

wünschen, daß es gelänge, an lebendem Material die Funktion des *Cysticercus*-Stiels genauer zu beobachten, was bisher anscheinend noch nicht geschehen ist.

### Literatur.

1. Daday, Eugen v., Einige in Süßwasser-Entomotraken lebende *Cercocystis*-Formen. Zool. J.B. Syst. XIV, 1901.
2. Grobben, C., Lehrbuch der Zool., 2. Aufl., 1910.
3. Hamann, O., In *Gammarus pulex* lebende Cysticercoiden mit Schwanzanhängen. Jena. Zeitschrift Naturw. (N. F.) V. 17., 1889.
4. Hamann, O., Neue Cysticercoiden mit Schwanzanhängen, ibid. V. 19, 1891.
5. Hertwig, R., Lehrbuch der Zool., 10. Aufl., 1912.
6. Lühe, Max, Cestodes Süßwasserfauna Deutschlands. Heft 18.
7. Mrázek, Al., Die morphologische Bedeutung der Cestodenlarven. Zool. J.B. Abt. Anat. u. Ont. XXXIX, 1916.
8. Rosen, Felix, Recherches sur le développement des cestodes. Bulletin d. l. soc. neuchat. d. sc. naturelles, t. XLIII. 1918.
9. Schmidt, J. E., Die Entwicklungsgeschichte und der anatomische Bau der *Taenia anatina* (Krabbe). Arch. Naturgesch. 1894.
10. Wagner, Oskar, Über Entwicklungsgang und Bau einer Fischtaenie. Jena. Zeitschr. f. Naturwiss., 1917.

## Der Rhythmus der Schreitbewegungen der Stabheuschrecke *Dyxippus*.

Von W. v. Buddenbrock.

Mit 2 Abbildungen.

Seit den Untersuchungen von V. Graber 1873 ist es bekannt, daß die Insekten beim Laufen ihre Beine in genau so regelmäßiger Weise setzen, wie wir dies von den Vierfüßern wissen.

„Die Beine werden nach V. Graber zu je dreien zugleich oder annähernd zugleich gebraucht, indem jedesmal ein Vorderfuß und ein Hinterfuß einer Seite, und der Mittelfuß der anderen Seite einen Schritt vorwärts tun, während die anderen Beine den Rumpf unterstützen. Beim Vorwärtsgehen beginnt dabei der Vorderfuß die Bewegung, der Mittelfuß der Gegenseite folgt, und darauf das Hinterbein der ersten Seite. Es entsteht also die Reihenfolge: Vorderbein der einen, Mittelbein der anderen, Hinterbein der ersten Seite, Vorderbein der zweiten, Mittelbein der ersten, Hinterbein der zweiten Seite.“ (Zitiert nach R. du Bois-Reymond, Physiologie der Bewegung, Wintersteins Handbuch der vergl. Physiologie, Bd. III, I, 1. 1914.)

Diese Feststellung wurde im Jahre 1873 gemacht, seither ist meines Wissens nichts Wesentliches, Neues gefunden worden, das sich auf diesen Gegenstand bezöge.

Uexküll erwähnt in seinem Buch, „Umwelt und Innenwelt der Tiere“ an einer gewissen Stelle, daß der Gangrhythmus der Taschenkrabben nicht unabänderlich fixiert sei, sondern sich in charakteristischer Weise ändere, wenn ein oder mehrere Beine durch Autotomie verloren gingen. Es schien mir diese kurz gefügte Beobachtung interessant genug, um

sie auch einmal an den Insekten nachzuprüfen. Mein Studienobjekt war die Stabheuschrecke *Dyxippus*. Der Erfolg meiner Beobachtungen war die Entdeckung einer nervösen Regulation, welche nach Amputation zweier Beine auftritt und einen streng gesetzmäßigen Charakter aufweist.

Wenn man ein laufendes Insekt beobachtet, so gewinnt man deutlich den Eindruck, als seien die Bewegungen der drei gleichzeitig gesetzten Beine von einem höheren Zentrum aus einheitlich geleitet. Legt man sich die Frage vor, wie man wohl den Bewegungsmechanismus dieser Tiere mechanisch nachbilden könnte, so kommt man also zur Konstruktion einer Art von Hampelmann, bei welchem die drei synchron bewegten Beine an je einem Faden hängen und die beiden Fäden alternierend bewegt werden.

Diese zunächst liegende Anschauung gerät nun aber durch den folgenden Versuch sehr stark ins Wanken: Ich schneide einer Stabheuschrecke die beiden Mittelbeine ab. Da normalerweise Vorder- und Hinterbein derselben Seite gleichzeitig gesetzt werden, sollte man annehmen, daß das durch die Operation in einen Vierfüßer verwandelte Tier jetzt nach Art der Paßgänger sich bewege: erst die beiden linken Beine, dann die rechten oder umgekehrt. Aber wir sehen zu unserem Erstaunen etwas gänzlich Anderes: Das vierbeinige Insekt läuft genau wie ein Hund im gekreuzten Schritt. Es folgt also z. B. auf das linke Vorderbein das rechte Hinterbein, auf dieses das rechte Vorderbein und zuletzt das links hinten befindliche. Dies bedeutet, daß der Gehmodus durch die Operation völlig abgeändert wurde. Das Gleiche tritt ein, wenn irgendwelche anderen Beine, links eines und rechts eines, amputiert werden. Die Schrittfolge in all diesen Fällen ergibt sich ohne weiteres aus den beigefügten Schemata (Abb. 1), in welchen die intakten Beine als Kreise, die amputierten als Kreuze eingezeichnet sind. Die Reihenfolge des Beinsatzes bezeichnen die dabeistehenden Ziffern. Daß der gekreuzte Schritt auch einsetzt, wenn beide Vorderbeine oder beide Hinterbeine fehlen, bedeutet keinen Unterschied zum Normalschritt des sechsbeinigen Tieres. Diese beiden Fälle E und F sind daher hier nicht besprochen.

Vom biologischen Standpunkt aus ist es ohne weiteres ersichtlich, ein wie großer Nutzen dem Tiere aus dieser Änderung der Schrittfolge erwächst. Im Falle C müßte die Stabheuschrecke, wie wir schon wissen, eigentlich im Paßgange schreiten. Dies ist praktisch möglich bei einem Tier, das stets auf flachem Boden sich bewegt. Wenn *Dyxippus* aber im Geäst kriecht, womöglich mit dem Leibe nach unten an der Unterseite eines Zweiges entlang, würde der Paßgang mit Notwendigkeit ein Herunterfallen des Insekts zur Folge haben. Noch drastischer zeigt sich die Unmöglichkeit des normalen Schrittes in den Fällen A und B. Das eine Beindreieck ist völlig intakt, während von dem anderen nur ein Bein übrig ist. Würde sich das Tier also benehmen wie ein sechsfüßiges, so müßte es abwechselnd auf drei und

auf einem einzigen Beine stehen, was eben einfach mechanisch nicht geht.

Dies gibt uns zu denken, ob nicht die gesamte hier beobachtete Regulation des Normalschrittes lediglich eine mechanische Ursache hat, etwa im folgenden Sinne: Setzt das vierbeinige Tier das linke Vorderbein ( $V_1$ )<sup>1)</sup> nach vorwärts, so wird hierdurch der Schwerpunkt des ganzen Leibes nach links vorn verschoben und demzufolge das räumlich entgegengesetzte Bein, das sich rechts hinten befindet, entlastet. Man könnte also das ganze Geheimnis der beschriebenen Regulation darin erblicken, daß stets dasjenige Bein bewegt wird, auf welchem der geringste Druck des Körpers ruht.

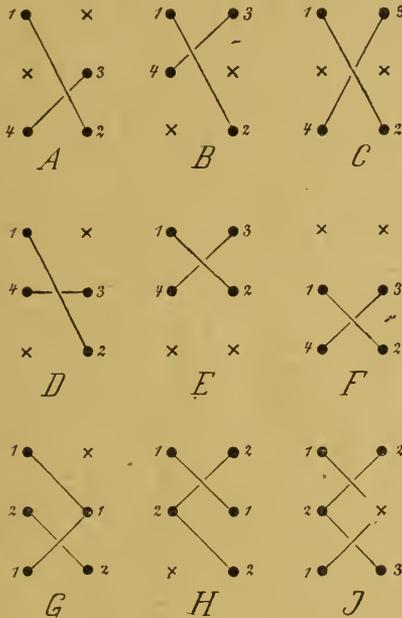


Abb. 1.

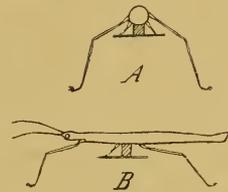


Abb. 2.

Aber es ist sehr einfach, die Unrichtigkeit dieser Anschauung darzutun. Wir wählen hierzu aus lediglich technischen Gründen den Fall C aus:

Einer Stabheuschrecke werden also die beiden Mittelbeine amputiert, aber nicht völlig, sondern etwa nur bis zur Mitte der Oberschenkel<sup>2)</sup>. Nun wird diesen beiden Beinresten eine künstliche Bodenfläche geschaffen, an welcher sie sich abstemmen können und zwar durch Ankleben eines kleinen Korkstückes auf die Bauchseite des Tieres und durch Befestigung eines Pappstückchens auf der freien Seite des Korkes (siehe nebenstehende Skizze, Abb. 2). Wir sehen jetzt, daß die Beinresten, durch den Widerstand der künstlichen Bodenfläche

1) Die Beine der linken Seite werden mit  $V_1, M_1, H_1$  bezeichnet, d. i. linkes Vorder-, Mittel- und Hinterbein, die rechten entsprechend.

2) Man muß hierzu junge etwa halbwüchsige Tiere nehmen, da erwachsene ihre Beinresten meist sehr bald autotomieren.

gereizt, sich zu bewegen beginnen, und alsbald tritt der normale Rhythmus des sechsbeinigen Tieres ein, das Insekt bewegt sich infolgedessen mit seinen vier intakten Beinen als Paßgänger.

Hierdurch ist bewiesen, daß der vom sechsbeinigen Tiere abweichende Gang des vierbeinigen die Folge einer echten nervösen Regulation ist, die nichts mit der mechanischen Beanspruchung der Beine durch das Gewicht des Körpers zu tun hat.

Gleichzeitig erfahren wir durch den beschriebenen Versuch einiges Nähere über das Wesen der Regulation. Maßgebend ist die Bewegung des Beines; selbst der ganz kurze Beinstummel erzwingt durch seine Bewegung den normalen Sechser-Rhythmus der übrigen Beine. Umgekehrt können die betreffenden Beine völlig intakt sein: verklebt man aber ihre Hüft- und Kniegelenke mit Leim, so daß die ganze Extremität unbeweglich wird, so tritt bei diesem sechsbeinigen Tiere der gekreuzte Schritt genau so ein, wie wir ihn vom vierbeinigen her kennen. Wir kommen also zu dem abschließenden Urteil, daß von den sensiblen Endigungen in den Gelenken und Sehnen der Beine nervöse Impulse ausgehen, von deren Eintreffen oder Ausbleiben es abhängt, ob sich das Insekt im Vierer- oder im Sechserschritt bewegt.

Das nähere Wie der hier aufgedeckten höchst komplizierten Regulation wird uns klarer werden bei Betrachtung der einzelnen Fälle. Das Auffallendste hierbei ist nun jedenfalls die Tatsache, daß stets die Amputation zweier Beine nötig ist, um eine Gangänderung zu erzielen. Die Wegnahme nur eines Vorder- oder Hinterbeines hat gar keine Wirkung; fehlt ein Mittelbein, so ergibt sich als einziger Erfolg, daß die Beine des intakten Beindreiecks nicht alle gleichzeitig gesetzt werden, wie normalerweise, sondern daß das Vorderbein oder das Hinterbein ein wenig nachhinkt. Das Beispiel eines solchen Gangtypus wäre demnach in Fig. H gegeben.

Es ist sehr interessant, sich das verschiedene Verhalten des fünfbeinigen und des vierbeinigen Tieres an der Hand der einzelnen Fälle zu betrachten. Wir machen hierzu die belanglose Annahme, daß der Schritt stets mit dem linken Vorderbein beginnt.

Betrachten wir zunächst sämtliche Fälle des vierbeinigen Insekts (A—F), so ergibt sich übereinstimmend die folgende Regel: Die Erregung, die von  $V_1$  ausgeht, fließt<sup>1)</sup> stets der Gegenseite zu und zwar innerhalb dieser Gegenseite stets dem weiter hinten gelegenen Beine. Wodurch wird nun dies bedingt?

Ein Vergleich des vierbeinigen Tieres A mit dem fünfbeinigen G belehrt uns, daß das Fehlen von  $V_r$  nicht die Ursache dieses Verhaltens ist, denn in G fehlt  $V_r$  ebenfalls, trotzdem fließt die Erregung hier ganz normal von  $V_1$  nach  $M_r$ . Ein Vergleich von A mit dem

3) „Fließt“ ist nur ein sprachlicher Ausdruck, mit welchem über das Wesen der Erregung nicht das mindeste gesagt werden soll.

Spiegelbilde von J zeigt uns, wie belanglos für das Eintreten des Gangwechsels die Amputation von  $M_1$  ist, denn dort fehlt  $M_1$  ebenfalls, trotzdem wird der normale Gang beibehalten. Wir sehen also, daß für sich allein das Fehlen weder des einen noch des anderen Beines irgendeine Wirkung hat, daß dagegen das Fehlen beider Beine zusammen, offenbar durch eine Art von Summation, den Gangwechsel erzwingt.

Genau das Gleiche lehrt uns der Fall B. H beweist, daß die Änderung der Schrittfolge, wie sie in B zu sehen ist, nicht durch das Fehlen des linken Hinterbeines ( $H_1$ ) verursacht wird. Der Fall J zeigt, daß auch das Fehlen des rechten Mittelbeines ( $M_r$ ) ohne Wirkung bleibt. Dagegen sehen wir den charakteristischen Gangwechsel sofort eintreten, sobald  $M_r$  und  $H_r$  zugleich fehlen.

Es erübrigt sich, auf genau dieselbe Weise die vergleichende Betrachtung von C und J bzw. von D, G und H durchzuführen.

Wir stehen also hier vor einer außerordentlich komplizierten Erscheinung. Wollen wir sie näher ergründen, so stehen uns prinzipiell zwei Wege offen: Wir können 1. die aufgedeckte Regulation als das Werk eines übergeordneten Lokomotionszentrums betrachten oder wir können 2. behaupten, daß ein solches fehlt, und daß der Gang des Insekts, der normale sowohl als der abgeänderte, lediglich aus der gegenseitigen Beeinflussung der sechs koordinierten Thorakalganglien sich ergibt.

Daß es nahe liegt, an ein echtes Lokomotionszentrum bei *Dyxippus* zu glauben, erhellt aus folgender Überlegung, die uns ein wenig in das Getriebe des Zentralnervensystems dieser Tiere hineinführt. Wie bei allen Insekten unterscheidet man ein Gehirn, ein Unterschlundganglion, 3 Paar Thorakalganglien und eine Reihe solcher im Abdomen. Das Gehirn wirkt — abgesehen von seinen Leistungen als rein sensorisches Zentrum — in erster Linie hemmend. Am klarsten geht dies aus dem Starr-Reflex hervor, der bekanntlich bewirkt, daß die erwachsenen Tiere bei Tage vollkommen bewegungslos verharren, auch bei Reizung. Der Starr-Reflex erlischt völlig, wenn man dem Tiere das Gehirn entfernt. Solche Stabheuschrecken laufen dauernd umher. Beruhigen sie sich nach einiger Zeit, so kann man sie durch geringfügige Reizung sofort zu neuem Laufen anregen, während das normale Tier umgekehrt auf Reizung seinen Starrezustand nur verstärkt.

Genau dem Gehirn entgegengesetzt wirkt das Unterschlundganglion: Bei geköpften Tieren, denen also Gehirn und Unterschlundganglion fehlt, ist jede Lokomotionsbewegung völlig und dauernd erloschen. Die geköpfte Stabheuschrecke steht da wie ein hölzerner Bock, sie tut keinen Schritt. Hierfür gibt es zwei Auffassungsmöglichkeiten. Die erste sieht in dem Unterschlundganglion das wirkliche Lokomotionszentrum, zu welchem sämtliche sensible Reize gelangen, die von den Beinen ausgehen, oder von welchem alle motorischen Impulse

ausgehen, die zu den Beinen fließen. Die zweite Auffassung dagegen sieht in dem Unterschlundganglion lediglich ein Erregungszentrum und spricht ihm jede koordinierende Tätigkeit ab.

Das Experiment entscheidet zu Gunsten der zweiten. Es gelingt nämlich unschwer, bei *Dyxippus* von den beiden Längskommissuren, welche die hintereinander geschalteten Ganglienpaare verbinden, die eine zu durchschneiden. Man kann dies an jeder beliebigen Stelle ausführen, also zwischen den Unterschlundganglien und dem ersten Thorakalganglion oder zwischen dem ersten und zweiten Thorakalganglion oder endlich zwischen dem zweiten und dritten Thorakalganglion. Wäre das Unterschlundganglion wirklich ein Lokomotionszentrum im oben gegebenen Sinne, so müßte eine solche Operation notwendigerweise eine erhebliche Störung der Bewegung zur Folge haben, denn sie zerschneidet die Hälfte der postulierten langen Bahnen, die von den Beinen zum Unterschlundganglion ziehen müßten. Unmöglich ist anzunehmen, daß die vollständigen Reflexbahnen in jeder der beiden Längskommissuren vorgebildet sein sollen. Von einer solchen Störung ist nun durchaus nichts zu sehen. An welcher Stelle man auch den Schnitt führt, die Bewegung des Tieres bleibt völlig normal. Die Operation zwischen dem Unterschlundganglion und dem ersten Thorakalganglion zeitigt wohl mitunter eine gewisse Schwächung der operierten Seite, aber der Rhythmus der Beine bleibt durchaus erhalten. Wir müssen folglich den Schluß ziehen, daß die Regulation der Schrittfolge durch gegenseitige Beeinflussung der sechs Thorakalganglien erzielt wird, und daß dieselben durch eine Art von Nervennetz miteinander verbunden sind.

Das Unterschlundganglion gibt den zur Ortsbewegung notwendigen Anstoß; fehlt derselbe, so gelingt es durch keinerlei Reizung des Tieres eine Ortsbewegung herbeizuführen. Wir können diesen Erfahrungssatz zu dem allgemeineren erweitern, daß bei der Lokomotion ein jedes Beinpaar den Nervenimpuls von vorn, d. h. von dem direkt vor ihm befindlichen Ganglienpaar bezieht. Denn durchschneide ich das Bauchmark, also beide Längskommissuren, zwischen dem ersten und zweiten Thorakalganglion, so versuchen zwar die Vorderbeine eine Lokomotionsbewegung einzuleiten, aber die beiden anderen, nervös isolierten Beinpaare verweigern die Gefolgschaft, stemmen sich sogar meist dagegen, so daß das Tier nicht vom Flecke kommt. Der mechanische Reiz, der durch den Zug gegeben ist, welchen die schreitenden Vorderbeine auf die Mittel- und Hinterbeine ausüben, hat also, wie es scheint, keinerlei Erfolg. Aber nur scheinbar, denn wir bekommen doch einen anderen Einblick, wenn wir das einseitig operierte Tier zu Rate ziehen. Es wird also einem normalen, sechsbeinigen Tiere die linke Kommissur zwischen dem ersten und zweiten Thorakalganglion durchschnitten: Das Tier läuft durchaus normal. Jetzt werden ihm das rechte Mittelbein und das linke Hinterbein amputiert. Es bewegt sich jetzt bekanntermaßen im Vierserschritt:  $V_1, H_r, V_r, M_l$ , aber merkwürdiger-

weise ist nunmehr ein Unterschied zu konstatieren, je nachdem, ob das Tier auf rauher oder auf glatter Unterlage sich bewegt. Auf glatter Unterlage wird dasjenige Bein, welches hinter dem Schnitte liegt, sehr häufig passiv nachgeschleppt, auf rauher bewegt es sich mit, wenn auch mit geringerem Ausschlag als die anderen Beine. Hieraus folgt mit Sicherheit, daß der mechanische Zug, welcher durch die Vorwärtsbewegung des Tieres auf  $M_1$  ausgeübt wird, auf eben dieses Bein als Reiz wirkt. Auf rauhem Grunde krallt sich der Tarsus von  $M_1$  fest, hierdurch ist die Möglichkeit eines bedeutenden Zuges gegeben, auf glattem Grunde bietet sich für einen solchen Zug keine Angriffsstelle und damit fällt auch der Reiz fort.

Der die Ortsbewegung irgendeines Beines bedingende Reiz ist also eine sehr zusammengesetzte Größe. Mindestens drei Faktoren lassen sich daran unterscheiden:

Betrachten wir als Beispiel das linke Mittelbein, so erhält dasselbe 1. einen Nervenimpuls von  $V_1$ , 2. einen solchen von  $V_r$ , 3. einen Impuls, der durch die mechanische Reizung der sensiblen Endigungen von  $M_1$  selbst bedingt ist.

Das Vorhandensein von 1 und 2 ergibt sich mit Sicherheit daraus, daß die Bewegung von  $M_1$  weder durch die Zerschneidung der Kommissur  $V_1 M_1$ , noch durch diejenige von der Kommissur  $V_r M_r$  behindert wird, während die gleichzeitige Durchschneidung beider Kommissuren ein völliges Aufhören der Bewegung von  $M_1$  zur Folge hat. In diesem letzten Falle ist natürlich noch Reiz Nr. 3 vorhanden, aber er ist allein offenbar zu schwach, um eine Bewegung des Beines auszulösen.

Vom vergleichend physiologischen Standpunkte aus ist es interessant, die gewonnenen Resultate mit dem zu vergleichen, was Friedländer am Regenwurm fand. Bei *Lumbricus* wird die Ortsbewegung durch zwei Reize hervorgerufen. Es gibt 1. einen nervösen Impuls, der durch das Bauchmark von einem jeden Segment zum nachfolgenden fließt und 2. einen mechanischen Reiz in Gestalt des Zuges, den ein jedes sich verkürzende Segment auf das anschließende notwendigerweise ausübt. Also finden wir im Prinzip hier und bei *Dyxippus* genau den gleichen Mechanismus. Der Unterschied liegt nur darin, daß bei *Lumbricus* der mechanische Reiz nach Durchschneiden des Bauchmarks für sich allein stark genug ist, um eine geordnete Bewegung des hinter der Schnittstelle gelegenen Körpers zu erzwingen, während er bei *Dyxippus* nur in Erscheinung tritt, wenn er durch gewisse nervöse Reize unterstützt wird.

Die im Vorstehenden gewonnene Einsicht, daß der bei der Ortsbewegung irgendeines Beines wirksame Reiz in Wirklichkeit eine Summe von Reizen darstellt, deren einzelne Summanden allein zu schwach sind, um einen Effekt zu erzielen, klärt uns nun auch in prinzipieller Weise über das Wesen der Regulation der Schrittfolge auf, von welcher wir ausgingen. Wir können sagen: Jedes Bein wirkt durch seine eigene Bewegung erregend auf die Nachbarbeine ein.

Oder, was dasselbe ist, die Amputation jedes Beines wirkt hemmend, setzt die Erregbarkeit der Nachbarbeine herab. Wollen wir eine speziellere Theorie haben, welche die einzelnen Fälle erklärt, so müssen wir zu dieser von den Tatsachen abgelesenen Annahme noch einige weitere hinzufügen:

1. Die Thorakalganglien sind durch eine Art Nervennetz miteinander verbunden.

2. Die Erregung fließt immer zwangsmäßig von  $V_1$  nach der anderen (rechten) Seite und zwar zu demjenigen Ganglion, welches die höchste Erregbarkeit besitzt.

3. Die Erregbarkeit der drei Thorakalganglien einer Seite ist normalerweise verschieden und zwar am größten beim Ganglion des Mittelbeins, am kleinsten bei dem des Vorderbeins.

Mit Hilfe dieser drei Annahmen, die höchst einfacher Art sind, läßt sich einigermaßen verstehen, warum die Erregung das eine Mal von  $V_1$  nach  $M_r$ , das andere Mal aber nach  $H_r$  fließt. Versuchen wir es zunächst mit Fall A: Das Bein  $M_r$  unterliegt dem hemmenden Einfluß zweier amputierter Beine ( $V_r$  und  $M_l$ );  $H_r$  dagegen wird nur von  $M_l$  aus beeinflusst.  $M_r$  ist also bedeutend stärker gehemmt als  $H_r$ , folglich fließt die von  $V_1$  ausgehende Erregung diesem Beine zu. Ganz ähnlich ist Fall D zu bewerten, bei dem wir wiederum sehen, daß  $M_r$  zwei amputierten Beinen benachbart ist,  $H_r$  nur einem solchen. Im Falle C sind  $V_r$  und  $H_r$  durch das amputierte  $M_r$  gleich beeinflusst, aber die Erregbarkeit von  $H_r$  ist an sich bedeutend größer als die von  $V_r$  und dieser Unterschied bleibt auch nach der Amputation bestehen. Am heikelsten liegt Fall B. Hier ist  $H_r$  doppelt gehemmt,  $V_r$  nur einfach; trotzdem fließt die Erregung nach  $H_r$ . Ich möchte auch hierfür den großen primären Unterschied zwischen  $V_r$  und  $H_r$  verantwortlich machen.

Im ganzen scheint mir auf dieser Basis immerhin eine ziemlich einfache Erklärungsmöglichkeit der verschiedenen Arten der Schrittfolge gegeben zu sein. Aber ich betone durchaus, daß es sich hierbei nur um eine von vielen Möglichkeiten handelt. Sicheres wissen wir noch nicht. Vielleicht wird es einem späteren Beobachter gelingen, durch Kombinierung einseitiger Kommissurendurchschneidung mit der Amputation verschiedener Beine Genaueres über die nervösen Beziehungen zwischen den einzelnen Thorakalganglien zu erfahren.

Mit diesem Aufsätze ist ein neues, wenn auch sehr kleines Teilgebiet der Bewegungsphysiologie angeschnitten. Irgendwelche Literatur über unseren Gegenstand ist daher noch nicht vorhanden. Bezüglich dessen, was sonst über die Bewegungsphysiologie der Arthropoden bekannt ist, sei auf die p. 41 zitierte Abhandlung in Wintersteins Handbuch verwiesen.

Berlin im Juli 1920.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Buddenbrock Wolfgang Freiherr von Hettersdorf

Artikel/Article: [Der Rhythmus der Schreitbewegungen der Stabheuschrecke Dyxippus. 41-48](#)