwer anzugeben. Obwohl diese durch den Besitz von Segmentalorganen sich in einer Hinsicht mehr an die Ringelwürmer anschliessen als die Macrobioten, sind sie doch im Allgemeinen weit höher organisirt als diese: ihre Füsse bestehen aus einzelnen Gliedern, sie besitzen am Kopfe zwei Antennen und zwei Paar Mundwerkzeuge, die sich in ihrer ersten Anlage wie die Beine verhalten, sie haben Circulations-

organe, einen sehr complicirten Geschlechtsapparat und zahlreiche zerstreut stehende Tracheenbüschel. Die Onychophoren lassen sich daher nicht direkt von den Tardigraden ableiten, der Abstand zwischen beiden ist zu gross, wohl aber dürfen beide als gesonderte Gruppen einer höheren Abtheilung, der Protracheaten, angesehen werden, welche den Uebergang von den Ringelwürmern zu den luftathmenden Gliederfüsslern vermitteln. In dieser Abtheilung haben die Bärthierchen die erste, die höher organisirten Onychophoren die zweite Stelle einzunehmen.

Marburg, 17. Februar 1888.

Erklärung der Tafeln.

Es bezeichnet in allen Figuren:

cu Cuticula
v Vestibulum oris
tu Mundröhre
ph Pharynx, Schlundkopf
cl Cloake
gl Drüse
ce Gehirn
Ga unteres Schlundganglion
ga^1, ga^2 etc. die Bauchganglien
ne Bauchstrang
pa Mundpapille
ep Epidermis
d Zahn
tr Zahnträger
oe Oesophagus, Schlund
ov Ovar
te Hoden
an Schlundring
γα Nebenganglion
n Nerv
sal Speicheldrüsen
a. ep Verdickung der Epidermis am After
k Verdickung der Epidermis am Munde
ma Verdickung der Epidermis im Fusse
st Magen
o Ei
sa Blutkörper
oc Augenfleck
ap Augenanhang des Gehirns
n. pl Nervenendplatte
a Afteröffnung.

Die Abbildungen ohne Angabe der Vergrösserung sind in beliebiger Grösse entworfen worden.

Tafel XX.

Fig. 1. Stück aus der Rückenhaut von *Macr. hufelandii*, zwischen dem 2. und 3. Beinpaar. Rechts und links die Haut im optischen Schnitte bei tieferer Einstellung.
Fig. 2. Schlundkopf von *Macr. hufelandii*. Ventralansicht.
Fig. 3. Schlundkopf und Kopf von *Macr. oberhäuseri*. Seitenansicht 550/1.
Fig. 4. Kopf von *Macr. hufelandii*. Dorsal-Seite. 550/1.
Fig. 5. „ „ *Doyeria simplex*. Ventral-Seite. 305/1.
Fig. 6. „ „ *Echiniscus granulatus*. Ventral-Seite. 460/1.

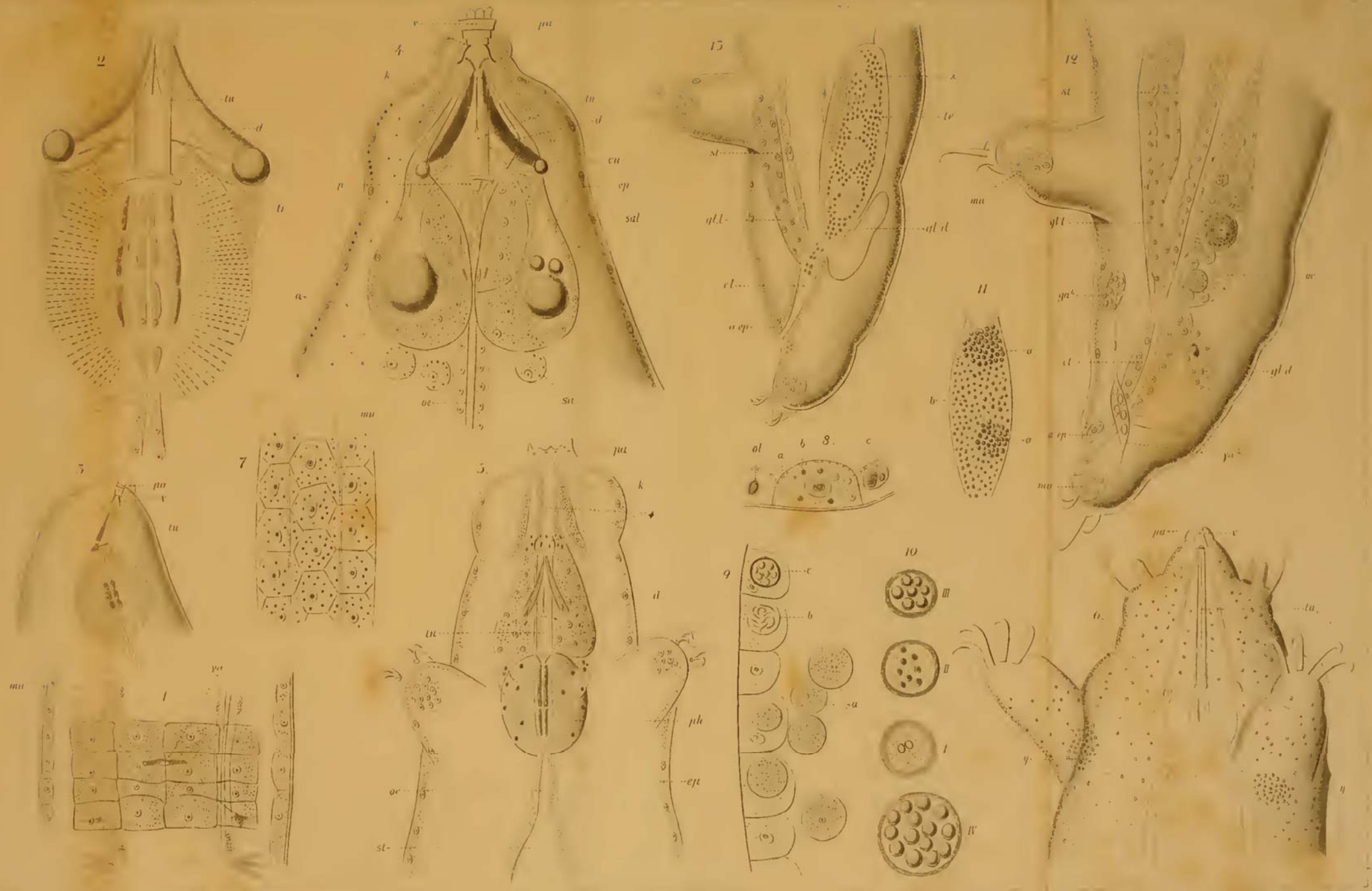
Fig. 7. Rücken-Ansicht des Magens von *Macr. hufelandii.*
Fig. 8. Magenzellen von *Macr. hufelandii.*
Fig. 9, 10. Eigenartige parasitäre Gebilde derselben.
Fig. 11. Hoden von *Macr. hufelandii.*
Fig. 12. Weibliche Geschlechtsorgane von *Macr. oberhäuseri.* 550/1.
Fig. 13. Männliche „ „ *Macr. hufelandii.* 550/1.

Tafel XXI.

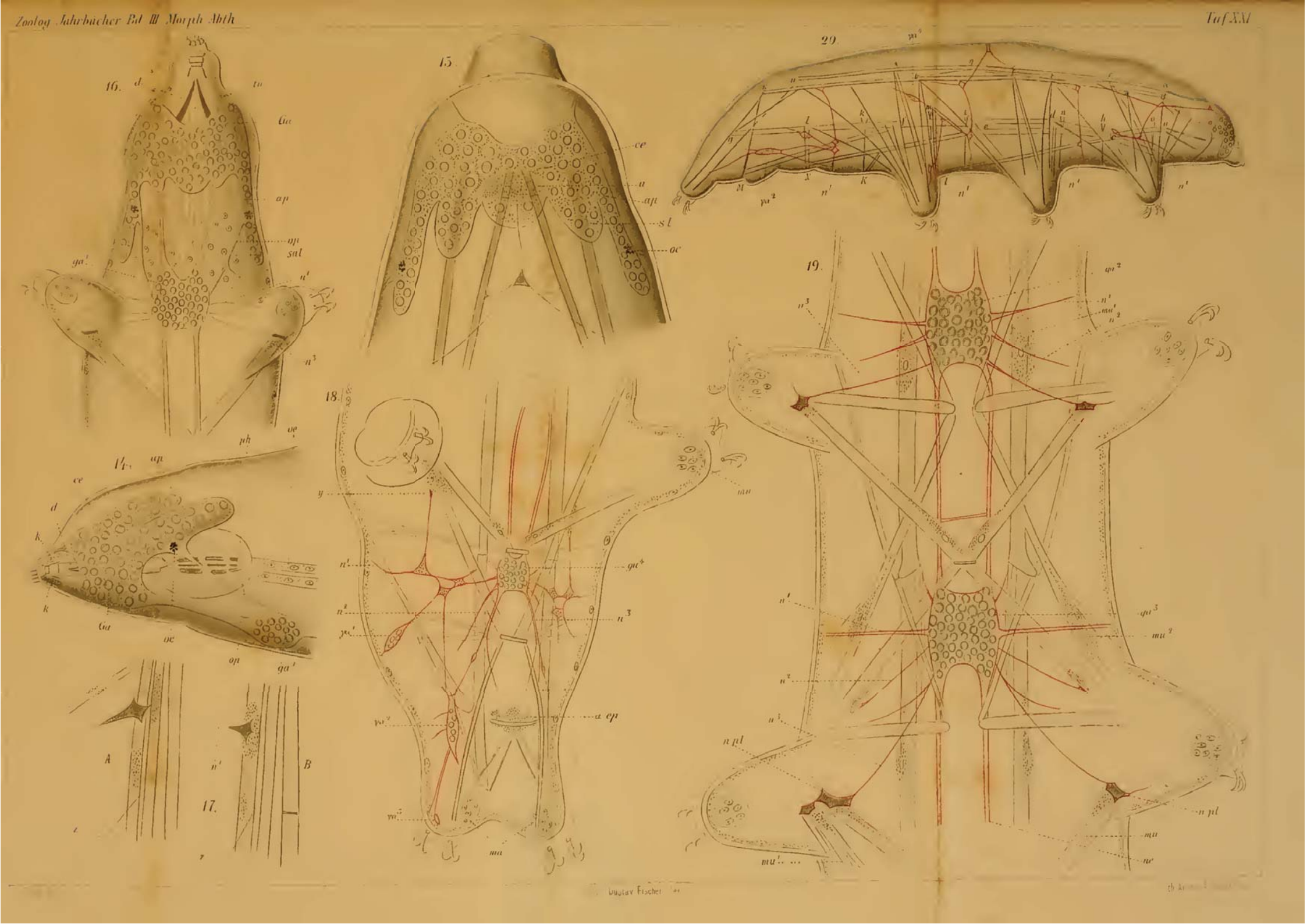
Fig. 14. Oberes und unteres Schlundganglion von *Macr. hufelandii.* 550/1. Seiten-Ansicht.
Fig. 15. Das Gehirn von *Macr. hufelandii* von oben gesehen. 690/1.
Fig. 16. Unteres Schlund- und erstes Bauchmark-Ganglion von *Macr. hufelandii.* Ventral-Ansicht. 460/1.
Fig. 17. Innervirung der dorsalen Längsmuskeln von *Macr. hufelandii.*
Fig. 18. Die peripheren Nerven des letzten Segmentes von *Macr. hufelandii.* Schiefe Ventral-Ansicht. 460/1.
Fig. 19. Die peripheren Nerven des 2. und 3. Bauchganglions von *Macr. hufelandii.* Ventral-Ansicht. 550/1.
Fig. 20. Muskeln und Nerven der Körperseiten von *Macr. hufelandii.* 235/1.

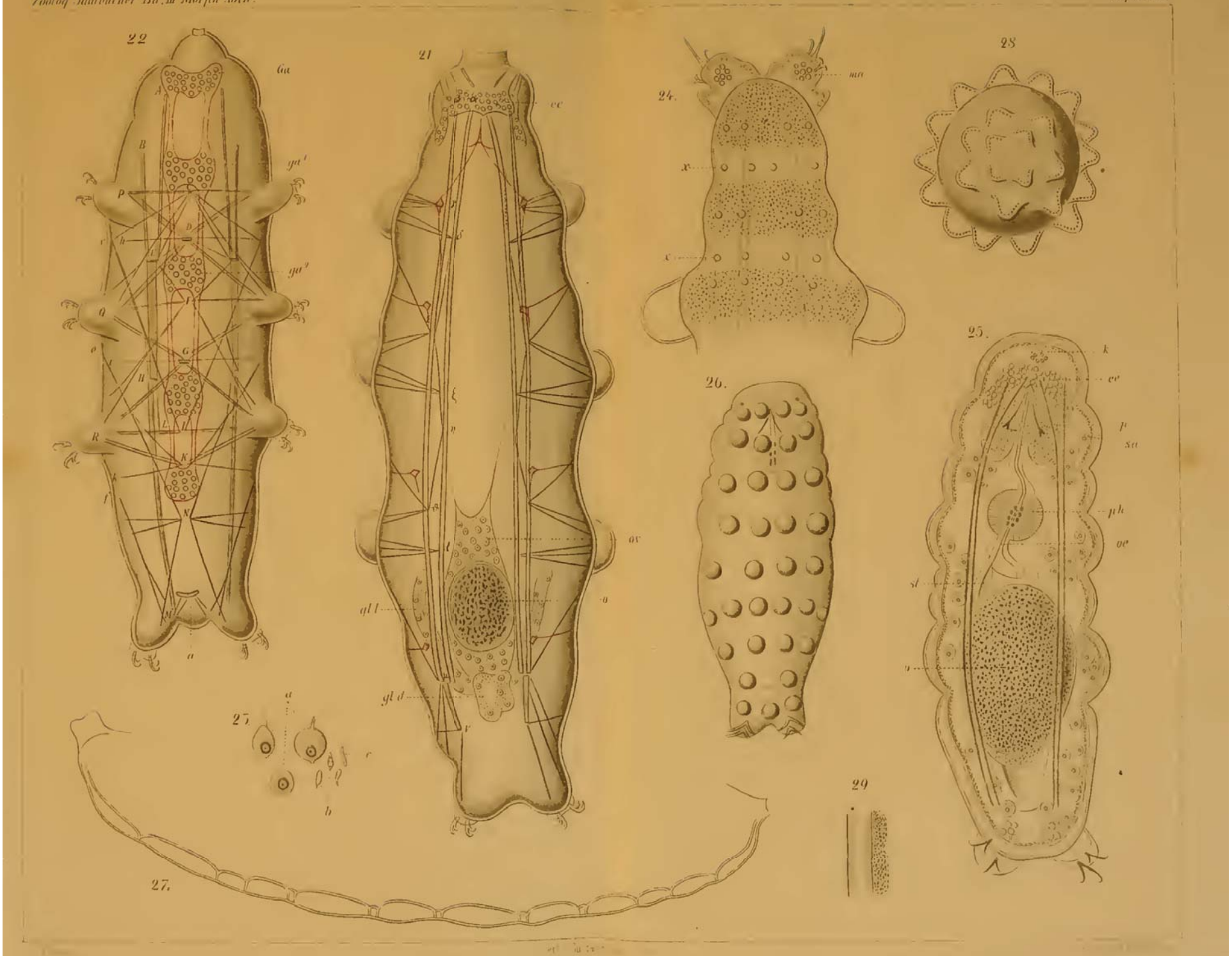
Tafel XXII.

Fig. 21. Muskeln und Nerven des Rückens von *Macr. hufelandii.* 150/1. Das Gehirn ist nach einem Individuum von *Doyeria simplex* eingetragen worden.
Fig. 22. Muskeln und Ganglien der Bauchseite von *Macr. hufelandii.* 150/1.
Fig. 23. Körper aus der Leibeshöhle eines *Macr. hufelandii.*
Fig. 24. Hinterende einer Varietät von *Macr. oberhäuseri.* Rücken-Ansicht. 305/1.
Fig. 25. *Diphascon chilenense n. sp.* 150/1.
Fig. 26. *Macrobiotus tuberculatus n. sp.* c. 100/1.
Fig. 27. 29. Die Cuticula eines *Macrobiotus* während der Häutung.
Fig. 28. Ei von *Macr. hufelandii.*



Gustav Fischer


16.
15.
29.
19.
18.
17.
A
B
Gustav Fischer


22
21
24.
28
25.
26.
27.
29
Ga
ga'
ga²
ce
ma
x
k
ce
p
sa
ph
oe
st
ov
gl l
gl d
a
b
c