

Über die Veränderung der reflektorischen Erregbarkeit bei Einwirkung des intermittierenden galvanischen Stromes auf das Zentralnervensystem.

Von

Dr. W. Tschagowetz,

Professor der Physiologie an der Kais. St. Wladimir-Universität in Kiew.

Als ich, bald nachdem Ledue seine Versuche mit dem „elektrischen Schläfe“ veröffentlicht hatte, der bei Tieren dadurch hervorgerufen wird, dass man den intermittierenden galvanischen Strom in aufsteigender Richtung durch Rückenmark und Gehirn hindurchgehen lässt¹⁾, mit der Nachprüfung dieser Erscheinungen beschäftigt war²⁾, lenkte eine interessante Erscheinung meine Aufmerksamkeit auf sich, und zwar — eine bedeutende Erhöhung gewisser Formen der reflektorischen Erregbarkeit, die in besonders scharf ausgeprägtem Grade beim Frosche hervortritt.

Da diese in vieler Hinsicht sehr interessante Erscheinung — soweit mir bekannt — in der physiologischen Literatur noch nicht behandelt worden ist, so möchte ich hier einige von mir bei der Wiederholung der Ledue'schen Versuche gemachten Beobachtungen mitteilen.

Versuche an Warmblütern.

Meine Versuche wurden an Hunden, Katzen und Kaninchen angestellt. Am anschaulichsten gestalten sich die Versuche an Katzen, weil sich dieselben während des Versuches stets sehr unruhig verhalten, weshalb die Momente des „Einschlafens“ und „Erwachens“ nach der Öffnung des Stromes besonders in die Augen fallen. Ich habe denn auch die Mehrzahl meiner Versuche an Katzen angestellt.

1) Compt. Rend. de l'Acad. de Paris t. 85 p. 199. 1902. — Compt. Rend. de la Soc. de Biol. t. 54 p. 1297.

2) Obosrenie Psichiatrii 1906 (russisch).

Pflüger's Archiv für Physiologie. Bd. 146.

Nach vorausgegangenem Scheren des Haares am Kopfe und in der Kreuzbeingegend wird das Tier in der Rückenlage am Operationstisch festgebunden. Auf Kopf und Kreuzbein werden zwei längliche Blechplatten gesetzt, die als Elektroden dienen, wobei man zwischen Körper und Blech eine Lage mit 1—2 % iger Kochsalzlösung angefeuchtete Watte legt. Als Stromunterbrecher dienten mir entweder Stimmgabeln mit 100 und 240 Schwingungen in der Sekunde, oder für weniger frequente Unterbrechungen der Neff'sche Hammer eines Schlitteninduktoriums, wobei der Körper des Tieres als Seitenkette an den in die Hauptkette, in der sich die Stimmgabel befand, eingeschaltete Rheochord oder den Rheostaten angeschlossen wurde. Indem man den Widerstand des letzteren ändert, kann man leicht einen Strom von gewünschter Stärke in den Körper des Tieres abzweigen. Die Stärke desselben wurde nach der Ablenkung des Zeigers des Amperemeters bestimmt, der in die gleiche Kette mit dem Tierkörper eingefügt wird. Die weiter unten angeführten Zahlen, die die Stromintensität in Milliampere ausdrücken, beziehen sich auf die Ablenkung des Zeigers während der Stromunterbrechungen. Bei dauernder Stromschliessung erhielt man in den entsprechenden Fällen bei der Stimmgabel von 100 Schwingungen in der Sekunde zweibis viermal grössere Ablenkungen und bei der Stimmgabel von 240 Schwingungen vier- bis achtmal grössere.

Wenn man unter solchen Bedingungen den intermittierenden galvanischen Strom in der Weise schliesst, dass er in aufsteigender Richtung durch den Tierkörper geht, und, beginnend mit $\frac{1}{2}$ —1 Milliampere, allmählich seine Intensität erhöht, so gelangt die folgende Aufeinanderfolge von Erscheinungen zur Beobachtung. Anfangs zeigt das Tier keinerlei Anzeichen von Beunruhigung während des Durchgehens des Stromes, es zuckt nur leicht beim Öffnen und Schliessen desselben zusammen; sodann (bei 2—5 Milliamp.) sind die Kennzeichen starker Unruhe während der ganzen Zeit der Stromschliessung zu bemerken, wobei jedoch das Tier augenscheinlich kein anderes Gefühl empfindet ausser dem gewöhnlichen unangenehmen Gefühl, das der intermittierende Strom hervorruft. Wird die Stromstärke noch mehr erhöht (gegen 10 Milliamp.), so tritt bei jeder Schliessung desselben eine kurze Zeit andauernder tonischer Krampf aller Muskeln des Körpers ein, der aber nach einigen Sekunden spontan aufhört. Wenn man schliesslich einen noch stärkeren Strom (15—20 Milliamp.) nimmt, so ruft jede Schliessung desselben einen

starken, allgemeinen tonischen Krampfungszustand mit Stillstand der Atmung hervor, der während der ganzen Schliessungszeit anhält und schliesslich in den Tod übergehen kann.

Wenn man nun, nachdem das Tier zuerst in einen solchen allgemeinen tetanischen Krampfungszustand versetzt worden ist, den Strom so weit abschwächt, dass der Tetanus aufhört, so tritt im Zustande des Tieres eine stark ausgeprägte Veränderung auf. Der fortdauernde Strom (5—10 Milliamp.) ruft keine Muskelbewegungen mehr hervor; das Tier liegt völlig ruhig da, gleichsam als wäre es von Schlaf oder einer Art von allgemeiner Hemmung befangen; Atmung und Puls sind augenscheinlich normal, obwohl die Atmung in der Mehrzahl der Fälle etwas beschleunigt ist. Die losgebundenen Extremitäten bleiben die ganze Zeit über ohne jede Spur von willkürlichen Bewegungen, sie befinden sich aber nicht im Zustande völliger Prostration. Wenn man der Extremität irgendeine unbequeme Lage gibt, so kann dieselbe langsam spontan die normale Lage annehmen, ganz so, wie das bei schlafenden Menschen und Tieren beobachtet wird. Eine von meinen Katzen gab hierbei während des Versuches schnurrende Laute von sich, die denen ähnlich waren, die diese Tiere öfters beim Einschlafen ertönen lassen.

Äusserst eigenartige Veränderungen beobachtet man in bezug auf die Schmerz- und taktilen Reflexe. Wenn man eine Hautfalte erfasst und sie vorsichtig, d. h. ohne starke Bewegung, mit einer Nadel durchsticht, so ruft das von seiten des Tieres nicht die geringste Reaktion hervor. Umgekehrt bemerkt man, wenn der Stich mit gewisser Kraft geführt wird (Hinzutreten der taktilen Empfindung?), eine Kontraktion in den nächstgelegenen Muskelgruppen oder sogar in der ganzen Extremität; dasselbe erfolgt beim Beklopfen, Kneifen und dergleichen kurzdauernden und zugleich starken Reizungen. Ebenso lässt sich leicht eine beträchtliche Erhöhung der Sehnenreflexe, z. B. des Kniereflexes beobachten, wobei der Umstand in die Augen fällt, dass diese Erhöhung in engstem Zusammenhange mit der Stärke des verwendeten Stromes steht: am deutlichsten tritt dieselbe bei solchen Stromstärken hervor, die unmittelbar denjenigen voraufgehen, bei denen bereits allgemeine Krämpfe auftreten.

Der einmal eingetretene Schlaf kann bei fortdauerndem Strome lange Zeit hindurch unterhalten werden, wobei die Stromintensität im Verlaufe des Versuches vorsichtig bis auf 1—2 Milliamp. ab-

geschwächt werden kann, ohne dass das Tier aufwacht. Nach Unterbrechung des Stromes lässt sich das Tier sofort in den normalen Zustand zurückversetzen. Ich habe jedoch im Gegensatz zu Leduc nur in seltenen Fällen die Beobachtung machen können, dass das Tier unverzüglich nach dem Aussetzen des Stromes erwachte und von selbst auf die Füße sprang; in der Mehrzahl der Fälle bleibt es eine gewisse Zeit lang unbeweglich liegen, indem es sich gleichsam in einem Zustande der Erstarrung befindet, aus welchem es aber unverzüglich zu sich kommt, wenn man es anruft, ihm einen Stoss versetzt usw. Nach dem Erwachen sind sogar bei einer langen Versuchsdauer keinerlei Besonderheiten, die auf irgend eine schädliche Wirkung des Stromes, eine Betäubung usw. hinweisen, zu bemerken, wenn nur hierbei keine langandauernde oder wiederholte Anwendung sehr starker Ströme erfolgte, die Krämpfe hervorrufen. Im letzteren Falle ist nach dem Erwachen eine gewisse Betäubung des Tieres und nicht selten ein paretischer Zustand (schwankender Gang) und mitunter eine vollkommene Paralyse der Extremitäten, insbesondere der hinteren, zu bemerken. Doch alle diese Erscheinungen verschwinden nach kurzer Zeit völlig.

Bei der Wiederholung der Versuche habe ich auch keinerlei schlimme Folgen beobachtet.

Gemäss den Beobachtungen von Leduc gelingen die Einschläferungsversuche am besten bei einer Unterbrechungsfrequenz von 150 und 200 in der Sekunde. Leider stand mir keine genügende Anzahl von Stimmgabeln mit verschiedener Schwingungszahl zur Verfügung, so dass ich nicht die Möglichkeit hatte, die Richtigkeit dieser Beobachtung nachzuprüfen. Doch bei der mir zugänglichen Gradation der Frequenz, mit der ich experimentierte (Stimmgabeln von 100 und 240 Schwingungen in der Sekunde und der Neff'sche Hammer, mit dessen Hilfe man die Frequenz von 70 bis auf zweibis dreimal in der Sekunde variieren konnte), vermochte ich keinen besonderen Unterschied in der Schnelligkeit und Leichtigkeit, mit denen der Schlaf bei verschiedener Frequenz eintritt, zu bemerken; ausgenommen waren nur die sehr langsamen Unterbrechungen (weniger als 20 in der Sekunde), bei denen stärkere Ströme schon keinen andauernden Tetanus, sondern nur einzelne Zuckungen des ganzen Körpers hervorrufen. Bei einer Frequenz von 30—40 mal in der Sekunde tritt der Schlaf aber ziemlich leicht und vollkommen ein.

Ich habe auch die Wirkung des konstanten Stromes in der

gleichen Richtung geprüft. Zu diesem Zwecke brachte ich genau ebenso wie bei den Versuchen mit dem intermittierenden Strome zuerst rasch die Stromstärke auf solch eine Höhe, bei welcher allgemeine Krämpfe auftreten (20—40 Milliamp.), liess den Strom im Verlauf von einigen Sekunden in solch einer Lage geschlossen, worauf ich seine Stärke bis zum Verschwinden der Krämpfe abschwächte. Das Tier blieb eben unbeweglich und in den gleichen „Schlaf“ versunken wie beim intermittierenden Strome, wobei sich genau ebenso die Schmerzempfindlichkeit als herabgesetzt und die Sehnenreflexe als erhöht erwiesen. Doch der Schlaf zeichnete sich stets durch geringere Tiefe aus, so dass öfters ein spontanes Erwachen erfolgte, während der Strom geschlossen blieb. Der Schlaf erweist sich als tiefer, wenn vorher ein stärkerer Strom im Laufe einer längeren Zeit hindurchgeleitet wurde; hierbei kann aber der Tod eintreten. Anderseits ist, wenn nach Eintritt des durch den intermittierenden Strom hervorgerufenen Schlafes derselbe durch den konstanten ersetzt wird, dieser letztere imstande, das Tier lange Zeit im schlafenden Zustande zu erhalten.

Versuche an Fröschen.

Leduc beschreibt in seiner Arbeit Versuche, die ausschliesslich an Warmblütern angestellt wurden. Um eine allseitigere Beleuchtung der Frage vom theoretischen Standpunkt zu ermöglichen, habe ich eine Reihe von gleichen Versuchen an Fröschen angestellt. Die Versuchsanordnung bleibt im allgemeinen dieselbe wie bei den an den Warmblütern angestellten Versuchen. Der Frosch wird rücklings auf einem Korktäfelchen mit Hilfe von dicken, durch das Täfelchen durchgesteckten und auf der unteren Seite desselben verknüpften Bindfadenschlingen fixiert. Die letzteren müssen derartig angelegt sein, dass sie alle vier Extremitäten an ihren Abgangstellen vom Rumpf sowie Brust und Bauch umfassen. Man kann das Tier auch mit Hilfe von dünnen Korkstreifen, die dasselbe an das Täfelchen andrücken und mit ihren Enden durch Stecknadeln an das letztere festgesteckt sind, fixieren. Zum Hindurchleiten des Stromes dienen die gleichen Blechelektroden, deren jede eine gegen 2 qcm haltende Fläche aufweist; diese Elektroden werden mit einer dünnen Schicht von mit physiologischer Kochsalzlösung getränkter Watte bedeckt und unter den Kopf und den unteren Teil des Rückens appliziert.

Wenn man nun beginnt, durch den Frosch den aufsteigenden intermittierenden Strom hindurchgehen zu lassen, so gelangt bei allmählicher Verstärkung desselben die gleiche Reihe von Erscheinungen zur Beobachtung wie bei den Warmblütern, d. h. zuerst Unruhe des Tieres, sodann Krämpfe, die nur im Moment der Schliessung und Öffnung des Stromes auftreten und während seines Hindurchgehens fehlen, und schliesslich ein allgemeiner andauernder Tetanus. Die Gradation der Stromstärken, bei denen diese Erscheinungen auftreten, ist entsprechend den geringeren Dimensionen des Frosches annähernd zehnmal schwächer als die bei den Versuchen mit den Warmblütern beobachteten, d. h. sie schwankt zwischen 0,1—1,0 Milliamp.

Wenn man, nachdem der Frosch bis zum allgemeinen kontinuierlichen Tetanus gebracht worden, die Stromintensität bis zu derjenigen Grenze abschwächt, wo derselbe dem Ruhezustande Platz macht, so erweist sich das Tier als völlig unbeweglich, in demselben Zustande allgemeiner Depression daliegend, in den auch die Warmblüter verfallen. Allein hierbei fällt sofort die übermässige Erhöhung der taktilen Reflexe in die Augen, die, wie bereits oben erwähnt, bei den warmblütigen Tieren allerdings auch, jedoch weitaus nicht in solchem Grade beobachtet wird. Das beim Frosch unter solchen Bedingungen zur Beobachtung gelangende Bild erinnert vollkommen an das der Strychninvergiftung: es genügt, wenn man den Körper des Tieres mit dem Finger berührt, wenn man es anbläst, mit der Hand auf den Tisch schlägt u. dgl., damit ein starker Anfall von allgemeinen tonischen Krämpfen von genau derselben Art und dem gleichen Charakter wie beim Strychnintetanus erzielt werde. Stärke und Dauer dieser Anfälle sowie der Grad der Erregbarkeitsänderung hängen sowohl vom Allgemeinzustand des Frosches (Beweglichkeit, Fehlen von Ermüdung und Erschöpfung) als auch insbesondere von der Stärke des zur Verwendung gelangenden Stromes ab. Die Tetanusanfälle werden um so leichter und stärker hervorgerufen, je näher sich die Stromintensität derjenigen Grenze befindet, über die hinaus bereits ein dauernder Tetanus erhalten wird. Nach Maassgabe des Abrückens des Rheochordschiebers sinken die Dauer und Stärke der Tetanusanfälle und die reflektorische Erregbarkeit sehr schnell.

In solch einem Zustande von allgemeiner Depression mit Verlust jeder willkürlichen Bewegung und mit Erhöhung der reflektorischen

Erregbarkeit verharret der Frosch die ganze Zeit über, solange der Strom geschlossen bleibt. Allein dieser Zustand bleibt nicht die ganze Zeit über stationär, sondern ändert sich in dem Sinne, dass die Grenze der erhöhten Reizbarkeit (über die hinaus der allgemeine dauernde Tetanus eintrat) allmählich immer höher hinauf-rückt, so dass, wenn z. B. zu Beginn des Versuches das Reizbarkeits-maximum bei 0,4 Milliamp. lag, sich dasselbe weiterhin, z. B. bis auf 0,5—0,6 Milliamp., verschieben kann usw. Grad und Schnelligkeit des Sinkens der Erregbarkeit sind in den verschiedenen Fällen recht verschieden, im allgemeinen aber nicht sehr beträchtlich, und die Stromgradation schwankt hierbei gewöhnlich in den Grenzen von einigen Zehnteln eines Milliampere. Deshalb erweist sich ein gewöhnlicher Amperemeter als untauglich zur präzisen Graduierung des Stromes bei derartigen Versuchen, weshalb man einen empfindlicheren Galvanometer benutzen oder sich einfach mit der Benennung der Stromstärke in Millimetern der Länge des eingeschalteten Rheochorddrahtes begnügen muss, wie das in den weiter unten aufgeführten Versuchsprotokollen geschehen ist.

Übrigens ist es leicht, dadurch, dass man auf solche Weise die Erregbarkeit erhöht, einzelne reflektorische Muskelkontraktionen (M. gastrocnemius) auf der einen Seite bei Reizung des Nerven (N. ischiadicus) der anderen Seite durch einzelne Induktionsschläge zu erhalten und aufzuzeichnen, was beim normalen Zustand fast niemals gelingt und gewöhnlich in dem Sinne gedeutet wird, dass die Nervenzentren nur auf summierte Impulse zu reagieren vermögen.

Ausser dem intermittierenden Strome versuchte ich auch den aufsteigenden konstanten Strom und erhielt dabei die gleichen Resultate wie bei den Warmblütern, d. h. es wurde, wenn auch ein positiver, so doch kein so deutlich ausgeprägter und dauernder Effekt erreicht.

Es erschien theoretisch zur Aufklärung des Wesens des ganzen oben geschilderten Bildes der hemmenden Wirkung der intermittierenden Ströme im höchsten Grade wichtig, die Beteiligung dieser oder jener Abschnitte des Zentralnervensystems hieran klarzustellen. Zu diesem Zwecke habe ich an Fröschen eine Reihe von Versuchen mit der Entfernung einzelner Teile des Kopf- und Rückenmarks, wie z. B. der Hemisphären und der Sehhügel, des ganzen Kopfinarkes mit dem verlängerten Mark und endlich von Teilen des Rückenmarks, angestellt. In allen diesen Fällen blieb der allgemeine

Charakter der Wirkung des intermittierenden Stromes ein und derselbe, d. h. es wurde eine starke Erhöhung der reflektorischen Erregbarkeit erhalten. Dabei ruft die Entfernung der Hemisphären allein und auch mit den Sehhügeln fast keinen Unterschied im erhaltenen Resultat hervor, und nur nach der Entfernung des verlängerten Markes und eines Teiles des Rückenmarkes gelangt bei bleibender Erhöhung der reflektorischen Erregbarkeit eine Abnahme der Dauer und Stärke des reflektorischen Krampfes zur Beobachtung, der einer Einzelzuckung aller Körpermuskeln ähnlich zu werden beginnt.

Alles oben bezüglich der Erhöhung der reflektorischen Erregbarkeit bei Einwirkung des aufsteigenden intermittierenden Stromes Gesagte bezieht sich auf die taktilen Reize. Da nun gemäss allgemein verbreiteten physiologischen Anschauungen eine gewisse Unähnlichkeit zwischen den taktilen und den Schmerzreflexen existiert, so habe ich auch eine Reihe von Versuchen mit der Messung der reflektorischen Erregbarkeit nach der Türck'schen Methode angestellt. Hierbei konnte ich mich davon überzeugen, dass der intermittierende Strom auch hier genau ebenso in stimulierender Weise wirkt, wobei, wie aus den weiter unten aufgeführten drei Versuchsprotokollen ersichtlich, in einigen Fällen deutlich zu bemerken ist, wie die Reflexzeit bei grösserer Stromstärke abnimmt. Zugleich kann man aus allen Versuchen die Schlussfolgerung ziehen, dass bei langdauernder Wirkung des Stromes allmählich eine Abnahme der Erregbarkeit eintritt und dass überhaupt nach der Anwendung des Stromes oft unregelmässige Schwankungen der Reflexzeit erfolgen, die beträchtlicher sind, als das in normalen Fällen der Fall zu sein pflegt.

In den weiter unten ausgeführten drei Protokollen sind die Resultate der Messung der reflektorischen Erregbarkeit nach dem Türck'schen Verfahren an drei Fröschen bei Entfernung der Hemisphären allein, der Hemisphären und Sehhügel und endlich des ganzen Kopfmarkes mit Einschluss des verlängerten Markes verzeichnet. Bestimmungen der Reflexzeit bei fehlendem und vorhandenem Strome wechseln miteinander ab, wobei die Zwischenzeit zwischen zwei Bestimmungen $1\frac{1}{2}$ —2 Minuten betrug. Die Intensität des durchgeleiteten Stromes ist in Zentimetern der Länge des eingeschalteten Rheochorddrahtes ausgedrückt, wobei bei der in diesen Versuchen erfolgten Verteilung der Widerstände die Stromintensität

ungefähr der Länge des Drahtes proportional war; jeder Zentimeter des letzteren entsprach annähernd 0,01 Milliamp. Wie aus den aufgeführten Zahlen hervorgeht, ergaben oft sehr geringfügige Schwankungen der Stromintensität bereits deutliche Erfolge im Sinne der Veränderung der reflektorischen Erregbarkeit.

Versuch I. 12. Mai 1905.

Frosch ohne Hemisphären, die 4 Stunden vor dem Versuch entfernt worden waren. Der Strom wird mit Hilfe einer Stimmgabel von 100 Schwingungen in der Sekunde unterbrochen. Zu Beginn des Versuches treten die Krämpfe bei einem Abstände des Rheochords von 11 cm ein, was einer Stromstärke von ungefähr 0,1 Milliamp. entspricht. Die Säure war eine 0,1%ige SO_4H_2 .

Zu Beginn des Versuches vor der Anwendung des Stromes tritt der Reflex nach Verlauf von 22 Sekunden seit dem Eintauchen in die Säure ein. Nach der Schliessung des Stromes auf 11 cm erfolgt eine Reihe von unregelmässigen Schwankungen der Reflexzeit in den Grenzen von 29—50 Sekunden. Sodann erweist sich die Erregbarkeit ohne Strom als stark herabgesetzt, so dass der Reflex sogar nach 1 Minute nicht eintritt.

Ohne Strom	> 60 Sek.
Strom auf 11 cm	17 "
" " 11 "	17 "
Ohne Strom	20 "
" "	25 "
" "	25 "
Strom auf 11 cm	15 "
" " 11 "	14 "
Ohne Strom	19 "

Nach einstündiger Pause:

Ohne Strom	30 "
" "	33 "
Strom auf 11 cm	20 "
Ohne Strom	25 "
Strom auf 10 cm	23 "
Ohne Strom	35 "
" "	20 "
" "	25 "
Strom auf 10 cm	17 "
" " 11 "	10 "
" " 11 "	10 "
" " 11 "	10 "
Ohne Strom	28 "
" "	27 "
Strom auf 10 cm	17 "

Strom auf 10 cm	14 Sek.
„ „ 11 „	10 „
Ohne Strom	19 „

Pause von 8 Minuten.

Ohne Strom	19 „
„ „	19 „
„ „	18 „
Strom auf 9 cm	10 „
„ „ 7 „	17 „
„ „ 8 „	17 „
„ „ 9 „	10 „
„ „ 9 „	16 „
Ohne Strom	28 „
„ „	25 „
Strom auf 8 cm	30 „
„ „ 8 „	50 „
Ohne Strom	40 „
Strom auf 7 cm	28 „
Ohne Strom	80 „
Strom auf 7 cm	30 „
„ „ $7\frac{1}{2}$ cm	27 „
„ „ 8 cm	30 „
Ohne Strom	37 „
„ „	50 „
„ „	45 „
Strom auf 10 cm	45 „
„ „ 11 „	58 „
„ „ 12 „	55 „
„ „ 14 „	40 „
„ „ 15 „	25 „
„ „ 15 „	20 „
Ohne Strom	60 „
„ „	55 „
Strom auf 14 cm	25 „
„ „ 13 „	35 „
„ „ 14 „	24 „
Ohne Strom	> 60 „

Versuch II. 13. Mai 1905.

Frosch ohne Hemisphären und Sehhügel. Die übrigen Versuchsbedingungen wie im vorhergehenden Versuch.

Ohne Strom tritt der Reflex sogar nach 1 Minute noch nicht ein.

Ohne Strom	> 60 Sek.
Strom auf $7\frac{1}{2}$ cm	> 60 „
„ „ 10 „	25 „

Strom auf 9 $\frac{1}{2}$ cm	60 Sek.
„ „ 10 „	55 „
Pause von 5 Minuten.	
Ohne Strom	> 75 „
Strom auf 10 cm	65 „
„ „ 11 $\frac{1}{2}$ cm	45 „
„ „ 12 cm	25 „
Ohne Strom	>150 „

Versuch III. 14. Mai 1905.

Frosch mit dem Rückenmark allein. Stromstärke und das übrige wie in den beiden vorstehenden Versuchen. Stärke der Säure 0,01%.

Ohne Strom.	nach 30 Sek.	schwacher Reflex
„ „	30 „	„ „
Strom auf 10 cm	30 „	stärkerer „
Ohne Strom.	30 „	schwacher „
Strom auf 11 cm	10 „	starker „
„ „ 11 „	10 „	„ „
Ohne Strom.	25 „	schwacher „
Strom auf 11 cm	25 „	stärkerer „
„ „ 11 „	25 „	„ „
„ „ 12 „	30 „	„ „
Ohne Strom.	35 „	schwacher „
Strom auf 13 cm	15 „	
„ „ 13 „	17 „	
Ohne Strom.	30 „	
Pause.		
Ohne Strom.	17 „	
„ „	17 „	
Strom auf 12 cm	7 „	
Ohne Strom.	17 „	
„ „	17 „	
Strom auf 11 cm	15 „	
„ „ 12 „	7 „	
Ohne Strom.	22 „	

Was nun die Erklärung dieser komplizierten Erscheinungen anbelangt, so wäre es bis zur detaillierten Erforschung derselben vielleicht am einfachsten, sie als das Resultat einer gewissen Art von Hemmung oder von parabolischem Zustand im Sinne von Wedenski zu betrachten, wobei sich neben der völligen Unterdrückung der Gehirnfunktionen, die durch die Wirkung der auf den Schädel applizierten Kathode hervorgerufen wird, eine erhöhte Erregbarkeit auf dem Wege der Stromschleifen durch das Rückenmark herausbildet.