© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dem Moment seiner Erschlaffung für seinen Inhalt gleichsam zu groß wird, und dass das Blut, indem es in ihn hineinstürzt, eine häufig sehr deutliche Depression (negativer Puls der Halvenen) hinter sich zurücklässt. Die Wände des Vorhofs haben an sich keine aspiratorische Wirkung auf das Blut; infolge ihrer Schlaffheit gestatten sie aber der intrathorakalen Aspiration (der Lungenelastizität), welche in diesem Augenblick durch die Entleerung des Ventrikelbluts aus dem Thorax verstärkt wird, sich dem in der Brust und ihrer Nachbarschaft enthaltenen venösen Blut mitzuteilen. Durch das Zusammenwirken dieser verschiednen Einflüsse, welche im gleichen Augenblick sich geltend machen und in demselben Sinne wirken, entsteht die plötzliche Depression der Halsvenen, welche häufig das auffälligste Zeichen des Pulses der Vena jugularis ist.

M. Mendelssohn (St. Petersburg).

Ueber die Einwirkung des konstanten Stroms und rasch auf einander folgender Induktionsströme auf Nerven und Muskeln.

M. v. Frey, Ueber die tetanische Erregung von Froschnerven durch den konstanten Strom (Du Bois-Reymond's Arch. f. Anat. und Phys. 1883. S. 43). — W. Biedermann, Ueber rhythmische Kontraktionen quergestreifter Muskeln unter dem Einfluss des konstanten Stroms (Beiträge zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysiologie XI. Wiener Sitzungsber. Bd. LXXXVII. 3. Abt. 1883. Märzheft). — K. Schönlein, Ueber rhythmische Kontraktionen quergestreifter Muskeln auf tetanische Reizung (Du Bois Reymond's Arch. f. Anat. und Phys. 1882. S. 369 ff.).

Das von Du Bois-Reymond[1]) seinerzeit aufgestellte allgemeine Gesetz der elektrischen Erregung, welches, ursprünglich nur auf motorische Nerven sich beziehend, in der Folge auch für den entnervten Muskel (wenigstens der Hauptsache nach) als geltend angesehen wurde, lautet folgendermaßen: „Nicht der absolute Wert der Stromdichtigkeit in jedem Augenklicke ist es, auf den der Bewegungsnerv mit Zuckung des zugehörigen Muskels antwortet, sondern die Veränderung dieses Wertes von einem Augenblick zum andern und zwar ist die Anregung zur Bewegung, die diesen Veränderungen folgt, um so bedeutender, je schneller sie bei gleicher Größe vor sich gingen, oder je größer sie in der Zeiteinheit waren". Nach und nach wurden jedoch eine Anzahl von Tatsachen bekannt, welche mit dem Gesetze in seiner ursprünglichen Form nicht wol vereinbar schienen. Wenn man zunächst absieht von den zahlreichen ältern Angaben betreffs der erregenden Wirkung konstanter Durchströmung sensibler Nerven, welche von Du Bois-Reymond mit Sorgfalt gesammelt wurden[2]),

1) Untersuchungen über Tier-Elektr. I, S. 258.
2) Untersuchungen I. S. 283 ff.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

jedoch wegen gleichzeitiger Reizung der Endapparate nicht eindeutig genug sind, so war es zuerst Pflüger[1]), welcher eine gesetzmäßige „tetanisirende" Wirkung konstanter Ströme von einer gewissen geringen Intensität auch an motorischen Froschnerven beobachtete. Er hielt diesen „Schließungstetanus" für bedingt durch „elektrolytische Molekularschwankungen" und erklärt das Ausbleiben desselben bei Anwendung stärkerer Ströme durch die elektrotonischen Erregbarkeitsveränderungen des durchströmten Nerven. Pflüger modifizirte demgemäß die Formulirung des allgemeinen Gesetzes der Nervenerregung, welches in dieser neuen Fassung folgendermaßen lautete:

„Obwol die Erregung vor allem abhängt von den Schwankungen der Dichte des die Nerven durchfließenden Stromes, so reagiren diese doch auch gleichwol auf den Strom in beständiger Größe."

Auch v. Bezold[2]) kommt durch seine Untersuchungen über die elektrische Erregung von Nerven und Muskeln zu dem Resultate, „dass der Molekularvorgang der Erregung fort und fort am negativen Pole entstehe, solange der Strom geschlossen ist, dass aber das Resultat dieser Erregung in seiner Größe sehr durch die übrigen Stromeswirkungen (d. i. Aenderungen der Erregbarkeit und des Leitungsvermögens) beeinträchtigt werde"[3]). Neue Tatsachen, welche zur Stütze dieser seiner Anschauung hätten dienen können, wurden von v. Bezold eigentlich nicht beigebracht. Bezüglich der erregenden Wirkung des einen Kuraremuskels stetig durchfließenden Kettenstroms erinnert er an jene von Wundt zuerst beobachtete dauernde Verkürzung, deren Lokalisirung an der Kathode erst später von Engelmann nachgewiesen wurde[4]), während für die motorischen Nerven lediglich die große Analogie geltend gemacht wird, „welche in allen Beziehungen zwischen dem Gesetz der Muskelerregung und jenem der Nervenerregung durch den elektrischen Strom herrscht"[5]).

Engelmann schließt sich besonders auf Grund der bei elektrischer Erregung des Kaninchenureter beobachteten Tatsache, „dass die (stets von der Kathode ausgehende) Schließungskontraktion ganz allgemein nur dann zu stande kommt, wenn die Stromesdauer eine gewisse Grenze überschreitet"[6]) und auf Grund der bereits erwähnten Lokalisation der Schließungsdauerkontraktion an der Kathode, im wesentlichen den Anschauungen v. Bezold's an. Gleichwol erkennt er die Berechtigung nicht an, den Pflüger'schen Schließungstetanus bei Reizung motorischer Merven mit schwachen Kettenströmen als Beweis für das Vorhandensein eines dauernden, durch den Strom an und

1) Elektrotonus S. 445.
2) Untersuchungen über die elektr. Erreg. von Nerven und Muskeln.
3) l. c. S. 309.
4) Pflüger's Arch. III. S. 316 ff.
5) l. c. S. 309.
6) l. c. S. 265.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

für sich bedingten, tetanischen Erregungszustandes des Nerven zu halten, indem er es als Regel betrachtet, dass, ungeachtet beständiger Erregung an der Kathode, während der ganzen Durchströmungsdauer doch nur „bei plötzlichem Anwachsen der örtlichen Erregung nach einer vorausgegangenen Dichtigkeitsschwankung des Stromes" eine einzige die Schließungszuckung bedingende Reizwelle abläuft. Nach Engelmann[1]) wäre der erwähnte Schließungstetanus darauf zu beziehen, dass spontan sich entwickelnde innere vorher latente Reize des Nerven während der Schließungsdauer im Gebiete des bestehenden Katelektrotonus infolge der daselbst bestehenden Erregbarkeitsneigung wirksam werden. Dem gegenüber ist jedoch hervorzuheben, dass, wie Hering[2]) zeigte, das Eintreten des Schließungstetanus keineswegs an die von Engelmann geforderten Bedingungen (Uebergang der Frösche aus der Kälte in die Wärme) geknüpft erscheint, sondern ganz unabhängig von einem Temperaturwechsel an Kaltfröschen beobachtet wird, ein Umstand, der in jüngster Zeit auch von M. v. Frey[3]) wieder geltend gemacht wurde, indem er zeigte „dass die Nerven jedes Frosches, der in einer Temperatur unter 10° C. lebt, in kürzerer oder längerer Zeit die Fähigkeit gewinnen, durch den konstanten Strom tetanisch erregt zu werden."

Diese ungewöhnliche Reizbarkeit darf als ein „Zeichen der veränderten chemischen Zusammensetzung" der Nerven angesehen werden, „bedingt durch den andersartigen Stoffwechsel, den die Tiere in der Kälte beginnen". Alle Umstände, welche auch sonst die Erregbarkeit der Nerven beeinträchtigen (Erwärmung, längeres Liegen in 0,6 % Kochsalzlösung, anhaltendere Durchströmung) vernichten jene außerordentliche, in der Kälte übrigens sehr dauerhafte Empfindlichkeit früher oder später, wobei zu bemerken ist, dass die Erschöpfung durch einen geschlossenen elektrischen Strom auf die (ganze? Ref.) durchflossene Strecke beschränkt erscheint und nach Oeffnung des Stroms wieder schwindet. Bei hinreichender Empfindlichkeit der Präparate wirken Ströme von beliebiger Stärke tetanisirend, und zwar ist die Höhe des Tetanus von der Stärke des Stroms abhängig, während die Richtung insofern in Betracht kommt, als starke aufsteigende Ströme den Schließungstetanus unterdrücken und Oeffnungstetanus auslösen. Beide verlaufen bei höchster Erregbarkeit des Präparats ganz regelmäßig und ohne merkliche Schwankungen. Die Kurven stimmen dann durchaus mit jenen überein, welche der Muskel bei intermittirender Reizung des Nerven verzeichnet. Gleichwol unterliegt die Beantwortung der Frage, ob es sich hier in Wahrheit um einen regelmäßigen einer synchronisch diskontinuirlichen Erregung sämtlicher Fasern seine

1) Pflüger's Arch. III. S. 403 ff.
2) Wiener Sitzungsber. LXXXV. Bd. III. Abt. 1882. Märzheft.
3) Du Bois-Reymond's Arch. f. Physiol. 1883. S. 43 ff.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Entstehung verdankenden periodischen Tetanus handelt, besondern Schwierigkeiten. Hering und Friedrich[1]) versuchten dieselbe seinerzeit vermittels des physiologischen Rheoskops zu entscheiden. Indess stellte sich heraus, dass der Schließungstetanus zwar sekundäre Zuckung, nicht aber sekundären Tetanus auszulösen vermag, so dass die diskontinuirliche Natur desselben immer noch fraglich blieb. v. Frey nimmt nun, gestützt auf Versuche, welche er mittels des Kapillarelektrometers und des Telephons anstellte, neuerdings an, dass der Schließungstetanus bei indirekter Muskelreizung in der Tat stets rhythmisch und diskontinuirlicher Natur ist, selbst wenn die Muskelkurve vollkommen glatt verläuft. Er schätzt die Häufigkeit der Oscillationen auf 10—15 in der Sekunde und hält es demnach für wahrscheinlich, dass dem Nerven die Fähigkeit zukommt, „den stetigen Verlauf des konstanten Stroms in getrennte Erregungsstöße umzusetzen", wobei es den Anschein hat, „als ob diese Erregungen wenigstens zu Beginn des Tetanus sich in gleichen Intervallen folgten." Die sekundäre Unwirksamkeit des Schließungstetanus würde nach Frey nicht sowol auf Ungleichzeitigkeit der Schwankungen in verschiedenen Fasern, als vielmehr auf eine zu geringe Amplitude derselben zurückzuführen sein.

Ref. versuchte die Frage nach der Natur der Dauererregung bei konstanter Durchströmung am quergestreiften Muskel zu entscheiden und kam hierbei zu folgenden Resultaten.

Die schon erwähnte „Schließungsdauerkontraktion" des Muskels erscheint bei Anwendung mittelstarker Ströme als eine mehr oder weniger deutliche und auf die nächste Umgebung der Austrittsstelle des Stroms beschränkte Wulstbildung, die im Augenblick der Oeffnung verschwindet, während der Schließungsdauer jedoch in annähernd gleicher Stärke lange Zeit hindurch verharrt. Mit wachsender Intensität des Reizstroms gewinnt die Dauerkontraktion an Ausbreitung und Mächtigkeit und erstreckt sich schließlich nahezu über den ganzen Muskel. Entsprechende Erscheinungen (Oeffnungsdauerkontraktion) beobachtet man auch bei Oeffnung starker Ströme nach längerer Schließungsdauer. Durch lokale Behandlung mit Na_2CO_3 (1—3 % Lösung) lässt sich nun, wie Ref. schon früher zeigte, die Erregbarkeit der Muskelsubstanz an der Kathode (beziehungsweise Anode) derart steigern, dass selbst schwache und mittelstarke Ströme eine mächtige, über den ganzen Muskel (Sartorius) sich erstreckende Dauerkontraktion bedingen, indem jener im Augenblick der Schließung sich stark verkürzt und nur ganz allmählich wieder verlängert. In solchen Fällen zeigt sich nun sehr häufig die auffallende Erscheinung, dass die Wiederverlängerung des Muskels nicht stetig erfolgt, sondern eine Auflösung der Dauerkontraktion in streng rhythmische Einzelzuckungen

1) Wiener Sitzungsber. 1875. Bd. LXXII. III. Abt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eintritt, die wenigstens anfangs so kräftig sind, dass sie sich selbst bei ziemlich starker Belastung des Muskels an der verzeichneten Kurve noch überaus deutlich ausprägen. Während des Ablaufs einer solchen oft ziemlich langen Zuckungsreihe nimmt die Dauerkontraktion mehr und mehr ab, sodass, wenn die Gipfelpunkte der einzelnen Kurven in annähernd gleicher Höhe liegen, die Exkursionen des Schreibhebels in der Regel um so beträchtlicher werden, je mehr die Dauerverkürzung des Muskels sich vermindert hat. Gleichzeitig bemerkt man gewöhnlich eine wenn auch nur sehr allmähliche Verlangsamung in der Aufeinanderfolge der Rhythmen. Wenn dieselben gegen Ende einer Reihe nicht mehr als deutlich von einander gesonderte kräftige Zuckungen des ganzen Muskels hervortreten und sich an der Kurve nur noch durch das Vordandensein flacher Wellen markiren, lässt sich gleichwol noch längere Zeit die Fortdauer der rhythmischen Erregungsimpulse bei direkter Betrachtung des Kathodenendes erkennen. Hat die Erregbarkeit der Muskelsubstanz am Orte der direkten Reizung unter dem Einfluss mehrmals wiederholter Durchströmung abgenommen, so erscheint dementsprechend auch die Fähigkeit des Muskels vermindert, sich während der Schließungsdauer in seiner Totalität rhythmisch zu verkürzen. Häufig beobachtet man dann nur noch mehr oder weniger gedehnte Schließungszuckungen, deren tetanischer Charakter übrigens durch sekundäres Zucken im auf- und absteigenden Schenkel der Kurve hinreichend gekennzeichnet ist.

Bisweilen kommt es unter gleichen Versuchsbedingungen nach anhaltender Durchströmung auch zur Auflösung eines Oeffnungstetanus in einzelne rhythmische Zuckungen. Für die Deutung dieser Erscheinungen ist es bemerkenswert, dass rhythmische Kontraktionen quergestreifter Muskeln während konstanter Durchströmung auch ganz unabhängig von einer künstlich herbeigeführten, lokalen Erregbarkeitssteigerung, sowol bei Anwendung ganz schwacher, wie auch sehr starker Ströme beobachtet werden.

In erster Beziehung ist zu erinnern, dass Hering[1]) bereits vor längerer Zeit zeigte, dass kurarisirte Froschmuskeln (Sartorius) bei Nebenschließung ihres Eigenstromes durch Eintauchen in 0,6 % NaCl-Lösung nach Anlegung eines Querschnittes oder im unverletzten Zustande bei künstlicher Durchströmung pulsiren, wobei allerdings die Kraft der einzelnen rhythmischen Kontraktionen so schwach ist, dass sie sich nur bei völliger Entspannung des Muskels deutlich erkennen lassen. Andrerseits lässt sich leicht zeigen, dass bei Anwendung starker Kettenströme die über den größten Teil des Muskels verbreitete Schließungsdauerkontraktion keineswegs einem stetigen Kontrak-

1) Wiener Sitzungsberichte. Bd, LXXIX. III. Abt. 1879. Januarheft. Vgl. auch Kühne, Untersuchungen aus dem Heidelberger physiologischen Institut III. Bd. S. 16.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

tionszustande entspricht, sondern einen wahren Schließungstetanus darstellt, der auch hier bisweilen in deutlich von einander gesonderte rhythmische Zuckungen aufgelöst erscheint, meist aber nur durch kleinere Zacken und Wellen von größerer oder geringerer Regelmäßigkeit an der Muskelkurve charakterisirt ist. Es kann demnach nicht davon die Rede sein, die rhythmischen Kontraktionen nach lokaler Erregbarkeitssteigerung etwa darauf zurückzuführen, dass die durch das Na_2CO_3 bedingte an und für sich unzureichende chemische Erregung erst durch den neu hinzukommenden elektrischen Reiz zur Auslösung kräftiger Kontraktionen führt, deren Rhythmus mit Rücksicht auf die Tatsache erklärlich sein würde, dass auch chemische Reizung allein unter Umständen rhythmische Erregung des Muskels bewirkt[1]), sondern es handelt sich hier in der Tat, wie beim Nerven, um eine spezifische Wirkung des konstanten elektrischen Stroms an und für sich. Es schließen sich hier naturgemäß Beobachtungen Engelmann's[2]) an, welche wol ohne Bedenken als ein Analogon der bisher erwähnten Tatsachen gelten dürfen. Ich meine jene periodisch von der Kathode des konstanten Stroms ausgehenden Kontraktionswellen, welche der genannte Forscher nicht selten am Ureter des Kaninchens beobachtete. „Die Zahl der während einer Schließungsdauer von 1—2 Minuten beobachteten Kontraktionen betrug bei Reizung mit schwachen Strömen gewöhnlich weniger (2—3), bei Reizung mit starken mehr (5—7). Die Zeiträume, in denen sich die Wellen folgten, schwankten zwischen 4 und 20 Sekunden. Häufig waren die Perioden ziemlich gleich und kurz, in andern Fällen von verschiedener Dauer. In der Zeit zwischen 2 Wellen pflegte, wenigstens bei stärkern Strömen, der Ureter an der negativen Elektrode nicht ganz zu erschlaffen. Auch nach Oeffnung des konstanten Stroms sah Engelmann am Ureter der Ratte mehrmals periodische Kontraktionswellen von der Stelle des positiven Pols ausgehen.

Wenn demungeachtet Engelmann das oben erwähnte „Gesetz der Reizwelle“ als durchweg geltend ansah, so erscheint dies auf Grund der gegenwärtig vorliegenden Tatsachen unzulässig. Denn es stellt sich wol heraus, dass in sehr vielen Fällen und insbesondere bei indirekter Muskelreizung eine einmalige Schließungszuckung den regelmäßigen Reizerfolg bildet; aber unter gewissen Bedingungen, zu welchen in erster Reihe ein hoher Grad von Erregbarkeit gehört, erzeugt der mit konstanter Dichte fließende Strom einen rhythmischen Erregungszustand des Nerven sowol als auch des entnervten willkürlichen Muskels und gewisser glattmuskeliger Organe (Ureter). Und dies ver-

1) Vergl. Biedermann, Wiener Sitzungsber. Bd. LXXXII III. Abt. 1880. Novemberheft.

2) Pflüger's Arch, III. S. 262 und 414.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

rät sich entweder durch Ablauf mehrerer deutlich von einander zu sondernder Kontraktionswellen, oder durch einen (scheinbar) stetigen tetanischen Kontraktionszustand des Muskels, sodass in gradweiser Abstufung dieselben Erscheinungen sich wiederholen bei elektrischer Reizung der genannten irritablen Gebilde, zu denen sich noch der Herzmuskel gesellt, an welchem bereits seit langer Zeit rhythmische Pulsationen unter dem Einfluss konstanter Durchströmung bekannt sind. Ob jedes dieser Gebilde, um mit v. Frey zu sprechen, „für einen bestimmten ihm eigentümlichen Rhythmus der Erregungen eingerichtet ist," muss vorläufig zweifelhaft bleiben. Doch lässt sich soviel sagen, dass die Aufeinanderfolge der rhythmischen Erregungsimpulse im allgemeinen eine um so raschere ist, je größer die Erregbarkeit am Orte der direkten Reizung ist. Sinkt dieselbe unter einen gewissen Wert hinab, so gelingt es nicht mehr, rhythmische Einzelkontraktionen oder einen (scheinbar) stetigen Schließungstetanus durch den konstanten Strom auszulösen, sondern es erfolgt lediglich eine einmalige Schließungszuckung, wie es dem allgemeinen Gesetz der elektrischen Erregung zufolge immer der Fall sein sollte. Es scheint jedoch, dass in der Mehrzahl der Fälle auch diese Zuckungen nicht wirklich einfache sind, sondern vielmehr abgekürzte Tetani darstellen. Für diese Anschauung spricht wenigstens sehr entschieden der besonders bei direkter Muskelreizung sehr bedeutende Größenunterschied zwischen maximalen Schließungszuckungen und zweifellos einfachen durch einzelne Induktionsschläge ausgelösten Zuckungen.

Es bleibt schließlich noch eine Arbeit von K. Schönlein „über rhythmische Kontraktionen quergestreifter Muskeln auf tetanische Reizung" zu erwähnen, deren Resultate sich naturgemäß den vorstehend beschriebenen Tatsachen anschließen. Bernstein und andere Forscher haben übereinstimmend gefunden, dass unter Umständen sehr rasch einander folgende Induktionsströme wie ein konstanter Strom wirken, indem sie vom Nerven aus nur eine einmalige Zuckung des Muskels (die sog. „Anfangszuckung") auslösen, über deren Deutung die Ansichten freilich auseinandergehen. Schönlein stellt nun auf Grund seiner Untersuchungen den Satz auf, dass es sich hier um „echte Zuckungen" handelt, „indem sich eine Anzahl von Reizen, welche einzeln nicht im stande sind Zuckung auszulösen, zu einem einzigen wirksamen Reize summiren". Demnach erschien es nicht unmöglich, „dass bei gleichmäßig fortdauernder Reizung mit Induktionsströmen in der für die Anfangszuckung nötigen Frequenz und Stärke rhythmische Kontraktionen eines Muskels zu stande kommen könnten, falls nach Ablauf der Anfangszuckung und ungeachtet der Fortdauer der schwachen Erregung die ursprüngliche Erregbarkeit sich wieder herzustellen vermag."

Indess zeigte sich, dass Nervmuskelpräparate vom Frosch den theoretischen Voraussetzungen nur höchst unvollkommen entsprachen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Dagegen hatte bereits Richet[1]) rhythmische Veränderungen in der Kurve von tetanisch gereizten Krebsscheerenmuskeln beschrieben, so dass es einladend schien, auch die Muskeln anderer Arthropoden in das Bereich der Untersuchung zu ziehen. Schönlein wählte hierzu die Beine des großen Wasserkäfers (*Dytiscus marginalis*). In den Femur wurden zwei als Elektroden dienende Nadeln eingestochen, während die Tibia mittels eines Coconfadens mit einem Schreibhebel in Verbindung stand. In den primären Kreis eines Inductionsapparats war ein akustischer Stromunterbrecher eingeschaltet und es wurden nur minimale, eben grade wirksame Stromstärken benützt. Statt nun eine Anfangszuckung oder einen kontinuirlichen Tetanus zu verzeichnen, „geht vielmehr die Tibia in der allergleichmäßigsten Bewegung auf und nieder, den Hebel nach sich ziehend, welcher Kurven beschreibt, die an Regelmäßigkeit zum Teil denen nicht nachstehen, die eine schwingende Feder auf dem berußten Papier verzeichnet." Die Frequenz dieser Bewegungen ist eine sehr wechselnde; sie schwankt in Grenzen von 6—2 Zuckungen in der Sekunde. Schönlein unterscheidet 2 Hauptgruppen: 1. „rhythmische Kontraktionen, Kurven, bei denen der Hebel bis zur Abscisse hinabgeht, und 2. rhythmische unterbrochne Tetani, Kurven, bei denen die untern Wendepunkte merklich über der Abscisse bleiben. „Diese letztern beobachtete Schönlein jedoch lediglich an *Hydrophilus piceus* und den Scheerenmuskeln des Krebses. Endlich kommen auch rhythmische Zuckungen oder kurze Tetani vor, welche durch gleich lange Pausen der Ruhe von einander getrennt sind. Bei verstärkter Reizung vermögen sich alle die erwähnten rhythmischen Bewegungen in einen kontinuirlichen Tetanus zu verwandeln, der jedoch am Ende bisweilen wieder in Rhythmen sich auflöst. Die Reizfrequenzen, bei welchen diese letztern beobachtet werden, variiren innerhalb ziemlich weiter Grenzen, treten aber am Käferbein nicht unter 80—100 Reizen in der Sekunde auf. Die Krebsscheere arbeitet noch bei etwa 30 Reizen in der Sekunde rhythmisch. Etwaige Versuchsfehler (mangelhafte Kontakte, Wirkung antagonistischer Muskeln etc.) erscheinen durch Kontrolversuche ausgeschlossen.

Biedermann (Prag).

S. Stricker, Studien über die Assoziation der Vorstellungen.

95 S. mit einer Tafel. Wien 1883, Wilhelm Braumüller.

Den wesentlichen Inhalt der vorliegenden Broschüre bilden „Studien" über die Elemente und das Zustandekommen des Raumbegriffs, denen eine Reihe allgemeiner Bemerkungen über die Assoziation von

1) Vgl. dessen „Physiologie des Muscles et des Nerfs". 1882. p. 126 ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1883-1884

Band/Volume: 3

Autor(en)/Author(s): Biedermann Wilhelm

Artikel/Article: Ueber die Einwirkung des konstanten Stroms und rasch auf einander folgender Induktionsströme auf Nerven und Muskeln. 116-123