

wenn sie schon nicht ganz vermeidbar sind, liegt unseres Erachtens nach ein unabweisbares Erfordernis zu einer ergiebigeren Ausnützung der vorhandenen Beobachtungstatsachen und damit zur Beschaffung festerer Grundlagen der Analyse des tierischen Bewegungsverhaltens. Erst nach einer solchen Abwägung der uns zustehenden Erhebungsmöglichkeiten wird ein befriedigender Entschluß für unsere Stellungnahme erblickt werden können. Sie wird entscheiden zwischen der Eitelkeit der Aufstellung einer komparativen Gebarensbetrachtung durch das ganze Tierreich hindurch, mittelst einer für biologische Zwecke zugerichteten Sonder- oder Nebenpsychologie einerseits und andererseits zwischen der Erwartung eines nur sehr bescheidenen Ausbaues der Psychologie, in deren Gebiet auf dem Umwege gefügiger Wortkonstruktionen einzudringen wir lieber ablehnen, wenn wir dorthin nicht auf dem geraden Wege der psychologischen Methodik gelangen können.



Ueber die Bildung einer Assoziation beim Regenwurm auf Grund von Dressurversuchen.

Von L. Heck, Berlin.

Zusammenfassung der Vorarbeiten und Fragestellung.

I. 1. Versuchsanordnung und Art der Aufzeichnung der Versuchsreihen. 2. Die zu den Experimenten verwandten Arten.

II. 1. Vorversuche. 2. Experimenteller Beweis, daß eine deutliche einfache Assoziation von den Regenwürmern gebildet wird. 3. Experimenteller Beweis, daß das Oberschlundganglion weder zur Ausübung der assoziativ angenommenen Gewohnheit noch überhaupt zur Bildung der Assoziation notwendig ist.

Zusammenstellung der erhaltenen Ergebnisse.

Einleitung.

In dem amerikanischen „Journal of animal behaviour“, Bd. 2, 1912 veröffentlichte R. M. Yerkes eine Arbeit über Dressurversuche mit einem Regenwurm: „The intelligence of the earthworms“. Der Inhalt ist kurz folgender:

In einem einfachen Labyrinth, einem „T“ aus Glas mit zwei Ausgängen, von denen einer mit Elektroden versehen war, durch welche der Wurm beim Einbiegen nach dieser Seite einen elektrischen Schlag bekam, hat er einen Regenwurm der Art *Allolobophora fötida* innerhalb eines Jahres täglich fünf Versuchen unterworfen und

dabei gefunden, daß der Wurm nach einer bestimmten Zahl von Versuchen die Seite mit den Elektroden zu meiden beginnt. Wenn er doch, in seltenen Fällen, falsch einbog, so schien dann schon allein das Berühren eines vor den Elektroden liegenden Sandpapiers zu genügen, um den Wurm zum Umkehren und Einbiegen nach der anderen Seite zu bewegen. Demnach wäre der Regenwurm imstande, die in einem einfachen Labyrinth gemachte Erfahrung zu verwerten.

Beweisend dafür, daß während einer Versuchsreihe die Ausnützung einer Erfahrung vorliegt, scheint ihm zu sein:

1. daß der Wurm bereitwilliger den Apparat betritt und weniger oft den Versuch macht, durch den Stamm des „T“ umzukehren;

2. daß er die Neigung zeigt, das Berühren der Elektroden zu vermeiden, d. h., daß er das „T“ in der Mehrzahl der Fälle nach der freien Seite hin verläßt;

3. daß der Wurm sich gewöhnt, schon auf den repräsentativen Reiz durch das Sandpapier zu reagieren.

Diese Gewohnheitshandlungen hängen nach Yerkes nicht von den Teilen des Nervensystems ab, die in den fünf vordersten Segmenten getragen werden, da der Wurm in den ersten Stunden nach ihrer Entfernung sich wie vorher benimmt.

Weil alle Aufzeichnungen der Untersuchung von Yerkes auf dem Verhalten eines einzigen Wurmes beruhen und die assoziative Beeinflussung durch das angegebene Zahlenmaterial zwar wahrscheinlich gemacht, aber nicht völlig einwandfrei bewiesen ist, kann diese Arbeit allgemein für theoretische Erörterungen nicht in vollem Maße ausgenützt werden.

Die Anregung, diese Untersuchungen neu zu machen und zu vervollständigen, verdanke ich Herrn Prof. Dr. A. Kühn (Göttingen).

Für die Experimente stand mir der wissenschaftliche Arbeitsraum vom Aquarium des Berliner zoologischen Gartens zur Verfügung.

Die Probleme, die einer Klärung bedürfen, sind kurz gefaßt diese:

1. Ist der Regenwurm fähig, auf Grund bestimmter Erfahrungen eine Assoziation zu bilden, und nachdem sich dies als zutreffend erwiesen hat,

2. ist das Oberschlundganglion zur

a) Ausübung der assoziativ angenommenen Gewohnheit,

b) Bildung der Assoziation notwendig?

Zur Klärung dieser Fragen wurden von mir zahlreiche Würmer von verschiedenen Arten ähnlichen Experimenten unterworfen.

Die Versuchs-Anordnung.

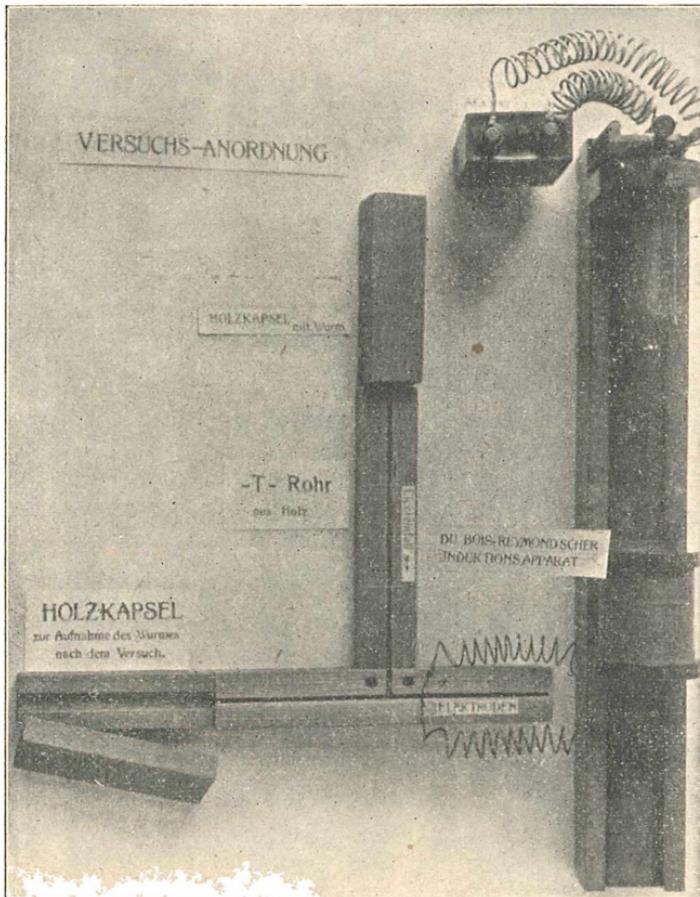
Die Versuche wurden in einem einfachen „T“-förmigen Labyrinth nach ähnlicher Anordnung gemacht, wie sie Yerkes in seiner Arbeit beschreibt.

Das Aufbewahren der einzelnen Würmer während der Ruhezeit und nachts geschah anfänglich in einem Blumentopf, es stellte sich aber heraus, daß der Wurm durch das Herausnehmen und notwendige Reinigen vor den Experimenten in Erregung geriet, durch welche die Regelmäßigkeit seines Kriechens beeinflusst werden konnte. Daher ließ ich die Würmer dauernd in aufklappbaren Holzkapseln von 15 cm Länge mit einem inneren Hohlraum von 2 cm Durchmesser. Diese Kapseln wurden an das „T“ herangesetzt, und nach dem Öffnen kroch der Wurm, ohne unruhig zu werden, durch das Licht gereizt, oder nachdem er kurz und leicht berührt worden war, in das „T“ ein.

Die Würmer hielten sich in den Kapseln gut. Für ihr normales Befinden zeugt die Ablage ihrer Eipakete. Nachts fraßen sie Humuserde, faulende Eichblätter und mit besonderer Vorliebe frisch zerriebenen Salat. Wenn vor den Experimenten die Kapseln geöffnet wurden, war nach der aufgenommenen Nahrungsmenge das Befinden der Versuchstiere zu beurteilen. Nahrungsverweigerung zeigte Krankheit an, wodurch genaue Versuche unmöglich gemacht wurden. Jede schlechte Fütterung, niedere Temperatur und ungleichmäßige Behandlung hatten sofort spürbaren Einfluß auf die Regelmäßigkeit der Versuche. Anfangs ließ ich die Würmer in einen „T“-förmigen Behälter aus Glas kriechen. Durch das Fußstück des „T“ traten sie ein, stießen nach 12 cm senkrecht auf das Querstück und hatten die Wahl, nach beiden Seiten rechtwinkelig das „T“ zu verlassen. Auf einer Seite des Querstückes wurden die Elektroden eines Dubois-Reymond'schen Schlitten-Induktionsapparates angebracht. Diese mußte der Wurm, nach dem Einbiegen auf der betreffenden Seite, berühren und er erhielt dann einen elektrischen Schlag. Die Würmer krochen auf Fließpapier, welches zum Beseitigen der Spur jedesmal erneuert wurde.

Bei diesen Kriechversuchen im Yerkes'schen „T“ aus Glas zeigte es sich, daß die Würmer „randliefen“, d. h., waren sie an eine seitliche Glaswand gestoßen, so krochen sie im Berührungsreiz mit dieser weiter und bogen am Scheidewege meist nach der Seite der Wand, welcher sie

anlagen, ein. Um diese einseitige Beeinflussung zu vermeiden, nahm ich so enge „T“-Stücke, daß der Wurm dauernd beide Wände berührte und so der Kontaktreiz beiderseitig gleichmäßig war. Oder ich verwendete einen „T“-förmigen Behälter mit zwei verschiebbaren gläsernen Seitenwänden, die, je nach der Dicke des Wurmes, von



Die Versuchs-Anordnung.

beiden Seiten so gestellt wurden, daß sie ihn gerade berührten und so ebenfalls eine Erregungssymmetrie herstellten. Aber die besonders hohe Adhäsion am Glas schien den Wurm beim Kriechen zu behindern. Nachdem eine Anzahl von Experimenten dieses gezeigt hatte, wählte ich enge Holzröhren, in denen die gleichmäßigsten Resultate erzielt wurden. Der Hohlraum hatte einen Durchmesser von $\frac{1}{2}$ cm. Derartige Holzröhren entsprachen mehr den von den Würmern in der Freiheit gebauten Gängen, und die Würmer krochen schnell und

gleichmäßig darin. Diese Röhren waren oben offen und wurden mit Glasplatten zugedeckt, um zu verhindern, daß der Wurm über den Rand ausbricht, und um ihn während des Kriechens beobachten zu können. Nach jedem Versuch wurde die Röhre unter der Wasserleitung mit einer Bürste gründlich gereinigt und jegliche Spur entfernt.

Als Elektroden benützte ich zwei Stecknadeln, die ich im Holz feststeckte. Um Fortleitung des Stromes in der feuchten Röhre zu vermeiden, wodurch der Wurm vor dem Einbiegen in die falsche Seite gewarnt worden wäre, wurden die zwei Nadelelektroden erst in dem Augenblick in den Stromkreis der Sekundärspule des Dubois-Reymond'schen Schlittenapparates eingeschaltet, indem der Wurm sie betastete. Die Stärke des Schlages mußte genau ausprobiert werden, da bei zu starken Schlägen Schädigungen des Wurmes eintraten.

Es hielten sich die Würmer bei täglich 5 bis 6 Experimenten am besten. Mehr Experimente hintereinander ermüdeten zu sehr, namentlich wenn der Wurm öfter einen elektrischen Schlag erhalten hatte. Die Wendungen blieben dann dabei dem Zufall überlassen. Waren im Laufe einer Versuchsreihe eine größere Zahl Experimente an einem Tage nötig, so mußten nach 5 bis 6 Experimenten dem Wurm mehrere Stunden Ruhepause gegeben werden, damit er sich erholen konnte.

Die Aufzeichnung der Versuche geschah in einfacher Weise. Die einzelnen Experimente wurden täglich in Tabellen notiert, die beiden Zahlen gegenübergestellt, wie oft davon der Wurm nach rechts oder links einbog. Die Wendung nach einer von den beiden Seiten kam dem Berühren der Elektroden gleich. Das richtete sich je nach der Versuchsreihe, ob Dressur nach rechts oder links geplant war. Die demnach „richtige“ oder „falsche“ Seite wird durch verschiedenen Druck vom Druck in der Tabelle kenntlich gemacht.

Um die Versuchsreihe übersichtlich zu machen, wurde die Anzahl der Rechts- und Linkswendungen von je 20 einzelnen Versuchen zusammengefaßt und diese zusammenfassenden Tabellen sind dem folgenden Text beigegeben.

1. Vorversuche.

Bevor die eigentlichen Versuchsreihen zur Dressur des Wurmes nach einer bestimmten Seite beginnen, mußte festgestellt werden:

1. ob der Wurm von vornherein nach einer bestimmten Seite zu kriechen veranlagt ist,
2. ob sich der Wurm im Laufe der Zeit aus unbestimm-

baren äußeren oder inneren Gründen daran gewöhnt, immer nach derselben Seite des „T“s einzubiegen.

Es wurden mit 10 Würmern je 50 Experimente gemacht, die zeigten, daß insgesamt 259 Linkswendungen und 241 Rechtswendungen dabei vorkamen.

Im einzelnen ging der Wurm	links	rechts
A	31	19
B	21	29
C	28	22
D	27	23
E	30	20
F	28	22
G	20	30
H	33	17
I	22	28
K	19	31mal
Summe	259	241

Nach der Zahl der Wendungen geordnet, ergibt sich an Linkswendungen: 19, 20, 21, 22, 27, 28, 28, 30, 31, 33, und als arithmetischer Mittelwert 25.9; demnach für Rechtswendungen 24.1, also ungefähr gleichen Wert für beide Seiten. Auch bei den Versuchsreihen zur Dressur zeigte sich, daß anfänglich bei den ersten 40 Versuchen die Würmer ungefähr ebenso oft nach der verkehrten Seite einbogen und Schläge erhielten, wie sie sie vermieden. Daraus ergab sich, daß von vornherein kein Wurm eine bestimmte Seite bevorzugte oder mied.

Gegen den Einwand, daß die Würmer nach Hunderten von Experimenten eine bestimmte Seite aus Gewohnheit grundlos bevorzugen würden, steht die Tatsache, daß ein dressierter Wurm

1. nach einer Pause von einigen Tagen die Dressur verlor,

2. nach mehrmaligem „falschen“ Kriechen, ohne durch die Elektroden gereizt zu werden, beide freie Endstücke des „T“ zum Verlassen der Röhre gleich oft benützte.

Aus diesem Verhalten konnte der Schluß gezogen werden: Falls der Wurm nach einer bestimmten Zahl von Versuchen im „T“ die Seite mit den Elektroden meiden würde, muß er das Betreten derselben mit dem elektrischen Schlag in Zusammenhang bringen; andere Gründe dafür waren nicht vorhanden.

Nach dieser Feststellung wurden die Versuche in der geschilderten Weise angesetzt. Zunächst mußte der Wurm an hemmungsloses Kriechen im „T“-Rohr gewöhnt werden. Bei den ersten Versuchen benahm sich jeder Wurm scheu und aufgeregt: er krümmte sich nach allen Seiten tastend

umher und durchlief das „T“ langsam mit langen Pausen; an vielen Stellen suchte er aus der Hohlrinne über den Rand herauszukommen; meist am Kreuzpunkt. Bei jeder Berührung und selbst vor dem Handschatten schreckte er schnell zurück. Um ihn an den Weg im „T“ zu gewöhnen, ließ ich ihm zuerst freien Weg nach beiden Seiten des Querstückes, wenn er überhaupt einbog, denn er tastete, sobald er auf die Querwand gestoßen war, lange hin und her und kroch ungern rechtwinkelig in das Querstück ein. Hatte er den Weg im „T“ erst mehrmals gemacht und das „T“ durch das Querstück verlassen, ging er schnell ohne langes Zögern rechtwinkelig weiter. Dann konnte durch die Elektrode der eine Ausgang versperrt werden.

Der treibende Reiz war der Einfall des Lichtes, doch wenn der Wurm während eines Versuches zu große Pausen machte, mußte ich ihn durch einen leichten Berührungsreiz zum Weiterkriechen veranlassen. Nur durfte dies nicht dicht vor dem Kreuzpunkt geschehen, um nicht den betreffenden Versuch durch eine neue Erregung zu stören, unter Umständen sogar unbekannte Assoziationen an dieser kritischen Stelle wider Willen zu knüpfen.

Allmählich betrat der Wurm das „T“ leichter, er gewöhnte sich an den Handschatten, auch brach er seltener aus und kroch ohne langes Anhalten. Dann konnte mit den eigentlichen Dressurversuchen begonnen werden.

2. Experimenteller Beweis, daß eine einfache Assoziation von den Regenwürmern gebildet wurde.

Der Verlauf einer einzelnen Versuchsreihe war ungefähr stets derselbe. Anfangs, nachdem der Wurm mehrmals nach dem Einbiegen nach der betreffenden Seite durch die Elektroden einen elektrischen Schlag erhalten hatte, trat offenbar oft folgende Assoziation ein: Einbiegen in das Querstück, el. Schlag. Denn der Wurm zuckte jeweils nach erhaltenem Schläge in das Fußstück zurück. Erst später nach einer gewissen Zahl von Experimenten wendete sich der Wurm nach erhaltenem Schläge direkt nach der anderen Seite, hatte sich also eingepreßt, daß nur auf der einen Seite der elektrische Reiz eintritt, dagegen die andere zum Kriechen frei ist.

Das nächste Stadium nach weiteren Experimenten war dann dieses: Der Wurm bog unter Umständen falsch ein, zögerte, tastete unsicher bis in die Nähe der Elektroden, kehrte aber um, ohne sie berührt zu haben und kroch dann richtig auf der freien Seite schnell aus dem „T“ heraus. ·

Im letzten Stadium, wenn die Dressur vollständig erfolgt war, ging der Wurm sofort am Kreuzpunkt richtig. In den zahlenmäßigen Aufzeichnungen der Versuchsreihen zeigte sich der oben beschriebene allgemeine Verlauf typisch.

Tabelle I bis IV zeigen die Zusammenfassung zu je 20 Experimenten von vier Versuchsreihen, bei welchen drei Würmer nach rechts und ein Wurm nach links dressiert wurde.

Bei den ersten Versuchen ist die Zahl der Wendungen nach der Seite mit den Elektroden ungefähr ebenso groß wie diejenige, welche angibt, wie oft der Wurm sofort die freie Seite als Ausgang benützte. Ungefähr vom 80., beziehungsweise 100. Versuch ab wurde die Seite mit den Elektroden weniger oft betreten und zum Schluß als unbedingt sicheres Ergebnis sämtlicher Versuchsreihen sind stets von je 20 Versuchen höchstens noch einer bis drei „falsch“

In diesen Zahlen drücken sich nicht die allgemeinen Beobachtungen über sein Verhalten aus. Es ist nicht ersichtlich, daß der Wurm während der ersten Experimente sich allmählich daran gewöhnte, in dem „T“ ruhiger zu kriechen, daß er weniger oft über den Rand ausbrach, daß er nicht mehr auf den Handschatten des Experimentators reagierte, daß er immer seltener im „T“ versuchte umzukehren. Während den einfachen Zahlen nach sich der Wurm noch gleich oft nach beiden Seiten zu wenden schien, merkte man ihm bei genauer Beobachtung schon an, daß gewisse Hemmungen bei ihm vorhanden waren, wenn er sich am Kreuzpunkt nach der „falschen“ Seite wendete.

Auch stand fest, daß die „richtigen“ Wendungen des Wurmes entsprechend der Höhe der Versuchszahl einen immer sichereren Eindruck machten. Alles dies zeigen die nackten Zahlen in den kurzen Tabellen nicht an, aber dennoch beweisen gerade sie völlig einwandfrei, daß der Wurm allmählich während der Versuche die Gewohnheit annahm, das „T“ auf der freien Seite zu verlassen, denn gleichmäßig steigt die Zahl der richtigen Wendungen, während in demselben Maße die Zahl der „falschen“ abnimmt. Diese gleichmäßigen Versuchsreihen erleiden sofort eine Unterbrechung, wenn der Wurm durch irgend welche geänderte Außenumstände beeinflusst ist.

Augenblickliche Reize übertönen leicht eine gebildete Assoziation. Es ist möglich, daß kaum merkliche Änderungen die Versuche beeinflussen, so daß aus diesem Grunde der Wurm eines Tages nicht mit der gewöhnlichen Regelmäßigkeit seinen richtigen Weg im „T“-Rohr nimmt.

Tabelle V zeigt, wie bei einem Wurm die bis Versuch

240 fest angenommene Gewohnheit unter veränderten Außen Umständen — der Wurm wurde zu Demonstrationszwecken auf eine Reise mitgenommen — nicht mehr zur Geltung kam, da er von Versuch 240 bis 261 das „T“ beiderseitig ungefähr gleichoft verließ. Später, bei Fortsetzung der Experimente, besonders aber von Versuch 296 ab, wo die äußeren Bedingungen die alten waren, zeigte er wieder deutlich die vorhandene Gewohnheit.

Wie durch innere Einflüsse die Gewohnheit zum Schwinden gebracht werden kann, zeigt die Art der Versuchsanordnung in Tabelle VI. Bis zum Versuch 245 hatten 2 Würmer einwandfrei deutliche Assoziation gezeigt. Sie mußten dann eine starke Austrocknung erleiden und waren nachher nicht mehr imstande, die angenommene Gewohnheit auszuüben. Ebenso reagierte jeder Wurm, wie in mehreren Tabellen ersichtlich ist, auf Krankheit mit Schwinden der Gewohnheit.

Eine Grenze der Lernfähigkeit scheint niedrige Temperatur zu sein, denn mir gelang keine Dressur, sobald die Würmer unter 10 Grad gehalten wurden. Die Würmer krochen zwar, wenn auch langsam. Es kam aber nicht zur Bildung einer Gewohnheit.

Ueberblicken wir alle Veränderungen, die sich in der Reaktionsweise des Wurmes abspielen während des Verlaufes einer oben geschilderten normalen Versuchsreihe:

1. Es trat Gewöhnung ein an die Reize, die jedesmal in gleicher Weise auf den Wurm in der Umgebung wirken. Am besten zeigt sich diese in seiner Reaktion auf den Handschatten. Dieser Reiz, der erst lebhaft Schreckbewegungen auslöste, wirkte nicht weiter, weil er für den Wurm keine weiteren Folgen hatte. Nicht zu verwechseln ist diese Gewöhnung mit Ermüdung der reizbaren oder die Reaktion ausübenden Organe. Ermüdung und dadurch Reaktionslosigkeit trat schon am ersten Tage ein, wenn man oft genug auf den Wurm den Schatten fallen läßt. Doch wenn der Wurm wenige Minuten ausgeruht ist, zuckt er wieder zusammen. Erst nach mehreren Tagen tritt echte Gewöhnung ein, d. h. der Reiz wird mit frischer, unermüdeter Nervensubstanz zwar rezipiert, aber er wird vom Zentralnervensystem nicht mehr mit Fluchtbewegungen beantwortet.

2. Ergab sich nach einer weiteren Anzahl von Experimenten eine lockere Assoziation, denn der Wurm bog wohl auch noch falsch ein, tastete dann aber zögernd umher, weil irgendwie eine Spur des in dieser Lage erhaltenen Reizes in seinem Zentralnervensystem vorhanden zu sein schien.

3. Es entstand eine feste Assoziation, deren

Folge war, daß der Wurm es vermied, die Lage beim Einbiegen nach der falschen Seite einzunehmen, in der er oft den elektrischen Schlag erhalten hatte. Infolgedessen gewöhnte er sich, meist die freie Seite als Ausgang aus dem „T“-Rohr zu benutzen.

Wenn diese Gewohnheit, das „T“-Rohr durch einen bestimmten Ausgang zu verlassen, auf Assoziation des elektrischen Schlages mit der Wendung nach der einen Seite beruhte, mußte es möglich sein, durch Anbringen der Elektroden auf die entgegengesetzte Seite, den Wurm umzudressieren, also ihn zu veranlassen, das „T“-Rohr durch die bis dahin gemiedene Seite zu verlassen. Es wurden zwei Würmer, die, wie Tabelle VII zeigt, nach 160 Versuchen eine deutliche Assoziation gebildet hatten, nach der entgegengesetzten Seite dressiert. Die Elektroden versperrten den gewohnten Ausgang. Anfangs schlugen die Würmer diesen Weg immer wieder ein und erhielten sehr oft den elektrischen Schlag. Doch nach 30 bis 40 Versuchen ungefähr wendeten sie sich gleich oft nach beiden Seiten, um dann später die jetzt für sie gefährlich gewordene Seite immer mehr zu meiden und nach weiteren 25 Versuchen fast nur durch die nun freie Seite zu kriechen. Beide Würmer haben in genau derselben Weise die neue Assoziation im entgegengesetzten Sinne wie vorher gebildet. Dieselbe experimentelle Anordnung zur Umdressur gibt Tabelle VIII wieder. Nach 260 Versuchen hat der Wurm die Assoziation: Linkswendung — elektrischer Schlag festgebildet und wendet sich von 19 Versuchen nur einmal „falsch“ Nach Umsetzung der Elektroden suchte der Wurm von den ersten 10 Versuchen neunmal den gewohnten Weg einzuschlagen und berührte dabei jedesmal die Elektroden. Er ging sogar eher durch das Fußstück des „T“ zurück, als daß er die bis dahin ihm gefährliche Seite des „T“ betrat. Nach einer Reihe von Experimenten jedoch kroch er ebenso oft in sie hinein, wie er sich nach der anderen Seite wendete und noch später bevorzugte er sie so völlig, wie er sie vor der Umdressur gemieden hatte.

Die Veranlassung zu diesem übereinstimmenden Verhalten der Würmer kann allein in dem Umverlegen der Elektroden gefunden werden. Diese Umdressuren zeigen deutlich die Fähigkeit der Würmer, verhältnismäßig schnell die Elektroden zu meiden, auch wenn sie in dem bis dahin ausschließlich benützten Weg angebracht wurden. Daher bringen diese Versuche mit dem Erfolg, daß Umdressur gelingt, den sicheren Beweis für die Assoziation der Wendung nach einer bestimmten Seite mit dem dort stattfindenden elektrischen Schlag.

Als Folge dieser Assoziation tritt die beschriebene Gewohnheit auf, das „T“ auf der entgegengesetzten Seite zu verlassen. Als Endresultat liegt dann also assoziativ angenommene Gewohnheit vor.

3. Experimenteller Beweis,
daß das Oberschlundganglion weder zur Ausübung einer assoziativ angenommenen Gewohnheit noch zur Bildung einer Assoziation notwendig ist.

Nachdem sich gezeigt hat, daß in dem Nervensystem des Wurmes sich eine positive Assoziation zwischen dem Einbiegen nach der einen Seite und dem elektrischen Schlag gebildet hat, fragt es sich, ob es möglich wäre, zu finden, in welchem Teil des Zentralnervensystems die dieser Assoziationsbildung zugrunde liegenden Vorgänge vor sich gehen. Von vornherein aus Analogieschlüssen nach anderen und besonders höheren Tieren könnte man geneigt sein, eine besondere Wichtigkeit des Oberschlundganglions anzunehmen. Aber schon R. Y e r k e s vermutet eine wider Erwarten geringe Bedeutung, da sein einziger dressierter Wurm nach Verlust der vorderen fünf Segmente sich ungefähr wie vorher benahm. Doch stellte Yerkes keine sehr weitgehenden Versuche an, um dieses interessante Verhalten völlig klarzustellen.

Um herauszufinden, ob und wie weit das Oberschlundganglion für die Bildung einer Assoziation maßgebend ist, wurden von mir:

1. bei dressierten Würmern, d. h. solchen mit fester Assoziation, das Oberschlundganglion entfernt,

2. Würmer ohne Oberschlundganglion dressiert.

In Tabelle IX haben zwei Würmer vom 200. bis 225. Versuch der eine 22-, der andere 24mal den richtigen Weg eingeschlagen. Es ist eine feste Assoziation vorhanden. Wie verhielten sie sich nun, wenn das Oberschlundganglion entfernt wurde? In Chloroformnarkose von 15 Minuten Dauer wurde das Oberschlundganglion herauspräpariert¹⁾. 24 Stunden später wurde wie bisher mit fünf

¹⁾ Zur Resektion des Oberschlundganglion wurde vom Rücken her unter der Lupe die Haut des zweiten und dritten Segmentes mit einer Pinzettschere aufgeschnitten. Dann war nach Auseinanderziehen der Schnittränder und Festhalten derselben mit feinsten Nadeln auf der Unterlage das Oberschlundganglion deutlich zu sehen. Es wurde vorsichtig ohne Verletzung des Schlundes oder eines größeren Blutgefäßes herausgenommen.

Die Chloroformnarkose geschah in folgender Weise: Der Wurm wurde in ein Schälchen mit Wasser gelegt. Daneben stellte ich ein Uhrglas mit Chloroform und deckte über beides eine Glasglocke. Nach etwa 10 Minuten wurde der Wurm bewegungslos und die Operation konnte beginnen.

Versuchen am Tage fortgefahren. Wurm Nr. 1 wurde weiter dressiert, er verhielt sich ohne Oberschlundganglion genau wie vor der Operation. Wurm Nr. 2 hatte freien Weg nach beiden Seiten, um eine eventuell mögliche Dressur nach der Operation zu vermeiden. Er bog ohne Oberschlundganglion am Kreuzpunkt ganz automatisch 60mal hintereinander nach der richtigen Seite ein. Ueberhaupt machten beide Würmer ohne Oberschlundganglion in ihrem Kriechen einen ganz automatischen Eindruck. Innen schien die Möglichkeit des Variierens ihrer Handlungen beträchtlich vermindert zu sein. Daß nicht schon durch Narkose oder Wundchock irgendwelche Aenderung in dem Wurm vor sich ging, wurde dadurch gesichert, daß Würmer, die nur chloroformiert waren, und welche, die chloroformiert waren und bei denen nur der Einschnitt in die Körperwand gemacht war, sich verhielten, als ob nichts geschehen wäre, wie Tabelle X zeigt.

Das Beibehalten einer vorhandenen Assoziation nach Resektion des Oberschlundganglions zeigt, daß die gebildete Assoziation also jedenfalls nicht allein im Oberschlundganglion ihren Sitz hat, sondern daß das Bauchmark wesentlich beteiligt sein muß. Um herauszufinden, ob das Oberschlundganglion zur Bildung der Gewohnheit notwendig ist, wurden zwei Würmer ohne Oberschlundganglion dressiert.

Unbedingt abhängig ist die Beweiskraft der dazu nötigen Versuche von der Zeit, innerhalb derer das Oberschlundganglion nach der Resektion regeneriert wird. Um die Schnelligkeit der Regeneration festzustellen, wurde im Abstand von drei Tagen nach der Operation eine Reihe von Würmern abgetötet und Serienschnitte mit dem Mikrotom angefertigt, wobei sich zeigte, daß ein funktionsfähiges Oberschlundganglion sicher nicht vor dem 14. Tage nach der Operation neu vorhanden sein kann. Die angesetzten Versuchsreihen müssen also vor diesem Zeitpunkt abgeschlossen sein.

Um eine Dressur, die erst nach dem 80. bis 100. Versuch einzutreten pflegt, in dieser kurzen Zeit fertig zu bringen, mußten täglich 12, bzw. 15 Versuche unternommen werden, zwischen welchen aber stets, meist nach dem 6., bzw. 8. Experiment, eine mehrstündige Ruhepause für den Wurm eingefügt wurde.

Nach der Operation wurde durch mikroskopische Untersuchung der herausgeschnittenen Teile des Nervensystems festgestellt, was im einzelnen entfernt worden war. Es fand sich stets das Oberschlundganglion und dazu nur ein abgeschnittenes oder abgerissenes Stück der Schlundkommissur. Diese Belegstücke wurden als Dauerpräparate konserviert.

Tabelle XI zeigt, daß die Würmer ohne Oberschlundganglion bis zum 10. und 12. Tage nach der Operation eine Assoziation bildeten. Gemäß den Versuchszahlen vollendeten sie 10, bzw. 8 Versuche hintereinander „richtig“, ohne sich nach der Seite der Elektroden zu wenden²⁾.

Wichtig schien es, daß in einer dritten Versuchsreihe — Tabelle XII — derselben Anordnung ein Wurm, dem die vordersten Segmente, welche den Nervenschlundring mit dem Ober- und Unterschlundganglion und die ersten Bauchganglien tragen, entfernt worden waren, ebenfalls bis zum achten Tage nach der Operation zur Bildung einer Gewohnheit kam. Zuletzt macht er neun Wendungen hintereinander nach der „freien Seite richtig“. Sämtliche angesetzten Versuchsreihen, bei denen der Wurm nicht frühzeitig abstarb, hatten den gleichen positiven Erfolg. Daraus ergibt sich einwandfrei, daß das Oberschlundganglion weder zur Ausübung einer vorhandenen Assoziation noch überhaupt zur Bildung einer assoziativ angenommenen Gewohnheit notwendig ist. Diese Tatsache weist der Ganglienreihe des Bauchmarkes wichtige Funktionen bei der Assoziationsbildung zu.

Die Gesamtergebnisse der Dressurversuche von Regenwürmern verschiedener Arten in einem einfachen „T“-förmigen Labyrinth.

Von vornherein ist kein Wurm veranlagt, in einem „T“-förmigen Labyrinth eine bestimmte Seite zu bevorzugen. Eine gezwungen angenommene Gewohnheit, nach derselben Seite einzubiegen, verliert sich, wenn die Dressur aufhört.

Der Regenwurm ist fähig, eine Assoziation zu bilden und infolgedessen eine deutliche Gewohnheit anzunehmen. Wenn er in einem „T“-Rohr nach der Wendung zum Heraus kriechen auf einer Seite einen elektrischen Schlag erhält, dann assoziiert er diese Wendung mit dem Erhalten des Schlages. Er gewöhnt sich infolgedessen, diese Seite zu meiden und das „T“ durch den anderen Ausgang zu verlassen.

Die Gewohnheit verliert sich wieder, wenn der Reiz bei „falschem“ Verhalten wiederholt ausbleibt, sie schwindet bei veränderten Außen Umständen und bei inneren Veränderungen (Krankheit, Austrocknen).

²⁾ Von beiden Würmern wurden die vordersten Segmente mit dem Mikrotom in Schnittserien geschnitten. Die mikroskopische Untersuchung ergab: Einschnittwunde mit nekrotischem Gewebe noch nicht geschlossen, Fehlen des Oberschlundganglion, Bauchmark vorhanden mit Stümpfen der Schlundkommissur. Beginnende Regeneration des fehlenden Nervensystems kaum festzustellen.

Die Gewohnheit, die eine Seite zu bevorzugen, kann durch Dressur gerade in das Gegenteil: sie zu meiden, umgewandelt werden, wenn die Elektroden in entgegengesetztem Sinne angebracht werden.

Das beweist, daß eine Assoziation mit dem elektrischen Schlag vorliegt und die Gewohnheit assoziativ angenommen wird.

Nach Resektion des Oberschlundganglions bleibt die assoziativ angenommene Gewohnheit erhalten. Die Bildung der assoziativen Gewohnheit geschieht auch ohne Oberschlundganglion, sogar ohne die vorderen Teile des Nervensystems, welche von den ersten sechs Segmenten getragen werden.

Tabelle Nr. I.

Einfache Dressur nach einer bestimmten Seite.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: C — 200 Versuche. Dauer vom 11. Juli bis 31. August 1920 bei täglich 5 Experimenten. Art des Wurmes: *Lumbricus castaneus* Sav., 12 cm lang. Dressur nach **rechts**, die Elektroden links.

Versuch Nr.	Wendung nach		Bemerkungen
	rechts	links	
1—5	—	—	Vorversuche zur Gewöhnung an das „T“
1—20	10	10	
21—40	11	9	
41—60	12	8	
61—80	10	10	
81—100	9	11	
101—120	14	6	
121—140	15	5	
141—160	18	2	
161—180	17	3	
181—200	18	2	

Tabelle Nr. II.

Einfache Dressur nach einer bestimmten Seite.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: W. 140 Versuche. Dauer vom 16. Oktober bis 18. November 1920 bei täglich 5 Experimenten. Art des Wurmes: *Lumbricus castaneus* Sav., 10 cm lang. Dressur nach **rechts**, die Elektroden links.

Versuch Nr.	Wendung nach		Bemerkungen
	rechts	links	
1—5	—	—	Vorversuche zur Gewöhnung an das „T“
1—20	12	8	
21—40	13	7	
41—60	12	8	
61—80	13	7	
81—100	14	6	
101—120	17	3	Meiden der Seite mit den Elektroden
121—140	18	2	

Tabelle Nr. III.

Einfache Dressur nach einer bestimmten Seite.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: G. 260 Versuche. Dauer vom 5. Juli bis 7. September 1920 bei täglich 5 Experimenten. Art des Wurmes: *Lumbricus castaneus* S a v., 14 cm lang. Dressur nach **rechts**, die Elektroden links.

Versuch Nr.	Wendung nach		Bemerkungen
	rechts	links	
1—20	10	10	Meiden der Seite mit den Elektroden
21—40	12	8	
41—60	13	7	
61—80	17	3	
81—100	13	7	
101—120	13	7	
121—140	16	4	
141—160	15	5	
161—180	13	7	
181—200	19	1	
201—220	19	1	
221—240	18	2	
241—260	18	2	

Tabelle Nr. IV.

Einfache Dressur nach einer bestimmten Seite.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: E. 200 Versuche. Dauer vom 5. Juli bis 26. August 1920 bei täglich 5 Experimenten. Art des Wurmes: *Eisenia foetida* S a v., 6.5 cm lang. Dressur nach **links**, die Elektroden rechts.

Versuch Nr.	Wendung links	Rechtswendung und Berührung d. Elektroden	Bemerkungen
1—20	11	9	
21—40	14	6	
41—60	14	6	
61—80	12	8	
81—100	11	9	
101—120	12	8	
121—140	14	6	
141—160	15	5	
161—180	18	2	} Meiden der Seite mit d. Elektroden
181—200	18	2	

Tabelle Nr. V.

Einfache Dressur nach einer bestimmten Seite.

Störung der Gleichmäßigkeit der Versuchsreihe durch veränderte Außenumstände.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: E. — 355 Versuche. Dauer vom 4. April bis 19. Juli 1920 bei täglich 5 Experimenten. Art des Wurmes: *Lumbricus castaneus* S a v., 9 cm lang. Dressur nach links, die Elektroden rechts.

Versuch Nr.	Wendung nach		Bemerkungen
	links	rechts	
1—16	—	—	Vorversuche zur Gewöhnung an das „T“
1—20	9	11	
21—40	9	11	
41—60	16	4	
61—80	12	8	
81—100	13	7	
101—120	14	6	
121—140	13	7	
141—160	13	7	
161—180	17	3	
181—200	17	3	
201—220	18	2	
221—240	19	1	
241—260	11	9	Klares Meiden der Seite mit den Elektroden
261—280	12	8	
281—295	10	5	
296—315	14	6	Diese Versuche wurden unter anderen Außenumständen vorgenommen. Der Wurm ist dadurch beeinflusst
316—335	19	1	
336—355	20	0	

Tabelle Nr. VI.

Einfache Dressur nach einer bestimmten Seite.

Schwinden der Gewohnheit durch Kränkeln nach starker Austrocknung.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: D. Dauer vom 5. Juli bis 4. Oktober 1920.

Wurm Nr. 1. Art: *All. caliginosa* Sav., 10·5 cm lg. Dressur nach links. Die Elektroden rechts.

Wurm Nr. 2. Art: *All. longa* Ude, 19 cm lg. Dressur nach rechts. Die Elektroden links.

Versuch Nr.	Wendung nach		Bemerkungen	Versuch Nr.	Wendung nach		Bemerkungen
	links	rechts			rechts	links	
1—20	8	12		1—20	9	11	
21—40	13	7		21—40	11	9	
41—60	16	4		41—60	13	7	
61—80	8	12		61—80	11	9	
81—100	14	6		81—100	11	9	
101—120	11	9		101—120	15	5	
121—140	14	6		121—140	15	5	
141—160	18	2		141—160	18	2	
161—180	19	1		161—180	15	5	
181—200	20	0	Gewohnheit angenommen	181—200	19	1	Gewohnheit angenommen
201—220	17	3		201—220	18	2	
221—240	19	1		221—240	19	1	
241—245	10	0		241—260	18	2	

Durch Austrocknen wurden beide Würmer geschädigt und kränkelten danach. Nr. 2 verkürzte sich durch Autotomie vom Schwanzende aus allmählich auf 3 cm.

246—265	10	10	Die Gewohnheit ist geschwunden	261—280	11	9	Die Gewohnheit ist geschwunden
266—285	8	12		281—300	9	11	
286—305	13	7		301—320	12	8	
306—325	9	11		321—340	17	3	
326—345	11	9		341—360	16	4	
346—351	9	7					

Tabelle Nr. VII.

Dressur nach der rechten Seite und dann Um-dressur nach der linken Seite.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: S. 2 Würmer, je 235 Experimente. Dauer vom 11. Oktober bis 26. November 1920 bei täglich 5 Experimenten.

Wurm Nr. 1. Art: Lumbr. castaneus Sav., 11 cm lg. Dressur nach **rechts**. Die Elektroden links.

Wurm Nr. 2. Art: Lumbr. castaneus Sav., 12·5 cm lg. Dressur **n. rechts**. Die Elektroden links.

Versuch Nr.	Wendung nach		Bemerkungen	Wendung nach		Bemerkungen
	rechts	links		rechts	links	
1—20	12	8		8	12	
21—40	9	11		9	11	
41—60	13	7		9	11	
61—80	19	1		11	9	
81—100	16	4		16	4	
101—120	20	0		13	7	Wurm kränkelt
121—130	—	—	Wurm kränkelt	8	2	
131—140	7	3		8	2	
141—150	9	1		8	2	
151—160	9	1	Gewohnheit angenommen	9	1	Gewohnheit angenommen

Von Versuch 161 ab Dressur nach der entgegengesetzten Seite: Die Elektroden sind **rechts**.

Versuch Nr.	Wendung nach		Bemerkungen	Wendung nach		Bemerkungen
	rechts	links		rechts	links	
161—175	4	1		6	0	
176—185	7	3		6	4	
186—195	7	3		8	2	
196—205	7	3		5	5	Gleichoft Wendungen nach beiden Seiten
206—215	5	5		6	4	
216—225	3	7	Gleichoft Wendungen nach beiden Seiten	3	7	
226—235	2	8		1	9	

Beide Würmer haben die neue Assoziation gebildet.

Tabelle Nr. VIII.

Dressur nach der **rechten** Seite und dann Umdressur in entgegengesetzter Richtung nach **links**.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: F 315 Versuche. Dauer vom 5. Juli bis 22. September 1920 bei täglich 5 Experimenten. Art des Wurmes: *Allolobophora chlorotica* Sav. Dressur nach **rechts**. Bei Linkswendung elektrischer Schlag.

Versuch Nr.	Wendung nach		Bemerkungen
	rechts	links	
1—20	7	13	
21—40	9	11	
41—60	15	5	
61—80	18	2	

Versuch Nr.	Wendung nach		Anmerkungen
	rechts	links	
81—100	11	9	Kränkelt
101—120	13	7	
121—140	17	3	Kränkelt
141—160	17	3	
161—180	15	5	Kränkelt
181—200	12	8	Kränkelt
201—220	17	3	Gewohnheit angenommen
221—240	18	2	
241—260	19	1	

Von Versuch 261 ab Dressur nach der entgegengesetzten Seite: Die Elektroden sind **rechts**.

261—270	9	1	Gleichoft Wendungen nach beiden Seiten
271—280	5	5	
281—290	3	7	
291—300	4	6	
301—310	2	8	Deutliche Gewohnheit im entgegen- gesetzten Sinne der vorherigen
311—315	1	4	

Tabelle Nr. IX.

Dressurversuch und nachherige Resektion
des Oberschlundganglions.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: Je 2 Würmer,
je 285 Versuche. Dauer vom 10. Juli bis 20. September 1920
bei täglich 5 Experimenten.

Wurm Nr. 1. Art: *Allolobophora
chlorotica* Sav., 8·5 cm lg. Dressur
n. **rechts**. Die Elektroden links.

Wurm Nr. 2. Art: *Allolobophora
chlorotica* Sav., 16 cm lg. Dressur
n. **rechts**. Die Elektroden links.

Versuch Nr.	Rechts- wendung	Links- wendung el. Schlag	Bemerkungen	Rechts- wendung	Links- wendung el. Schlag	Bemerkungen
1—20	8	12	Gewohnheit gebildet	12	8	Gewohnheit gebildet
21—40	14	6		14	6	
41—60	14	6		18	2	
61—80	13	7		17	3	
81—100	13	7		15	5	
101—120	18	2		19	1	
121—140	18	2		15	5	
141—160	19	1		18	2	
161—180	20	0		20	0	
181—200	19	1		19	1	
201—220	18	2		19	1	
221—225	4	1		5	0	

Beiden Würmern wurde in Chloroformnarkose von 15 Minuten Dauer das Oberschlundganglion entfernt. Nach 24 Stunden beginnen die 5 täglichen Versuche wie bisher.

Wurm Nr. 1 wird weiterdressiert, d. h. nach Linkswendung elektrischer Schlag.				Wurm Nr. 2 hat freien Weg nach beiden Seiten.		
Versuch Nr.	Rechts-wendung	Links-wendung el.Schlag	Bemerkungen	Rechts-wendung	Links-wendung el.Schlag	Bemerkungen
226—245	16	4	Die Gewohnheit ist erhalten	20	0	Die Gewohnheit ist erhalten
246—265	16	4		20	0	
266—285	18	2		20	0	

Tabelle Nr. X.

Kontrollversuch zu Tabelle Nr. IX, um zu prüfen: ob Chloroformnarkose den Wurm schädigt.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: I. Dauer vom 9. Juli bis 24. September 1920 bei täglich 5 Experimenten.

Wurm Nr. 1. 285 Versuche. Art: All. chlorotica Sav., 7·5 cm lang. Dressur nach links. Die Elektroden rechts.	Wurm Nr. 2. 315 Versuche. Art: All. chlorotica Sav., 12 cm lang. Dressur nach links. Die Elektroden rechts.
---	--

Versuch Nr.	Links-wendung	Rechts-wendung el.Schlag	Bemerkungen	Versuch Nr.	Links-wendung	Rechts-wendung el.Schlag	Bemerkungen
1—20	11	9	Kränkelt 3./8. krank	1—20	10	10	
21—40	11	9		21—40	14	6	
41—60	13	7		41—60	13	7	
61—80	10	10		61—80	12	8	
81—95	8	7		81—100	12	3	
96—115	12	8	Kränkelt	101—120	15	5	
116—135	12	8		121—140	13	7	
136—155	13	7		141—160	18	2	
156—175	17	3		161—180	17	3	
176—195	16	4		181—200	17	3	
196—215	18	2		201—220	17	3	
216—235	17	3		221—240	17	3	

Die beiden Würmer wurden am 7. September in Chloroformnarkose von 16 Minuten Dauer versetzt und nach 24 Stunden in derselben Weise wie bisher täglich 5 Experimenten unterworfen.

Wurm Nr. 1 wird weiterdressiert, d. h. er erhält nach Rechts- wendung einen elektr. * Schlag.				Wurm Nr. 2 hat beiderseits freien Weg.			
Versuch Nr.	Links- wendung	Rechts- wendung el. Schlag	Bemerkungen	Versuch Nr.	Wendung nach		Bemerkungen
					rechts	links	
236—255	18	2	Gewohnheit	241—260	17	3	Gewohnheit erhalten
256—275	14	6	Kränkelt	261—280	14	6	
276—285	10	10	Krank, nach 2 Tagen tot	281—295	9	6	Da ohne Dressur, verliert sich Assoziation
Bei Rechtswendung elektrischer Schlag							
				296—300	2	3	
				301—305	5	0	
				305—310	4	1	
				311—315	4	1	
Die Assoziation ist wieder deutlich							

Tabelle Nr. XI:

Dressur zweier Würmer ohne Oberschlundganglion.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: W. 120 und 152 Versuche. Dauer 9, bzw. 11 Tage — vom 19. November bis 28., bzw. 30. November — nach der Resektion des Oberschlundganglions, bei täglich 16, zum Schluß 18 Experimenten.

Wurm Nr. 1. Art: Lumbr. castaneus Sav., 10 cm lg. Dressur nach **rechts**. Bei Linkswendung elektr. Schlag.

Wurm Nr. 2. Art: Lumbr. castaneus Sav., 11,5 cm lang. Dressur nach **rechts**. Bei Linkswendung elektr. Schlag.

Versuch Nr.	Rechts- wendung	Wendung links	Bemerkungen	Rechts- wendung	Wendung links	Bemerkungen
21—40	8	12		7	13	
41—60	10	10		10	10	
61—80	12	8		6	14	
81—100	11	9		13	7	
101—120	13	7		17	3	Gewohnheit angenommen
121—140	15	5				
141—152	11	1	Gewohnheit angenommen			Am 9. Tag abgetötet zur Kontrolle der Regeneration des Oberschlundganglion.
Am 11. Tag abgetötet zur Kontrolle der Regeneration des Oberschlundganglion.						

Beide Würmer haben auch ohne Oberschlundganglion die Assoziation gebildet.

Tabelle Nr. XII.

Dressur eines Wurmes, dem die vordersten 5 Segmente entfernt worden sind.

Zusammenfassung der Versuchsreihe: Z. 120 Versuche. Dauer vom 19. November bis 27. November bei täglich 15, zum Schluß 12 Experimenten, bis zum 8. Tage der Operation. 3 Stunden vor Beginn der Versuche Entfernen der vordersten 6 Segmente. Art des Wurmes: *Lumbricus castaneus* S a v., 9 cm lang. Dressur nach **rechts**, bei Linkswendung elektrischer Schlag.

Versuch Nr.	Rechtswendung	Linkswendung	Bemerkungen
1—20	6	14	
21—40	7	13	
41—60	10	10	
61—80	13	7	
81—100	11	9	
101—120	16	4	Gewohnheit gebildet. Letzte 9 Versuche hintereinander richtig.

Abgetötet zur Regenerationskontrolle am 8. Tage nach der Operation.



Bücherbesprechungen.

E. Daqué: „Geographie der Vorwelt (Paläogeographie)“ Aus Natur und Geisteswelt Nr. 619. Verl. B. G. Teubner, Leipzig.

Ein kleiner, für das weitere, naturwissenschaftlich denkende Publikum geschriebener Auszug aus dem großen Werke des Verfassers: „Grundlagen und Methoden der Paläogeographie“ In kurzen Umrissen bringt der Autor die gegenwärtigen neuen Strömungen in der Geologie zur Darstellung, die freilich einem mehr konservativen Leser der alten Schule etwas seltsam erscheinen; für einen, der die Versuche der letzten Jahrzehnte in der Geologie mitverfolgt hatte, zu immer allgemeineren Schlüssen über das Werden unseres Planeten zu gelangen, für den ist eine derartige Zusammenfassung in der Form einer Paläogeographie das Endglied jener Versuche. Der Verfasser ist sich wohl bewußt, daß er noch vielfach schwankenden Boden betritt, und wenn er sich auch im allgemeinen im IV. und V Kapitel (Kontinental- und Polverschiebungen;

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [67-68](#)

Autor(en)/Author(s): Heck Ludwig

Artikel/Article: [Ueber die Bildung einer Assoziation beim Regenwurm auf Grund von Dressurversuchen 168-189](#)