

heit kann auch die Methode, von welcher das Gelingen derartiger Untersuchungen wesentlich abhängt, ausführlich besprochen werden. Bisher haben bekanntlich die Schwierigkeiten, welche die hartschaligen Eier der Insekten bieten, dieselben zu einem wenig beliebten Untersuchungsmaterial gemacht.

Ich möchte hier noch einige allgemeine Bemerkungen über die Parthenogese bei *Liparis dispar* anreihen. Ich habe dieses Objekt gewählt, nachdem ich in diesem Frühling aus den Winter-Eiern von fünf unbefruchteten Weibchen zahlreiche Räumchen gezogen hatte, die munter weiter gediehen. Auch v. Siebold hat bei *Bombyx* aus parthenogenetischen Winteriern Raupen gezogen. Derselbe Autor machte bei *Fumea* die Erfahrung, dass die Schmetterlingsweibchen eher starben, als dass sie unbefruchtete Eier legten. Die Weibchen von *Liparis* zeigen folgendes Verhalten. Dieselben lassen sich schon kurze Zeit nach dem Ausschlüpfen aus der Puppe begatten und beginnen nach mehreren Stunden mit Anfertigung des Eierschwammes, den sie nach etwa sieben Tagen vollendet haben. Tritt keine Begattung ein, so warten die Weibchen 6—7—8 bis höchstens 9 Tage, ehe sie einen regulären Schwamm absetzen. Vorher verlieren sie nur in unregelmäßigen Intervallen einzelne Eier. In einigen Fällen begannen sie indess schon am vierten Tage nach Verlassen der Puppenhülle mit einer regelmäßigen Eiablage. In einem Falle geschah dies sogar schon nach 24 Stunden.

Nur ganz wenige Weibchen sind mir gestorben, bevor sie Eier abgelegt hatten. Das Geschlecht der aus parthenogenetischen Eiern hervorgehenden Individuen werde ich nächsten Sommer Gelegenheit haben näher zu bestimmen, da leider in diesem Jahre die aus den parthenogenetischen Eiern hervorgegangenen Räumchen mit andern im freien gesammelten durch ein Versehen zusammengethan worden waren. Durch Ausdehnung meiner Untersuchungen auf Hymenopteren sowie auf den bei Breslau häufigen *Apus* hoffe ich, dass es mir gelingen wird, den schönen Versuchen v. Siebold's eine weitere Stütze durch Feststellung der mikroskopischen Details zu geben, vielleicht auch das Rätsel der Parthenogenese und ihrer Beziehung zur Geschlechtsbestimmung etwas der Lösung näher zu führen.

Die Funktionen des Zentralnervensystemes und ihre Phylogeneese. Zweite Abteilung: Die Fische.

Von Professor Dr. **J. Steiner** in Heidelberg.

Mit 27 eingedruckten Holzschnitten und 1 Lithographie. Braunschweig.
Vieweg und Sohn. 1888.

Nachdem der Verf. in der ersten Abteilung dieses Werkes, welches sich mit dem Gehirne des Frosches beschäftigt hatte, einen Gesamt-

plan für die Thätigkeit des Zentralnervensystems jenes Tieres aufgestellt hatte, geht er nunmehr zu den gleichen Untersuchungen in der Klasse der Fische über. Indem er sich zugleich an die Errungenschaften der vergleichenden Anatomie anschließt und dieselben überall zu benutzen gedenkt, konnten nicht allein die Funktionen, sondern auch ihre phylogenetische Entwicklung studiert werden. Welchen Vorteil ein solcher Weg mit sich bringen muss, werden wir an dem Folgenden zu sehen Gelegenheit haben.

Das Buch ist in 10 Kapitel geteilt, in denen alle großen Funktionen berücksichtigt werden, insoweit sie zu dem zu behandelnden Gegenstande in Beziehung stehen.

Um ein Urteil zu gewinnen über die mechanischen Bedingungen der Bewegung und des Gleichgewichtes der Fische, finden wir in dem ersten Kapitel eine Untersuchung über die Funktion der Flossen und über das Gleichgewicht. Die Flossen werden in der Weise außer Funktion gesetzt, dass sie mit warmer Gelatine an den Leib angeleimt werden. Beobachtung flossenloser Fische, sowie solcher Fische, deren Flossen in der angegebenen Weise funktionsunfähig gemacht worden sind, ergeben, dass die Flossen nicht die Lokomotion der Fische besorgen, sondern dass dieselbe durch pendelartige Schwingungen des Schwanzes erzeugt wird (abgesehen von den Fischen, welche sich durch Schlängelung ihres Körpers fortbewegen). Die Flossen haben nicht die Aufgabe, das Gleichgewicht des in rascher Bewegung begriffenen Fisches zu stützen, sowenig wie jenes Fisches, der fest auf dem Grunde steht. Dagegen sind die paaren Flossen unentbehrlich für das freie Schweben des Fisches in irgend einer Höhe der Wassermasse, und Fische, die keine paarigen Flossen haben, wie z. B. die Neunaugen, sieht man auch niemals frei im Wasser schweben. Ferner dienen diese Flossen als „Steuer“, zur „Arretierung“ rascher Bewegungen und endlich zur Rückwärtsbewegung.

Das Gleichgewicht der Fische hängt nicht von den Flossen ab, sondern ist eine Funktion des Muskelgefühles, welches von allen Verschiebungen in den einzelnen Teilen des Körpers unterrichtet jedesmal auf reflektorischem Wege für die nötige Korrektur sorgt. Die Theorie ist des genauern schon in dem ersten Teile (Frosch) für alle Wirbeltiere entwickelt worden; in ihrer erweiterten Form gilt sie auch für die Wirbellosen.

Das zweite Kapitel enthält die Knochenfische. Die bisherigen Versuche über das Gehirn der Fische leiden alle an dem gleichen Fehler, dass nämlich die einmal eröffnete Schädelkapsel nicht mehr geschlossen werden konnte und das bloßgelegte Gehirn auf diese Weise dem schädlichen Einflusse des umspülenden Wassers preisgegeben war.

Um die Schädelhöhle wieder schließen zu können, bedient sich der Verf. folgender Methode: Die Schädeldecke wird in einiger Aus-

dehnung vorsichtig abgehoben, aber als „Knochenlappen“ nach hinten hin mit dem Körper des Fisches in Verbindung gelassen. Nachdem die Operation im Gehirn beendet ist, wird der Knochenlappen wieder reponiert, vorn mit einem Faden befestigt, die Wunde mit warmer Gelatine übergossen und diese Gelatinekappe mit konzentrierter Tanninlösung bepinselt. Auf diese Weise ist die Hirnhöhle vollkommen geschlossen, und wenn die Gelatinekappe nach ca. 2 Tagen abfällt, ist der Knochenlappen hinreichend in seinem Lager befestigt. Die ganze Prozedur geschieht bei künstlicher Respiration und der Knochenfisch ist *Squalius cephalus* (v. Siebold), ein in den mitteleuropäischen Gewässern häufiger Cyprinode.

Hat man unter diesen Vorsichtsmaßnahmen das Vorderhirn (Großhirn) abgetragen, so sieht man, was bisher auch bekannt war, dass die Bewegungen vollkommen normal sind und dass der Fisch sieht, da er Hindernissen ausweicht. Aber, wie sich jetzt herausstellt, sind die Bewegungen durchaus nicht maschinenmäßig und unter einem gewissen Zwange stehend, sondern scheinen durchaus willkürlich, da er bald in irgend einer Höhe der Wassermasse schwebt, bald auf dem Grunde steht. Aber völlig neu und unerwartet ist, dass dieser Fisch schon einen Tag nach der Operation einen ihm vorgeworfenen Regenwurm auffängt und regelrecht schluckt. Ein hingeworfener Bindfaden von gleichen Dimensionen mit dem Regenwurm wird von dem Fische nicht genommen. Später nahmen solche Fische auch Brotstückchen oder *Blatta orientalis* von der Oberfläche des Wassers. Wirft man ihnen gefärbte Oblaten zu, so werden stets die roten bevorzugt; andere Farben machen keinen besondern Eindruck. Bedingung für das Gelingen dieses Versuches ist endlich ein Bassin mit fließendem Wasser; in einem Bassin mit stehendem Wasser gelang der Versuch nicht. Knochenfische ohne Großhirn, in der angegebenen Weise operiert, können unbeschränkte Zeit leben, wie normale Fische. Diese Versuche sind einige Monate später von Vulpian an Karpfen bestätigt worden.

Man kann dieses Resultat nur so verstehen, dass das Großhirn ehemals ein mit Funktionen ausgestattetes Organ gewesen ist, dass es aber im Laufe der Entwicklung seine Funktionen eingebüßt hat, worauf auch der anatomische Befund hinweist, dass dem Großhirn der Knochenfische die Decke, der Mantel fehlt (Rabl-Rückhard). Aber dieser Defekt ist nicht die Ursache der funktionellen Reduktion, sondern, wie weiterhin noch gezeigt werden wird, nur ein Merkmal derselben.

Abtragung der Decke des Mittelhirns macht, wie schon bekannt, die Fische blind. Bei der Abtragung des Kleinhirns ist der Verf. über seine Vorgänger insofern hinausgegangen, als er neben dem freien Teile des Kleinhirns auch noch den vordern in der Mittelhirnhöhle gelegenen Anteil desselben (Valvula cerebelli) herauschälen konnte,

ohne dass indess Störungen in der Beweglichkeit beobachtet worden waren — wenigstens soweit die gradlinige Bewegung und das Stehen auf dem Grunde inbetracht kommt.

Trägt man die Basis des Mittelhirns ab, so fallen die Fische sogleich auf den Rücken und machen Lokomotionen nur auf mechanischen Reiz; die Berührung des Wassers kann sie zu Bewegungen nicht mehr anregen. Die Lokomotion hört aber definitiv auf, wenn man die vorderste Abteilung des Nackenmarkes hinter dem Lobus impar abtrennt. Der Lobus impar ist eine den Knochenfische eigentümliche Bildung, die sich aus dem Nackenmark heraushebt und die, wie der Versuch lehrt, das Atmungszentrum einschließt.

Wie beim Frosch, so haben wir auch hier im vordersten Teile des Nackenmarkes den Punkt, der die Lokomotion des Tieres besorgt und den wir das allgemeine Bewegungs-, Lokomotions- oder Hirnzentrum genannt haben. Und ebenso wie beim Frosch haben wir auch hier in der Mittelhirnbasis die Zentralstation zu suchen für alle die Erregungen, welche von der Haut, den Muskeln und Gelenken kommen und auf das Nackenmarkzentrum übertragen werden, um die Lokomotion anzuregen. Das Verhältnis bei den Fischen veranlasst uns, diesen ganzen Bezirk, also Nackenmarkzentrum und Mittelhirnzentrum zusammen, die auch anatomisch keine Grenze haben, in Zukunft als allgemeines Bewegungszentrum zu bezeichnen. Dieses Zentrum ist kein automatisches, sondern reflektorisches, welches mittelbar auch durch die höhern Sinnesnerven in Erregung versetzt wird.

Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit dem *Amphioxus*, den man in zwei oder drei Teile zerschneiden kann, welche alle ganz geordnete Lokomotionen, äquilibrirt und mit dem Kopfende voran, ausführen. Daraus geht mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass der *Amphioxus* kein allgemeines Bewegungszentrum besitzt, sondern dass sich derselbe aus lauter gleichwertigen lokombilen d. h. Lokomotion ausführenden Metameren zusammensetzt.

Das vierte Kapitel bringt die Haifische, welche im wesentlichen ausführlich das erste mal im Experimente auftreten. Diese Versuche sind in der zoologischen Station von Neapel im Frühling 1886 u. 1887 an *Scyllium catulus* und *Scyllium canicula* ausgeführt worden. Wenn man bei diesen Fischen das Vorderhirn abträgt, so beobachtet man genau wie bei den Knochenfischen, dass ihre Bewegungen keine Störungen erfahren haben. Aber mit der spontanen Nahrungsaufnahme verhält es sich vollkommen anders, denn sie suchen die in das Bassin geworfene Sardine, welche sie sonst außerordentlich lieben, niemals, und sterben nach kürzerer oder längerer Zeit den Hungertod. Aber dasselbe Resultat erhält man bei den Haien, wenn man statt des Vorderhirns nur die Verbindung desselben mit den zentralen Riechorganen, den Bulbi olfactorii, beiderseits durchtrennt, während die einseitige Trennung die Nahrungsaufnahme nicht stört.

Die Haie verhalten sich in dieser Beziehung also anders als die Knochenfische, aber auch anders als die Amphibien (Frosch). Wir werden diese Dinge ausführlich im allgemeinen Teile besprechen. Die Abtragung des Zwischenhirns erzeugt keine Bewegungsstörung, aber es scheint, dass der Fisch, wenn er zu Bewegungen angeregt worden ist, früher zu Ruhe kommt, d. h. es scheint ihm an Bewegungsantrieb etwas verloren gegangen zu sein.

Das Mittelhirn verhält sich wie bei den Knochenfischen, nur ist die Beweglichkeit des Haifisches nach Abtragung der Basis eine weit ausgiebigere als dort, und es lässt sich hier mit aller Sicherheit konstatieren, dass die einfache Berührung mit dem umgebenden Wasser keinen Reiz, der zur Bewegung führt, mehr auszulösen im stande ist.

Die Abtragung des Kleinhirns erzeugt auch hier keine Störung in Bewegung oder im Gleichgewicht. Macht man einen Schnitt durch das Nackenmark, der oberhalb des Vagusursprunges fällt, so führt der Haifisch danach keine Lokomotion mehr aus. Durchschneidet man das Rückenmark aber unterhalb des Vagusaustrittes oder noch tiefer, indem man einfach dekapitiert, so macht der Rumpf anscheinend vollkommen normale und durchaus äquilibrierte Bewegungen, die über eine Stunde und unter gewissen Bedingungen auch einen Tag anhalten können.

Hier treffen wir neben dem im Mittelhirn gelegenen allgemeinen Bewegungszentrum auch im Rückenmarke Lokomotionszentren, von denen sich aber nachweisen lassen wird, dass diese dem allgemeinen Bewegungszentrum untergeordnet sind, so dass das letztere die Führung über das ganze Tier übernommen hat. Der Vorteil, welcher mit der Entwicklung des allgemeinen Bewegungszentrums eingeführt wird, liegt darin, dass ein solches Tier sich leicht in allen Ebenen zu bewegen vermag, während Tiere ohne jenes Zentrum, wo die einzelnen Metameren koordiniert thätig sind, die Bewegung in einer Ebene bevorzugen.

Bei der zweifellos fundamentalen Bedeutung, welche das Rückenmark des Haifisches zeigt, wurden bei Rochen (*Torpedo oculata*), bei Stören und bei Neunaugen Versuche angestellt, welche sich nur mit dem Rückenmarke beschäftigen. Es zeigt sich, dass das Rückenmark von Rochen und Stör sich so verhält, wie jenes des Haifisches; dass aber das Rückenmark der Neunaugen nach Köpfung des Tieres keine Lokomotionen macht, dass man aber diese Lokomotionen wachrufen kann, wenn man dasselbe in ein Bad von Pikrinschwefelsäure von 1—3% bringt. Interessant ist auch das Verhalten des Rückenmarkes vom Aal, dessen hinterste Abteilung nach Köpfung ebenfalls Beweglichkeit besitzt, wodurch unter geeigneten Umständen Ortsbewegungen auftreten können.

Das neunte Kapitel bringt die Zwangsbewegungen, welche genau denselben Gesetzen folgen, wie bei dem Frosch: Kreisbewegung gibt

nur die einseitige Verletzung der Mittelhirnbasis und zwar ebenfalls in der Richtung nach der unverwundeten Seite. Ebenso erfolgen Rollbewegungen nach der verletzten Seite nach einseitigem Schlitze in das Rückenmark. Ein besonders interessantes Verhältnis zeigen unter den Knochenfische die Pleuronectiden, bei denen die Kreisbewegung in vertikaler Ebene erfolgt, was ans der Art und Weise vorausgesagt werden konnte, wie diese Fische dazu gekommen sind, statt auf dem Bauche auf der einen Seite zu schwimmen. Von wesentlicher Bedeutung ist die Thatsache, dass die einseitige Verletzung des Rückenmarkes der Haifische, obgleich dasselbe gute Lokomotionen ausführt, doch niemals Zwangsbewegungen zu geben vermag. Trotzdem gibt es einen Versuch, um auch das Rückenmark in die Kreisbewegung zu zwingen: Hat man einen Haifisch durch einseitige Abtragung der Mittelhirnbasis in Kreisbewegung versetzt, lässt ihn darin wenigstens 10 Stunden und köpft ihn nunmehr, so macht der Rumpf Kreisbewegungen in derselben Richtung, in welcher sie das ganze Tier gemacht hatte. Neben mancherlei interessanten Folgerungen beweist dieser Versuch auf das klarste, dass das allgemeine Bewegungszentrum im Gehirn die Bewegungszentren im Rückenmark beherrscht.

Vergleicht man nunmehr die einseitigen Verletzungen im Gehirn mit den doppelseitig ausgeführten, so beobachtet man, dass auf einseitige Verletzung nur diejenigen Teile des Zentralnervensystems Zwangsbewegungen geben, welche in unmittelbarer Beziehung zum Lokomotionszentrum stehen. Daraus folgt: Die Zwangsbewegungen sind eine Funktion des allgemeinen Bewegungszentrums, woraus wieder zu schließen ist, dass, wo Zwangsbewegungen gefunden werden, dort auch ein allgemeines Lokomotionszentrum vorhanden ist und umgekehrt. Zugleich ist zu ersehen, dass die Zwangsbewegungen die einfachste und sicherste Methode zur Darstellung des allgemeinen Lokomotionszentrums bilden.

Das zehnte und letzte Kapitel enthält die allgemeinen Schlüsse, die sich aus den mitgeteilten Thatsachen ergeben. Zunächst wird im Verein mit der Morphologie eine Bestimmung der einzelnen Teile des Fischgehirnes gegeben, welche in ihrer Deutung bisher großen Schwierigkeiten unterlegen hatte, worüber indess auf das Original verwiesen werden muss, da sich eine Darstellung ohne Abbildung nicht wohl geben lässt.

Hierauf folgt eine Auseinandersetzung über die Anlage des Großhirns bei den Fischen. Es ist oben gezeigt worden, dass die Abtragung des Vorderhirns und die Abtrennung der zentralen Riechorgane beim Haifisch dasselbe Resultat lieferte. Hieraus aber folgt, dass das Großhirn der Haifische nichts anderes ist, als Riechzentrum. Thatsächlich nimmt auch der Geruchssinn im Leben der Haifische die Stellung ein, die bei andern Tieren dem

Großhirn zukommt, und nachweisbar z. B. ist es nur der Geruchssinn, welcher den Haifisch, wenigstens bei Tage, zu seiner Beute führt und ihn seine Nahrung finden lässt. Da nun das Großhirn aller Wirbeltiere homolog ist, so folgt daraus weiter, dass das Großhirn der Wirbeltiere sich phylogenetisch aus dem Riechzentrum entwickelt hat.

Wenn aber das eine höhere Sinneszentrum, wie das des Geruches, Großhirnfunktionen übernehmen kann, so müssen wir diese Möglichkeit auch den andern Zentren, vor allem dem Sehzentrum zusprechen. Und in der That sehen wir diesen Fall bei den Knochenfischen verwirklicht, wo das Großhirn degeneriert ist und das Sehzentrum seine Funktionen übernommen hat.

Der Verf. hat sich zum Schluss die Aufgabe gestellt, aufgrund physiologischer Daten die Genealogie der Fische festzustellen, was er in folgender Weise zu lösen sucht: Die Morphologie bezeichnet die Selachier unter den jetzt lebenden Fischen als Urfische. Wir haben daher die Funktionen dieser Tiere auch als Urfunktionen anzusehen, von denen sich diejenigen der übrigen Fische und Wirbeltiere ableiten. Das Zentralnervensystem der Haifische besteht aus Gehirn und Rückenmark, Teile, welche indess durchaus anatomisch aufgefasst sind und wofür die physiologische Definition einzuführen ist. Für das Gehirn fehlt eine solche absolut, aber es lässt sich durch Vergleich über alle Tierklassen und mit Hilfe jenes allgemeinen Satzes über die Zwangsbewegungen folgende Definition ableiten: Das Gehirn ist definiert durch das allgemeine Bewegungszentrum in Verbindung mit den Leistungen wenigstens eines der höhern Sinnesnerven. Wo diese beiden Bedingungen nicht zusammentreffen, dort wird auch von einem Hirn nicht die Rede sein.

Im Besitze dieser Definition hat man zu untersuchen, ob sich durch Vergleich der Gehirne der Wirbeltiere ihre Verwandtschaft bestimmen lässt. Das ist aber nicht der Fall, denn keine der Ureigenschaften des Gehirns ist den spätern Wirbeltieren verloren gegangen. Wir sehen hier nur eine Fortentwicklung schon vorhandener Eigenschaften, aus denen sich die Beziehungen der Verwandtschaft nicht herauslesen lassen.

Wir wenden uns deshalb an das Rückenmark, dessen einzige Funktion eine Lokomotion ist, die sich aus der koordinierten Thätigkeit aller Metameren zusammensetzt und die wir als eine Urfunktion zu betrachten haben. Wenn wir hiermit das Rückenmark der andern Wirbeltiere vergleichen, so finden wir, dass diese Funktion vielfach verloren gegangen ist und danach beurteilt sich die größere oder geringere Entfernung des betreffenden Tieres vom Stamme der Wirbeltiere, was im Original im einzelnen ausgeführt ist.

Von der phylogenetischen Entwicklung des Wirbeltierstammes können wir uns nun folgende Vorstellung machen: Der Stamm der

Wirbeltiere beginnt mit einem Acranier, einem aus gleichwertigen Metameren zusammengesetzten Wirbeltiere, für das uns als Typus der wohlbekannte *Amphioxus lanceolatus* dient. Physiologisch kommt dieser primitive Zustand dadurch zum Ausdruck, dass sämtliche Metameren die gleiche Lokomobilität besitzen, durch welche sich das Tier am leichtesten in ein und derselben Ebene bewegt. In einem gewissen Stadium phylogenetischer Zeit fangen die Metameren an ihre Lokomobilität nach vorn abzugeben, wodurch die vorderste Metamere so sehr gestärkt wird, dass dieselbe die Führung über die andern übernimmt. Der objektive Ausdruck dieser Abgabe ist eine Wanderung der Funktion nach dem Vorderende. Der Beweis, dass die vorderste Metamere die Führung übernommen hat, liegt in der Thatsache, dass nur die einseitige Verletzung des Zentralnervensystems dieser Metamere die bisher gradlinige in eine krummlinige Bewegung umzugestalten vermag. Tritt zu dieser führenden Metamere als neue Bildung das Zentrum eines oder mehrerer der höhern Sinnesnerven, so ist ein Gehirn oder das hirntragende kraniole Wirbeltier konstruiert, welches sich mit Leichtigkeit in allen Ebenen zu bewegen vermag.

In einem Anhang finden wir endlich Versuche über die halb-zirkelförmigen Kanäle der Haifische, welche sich als für den Versuch sehr geeignet erwiesen haben. Entfernt man genau nach den Angaben des Verf. einen Kanal nach dem andern, so kann man alle sechs entfernen, ohne je auch nur die geringste Bewegungs- oder Gleichgewichtsstörung zu beobachten. Hat man mit einem Kanal aber Kalkkonkremente entfernt, oder eröffnet man den Vorhof und zerrt direkt am Hörnerven, so wird man ebenso ausnahmslos Gleichgewichtsstörungen beobachten, welche in der Regel Rollbewegungen nach der verletzten Seite sind.

Demnach kann man den Halbzirkelkanälen keine Funktion für die Erhaltung des Gleichgewichts zusprechen. Wenn Störungen eintreten, so sind es Zwangsbewegungen, welche durch die Zerrung erzeugt werden, die durch das Ziehen am Hörnerven im Nackenmark gesetzt wird.

Die Blutgase.

Aus einem Vortrage, gehalten von Dr. John Gray Mc Kendrick bei der Jahresversammlung der „British Medical Association“ zu Glasgow am 10. August 1888.

Die ältesten Forscher scheinen keine irgendwie klaren Vorstellungen gehabt zu haben darüber, dass die Atmung eine Notwendigkeit ist. Hippokrates erkannte dunkel, dass während des Atmens ein „Spiritus“ dem Körper mitgeteilt würde, und viele der ältern Anatomen glaubten im Anschluss an Galen, dass „unmittelbar der Luftstoff durch die Gefäße der Lunge in die linke Herzkammer

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1888-1889

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Steiner Julius

Artikel/Article: [Die Funktionen des Zentralnervensystemes und ihre Phylogense. Zweite Abteilung: Die Fische 524-531](#)