

sofern z. B. der Macronucleus von *Nyetotherus cordiformis* sichelförmig, der von *Nyetotherus oralis* und *Nyetotherus Gyoerianus* dagegen eher einem Boot oder noch mehr einer bikonvexen Linse gleicht.

Ob diese Art als Endoparasit irgend einen auffallenden Einfluß auf den Gesundheitszustand des Wirttieres ausübt, das vermag ich natürlich auf Grund des mir vorliegenden Materials nicht zu entscheiden, will es auch gar nicht versuchen; allein daß dieselbe dem Wirttiere nicht völlig gleichgültig sein kann, das halte ich, vermöge des massenhaften Vorkommens, für gänzlich ausgeschlossen.

Budapest, 22. Mai 1905.

2. Über die Galvanotaxis der Entomostraken.

Von Johannes Paulsen.

(Aus dem zoologischen Institut zu Marburg.)

(Mit 4 Figuren.)

eingeg. 31. Mai 1905.

Versteht man unter Galvanotaxis die Beeinflussung der Bewegungsrichtung eines frei beweglichen Organismus durch den konstanten elektrischen Strom, so ist durch die nähere Bezeichnung »kathodisch« oder »anodisch« galvanotaktisch unzweideutig definiert, in welcher Weise sich die Wirkung des elektrischen Stromes zeigt; als kathodisch galvanotaktisch bezeichnet man diejenigen Tiere, die zur Kathode, als anodisch galvanotaktisch diejenigen, die zur Anode wandern¹. — In jedem Falle aber verlangt die Bestimmtheit der Bezeichnung eine Eindeutigkeit des Vorganges, und es ist Sache des Experiments, zu prüfen, ob die erwartete Reaktion des lebenden Organismus immer eintritt oder nicht. Es hat sich nun neuerdings gezeigt, daß das Verhalten der als anodisch galvanotaktisch bezeichneten einzelligen Organismen von der Stromstärke abhängig ist und bei Verstärkung der Spannung in kathodische Galvanotaxis übergehen kann². — Es ist der Zweck nachfolgender Untersuchungen, zu zeigen, wie das Verhalten der Entomostraken, die bisher als ein Beispiel anodischer Galvanotaxis unter den höheren Tierformen galten³, gegen die Wirkung des galvanischen Stromes in hohem Grade von den Versuchsbedingungen abhängig ist; so sehr, daß unter der einzigen Bedingung, daß der freien Beweglichkeit der Objekte keine willkürliche Beschränkung auferlegt wird, eine anodische Galvanotaxis nicht eintritt.

¹ Nagel, Über Galvanotaxis. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 51. S. 639. — Vgl. Verworn, Physiologie. 4. Aufl. S. 486 ff.

² Wallengren, Zur Kenntnis der Galvanotaxis. Zeitschr. f. allgem. Physiologie. Bd. II. 1903. S. 341—384.

³ Davenport, Experim. Morphologie. Bd. I. S. 147.

Der Einfluß des konstanten elektrischen Stromes auf Copepoden (Cyclopiden) ist zuerst von Nagel untersucht worden⁴. Soweit sich seine Versuche auf die Wirkung der galvanischen Reizung (also nicht durch Wechselstrom) beziehen, läßt sich das Ergebnis seiner Beobachtungen dahin zusammenfassen, daß die Copepoden als anodisch-galvanotaktisch zu bezeichnen sind⁵. Ich habe außer dieser Form auch Branchiopoden (*Daphnia*) und Ostracoden (*Cypris*) untersucht; ein Unterschied in der Art der galvanotaktischen Reaktion besteht zwischen diesen Formen insofern, als es bei den Ostracoden einer relativ höheren Spannung des Stromes bedarf, um eine bestimmte Einwirkung feststellen zu können, als bei Branchiopoden und Copepoden. — Es wurde deshalb ein Strom von 20 V. benutzt, der in jedem Falle hinreichend ist. — Als elektrolytische Flüssigkeit diente destilliertes Wasser. Die elektrolytische Definition von destilliertem Wasser ist hinreichend genau, um eine Einheitlichkeit der galvanotaktischen Versuche zu verbürgen; — andererseits beeinflusst der zeitweilige Aufenthalt in reinem Wasser die animalischen Funktionen der Entomostraken nicht so sehr, daß sie etwa absterben, oder ihre Beweglichkeit einbüßen. — Die Form der Gefäße und Elektroden wird unten näher beschrieben. Eine genauere Präzision aller dieser Angaben, insbesondere auch der in jedem Falle wirklich erzielten Zersetzungsspannung, kann entbehrt werden, solange es auf quantitative Bestimmungen nicht ankommt. Es genügt, darauf hinzuweisen, daß die Überwindung des Widerstandes der elektrolytischen Flüssigkeit die notwendige Bedingung für die Erzielung der galvanotaktischen Wirkung ist; an der lebhaften Polarisation an den Elektroden erkennt man, daß ein Strom von hinreichender Intensität durch den Elektrolyten geht.

Bei den Versuchen kam es also darauf an, festzustellen, ob und wie weit die Bewegung der Objekte unter dem Einfluß des elektrischen Stromes durch die Form des elektrolytischen Troges und der Elektroden mitbedingt sei; ob nicht vielleicht die anodische Galvanotaxis dadurch hervorgerufen wird, daß den Tieren ein anderer Ausweg infolge der Form des Gefäßes nicht bleibt, als zur Anode hin sich zu bewegen, wenn sie dem Zersetzungsstrom entgehen wollen, oder die Kathode fliehen. Denn das erscheint von vornherein als wahrscheinlich, daß die Objekte dem Strome zu entgehen suchen, und die Kathode meiden, wo sie wegen der starken Wasserstoffentwicklung ersticken müssen. — Es erscheint als wahrscheinlich, solange man nicht bloß die kataphorische Wirkung des Stromes in Anschlag bringt, sondern eine aktive Bewegung

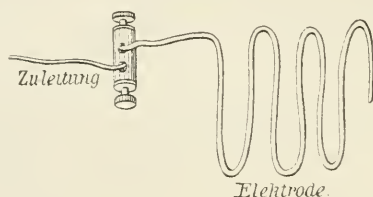
⁴ Nagel, Über das Verhalten einiger wirbelloser Tiere gegen galvanische und feradische Reize. Arch. f. d. ges. Phys. Bd. 51. S. 629 ff. — Ders., Über Galvanotaxis I. c.

⁵ Nagel, Über Galvanotaxis, I. c.

unter dem Einfluß des Stromes beobachtet und zur Erklärung der Bewegungen verwendet.

Um diese Fragen experimentell zu prüfen, wurde zunächst die Form der Elektroden verändert. Anstatt zweier Plattenelektroden, benutzte ich zwei Elektroden aus Platindraht von der Form, wie sie Fig. 1 zeigt. — Das elektrolytische Gefäß war von länglich rechteckiger Form; die Elektroden wurden auf den beiden schmalen Kanten an den Enden aufgeklemmt; die Anode sei auf der Kante verschiebbar. Nachdem nun das Gefäß mit destilliertem Wasser gefüllt ist und eine hinreichende Anzahl von Entomostraken hineingebracht ist, leite man den Strom hindurch. Man beobachtet alsdann in der Tat, daß nach einigen unregelmäßigen Zuckungen eine bestimmte Wanderung der Organismen von der Kathode zur Anode hin stattfindet. — Öffnet man darauf wieder den Strom, verschiebt die Anode vom Rande bis etwa in die Mitte des Gefäßes und schließt dann wieder, vgl. Fig. 2, dann zeigt sich, daß die Entomostraken sich nicht nur bis zur Anode, sondern darüber hinaus

Fig. 1.



in den vom Zersetzungsstrom nicht berührten Teil des Gefäßes bewegen. In kurzer Zeit haben sich alle Individuen, die nicht unterwegs vom elektrischen Strome gelähmt und zugrunde gegangen sind, in diesem Teile des Gefäßes versammelt.

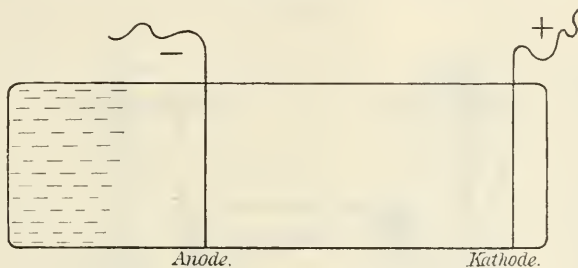
Berücksichtigt man die eingangs dieser Arbeit gegebene Definition, so erscheint es schon nach diesem Versuche als zweifelhaft, ob von einer anodischen Galvanotaxis der Entomostraken gesprochen werden kann. — Denn weder passiv noch aktiv findet ein Aufsuchen der Anode statt. Vielmehr läßt die beobachtete Bewegung der Objekte die Deutung zu, daß die scheinbare Wanderung zur Anode nichts anderes ist, als eine Fluchtbewegung vor der Kathode, oder vor der Einwirkung des elektrischen Stromes.

Die Richtung, welche diese Fluchtbewegung der Organismen annimmt, ist bedingt durch die Form des elektrolytischen Troges; sie muß sich ändern, wenn man die Form des Gefäßes ändert. — In der Tat, benutzt man ein rundes Gefäß und zwei kleine Plattenelektroden aus Platin, so beobachtet man, nachdem der Strom geschlossen ist, daß es

bei der Bewegung der Entomostraken nur darauf ankommt, der direkten Einwirkung des durchgehenden Stromes zu entgehen. Denn bei dieser Versuchsanordnung wandern die Tiere in einer zur Verbindungslinie der beiden Elektroden ungefähr senkrechten Richtung und sammeln sich an beiden durch diese Richtung bestimmten Rändern des Gefäßes.

Es zeigt sich in diesem Falle also ganz deutlich, daß nur die Form des elektrolytischen Gefäßes die Wanderung der Objekte zur Anode bedingte und hervorrief. — Die Plattenelektroden sind genügend breit gewählt, — anderseits eine hinreichende Anzahl von Individuen in das Gefäß gebracht, um in jedem Falle sicher zu sein, daß die Objekte direkt vom Strome getroffen werden. — Die in unserm Falle resultierende Bewegung ist aber weder eine Wanderung zur Anode, noch auch zur Kathode gerichtet. — Dadurch ist also experimentell erwiesen, daß eine anodische Galvanotaxis der Entomostraken nicht zu konstatieren ist.

Fig. 2.



Endlich sei noch eine dritte Modifikation dieser Versuche beschrieben. Als Gefäß diente ein Becherglas; die Kathode war eine große Plattenelektrode aus Platin, die Anode eine mit Platindraht umwickelter Glasstab.

Auch bei dieser Anordnung ist ein Aufsuchen der Anode seitens der Krebse und ein Umschwärmen derselben, wie es Nagel beobachtet haben will⁶, nicht festzustellen. Vielmehr bewegen sich die Tiere unter dem Einfluß des Stromes nach allen Seiten hin; sie suchen vor allem dem starken Zersetzungsstrom, der von der Anode zur Kathode geht, zu entgehen.

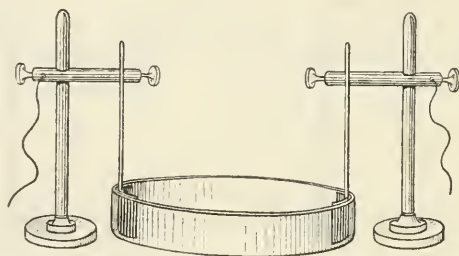
Nach dem bisherigen negativen Ergebnis unsrer Untersuchungen scheint also eine Analogie zwischen dem Verhalten dieser höheren Tierform der Entomostraken gegenüber dem elektrischen Strom und dem der einzelligen Organismen (z. B. *Paramecium*), die eine ausgesprochene Galvanotaxis zeigen, nicht zu bestehen. — Auch die Reak-

⁶ Über das Verhalten usw. S. 629.

tion, welche wir bei den Entomotraken finden und als Fluchtbewegung charakterisiert und bezeichnet haben, ist natürlich eine gesetzmäßige und durch den galvanischen Reiz hervorgerufen. Erregung und Leitung des Muskel- und Nervensystems und Zuckungen der Extremitäten sind die hauptsächlichsten Faktoren, aus denen die beobachtete Bewegung abzuleiten und zu erklären ist; aber, abgesehen davon, daß der lückenlose Zusammenhang dieser physiologischen Ableitung sich wegen der Schwierigkeit einer vollständigen Beschreibung der wirkenden mechanischen Faktoren nicht leicht dürfte konstruieren lassen, so liegt dieses Problem auch ferner als das zu prüfen, ob sich experimentelle Bedingungen finden lassen, unter denen eine ausgesprochene Galvanotaxis der Entomotraken zu demonstrieren ist.

Eine wesentliche Bedingung für die Erzielung der galvanotaktischen Wirkung ist jedenfalls die Steigerung der wirkenden elektrostatischen Kräfte. Es wurde deshalb für die folgenden Versuche ein Batteriestrom von 60 V. elektromotorischer Kraft benutzt. — Es ist

Fig. 3.



ferner nötig, den Widerstand der elektrolytischen Flüssigkeitssäule möglichst klein zu machen; das Elektrodengefäß wurde deshalb klein gewählt. Die Elektroden waren Plattenelektroden und die Versuchsanordnung wie sie Fig. 3 zeigt. — Endlich ist zu erwägen, daß auch die Fluchtbewegung des lebenden Objekts als Widerstand gegen die erwartete Wirkung aufzufassen ist. Die Tiere wurden also vorher durch einen starken Induktionsschlag getötet und so in das Elektrodengefäß gebracht. — Schließt man jetzt den starken Strom, so beobachtet man nach einiger Zeit, wie die bis dahin am Boden liegenden Objekte an die Oberfläche der Flüssigkeit steigen und dann zur Kathode fortgeführt werden. — Die Bewegung geschieht sehr langsam, der Versuch nimmt eine Stunde wenigstens in Anspruch. — Ein schwacher Zusatz physiologischer Kochsalzlösung steigert die Lebhaftigkeit der Polarisation, und die Erscheinung der Kataphorese wird alsdann deutlicher.

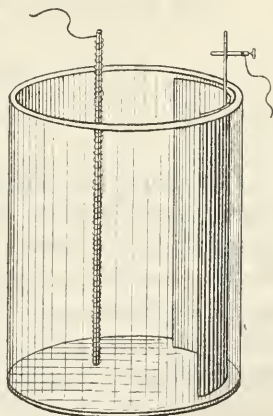
Diese Erscheinung ist aber rein physikalischer Natur und findet ihre Erklärung darin, daß die in Wasser suspendierten Teile schleimiger

Substanz, in unserm Falle also die Entomotrakenkörper, sich gegen Wasser elektrisch laden. — Wird ein Strom hindurchgeschickt, so bildet sich eine bestimmte Stromrichtung aus, und die suspendierten Teilchen geraten in Bewegung⁷.

Es ist wahrscheinlich, daß die galvanotaktischen Erscheinungen auf der Kataphorese, einer Erscheinung physikalischer Natur, beruhen; denn, wenn es auch gelingen kann, die galvanotaktischen Bewegungen des lebenden Organismus aus dem Mechanismus der Bewegungsorgane, welche elektrisch gereizt und gezwungen sind, in einem bestimmten Sinne zu reagieren, abzuleiten (vgl. Wallengren, l. c.) also den Vorgang der Galvanotaxis als aktive Lebensäußerung zu erklären, so entsteht doch die Frage: was verursacht die bestimmte Bewegung der motorischen Organe, z. B. den bestimmt gerichteten Wimperschlag, — und hier muß eine physikalische Erklärung einsetzen. — Demnach bildet die physikalische Erklärung letzten Endes das Erklärungsprinzip. — Die Untersuchung selbst aber muß sich auf lebende Objekte beziehen; denn nur auf die an physiologischen Objekten gefundenen Erscheinungen beziehen sich die Definitionen von positiv und negativ galvanotaktisch. Darum sind wir nach dem Ergebnis unsres letzten Versuches noch nicht berechtigt von einer kathodischen Galvanotaxis der Entomotraken zu sprechen.

Es ist daher für die vorliegende Frage entscheidend, daß es gelingen kann, auch den Widerstand der lebenden Entomotraken zu überwinden, und eine bestimmte Richtung ihrer Bewegung zu demonstrieren. — Um dies experimentell zu beweisen, benutzen wir ein kleines Becherglas als elektrolytischen Trog, einen mit Platindraht umwickelten Glasstab als Anode und eine große Kathode aus Platin, wie die Fig. 4 es zeigt. — Füllt man das Glas mit reinem Wasser und einer großen Menge von frischen Exemplaren der Krebse und leitet alsdann den starken Strom von 60 V. Spannung hindurch, so beobachtet man,

Fig. 4.



⁷ Eine Bestätigung dieser Ansicht, daß die Ursache der orientierenden Wirkung des elektrischen Stromes auf der elektrischen Ladung des Tierkörpers gegen das umgebende Wasser (oder einer andern Flüssigkeit) beruht, findet man in der neuesten Publikation auf diesem Gebiete, die mir erst nach Abschluß meiner Arbeit bekannt geworden ist: — Über Galvanotaxis vom Standpunkte der physikalischen Chemie, von A. Coehn u. W. Barratt, Zeitschr. f. allgem. Physiologie Vol. V. Hft. 1. 1905.

wie die Tiere gezwungen werden der Richtung des Stromes zu folgen und wie sie sich zur Kathode bewegen.

Wir haben also in diesem Falle eine kathodische Galvanotaxis der Entomostraken zu konstatieren.

Demnach ist das Ergebnis unsrer Untersuchung in folgender Zusammenfassung zu formulieren. Eine galvanotaktische Bewegung der Entomostraken unter dem Einfluß des konstanten elektrischen Stromes können wir im allgemeinen unter den gewöhnlichen Versuchsbedingungen einer mittleren Stromstärke an lebenden Exemplaren nicht feststellen. — Nur bei Anwendung einer hohen Spannung des Stromes läßt sich unter günstigen Versuchsbedingungen eine Galvanotaxis demonstrieren. In diesem Falle ist die Bewegung der Objekte zur Kathode gerichtet, also sind sie negativ oder kathodisch-galvanotaktisch.

3. *Sanguinicola armata* und *inermis* (n. gen. n. sp.) n. fam. Rhynchostomida.

Ein ento-parasitisches Turbellar im Blute von Cypriniden.

Von Dr. Marianne Plehn.

(Aus der kgl. bayr. biolog. Versuchsstation für Fischerei.)

(Mit 8 Figuren.)

eingeg. 4. Juni 1905.

Im Blute von Karpfen und Schleien findet man zuweilen einen zarten, wurmförmigen, helldurchsichtigen Parasiten von meist kaum 1 mm Länge, der durch seine lebhaften Bewegungen auffällt. Leider ist das Tierchen überaus hinfällig; im Deckglaspräparat stirbt es schnell ab; die Beobachtung des Lebenden kann daher immer nur eine flüchtige sein; auch trat der Parasit zu selten auf, als daß eine vollkommen befriedigende Konservierung hätte ausprobiert werden können. Meine sämtlichen Präparate lassen dies oder jenes zu wünschen übrig, weshalb ich über manche wichtigen Punkte der Anatomie noch im unklaren bin. Lange wartete ich auf den glücklichen Zufall, der einmal reichlicheres Material liefern sollte, das mir dann gestattet hätte die klaffenden Lücken auszufüllen. Seit einem Jahr ist kein einziges der höchst merkwürdigen Tiere mehr zum Vorschein gekommen, trotz 100 oder mehr darauf gerichteter Untersuchungen, und so habe ich mich entschlossen, einstweilen mitzuteilen, was bisher festgestellt werden konnte, und mir für eine günstigere Zeit die Ergänzung des Fehlenden vorzubehalten.

Der Parasit ist trotz seiner Durchsichtigkeit mit freiem Auge noch eben wahrnehmbar; im Blut-Ausstrich-Präparat erkennt man unter dem Mikroskop ein Würmchen, dessen Länge etwa 1 mm und dessen Breite $\frac{1}{6}$ davon beträgt. Die Körperform schwankt enorm, da beständig Kontraktionen ausgeführt werden; Ruhe tritt während des Lebens nicht ein.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Paulsen Johannes

Artikel/Article: [Über die Galvanotaxis der Entomotraken. 238-244](#)