

Um mit Genuss diese Partie zu machen, muss man in einer Hütte auf dem Sanetsch die Nacht zubringen, um am frühen Morgen den Gletscher zu überschreiten, da beim Hinaufsteigen wohl fünf Stunden über den Gletscher gerechnet werden müssen. Erreicht man zu früher Tagszeit die höchste Spitze der Diablerets, so genießt man eine Aussicht, die zu den imposantesten gerechnet werden darf, da alle die-gewaltigen Gebirgsmassen des Südwallis in völliger Entwicklung vor den erstaunten Blicken liegen, und auch die ganze Gruppe des Montblanc in ihrer colossalen Grösse sich zeigt.

Da wir in unserm diessjährigen Reiseplan durch die ungünstige Witterung vielfach gestört wurden, so bleibt namentlich das Bagnethal noch weitem Besuchen vorbehalten, über deren Resultat ich vielleicht später Ihnen Mittheilungen machen werde.

J. Kaufmann, Stud. phil. — Ueber die Entwicklung und zoologische Stellung der Tardigraden.

(Vorgetragen den 2. März 1851.)

Einleitung.

Die Tardigraden bilden eine kleine Gruppe mikroskopischer Thiere, die schon seit längerer Zeit die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen hat. Bekannt sind die Versuche, die bereits Spallanzani mit denselben anstellte, um über die durch Leeuwenhoek entdeckte räthselhafte Eigenschaft derselben, nach vollständigem Eintrocknen selbst in jahrelanger Frist wieder aufleben zu können, Aufschluss zu erhalten. Nachdem man

diese von Spallanzani festgestellte Thatsache wieder vielfach in Zweifel gezogen, hat in neuester Zeit Doyère, ein französischer Naturforscher, der überhaupt über die Tardigraden die umfassendste Arbeit geliefert hat^{*)}, durch sehr genaue Untersuchungen jene ihre merkwürdige Unsterblichkeit auf's Neue bestätigt. So genau nun auch durch Doyère der anatomische Bau der Tardigraden bekannt geworden, ist nichtsdestoweniger die Stellung derselben im zoologischen System bisher zweifelhaft geblieben.

Um in den nachfolgenden Angaben verständlich zu sein, ist es nöthig, wenigstens in kurzen Zügen eine Beschreibung des innern Baues der Tardigraden voranzuschicken.

Man kennt gegenwärtig etwa acht Tardigradenspecies, die unter die Gattungen Emydium, Milnesium und Macrobiotus vertheilt sind. Die meisten leben auf den Moospolstern, welche hier und da die Ziegeldächer bedecken, wo ihnen ihre Lebensfähigkeit gewiss zu statten kommt; wenige halten sich im Wasser auf, wo sie zwischen Pflanzenresten oder in dem Schlamm, der abgefallene Blätter überzieht, ihre Nahrung suchen. Der anatomische Bau zeigt bei den verschiedenen Arten wenig Abweichungen. Sie sind eine ganz übereinstimmende, isolirte Gruppe und bieten gerade desswegen, weil sie keine Uebergangsformen aufweisen, für die Classification so grosse Schwierigkeiten dar.

Das Aeusserere eines Tardigraden stellt ein Geschöpf vor, an welchem man Bauch- und Rückenseite, Kopf und Hintertheil deutlich unterscheiden kann. Die Bauch-

^{*)} S. Annales des Sciences nat. Seconde série. tom. 14, pag. 269—351. tom. 17, pag. 193—205. tom. 18, pag. 1—35.

seite trägt stets acht paarig geordnete Extremitäten. Sie dienen zur Vermittlung der Ortsbewegung und sind zu diesem Zwecke an ihrem Ende mit drei bis vier scharf zugespitzten Haken versehen, die das Thier willkürlich ausstrecken und einziehen kann. Die Rückenseite bietet nichts Auffallendes dar; nur bei der Gattung *Emydium* ist sie von mehreren harten Schalenstücken gebildet, die mit fadenförmigen Fortsätzen versehen sind und vermöge ihrer Anordnung eine bei den andern Gattungen nicht so deutliche Segmentirung des Körpers erkennen lassen. Das hintere Leibesende geht unmittelbar in das letzte Beinpaar über, während das entgegengesetzte vordere Ende den Kopf des Thieres darstellt. Derselbe ist der Träger der Mundöffnung, welche bei der Gattung *Milnesium* mit sechs kurz hervorragenden Palpen umgeben ist. Zwei schwarz pigmentirte Punkte, zu beiden Seiten des Kopfes gelegen, hat man als Augen erkannt, wahrscheinlich die einzigen höhern Sinnesorgane dieser Thiere.

Die Hautbedeckung der Tardigraden umhüllt die innern Theile als ein meist durchsichtiger schlaffer Sack, an welchem die Extremitäten als blosse Ausbuchtungen erscheinen. Deutlich abgegränzte Muskelstränge durchziehen diese Höhle wie ein Netz nach allen Richtungen und rufen durch ihr Spiel die lebhaften Contraktionen aller Körpertheile hervor, wie sie, wengleich in viel höhern Grade, auch bei den Rädertieren zu beobachten sind. Doyère hat bei *Milnesium tardigradum* Doy. das ganze System auf's Genaueste dargestellt und an dieser Species 287 einzelne Muskeln aufgefunden. Es ist mir öfters gelungen, durch Anwendung von Jodlösung die Stränge, indem sie eine gelbe Färbung erhalten, deutlich zu machen.

Von den in der Leibeshöhle gelegenen Organen

macht sich vor allen der Verdauungsapparat bemerkbar. Er stellt sich dar als ein in gerader Richtung laufender Kanal, der vorn mit der Mundöffnung beginnt und auf der Bauchseite in der Medianlinie zwischen den zwei hintersten Beinpaaren mit der Afteröffnung sein Ende nimmt. Es lassen sich an ihm füglich drei Abtheilungen unterscheiden: eine vordere, mittlere und hintere.

Die vordere Abtheilung reicht von der Mundöffnung bis in die Gegend, wo die vordersten Extremitäten sich absetzen. Sie enthält einen sehr künstlich eingerichteten und ganz eigenthümlich wirkenden Zahn- und Saugapparat. Bei den meisten Arten geht die Mundöffnung in einen ausstreckbaren Rüssel über, dessen Ende schröpfkopffartig erweitert ist. Hinten steht derselbe unmittelbar mit einer ziemlich langen geraden Schlundröhre in Verbindung. Die Wandung dieser Röhre ist stark, so dass eine Krümmung derselben nur gewaltsam herbeigeführt werden kann, eine Eigenschaft, die für den Mechanismus des Zahnapparates unentbehrlich ist. Die Röhre dient nämlich zwei schief gestellten nadelförmigen Instrumenten, deren Spitzen durch zwei seitliche Oeffnungen in sie eindringen und bis an die Mundöffnung gelangen können, momentan zur Aufnahme. Diese Instrumente, die Zähne (stylets), sind durch Einlagerung von kohlsaurem Kalk erhärtet. Sie sind vorn scharf zugespitzt und artikuliren hinten durch eine gabelspaltige Basis mit einem sehr zarten Querbalken (fulcrum), der selbst wieder in die feste Schlundröhre eingelenkt ist. An die Basis eines jeden Zahnes heften sich Muskeln, durch deren Antagonismus diese wichtige Waffe in Wirksamkeit gesetzt wird. — Die ganze Einrichtung wird endlich vervollständigt durch den Saugapparat, ein kugelförmiges Gebilde, welches an das hintere Ende der Schlund-

röhre angesetzt ist und die Fortsetzung ihres Kanals durchtreten lässt. Die Saugkraft desselben beruht darin, dass radiäre Muskelfasern, die von dem centralen, engen Kanale aus nach allen Richtungen gegen die Peripherie verlaufen, durch ihre gemeinschaftliche Contraction den Kanal zu erweitern suchen. Wird nun gleichzeitig die hintere Austrittsstelle des Kanales geschlossen, so muss Luft oder Flüssigkeit durch die Mundöffnung einströmen, wenn nicht ein luftverdünnter Raum entstehen soll.

Es ergibt sich nun leicht, zu welchem Zwecke Rüssel, Zahn- und Saugapparat vorhanden sind. Die Tardigraden sind nämlich Fleischfresser. Sie greifen Infusorien, Rädertiere etc. auf, saugen sich an ihnen fest und lassen nun die beiden Stylete des Zahnapparates so lange gegen das Opfer wirken, bis seine Hülle durchbohrt ist. Die Zähne sind also in ihrer Wirkung zu vergleichen mit den bei saugenden Insekten vorhandenen in den Saugrüssel eingeschlossenen Stechborsten oder mit den verletzenden Zähnen, die den Hirudineen zukommen. — Der Saft, der nun aus der Wunde dringt, wird durch die Thätigkeit der muskulösen Saugscheibe eingesogen; er dient dem Thiere zur Nahrung und gelangt in die zweite Abtheilung des Verdauungssystems.

Bei diesem Vorgange ist wahrscheinlich noch ein anderes Organ thätig. Es findet sich nämlich zu beiden Seiten des Saugapparates ein mehr oder weniger gelappter Körper von drüsiger Natur, welchem die Verrichtungen einer Speicheldrüse angewiesen zu sein scheinen. Man hat den Ausführungsgang desselben noch nicht verfolgen können. An einem losgerissenen Stücke eines Tardigraden sah ich denselben an der äussern Seite der Basis der Stylete vorbeigehen und eine ziemliche Strecke weit in der Richtung der letztern verlaufen. — Ob übr-

gens das Sekret die Bedeutung des Speichels habe oder ob es vielleicht auf die angepackte Beute als Gift wirke, wofür einige Beobachtungen zu sprechen scheinen, ist nicht ermittelt.

Die mittlere Abtheilung des Verdauungskanal's erstreckt sich bis in die Gegend des dritten Fusspaares. Sie beginnt am Saugapparat mit einer verengten Stelle, der Speiseröhre. Ihr folgt eine beträchtliche Erweiterung, der Magen. Eine Menge von grössern oder kleinern Ausbuchtungen, sowie eine starkgelbe, nicht selten in's Grüne übergehende Färbung charakterisiren dieses mitten durch die Leibeshöhle sich ausdehnende Organ. Die Färbung wird hervorgebracht theils und zwar hauptsächlich durch die Anwesenheit von eigenthümlichen Leberzellen, theils durch die Vermischung der zu verdauenden Massen mit der ölartigen, braungelben Flüssigkeit, welche von jenen Zellen erzeugt wird. Nach hinten wird der Magen allmählig enger und geht ohne bestimmbare Grenze in einen kurzen Darm über.

Diejenigen Theile, die sich zunächst anschliessen und die die hintere Abtheilung des Verdauungssystems darstellen, gehören nicht mehr diesem Systeme allein zu: sie nehmen zugleich auch die Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane auf. Der Darm geht nämlich über in eine blasenförmige Erweiterung, die Kloake. Den Inhalt derselben leitet ein kurzer Ausführungsgang durch den After nach Aussen.

Die Geschlechtsorgane sind bei den Tardigraden so angeordnet, dass männliche und weibliche in einem Individuum vereinigt vorkommen. Die Thiere sind also Zwitter; sie pflanzen sich nur geschlechtlich fort. — Die genannten Organe sind sehr einfach gebaut. Vor allem springt dem Beobachter eines der keimbereitenden Organe,

das Ovarium, in die Augen. Es stellt einen einfachen, geräumigen, vollkommen durchsichtigen Sack dar, der den Magen auf seiner Rückenseite überlagert und, wenn er durch Anhäufung seines Inhaltes ausgedehnt wird, bis in die Gegend des zweiten Beinpaares sich erstreckt, wo er durch Bänder angeheftet ist. Sein hinteres Ende geht durch einen kurzen Ausführungsgang in die Kloake über. — Was die männlichen Geschlechtsorgane betrifft, so ist ihre Beobachtung mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Wir wissen durch Doyère Folgendes: Eine unpaare, hinter und über dem Ovarium gelegene Samenblase, die in die Kloake mündet, sendet nach vorn zwei Blindsäcke aus, die sich rechts und links an das Ovarium anlagern. Diese Säcke werden als Samen bereitende Organe angesehen. Sie sollen ihr Sekret in die Samenblase ergiessen, in welcher Doyère wirklich cercarienförmige Spermatozoöiden gesehen hat.

Auch ein Nervensystem ist bei den Tardigraden beobachtet worden. Es besteht aus vier ganglionäre Anschwellungen, die in ihrer Lage und Verzweigung der Gliederung des Körpers und der Stellung der Beinpaare entsprechen. Diese Nervenknoten liegen, wie das Bauchmark der Gliederthiere, auf der Bauchseite des Verdauungskanals und sind unter sich durch paarige Längskommisuren verbunden. Von dem vordersten Knoten treten ausser den starken Sehnerven zwei knopfförmig endigende Stränge nach vorn, die mit dem sogenannten verlängerten Mark der Gliederthiere verglichen werden könnten. Ein Gehirnknoten jedoch scheint nicht vorzukommen.

Während das Nervensystem so deutlich ausgebildet ist, fehlt den Tardigraden ein abgeschlossenes Gefäss- und Respirationssystem gänzlich. Die Ernährungsflüssigkeit wird bloss in den wandungslosen Räumen der Lei-

beschöhle durch die Bewegungen des Thieres hin und her getrieben. Sie bespült auf diesem Wege alle innern Theile und dringt selbst in die Höhlen der Extremitäten hinaus. In dieser Flüssigkeit schwimmen ausser zahlreichen Elementartheilen eine Menge von eigenthümlichen, verhältnissmässig sehr grossen kugligen oder polyedrischen bläschenförmigen Gebilden. In ihrem Innern finden sich kleine dunkelrandige Körnchen, die in fortwährender, sehr lebhafter Molekularbewegung begriffen sind. Man hält diese Kugeln für den Blutkörperchen analoge Bildungen. Sie finden sich unter allen Lebensverhältnissen und sind nicht selten so zahlreich, dass das Thier ganz davon vollgepfropft ist. — Sie erschweren die Beobachtung anderer Theile des Körpers ungemein und nur der Umstand, dass sie sich in dem Moment, wo der eingetrocknete Tardigrade unter Einwirkung von Wasser allmählig wieder sich ausdehnt, noch in den tiefer gelegenen Theilen der Leibeshöhle befinden, machte es Doyère möglich, seine schönen Untersuchungen über das Nerven- und Muskelsystem anzustellen.

Diese gedrängte Darstellung wird insofern genügen, als sie es gestattet, die wichtigsten bis jetzt bekannten Thatsachen in Betreff des anatomischen Baues der Tardigraden bei der folgenden Untersuchung als etwas Bekanntes voranzusetzen.

Sowohl die Veranlassung, diese Untersuchung aufzunehmen, als auch die Möglichkeit, mich als Anfänger im Verlaufe derselben zurecht zu finden, verdanke ich ausschliesslich der Güte des Herrn Professor H. Frey, meines hochverehrten Lehrers.

Ueber die Entwicklung der Tardigraden.

Es ist bei der Seltenheit, mit der man Gelegenheit hat, Tardigraden zu beobachten, begreiflich, wenn eine zusammenhängende Entwicklungsgeschichte derselben noch nicht gegeben wurde; noch mehr aber sind hievon gewisse Schwierigkeiten, die sich in den meisten Fällen der Beobachtung entgegenstellen, die Ursache. Diese Schwierigkeiten liegen in der eigenthümlichen Beschaffenheit der Tardigradeneier.

Die Eier der Tardigraden verlassen ihre Bildungsstätte, das Ovarium, sobald sie fähig sind die Entwicklung anzutreten. Hiebei verhalten sich die einzelnen Arten verschieden. Die meisten legen ihre Eier in eine Hülle, welche durch Häutung von dem mütterlichen Thiere sich ablöst; einige dagegen, worunter der am meisten bekannte *Macrobotus Hufelandii*, lassen dieselben ohne alle Vorsorge vereinzelt liegen. Die Eier der ersten Arten haben eine glatte, ebene Membran; diejenigen aber, welche vereinzelt abgelegt werden, sind auf ihrer ganzen Oberfläche mit Warzen und Haken besetzt, womit sie sich zu ihrem Schutze an fremde Körper befestigen können. Berücksichtigt man ferner, dass die glatten Eier fast sämtlicher Arten eine starke (braungelbe) Färbung besitzen, so ergibt sich aus dem Gesagten, dass die Eier der meisten Tardigraden, weil undurchsichtig, für die mikroskopische Behandlung nicht geeignet sind, die einen wegen ihrer höckerigen Oberfläche, die andern wegen ihrer Färbung. — Hierin liegen die erwähnten Schwierigkeiten. Während daher die Eier der Tardigraden schon längst bekannt sind — schon Otto Friedr. Müller hat sie gesehen —, ist man hinsicht-

lich ihrer Entwicklungszustände auf wenige vereinzelte Beobachtungen beschränkt.

Bei den folgenden Untersuchungen haben günstigere Umstände es erlaubt, die Entwicklung der Tardigraden näher zu verfolgen. Es gibt nämlich unter diesen Thieren eine schon von Dujardin beschriebene und abgebildete Art, die Doyère, der sie übrigens nicht selbst beobachtet zu haben scheint, *Macrobotus* Dujardin genannt hat. Dieses Thier gehört zu der Gruppe von Tardigraden, die ihre glatten Eier in eine gemeinschaftliche Hülle legen; diese Eier sind aber bei *Macrobotus* Dujardin durchaus ungefärbt und daher für die mikroskopische Behandlung vollkommen zugänglich. — Auf dieses Thier beziehen sich alle die folgenden Untersuchungen. Dasselbe lebt nicht wie die meisten andern Tardigraden auf Ziegeldächern, sondern im Wasser. Es fand sich vor in der Enge bei Zürich an einer schon durch botanische Seltenheiten bekannten Stelle und stund mir diesen Winter in beliebiger Anzahl zu Gebote.

Bei dieser Gelegenheit muss ich in Beziehung auf eine von Dujardin gemachte Angabe, die auch Doyère mit der Bemerkung anführt, dass sie der weitem Bestätigung bedürfe, aufmerksam machen. Dujardin bezeichnet nämlich das Vorhandensein der oben beschriebenen in der Ernährungsflüssigkeit schwimmenden granulirten Kugeln als ein Verhältniss, das nur bei wenigen Individuen dieser Species anzutreffen sei. Es würde sich hieraus vielleicht ein Anhaltspunkt für die physiologische Bedeutung dieser allerdings noch hypothetischen Körper ergeben. Allein bei allen Exemplaren, die ich gesehen, waren diese Körper in Menge vorhanden und nur bei toden Thieren lösten sich dieselben in eine ungeordnete Körnermasse auf.