

## Die Hemmungsmechanismen der Säugethiere experimentell bewiesen.

Von

Dr. L. N. SIMONOFF,  
Docent der Pathologie und Therapie in Kasan.

---

(Hierzu Taf. XV.)

---

Seit Setschenoff's Entdeckung der Hemmungsmechanismen in dem Gehirn des Frosches war die Gegenwart dieser Mechanismen in dem Gehirn der Säugethiere fast von allen Physiologen apriori angenommen. Die physiologische Bedeutung und die Specialität dieser Mechanismen in dem Gehirn sind aber vorzüglich in der letzteren Zeit vielfach bestritten worden. Nach den „Neuen Versuchen“ (1865) Setschenoff's und Paschutin's aber glaube ich, dass die gegen sie gemachten Einwendungen keine grosse Bedeutung haben können.

Gesetzt, dass alle Physiologen nun von der Richtigkeit der Setschenoff'schen Resultate überzeugt sind, so kann doch immer diese allgemeine Ueberzeugung nur für den Frosch gelten. Die Annahme der Existenz von Hemmungsmechanismen in dem Gehirn der Säugethiere bleibt bis jetzt ohne allen factischen Grund.

Die Schwierigkeit, fast Unmöglichkeit, an Säugethiern die Versuche Setschenoff's zu wiederholen, war meiner Meinung nach die alleinige Ursache dieses Mangels an Experimenten.

Während des letzten Winters beschäftigte ich mich mit Versuchen an dem centralen Nervensystem des Hundes (Ver-

suchen, welche ich übrigens mit einer ganz anderen Absicht anstellte); unter anderen Experimenten führte ich durch den trepanirten Schädel in das Gehirn des Hundes gewöhnliche stählerne Nähnadeln ein. War die Operation vorsichtig gemacht, so blieben die Thiere während der Einführung der Nadeln ganz ruhig (einige Fälle von Verletzung gewisser Theile des Gehirns ausgenommen) und genasen nach der Operation sehr schnell: der trepanirte Knochen füllte sich aus, die Wunde der Haut heilte, und das Thier schien, trotz der in dem Gehirn gebliebenen Nadel, im Allgemeinen vollkommen gesund. Alles dies war ohne Zweifel sehr interessant (und wird ausführlicher in einer anderen Abhandlung mitgetheilt werden), hatte aber keine augenscheinliche Beziehung zu meiner jetzigen Arbeit. Nichtsdestoweniger waren die Erscheinungen, welche die Operation begleiteten und ihr folgten, die nächste Ursache, durch welche ich auf die Idee kam, die Gegenwart oder die Abwesenheit „der Hemmungscentra“ in dem Gehirn der Säugethiere experimentell nachzuweisen: eine nicht unbedeutende Schwächung der Empfindlichkeit der Thiere beim Kneipen, Drücken u. s. w. (d. h. die Hemmung der Reflexe) wies ich unter den ersten Folgen der Einführung der Nadeln in's Gehirn nach.

Die alleinige Nachweisung dieser Thatsache war schon eine hinreichende Anregung zur Anstellung systematischer Experimente.

Bis jetzt habe ich 30 Versuche angestellt. Bei jedem Versuche wurden zuerst zwei gewöhnliche Nadeln, eine nach der anderen, in das Gehirn des Hundes so eingeführt, dass die oberen Enden der Nadeln ausserhalb des Schädels blieben. Die Reflexe wurden gleich nach der Einführung jeder Nadel und einige Zeit nachher untersucht. Dann wurden die äusseren Enden der Nadeln mit den Elektroden des constanten oder inducirten Stromes verbunden und die Reflexe während und nach der Wirkung des Stromes wieder untersucht.

Jeder Versuch kann und muss also in zwei verschiedene Theile und alle Versuche in drei Kategorien eingetheilt werden:

A) Die Experimente mit der Einführung der Nadeln.

B) Die Experimente mit dem constanten Strome.

C) Die Experimente mit dem inducirten Strome.

Ich habe ausserdem noch einige Versuche mit der Reizung der Hemmungsmechanismen (resp. des Gehirns) durch die peripherischen Enden der Haut-Empfindungs-Nerven (D) und mittelst chemischer Agentien (E) angestellt; die Zahl derselben war aber zu gering.

Wenn man bedenkt, dass bei allen Versuchen zwei Nadeln, eine nach der anderen, eingeführt, dass an einem und demselben Thiere das Schliessen und Unterbrechen des Stromes mehrfach ausgeführt war, und die Reflexe bei Einführung jeder Nadel, jedem Schliessen oder Unterbrechen des Stromes von Neuem untersucht wurden, dann sieht man, dass man für die Bestätigung meiner Schlüsse statt 30 Experimente mehr als 100 im Auge haben muss.

Alle meine Versuche stellte ich an sehr jungen Hunden (die meisten waren nicht älter als 1 Monat) an, deren Schädelknochen dünn und zart sind, so dass die Einführung der Nadeln in's Gehirn bei allen Experimenten ohne vorläufige Trepanation ausgeführt werden konnte. Die eingeführten Nadeln waren gewöhnliche Nähnadeln; die Einführung derselben geschah vermittelt eines Stieles, ganz ähnlich denen, welche für die Nadeln in der mikroskopischen Technik gebraucht werden. In den meisten Fällen rief die Einführung der Nadeln in's Gehirn keine besonderen Erscheinungen von Seiten der operirten Thiere hervor; es schrieen nur sehr wenige, mehr als die Hälfte blieben fast vollkommen ruhig. Ruhe war unmittelbar nach der Operation die Regel. Die Nadeln waren in den Schädelknochen so gut eingeklemmt, dass sie in den meisten Fällen während der ganzen Dauer des Versuches unbeweglich blieben. Dieselben Thiere dienten zu den Experimenten mit der Einführung der Nadeln und mit den elektrischen Strömen. Die Drähte der Elektroden waren immer vor der Operation der Einführung der Nadeln an den letzteren befestigt, und die Schliessung oder Oeffnung des Stromes geschah mittelst des Schlüssels. Zur

elektrischen Reizung des Gehirns mittelst des constanten Stromes wandte ich die kleineren Grove'schen Elemente (4 bis 6) und zur Regulirung der Stärke des Stromes den du Bois-Reymond'schen Rheochord an. Der inducirte Strom wurde durch den Schlitten-Apparat du Bois-Reymond's gewonnen, dessen Scala zur Messung der Stärke des Stromes diente. Eine der hinteren Extremitäten des Hundes ward zur Erweckung der Reflexe angewandt, auch geschah die Reizung der Extremität mittelst des du Bois-Reymond'schen Apparates durch den inducirten Strom. An dem Ende einer der Elektroden war eine feine Nadel befestigt und für die ganze Dauer des Experimentes in die (nicht behaarte) Haut der Ferse des Hundes eingesenkt; die andere Elektrode war mit einem feinen Pinsel aus Messing versehen und diente zur Schliessung des Stromes, immer an einer und derselben Zehe des Fusses. Zur Messung der Stärke der Reizung diente auch hier die Scala des Apparates; die Dauer der Reizung wurde mittelst des Metronoms (100 auf 1') bestimmt.

Vor dem Beginne des Versuches war das Thier (vorzüglich der Kopf und Vordertheil des Körpers) immer gut am Operationsbrette befestigt. Nach Beendigung des Versuches diente die Obduction des getödteten Thieres zur Controlirung der vermutheten Verwundung des Gehirns. Die Einführung der Nadeln selbst tödtete die Thiere gewöhnlich nicht, sie lebten noch lange nach der Operation, und die meisten von denen, welche nicht getödtet wurden, genasen gänzlich.

Bevor ich die eigentlichen Versuche der Reizung des Gehirns auf mechanischem oder elektrischem Wege mittheile, führe ich zwei graphisch dargestellte controlirende Experimente an nicht operirten gesunden Thieren an (S. Fig. I u. II). Jeder der beiden Versuche dauerte etwa 4 Stunden.

#### A. Versuche mit der Einführung der Nadeln.

Die Einführung der Nadeln durch den zarten und dünnen Schädel der jungen Hunde geschah gewöhnlich sehr rasch: in  $\frac{1}{2}$ ' bis 1' für jede Nadel.

Diese Reihe von Versuchen hat mich zu folgenden Schlüssen geführt:

1) Die Einführung der Nadeln in's Gehirn des Hundes bewirkt eine unmittelbare Depression der Reflexe.

2) Die Dauer dieser Depression scheint von der Grösse der eingeführten Nadel, der Tiefe der Einführung derselben und dem Grade der Verwundung des Gehirns direct abzuhängen. Rasche und vorsichtige Einführung von Nadeln einer und derselben Grösse ruft bei allen Thieren die Hemmung der Reflexe von einer und derselben Dauer hervor: 2'—3 $\frac{1}{2}$ '.

3) Nach dem Verlaufe dieser Zeit folgt gewöhnlich die Wiedererhebung des Reflexvermögens zur Norm oder ein wenig darüber.

Wenn die Operation lege artis gemacht wurde, sah ich keine bedeutenden Ausnahmen von diesen drei Schlüssen.

Zur Erläuterung dieser Schlüsse führe ich nun vier graphisch dargestellte Versuche (S. Fig. III, IV, V, VI) und einen derselben wörtlich an.

#### Versuch 8.

Vor der Einführung der Nadeln giebt 180 (an der Scala du Bois-Reymond'schen Apparates) constante und deutliche Reflexe.

Die rechte Nadel eingeführt (während  $\frac{1}{2}$ '): das Thier Anfangs (ungefähr 1') etwas unruhig, schlummert dann ein.

180 bis 130 = 0  
120 deutlich } Dauer der Untersuchung 3 $\frac{1}{2}$ '.

Während der folgenden 8 $\frac{1}{2}$ ' erheben sich die Reflexe allmählich; 12' nach der Operation 180 deutlich.

Anmerkung. In diesem wie in allen jenen Versuchen, wo keine Rede von Ruhe ist, wurde die Reizung der Zehe des Thieres während der ganzen Dauer der Untersuchung, mit bestimmten kurzen Intervallen (von  $\frac{1}{2}$ '—1') zwischen je zwei Applicationen des Reizes, ununterbrochen fortgesetzt.

Ruhe 18'.

Schütteln der eingeführten Nadel.

170 bis 120 = 0  
115 deutlich } Dauer der Untersuchung 2 $\frac{1}{2}$ '.

20' nach dem Schütteln 190 deutlich.

Die linke Nadel eingeführt (während  $\frac{1}{2}$ !).

190 bis 155 = 0

150 deutlich.

(Siehe Fig. IV).

Aus den angeführten, wie aus anderen ähnlichen Versuchen kann man ersehen, dass nicht nur Einführung, sondern auch Erschütterung der schon eingeführten Nadel dieselbe Depression der Reflexe hervorruft. Den Einfluss der fortgesetzten Erschütterung der eingeführten Nadel auf die Dauer und Stärke der Depression sieht man in Fig. V; die Abhängigkeit der Dauer der Depression von der Grösse der Nadel und dem Grade der Verwundung des Gehirns in Fig. VI, wo statt der gewöhnlichen Nadel eine Schuhmacher-Ahle gebraucht wurde.

Die Einführung der Nadel in's Gehirn zieht eine unmittelbare mechanische Reizung desselben nach sich: Hemmung der Reflexe ist somit eine unmittelbare Folge der Reizung des Gehirns; das darauf folgende Verschwinden der Depression (resp. Erhebung der Reflexe zur Norm oder ein wenig darüber) der Ausdruck der Schwächung und endlich gänzlichen Vernichtung dieser Reizung.

Um aber den hemmenden Einfluss der directen Reizung des Gehirns auf das Reflexvermögen ganz festzustellen, muss man beweisen, dass der Schmerz bei der Einführung der Nadeln von keiner Bedeutung für die Hemmung der Reflexe ist. Dieser Einwand ist um so wichtiger, als (wie wir später sehen werden) der anhaltende und starke Schmerz gerade die ähnliche Depression des Reflexvermögens zur Folge hat. Dass die Einführung der Nadeln in's Gehirn selbst schmerzlos ist (einige Theile dieses Organes ausgenommen), braucht nicht bewiesen zu werden, dies ist schon früher durch Versuche Anderer (unsere auch — siehe Einleitung) festgestellt. Hier müssen wir also nur von dem Einflusse des Schmerzes, welcher das Durchstossen<sup>1)</sup> der Nadeln durch Haut,

1) Der grösste Theil unserer Experimente wurde, wie schon gesagt, ohne vorläufige Trepanation ausgeführt.

Knochen und Membranen des Schädels begleitet, reden. Die innerhalb des Schädels gelegenen Nerven konnten wir bei unseren Experimenten auf anatomischem Wege eliminiren.

Gegen den Einfluss dieses Schmerzes sprechen aber folgende Facta:

1) Bei einigen Versuchen ging der Einführung der Nadeln die Trepanation voraus; die Hemmung der Reflexe war nicht minder bemerklich.

2) Schütteln der schon eingeführten Nadel rief auch die Reflexdepression hervor.

3) Das Benehmen des Thieres bei den meisten Versuchen sprach nicht für den starken Schmerz (nur der anhaltende und starke Schmerz wirkt aber, unseren späteren Experimenten zufolge, deprimirend auf das Reflexvermögen. Manche Thiere blieben ganz oder fast ganz ruhig während der Operation.

4) Einige (etwa 10) Versuche misslangen nur daher, dass die Nadel, dringend durch die Haut, Pericranium und die obere Lamelle der Schädelknochen, plötzlich zerbrach, oder mit umgekrümmter Spitze in der Diploë des Knochens blieb.

5) Endlich sprechen die folgenden Versuche mit den elektrischen Strömen positiv für den Einfluss der directen Reizung des Gehirns auf die Hemmung der Reflexe.

B. Versuche mit der Reizung des Gehirns mittelst des inducirten Stromes.

Alle diese Versuche constatiren in genere nur die aus den Experimenten A. angeführten Folgerungen, d. h. dass die Reizung des Gehirns das Reflexvermögen hemmt; aber sie beweisen diesen Satz in noch mehr positiver Weise. Sie machen das Factum der Anwesenheit der reflexhemmenden Mechanismen im Gehirn des Hundes ganz festgestellt.

1) Sie machen es möglich, den Einfluss des Schmerzes auf die Reflexdepression auf experimentellem Wege zu eliminiren: beim Schlessen und Oeffnen des nicht zu starken Stromes blieben die meisten Thiere ganz ruhig, ja einige derselben schliefen während der ganzen Dauer des Versuches, die Hemmung der Reflexe hatte nichtsdestoweniger statt.

2) Sie zeigen, dass der Grad der Reflexdepression

direct von dem Grade der Reizung abhängt. Je stärker der gehirnreizende Strom war, desto tiefer fielen im Allgemeinen die Reflexe. Viele anscheinende Ausnahmen (siehe die Tafel) von dieser Regel stellen sich als solche nur auf den ersten Blick dar. Wenn man bedenkt, dass alle Ausnahmen nur da zu bemerken waren, wo der stärkere Strom nach der mehr oder weniger kräftigen vorläufigen Wirkung des anderen Stromes einwirkte, dass die quantitative Differenz zwischen diesen beiden nach einander wirkenden Strömen gering war, dann begreift man, dass diese Ausnahmen keine wahren Ausnahmen sind: sie sind die nöthigen Folgen der vorläufigen Ermüdung des Gehirns für die Reizung. Wenn die Differenz zwischen der Stärke der beiden nach einander folgenden Ströme gross genug war, um dieser Ermüdung entgegenzuwirken, folgte der stärkeren Reizung immer die tiefere Reflexdepression.

3) Durch die Versuche mit den inducirten Strömen konnte man die Effecte der Reizung des Gehirns an einem und demselben Thiere vielfach prüfen. Hinsichtlich der specifischen Wirkung des inducirten Stromes auf die reflexhemmenden Mechanismen müssen wir bemerken:

1) Das Maximum der Depression und die Wiederkehr der früheren Höhe der Reflexe treten bei den nicht starken inducirten Strömen langsamer als bei mechanischer Reizung des Gehirns mittelst Nadeln ein. Und dies ist ganz verständlich denen, welche die Differenz zwischen der Wirkung der mechanischen und (nicht starken) elektrischen Reize kennen. In dieser Beziehung stimmen meine Versuche auch ganz mit denen Setschenoff's und Paschutin's am Frosche überein (Vergl. „Neue Versuche am Hirn u. s. w. Von Setschenoff und Paschutin. Berlin 1865.) Die starken Ströme hemmen das Reflexvermögen eben so schnell, wie die Reizung des Gehirns mit den Nadeln; die Erhebung der Reflexe geschieht hier im Allgemeinen auch verhältnissmässig schneller als bei der Wirkung der schwachen Ströme.

2) Das Unterbrechen (Oeffnen) des Stromes erzeugt ebenso die Depression des Reflexvermögens mit darauf folgender Erhebung desselben, wirkt also in ganz analoger Weise wie



das Schliessen. Bei dem Unterbrechen geschieht die Depression und die Wiederhebung der Reflexe auch langsamer und allmählicher als in Folge der mechanischen Reize.

Von meinen Versuchen mit dem inducirten Strom führe ich auch einen Versuch wörtlich und fünf graphisch dargestellt (Fig. VII, VIII, IX, X und XI) an.

Versuch 5.

Vor dem Schliessen der Kette 120 deutlich. Die Kette auf 200 geschlossen: Unruhe nur einige Zeit nach dem Schliessen (etwa  $1\frac{1}{2}' - 1'$ ). Unmittelbar nach dem Schliessen der Kette 120 = 0

$\frac{3}{4}'$	"	"	115 deutlich
$1\frac{1}{2}'$	"	"	115 = 0
2'	"	"	110 = 0
3'	"	"	110 deutlich
4'	"	"	115 deutlich
5'	"	"	120 deutlich
7'	"	"	120 deutlich

Strom unterbrochen: keine Veränderung in dem Benehmen des Thieres.

Unmittelbar nach dem Unterbrechen 120 deutlich

1'	"	"	120 = 0
2'	"	"	115 = 0
3'	"	"	110 deutlich
$4\frac{1}{2}'$	"	"	115 deutlich
$5\frac{1}{2}'$	"	"	120 deutlich

Ruhe 10'

120 deutlich; 125 = 0

Die Kette auf 170 geschlossen: Anfangs Nichts, dann leichte Unruhe des Thieres.

Unmittelbar nach dem Schliessen 120 deutlich

1'	"	"	125 = 0
$1\frac{1}{2}'$	"	"	120 = 0
2'	"	"	115 = 0
$3\frac{1}{2}' - 4'$	"	"	idem
5'	"	"	110 = 0
$6\frac{1}{2}'$	"	"	105 deutlich
bis $10\frac{1}{2}'$	"	"	105 deutlich, 110 = 0
$11\frac{1}{2}'$	"	"	110 deutlich
$12\frac{1}{2}'$	"	"	115 deutlich
$14\frac{1}{2}'$	"	"	120 deutlich
bis 19'	"	"	120 deutlich

Strom unterbrochen: Nichts von Seiten des Thieres.

Unmittelbar nach dem Unterbrechen		120 = 0
1/2'	" "	115 = 0
1'	" "	110 deutlich
2'	" "	110 = 0
3'	" "	105 deutlich
4'	" "	105 schwach
5'	" "	105 deutlich
6'	" "	110 deutlich
7'	" "	115 = 0
8'	" "	115 deutlich
9'	" "	120 deutlich
bis 13'	" "	120 deutlich

Die zweite Hälfte desselben Experimentes.

Vor dem Schliessen der Kette 120 deutlich. Die Kette auf 130 geschlossen. Nichts von Seiten des Thieres.

Unmittelbar nach dem Schliessen 120 = 0

1/2'	" "	110 deutlich
1 1/2'	" "	110 deutlich
2'	" "	115 deutlich
2 1/2'	" "	120 = 0
3 1/2'	" "	120 deutlich
bis 5 1/2'	" "	120 deutlich

Der Strom bis 110 verstärkt: keine Veränderung in dem Benehmen des Thieres.

Unmittelbar nach der Verstärkung 110 = 0

1/2'	" "	100 deutlich
1'	" "	110 deutlich
bis 4'	" "	110 deutlich, 115 = 0
6 1/2'	" "	115 deutlich
7 1/2'	" "	120 deutlich

Strom unterbrochen.

Unmittelbar nach dem Unterbrechen		120 deutlich
1'	" "	120 = 0
2'	" "	115 deutlich
3'	" "	115 = 0
4'	" "	110 deutlich
5'	" "	115 deutlich
6'	" "	120 deutlich
7'	" "	120 deutlich

Ruhe 10'.

115 deutlich, 120 unbeständig.

Die Kette auf 110 geschlossen: keine Veränderung in dem Benehmen des Thieres.

Unmittelbar nach dem Schliessen 110 = 0

1/2'	"	"	105 deutlich
1'	"	"	110 deutlich
bis 2'	"	"	110 deutlich, 115 = 0
2 1/2'	"	"	115 schwach
3 1/2'	"	"	115 deutlich
bis 5'	"	"	115 deutlich, 120 = 0
6'	"	"	120 deutlich
7'	"	"	120 deutlich

Strom bis 100 verstärkt: keine Veränderung in dem Benehmen des Thieres.

Unmittelbar nach der Verstärkung 105 = 0, 100 deutlich

1'	"	"	105 deutlich
1 1/2'	"	"	110 = 0
2'	"	"	110 deutlich
3'	"	"	115 = 0
4'	"	"	115 deutlich
5'	"	"	120 = 0
6'	"	"	115 deutlich
7'	"	"	120 deutlich
8'	"	"	120 deutlich

Strom unterbrochen: Nichts von Seiten des Thieres.

Unmittelbar nach dem Unterbrechen und 1' darauf 120 deutlich

2'	"	"	120 = 0
3'	"	"	115 = 0
4'	"	"	110 deutlich
5'	"	"	115 = 0
6'	"	"	115 deutlich
bis 20'	"	"	115 deutlich, 120 unbeständig

Die Kette auf 100 geschlossen: convulsivische Zuckungen in der vorderen Hälfte des Körpers, vorzüglich in dem Gesicht.

Unmittelbar nach dem Schliessen 110 = 0, 105 = 0

1/2'	"	"	100 deutlich	} Während der Convulsionen
1'	"	"	110 = 0	
1 1/2'	"	"	105 = 0	} Keine Convulsionen mehr
2'	"	"	110 deutlich	
2 1/2'	"	"	115 deutlich	} 120 unbeständig
3 1/2'	"	"	120 deutlich	
bis 7 1/2'	"	"	115 deutlich	

Strom verstärkt bis 90. Convulsionen wie bei 100.

Unmittelbar nach der Verstärkung 110 bis 95 = 0

1/2'	"	"	90 deutlich	} Während der Convulsionen
1'	"	"	100 = 0	
2'	"	"	100 schwach	} Keine Convulsionen

2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	nach der Verstärkung	105 = 0	} Keine Convulsionen
bis 5'	" "	105 = 0	
6'	" "	105 deutlich	
7'	" "	110 deutlich	
8'	" "	115 deutlich	
bis 10'	" "	115 deutlich	
		120 = 0	

Das Thier schrie bis 10' und war unruhig, nach 10' verfiel es plötzlich in eine vollständige Ruhe.

	11' nach der Verstärkung des Stromes	110 = 0
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	105 = 0
12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	100 = 0
13'	" "	95 schwach
14'	" "	90 deutlich
15'	" "	95 deutlich
16'	" "	100 deutlich
17'	" "	105 deutlich
18'	" "	110 = 0
19'	" "	105 deutlich
bis 23'	" "	105 deutlich, 110 unbeständig.

(Siehe Figur X).

Der angeführte Versuch ist sehr bemerkenswerth: 1) Er zeigt, dass die Convulsionen (wie der Schmerz), welche die starken Ströme bei Thieren hervorrufen, von keiner Bedeutung für die Reflexdepression sind. Siehe die Tabelle: 100 mit und ohne Convulsionen rief die Hemmung der Reflexe von derselben Stärke hervor. 2) Aus diesem Versuche ersieht man auch, dass durch allmähliche Verstärkung des schon wirkenden Stromes man solche Ströme ohne Convulsionen einführen kann, welche sonst von Convulsionen begleitet sind. (S. an dieser Tabelle die Wirkung des Stromes 100.)

#### C. Versuche mit der Reizung des Gehirns mittelst des constanten Stromes.

Die Experimente mit dem constanten Strome sind nicht so beweisend wie die mit dem inducirten; im Ganzen aber sind die Schlüsse aus den ersteren wie aus den letzteren dieselben:

1) Die erste Periode der Wirkung des Stromes zeichnet sich durch die Depression des Reflexvermögens, die zweite durch Wiedererhebung desselben aus.

2) Diese Perioden sind auch bei dem Unterbrechen (Oeffnen) des Stromes zu bemerken.

Nur treten, meinen Beobachtungen zufolge, die beiden Perioden (nach dem Schliessen wie nach dem Unterbrechen) bei dem constanten Strome viel langsamer und allmählicher als bei den inducirten ein.

Einige Ausnahmen von den Folgerungen (1 und 2), welche in manchen Experimenten mit dem constanten Strome in's Auge fallen (siehe Fig. XIV bei Widerstand 1+2+3+4+5; Fig. XV bei 1; bei 1+2+3+4 und bei 1+2+3+4+5; Fig. XIV bei 1+2+3+4) sind hier leicht erklärbar durch die vorhergehende Ermüdung des Gehirns in Folge des schon gewirkt habenden Stromes.

Plötzliche, unerwartete Hemmung des Reflexvermögens (bei den Experimenten mit dem inducirten wie dem constanten Strome) während begonnener oder schon zur Norm gediehener Erhebung desselben, ohne dass der Strom von Neuem verstärkt, unterbrochen oder eingeführt wäre, erklärt sich durch die Erschütterung des Stromes in Folge der Bewegung des Thieres (S. Fig. XIII), die Veränderung der Dichtigkeit in den Hammerschlägen bei dem inducirten Strome, oder durch die spontanen Blutflüsse im Gehirn; oder endlich durch die willkürliche Hemmung der Reflexe. Allerdings sprechen diese unerwarteten und plötzlichen Hemmungen mehr für als gegen die Existenz der Hemmungsmechanismen im Gehirn.

Von meinen Versuchen mit dem constanten Strome führe ich auch einen wörtlich und fünf in graphischer Darstellung an (S. Fig. XII, XIII, XIV, XV, XVI).

Versuch 8.

Vor dem Schliessen 150 deutlich.

Die Kette geschlossen bei 0 Widerstand; unvorsichtiges Schütteln der einen Nadel; Unruhe des Thieres.

Unmittelbar nach dem Schliessen 150 = 0 (Unruhe)

3'	"	"	140 = 0	} Das Thier ruhig.
3 1/2'	"	"	120 deutlich	
4'	"	"	130 = 0	
5'	"	"	125 = 0	
5 1/2'	"	"	120 = 0	

6'	nach dem Schliessen	115	deutlich
9'	"	115 = 0	
9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	"	110 = 0	
10'	"	105 = 0	
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	"	100	deutlich
13'	"	140	deutlich
bis 18'	"	140	deutlich
		145 = 0	
18 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	"	150	deutlich
19'	"	160	deutlich
bis 28' <sup>1)</sup>	"	160	deutlich
		165 = 0	

Das Thier ruhig.

Ruhe 15'.

170	deutlich	} Dauer der Untersuchung 2'.
180	deutlich	
190	= 0	

Strom unterbrochen.

Ruhe 10'.

180 bis 150	= 0	} Dauer der Untersuchung 5'.
140	deutlich	

Die Kette bei 0 geschlossen; das Thier ruhig.

<sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	nach dem Schliessen	140	= 0
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	"	135	= 0
2'	"	130	deutlich.

Widerstand Nr. 1 eingeführt.

2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	nach dem Schliessen der Kette	130	schwach
	(oder unmittelbar nach der Einführung des Widerstandes Nr. 1.)		

3'	nach dem Schliessen der Kette	130	= 0
3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	"	120	deutlich
4'	"	125	deutlich
bis 7'	"	140	deutlich
		145	= 0

Vorübergehende Unruhe.

Bedeutende Unruhe des Thieres während 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>', dann plötzlich Ruhe.

8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	nach dem Schliessen der Kette	140	= 0
9'	"	130	deutlich
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	"	135	= 0
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	"	130	= 0
12'	"	125	= 0
12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	"	120	deutlich
bis 13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	"	120	deutlich
		125	= 0

Das Thier ruhig.

Ruhe 4'.

17 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	nach dem Schliessen der Kette	125	deutlich	} Das Thier ruhig.
18'	"	140	deutlich	

1) Siehe Anmerkung S. 549.

18 <sup>1/2</sup> '	nach dem Schliessen der Kette	150	deutlich	} Das Thier ruhig
19'	" "	155	deutlich	
20'	" "	160	deutlich	
21'	" "	170	deutlich	
bis 25'	" "	170	deutlich	
		175	= 0	

Strom unterbrochen; das Thier bleibt ruhig.

Unmittelbar nach dem Unterbrechen		170	deutlich
1/2'	" "	170	= 0
1'	" "	165	= 0
1 <sup>1/2</sup> '	" "	160	deutlich
2'	" "	170	deutlich
2 <sup>1/2</sup> '	" "	180	= 0

Ruhe 4'.

170 deutlich, 180 = 0 — Dauer der Untersuchung 1'.

Die Kette bei 1 + 2 Widerstand geschlossen; das Thier ruhig.

Unmittelbar nach dem Schliessen 170 deutlich.

Widerstand Nr. 3 zugesetzt (ergo 1 + 2 + 3): Unruhe des Thieres während 1<sup>1/2</sup>'.

2'	nach der Einführung des 3. Widerstandes	170	= 0
2 <sup>1/2</sup> '	" "	160	= 0
3'	" "	150	= 0
3 <sup>1/2</sup> '	" "	130	= 0
4'	" "	110	= 0
4 <sup>1/2</sup> '	" "	100	= 0
5'	" "	90	deutlich
bis 6 <sup>1/2</sup> '	" "	90	deutlich
		100	= 0
7'	" "	100	deutlich
7 <sup>1/2</sup> '	" "	110	deutlich
bis 11 <sup>1/2</sup> '	" "	110	deutlich
		120	= 0

Ruhe 8<sup>1/2</sup>'.

Nur in der letzten Minute der Ruhe ist das Thier ruhig.

20'	nach der Einführung des 3. Widerstandes	120	deutlich
20 <sup>1/2</sup> '	" "	125	= 0
21 <sup>1/2</sup> '	" "	125	deutlich

Neue Hemmung, so dass

bis 26 <sup>1/2</sup> '	nach der Einführung des 3. Widerstandes	100	= 0
27'	" "	95	deutlich
bis 34'	" "	95	deutlich
		100	= 0
35'	" "	110	deutlich
35 <sup>1/2</sup> '	" "	115	deutlich

bis 40'	nach der Einführung des 3. Widerstandes	120	deutlich
40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" " "	125	deutlich
41'	" " "	130	deutlich
bis 44'	" " "	140	deutlich
47'	" " "	150	deutlich
51'	" " "		idem

## Ruhe 6'.

57'	nach der Einführung des 3. Widerstandes	155 = 0	
57 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" " "	150	deutlich
58'	" " "	155	deutlich
bis 60'	" " "	155	deutlich

## Starke Bewegung mit dem Kopfe.

60 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	nach der Einführung des 3. Widerstandes	155 = 0	
61'	" " "	150 = 0	
61 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" " "	140	deutlich
62'	" " "	145 = 0	
63'	" " "	140 = 0	
63 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" " "	135	deutlich
64 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" " "	140	deutlich

## Neue starke Bewegung mit dem Kopfe.

65'	nach der Einführung des 3. Widerstandes	140	schwach
65 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" " "	140 = 0	
66'	" " "	130 = 0	
66 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" " "	120	deutlich
67'	" " "	130	deutlich
67 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" " "	135	deutlich
bis 75'	" " "	135	deutlich
		140 = 0	

## Ruhe 6'.

135 deutlich } Dauer der Untersuchung 5'.  
140 unbeständig }

Strom unterbrochen; das Thier ruhig.

Unmittelbar nach dem Unterbrechen		135 = 0	
<sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	130	deutlich
1'	" "	130 = 0	
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	125	deutlich
2'	" "	130 = 0	
2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	125	deutlich
3'	" "	125 = 0	
4'	" "	120	deutlich
bis 7'	" "	120	deutlich
		125 = 0	
10'	" "	125	deutlich
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	130	deutlich
bis 12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	130	deutlich
		135	schwach



Ruhe 7'.

19'	nach der Unterbrechung	135	deutlich
20'	" "	140	deutlich
bis 21'	" "	140	deutlich
		145	= 0

Ruhe 6'.

27'	nach der Unterbrechung	145	= 0
27 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	140	deutlich
28'	" "	145	deutlich
28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	150	= 0
29'	" "	150	deutlich
30'	" "	150	deutlich
30 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	160	deutlich
31'	" "	170	deutlich
31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	180	= 0

(Siehe Fig. XIII).

Bei dem Beurtheilen der Erscheinungen, welche die Wirkung des constanten Stromes begleiten, muss man noch den Einfluss der Elektrolyse in Betracht ziehen. Der Elektrolyse schreibe ich den weniger reinen Gang der Reflexe bei der Wirkung des constanten in Vergleich zu dem bei der Wirkung des inducirten Stromes zu. Die Elektrolyse muss auch ihren Theil an der Langsamkeit und, bei vielen Experimenten, an der Unvollständigkeit der Wiedererhebung der Reflexe haben.

D. Versuche mit der Reizung des Gehirns durch die sensiblen Nerven.

Ich habe nur zwei Versuche dieser Art gemacht, aber beide mit positiven Resultaten. Die graphische Darstellung derselben findet sich in Fig. XVII und XVIII; ausserdem lasse ich hier das Protocoll des ersteren folgen.

Versuch 1.

155 deutlich.

Starkes Quetschen des einen Ohres: heftige Unruhe des Thieres während der Operation, dann Ruhe.

Unmittelbar nach der Operation	155	= 0	} Das Thier ganz ruhig.	
1/2'	" "	145		deutlich
1'	" "	150		= 0
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	145		= 0
2'	" "	140		= 0
2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '	" "	135		= 0
3'	" "	130		= 0

3 <sup>1/2</sup> '	nach der Operation	125 = 0	} Das Thier ganz ruhig.
4'	" "	120 deutlich	
von 5' allmähliche Erhebung des Reflexvermögens			
6 <sup>1/2</sup> '	nach der Operation	150 deutlich	
7'	" "	155 = 0	
Ruhe 3'.			
155 deutlich.			

Starkes Quetschen des Schwanzes des Thieres: dasselbe Verhalten des Thieres wie bei der ersten Operation.

Unmittelbar nach der Operation 155 = 0

1/2'	" "	140 deutlich	} Das Thier ruhig.
1'	" "	140 = 0	
2'	" "	130 = 0	
2 <sup>1/2</sup> '	" "	120 = 0	
3'	" "	115 = 0	
3 <sup>1/2</sup> '	" "	110 deutlich	
4'	" "	120 deutlich	
bis 7'	" "	120 deutlich	
8'	" "	125 = 0	
8 <sup>1/2</sup> '	" "	125 deutlich	
bis 9 <sup>1/2</sup> '	" "	130 = 0	
130 schwach			
Ruhe 4'.			
130 schwach.			
Ruhe 4'.			

130 deutlich }  
 140 deutlich } Dauer der Untersuchung 3'.  
 145 = 0 }

(Siehe Fig. XVII).

Nur durch starken und anhaltenden Schmerz konnte ich in meinen Versuchen die Reflexdepression hervorrufen.

E. Der einzige Versuch mit der chemischen Reizung des Gehirns.

Nach der Einführung der feinen Canüle durch den nicht trepanirten Schädel in die Höhle der Ventriculi laterales des Gehirns (wie die Obduction gezeigt hat) und Erholung des Thieres

95 deutlich.

Schwache Lösung von  $\text{CuO}, \text{SO}_3$  durch die Canüle eingespritzt.

Unmittelbar darauf

95—75 = 0 }  
 70 deutlich } Dauer der Untersuchung 4'.

Dann allmähliche Erhebung der Reflexe; 9' nach der Einspritzung 95 deutlich.

1' später war das Thier todt.

(Siehe Fig. XIX).

Nach allen angeführten Experimenten glaube ich die Anwesenheit von Mechanismen in dem Gehirn des Hundes, ganz analog denen, welche Setschenoff in dem Gehirn des Frosches entdeckt hat, bewiesen zu haben.

Was den Sitz dieser Mechanismen in dem Gehirn des Hundes betrifft, so halte ich die Zahl meiner Experimente noch nicht für genügend, um diese wichtige Frage zu entscheiden. Eines kann ich aber positiv sagen, und dies widerspricht zum Theil den Untersuchungen Setschenoff's am Frosche: dass die vorderen Lobi der Hemisphären des Hundes bei ihrer alleinigen (mechanischen oder elektrischen) Reizung gewöhnlich auch eine bedeutende Hemmung des Reflexvermögens hervorrufen. Bei den meisten meiner angeführten und nicht angeführten Experimente hatte die Einführung der Nadeln (also auch die Reizung) durch die vorderen Lobi der Hemisphären statt; ja bei einigen Versuchen war schon die Reizung der ganz oberflächlichen Theile derselben (resp. der substantia grisea) genug, um die augenscheinliche Reflexdepression zur Folge zu haben. Im Allgemeinen aber war, je tiefer durch die vorderen (und mittleren) Lobi der Hemisphären die Nadeln eingeführt waren, desto grösser die Depression. Ob dies von der grösseren Quantität der gereizten Substanz des Gehirns oder von dem mehr hemmenden Einfluss der tiefer gelegenen Theile desselben (z. B. corpora striata) abhing, bin ich nicht im Stande zu entscheiden. Bei manchen Experimenten reizte ich auch die hinteren Theile des Gehirns (hintere Lobi des grossen Hirns und Cerebellum); alle Versuche dieser Art gaben mir nur unbeständige Resultate; in der Mehrzahl derselben bemerkte ich aber als die nächste Folge der Reizung viel mehr Hebung als Hemmung des Reflexvermögens.

Am Schlusse meiner Abhandlung glaube ich meine Pflicht zu erfüllen, wenn ich meinem Collegen Herrn Prof. N. O. Ko-

walewsky meine Dankbarkeit öffentlich ausspreche für die Gefälligkeit, mit welcher er mir alles Nöthige für meine Versuche gegeben und in vielen derselben assistirt hat.

### Anhang.

Meine Methode der Einführung der Nadeln in das Gehirn der Säugethiere ohne vorläufige Blosslegung derselben gestattet, viele Theile des Gehirns des Thieres zu zerstören, ohne dass das Thier unmittelbar darauf stirbt. (Bei vielen meiner noch nicht publicirten Experimente genasen die Thiere ganz, oder starben erst einige Wochen nach der Operation.)

Dies ist ein grosser Vortheil für die künftigen Experimentatoren, aber die Combination der Einführung der Nadeln durch den nicht verletzten Schädel mit der Wirkung des constanten Stromes macht den Vortheil noch grösser. Die Elektrolyse, welche die Wirkung des constanten Stromes begleitet, gestattet beliebige Theile des Gehirns ohne Blutfluss und grosse Erschütterung des Thieres zu vernichten. Erfahrung lehrt der Nadel die richtige Richtung ertheilen, welche immer durch Obduction bewiesen werden kann; die Isolirung gewisser Theile der Nadel (durch Firniss, geschmolzenes Glas u. s. w.) macht die Wirkung der Elektrolyse mehr oder weniger beschränkt. In einigen meiner Experimente habe ich in dieser Weise ein Mal den grössten Theil des rechten Corpus striatum, ein anderes Mal den vorderen Lobus der linken Grosshirn-Hemisphäre zerstört. Die Erfahrung lehrt auch, wie lange anhaltend und von welcher Stärke der Strom sein muss, damit die Zerstörung die verlangte Ausdehnung habe.

St. Petersburg, 15./27. Juni 1866.