

I. Das Ritter-Rollett'sche Phaenomen ist sowohl beim Frosch (*Rana temporaria* und *esculenta*) als auch bei der Kröte (*Bufo vulgaris*) nicht allein durch elektrische, sondern auch chemische und mechanische Reizung des Nerven deutlich hervorzurufen.

II. Da es gelungen ist, das Ritter-Rollett'sche Phaenomen sowohl mittelst chemischer als elektrischer **direkter** Muskelreizung hervorzurufen, so ist dieses Phaenomen keineswegs ausschliesslich auf verschiedene Erregbarkeitsverhältnisse der Nervenfasern oder ihrer Endigungen zurückzuführen, sondern beruht auch auf der physiologischen Verschiedenheit der Muskelgruppen der Beuger und Strecker. Es handelt sich also mit grösster Wahrscheinlichkeit um eine physiologische Verschiedenheit der gesamten betreffenden Nerv-Muskel-Apparate.

---

## Die pupillenerweiternden Nerven der Katze.

Von

**F. Nawrocki** und **J. Przybylski**  
in Warschau.                      in Odessa.

---

Parfour du Petit<sup>1)</sup> sah nach einseitiger Durchschneidung des Vagosympathicus bei Hunden Verengerung der entsprechenden Pupille. Petit's Versuche wurden mit demselben Erfolge zuerst durch Molinelli<sup>2)</sup> wiederholt, der anstatt der Durchschneidung die Unterbindung anwandte.

Durch Reid und Arnold<sup>3)</sup> wurde mit Sicherheit bekannt,

---

1) Citirt nach J. Budge, Ueber die Bewegung der Iris. Braunschweig 1854. S. 105.

2) Budge l. c. S. 106.

3) Budge l. c. S. 106.

dass nur der Sympathicus, nicht der Vagus einen Einfluss auf die Iris habe.

Valentin<sup>1)</sup> machte besonders auf den Gegensatz zwischen n. oculomotorius und sympathicus aufmerksam und sprach die Vermuthung aus, dass der letztere aus dem Halstheile des Rückenmarkes entspringe.

Serafino Biffi<sup>2)</sup> zeigte, dass durch Reizung des n. sympathicus Erweiterung der Pupille erzeugt werden kann.

Der Biffi'sche Versuch veranlasste Budge zu seinen bahnbrechenden Untersuchungen. Er hat zunächst<sup>3)</sup> nach und nach den n. sympathicus bis zum untern Halsganglion gereizt, wodurch immer sich die Pupille dilatirte; erst von der Stelle an, wo der Brustsympathicus hinter dem zweiten Brustganglion liegt, war in sehr zahlreichen Versuchen niemals die geringste Einwirkung auf den Dilator mehr wahrzunehmen. Hier war also seine Grenze. Da bei einigen sehr gut gelungenen Versuchen sich ergeben hatte, dass wenn die Ganglien grösstentheils noch mit dem n. sympathicus in Verbindung geblieben waren, aber hinter denselben der Nerv durchschnitten war, doch die Pupille sich verengte, so konnte man im Voraus muthmaassen, dass sich im Rückenmarke die Ursprungsstelle des Irissympathicus finden werde.

Dieses wurde durch folgende Versuche nachgewiesen. Durchschneidet man das blossliegende Rückenmark hart hinter dem fünften Halswirbel vollständig, und setzt die Drähte eines galvanischen Apparates auf die blossgelegte Rückenmarksstelle, so dass der Strom durch beide Hälften gehen kann, so erweitern sich sogleich beide Pupillen, ganz so, als wären die n. sympathici am Halse gereizt worden. Schneidet man beide Rückenmarkshälften auseinander, isolirt sie und galvanisirt die eine, so erweitert sich bloss die eine Pupille der entsprechenden Seite. Ist der n. sympathicus einer Seite vorher durchschnitten und wird dann der Strom durch beide Rückenmarkshälften geleitet, so erweitert sich doch nur die eine Pupille, während auf der Seite, auf welcher der n. sympathicus durchschnitten war, nicht die mindeste Veränderung in ihrem Durchmesser sich zeigt. Es bleibt das Resultat

---

1) Budge l. c. S. 106.

2) Budge l. c. S. 107.

3) Budge l. c. S. 107.

dasselbe, wenn man die beiden Enden des durchschnittenen Nerven wieder zusammenbindet, zum Beweise, dass der galvanische Strom nicht etwa durch die Wirbelknochen bis zum n. sympathicus gelangt. Auch wenn man dicht vor dem vierten Brustwirbel das Rückenmark durchschnitten hat, so kann man an diesem Stücke, das mit dem übrigen Rückenmarke nicht verbunden ist, dieselben Wirkungen auf die Iris wahrnehmen, welche oben beschrieben sind. An den übrigen Theilen des Rückenmarkes hingegen, vom hintersten Lendenmarke bis zum vordersten Halsmarke bleibt jede Reizung ganz ohne Erfolg, so lange sie jene Stelle nicht berührt. Sobald aber diese Stelle gereizt wird, so bleibt niemals die Wirkung aus. Wenn der galvanische Strom so weit abgeschwächt ist, dass eben noch dadurch deutliche Erweiterung der Pupille entsteht, also der seitlich von den Drahtenden durch die feuchte Umgebung geleitete Strom nur ein Minimum ausmacht, so kann man genauer die Grenzen der Stelle bestimmen, von welcher aus man die besagte Wirkung erzielen kann. Zuzufolge vielfacher in der Weise angestellter Versuche liegt sie zwischen dem sechsten Hals- und vierten Brustwirbel. Man nennt sie *centrum cilio-spinale inferius*.

Dieses Centrum ist also ganz abgegrenzt und scheint vollkommen unabhängig vom vorderen Theile des Rückenmarks und von dem verlängerten Marke. Nichts desto weniger ist es doch nicht ohne Beziehung zu diesem vor ihm liegenden Marktheil. Es macht nämlich einen sichtlichen Unterschied, ob man das Rückenmark vor Anstellung des Versuches am fünften Halswirbel durchschneidet oder nicht. Im ersteren Falle nimmt die Reizbarkeit dieses Theiles viel eher ab, als im letzten, so dass man mitunter beobachtet, wie ein Thier vollkommen gut noch athmet, wie der n. sympathicus noch sehr intensiv auf die Pupille wirkt, aber von dem Centrum aus keine Spur von Erfolg sich zeigt, wenn dasselbe noch so stark gereizt wird. Daraus lässt sich folgern, dass zwischen der vor dem Iris-Centrum liegenden Markmasse und dem Centrum selbst eine Brücke sein müsse, gebildet von Fasern, und dass auf diesem Wege mächtige Anregungen dem Centrum geboten werden müssen.

Ferner berücksichtigte Budge<sup>1)</sup> die austretenden Wurzeln

---

1) Budge l. c. S. 111.

der auf die Iris Bezug habenden Nerven, die hintere allein und die vordere allein. Er fand constant folgende Resultate:

1) Erweiterung der Pupille entsteht, wenn man die beiden Wurzeln des siebenten oder achten Hals- oder des ersten oder zweiten Brustnerven, nachdem sie vorher isolirt wurden, galvanisirt.

2) Derselbe Erfolg zeigt sich deutlich und bestimmt, wenn man die hinteren Wurzeln durchschnitten hat und bloss die vorderen Wurzeln der genannten Nerven reizt; — und auch dann noch, wenn diese Wurzeln vom Rückenmarke getrennt waren.

3) Auch von der hinteren Wurzel aus erzielt man diese Wirkung auf die Pupille, aber weder so stark, noch so andauernd, wie von der vorderen, und niemals sieht man den geringsten Einfluss, wenn man vorher die hintere Wurzel vom Rückenmarke getrennt hat und sie dann galvanisirt.

Da die Wirkung von der motorischen Wurzel aus unwidersprechlich stärker und andauernder ist, als von der hinteren, so folgt daraus, dass wenigstens der grösste Theil der in dieser Wurzel enthaltenen Irisfasern aus dem Rückenmarke direct stammt.

Noch genauer, als auf dem beschriebenen Wege lassen sich die Grenzen des *centrum ciliospinale inferius* dadurch bestimmen, dass man dasselbe exstirpirt. Nach dieser Operation verengt sich nämlich die Pupille.

Diese Versuche wurden von Budge (ebenso wie die vorhergehenden) an aetherisirten Kaninchen angestellt, immer in der Art, dass nur an einer Rückenmarkshälfte operirt wurde. — Zuerst wurde der Theil des Rückenmarkes blossgelegt, welcher vom dritten Halswirbel bedeckt ist, die eine Hälfte des freiliegenden Stücks an der vorderen und an der hinteren Grenze durchschnitten, endlich das Stück in der Mittellinie von dem der anderen Hälfte getrennt und herausgenommen. — Ist die Operation gelungen, und bleibt das Thier mehrere Stunden am Leben, so bemerkt man nicht den geringsten Unterschied zwischen dem Pupillendurchmesser an der operirten und der anderen Körperseite.

Analoge Versuche wurden angestellt, indem Budge die Strecke des Rückenmarks exstirpirt, welche vom vierten Halswirbel bedeckt wird, und dann wieder die Strecke, welche unter dem fünften Halswirbel liegt. Diese Eingriffe haben jedoch niemals eine Veränderung in der Apertur der Pupille zur Folge

gehabt. Ganz anders indess war es, wenn er das dem sechsten Halswirbel entsprechende Mark auf einer Seite exstirpirte. Hier-  
nach begann alsbald, wenn die Wirkung des Aethers vorüber war, die Pupille enger zu werden, und der Unterschied zwischen beiden Seiten war sehr frappant. Als er in einem Falle ganz nahe hinter dem vorderen Ende des freigelegten Rückenmarkstheiles ein kleines Stückchen von etwa 3—4 mm weggenommen hatte, war noch keine Veränderung an der Pupille wahrzunehmen. Als er hingegen noch ein weiteres Stückchen nach hinten zu bei demselben Thiere exstirpirt hatte, sah man die Wirkung gang deutlich, so dass man wohl die Mitte zwischen dem sechsten und siebenten Halswirbel als die Stelle betrachten darf, welcher die vordere (beim Menschen obere) Grenze des Ciliarcentrums entspricht.

So ist Budge nun weiter gegangen, immer neue Versuche anstellend, um auch die hintere (resp. untere) Grenze dieses Centrum zu finden. Diese zeigte sich zwischen dem dritten und vierten Brustwirbel. Als er bei einem Kaninchen den dritten Brustwirbelbogen vollständig weggebrochen und das nun offen liegende Rückenmark zur Hälfte exstirpirt hatte, trat noch eine ganz deutliche Pupillenveränderung auf der entsprechenden Seite ein. Hingegen war auch nicht der geringste Unterschied mehr wahrzunehmen, nachdem er bei einem anderen Thiere das unter dem vierten Brustwirbel liegende Mark in derselben Weise fortgenommen hatte. Hiernach kann man schliessen, dass dieses Nerven-centrum, welches die Erweiterung der Pupille beherrscht (*centrum cilio-spinale inferius*) hinter (unter) dem Abgange des sechsten Halsnerven beginnt und vor (über) dem Abgange des dritten Brustnerven endigt.

Wenn man neben der Luftröhre<sup>1)</sup> den Stamm des n. sympathicus durchschneidet, so bewirkt schon nach 5 bis 6 Tagen eine galvanische Reizung des abgeschnittenen Nerven keine Pupillenerweiterung mehr. Aber merkwürdiger Weise geht die Reizlosigkeit nicht weiter als bis zum obern Halsganglion. — Setzt man die Drähte auf dieses, oder schliessen die nervi carotici die Kette, oder tödtet man das Thier und galvanisirt das ganglion

1) Budge l. c. S. 124.

Gasseri, oder wird endlich der Bulbus selbst gereizt, so erweitert sich die Pupille sehr stark. Ganz anders ist es, wenn bei einem Thiere das obere Halsganglion extirpiert worden ist. — Tödtet man eine Woche nach dieser Operation das Thier, so wird auf der operirten Seite der Pupillendurchmesser nach jeglicher Reizung nicht im Geringsten erweitert, sei es, dass man den n. sympathicus am ganglion Gasseri oder den Bulbus selbst reizt. Man kann die Bedeutung dieses Phänomens nicht verkennen. Es kann nichts Anderes sagen, als dass eine Quelle des Irissympathicus unter dem ganglion cervicale supremum ist, dass es aber noch eine zweite Quelle geben muss, welche in diesem Ganglion dem Nerven zufließt<sup>1)</sup>, oder dass der Irissympathicus noch ein zweites oberes (vorderes) Centrum haben müsse.

Vielfache Versuche haben Budge gelehrt, dass es nicht den geringsten Einfluss auf die Reizbarkeit der Iris oder die Apertur der Pupille hat, wenn man die Verbindungsäste durchschneidet oder reizt, welche zwischen dem n. sympathicus und den oberen Halsnerven liegen. Hingegen hat er gefunden, dass die Wirkung sehr frappant ist, wenn man den Verbindungszweig zwischen n. hypoglossus und sympathicus trennt. Er durchschnitt an mehreren Kaninchen diesen Ast und trennte endlich den Stamm des Sympathicus unterhalb des obern Halsganglion. Er tödtete die Thiere nach 3—9 Tagen durch Abschneiden des Kopfes; öffnete sodann den Schädel, nahm das Gehirn heraus, und setzte die Drähte des Inductionsapparates zuerst an das ganglion Gasseri, dann an die Stelle, wo die Augennerven in die fissura orbitalis treten, dann auf den Bulbus selbst; und zwar zum Vergleiche an der operirten und nicht operirten Seite. Bei diesen Thieren brachte die Reizung der Nerven an der Seite, an welcher die Durchschneidung gemacht war, nicht eine Spur der Erweiterung der Pupille hervor, während auf der anderen Seite der Durchmesser sich wie gewöhnlich beträchtlich vergrösserte. Einmal ist es Budge gelungen, diesen Faden rasch genug nach dem Tode zu isoliren, so dass die Reizbarkeit noch nicht erloschen war, und er sah hiernach entschiedene Pupillendilatation entstehen, so dass er es für ausgemacht ansah, dass der Verbin-

---

1) Budge l. c. S. 126.

dungszweig zwischen dem n. hypoglossus und ganglion supremum dem Irissympathicus eine zweite Reihe von motorischen Fasern zuführt, oder hiernach<sup>1)</sup> möchte nicht zu bezweifeln sein, dass in der Nähe des n. hypoglossus ein zweites oberes (vorderes) Centrum für den Irissympathicus vorhanden sei.

Budge's experimentelle Untersuchungen haben ihn gelehrt, dass bei einem Durchschnitt des halben Rückenmarks, den er zwischen dem zweiten und dritten Halswirbel machte, keine Veränderung an der Pupille wahrzunehmen war. Hingegen war das unzweifelhaft der Fall bei Durchschneidung zwischen dem ersten und zweiten Halswirbel, die Pupille verengte sich beträchtlich. Hingegen war das Gefühl am Auge nicht verloren gegangen; wenn man die Wimpern der Augenlider an der operirten Seite berührte, so nickte dasselbe<sup>2)</sup>. Es ist also ganz offenbar, dass die ganze Fasermasse der portio major Trigemini auf keinen Fall soweit in das Rückenmark heruntergeht, und es bedarf wohl noch weiterer Untersuchung, ob die Verengerung der Pupille in unserm Fall durch den n. trigeminus vermittelt wird; es hat allerdings viel Wahrscheinlichkeit. . . .

Um dem Leser die Beurtheilung der Verdienste nachfolgender Forscher zu erleichtern, fanden wir zweckentsprechend, die Beschreibung Budge's klassischer Versuche mit seinen eigenen Worten wiederzugeben.

M. Schiff<sup>3)</sup> bestätigt durch eigene Versuche die Behauptung Budge's, was den Ort, aus dem die Erweiterer der Pupille herauskommen, anbelangt, stimmt jedoch nicht mit diesem Autor überein, was die obere Grenze des centrum cilio-spinale am 6. Halswirbel anbetrifft. Er beobachtete Erweiterung der Pupille bei halbseitiger Rückenmarksdurchschneidung oberhalb des 4. Halswirbels. Desshalb glaubt Schiff, dass der Ursprung der betreffenden Nerven viel höher liege.

Wenn A. Chauveau<sup>4)</sup> die regio cilio-spinalis bei Kanin-

---

1) Budge l. c. S. 129.

2) Budge l. c. S. 132.

3) M. Schiff, Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems mit Berücksichtigung der Pathologie I. 1855.

4) A. Chauveau, Determination du mode d'action de la moelle épinière dans la production des mouvements de l'iris dus à l'irritation de la

chen mit schwachen electrischen Strömen reizte, so hatte die Application der Reizung auf die vorderen Seitenstränge gar keine Wirkung auf die Iris; Reizung der Hinterstränge (selbst nur eines Hinterstranges) bedingte beiderseitige Pupillenerweiterung, aber nur dann, wenn die Reizung zugleich energische Reflexkrämpfe der Körpermuskeln bewirkte. Verfasser beobachtete auch Pupillenerweiterung, wenn er die hinteren Wurzeln der Cilio-spinalgegend (1.—3. Brustwurzel) reizte. Ausserdem macht er darauf aufmerksam, dass die Resultate nur dann deutlich waren, wenn die Gegend des centrum cilio-spinale inferius mit den übrigen Abschnitten des Rückenmarks in Verbindung war. Wenn aber diese Gegend oben und unten, oder bloss oben vermittelst Durchschnitte abgetrennt wurde, waren die Erfolge nicht mehr beweisend. Hieraus schliesst Chauveau, dass in Budge'schen Versuchen die Reizung des centrum cilio-spinale inferius nicht unmittelbar, sondern auf dem Wege des Reflexes zu Stande kam.

Cl. Bernard<sup>1)</sup> fand bei Hunden, dass die pupillenerweiternden Nerven auf dem Wege der 1. und 2., mitunter auch der 3. vorderen Brustwurzel das Rückenmark verlassen. Der Durchschneidung genannter Wurzeln im Rückenmarkscanal folgt Verengung der Pupille nach, die Reizung der peripheren Abschnitte derselben ruft Erweiterung der Pupille hervor.

Cl. Bernard fand ferner, dass man reflectorische Pupillenerweiterung nicht nur durch Reizung der in das centrum cilio-spinale hineintretenden hintern Wurzeln, sondern überhaupt durch Reizung irgend eines beliebigen Empfindungsnerven (vom Ischiadicus an bis zum Trigemini) erzielen kann, aber nur dann, wenn die 1., 2., 3. Brustwurzel intact geblieben sind; nach ihrer Durchschneidung tritt der Reflex auf der operirten Seite nicht mehr auf.

C. Balogh<sup>2)</sup> zerstörte bei Kaninchen das obere Cervical-region cilio-spinale. *Journal de la physiologie du Dr. E. Brown-Séquard* 1861. T. IV, p. 370.

1) Cl. Bernard, *Recherches expérimentales sur les nerfs vasculaires et calorifiques du grand sympathique*, 3<sup>me</sup> partie. Des phénomènes oculo-pupillaires produits par la section du nerf sympathique cervicale, ils sont indépendents des phénomènes vasculaires calorifiques de la tête. *Journal de la physiologie du Dr. Brown-Séquard* 1862. T. V, p. 410.

2) C. Balogh, Ueber einen neu entdeckten Weg der pupillenerweiternden Nervenröhren. *Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere* VIII. B., 1862, S. 423.



ganglion auf der einen Seite und sah bei Erstickung, dass die Pupillen sich an beiden Seiten erweiterten, an jener Seite aber, an welcher die Ausrottung des erwähnten Ganglions geschah, war die Erweiterung von einem viel geringeren Grade, als wo dasselbe unversehrt blieb. Der Verfasser schloss daraus, dass ausser in der Bahn des Sympathicus noch andere pupillenerweiternde Nervenfasern vorhanden sein müssen und zwar in der Bahn des Trigemini. Es wurde das ganglion Gasseri vollständig durchgeschnitten und darauf die Erstickung vorgenommen; es erfolgte nun gar keine Erweiterung der Pupille auf der operirten Seite.

Aus diesen Versuchen ergab sich also, dass sämmtliche pupillenerweiternde Fasern durch das ganglion Gasseri gehen, denn es blieben in diesem Falle der Halssympathicus, so wie auch dessen oberstes Halsganglion unversehrt.

An rasch abgeschnittenen und halbirtten Kaninchenköpfen konnte durch elektrische Reizung des ganglion Gasseri oder des ersten Trigemini Pupillenerweiterung bewirkt werden. Aber auch dann trat dieselbe ein, wenn der mit dem ganglion Gasseri zusammenhängende periphere Stumpf des Trigemini Stammes irritirt wurde. Dieser Erfolg zeigt, dass auch im Trigemini Stamm pupillenerweiternde Fasern verlaufen. Bei Reizung des zwischen den beiden Trigemini gelegenen Theiles der medulla oblongata erweiterten sich die Pupillen, jedoch nicht mehr, wenn beide Trigemini Stämme durchgeschnitten waren. Reizung solcher Theile des verlängerten Marks, die vor oder hinter dem Ursprung des Trigemini gelegen waren, hatte keine Wirkung auf die Pupille. Es liegt also, schliesst Balogh, in der Ursprungsstelle des Trigemini ein Centrum für pupillenerweiternde Nervenfasern.

Nach Oehl's<sup>1)</sup> Versuchen an Hunden und Kaninchen ist es unzweifelhaft, dass im ersten Ast des Trigemini pupillenerweiternde Fasern verlaufen: Reizung dieses Astes vom Ganglion an hat stets Erweiterung der Pupille zur Folge. Vor der Bildung des ganglion Gasseri führt nach Oehl der Trigemini keine pupillenerweiternden Fasern, ein Befund, der Oehl in Widerspruch zu Balogh setzt.

---

1) Oehl, Della influenza, che il quinto paio dispiega sulla pupilla. Firenze 1863, citirt nach Henle's und Meissner's Jahresbericht 1862, S. 506.

Der pupillenerweiternde Einfluss des Augenastes des Trigeminus kann nach Oehl nicht etwa abhängig sein von solchen Fasern des Halsstammes des Sympathicus, welche den Augenast des Trigeminus nur begleiten, in dessen Umgebung verlaufen; denn für's Erste glaubt der Verfasser diese Möglichkeit durch sorgfältigste Isolirung, namentlich beim Hunde, ausgeschlossen zu haben; zweitens aber bewirkte er Erlöschen der Reizbarkeit der sympathischen Fasern durch Zerstörung des oberen Cervicalganglions und sah gleichwohl die Pupillenerweiterung auf Reizung des Augenastes des Trigeminus eintreten. Auf der anderen Seite aber müssen es nach Oehl gerade die in der Umgebung des Augenastes des Trigeminus verlaufenden sympathischen Fasern sein, welche den pupillenerweiternden Einfluss des Halssympathicus zur Iris leiten, und es sind nicht etwa solche sympathische Fasern, die im ersten Ast des Trigeminus selbst eingeschlossen verlaufen, denen dieser den pupillenerweiternden Einfluss verdankt, weil nämlich dann, wenn Oehl bei völlig unversehrtem Trigeminus das den Augenast umgebende Gewebe, nach vorn vom Ganglion, in welchem sympathische Fasern vom Halsstamm verlaufen, zerstört hatte, die Reizung des Halssympathicus keine Pupillenerweiterung mehr bewirkte, die hätte eintreten müssen, wenn pupillenerweiternde Fasern vom Halssympathicus im Innern des Augenastes des Trigeminus zur Iris verliefen. — Ferner hebt Oehl hervor, dass nach Lähmung des Halssympathicus die Pupille sich im Dunkeln nicht nur überhaupt noch stark erweitert, sondern dass sie sich ebenso noch verhält, wie die Pupille der anderen Seite, wo der Halssympathicus nicht gelähmt war: es müssen also pupillenerweiternde Fasern zur Iris verlaufen noch aus einer anderen Quelle, ausser dem Halssympathicus. Oehl hält für das Wahrscheinlichste, dass diese pupillenerweiternden Fasern nicht im Centrum des Trigeminus, wie Balogh behauptet, sondern im ganglion Gasseri entspringen. Abgesehen von dieser Differenz führen Balogh's und Oehl's Untersuchungen auf verschiedenen Wegen zu dem Schluss, dass nämlich jedenfalls der Halssympathicus nicht die einzigen pupillenerweiternden Nerven führt.

Nach A. Grünhagen<sup>1)</sup> hat bei Kaninchen die Durchschneidung des Sympathicus am Halse durchaus keinen wesentlichen

---

1) A. Grünhagen, Die Irisbewegung. Virchow's Archiv B. 30, S. 321.

Einfluss auf die Irisbewegung, gleichviel ob nur ein Stück des Cervicalstranges unterhalb des ganglion supremum oder dieses selbst extirpiert wurde. Daraus folgt, dass die innervirende Kraft des Sympathicus für gewöhnlich bei der Dilatation der Pupille wenig zu schaffen habe, und zugleich der Hinweis, dass die Pupillenerweiterung bei Galvanisirung des Halsstranges eine secundäre entferntere Folge irgend eines anderen Vorganges sei, so wie ferner, dass die Pupillenerweiterung, welche bei Ausschluss einfallenden Lichtes auch bei gelähmtem Sympathicus (durch Atropin) eintritt, nicht Folge einer Erregung dieses Nerven sei.

G. Gianuzzi<sup>1)</sup> sah sowohl bei gesunden, als bei curaresirten Hunden, auf deren eines Auge Atropin gebracht wurde, dass nach Durchschneidung des Sympathicus die erweiterte Pupille sich zusammenzog; doch blieb sie immer etwas weiter, als die der anderen Seite. Dies beweist, dass der Sympathicus eine Einwirkung auf die Erweiterung der Pupille hat, dass er aber nicht allein betheiligt ist.

D. von Trautvetter<sup>2)</sup> sah bei galvanischer Reizung des n. sympathicus colli beim Kaninchen, Hunde und bei der Katze stets bedeutende Erweiterung der Pupille. Derselbe beobachtete bei Reizung des ramus ophthalmicus n. trigemini bald Verengerung (Hund), bald Erweiterung (Katze) der Pupille. Da es jedoch sehr schwer ist den genannten Nerven zu isoliren, so schreibt er die in diesem Falle zu beobachtende Verengerung und Erweiterung der Pupille dem n. oculomotorius und n. sympathicus zu. Die die arteria carotis begleitenden Fasern des n. sympathicus gelangen ins Auge ebenfalls in der Nähe des ramus ophthalmicus n. trigemini.

E. Adamük<sup>3)</sup> fand, dass bei der Katze die auf die Pupille einwirkenden Nervenfasern nicht durch das ganglion ciliare hindurchgehen, da nach Exstirpation des genannten Ganglions Reizung des n. sympathicus colli Erweiterung der Pupille hervorruft.

1) G. Gianuzzi, Die Wirkung des Curare auf das Nervensystem. Centralblatt f. med. Wiss. 1864, No. 21, S. 321.

2) D. von Trautvetter, Ueber den Nerv der Accommodation. Archiv für Ophthalmologie XII. Band, 1. Abtheilung 1866, p. 95.

3) E. Adamük, Zur Lehre vom Einfluss des Sympathicus auf den innern Augendruck. Centralblatt f. med. Wiss. 1867, No. 28, S. 436.

E. Salkowski<sup>1)</sup> bestätigte die Angaben Budge's, dass die pupillendilatirenden Nerven mittelst des 7. und 8. Hals-, 1. und 2. Brustnerven in den Hals-sympathicus hineintreten, fand aber, dass der Ursprung derselben oberhalb der von Budge angegebenen Gegend, wahrscheinlich in der medulla oblongata liege; die Durchschneidungen des Halsmarkes bis oberhalb des Atlas bewirkten Verengerung der Pupille, und zwar einseitig und auf derselben Seite, wenn das Mark nur halb durchschnitten war; auch erfolgte Erweiterung der Pupille bei Reizungen des Halsmarkes oberhalb des Budge'schen Centrums nicht mehr, wenn unterhalb der gereizten Stelle das Mark vorher durchschnitten wurde.

Wenn bei curaresirten Kaninchen die künstliche Respiration sistirt wurde, trat Erweiterung der Pupille ein, die jedoch einseitig ausblieb, wenn das Halsmark bis hinauf zwischen Atlas und Hinterhaupt halbseitig durchschnitten war.

Die Reizung sensibler Nerven (z. B. des n. dorsalis pedis) rief Pupillenerweiterung hervor, so lange das Rückenmark von der medulla oblongata nicht abgetrennt war; halbseitige Durchschneidung des Rückenmarks vernichtet den Effekt auf der operirten Seite.

J. Nawalichin<sup>2)</sup> machte seine Versuche an curaresirten Katzen. Nachdem Nawalichin sich überzeugt hatte, dass man durch Reizung der verschiedensten sensiblen Nerven des Körpers reflectorische Erweiterung der Pupille erhalten kann und dass diese Erweiterung nicht durch das Budge'sche Centrum ciliospinale, sondern durch oberhalb des 1. Halswirbels gelegene Theile des centralen Nervensystems vermittelt wird, fand er, dass selbst ausser allen durch Budge ermittelten Wegen für die Erweiterung der Pupille, noch gerade Gehirnbahnen existiren müssen, da es ihm gelang nach Exstirpation des obern Halsganglions reflectorische Erweiterung der Pupille zu erhalten.

Zu Gunsten der Existenz von Gehirnbahnen für die Erweiterer der Pupille sprechen auch folgende Versuche Nawalichin's.

---

1) E. Salkowski, Ueber das Budge'sche Ciliospinalcentrum. Zeitschrift für rationelle Medicin 1867, Band XXIX, S. 167.

2) J. Nawalichin, 1. Zur Lehre über die Erweiterung der Pupille, 2. Notiz über Erweiterung der Pupille nach Sistirung der Athmung. Arbeiten des physiologischen Laboratoriums der Universität in Kasan. Herausgegeben von N. Kowalewsky. Kasan 1889. Heft I. Russisch.

Wenn man das Rückenmark am 3. Halswirbel durchschneidet und den obern Abschnitt des Marks elektrisch reizt, so erhält man Erweiterung der Pupillen sowohl ohne als nach Exstirpation der oberen Halsganglien.

Schliesslich bestätigte Nawalichin die Angabe Balogh's, dass Exstirpation des oberen Halsganglions das Auftreten der asphyktischen Erweiterung der Pupille nicht verhindere, und fügte noch hinzu, dass dieselbe Erweiterung der Pupille noch nach nachheriger Durchschneidung des Rückenmarks unterhalb der medulla oblongata, folglich Abtrennung des Kopfes vom Rumpf, auftrete.

Ph. Knoll<sup>1)</sup> zeigte, dass elektrische Reizung der vorderen Hügel der corpora quadrigemina bei Kaninchen starke Erweiterung beider Pupillen bewirkte; diese Erweiterung blieb aus nach Durchschneidung des Halssympathicus, einseitig, wenn nur ein Sympathicus, auf beiden Seiten, wenn beide Sympathici durchschnitten waren. Knoll schliesst daraus, dass pupillenerweiternde Fasern des Sympathicus sich bis in die Vierhügel hinauf erstrecken.

Vulpian<sup>2)</sup> sah bei curaresirten Hunden, denen er vor 10 bis 15 Tagen das oberste Cervicalganglion exstirpiert hatte, während starker elektrischer Reizung der Haut des Bauches und der Hinterextremitäten jedesmal Erweiterung beider Pupillen auftreten. Es müssen also die irido-motorischen Fasern des Sympathicus noch in anderen Bahnen verlaufen. Vielleicht begleiten sie die arteria vertebralis.

Carville und Bochefontaine<sup>3)</sup> sahen nach Exstirpation des 1. Brustganglions des Sympathicus beim Hunde dieselben oculo-pupillären Phänomene, wie sie nach Durchschneidung des Hals-sympathicus beobachtet werden.

Schiff und Foa<sup>4)</sup> erhielten Erweiterung der Pupillen bei

1) Ph. Knoll, Beiträge zur Physiologie der Vierhügel. Eckhard's Beiträge zur Anatomie und Physiologie. 1869, Bd. IV, Heft III, S. 111.

2) Vulpian, Note relative à l'influence de l'exstirpation du ganglion cervicale supérieur sur les mouvements de l'iris. Archives de physiologie normale et pathologique, publiées par MM. Brown-Séquard, Charcot, Vulpian. 2<sup>me</sup> série 1874, T. I, p. 177.

3) Carville et Bochefontaine, De l'ablation du premier ganglion thoracique du grand sympathique chez le chien. Gaz. méd. de Paris 1874, No. 12.

4) Schiff et Foa, La pupille considérée comme esthésiomètre. Traduit de l'italien par le Dr. R. Guichard de Choisy. 1875.

Reizung der Oberfläche der Hirnhemisphären mit Inductionsströmen. Schiff suchte und fand in der Pupillenerweiterung ein Mittel, bei Experimenten an Thieren, insbesondere an curaresirten Thieren die Sensibilität zu bestimmen, „einen Gefühlsmesser.“ Die unter Schiff's Leitung von Foa an Thieren angestellten Versuche lehrten, dass bei curaresirten Hunden und Katzen jede Reizung der sensibeln Nerven eines beliebigen Körpertheils eine Dilatation der Pupille zur Folge hat, auch wenn die Reizung keinen Schmerz bewirkt, sondern nur die tactile Sensibilität erregt (z. B. Berührung der Haut). Die Erweiterung ist um so stärker, je lebhafter die Empfindung ist.

Die Dilatation der Pupille auf Sensibilitätsreize wird vermittelt durch den Halssympathicus. Nach dessen Durchschneidung bleibt sie aus, ebenso nach Durchtrennung des Rückenmarkes unterhalb der medulla oblongata, so wie nach Abtrennung der medulla oblongata vom pons Varoli. Es geschieht also im Gehirn die Umwandlung des sensiblen Eindrucks in den Bewegungsimpuls. Wurde der nach vorne von den corpora striata gelegene Theil der Hirnlappen entfernt, so wurde der Reflex auf die Pupille verlangsamt; nach gänzlicher Entfernung der Hirnlappen reagirte die Iris auf Licht, aber die Dilatation auf Sensibilitätsreizungen hatte aufgehört.

Ferrier<sup>1)</sup> fand bei Hunden, Katzen und Affen, dass nicht nur die Reizung der vorderen, sondern auch der hinteren Hügel der corpora quadrigemina Erweiterung der Pupillen hervorruft. Wenn der eine Hügel gereizt wird, so erweitert sich zuerst die Pupille der entgegengesetzten, und dann später die derselben Seite.

Ferrier hält die Erweiterung der Pupillen als einen Ausdruck der durch die Reizung hervorgerufenen Empfindung. Ferner erhielt Ferrier Dilatation der Pupille bei Reizung einiger bestimmter Stellen der Hirnrinde. Er verfolgte jedoch diese Erscheinung nicht weiter.

Brown-Séguard<sup>2)</sup> machte mittelst eines Glüheisens

---

1) Ferrier, Die Functionen des Gehirnes. Uebersetzt von Dr. H. Obersteiner. Braunschweig 1879.

2) Brown-Séguard, Recherches sur l'excitabilité des lobes cerebraux. Production des effets de la paralysie du nerf grand sympathique cervical par l'excitation de la surface du cerveau. Archives de la physiologie normale et pathologique 1875.

umfangreiche Brandwunden an den oberen und hinteren Hirnwindungen in der Nähe der linea mediana bei Kaninchen und Hunden, und sah darnach neben anderen Erscheinungen der Paralyse des Halssympathicus auch Verengerung der Pupillen auftreten.

Nach Mosso<sup>1)</sup> entspricht Contraction der Pupille einem Erweiterungs-, ihre Dilatation einem Contractionszustande der Gefässe. Reizung des Halssympathicus hat ebensowohl Dilatation der Pupille, als Verengerung der Gefässe, Durchschneidung desselben umgekehrte Erscheinungen zur Folge.

Bochefontaine<sup>2)</sup> erhielt an curaresirten Hunden Erweiterung der Pupille bei Reizung jeder Windung der grossen Hemisphären mit Inductionsströmen. Deshalb existirt nach der Meinung des Verfassers in der ganzen corticalen Substanz eine Menge localisirter Centra, deren Reizung eine Dilatation der Pupille nach sich zieht. Jedenfalls muss man eine Verbindung dieser Centra mit dem Rückenmarke annehmen, aus welchem die Halssympathici ihren Ursprung nehmen, da die Reizung einer bedeutenden Anzahl von Punkten der corticalen Substanz auf die Contraction der Pupille ganz in derselben Weise einwirkt, wie die Erregung des oberen Endes des durchschnittenen Halssympathicus.

Andererseits bei Reizung der corticalen Schicht des Gehirns tritt die Erweiterung der Pupillen schneller ein, als bei Erregung des Sympathicus; wesshalb der Verfasser meint, dass noch andere die Pupille erweiternde Wege existiren müssen, worauf auch solche Versuche hinweisen, in denen selbst nach Durchschneidung des Rückenmarkes am Halse Reizung vieler Stellen der corticalen Schicht Erweiterung der Pupille hervorrief.

Bochefontaine<sup>3)</sup> beobachtete Erweiterung der Pupillen, wenn die freigelegte Dura mater auf einer Seite an der vorderen oder hinteren seitlichen Region mässig stark, dagegen nicht, wenn

---

1) Mosso, Hoffmann's und Schwalbe's Jahresbericht 1875, II. Theil, S. 79 und Centralblatt f. med. Wiss. 1876, S. 422.

2) Bochefontaine, Etude expérimentale de l'influence exercée par la faradisation de l'écoce grise du cerveau sur quelques fonctions de la vie organique. Archives de la physiologie normale et pathologique 1876, 2<sup>me</sup> série, T. III, p. 140.

3) Bochefontaine, Recherches expérimentales sur quelques mouvements réflexes déterminés par l'excitation mécanique de la dure-mère. Archives de la physiologie normale et pathologique 1879, 2<sup>me</sup> série, T. VI, p. 1.

eine in der Nähe der Falx gelegene Stelle gekratzt wurde. Er schliesst daraus, dass sensible Nervenfasern in den lateralen Theilen der Dura verlaufen, deren Erregung ebenso, wie die Erregung anderer sensibler Nerven reflektorisch Pupillendilatation hervorruft.

Holmgren<sup>1)</sup> fand, dass jede Erregung des sensorium commune des Thieres eine Dilatation der Pupille hervorruft, einerlei, wodurch diese Erregung des Sensoriums veranlasst wird. Während des durch Chloral hervorgerufenen Schlafes bleibt sie aus, nicht aber bei Curarevergiftung. Es zeigte sich ferner, dass dieselbe Dilatation der Pupille auch beim Menschen durch entsprechende Erregung des Bewusstseins hervorgerufen wird, während der Chloroformnarkose aber ausbleibt. Ein Scherz, eine Drohung, ein lautes Geräusch, ein Knall u. s. w. bewirken eine Dilatation der Pupille.

Hensen und Völkers<sup>2)</sup> erwähnen, dass die Reizung des n. nasociliaris bei morphinisirten Hunden Erweiterung der Pupille gebe. Die Verfasser sagen Folgendes<sup>3)</sup> über die pupillenerweiternden Nerven aus: „Wenn die Reizung in die Tiefe und auf die Seitentheile der Vierhügel übergreift, entsteht Dilatation, ebenso wenn die commissura posterior durchrissen, nicht aber, wenn sie durchschnitten wird. Wenn die Querschnittsfläche des Sehhügels gereizt wird, erhält man gleichfalls Dilatation, und zwar beginnt die reizbare Stelle hart an den vorderen Schenkeln des Fornix, doch sind diese selbst nicht reizbar. Von da aus geht sie, immer 5 bis 10 mm unter der Oberfläche liegend, nach rückwärts, entfernt sich aber mehr und mehr von der Mittellinie und geht unter den Vierhügeln weiter. Sobald der Vagus durchschnitten war, konnte die Dilatation nicht mehr hervorgerufen werden.“

Hier sei beiläufig noch eine Beobachtung erwähnt, die vielleicht weiterer Verfolgung bedürfte. Wenn man im Augenblicke, wo die Dilatation der Iris in Folge des Todes eintritt, den Vagus durchschneidet, so sistirt der Vorgang auf der betreffenden Seite augenblicklich, und erst viel später erhält die Pupille eine grössere Weite. Es steht demnach der Vorgang unter directem Ein-

---

1) Holmgren, Hoffmann's und Schwalbe's Jahresbericht 1876, II. Theil, S. 106.

2) Hensen und Völkers, Ueber den Ursprung der Accommodationsnerven nebst Bemerkung über die Function der Wurzeln des n. oculomotorius. Graefe's Archiv für Ophthalmologie 1878, Bd. XXIV, Abth. I, S. 11.

3) Hensen und Völkers l. c. S. 21.



fluss der betreffenden Nerven, die Erweiterung scheint activer Natur zu sein.

C. Balogh<sup>1)</sup>, der an mit Chloralhydrat oder mit Tinctura Opii simplex narcotisirten Hunden operirte, beobachtete bei Reizung des Schweifes des Streifenhügels Erweiterung der Pupille.

Raehlmann und Witkowski<sup>2)</sup> fanden die Pupillen während des Schlafes stets unter mittelweit, mit der Tiefe des Schlafes an Enge zunehmend, im Halbschlaf weniger eng. Auf Licht reagirt die Pupille im Schlafte ebenso, wie im wachen Zustande.

Sie haben ferner beobachtet, dass gleichzeitig mit dem Beginn der Uteruscontraction (in den Geburtswehen) die Pupille sich regelmässig und oft sehr stark erweitert, dass ferner durch Gemüthsindrücke (Schreck) eine vorübergehende Erweiterung der Pupille bewirkt wird und kommen zu dem Resultate, dass die Pupillenweite ausser dem Lichteinfalle und der Accommodationsspannung noch dem Einflusse der psychischen und sensiblen Einwirkungen der Aussenwelt unterliege, Einwirkungen, welche vom Gehirn und Rückenmark auf die medulla oblongata und von hier auf die sympathischen Nerven der Iris übertragen werden. Die Pupille ist daher im Schlafte desswegen eng, weil ihr der Reiz zur Erweiterung fehlt.

Hurwitz<sup>3)</sup> hat die von Vulpian gemachte Annahme, dass pupillenerweiternde Fasern auf anderem Wege als durch das ganglion cervicale supremum zur Iris gelangen, einer experimentellen Prüfung an Kaninchen, Katzen und Hunden unterworfen und ist zu folgenden Resultaten gelangt. War das ganglion mindestens seit 120 Stunden exstirpirt, so bewirkte directe Reizung der Iris am atropinisirten Auge des curaresirten Thieres niemals eine Pupillenerweiterung, welche aber jedesmal an dem Auge der nicht operirten Seite eintrat. Nach Abtragung des inneren, den Sphinc-

---

1) C. Balogh, Hoffmann's und Schwalbe's Jahresbericht 1876, II. Theil, S. 36.

2) Raehlmann und Witkowski, Ueber das Verhalten der Pupillen während des Schlafes nebst Bemerkungen zur Innervation der Iris. Archiv für Anatomie und Physiologie, physiologische Abtheilung, herausgegeben von Du Bois-Reymond 1878, S. 109.

3) Hurwitz, Ueber die Reflexdilatation der Pupille, Diss. inaug., Erlangen 1879, citirt nach Nagel's Jahresbericht für Ophthalmologie 1878, S. 133.

ter pupillae enthaltenden Iristheiles, war der Erfolg derselbe. Bei Katzen dagegen trat nach Abtragung des Sphincter Pupillenerweiterung nach Exstirpation des ganglion ein, ohne Abtragung desselben aber nicht. Bei ausgeschnittenen Regenbogenhäuten zeigte sich Zusammenziehung der Dilatatormuskulatur, wenn die Nerven nicht exstirpiert waren, dagegen keine Spur von Bewegung, wenn das ganglion cervicale supremum mehrere Tage vorher exstirpiert worden war. Bei reflectorischen Erregungen der Iris, durch Reizung sensibler Nerven, z. B. des Ischiadicus oder Cruralis, fand Hurwitz sowohl beim degenerirten Sympathicus, als auch auf der normalen Seite Pupillenerweiterung, aber mit dem Unterschiede, dass die Pupille auf der operirten Seite länger fortfährt sich zu erweitern und langsamer sich wieder verengt. Diese Verschiedenheit beruht nach Hurwitz in einer Wirkung des Sphincter pupillae, dessen verengernde Kraft nach der Entfernung jenes ganglion eine Einbusse erleidet.

François-Franck<sup>1)</sup> findet, dass Reizung des n. vertebralis, wenn er oberhalb des ganglion thoracicum supremum durchschnitten worden ist, eine mittlere Erweiterung zur Folge hat d. h. einen geringeren Effect, als Reizung des Halssympathicus. Nach Durchschneidung des Jugularastes des ganglion cervicale supremum in der Jugulargrube bewirkt die Reizung des Halssympathicus keine Veränderung der Pupille mehr. Er fand ferner, dass bei Reizung des Halssympathicus die Erweiterung der Pupille vor der Verengerung der Gefässe auftritt, dass mithin die Pupillenerweiterung nicht von der Gefässverengerung abhängig ist. Bei Reizung der einzelnen Ciliarnerven beim Hunde fand François-Franck, dass fast alle Pupillenverengerer und nur zwei oder drei Pupillenerweiterer sind; ferner, dass die elektrische Reizung eines einzigen Ciliarnerven eine Verengerung bezw. Erweiterung der ganzen Pupille zur Folge hat. Ausserdem fand er, dass die Verengerung der Pupille viel schneller auf die Reizung eines Ciliarnerven oder

---

1) François Franck, Sur le dédoublement du sympathique cervical et sur la dissociation des filets vasculaires et des filets iridodilatateurs, au dessus du ganglion cervical supérieur. Comptes rendus 1878, T. 87, p. 175.

Note sur le défaut de subordination des mouvements de la pupille aux modifications vasculaires; sur la distinction des nerfs ciliaires en constricteurs et dilatateurs de l'iris et sur les rapidités différentes du resserrement et de la dilatation. Gazette des Hôpitaux 1878, p. 748.

des n. oculomotorius erfolgt, als die Erweiterung bei Reizung eines Ciliarerweiterungsnerven oder bei Reizung des Halssympathicus.

Argyropulos<sup>1)</sup> hat die Wirkung verschiedener Reizungen des Halssympathicus auf die Pupille beobachtet und gefunden, dass chemische Reizung (concentrirte Kochsalzlösung) eine starke Erweiterung von etwa 1 Minute Dauer bei weissen Kaninchen zur Folge hat, dass starke Inductionsschläge einzeln nicht, dagegen bei viermaliger Wiederholung in der Secunde eine Erweiterung der Pupille hervorrufen; er fand ferner, dass Reizung des Sympathicus mit Inductionsschlägen beim Hunde keine Wirkung auf die Pupille hat, dagegen tritt eine Erweiterung bei rasch wechselnden Oeffnungen und Schliessungen des constanten Stromes ein.

Er nimmt auch die Existenz pupillenerweiternder Fasern im Trigeminus an. Er hat an jungen Kaninchen den Halsstrang des Sympathicus exstirpirt, 8—10 Tage später nach vorgängiger Atropinisirung ihrer Augen den Trigeminus im eröffneten Schädelraume durchschnitten. Es trat Verengerung der Pupille ein. Er reizte das periphere Schnittende, nachdem er das Thier getödtet, und erhielt vorübergehende Erweiterung der Pupille.

Vulpian<sup>2)</sup> findet bei Katzen, dass eine Erweiterung der Pupille noch deutlich wahrzunehmen ist, wenn nach Exstirpation des obersten Brust- und des obersten Halsganglions eine Reizung der Haut oder des Ischiadicus vorgenommen wird. Er schliesst daraus, dass iriserweiternde Nerven, die ebenso auf die Iris einwirken, als der Halssympathicus, direct im Gehirn entspringen und mit einem Gehirnnerven zum Auge gelangen.

Vulpian konnte diese Resultate bei Hunden bestätigen, bei denen er ebenso, wie bei Katzen, das oberste Brust- und das oberste Halsganglion vollständig exstirpirt hatte; doch ist die Erweiterung der Pupille immer geringer auf der Seite, wo die Ex-

---

1) Argyropulos, Beiträge zur Physiologie der Pupillarnerven, Diss. inaug. Giessen 1878.

2) Vulpian, Expérience démontrant, que les fibres nerveuses, dont l'excitation provoque la dilatation de la pupille, ne proviennent pas toutes du cordon cervicale du grand sympathique. Comptes rendus 1878, T. 86, p. 1436. Sur les phénomènes orbito-oculaires produits chez les Mammifères par l'excitation du bout central du nerf sciatique, après l'excision du ganglion cervical supérieur et du ganglion thoracique supérieur. Comptes rendus 1879, T. 87, p. 231.

stirpation stattgefunden hat, und beginnt etwas später. Er vermuthet, dass die iriserweiternden Nerven nicht ausschliesslich im Trigeminus verlaufen.

François-Franck<sup>1)</sup> fand mittelst Reizungen, dass die pupillenerweiternden Nerven des Halssympathicus bei der Katze bereits an der 5. Halswurzel beginnen, und in der 5., mitunter in der 6. Brustwurzel endigen. Alle diese Fasern vereinigen sich anfangs im 1. Brustganglion, und treten hierauf mittelst des vorderen Astes der Ansa Vieussenii in den n. sympathicus hinein. Durchschneidung dieses Astes gibt Verengerung der Pupille, Reizung dagegen erweitert dieselbe. Das 1. Brustganglion vermehrt den Tonus der es passirenden dilatatorischen Nerven; Durchschneidung der Rückenmarksverbindungen dieses Ganglions gibt eine schwächere Verengerung, als Durchtrennung des Sympathicus auf der anderen Seite, sie wird gleich, wenn man nachher den vorderen Ast der Ansa Vieussenii durchschneidet. Die Erweiterer treten dann in das 1. Halsganglion, wo keine neuen Fasern sich hinzugesellen; Durchschneidung der Rückenmarksverbindungen des oberen Halsganglions gibt keine Verengerung, ihre Reizung keine Erweiterung der Pupille. Diese Verbindungen enthalten sensible Elemente, was sich durch eine kurzdauernde Erweiterung bei ihrer Durchschneidung kundgibt.

Das obere Halsganglion wirkt auch tonisirend auf die es passirenden Fasern, da Ausreissung des Ganglions den Effekt der einfachen Durchschneidung des Sympathicus steigert. Oberhalb dieses Ganglions scheiden sich die Erweiterer vom plexus caroticus in einen besonderen Ast, der nichtsdestoweniger in der Nähe der art. carotis interna in die Schädelhöhle hineindringt und in das Ganglion Gasseri übergeht; die Reizung des Sympathicus hatte Erfolg, so lange das Ganglion Gasseri oder der Trigeminus nach vorn von ihm nicht durchschnitten waren.

François-Franck nimmt ausser der beschriebenen noch eine directe Schädelbahn für die Erweiterer an; jedoch die Demonstration dieser Bahn beschränkt sich bei ihm darauf, dass er auf die Verengerung der Pupille hinweist, die nach Durchschneidung des Trigeminus hinter dem Ganglion Gasseri eintritt.

1) François-Franck, Recherches sur les nerfs dilatateurs de la pupille. Travaux du laboratoire de M. Marey. IV Année 1878—79, Paris 1880, p. 1.

Gruenhagen<sup>1)</sup> sah: 1) dass bei starkem Tetanisiren der Grosshirnoberfläche längs der Sagittalnaht beiderseitige Pupillendilatation stattfindet. Die Herleitung der letzteren aus Stromschleifen, welche bis zum Gehirnst des Sympathicus vorgedrungen wären, lässt sich ohne Schwierigkeit durch das Experiment ausschliessen; 2) dass ein Theil der nach centraler Reizung ausgelösten Pupillendilatation selbst nach Exstirpation des ganglion supremum n. sympathici bestehen bleibt. Hiernach wird es sehr wahrscheinlich, dass noch auf anderen Bahnen, als denjenigen des Halssympathicus pupillendilatirende Nervenfasern zur Iris gelangen. Hensen und Völkers dürften sich also geirrt haben, wenn sie behaupten, dass die Pupillendilatation, welche sie nach Reizung des Bodengraus in der Gegend der Vierhügel beobachteten, nach Durchschneidung des Vago-Sympathicus am Halse ganz in Wegfall kommt.

Bessau<sup>2)</sup> stellte Versuche an curaresirten Kaninchen und Katzen an. In Uebereinstimmung mit allen anderen Beobachtern wurde zunächst nach Exstirpation des ganglion supremum n. sympathici eine deutliche Pupillenverengerung constatirt, doch ist dieselbe nicht sehr hochgradig, eine Reaction auf Licht vorhanden, und bei Reizung sensibler peripherer Nerven tritt eine Reflexdilatation auf. Fünf Tage nach der Operation schien die Myosis der operirten Seite noch etwas zugenommen zu haben, auf Atropin wird sie aber jetzt weiter, als die der normalen, während unmittelbar nach der Operation Atropin die der operirten Seite weniger erweitert hatte. Verfasser nimmt mit Hurwitz eine trophische Störung und Erschlaffung im Sphincter Iridis zur Erklärung dieser Thatsache an. Immer noch ist durch Reizung eines peripheren sensiblen Nerven Pupillendilatation zu erzielen, folglich müssen, wie Verfasser mit Vulpian, der das Gleiche an Hunden fand, annimmt, noch andere pupillendilatirende Fasern existiren, als die durch das ganglion supremum verlaufenden.

---

1) Gruenhagen, 1. Ueber pupillenerweiternde Nervenfasern. 2. Ueber den cerebralen Verlauf der pupillenerweiternden Nerven. Berliner klinische Wochenschrift 1879, S. 407 und 849.

2) Bessau, Die Pupillenge im Schlafe und bei Rückenmarkskrankheiten. Diss. inaug. Königsberg 1879, citirt nach Nagel's Jahresbericht für Ophthalmologie 1879, S. 83.

Nach Durchschneidung des Rückenmarks zwischen 3. und 4. Halswirbel bei Katzen tritt hochgradige, doppelseitige Myosis auf. Träge Lichtreaction erhalten, keine Dilatation mehr auf Reizung des n. cruralis, wohl aber noch auf die von oberhalb der Schnittstelle abgehenden sensiblen Nerven (occipitalis, lingualis).

Kaninchen, die länger als 5 Tage nach einseitiger Exstirpation des ganglion supremum am Leben erhalten wurden, zeigten statt der anfänglichen Myosis der operirten Seite am 12. Tage keine Pupillendifferenz mehr, am 20. sogar eine Erweiterung der Pupille der operirten Seite. Reflexdilatation besteht immer noch, auch nach doppelseitiger Ganglionexstirpation. und ebenso die nun zu schildernde Dilatation auf Grosshirnreizung.

Vom Occipitallappen wurde beim Kaninchen doppelseitige Pupillenerweiterung erzielt; Reizung des Frontallappens hat keinen unmittelbaren Effect, hebt aber den einer gleich darauf vorgenommenen Reizung der vorher wirksamen Stelle des Occipitallappens auf, welche Hemmungserscheinung erst nach einiger Zeit verschwindet.

Auch bei Katzen fand Verfasser Pupillendilatation nach Reizung einer bestimmten Stelle der Grosshirnhemisphäre. Der gleichzeitig geprüfte Blutdruck zeigte keine Steigerung, so dass die Erscheinung nicht einfach als Effect einer sensiblen Reizung aufgefasst werden kann. Zur Erklärung nimmt Verfasser directe, von der Hirnrinde zur Iris verlaufende, pupillenerweiternde Fasern an. Diese Fasern können nicht im Trigeminus verlaufen, da eine reine Durchschneidung desselben nicht den nach Exstirpation des ganglion colli supremum zurückbleibenden Rest von Reflexdilatation vernichtete. Sie verlaufen wahrscheinlich im Abducens.

Guillebeau und Luchsinger<sup>1)</sup> weisen nach, dass im n. vertebralis keine Fasern verlaufen, deren Reizung direct eine Erweiterung der Pupille bewirkt, sondern nur absteigende (sensible) Fasern, welche auf reflectorischem Wege Pupillenerweiterung hervorbringen. Diese Reflexaction haben die Verfasser bei ihren Versuchen durch vollständige Narcotisirung und Durchschneidung aller übrigen Sympathicusfasern ausgeschlossen.

1) Guillebeau und Luchsinger, Existiren im Nervus vertebralis wirklich pupillendilatirende Fasern. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1880, Bd. 22, S. 156.

Grünhagen<sup>1)</sup> hat in Versuchen an Fröschen Vulpian's Angabe bestätigt gefunden, dass dem obersten Halsganglion ein selbständiger pupillendilatirender Einfluss zukommt, dass sich aber an Kaninchen ein ähnliches Verhalten für dieses Ganglion nicht constataren lässt.

Ott<sup>2)</sup> hat an aetherisirten Katzen Erweiterung der Pupille in Folge von electrischer Reizung der hintern Extremitäten gefunden, nachdem die Hinterstränge des Rückenmarks in der Gegend der untersten Dorsalwirbel durchschnitten worden waren, dagegen keine Pupillenerweiterung, wenn das ganze Rückenmark mit Ausnahme der Hinterstränge oder die ganzen Seitenstränge durchschnitten worden waren; er schliesst daraus, dass sensible Reize nur durch die Seitenstränge des Rückenmarks geleitet werden. Bei Hunden trat unter ähnlichen Verhältnissen Verengung der Pupille ein.

Ott<sup>3)</sup> behauptet, dass der Trigeminus pupillenerweiternde Fasern führt, welche wirklich — wie Budge behauptet hat — einem Rückensmarkcentrum entspringen. Die Ganglien des Sympathicus aber sollen einen tonischen Einfluss auf die Dilatorfasern ausüben und diesen auch nach wochenlanger Trennung der Ganglien von den ciliospinalen Centren behalten.

Leeser<sup>4)</sup> gibt eine sorgfältige Uebersicht der die Innervation der Irismuskulatur betreffenden Litteratur.

Luchsinger<sup>5)</sup> gibt an, dass er bei Ziegen und Katzen nach Durchschneidung des Rückenmarks unterhalb der medulla oblongata durch Reizung sensibler Nerven (n. medianus) Erweiterung der Pupille auf der Seite erzielte, auf welcher der Halssympathicus nicht durchschnitten war. Viel eclatanter waren die Re-

1) Grünhagen, Das tonische Vermögen des ganglion cervicale supremum n. sympathici. Berliner klinische Wochenschrift 1880, S. 394.

2) Ott, The dilatation of the pupil as an index of the path of the sensory impulses in the spinal cord. The Journal of Physiology edited by M. Foster 1879—1880, Vol. II, p. 443.

3) Ott, Hoffmann's und Schwalbe's Jahresbericht 1881, S. 379.

4) Leeser, Die Pupillarbewegung in physiologischer und pathologischer Beziehung. Gekrönte Preisschrift. Wiesbaden 1881.

5) Luchsinger, Weitere Versuche und Beobachtungen zur Lehre von den Rückenmarkscentren. 1) Zur physiologischen Existenz des Centrum ciliospinale inferius von Budge. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1880, Bd. 22, S. 158.

sultate in solchen Fällen, in denen er durch Picrotoxin oder Strychnin die Erregbarkeit des Rückenmarks gesteigert hatte. Selbst die Einführung genannter Gifte in den Organismus von Thieren mit durchschnittenem Halsrückenmark erweitert die Pupille an der Seite, wo der Halssympathicus intact geblieben war.

Tuwim<sup>1)</sup> hat Kaninchen und Katzen das ganglion supremum colli ausgerissen, und sah nach 5 Tagen, dass die Pupille weiter war, als auf der anderen Seite, bei Thieren aber, denen der Sympathicus vor seinem Eintritt in das Ganglion durchschnitten war, war die Pupille auf der operirten Seite enger. Entsprechend brachten die Reizungen des Ganglion Pupillenerweiterung, und ebenso directe Reizungen der Iris im unverletzten Auge starke Erweiterung hervor, welche letztere nach Exstirpation des Ganglion ausblieb, und sogar durch Pupillenverengung ersetzt wurde. Bei Tuwim's Versuchen war auch die Hypoglossus-Anastomose durchschnitten worden, so dass also auch auf diesem Wege keine pupillendilatirenden Fasern zum ganglion cervicale supremum gehen. Tuwim beobachtete Erweiterung der Pupille bei Reizung des plexus brachialis oder cruralis selbst in solchen Fällen, in welchen nur die Seitenstränge intact geblieben. Glaubt also, dass Luchsinger's positive Resultate durch unvollständige Durchschneidung des Halsrückenmarks bedingt waren.

Guillebeau und Luchsinger<sup>2)</sup> wiederholten die früheren Versuche Luchsinger's und erhielten (bei jungen Katzen) reflectorische Pupillenerweiterung an der Seite des intacten Halssympathicus, wiewohl das Rückenmark von der medulla oblongata vollständig abgetrennt war.

J. Mayer und A. Pribram<sup>3)</sup> vertheidigen die Existenz eines centrum cilio-spinale inferius, sich stützend auf folgendes Experiment. Wenn man beim Kaninchen auf der einen Seite das

---

1) Tuwim, Ueber die physiologische Beziehung des Ganglion cervicale supremum zu der Iris und den Kopfarterien. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1881, Bd. 24, S. 115.

2) Guillebeau und Luchsinger, Fortgesetzte Studien am Rückenmarke. III. Zur Existenz des centrum cilio-spinale inferius von Budge. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1882, Bd. 28, S. 72.

3) J. Mayer und A. Pribram, Studien über die Pupille. Zeitschrift für Heilkunde 1884, Bd. 5, citirt nach Hirschberg's Centralblatt für praktische Augenheilkunde, Supplement zum Jahrgang 1884, S. 622.



ganglion colli supremum exstirpirt und auf diese Weise alle vom Rückenmark kommenden erweiternden Impulse ausschaltet und durch Verschliessung beider Carotiden und beider Vertebrales die Functionen des Gehirns sistirt, so bleibt nichtsdestoweniger die Pupille an der Seite des durchschnittenen Sympathicus enger, als an der unverletzten Seite. Die Verfasser nehmen kein Gehirncentrum für die Erweiterer der Pupille an, und erklären die nach Durchschneidung der Halssympathici bei Sistirung der Athmung und bei Reizung sensibler Nerven auftretende Erweiterung der Pupille durch directe oder reflectorische Lähmung des oculomotorius.

Grünhagen und Cohn<sup>1)</sup> vertheidigen den cerebralen Ursprung der sympathischen Irisfasern. Unterbindet man bei Kaninchen, deren Pupillen vorher durch Atropin ad maximum erweitert worden sind, sämtliche Hirnarterien, so erfolgt nach ca. 18—20 Secunden, gleichzeitig mit dem Auftreten der Reizungskrämpfe, eine Verstärkung der Pupillendilatation. Mit dem Schwinden der Convulsionen kehren auch die Pupillen wieder allmählich zur frühern Weite zurück. Die erwähnte übermaximale Steigerung der Pupillendilatation bleibt regelmässig in solchen Augen aus, deren sympathische Fasern in ihrem Verlaufe durch den Halsstrang zuvor getrennt worden sind.

Die übermaximale Pupillendilatation beruht also auf Reizung der centralen Ursprünge des Irissympathicus und diese können nach Anlage der Versuche nur in einem der anämisch gemachten Hirnbezirke liegen.

Sind die epileptiformen Krämpfe erloschen und ist die übermaximale Pupillenerweiterung auf ihr früheres Maass zurückgegangen, so treten in Rumpf und Gliedmaassen, regelmässige Unterhaltung künstlicher Athmung vorausgesetzt, immer noch auf sensible Reizungen z. B. des centralen Cruralisstumpfes, kräftige Reflexbewegungen auf, niemals aber beobachtet man Reflexdilatation der Pupille.

Dastre und Morat<sup>2)</sup> haben bei Gelegenheit ihrer Unter-

---

1) Grünhagen und Cohn, Ueber den Ursprung der pupillendilatirenden Nerven. Hirschberg's Centralblatt für praktische Heilkunde 1884 Juni, S. 165.

2) Dastre et Morat, Sur la fonction vasodilatatrice du nerf grand sympathique. Archives de physiologie normale et pathologique 1882, 2<sup>me</sup> série, T. IX, p. 337.

suchungen über den Verlauf der gefässerweiternden Nerven, welche sich in der Mundschleimhaut verbreiten, auch die Wirkungen beobachtet, welche die von ihnen gereizten Nerven auf die Iris ausüben und festgestellt: 1) dass die pupillenerweiternden Nerven denselben Verlauf im sympathischen Nervensystem haben, wie die Gefässnerven und die Secretionsnerven; 2) dass sie nämlich vom Rückenmarke mit den vorderen Wurzeln nach dem Grenzstrange, und weiter zu dem ersten Brustganglion, dem untersten Halsganglion, und durch den Halssympathicus zu dem obersten Halsganglion und endlich zu dem Trigeminus verlaufen; 3) dass aber ausser diesen Nerven noch andere pupillenerweiternde Nerven existiren.

Die Versuche sind theils so angestellt, dass die freigelegten Nervenstränge direct gereizt wurden, theils so, dass vor und nach der Durchschneidung der betreffenden Nerven eine allgemeine Reizung durch Athemnoth herbeigeführt wurde.

Zegliniski<sup>1)</sup> bewies, dass bei Vögeln die pupillenerweiternden Fasern durch den ramus ophthalmicus Trigemini zum Auge gehen.

N. Kowalewsky<sup>2)</sup> kam in seinen Versuchen, die er an curaresirten Katzen angestellt hatte, zu folgenden Resultaten:

Das automatische, der reflektorischen Erregung fähige Centrum der Erweiterer der Pupille liegt in der Schädelhöhle. Von diesem Centrum gehen intercentrale erregende Fasern zu den Zellenursprüngen der Erweiterer der Pupille auf zwei Wegen: durch das Gehirn und durch das Rückenmark.

Nicht alle Rückenmarkserweiterer der Pupille gelangen ans Auge durch den Halssympathicus. Für eine geringe Anzahl derselben muss noch ein anderer Weg existiren (n. vertebralis?).

Die Seitenstränge stellen die Hauptwege für sensible Erregungen vom Ischiadicus aus zum Gehirncentrum der Pupillendilatatoren dar, wobei ein jeder Seitenstrang im Halstheil des Rückenmarks Fasern des einen und des anderen Ischiadicus enthält und

---

1) Zegliniski, Experimentelle Untersuchungen über die Irisbewegung. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiologische Abtheilung, herausgegeben von Du Bois-Reymond 1885, S. 1.

2) N. Kowalewsky, Untersuchungen über die Innervation der Erweiterung der Pupille. Kasan 1885. Russisch. — Influence du système nerveux sur la dilatation de la pupille. Archives slaves de biologie T. I, p. 92. — Centralblatt für med. Wissenschaften 1886, No. 49, S. 883.

ein jeder die Erweiterer der Pupille der einen und der anderen Seite zu erregen im Stande ist.

Ausser den früher erwähnten Nerven kann man reflectorische Erweiterung der Pupille auch durch Reizung von Vagus, Hypoglossus, Lingualis und Infraorbitalis erzielen.

Das Gehirncentrum der Erweiterer der Pupille ist ausser der reflectorischen auch der directen Reizung fähig und zwar bei Verminderung des Zuflusses arteriellen Blutes (Unterbindung der Carotiden) und ebensowohl bei Dyspnoe.

Jegorow <sup>1)</sup>, der an curaresirten Hunden und Katzen experimentirt hatte, gibt zuerst eine ausführliche Beschreibung der anatomischen Verhältnisse der an den Augapfel herantretenden Nerven und illustriert dieselben durch Abbildungen. Er kam im Wesentlichen zu folgenden Resultaten:

1) Alle pupillenerweiternden Nerven treten ohne Vermittlung des ganglion ciliare nahe dem Eintritt des Nervus opticus in den Bulbus.

2) Nach der Durchschneidung aller langen Ciliarnerven wird die Pupille eng; behält aber ihre regelmässige Form. Die hierauf folgende Durchschneidung des Halssympathicus führt keine stärkere Pupillenverengerung herbei, auch gibt Reizung des peripheren Sympathicusstumpfes oder des centralen Stumpfes eines sensiblen Nerven keine Erweiterung mehr.

3) Die pupillenerweiternden Fasern verlassen das Ganglion Gasseri mit dem ersten Trigeminasast und gelangen durch die langen Ciliarnerven zur Iris.

Katschanowsky <sup>2)</sup> fand an morphinirten Hunden:

Die vorderen Theile der corpora striata, ebenso wie die vorderen Theile des gyrus sigmoides und die hinteren Hügel der corpora quadrigemina, rufen bei electrischer Reizung Erweiterung beider Pupillen hervor.

Die Anwesenheit der corpora quadrigemina ist nicht unent-

---

1) Jegorow, Ueber den Einfluss der langen Ciliarnerven auf die Erweiterung der Pupille. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiologische Abtheilung, herausgegeben von E. Du Bois-Reymond 1886, S. 149.

2) Katschanowsky, Zur Lehre von oculo-pupillären sympathischen Centren des Grosshirns. Medicinische Beilagen zum See-Archiv 1885 (August-September). Russisch.

behrlich zur Uebertragung der Erregung von corpora striata durch's Rückenmark und Halssympathicus auf die Pupillen.

Die Uebertragung des die Pupille erweiternden Reizes geschieht lediglich durch die sympathischen Nerven.

Reizung der corticalen Substanz mit schwachen Strömen gibt Erweiterung der Pupillen nur bei Einwirkung auf die vorderen Theile der vorderen Windungen. Durch Druck auf die vorderen, unverletzten Windungen kann man ebenfalls Erweiterung der Pupillen hervorrufen.

N. Mislawsky <sup>1)</sup> fand, dass Reizung verschiedenster Stellen der Grosshirnrinde mit schwachen Strömen bei Hunden und Katzen Erweiterung der Pupille hervorruft. In vielen Versuchen beobachtete er, dass Reizung der gyri parietales eine bedeutendere Erweiterung, als Reizung des gyrus centralis anterior (Katschanowsky) hervorruft. Eine Stelle, von der aus Verengerung der Pupille zu erzielen wäre, vermochte er nicht aufzufinden. Die Erweiterung tritt noch ein, nachdem der Halssympathicus durchschnitten, das obere Cervicalganglion extirpirt, der N. Trigeminus vor dem ganglion Gasseri und das Rückenmark in der Höhe des Atlas oder der Bulbus unterhalb der Vierhügel durchtrennt war. Sie bleibt auch nach Durchschneidung des N. oculomotorius oder des N. Trigeminus hinter dem Gasser'schen Knoten.

Diese Resultate führen Mislawsky zu der Ansicht, dass die Grosshirnrinde eine doppelte Function hat: 1) sie ruft eine active Erweiterung hervor, indem sie das Erweiterungscentrum der Pupillen beeinflusst; sie hat einen hemmenden Einfluss auf das Verengerungscentrum der Pupille in den Vierhügeln, welches tonisch erregt ist, was eine indirecte Erweiterung der Pupillen zur Folge hat.

---

Die angeführte Litteratur zeigt, dass in der Frage über den Einfluss des Nervensystems auf die Erweiterung der Pupille noch manche Widersprüche zwischen verschiedenen Forschern herrschen, dass also neue Untersuchungen wünschenswerth sind. Wir haben unsere Versuche begonnen vor Veröffentlichung zweier wichtiger Arbeiten, nämlich von N. Kowalewsky und von Jegorow, von

---

1) N. Mislawsky, De l'influence de l'écorce grise sur la dilatation de la pupille. Comptes rendus de la Société de Biologie 1887, No. 13.

denen die erste ausser einer klaren, kritischen Uebersicht der verschiedenen Ansichten über das Zustandekommen der Erweiterung der Pupille die Leitungsbahnen für diesen Akt im Rückenmarke anzeigt, die zweite die Function der langen Ciliarnerven durch directe Reizung nachweist. Die genannten Arbeiten haben uns um so mehr angeregt, die Frage nach der Erweiterung der Pupille weiter zu verfolgen.

Die anatomische Beschreibung der pupillenerweiternden Nerven bei Hund und Katze, die Jegorow gegeben hatte, ist so treffend und naturgetreu, dass wir ihr kein Wort hinzuzufügen brauchen.

Die Aufsuchung der in der Orbita gelegenen Nerven geschah nach dem von Jegorow ausführlich beschriebenen Verfahren, die Aufsuchung der übrigen Nerven nach üblichen Methoden.

Zur Reizung der Nerven diente uns ein kleiner Du-Bois Reymond'scher Schlittenapparat (die secundäre Spirale mit ca. 5000 Windungen) in Verbindung mit einem Stöhrer'schen Element.

Von den vielen Versuchen, die wir über den Einfluss des Nervensystems auf die Erweiterung der Pupille angestellt haben, führen wir in dieser Abhandlung nur eine Auswahl derjenigen an, die uns constante Resultate gegeben haben. Ehe weitere Untersuchungen, die N. fortsetzt, diese Frage ins Klare bringen werden, hoffen wir schon jetzt zu folgenden Schlüssen berechtigt zu sein:

1) Die pupillenerweiternden Fasern steigen vom Gehirn in's Rückenmark herab (I—II) und treten aus demselben durch die 8. Hals-, 1. und 2. vordere Brustwurzel heraus (III—V). Weiter durch die rami communicantes der 8. Hals- und 1. (mitunter auch der 2.) Brustwurzel (VI—IX) dringen dieselben mittelst des ganglion thoracicum primum, der Ansa Vieussensii (XXXII—XXXV) in den Halssympathicus und in das ganglion colli supremum hinein; vom letzteren gehen sie neben der bulla ossea in den Schädel hinein, legen sich an das ganglion Gasseri (XX—XXI) und verlaufen weiter im 1. Aste des Trigeminus (X).

Durchschneidung des Trigeminus nach vorn vom ganglion Gasseri hebt die pupillenerweiternde Wirkung der Reizung des Halssympathicus auf.

2) Sie verlaufen nicht durch das ganglion ciliare und die von demselben zum Bulbus abgehenden Nerven (Nn. ciliares bre-

ves); denn nach Entfernung des Ganglion oder Durchschneidung der von ihm abgehenden Aeste, ruft Reizung des Halssympathicus nichtsdestoweniger maximale Erweiterung der entsprechenden Pupille hervor (XII—VI).

3) Sie gehen durch die Nervi ciliares longi; Durchschneidung derselben hebt die pupillenerweiternde Wirkung des Halssympathicus auf (XVII—XIX).

4) Bei weitem die meisten pupillenerweiternden Fasern befinden sich im Halssympathicus, denn Reizung dieses Nerven nach Durchschneidung des Trigeminus vor dem Eintritt des letzteren in das ganglion Gasseri ruft maximale Erweiterung der Pupille hervor (XX—XXI).

5) Es gelangen jedoch auf cerebralem Wege pupillenerweiternde Fasern in den Bulbus, denn nach Durchschneidung des Halssympathicus oder Exstirpation des ganglion colli supremum lässt sich nichtsdestoweniger auf reflectorischem Wege durch Reizung sensibler Nerven eine deutliche, wenn auch bedeutend schwächere und meistentheils viel später eintretende Pupillenerweiterung erzielen (XXII—XXIII, XXVIII—XXXI, XXXVI—XL).

6) Das Centrum der pupillenerweiternden Nerven liegt im Gehirn; ein oculo-pupilläres Rückenmarkscentrum an der Grenze der Hals- und Brustwirbel anzunehmen, sind wir nicht berechtigt, denn Durchschneidung des Rückenmarks unterhalb der medulla oblongata hebt reflectorische Pupillenerweiterung bei Reizung des Ischiadicus auf (XXIV—XXVII).

7) Anwesenheit pupillenerweiternder Fasern im Nervus vertebralis lässt sich nicht nachweisen (XXXIV—XXXV).

---

I. 29./IX. 84. Eine grosse curaresirte Katze. Es wurde mit einem kleinen Trepan ein Loch gebohrt in dem os occipitale unterhalb der protub. occip. und ein zweites im Atlas, und zwei am Ende platt geschliffene Nadeln in die medulla oblongata hineingestochen und mit dem Inductionsapparat verbunden. Während der Reizung erweitern sich beide Pupillen. Durchschneidung des rechten Halssympathicus rief Verengerung der entsprechenden Pupille hervor. Während der nachherigen Reizung der medulla oblongata erweitert sich die linke Pupille sehr stark, die rechte nur sehr unbedeutend.

II. 19./IX. 84. Eine mittelgrosse curaresirte Katze, bei der der rechte Augapfel atrophirt war. Mit einem kleinen Trepan wurde ein Loch in dem

8. Hals- und ein zweiter im 2. Brustwirbel gebohrt und zwei Nadeln ins Rückenmark hineingestochen. Während der Hineinsteichung der Nadeln erweiterte sich die linke Pupille; nach Verlauf von 1 Minute wurde sie wieder enge. Während der Reizung mit Inductionsströmen (bei 150—105 mm Rollenabstand) erweiterte sich die Pupille jedesmal bedeutend. Es wurde der linke Halssympathicus durchschnitten (im Moment der Durchschneidung eine kurzdauernde Erweiterung), die Pupille verengerte sich stark. Die nachherige Reizung des Rückenmarks hatte keinen Erfolg mehr, die Pupille verblieb im verengerten Zustande.

III. 11./X. 84. Bei einer curaresirten Katze wurde der Rückenmarkskanal vom 5. Halswirbel bis zum 4. Brustwirbel geöffnet, die 6., 7. und 8. Halswurzel, 1. und 2. Brustwurzel rechts unterbunden und möglichst nahe am Marke durchschnitten. Sie wurden eine nach der anderen mit Inductionsströmen gereizt (bei 180 mm Rollenabstand). Die Reizung der ersten 2 Wurzeln (6. und 7. Halswurzel) hatte keinen Erfolg; die Reizung der 8. Halswurzel rief schwache Erweiterung der rechten Pupille hervor, noch mehr erweiterte sich die Pupille während der Reizung der 1. Brustwurzel, und die stärkste Erweiterung der Pupille beobachtete man während der Reizung der 2. Brustwurzel. Die Reizung der 3. Brustwurzel hatte keine Einwirkung auf die Pupille.

IV. 13./X. 84. Bei einer curaresirten Katze wurde der Rückenmarkskanal vom 4. Hals- bis zum 3. Brustwirbel geöffnet, die 5., 6., 7., und 8. Halswurzel, die 1. und 2. Brustwurzel rechts unterbunden und dicht am Marke durchschnitten. Reizung der 5., 6. und 7. Halswurzel mit Inductionsströmen (190 mm Rollenabstand) hatte keinen Einfluss auf die Weite der Pupille. Reizung der 8. Halswurzel gab eine starke Erweiterung der Pupille, schwächer wirkte die Reizung der 1. Brustwurzel, und die Reizung der 2. Brustwurzel hatte einen nur unbedeutenden Erfolg (die linienförmige Pupillenspalte wurde linsenförmig).

V. 20./X. 84. Bei einer grossen curaresirten Katze wurden nach Eröffnung des Rückenmarkkanals auf der rechten Seite die 6., 7. und 8. Halswurzel, die 1. und 2. Brustwurzel unterbunden und dicht am Marke durchschnitten. Die Reizung der 6. und 7. Halswurzel mit Inductionsströmen (Rollenabstand 180—150 mm) hatte keinen Einfluss auf die Weite der rechten Pupille; Reizung der 8. Hals-, der 1. und 2. Brustwurzel führte Erweiterung der rechten Pupille herbei, am intensivsten war der Einfluss der 1. Brustwurzel. Es wurden die 8. Hals-, die 1. und 2. Brustwurzel auf der linken Seite unterbunden und durchschnitten, die Reizung dieser drei Wurzeln hatte ganz denselben Einfluss auf die linke Pupille.

VI. 29./X. 84. Bei einer curaresirten Katze wurde nach Unterbindung der Blutgefässe links der Thorax geöffnet, die rami communicantes zur 8. Hals- und 1. linken Brustwurzel unterbunden und durchschnitten.

Reizung derselben mit Inductionsströmen gab Erweiterung der entsprechenden Pupille; am intensivsten wirkte der *ramus communicans* zur 8. Halswurzel.

VII. 31./X. 84. Bei einer grossen curaresirten Katze wurde links der Thorax eröffnet, die *rami communicantes* zur 8. Hals- und 1. Brustwurzel unterbunden und durchschnitten. Reizung beider *rami* gab Erweiterung der linken Pupille.

VIII. 14./XI. 84. Bei einer grossen curaresirten Katze wurde rechts der Thorax eröffnet, die *rami communicantes* zur 6., 7. und 8. Hals-, zur 1., 2. und 3. Brustwurzel unterbunden, durchschnitten und eine nach der anderen mit Inductionsströmen gereizt. Erweiterung der rechten Pupille sah man lediglich während der Reizung der *rami communicantes* zur 8. Hals- und 1. Brustwurzel.

IX. 15./XI. 84. Bei einer curaresirten Katze wurde der Thorax links eröffnet, und die *rami communicantes* zur 7. und 8. Hals- und zur 1. und 2. Brustwurzel unterbunden und durchschnitten. Reizung der *rami communicantes* zur 8. Hals- und 1. und 2. Brustwurzel erweiterte die linke Pupille; vornehmlich wirkten die *rami communicantes* zur 8. Hals- und 1. Brustwurzel, schwächer war die Wirkung des *ramus* zur 2. Brustwurzel.

X. 12./XII. 84. Bei einer grossen curaresirten Katze wurden beide Halssympathici unterbunden und durchschnitten. Hierauf wurde der Schädel rechts aufgebrochen, das Gehirn etwas emporgehoben und die drei Aeste des Trigeminus nach vorn vom ganglion Gasseri durchschnitten (die vollständige Durchtrennung der drei Aeste des n. Trigeminus wurde bei der Section constatirt), die rechte Pupille erweiterte sich, jedoch nicht bedeutend (wahrscheinlich in Folge der starken Blutung und der dadurch hervorgerufenen Anaemie des rechten Bulbus). Reizung des rechten Halssympathicus hatte keinen Einfluss auf die Weite der rechten Pupille, Reizung des linken Halssympathicus erweiterte die linke Pupille ad maximum.

XI. 25./VIII. 85. Bei einer curaresirten Katze wurde der linke n. Ischiadicus unterbunden und durchschnitten.

11 h. 43 m. Reizung des centralen Abschnittes des n. Ischiadicus (Rollenabstand 120 mm) rief Erweiterung beider Pupillen hervor.

11 h. 50 m. Der linke Halssympathicus wurde durchschnitten. Beide Pupillen verengt, stärker die linke (sie stellt eine linienförmige Spalte dar).

11 h. 58 m. Während der Reizung des Ischiadicus (Rollenabstand 120 mm) erweitern sich beide Pupillen, weniger die linke.

12 h. 20 m. Es wurde die rechte Hälfte des Rückenmarks am 1. Halswirbel durchschnitten. Beide Pupillen stark verengt.

12 h. 28 m. Reizung des Ischiadicus (Rollenabstand 100—90 mm) rief schwache, aber deutliche Erweiterung beider Pupillen hervor.

12 h. 34 m. Es wurde die künstliche Athmung während 2 Minuten



sistiert, die beiden Pupillen erweiterten sich schwach, jedoch deutlich. Nach Wiederaufnahme der Atmung verengten sich beide Pupillen.

XII. 27./VIII. 85. Bei einer kleinen curaresirten Katze wurde das linke ganglion ciliare frei präpariert, und der linke Halssympathicus durchschnitten. Beide Pupillen verengt.

11 h. 46 m. Während der Reizung des linken Halssympathicus (200 mm Rollenabstand) erweitert sich die linke Pupille bedeutend.

11 h. 49 m. Beide Pupillen verengt.

11 h. 50 m. Der Ausschneidung des linken ganglion ciliare folgte Erweiterung der linken Pupille nach.

11 h. 53 m. Die linke Pupille im mittleren Grade erweitert.

11 h. 53 m. Während der Reizung des linken Halssympathicus erweitert sich die linke Pupille ad maximum.

XIII. 3./IX. 85. Bei einer curaresirten Katze wurde das linke ganglion ciliare freipräpariert und der linke Halssympathicus durchschnitten.

11 h. 10 m. Reizung des linken Halssympathicus (bei 200 mm Rollenabstand) erweitert die linke Pupille ad maximum.

11 h. 11 m. Der Ausschneidung des linken ganglion ciliare folgt eine ziemlich umfangreiche Erweiterung der linken Pupille nach.

11 h. 14 m. Reizung des linken Halssympathicus (bei 200 mm Rollenabstand) erweitert die linke Pupille ad maximum.

XIV. 30./IX. 85. Bei einer curaresirten Katze wurde das linke ganglion ciliare freigelegt und der linke Halssympathicus durchschnitten.

11 h. 50 m. Die Reizung des linken Halssympathicus (bei 200 mm Rollenabstand) erweitert die linke Pupille ad maximum.

11 h. 51 m. Durchschneidung der vom ganglion ciliare zum Bulbus gehenden Aeste (n. ciliares breves).

11 h. 55 m. Reizung des linken Halssympathicus (bei 150 mm Rollenabstand) ruft bedeutende Erweiterung der linken Pupille hervor.

XV. 1./X. 85. Bei einer curaresirten Katze wurde das linke ganglion ciliare freigelegt und der linke Halssympathicus durchschnitten.

1 h. 30 m. Reizung des linken Halssympathicus (bei 120 mm Rollenabstand) ruft Erweiterung der linken Pupille hervor.

1 h. 35 m. Die vom ganglion ciliare zum Bulbus verlaufenden Nervenäste wurden durchschnitten.

1 h. 40 m. Reizung des linken Halssympathicus (bei 120 mm Rollenabstand) erweitert die linke Pupille.

XVI. 6./X. 85. Bei einer curaresirten Katze wurde das linke ganglion ciliare freigelegt und der linke Halssympathicus durchschnitten.

1 h. 40 m. Reizung des linken Halssympathicus (bei 200 mm Rollenabstand) erweitert die linke Pupille bedeutend.

1 h. 46 m. Das linke ganglion ciliare wurde ausgeschnitten.

1 h. 47 m. Der Reizung des linken Halssympathicus (bei 200 mm Rollenabstand) folgt eine bedeutende Erweiterung der linken Pupille nach.

1 h. 50 m. Reizung des linken Halssympathicus (bei 200 mm Rollenabstand) ruft bedeutende Erweiterung der linken Pupille hervor.

XVII. 8./X. 85. Bei einer curaresirten Katze wurden auf der linken Seite die Nn. ciliares longi freigelegt. Der linke Halssympathicus wurde unterbunden und durchschnitten.

1 h. Die Reizung des linken Halssympathicus bei 200 mm R.-A. ruft Erweiterung der linken Pupille hervor.

1 h. 2 m. Es wurden die Nn. ciliares longi auf der linken Seite durchschnitten.

1 h. 4 m. Während der Reizung des linken Halssympathicus bei 200 mm R.-A. bleibt die linke Pupille unbeweglich.

1 h. 6 m. Während der Reizung des linken Halssympathicus bei 150 mm R.-A. beobachtet man dasselbe.

1 h. 8 m. Reizung des linken Halssympathicus bei 100 mm R.-A. führt zu demselben Resultate.

Die Section constatirte Durchschneidung der langen Ciliarnerven.

XVIII. 10./X. 85. Bei einer curaresirten Katze wurden links die Nn. ciliares longi frei präparirt und unter dieselben ein Faden hindurchgeführt. Der linke Halssympathicus wurde unterbunden und durchschnitten.

1 h. 15 m. Während der Reizung des linken Halssympathicus bei 200 mm R.-A. erweitert sich die linke Pupille.

1 h. 18 m. Es wurde der Faden um die langen Ciliarnerven zugeschnürt.

1 h. 20 m. Während der Reizung des linken Halssympathicus bei 200 mm R.-A. bleibt die linke Pupille unbeweglich; nur das dritte Augenlid wird hineingezogen.

1 h. 25 m. Reizung des linken Halssympathicus bei 150 mm R.-A. führt zu demselben Resultate.

1 h. 30 m. Reizung des linken Halssympathicus bei 100 mm R.-A. gibt dasselbe.

1 h. 38 m. Während der Reizung des linken Halssympathicus bei 80 mm R.-A. beobachtet man dasselbe.

1 h. 45 m. Während der Reizung des linken Halssympathicus bei 70 mm R.-A. bleibt die linke Pupille unbeweglich; nur das dritte Augenlid wird hineingezogen.

Durch Section wird die Zueschnürung der langen Ciliarnerven constatirt.

XIX. 13./X. 85. Bei einer curaresirten Katze wurden auf der linken Seite die Nn. ciliares longi frei präparirt und um dieselben ein Faden hindurchgeführt. Der linke Halssympathicus wurde unterbunden und durchschnitten.

12 h. 10 m. Reizung des linken Halssympathicus bei 200 mm R.-A. gibt Erweiterung der linken Pupille.

12 h. 11 m. Es wurde der Faden um die langen Ciliarnerven zugeschnürt.

12 h. 13 m. Während der Reizung des linken Halssympathicus bei 200 mm R.-A. bleibt die linke Pupille unbeweglich; nur das dritte Augenlid wird hineingezogen.

12 h. 15 m. Reizung des linken Halssympathicus bei 150 mm R.-A. gibt dasselbe.

12 h. 20 m. Reizung des linken Halssympathicus bei 100 mm R.-A. führt zu demselben Resultate.

Bei der Section wird die Zuschnürung der langen Ciliarnerven constatirt.

XX. 15./X. 85. Bei einer curaresirten Katze wurde der rechte Trigemini bei seinem Ursprunge aus dem Gehirn freigelegt und der rechte Halssympathicus durchschnitten.

12 h. 28 m. Während der Reizung des rechten Halssympathicus (bei 200 mm R.-A.) erweitert sich die rechte Pupille.

12 h. 40 m. Es wurde der Trigemini dicht am Gehirn vermittelt eines sichelförmigen Messerchens durchschnitten (durch die Section constatirt).

12 h. 42 m. Während der Reizung des rechten Halssympathicus (bei 200 mm R.-A.) erweitert sich die rechte Pupille ad maximum.

12 h. 44 m. Reizung des rechten Sympathicus (bei 150 mm R.-A.) gibt dasselbe.

12 h. 45 m. Reizung des rechten Halssympathicus (bei 100 mm R.-A.) führt zu demselben Resultate.

XXI. 16./X. 85. Bei einer curaresirten Katze wurde der rechte Trigemini dicht bei seinem Austritte aus dem Gehirn freigelegt und der rechte Halssympathicus durchschnitten.

1 h. 8 m. Während der Reizung des rechten Halssympathicus (bei 200 mm R.-A.) erweitert sich die rechte Pupille ad maximum.

1 h. 20 m. Es wurde der rechte Trigemini dicht am Gehirn durchtrennt (durch Section constatirt).

1 h. 21 m. Während der Reizung des rechten Halssympathicus (bei 200 mm R.-A.) erweitert sich die rechte Pupille.

1 h. 22 m. Reizung des rechten Halssympathicus (bei 150 mm R.-A.) gibt dasselbe.

1 h. 23 m. Reizung des rechten Halssympathicus (bei 100 mm R.-A.) erweitert sofort die rechte Pupille ad maximum.

XXII. 17./X. 85. Bei einer curaresirten Katze wurde der linke Ischiadicus unterbunden und durchschnitten.

11 h. 53 m. Die Reizung des centralen Abschnittes des Ischiadicus (bei 100 mm R.-A.) rief sofort Erweiterung beider Pupillen hervor.

11 h. 54 m. Der linke Halssympathicus wurde durchschnitten, worauf die linke Pupille bis zu einer linienförmigen Spalte sich zusammenzog.

11 h. 55 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 100 mm R.-A.) erweitert sich auch die linke Pupille, jedoch erst nach einiger Zeit.

11 h. 59 m. Reizung des Ischiadicus (bei 100 mm R.-A.) gab dasselbe Resultat.

12 h. 2 m. Reizung des Ischiadicus (bei 80 mm R.-A.) führte zu demselben Resultate.

12 h. 12 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) erweiterte sich die linke Pupille nach einiger Zeit.

12 h. 15 m. Es wurde der rechte Halssympathicus durchschnitten, worauf die rechte Pupille sich ad maximum zusammenzog.

12 h. 17 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) tritt Erweiterung beider Pupillen ein. Nach Sistirung der Reizung verengen sich dieselben alsbald bis zu linienförmigen Spalten.

12 h. 20—21 m. Reizung (bei 200 mm R.-A.) des linken und hierauf des rechten Halssympathicus erweitert die entsprechende Pupille ad maximum.

12 h. 23 m. Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) rief nach einiger Zeit bedeutende Erweiterung beider Pupillen hervor; das dritte Lid verblieb unbeweglich.

XXIII. 20./X. 85. Bei einer curaresirten Katze wurde der linke Ischiadicus unterbunden und durchschnitten. Beide Pupillen waren verengt.

12 h. 54 m. Reizung des centralen Abschnittes des Ischiadicus (bei 100 mm R.-A.) rief sofort Erweiterung beider Pupillen hervor.

12 h. 56 m. Es wurde der linke Halssympathicus durchschnitten; beide Pupillen verengt, die linke etwas stärker.

1 h. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 100 mm R.-A.) erweitern sich beide Pupillen, etwas stärker die rechte.

Nach Sistirung der Reizung verengern sich beide Pupillen, die linke stärker.

1 h. 10 m. Reizung des Ischiadicus (bei 80 mm R.-A.) erweitert beide Pupillen.

Nach Sistirung der Reizung verengern sich beide Pupillen, die linke stärker.

1 h. 15 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) erweitern sich beide Pupillen, stärker die rechte.

1 h. 18 m. Es wurde der rechte Halssympathicus durchschnitten; beide Pupillen in gleicher Weise verengt.

1 h. 23 m. Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) rief schwache gleichmässige Erweiterung beider Pupillen hervor.

Nach Sistirung der Reizung verengen sich beide Pupillen.

1 h 25 m. Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) gab ziemlich bedeutende gleiche Erweiterung beider Pupillen.

1 h. 27—29 m. Die Reizung des linken und hierauf des rechten Hals-sympathicus (bei 200 mm R.-A.) hatte zur Folge: Erweiterung der entsprechenden Pupille ad maximum und Hineinziehung des 3. Lides.

XXIV. 24./X. 85. Bei einer curaresirten Katze wurde der linke Ischiadicus unterbunden und durchschnitten. Beide Pupillen verengt.

11 h. 55 m. Während der Reizung des centralen Abschnittes des Ischiadicus (bei 100 mm R.-A.) erweitern sich beide Pupillen.

11 h. 58 m. Reizung des Ischiadicus (bei 100 mm R.-A.) ruft (noch stärkere) Erweiterung beider Pupillen hervor.

12 h. 8 m. Vollständige Durchschneidung des Rückenmarks am 1. Halswirbel (durch Section constatirt); beide Pupillen verengt.

12 h. 11 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 100 mm R.-A.) bleiben beide Pupillen unbeweglich.

12 h. 13 m. Reizung des Ischiadicus (bei 80 mm R.-A.) gibt dasselbe Resultat.

12 h. 15 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) beobachtet man dasselbe.

12 h. 19 m. Beide Halssympathici durchschnitten; beide Pupillen ad maximum verengt.

12 h. 26 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) verbleiben beide Pupillen ad maximum verengt.

12 h. 30 m. Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) gab dasselbe Resultat.

12 h. 31—33 m. Reizung des linken und hierauf des rechten Hals-sympathicus (bei 200 mm R.-A.) erweitert sofort ad maximum die entsprechende Pupille.

XXV. 28./X. 85. Bei einer kleinen curaresirten Katze wurde der linke Ischiadicus unterbunden und durchschnitten. Beide Pupillen im mittleren Grade verengt.

12 h. 14 m. Während der Reizung des centralen Abschnittes des linken Ischiadicus (bei 100 mm R.-A.) erweitern sich beide Pupillen. Nach Sistirung der Reizung verengen sich dieselben.

12 h. 18 m. Reizung des Ischiadicus (bei 90 mm R.-A.) erweitert beide Pupillen.

12 h. 30 m. Es wurde das Rückenmark am 2. Halswirbel vollständig durchschnitten (durch Section constatirt); beide Pupillen verengt.

12 h. 32 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 90 mm R.-A.) bleiben die Pupillen unverändert.

12 h. 33 m. Reizung des Ischiadicus (bei 60 mm R.-A.) gibt dasselbe Resultat.

12 h. 35 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) beobachtet man dasselbe.

12 h. 38 m. Beide Halssympathici durchschnitten.

12 h. 40—41 m. Reizung des rechten und hierauf des linken Halssympathicus (bei 150 mm R.-A.) erweitert die entsprechende Pupille ad maximum.

XXVI. 28./X. 85. Bei einer grossen, schwach curaresirten Katze wurde der linke Ischiadicus unterbunden und durchschnitten. Beide Pupillen sind im mittleren Grade verengt.

1 h. 13 m. Reizung des centralen Abschnittes des n. Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) ruft sofort Erweiterung beider Pupillen hervor.

1 h. 15 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) beobachtet man dasselbe.

1 h. 26 m. Es wurde das Rückenmark am 1. Halswirbel vollständig durchschnitten (durch Section constatirt).

1 h. 29 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) bleiben beide Pupillen unbeweglich.

1 h. 36 m. Reizung des Ischiadicus (bei 90 mm R.-A.) gibt dasselbe.

1 h. 42 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) beobachtet man dasselbe. Beide Pupillen sind verengt.

1 h. 46 m. Durchschneidung beider Halssympathici. Beide Pupillen sind verengt.

1 h. 48—49 m. Reizung des rechten und hierauf des linken Halssympathicus (bei 200 mm R.-A.) ruft maximale Erweiterung der entsprechenden Pupille hervor.

XXVII. 29./X. 85. Bei einer kleinen curaresirten Katze wird der linke Ischiadicus unterbunden und durchschnitten. Beide Pupillen verengt.

12 h. 8 m. Reizung des centralen Abschnittes des Ischiadicus (bei 150 mm R.-A.) ruft zwar unbedeutende, jedoch deutliche Erweiterung beider Pupillen hervor.

12 h. 10 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) erweitern sich beide Pupillen bedeutend.

12 h. 17 m. Es wurde das Rückenmark am 1. Halswirbel vollständig durchschnitten (durch Section constatirt). Beide Pupillen sind total verengt.

12 h. 25 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) bleiben beide Pupillen unbeweglich.

12 h. 27 m. Reizung des Ischiadicus (bei 100 mm R.-A.) gibt dasselbe.

12 h. 29 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) beobachtet man dasselbe.

12 h. 35 m. Beide Halssympathici wurden durchschnitten; die Pupillen bleiben vollkommen zusammengezogen.

12 h. 37—38 m. Reizung des rechten und hierauf des linken Halssympathicus (bei 200 mm R.-A.) ruft maximale Erweiterung der entsprechenden Pupille und Hineinziehung des 3. Lides hervor.

12 h. 40 m. Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) hat gar keinen Einfluss auf die Pupillen.

XXVIII. 30./X. 85. Bei einer grossen schwach curaresirten Katze wurde der linke Ischiadicus unterbunden und durchschnitten.

12 h. 50 m. Während der Reizung des centralen Abschnittes des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) erweitern sich beide Pupillen und ziehen sich hinein die 3. Augenlider.

12 h. 52 m. Die Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) gibt dasselbe Resultat.

12 h. 57 m. Es wurden beide Halssympathici durchschnitten.

1 h. 2 m. Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) gibt schwache Erweiterung der Pupillen, die 3. Augenlider verbleiben unbeweglich.

1 h. 10 m. Reizung des Ischiadicus (bei 90 mm R.-A.) gibt dasselbe Resultat. Das Thier fängt an selbständig zu athmen.

1 h. 12 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) beobachtet man schwache Erweiterung beider Pupillen und vollständige Unbeweglichkeit der 3. Augenlider.

1 h. 13—14 m. Reizung des rechten und hierauf des linken Halssympathicus (bei 200 mm R.-A.) ruft maximale Erweiterung der entsprechenden Pupille und Hineinziehung des 3. Augenlides hervor.

1 h. 15 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) beobachtet man schwache Erweiterung beider Pupillen und Unbeweglichkeit der 3. Augenlider.

XXIX. 10./XII. 85. Bei einer schwach curaresirten Katze wurde der linke Ischiadicus unterbunden und durchschnitten.

11 h. 55 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) erweitern sich beide Pupillen sofort.

11 h. 58 m. Durchschneidung des rechten Halssympathicus bringt Verengerung der Pupille hervor.

12 h. 3 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) erweitert sich die linke Pupille bedeutend und das 3. Lid zieht sich hinein; die rechte Pupille erweitert sich nur unbedeutend und das 3. Lid bleibt unbeweglich.

12 h. 7 m. Die rechte Pupille stellt eine linienförmige, die linke eine linsenförmige Spalte dar.

12 h. 10 m. Reizung des Ischiadicus (bei 100 mm R.-A.) erweitert nur schwach die rechte, dagegen bedeutend die linke Pupille.

XXX. 24./XI. 85. Bei einer schwach curaresirten Katze wird der linke Ischiadicus unterbunden und durchschnitten.

12 h. 55 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) erweitern sich beide Pupillen und ziehen sich hinein die 3. Augenlider.

12 h. 56 m. Es wurde der linke Halssympathicus durchschnitten.

12 h. 58 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) erweitert sich die rechte Pupille bedeutend und das 3. Lid zieht sich hinein;

die Erweiterung der linken Pupille ist bedeutend schwächer und das linke 3. Augenlid bleibt unbeweglich.

1 h.—1 h. 6 m. Reizung des Ischiadicus (bei 100—50 mm R.-A.) in 2-minütigen Intervallen führt zu demselben Resultate.

1 h. 10 m. Es wurde der n. vertebralis sinister durchschnitten.

1 h. 15 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 50 mm R.-A.) erweitert sich die rechte Pupille stark, die linke nur unbedeutend.

XXXI. 17./XII. 85. Bei einer schwach curaresirten Katze wurde der linke Ischiadicus unterbunden und durchschnitten.

12 h. 16 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) erweitern sich beide Pupillen gleichmässig.

12 h. 17 m. Nach Durchschneidung des linken n. vertebralis bleibt die Breite beider Pupillen gleich.

12 h. 19 m. Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) ruft gleiche Erweiterung beider Pupillen hervor.

12 h. 20 m. Nach Durchschneidung des linken Halssympathicus wird die linke Pupille enger.

12 h. 21 m. Während der Reizung des Ischiadicus (bei 120 mm R.-A.) erweitert sich die rechte Pupille sofort stark, die linke dagegen nur unbedeutend.

12 h. 25 m. Die Reizung des Ischiadicus (bei 100—80 mm R.-A.) hat denselben Erfolg.

XXXII. 16./III. 86. Eine mittelgrosse Katze wurde curaresirt. Man legte auf der linken Seite beide Aeste der ansa Vieussensii bloss.

12 h. 20 m. Es wurde der hintere Ast der ansa Vieussensii unterbunden und durchschnitten; während der Unterbindung trat eine schwache Erweiterung der linken Pupille ein, der alsbald eine schwache Verengung nachfolgte.

12 h. 21 m. Es wurde der vordere Ast der ansa Vieussensii unterbunden und durchschnitten; während der Unterbindung erweiterte sich bedeutend die linke Pupille, und hierauf verengerte sich dieselbe stark.

12 h. 22 m. Die rechte Pupille mässig verengt; die linke stark verengt, stellt eine linienförmige Spalte dar.

12 h. 25 m. Reizung des hinteren Astes der ansa Vieussensii (bei 200—150 mm R.-A.) ruft eine mässige Erweiterung der linken Pupille hervor.

12 h. 28 m. Reizung des vorderen Astes der ansa Vieussensii (bei 200 mm R.-A.) erweitert die linke Pupille ad maximum.

XXXIII. 17./III. 86. Bei einer grossen curaresirten Katze wurden linkerseits die beiden Aeste der ansa Vieussensii unterbunden und durchschnitten. Die Unterbindung des vorderen Astes der ansa Vieussensii rief deutliche Erweiterung, die des hinteren Astes nur sehr schwache Erweiterung der linken Pupille hervor.



1 h. 10 m. Die linke Pupille stark, die rechte mässig verengt.

1 h. 12 m. Reizung des hinteren Astes der ansa Vieussenii (bei 200 mm R.-A.) gab schwache Erweiterung der linken Pupille.

1 h. 15 m. Während der Reizung des vorderen Astes der ansa Vieussenii erweiterte sich die linke Pupille ad maximum.

1 h. 18—25 m. Mehrmalige abwechselnde Reizung des hinteren und des vorderen Astes der ansa Vieussenii hatte denselben Erfolg.

XXXIV. 14./V. 91. Bei einer curaresirten Katze wurde links der Halssympathicus, rechts die beiden Aeste der ansa Vieussenii unterbunden und durchschnitten behufs Reizung ihrer oberen Abschnitte. Beide Pupillen verengt, linsenförmig.

9 h. 24 m. Reizung des linken Sympathicus bei 100 mm R.-A. gab starke Erweiterung der linken Pupille.

9 h. 25 m. Reizung des vorderen Astes der ansa Vieussenii rief ebenso starke Erweiterung der rechten Pupille hervor.

Beide Pupillen stark verengt, linienförmig.

9 h. 29 m. Reizung des Sympathicus bei 100 mm R.-A. gab starke Erweiterung der linken Pupille.

9 h. 30 m. Reizung des vorderen Astes der ansa Vieussenii rief ebenso starke Erweiterung der rechten Pupille hervor.

Beide Pupillen stark verengt, linienförmig.

9 h. 34 m. Reizung des Sympathicus bei 100 mm R.-A. gab starke Erweiterung der linken Pupille.

9 h. 35 m. Reizung des vorderen Astes der ansa Vieussenii rief ebenso starke Erweiterung der rechten Pupille hervor.

Es wurde der rechte *Verteбрalis* unterbunden und durchschnitten behufs Reizung seines oberen Abschnittes.

9 h. 40 m. Reizung des *N. verteбрalis dexter* bei 100 mm R.-A. — keine Veränderung der Pupillenweite.

8 h. 45 m. Reizung des *N. verteбрalis dexter* bei 50 mm R.-A. rief keine Veränderung der Pupillenweite hervor.

Unmittelbar darauf folgende Reizung des vorderen Astes der ansa Vieussenii bei 100 mm R.-A. gab sofort starke Erweiterung der rechten Pupille.

9 h. 50 m. Reizung des *N. verteбрalis dexter* bei 40 mm R.-A. blieb ohne jeglichen Erfolg.

Es wurde der linke *N. verteбрalis* unterbunden und durchschnitten.

10 h. 15 m. Reizung des linken *N. verteбрalis* bei 100 mm R.-A. — keine Veränderung der Pupillenweite.

Reizung des linken Sympathicus bei 100 mm R.-A. hat zur Folge eine starke Erweiterung der Pupille.

10 h. 20 m. Reizung des linken *N. verteбрalis* bei 40 mm R.-A. — keine Veränderung der Pupillenweite.

Reizung des linken Sympathicus bei 100 mm R.-A. — die Pupille erweitert sich ad maximum.

10 h. 25 m. Reizung des linken N. vertebralis bei 30 mm R.-A. — keine Veränderung der Pupillenweite.

Reizung des Sympathicus bei 100 mm R.-A. — die Pupille erweitert sich ad maximum.

XXXV. 14./V. 91. Bei einer curaresirten Katze wurden auf beiden Seiten die ansae Viessensii und die Nn. Vertebrales freigelegt.

12 h. 25 m. Durchschneidung des linken N. Vertebralis — keine Veränderung der Pupillenweite.

12 h. 26 m. Reizung der linken N. Vertebralis bei 50 mm R.-A. — keine Veränderung der Pupillenweite.

12 h. 27 m. Durchschneidung der rechten N. Vertebralis gibt dasselbe.

12 h. 28 m. Reizung des rechten N. Vertebralis bei 50 mm R.-A. hat keinen Einfluss auf die Pupillenweite.

Es wurden die beiden Aeste der linken ansa Viessensii durchschnitten; die linke Pupille zieht sich zusammen.

12 h. 30 m. Reizung des hinteren Astes der linken ansa Viessensii bei 100 mm R.-A. — keine Veränderung der Pupillenweite.

Reizung des vorderen Astes derselben ansa; starke Erweiterung der linken Pupille.

Nach Durchschneidung beider Aeste der rechten ansa Viessensii wird die rechte Pupille eng.

12 h. 35 m. Reizung des hinteren Astes der rechten ansa Viessensii bei 100 mm R.-A. hat keinen Einfluss auf die Weite der rechten Pupille.

12 h. 37 m. Reizung des vorderen Astes der rechten ansa Viessensii bei 100 mm R.-A. erweitert die rechte Pupille ad maximum.

12 h. 50 m. Reizung des hinteren Astes der linken ansa Viessensii bei 100 mm R.-A. — keine Veränderung der linken Pupille.

12 h. 51 m. Reizung des vorderen Astes der linken ansa Viessensii bei 100 mm R.-A. erweitert die linke Pupille ad maximum.

12 h. 52 m. Reizung des hinteren Astes der rechten ansa Viessensii bei 100 mm R.-A. hat keinen Einfluss auf die rechte Pupille.

12 h. 53 m. Reizung des vorderen Astes der rechten ansa Viessensii bei 100 mm R.-A. erweitert die rechte Pupille ad maximum.

XXXVI. 14./I. 86. Bei einer curaresirten Katze wurde der N. ischiadicus sinister unterbunden und durchschnitten. Beide Pupillen stark verengt.

11 h. 53 m. Während der Reizung des N. ischiadicus bei 120 mm R.-A. erweitern sich sofort beide Pupillen.

12 h. 20 m. Beide Pupillen verengt.

12 h. 25 m. Auf der linken Seite wurde der n. sympathicus colli durchschnitten, auf der rechten das ganglion colli supremum extirpiert.

12 h. 30 m. Während der Reizung des n. ischiadicus bei 120 mm R.-A. erweitern sich beide Pupillen gleichmässig.

Die Pupillen verengt.

12 h. 32 m. Während der Reizung des n. ischiadicus bei 100 mm R.-A. erweitern sich beide Pupillen.

Die Pupillen verengt.

12 h. 34 m. Während der Reizung des n. ischiadicus bei 80 mm R.-A. erweitern sich beide Pupillen.

Nach Aufhören der Reizung verengten sich beide Pupillen.

12 h. 36 m. Inhibirung der Athmung; nach Verlauf von  $\frac{1}{2}$  Minute fangen die Pupillen an sich zu erweitern, nach 1 Minute sind dieselben ziemlich stark erweitert.

Bei Erneuerung der künstlichen Athmung werden die Pupillen alsbald enge (linienförmig).

12 h. 40 m. Inhibirung der Athmung während 1 Minute; beide Pupillen erweitern sich gleichmässig und ziemlich stark.

Bei Erneuerung der Athmung werden die Pupillen stark verengt (linienförmig).

12 h. 45 m. Es wurde die Luftröhre unterbunden; nach 1 Minute waren die Pupillen ziemlich stark, nach 2 Minuten stark, nach 4 Minuten ad maximum erweitert.

XXXVII. 16./I. 86. Bei einer curaresirten Katze wurde der n. ischiadicus sinister freigelegt und durchschnitten.

12 h. 25 m. Während der Reizung des n. ischiadicus bei 120 mm R.-A. erweitern sich sofort beide Pupillen.

12 h. 38 m. Auf der linken Seite wurde das ganglion colli supremum exstirpiert, auf der rechten der n. sympathicus colli durchschnitten.

12 h. 41 m. Beide Pupillen gleichmässig verengt.

12 h. 43 m. Während der Reizung des n. ischiadicus bei 120 mm R.-A. erweitern sich beide Pupillen.

12 h. 48 m. Reizung des n. ischiadicus bei 100 und bei 80 mm R.-A. rief eine gleichmässige ziemlich bedeutende Erweiterung beider Pupillen hervor.

12 h. 53 m. Inhibirung der Athmung; nach 1 Minute waren beide Pupillen ziemlich stark erweitert.

Bei Erneuerung der künstlichen Athmung verengen sich beide Pupillen.

12 h. 56 m. Inhibirung der Athmung; nach 25 Secunden fingen die Pupillen an, sich zu erweitern; nach 1 Minute waren beide Pupillen stark verengt.

XXXVIII. 11./II. 86. Bei einer grossen curaresirten Katze wurden der n. ischiadicus sinister durchschnitten und das ganglion colli supremum dextrum freigelegt.

Beide Pupillen verengt.

12 h. 4 m. Reizung des n. ischiadicus bei 120 mm R.-A. rief Erweiterung beider Pupillen hervor.

12 h. 8 m. Es wurde das ganglion colli supremum dextrum extirpiert. Beide Pupillen verengt, die rechte stärker.

12 h. 10 m. Während der Reizung des n. ischiadicus bei 120 mm R.-A. erweitert sich die linke Pupille sofort stark, die rechte langsamer und weniger stark.

12 h. 12 m. Beide Pupillen verengt, die rechte stärker.

Reizung des n. ischiadicus bei 100, 80 und 50 mm R.-A. gab dieselben Resultate.

XXXIX. 27./III. 86. Um 12 h. 30 m. wurde bei einer chloroformirten Katze das ganglion colli supremum dextrum ausgeschnitten.

13./IV. 86. Um 12 h. 51 m. wurde die Katze curaresirt und der n. ischiadicus sinister freigelegt. Die rechte Pupille ist etwas enger als die linke.

Bei Unterbindung des n. ischiadicus erweiterte sich die rechte Pupille.

12 h. 57 m. Während der Reizung des n. ischiadicus bei 150 mm R.-A. erweiterten sich beide Pupillen, die rechte mehr.

1 h. 3 m. Während der Reizung des n. ischiadicus bei 120 mm R.-A. erweiterten sich beide Pupillen, die linke früher, aber die rechte stärker.

Nach dem Aufhören der Reizung verengte sich die linke Pupille schnell, die rechte langsam.

1 h. 7 m. Reizung des n. ischiadicus bei 100 mm R.-A. gab dasselbe Resultat.

Nach Sistirung der Athmung erweiterte sich die rechte Pupille sofort ad maximum, die linke erst nach 2 Minuten.

XL. 27./III. 86. Um 1 h. wurde bei einer chloroformirten Katze das ganglion colli supremum dextrum ausgeschnitten.

14./IV. 86. Um 1 h. 33 m. wurde die Katze curaresirt und der n. ischiadicus sinister freigelegt.

Beide Pupillen verengt, die rechte stärker. Bei Unterbindung des n. ischiadicus erweiterten sich beide Pupillen, die rechte ad maximum.

1 h. 38 m. Während der Reizung des n. ischiadicus bei 150 mm R.-A. erweitern sich beide Pupillen, die linke früher, aber die rechte stärker.

Nach dem Aufhören der Reizung verengt sich die rechte Pupille langsamer.

1 h. 42 m. Die Reizung des n. ischiadicus bei 120 mm R.-A. gab dasselbe Resultat.

1 h. 44 m. Sistirung der Athmung; es erweitern sich beide Pupillen, die rechte stärker.

---