

## I.

# Aus dem Laboratorium der Landes-Irren-Anstalt in Wien. **Experimentelle Untersuchungen über die Schleifenendigung, die Haubenbahnen, das dorsale Längsbündel und die hintere Commissur.**

Von

**Dr. M. Probst,**

Vorstand des Laboratoriums.

(Hierzu Tafel I. und II.)

## I. Ueber die Schleifenendigung.

Bezüglich des oberen Endes der medialen Schleife stehen sich derzeit zwei Ansichten gegenüber: die eine lässt die ganze oder den grössten Theil der medialen Schleife im ventralen Kern des Thalamus opticus enden, die andere anerkennt auch Schleifenfasern, welche den Thalamus opticus einfach durchsetzen und direct zur Hirnrinde ziehen.

Flechsig und Hösel nehmen eine directe Verbindungsbahn zwischen Hirnrinde und den dorsalen Hinterstrangkernen an. Tschermak fand nach Zerstörung der Hinterstrangkernkerne aufsteigende Degeneration der Schleife in den ventralen Thalamuskernen; ausserdem will er zerstreute Fäserchen gefunden haben, die durch den Thalamus und theils durch den Hirnschenkelfuss zum Corpus Luysii, theils durch die Meynert'sche Commissur zum entgegengesetzten Globus pallidus, theils zum gleichseitigen Globus pallidus, in dem sich einzelne Fasern verästeln und von hier zum Stabkranz gehen, theils sollen directe Fasern in die innere Kapsel und zum Stabkranz ziehen.

Hösel hat in seinem bekannten Falle eine directe Bahn von den Hinterstrangkernen zur Rinde angenommen.

Flechsig nimmt an, dass ein Theil der Schleife wahrscheinlich im Thalamus opticus endet, und zwar nach Durchquerung des Centre

médian nur im hinteren Theil des lateralen Kerns. Diese Ganglienzellen sollen direct mit der hinteren Centralwindung zusammenhängen, denn sie degeneriren bei Verletzung der hinteren Centralwindung. Nach neueren Befunden am Fötus glaubt Flechsig, dass namentlich später entstehende Fasern der lateralen Bündel der Hauptschleife durch den Sehhügel direct zur inneren Kapsel ziehen.

Monakow meint, dass sich zwar Nervenfasern, die von den Hinterstrangkernen kommen und direct zur Rinde gehen, nicht ganz ausschliessen lassen, dass aber die grosse Mehrzahl dieser Fasern im ventralen Theil des Thalamus opticus ihr Ende finden, und dass von hier aus neue Bahnen zur Rinde dringen. Mahaim schliesst gleich Monakow nicht aus, dass ein kleiner Theil der Rindenschleife direct aus den Kernen der Hinterstränge zur Rinde zieht; für die Mehrzahl der Fasern der Rindenschleife trifft aber ein solcher directer Verlauf nicht zu, sondern von den Hinterstrangkernen ziehen die Schleifenfasern bis zum ventralen Sehhügelkern, woselbst sie sich in Endbäumchen auflösen; von hier aus würden Stabkranzfasern des Sehhügels zur Rinde führen und diese beiden Neurone durch Schaltzellen verbunden sein.

Edinger und Obersteiner schliessen sich hauptsächlich den Ausführungen v. Monakow's an.

Bechterew hat an Embryonen die mediale Schleife auf das Markhaltigwerden ihrer einzelnen Theile untersucht und hierbei folgende Hauptergebnisse erhalten (Archiv für Anat. und Entwicklungsg. 1895, H. 4—6): Der Lemniscus medialis enthält überwiegend Fasern, die aus den Kernen des Funiculus cuneatus und gracilis herkommen. Die aus den Burdach'schen Kernen stammenden Fasern enden in gewissen Bezirken der Formatio reticularis der Brücken- und Vierhügelgegend im Nucleus Lemnisci lateralis, Corpus subthalamicum, sowohl dem gleichseitigen, als auf dem Wege der Meynert'schen Commissur auch im gekreuzten Globus pallidus. Die von den Funiculi graciles kommenden Theile enden theils im Nucleus ventralis inferior, theils im netzförmigen Haubenkern, theils im äusseren und centralen Theil des Sehhügels. Einen directen Zusammenhang der Hinterstrangkerns mit der Hirnrinde vermochte Bechterew nicht nachzuweisen.

Bielschowsky kam zu dem Schlusse, dass die obere Schleife nach Exstirpation des Grosshirns allein nicht absteigend degenerirt. Die Hinterstrangkerns zeigten keine Veränderung— v. Monakow konnte in solchen Fällen eine mässige Atrophie der Schleifenbahn constatiren, welchen Befund Moeli bestätigte.

Dejerine fand in drei Fällen, wo die mediale Schleife in der Brücke zerstört war, eine aufsteigende Degeneration derselben bis zum

Thalamus opticus, aber nicht höher hinauf; innere Kapsel, Linsenkernschlinge, Corpus subthalamicum waren intact. Caudalwärts fand er Atrophie der Olivenzwischenschicht derselben Seite und eine Atrophie der Fibræ arcuatae internæ der gekreuzten Seite und Verkleinerung der Hinterstrangkernkerne.

Bei Zerstörung der Schleifenfaserung in der Medulla oblongata fand sich aufsteigende Degeneration der Schleife bis zum Sehhügel. In vier Fällen von alter Läsion des Thalamus opticus und einem Falle von Läsion der subthalamischen Region mit Betheiligung der Schleife fand sich Atrophie der Schleife, nicht aber eigentliche Degeneration der Schleife, die nach abwärts an Intensität abnahm. In 22 Fällen von Rindenläsionen verschiedener Ausdehnung zeigte die Schleife nie Degeneration; nur in ganz alten Fällen fand sich eine leichte Atrophie durch Verschmächtigung der Fasern bedingt.

Bei experimenteller isolirter Zerstörung des Thalamus opticus bei Hunden und Katzen konnte ich selbst nie eine absteigende Degeneration der Schleife nach Marchi nachweisen.

Jacob schliesst sich im Allgemeinen den Ausführungen Mahaim's an. Auch Ceni kommt in seinem Falle zu demselben Schlusse.

Meyer fand in einem Falle von Affection ventral von den Hintersträngen Degeneration der Schleifenschicht bis zum vorderen Vierhügel; Schaffer fand nach Zerstörung der Burdach'schen und Goll'schen Kerne durch einen Tuberkel aufsteigende Degeneration der Schleife bis in die Gegend der vorderen Vierhügel; Vejas constatirte nach experimenteller Zerstörung der Hinterstrangkernkerne bei neugeborenen Thieren Atrophie der gegenüberliegenden Olivenzwischenschicht und eines Schleifenbündels bis in die Gegend des Trapezoidkörpers; Singer und Münzer fanden nach Zerstörung der Hinterstrangkernkerne Atrophie der gegenüberliegenden Schleife bis zum Sehhügel. Bechterew fand nach einem Herd im Gebiete der Schleifenschicht unterhalb des hinteren Vierhügels die aufsteigende Schleifendegeneration bis zu den hinteren Abschnitten des Thalamus.

C. Mayer fand nach einem Tuberkel der Brücke und der rechten Kleinhirnhemisphäre bei Behandlung des Nervensystems nach Marchi, dass sich die Fasern der medialen Schleife nur bis zum Thalamus verfolgen liessen und zwar zum centralen Nebenkern Monakow's, dann zum Nucleus centralis anterior und dem ventralen Abschnitt des äusseren Kerns. Als Endstätte von Schleifenfasern dürfte nach ihm auch das Centre médian von Luys gelten, während die Beziehungen der Schleifenfasern zum Corpus geniculatum internum und zum Nucleus vent. c.

zweifelhaft erscheinen. (Jahrbücher für Psychiatrie und Neurologie, 1897, Bd. 16, Neurol. Centralbl. 1897, S. 462.)

Lasurski (Bechterew) fand nach Zerstörung der Rinde des Parietallappens die Schleife beiderseits intact und folgert, es giebt keine corticale absteigende Schleifenschicht. (Sitzungsbericht vom 23. Januar 1897 der St. Petersburger Klinik, Neurol. Centralbl. 1897, S. 526.)

Mott fand bei experimenteller Zerstörung der Hinterstrangkern beim Affen und Lasurski (Bechterew) bei der Katze im Gegensatze zu Tschermak nirgends eine über dem Thalamus hinausreichende Degeneration. Auch Starlinger konnte die aufsteigende Schleifendegeneration nur bis zum Sehhügel verfolgen.

Die beiden Ansichten, die sich da gegenüberstehen, drehen sich also um die Frage, ob ununterbrochene Bahnen zwischen Hinterstrangkernen und Hirnrinde existiren oder nicht. Zur Lösung dieser Frage müssen die verschiedensten Untersuchungsmethoden herangezogen werden. Einen wesentlichen Beitrag liefert auf alle Fälle die experimentelle Methodik. In allen Fällen aber, welche durch die Degenerationsmethode zur Lösung dieser Frage dienen sollen, müssen wir wohl zwischen der aufsteigenden und absteigenden Degeneration unterscheiden und die Fälle nach dieser eintheilen und begutachten. Nach isolirter Zerstörung der caudalventralen Thalamuskern vermochte ich, wie ich es bereits beschrieben habe, nach Marchi eine degenerirte Bahn nachzuweisen, welche das ventrale Sehhügellager hauptsächlich mit dem Gyrus coronarius verband. Um bei diesen Versuchen auszuschliessen, dass diese Bahn weiter caudalwärts herkommt, habe ich die folgenden experimentellen Versuche mit nachfolgender genauer Untersuchung auf lückenlosen Marchi-Serienschnitten unternommen.

Wenn bei den Fasern der oben erwähnten in Folge der Thalamusläsion zur Hirnrinde aufwärts degenerirten Bahn solche dabei waren, die von caudaleren Partien des Hirnstammes kommen und den Sehhügel einfach durchziehen, so mussten diese auch durch caudaler gelegte Läsionen zur Degeneration gebracht werden können. Ich habe deshalb in den verschiedensten Höhen des Hirnstammes nach der von mir bereits veröffentlichten einfachen Methode Läsionen im Hirnstamme gesetzt und die aufsteigenden und absteigenden Degenerationen verfolgt. Ich will hier zunächst alle jene Versuche schildern, welche die mediale Schleife betreffen. Bei diesen Versuchen, welche dazu dienen sollten, nachzuweisen, ob eine directe Verbindung zwischen Hinterstrangkernen und Hirnrinde besteht, will ich nur die aufsteigenden Degenerationen im Schleifengebiete berücksichtigen und die absteigenden Degenerationen und Atrophien daselbst, welche von v. Monakow, Dejerine,

Flechsig, Hösel, Mahaim, Henschen, Greiwe, Homén, Witkowski, Wollenberg, Schaffer, Bruce, Weidenhammer, Hoche, Probst u. A. beschrieben wurden, nicht in Erwägung ziehen, sondern durch meine Versuche erforschen, ob unter den in der medialen Schleife aufsteigend degenerierten Fasern solche vorhanden sind, welche nicht im Sehhügel unterbrochen werden, resp. endigen, sondern direct zur Hirnrinde mit Durchsetzung des Thalamus opticus oder der inneren Kapsel ziehen. Ich habe die Gehirne auf lückenlosen Serienschnitten nach Marchi untersucht.

Ich will hier betonen, dass durch die Marchi-Methode manche Degeneration vorgetäuscht wird, dieser Fehler aber durch den öfter wiederholten gleichen Thierversuch vollständig ausgeschlossen wird, namentlich dort, wo es sich um compactere Bündel handelt, die auf weitere Strecken hin degenerirt sind.

Um die Schleifenschicht in ihrem ganzen Umfange zur Degeneration zu bringen, habe ich dieselbe in verschiedenen Höhen sammt ihrer Umgebung bei Hunden und Katzen durchschnitten. Bei den ersten Versuchen habe ich zunächst die Hinterstrangskerne bei Hunden zerstört und die secundären Degenerationen verfolgt, bei weiteren Hunden wurde die mediale Schleife sammt der umliegenden Umgebung in der Mitte der Brücke zerstört und weiterhin wurde bei Katzen und Hunden die mediale Schleife an der Grenze der Brücke und des hinteren Vierhügels zerstört. Es liegen mir zur Entscheidung meiner Frage die Frontalschnitte von ungefähr 40 Thieren vor, denen die Schleifenschichte in verschiedenster Weise zerstört wurde.

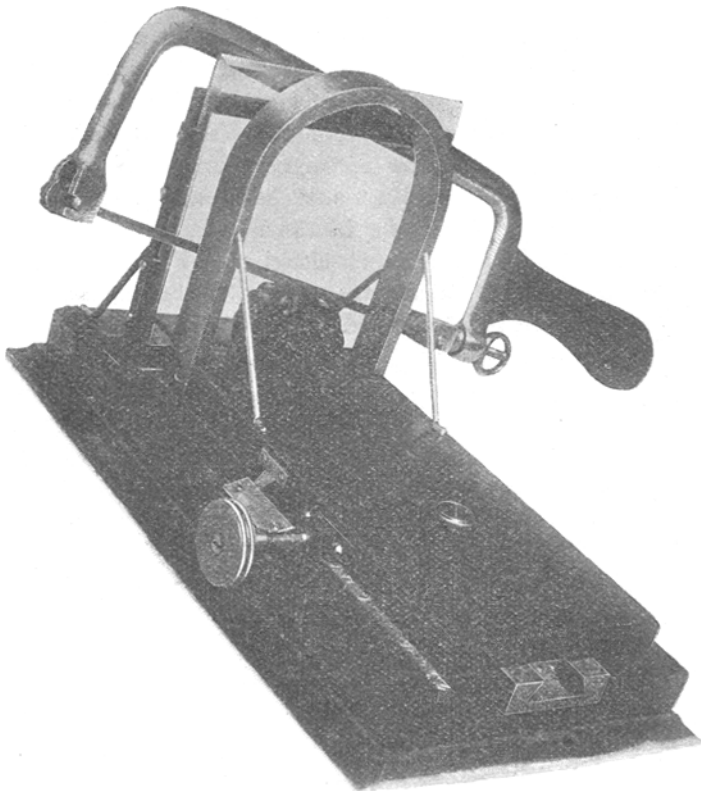
### 1. Zerstörung der Hinterstrangskerne.

Bei mehreren erwachsenen Hunden wurde in Chloroformnarkose zwischen Atlas und Hinterhauptsknochen eingegangen und die Hinterstrangskerne mittelst eines kleinen Messerchens zerstört. Die Thiere wurden nach vier Wochen getödtet, das Gehirn in einer Mischung von Müller'scher Flüssigkeit und Formol gehärtet, dann mittelst eines von mir angegebenen Apparates, der im Wesentlichen aus einer senkrechten fixen Spiegelscheibe besteht, gegen die als Messerführung ein halbkreisförmiger Metallreifen, in welchen das Gehirn hineingelegt wird, auf einer Zahnradführung bewegt und fixirt werden kann, in Scheiben für die Marchi'sche Färbung zerlegt. Dieser Schnittapparat bringt dünne Scheiben mit parallelen Schnittflächen zu Stande, so dass nicht immer, wie es sonst so häufig bei der Marchi'schen Färbung vorkommt, einzelne Partien gar nicht gefärbt sind; auch die lückenlosen Serienschnitte sind so viel sicherer anzulegen. Als Messer dient im Principe eine chirurgische Säge, in welche statt des Sägeblattes ein Messerblatt eingespannt ist. Der Apparat eignet sich auch gut bei entsprechender Vergrößerung für dünne und dicke planparallele Scheiben durch das ganze menschliche Gehirn.

Um sicher lückenlose Serienschnitte mit der Osmiumsäurefärbung zu erlangen, ist es nothwendig, das Gehirn in 1—2 mm dicke planparallele Scheiben zu zerlegen. Bei kleinen Stücken, Rückenmark, verlängertes Mark, kann dies noch mit freier Hand gemacht werden, nicht aber bei den Grosshirnhemisphären, besonders bei den menschlichen. Ich habe bisher das von Starlinger ersonnene Fünflamellenmesser benutzt. Es ist dies ein Bogenmesser, in dem 5 Messerlamellen in einem Abstände von 2 mm eingespannt waren, so dass mit einem einmaligen Durchschneiden des Gehirnes vier Gehirnscheiben nebeneinander folgend geschnitten wurden.

Da aber bei diesem Fünflamellenmesser von Starlinger sehr häufig, namentlich, wenn das Gehirn nicht gut gehärtet war, Gehirnscheiben zerquetscht wurden, habe ich einen Schneideapparat construirt, wo diese Nachteile wegfielen und mit dem es möglich ist, ohne vorherige Einbettung das Gehirn in 1 mm dicke, planparallele Scheiben zu zerlegen.

Das nachstehende Bild des Apparates versinnlicht auch die Handhabung.

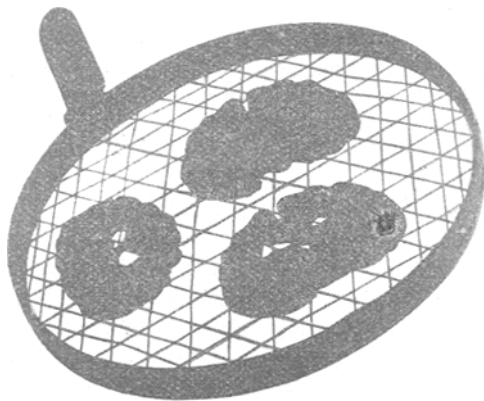


Apparat zum Zerschneiden des Gehirns in 1,5 mm dicke planparallele Scheiben für die Osmiumsäurefärbung.

Der Metallreifen, welcher der Glasplatte gegenübersteht, wird zuerst mittelst der seitlich am Fussgestelle angebrachten Zahnradschraube in die gewünschte Entfernung von der fixen Glasplatte gebracht, gewöhnlich 1—2 mm, dann wird die Zahnradschraube durch die auf der oberen Seite des Fussgestelles angebrachten Schraube fixirt. Die Entfernung des Metallreifens ist an einer Millimetereinteilung, die an der Seite des Fussgestelles vor der Zahnradschraube sichtbar ist, abzulesen. Das Messer ist in einem Sägebogen eingespannt und ist eine dünne Messelamelle. Die Glasplatte ist aus ihrem Rahmen ausziehbar und hat an ihrem Fussende ein dünnes,  $\frac{1}{2}$  mm dickes Glasleistchen, auf welchem das zu schneidende Gehirn zum Theil aufrucht.

Mit der linken Hand wird das Grosshirn, wie es die Figur zeigt, an die Glasplatte angeedrückt gehalten und mit der rechten das Messer an den Metallreifen als Führung angelegt und längs dieses Bogens herab das Gehirn durchschnitten. Der Metallbogen ist so gross, dass eine menschliche Hemisphäre hindurchgesteckt werden kann. Nachdem das Gehirn durchschnitten ist, darf das Messer nicht zurückgeführt werden, sondern es wird mit der linken Hand die Fixirschraube in der Mitte des Fussgestelles freigemacht und der Metallbogen durch die seitliche Zahnradschraube zurückgedreht; erst dann kann das Messer herausgezogen werden. Der Schnitt bleibt gewöhnlich an der Glastafel in Folge der Adhäsion kleben, die Glastafel kann dann sammt dem Schnitt herausgezogen und die Gehirnscheibe in Müller'scher Flüssigkeit von der Glasplatte abgeschwemmt werden.

Ich habe noch manche andere, ähnliche Apparate construiert, die noch einfacher sind, aber doch nicht so alle Vortheile vereinen, wie der nebenstehende.



Netze zur Färbung der Gehirnscheiben nach Marchi.

Um zu vermeiden, dass man die 1 mm dicken Gehirnscheiben, die durch die ganze Grosshirnhemisphäre des Menschen oder des Thieres gemacht wurden, in der Osmiumsäuremischung umwenden muss, habe ich Netze construiert, welche die vorstehende Figur gleich illustriren soll. Das Netz besteht aus einem Metallreifen und einem Henkel. Im Metallreifen sind Löcher,

durch welche Fäden zu einem Netzwerk durchgeflochten werden. Die 1 mm dicken Gehirnscheiben werden, wie aus der Figur ersichtlich, darauf gelegt und das Ganze in die Osmiumsäuremischung von Marchi eingetaucht. Die Gehirnscheiben werden dann allseits von Osmiumsäure umspült und durchdrungen. Die Netze haben ausserdem den Vortheil, dass man nur kurze Zeit den Osmiumdämpfen ausgesetzt ist, indem man rasch den Deckel des Osmiumsäuregefässes öffnet, das Netz mit den Scheiben hineinstellt und rasch wieder schliesst. Dadurch kann die unangenehme Conjunctivitis etc., die bei längerer Handhabung mit Osmiumsäure entsteht, vermieden werden.

Nach der Marchi'schen Färbung wurden die Gehirne in Serienschnitten zerlegt. Die Hinterstrangkern, der Burdach'sche sowie der Goll'sche waren zerstört und von hier aus waren die Degenerationen aufwärts zu verfolgen. Die degenerirten Fasern ziehen, den Centralcanal umkreisend, in der Richtung der gegenüberliegenden Olive in die Olivenzwischenschicht der anderen Seite und ziehen daselbst zwischen Olive und Pyramide in der Schleifenschicht aufwärts. In der Gegend des rothen Kernes sieht die Schleife wie eine Strahlung aus, die vom ventralen Theil des rothen Kernes ausgeht und im Bogen gegen das Corpus geniculatum internum zieht. Mit der Osmiummethode lässt sich die Schleifenschicht gut isoliren, wie es sonst mit keiner Methode möglich ist.

Die degenerirten Schleifenfasern treten hier dorsal von der Substantia Soemeringii und der späteren Zona incerta gegen das Corpus geniculatum internum heran und verlaufen hier hart an den grossen medial gelegenen Ganglienzellen des inneren Kniehöckers. Mit diesen Ganglienzellen gehen einzelne Fasern wahrscheinlich Verbindungen ein. In den folgenden Schnitten verlaufen die Fasern in der Lamina medullaris externa in lateral-frontaler Richtung. Zum Corpus Luysii treten keine degenerirten Fasern hinzu. Der Hauptzug der degenerirten Fasern wendet sich dann von der Lamina medullaris externa des Sehhügels nach innen in den Thalamus opticus, um in dessen ventrale Kerne einzudringen, und zwar in die Kerngruppe, vent. a. Monakow's.

Im Kerne vent. a. lösen sich nun die Schleifenfasern in Endverzweigungen auf und diese erfüllen den ganzen Kern. Dort, wo auf den Frontalschnitten der innere Thalamusstiel auftritt, sind die letzten Reste des Kernes vent. a. sichtbar und hier sind auch die letzten Degenerationen der Schleifenendigungen zu sehen. Die Gehirne dieser Thiere wurden in Serienschnitten vollständig nach vorne geschnitten, nirgends konnte aber in den folgenden Schnitten irgendwo in der Capsula interna eine Degeneration entdeckt werden. Es endigten also alle Schleifenfasern im Kerne vent. a. In der Meynert'schen Commissur, im Corpus Luysii, in der Linsenkernfaserung, Linsenkernschlinge konnte nirgends auf eine Degeneration geschlossen werden.

Bemerken will ich hier noch das Verhältniss der Schleifenschicht zur Strahlung des rothen Kernes, die hier durch die Degeneration der Schleifenfasern strenge von der Strahlung des rothen Kernes zu trennen war. Während die sogenannte Strahlung des rothen Kernes hauptsächlich in frontaler Richtung weiter schreitet, wendet sich die Schleife gleich in der Ebene des rothen

Kernes lateralwärts zum Corpus geniculatum internum und in die Lamina medullaris externa des Sehhügels, um in den Kern vent. b. und vent. a. einzudringen und sich aufzulösen.

Der Hauptfaserzug der Schleife wendet sich also relativ bald lateralwärts, um an der medialen Seite des inneren Kniehöckers vorbei zum Kern vent. a. zu gelangen und dort zu enden. Dieser Faserzug liegt lateralwärts vom lateralen Mark des rothen Kernes durch graue Substanz getrennt. Ich habe nun auch, allerdings nur eine geringe Anzahl von Fasern von den Goll'schen Kernen aus verfolgt, welche immer auf derselben Seite die medialste Partie der Schleifenschichte einnehmen und beim rothen Kerne angekommen, in dessen sogenanntes laterales Mark zu liegen kommen. An der lateralen Seite des rothen Kernes angekommen, ziehen diese Schleifenfasern in einem dorsalen Bogen aufwärts und gelangen an die Aussenseite des Meynert'schen Bündels. Sie entsenden eine Anzahl von Fasern durch die hintere Commissur in den gegenüberliegenden Sehhügel, während der Hauptzug der Fasern zur inneren Marklamelle des Sehhügels zieht und hier mit Aufsplitterungen endet (Kern med. b. und med. c.). Ein Theil dieser Fasern zieht von der inneren Marklamelle des Sehhügels lateral in den Kern vent. a., um hier zu enden.

Nach diesen meinen Untersuchungen gelangt also die Hauptmasse der Fasern der Schleifenschichte am inneren Kniehöcker vorbei in den Kern vent. a., wo sie mit Aufsplitterungen enden. Ein Theil der medialen Fasern der Schleifenschichte steigt aber an der lateralen Seite des rothen Kernes im dorsalen Bogen empor, entsendet Fasern durch die hintere Commissur auf die andere Seite und endet in den Kernen der inneren Marklamelle und im Kerne vent. a. Es stehen somit die Schleifenfasern auch mit dem gegenüberliegenden Sehhügel durch die hintere Commissur in Verbindung.

Das frontale Marklager des rothen Kernes hat mit der Schleife nichts zu thun. Die Hauptmasse des lateralen Markes des rothen Kernes hat ebenfalls mit der Schleife nichts zu thun und kommt zum grossen Theil aus später noch zu beschreibenden Bündeln, welche in der Medulla oblongata und in der Brücke knapp dorsal dem medialsten Antheil der medialen Schleife aufliegen und aus Bogenfasern der anderen Seite sich zusammensetzen.

Da sich nach Zerstörung der Hinterstrangkernke keine directen Fasern von den Hinterstrangkernen zur Hirnrinde nachweisen liessen, sondern alle Schleifenfasern im ventralen Thalamuskern endigten, habe ich die folgenden Versuche mit Durchschneidung der gesammten Schleife sammt deren Umgebung unternommen.

## 2. Zerstörung der medialen Schleife in der distalen Brückengegend.

Bei Hunden und Katzen wurde in der Frontalebene, welche den Facialis-kern trifft, die gesammte Schleife sammt deren Umgebung vollständig zerstört. Die Thiere wurden vier Wochen am Leben gelassen. Ausser dem Schleifenfeld war noch die übrige Olivenzwischenschicht und die Substantia reticularis längs der Raphe zerstört. Das Nervensystem dieser Thiere wurde

in derselben Weise wie bei der Versuchsreihe I behandelt. Wenn es also Fasern der Schleife giebt, welche von den Hinterstrangkernen kommend, einfach den Thalamus opticus durchsetzen und durch den Linsenkern oder die Capsula interna direct zur Hirnrinde ziehen, so mussten in diesem Versuche diese Fasern noch sicherer nachzuweisen sein, als im ersten Versuche.

Ausser der aufsteigenden Degeneration der Schleifenschicht konnte auch eine solche der Fasern der Substantia reticularis alba und des dorsalen Längsbündels aufwärts verfolgt werden. Ich will hier nicht die aufsteigende Degeneration der Schleife in der Brücke und im hinteren Zweihügel schildern, da diese in der bekannten Form zu constatiren war. Dort, wo der rothe Kern auf den Frontalschnitten auftauchte, zogen auch hier die degenerirten Fasern der Schleife im dorsal geschwungenen Bogen lateralwärts bis an die grossen medialen Ganglienzellen des Corpus geniculatum internum. Der geschwungene laterale Verlauf der Schleife hört dann in frontaleren Schnitten mehr auf und sie bildet dann ein mehr compacteres, frontaler gerichtetes Bündel an der medialen Seite des Corpus geniculatum internum. Die Haubenstrahlung bleibt medial etwa in der Fortsetzung des rothen Kernes frontalwärts, während die Schleife am dorsalen Rande der Zona incerta in die Lamina medullaris externa des Sehhügels zieht, um von hier aus direct in den Kern vent. a. Monakow's einzutreten und sich aufzusplitteln. Bei diesem Versuche waren aber ausser der ganzen Schleifenschicht auch die Umgebung derselben, namentlich die Substantia reticularis alba beiderseits zerstört, von hier aus degenerirte deshalb noch eine andere Bahn mit den medialsten Schleifenfasern aufwärts, auf die ich bei einem anderen Versuche näher eingehen werde. Ich will hier nur erwähnen, dass diese degenerirten Fasern ebenfalls im Sehhügel ihr Ende fanden, und zwar zogen sie am ventralen lateralen Rande des rothen Kernes dort, wo die Schleife beim sogenannten lateralen Mark des rothen Kerns in lateralem, leicht dorsal geschwungenem Lauf sich nach aussen wendet, in einem kürzeren und schärferen Bogen dorsalwärts und sind auf den frontaleren Schnitten zwischen sogenannter frontaler Markstrahlung des rothen Kerns und der Schleifenfaserung, welche knapp am medialen Theil des Corpus geniculatum internum sich sammelt, gelegen. Weiter frontal finden diese Fasern im mittleren ventralen Thalamuskern vent. a. ihr Ende.

Das frontale Mark des rothen Kernes hat mit der Schleife nichts zu thun. Dort, wo die Schleife sich vom rothen Kern lateralwärts wendet, ziehen in diesen Präparaten degenerirte Fasern zwischen Hirnschenkelfuss und Corpus geniculatum internum nach aussen. Diese Fasern ziehen anscheinend durch die Zona incerta dahin; sie wenden sich aber auf frontaleren Schnitten dorsalwärts in die Lamina medullaris externa des Sehhügels und treten ebenfalls auf diesem Wege in den ventralen Thalamuskern ein. Sämmtliche Fasern endigten im Thalamus opticus. Die Meynert'sche Commissur, die Gansersche oder die Forel'sche Commissur, der Globus pallidus, das Corpus subthalamicum, die Linsenkernfaserung, die innere Kapsel zeigten keinerlei Veränderung. Das Gehirn wurde auf lückenlosen Serienschnitten bis zum Sulcus cruciatus geschnitten; nirgends konnte auf den

frontaler gelegten Schnitten, nachdem sämtliche degenerirten caudalwärts gekommenen Fasern im ventralen Sehhügellager ihr Ende gefunden hatten, irgend welche degenerative Veränderungen gefunden werden.

Ich möchte hier abermals auf die Niederschläge, welche die Marchimethode oft darbietet, aufmerksam machen, welche häufig eine Degeneration vortäuscht, namentlich häufig im Tractus opticus, Nervus oculomotorius, Trigemini etc. Sicherlich sind viele veröffentlichte Befunde auf solche Täuschungen zurückzuführen.

Bezüglich der Art und Weise der Einstrahlung der degenerirten Fasern im Thalamus opticus, will ich bemerken, dass der Hauptzug der Schleifenfasern die Lamina medullaris externa des Sehhügels als Strasse benutzt, um dann direct in den Kern vent. b. und vent. a. einzutreten (Fig. 1). In diesem Versuche waren nun auch die aufwärts degenerirenden Fasern in der Substantia reticularis alba in den Sehhügel eingetreten und die degenerirten Fasern erfüllten die ventralen Kerne zwischen Lamina medullaris externa und interna mit ihren Aufsplitterungen.

Auch in diesen Versuchen konnte bezüglich der Schleifenendigung wie bei den Thieren der ersten Versuchsreihe Fasern gefunden werden, welche vom medialsten Theile der Schleifenschichte kommen und an der lateralen Seite des rothen Kernes im dorsalen Bogen aufwärts ziehen, Fasern durch die hintere Commissur auf die andere Seite abgeben und theils im caudalen Abschnitte der inneren Marklamelle des Sehhügels (med. b., med. c.), theils im ventralen Kern (vent. a.) mit Aufsplitterungen enden. Es tritt also beim rothen Kerne in einem gewissen Sinne eine Theilung der Fasern der Schleifenschichte ein. Die lateralen Fasern der Schleifenschichte und die Hauptmasse ziehen gegen den inneren Kniehöcker und die äussere Marklamelle, die medialsten Fasern der Schleife ziehen an der lateralen Seite des rothen Kernes im dorsal geschwungenen Verlauf gegen die innere Marklamelle des Sehhügels, nachdem sie Fasern durch die hintere Commissur auf die andere Seite abgegeben haben.

Alle Schleifenfasern enden im Sehhügel.

Die nächste Versuchsreihe habe ich ähnlich der zweiten ausgeführt in der Medulla oblongata.

### 3. Zerstörung der medialen Schleife in der Medulla oblongata.

Bei Hunden und Katzen wurde die Schleifenschicht in der Austrittsebene des Nervus hypoglossus zerstört. Ausser der Schleifenschicht war die ventrale Partie der Substantia reticularis alba, die Pyramiden und die Oliven angrenzend zerstört. Die Thiere wurden nach vier Wochen getödtet und das Gehirn auf Serienschnitten nach Behandlung mit Osmiumsäure untersucht.

Ausser der Schleifenschichte degenerirten aufwärts die betroffenen ventralen Fasern der Substantia reticularis alba, doch waren diese am proximalen Brückenende zum grossen Theil von ihrem Platze geschwunden, indem sie seitlich abbogen, zum Theil in den Ganglienzellen der Brücke endigten, zum Theil zum Deiters'schen Kern hinzogen.

Die degenerirte Schleife ist aufwärts zu verfolgen, zieht vom rothen Kern lateralwärts gegen das Corpus geniculatum internum. Ein Theil der degenerirten Fasern verläuft anscheinend in der Zona incerta hinweg zwischen Hirnschenkel und Corpus geniculatum internum hinein. Diese Fasern ziehen aber weiter frontal unter dem inneren Kniehöcker hinweg, um in den ventralen Kern vent. a. einzudringen.

Die degenerirten Schleifenfasern nehmen ihren Hauptzug in der Lamina medullaris externa des Sehhügels und treten von hier aus in die ventralen Kerne, namentlich vent. a. ein. In diesen Präparaten treten auch Fasern in den Kern vent. b. und vent. c. ein, welche auf dem Wege des lateralen Markes des rothen Kerns in der Weise dahin gelangen, wie ich es in beiden vorigen Versuchen geschildert habe. Es sind das Fasern, welche einerseits dem innersten Theile der medialen Schleife, theils den Bindearmfasern angehören.

Alle degenerirten Fasern, welche caudalwärts kamen, endigten im Thalamus opticus. Die Schleifenfasern endigten im Kern vent. a. und vent. b. und med. b. In diesen Schnitten zogen einige degenerirte Fasern dorsal über das Corpus Luysii, aber diese gingen mit demselben anscheinend keine Verbindung ein, sondern zogen später dorsalwärts in den Sehhügel. Die Meynert'sche Commissur, das Corpus subthalamicum, die Linsenkernfaserung zeigte keinerlei Veränderungen.

In der Capsula interna, im Stabkranz war keine Spur von degenerirten Fasern zu sehen. Die medialsten Fasern der Schleifenschichte gingen auch hier an der lateralen Seite desselben Kernes im dorsalen Bogen gegen die innere Marklamelle und gaben durch die hintere Commissur Fasern in den gegenüberliegenden Sehhügel ab. Alle Schleifenfasern endeten mit Aufsplitterungen im ventralen Thalamuskern.

Nachdem ich nun die Schleifenschicht in diesen drei Versuchsreihen in den verschiedensten Höhen, den Hinterstrangkernen, in der Medulla oblongata und im distalen Brückenrande zerstört hatte, versuchte ich in den folgenden Thierexperimenten die Schleifenschicht in der Gegend der hinteren Zweihügel zu zerstören.

#### 4. Zerstörung der Schleifenschicht in der hinteren Zweihügelgegend.

Bei mehreren Katzen wurde in der Sagittalnaht trepanirt und in der von mir bereits geschilderten Methode mit der Hakencanüle die Verletzung gesetzt. Die Thiere wurden drei Wochen am Leben gelassen, das Nervensystem in Formol und Müller'scher Flüssigkeit gehärtet und nach Marchi behandelt. Das ganze Gehirn und der Hirnstamm wurden in eine lückenlose Serienschchnittreihe zerlegt. Die ganze mediale Schleife in der Vierhügelgegend war gründlich zerstört. Die Schleifendegeneration war auch hier in der gewöhnlichen Weise aufwärts zu verfolgen, wendet sich in der Ebene des rothen Kerns lateralwärts gegen das Corpus geniculatum internum, mit dessen medialsten Zellen sie in Verbindung zu treten scheinen. Die degenerirten Schleifenfasern liegen

aussen von der lateralen Strahlung des rothen Kernes knapp medial neben den grossen Ganglienzellen des inneren Kniehöckers, die ventrale Grenze bildet hier zum Theil die Substantia nigra Soemmeringii. Auch hier scheinen degenerirte Fasern zwischen Hirnschenkelfuss und innerem Kniehöcker einzudringen, aber auch hier ziehen diese Fasern weiter frontal in dorsaler Richtung zum Kern vent. a. des Thalamus opticus. Die Schleife bleibt auch auf den frontaleren Schnitten stets an der Aussenseite der sogenannten lateralen Markstrahlung des rothen Kernes.

Sämmtliche degenerirte Schleifenfasern ziehen dann auf dem Wege der Lamina medullaris externa des Sehhügels in den ventralen Thalamuskern vent. a. ein (Fig. 2). Die medialsten Fasern der medialen Schleife waren hier in's laterale Mark des rothen Kernes zu verfolgen.

Die Linsenkerne, der Linsenkern, die Capsula interna zeigten nirgends degenerirte Fasern, obwohl das ganze Gehirn sorgfältig auf lückenlosen Serienschnitten untersucht wurde. Beziehungen der Schleifenschicht zum Corpus subthalamicum konnte ich nicht mit Sicherheit nachweisen.

Auch in diesem Versuche endeten sämmtliche Schleifenfasern im ventralen Thalamuskern vent. a. und vent. b. Monakow's und konnte nirgends irgend eine weitere directe Fortsetzung zur Rinde gefunden werden.

Jene medialst gelegenen Fasern der Schleifenschichte, die sich an der lateralen Seite des rothen Kernes von dem Hauptzuge der Schleifenfasern absondern, indem sie im dorsal geschwungenen Bogen gegen die innere Marklamelle des Sehhügels verlaufen, geben auch in dieser Versuchsreihe Fasern ab durch die hintere Commissur in den gegenüberliegenden Sehhügel, und zwar in dessen caudalsten Abschnitt. Die Fasern, welche gegen die innere Marklamelle des Sehhügels hin verlaufen, enden zum Theile im Kerne med. b., zum Theile ziehen sie in den Kern vent. a.

Was nun die Meynert'sche Commissur betrifft, die von mehreren Autoren zur Schleifenschichte gerechnet wird, so bin ich zu folgendem Resultate gekommen. Halbseitendurchschneidungen, die caudal vom Nucleus reticularis tegmenti gemacht werden, bringen keine Veränderung in den Fasern der Meynert'schen Commissur hervor. Halbseitendurchschneidungen, die proximal vom Nucleus reticularis tegmenti und distal vom rothen Kern gemacht werden, bewirken eine Degeneration von Fasern, die im dorsalen Mark der Regio subthalamica verlaufen und von hier als die bekannte Forel'sche oder Ganser'sche Commissur im Tuber cinereum auf die andere Seite ziehen und hier auf dem Wege der Meynert'schen Commissur in die Gitterschicht ventral vom äusseren Kniehöcker in den Sehhügel ziehen, woselbst sie sich rasch aufsplintern. Mit dem Linsenkern stehen diese Fasern nicht in Beziehung. Halbseitendurchschneidungen in der Gegend des rothen Kernes bewirken auch eine Degeneration von Fasern, die vom groben

Verlaufe der Schleifenfasern in der äusseren Marklamelle des Sehhügels abzweigen und lateralwärts um den Hirnschenkelfuss laufend durch die Meynert'sche Commissur auf die andere Seite ziehen.

5. Einseitige Zerstörung der ventralen Randzone des obersten Halsmarkes und Halbseitendurchschneidung des Halsmarkes hinter der Pyramidenkreuzung.

Um zu eruiiren, ob die Schleifenschichte ausser von den Hinterstrangkernen, auch Fasern erhält, die caudaler aus dem Rückenmarke herkommen, habe ich Halbseitendurchschneidungen durch das oberste Halsmark, ferner einseitige Zerstörung der ventralen Randzone daselbst erzeugt. Die Thiere lebten mehrere Wochen, das Gehirn wurde in gleicher Weise, wie in den vorigen Versuchen untersucht.

Auf Grund dieser Untersuchungsreihe bin ich zu dem Resultate gekommen, dass es ausser den Fasern, welche die Schleifenschichte von den Hinterstrangkernen erhält, auch caudaler herkommende Fasern giebt. Diese Fasern kommen vom Rückenmark und sind nur durch die oben erwähnten Verletzungen im obersten Halsmark zur Degeneration zu bringen. Wahrscheinlich kommen sie von den Ganglienzellen der Hinterhörner. Deutlich ist in den experimentellen Fällen ihr Verlauf durch die Degeneration zu ermitteln. Im obersten Halsmark nehmen sie die ventrale Randzone ein, jene Zone, welche von der Kleinhirnvorderseitenstrangbahn eingenommen wird, deren aufsteigende Fasern auf diesen Präparaten zum Deiters'schen Kern hinziehen. Weiter proximal in der Pyramidenkreuzung kommen die Schleifenfasern des Rückenmarkes in der ventralen Randzone knapp lateral von den Pyramiden zu liegen, und weiter proximalwärts verlaufen sie im lateralsten Gebiete der Schleifenschichte an der medialen Seite des inneren Kniehöckers vorbei, dem Sehhügel zu, in dessen Kern vent. a. alle Fasern mit Aufsplitterungen enden.

Alle Versuche ergaben demnach dieselben Resultate über den Verlauf der medialen Schleife, alle Fasern, kommen sie nun vom Rückenmark, dem verlängerten Mark oder von der Brücke, endigen im Sehhügel. Beim rothen Kern angelangt, zieht die Hauptmasse der Fasern an die mediale Seite des inneren Kniehöckers, mit dessen Zellen sie einige Verbindungen einzugehen scheinen. Von hier aus ziehen die Fasern auf dem Wege der äusseren Marklamelle des Sehhügels in den ventralen Kern, hauptsächlich den Kern vent. a., woselbst sie sich aufsplitteln. Eine kleinere Zahl der medialsten Schleifenfasern zieht an der lateralen Seite des rothen Kernes im dorsalgeschwungenen Laufe zur inneren Marklamelle des Sehhügels und geben auch Fasern durch die hintere Commissur in den gegenüberliegenden Sehhügel ab. Diese medialen Fasern enden beim Kern med. b. und vent. a.

Unter Voraussetzung der Behandlung des Nervensystems nach Marchi und der oben angeführten Lebensdauer der Thiere unter alleiniger Berücksichtigung der in der Schleifenschichte aufsteigend degenerirten Fasern kann ich nun schliessen:

1. Die von den Hinterstrangkernen in der Schleifenschichte aufsteigenden Fasern finden ihr Ende im ventralen Sehhügelkern, hauptsächlich vent. a. Monakow's;
2. Eine directe aufsteigende Verbindung zwischen Hinterstrangkernen und Hirnrinde muss nach diesen Versuchen ausgeschlossen werden;
3. Es existiren in der Schleifenschicht weder in der Medulla oblongata, noch in der Brücke, noch im Vierhügel Fasern, die bei Zerstörung der Schleifenschicht in diesen Gegenden über den Sehhügel hinaus als degenerirt zu verfolgen wären und es finden auch alle Fasern der Schleifenschicht in diesen Gegenden ihr Ende im ventralen Thalamuskern;
4. Eine Beziehung der Schleifenfasern zur Linsenkernfaserung konnte nirgends constatirt werden. Die Meynert'sche Commissur und die Forel'sche Commissur zeigt nur Veränderungen in den Fällen der 4. Versuchsreihe;
5. Ein kleiner Theil der medialsten Fasern der Hinterstrangkern-Thalamusbahn gelangt in's laterale Mark des rothen Kerns, entsendet Fasern durch die hintere Commissur auf die andere und endet bei den Kernen med. b. und vent. a.;
6. Es existiren auch Fasern der Schleife, die vom Rückenmark kommen, die lateralste Partie der Schleifenschichte einnehmen Seite und im Kern vent. a. endigen.

Ich hatte die oben geschilderten Versuche unternommen in Hinsicht auf meine Versuche bezüglich der secundären Degenerationen nach isolirten Thalamusläsionen, um zu erforschen, ob die Degenerationen, welche von der Sehhügelläsion zur Hirnrinde zu verfolgen waren, möglicherweise auch durch caudalere Läsionen im Vierhügel, der Brücke oder der Medulla oblongata zu erzielen sind. Ich habe bereits nachgewiesen, dass nach isolirter Zerstörung der ventralen Thalamuskern eine Bahn degenerirt, welche die ventralen Sehhügelkerne hauptsächlich mit dem Gyrus coronarius verbindet. Ich konnte damals bei Veröffentlichung dieser Arbeit<sup>1)</sup> nicht ausschliessen, dass in der gefundenen Bahn auch Fasern enthalten sind, welche ihren Zellkörper nicht im

---

1) Experimentelle Untersuchungen etc. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde Bd. XIII.

Sehhügel haben, sondern möglicher Weise von caudaleren Parteen stammen.

Auf Grund dieser Versuche kann ich nun ausschliessen, dass in der gefundenen Bahn Schleifenfasern enthalten sind, die einfach den Thalamus opticus durchziehen und zur Hirnrinde aufsteigen. Die Zellkörper der von mir beschriebenen Thalamus-Rindenbahn liegen im ventralen Sehhügelkern und und senden ihre Fasern zur Hirnrinde.

In der Schleifenschicht verlaufen die verschiedenartigsten auf- und absteigenden Bahnen. Die aufsteigenden Bahnen in der Schleifenschicht erhalten im Aufsteigen immer mehr Zuwachs an Fasern, es ziehen auch Fasern direct aus dem Rückenmarke in die Schleifenschicht und verlaufen hier weiter bis zum Thalamus opticus, wo sie enden. Einen ziemlichen Antheil der Schleifenschicht nimmt die Hinterstrangkern-Thalamusbahn in Anspruch; in der Medulla oblongata und der Brücke fliessen ausserdem immer noch neu zuwachsende Fasern ein. Die in der Schleifenschicht absteigend degenerirenden Fasern habe ich anderweitig behandelt<sup>1)</sup>.

## II. Ueber den Verlauf und die Endigung einiger Haubenbündel (Haubenstrahlung).

Nachdem ich für die Schleifenfasern festgestellt habe, dass sämtliche im Thalamus opticus enden, untersuchte ich andere Fasersysteme, die caudalwärts kommend, gegen den Thalamus opticus ziehen, um bei caudal vom Thalamus opticus gesetzten experimentellen Läsionen die aufsteigend degenerirenden Fasersysteme zu verfolgen und zu entscheiden, ob Fasern, die nicht der Schleifenschichte angehören, zum Thalamus opticus ziehen und diesen einfach durchsetzen und direct zum Stabkranz ziehen. Von diesen Versuchen will ich zunächst über die secundären Degenerationen berichten, welche nach Läsion der seitlichen Substantia reticularis und des vorderen Kleinhirnstieles in der Brückengegend entstehen.

Was nun den Bindearm und den rothen Kern anbelangt, schreibt Kölliker folgendes:

„Verfolgt man die Bindearmkreuzung bis zum Auftreten des rothen Kerns beim Menschen, so gewinnt man, wie dies auch Forel ausspricht, die Ueberzeugung, dass die Kreuzung eine totale ist. Indem der rothe

---

1) Probst, Zur Kenntniss der Pyramidenbahn. Monatsschr. für Psych. und Neurologie. 1899. S. 91.

Kern in dem gekreuzten Bindearm an Grösse zunimmt, zeigt sich, dass an demselben eine oberflächliche weisse Markschrift auftritt, die besonders an der medialen und dorsalen Seite gut entwickelt ist, über deren Herkunft eine Entscheidung nicht leicht sich geben lässt“. Kölliker meint, dass die Markschrift, welche gleichsam einen Mantel um die Hauptmasse des rothen Kerns bildet, vorwiegend aus Bindearmfasern besteht.

Kölliker findet, dass eine grosse Zahl von Bindearmfasern den rothen Kern einfach durchsetzen und lateralwärts von demselben weiter ziehen, auf der anderen Seite sei es nicht leicht zu sagen, ob nicht auch Fasern im rothen Kern ihr Ende finden, und welche Bedeutung die Zellen des rothen Kernes haben, wohin die Nervenfasern, die von demselben entspringen, ziehen.

Martin fand, dass die Fasern des Bindearmes vor und nach der Kreuzung an die *Formatio reticularis* der Haube und auch in den rothen Kern *Collateralen* abgeben.

Ueber den wenig bestimmten Faserverlauf dieser Gegend bemerkt Kölliker: „dass aus der lateralen Seite des rothen Kernes eine grosse Anzahl von Fasern cerebralwärts verlaufen, deren Herkunft vorläufig in keiner Weise mit Sicherheit zu bestimmen ist, von denen mit anderen Worten nicht zu sagen ist, wie viele derselben aus dem Bindearme, wie viele aus der Haube (den Bogenfasern und den Längsbündeln derselben) abstammen. Somit bleibt für einmal nichts übrig, als den Verlauf und das weitere Verhalten dieser Elemente einfach zu verzeichnen und genauere Deutungen der Zukunft vorzubehalten“.

Forel und Monakow theilen die *Regio subthalamica* in das dorsale Mark derselben, die *Zona incerta* und den *Luys'schen Körper* ein. Das dorsale Mark stellt nach Monakow ein mächtiges, aus zahlreichen sagittal verlaufenden Bündelchen zusammengesetztes, gegen die internucleären Fascikel des ventralen Sehhügelkerns schlecht abgegrenztes Feld dar, welches unter anderen aus der ventralen Haubenkreuzung der gekreuzten Seite, sowie aus der sogenannten Haubenstrahlung sich entwickelt und in frontaler Richtung vor Allem die *Lamina medullaris externa* in sich schliesst. Aus diesem Felde sieht man successive kleine Bündel sich abspalten und innerhalb des Graus der ventralen Kerne, namentlich des vent. a. sich zerstreuen. Das dorsale Mark der *Regio subthalamica* lässt Monakow theils aus der ventralen Haubenkreuzung der gekreuzten Seite, theils aus der Haubenstrahlung hervorgehen, welche letztere er einerseits in das laterale und frontale Mark des rothen Kerns, andererseits in die davon durch eine Lage grauer Substanz geschiedene und lateral liegende Schleifenschicht zerlegt.

Obersteiner lässt jedenfalls den grössten Theil der Bindearmfasern sich kreuzen; „es ist aber sehr möglich, dass im Bindearm auch Fasern vorhanden sind, welche sich an der Decussation nicht theilnehmen. Aus dem rothen Kern treten die Fasern in der Weise aus, dass sie sich schon innerhalb des Ganglions zu kleinen Faserbündeln sammeln, wodurch dieses bei schwacher Vergrösserung ein eigenthümlich gestreiftes oder punkirtes Aussehen erlangt. Es ist anzunehmen, dass ein Theil der Bindearmfasern den rothen Kern ohne Unterbrechung durchzieht. Am wahrscheinlichsten ist es, dass, wie Forel beschreibt, diese Fasern sich meist in den ventralen Theil des Thalamus opticus verlieren; aber auch zur Grosshirnrinde, besonders zu den Centralwindungen (Flechsig und Hösel) und zum Linsenkern ziehen vielleicht solche Fasern“.

Bechterew schreibt: „Die Frage, ob alle Elemente des Pedunculus anterior zur Kreuzung gelangen, wird gegenwärtig im verneinenden Sinne beantwortet“.

Forel fand nach Durchschneidung des rechten Bindearmes beim Kaninchen totale Atrophie der Fasern des Bindearms bis jenseits der Kreuzung derselben und eine Atrophie des hinteren Abschnittes des linken rothen Kernes.

Diesen Befund konnte Gudden nach Abtragung einer Kleinhirnhemisphäre bestätigen, ebenso P. Vejas.

Marchi machte seine Untersuchungen an Affen und Hunden, denen das Kleinhirn ganz oder theilweise entfernt war. Er fand keine vollständige Kreuzung der Bindearme, sondern ein Bündel bleibt auf derselben Seite und geht zum Thalamus opticus. Der Bindearm kommt vom Nucleus dentatus und die gekreuzten Fasern gehen zum gegenüberliegenden Nucleus ruber.

Mingazzini fand nach Entfernung der rechten Hemisphäre des Kleinhirns beim Hunde den Bindearm ganz geschwunden und den rothen Kern der linken Seite zellenärmer besonders im hintersten Abschnitte.

Mahaim durchschnitt den Bindearm des Kaninchens, er fand, dass der hinterste Abschnitt des rothen Kernes vorwiegend aus grossen Zellen besteht, die ihre Achsencylinder in den gekreuzten Bindearm senden, der mittlere Theil des rothen Kernes, mittelgrosse Zellen sendet ebenfalls seine Fortsätze in den entgegengesetzten Bindearm, geben jedoch vorher zahlreiche Collateralen an die Substantia reticularis ab. Von dem vorderen kleineren Theil des eigentlichen Nucleus ruber lässt Mahaim einen nicht gekreuzten, sehr unbedeutenden Theil entspringen. An der lateralen Seite des rothen Kernes fand er einen kleinzelligen

Kern, Nucleus minimus, der keine Beziehungen zum gekreuzten Bindearm besitzt.

Kölliker glaubt nicht an den Bestand eines ungekreuzten Bündels.

C. Mayer fand die dem Bindearm entstammenden, in die Markhülle des rothen Kerns eintretenden Fasern zum kleinen Theil in das Schleifenareal, zum grösseren Theil gegen den centralen Nebenkern des Sehhügels und gegen den ventralen Thalamusabschnitt ziehen, woselbst der grösste Theil der Fasern ihr Ende findet. Bezüglich der Fasern der *Formatio reticularis* in ihrem dorsalen und dorsal-lateralen, vom rothen Kern gelegenen Antheil fand Meyer, dass diese zum grössten Theil im Thalamus opticus enden. (*Jahrbücher für Psych.* 1897.)

Cramer beobachtete nach Kleinhirndefect neben Entartung des Bindearms und des gekreuzten rothen Kerns noch Atrophie des Pulvinar.

Monakow konnte nach Durchschneidung des Bindearms beim Hunde (Dieses Archiv XXII. Heft 1, Versuch II.) die Bindearmdegeneration nicht nur in den gekreuzten rothen Kern (Ganglienzellendegeneration) verfolgen, sondern über diesen hinaus in die *Regio subthalamica* und die ventralen Sehhügelabschnitte. Monakow meint, dass die internucleären Bündel des rothen Kerns sowie ein Theil der Faserung des lateralen Marks des Nucleus ruber Fasern mit sich führen, die höchst wahrscheinlich Fortsetzungen von Bindearmfasern sind, welche über die Ganglienzellen des rothen Kerns hinausgehen, um wahrscheinlich weiter oben in der Haubenregion blind zu enden. Diese Fasern dürften in den Zellen des Kleinhirns ihren Ursprung haben. Einen directen Uebergang von Bindearmfasern in das Grosshirn verwirft auch Monakow.

Ramon y Cajal fand nach Abtragung einzelner Theile der Kleinhirnrinde beim Meerschweinchen und Anwendung des Verfahrens nach Marchi degenerirte Fasern im gleichseitigen vorderen Kleinhirnstiel und konnte diese durch die Kreuzung hindurch in den Thalamus verfolgen. R. Russel fand nach Abtragung einer Kleinhirnhälfte Degenerationen im gleichseitigen vorderen Kleinhirnstiel, welche den Nucleus ruber und den Thalamus erreichten. Ferrier und Turner erzeugten partielle und totale Kleinhirnerstörungen und fanden Atrophie des Bindearmes, Faserschwund im Gebiete des gegenüberliegenden rothen Kerns und Atrophie der Bahnen dieses Kerns zum Thalamus, doch vermochten sie die Fortsetzung dieser Bahn zur Hirnrinde nicht zu eruiiren.

Thomas fand nach Kleinhirnverletzungen Degeneration im vorderen Kleinhirnschenkel. Er lässt einen grossen Theil der Bindearmfasern im rothen Kern enden, doch verlaufen die Degenerationen noch über diesen Kern hinaus im Gebiete der inneren Kapsel bis zur Höhe

des Thalamus, in dessen caudalem Theile sie Halt machen. Der vordere Kern nimmt keine, der mittlere Kern von Luys vielleicht einige Elemente des vorderen Schenkels auf.

Nach Klimow gehen die Bindearme eine totale Kreuzung ein und enden im gegenüberliegenden rothen Kern, ohne die Grenze dieses Kerns cerebralwärts zu überschreiten. In drei Versuchen aber sah er Degenerationsproducte des Biudearms nach deren Kreuzung jenseits des rothen Kerns im bogenförmigen Zuge nach oben verlaufen und in den hinteren Theil des gegenüberliegenden Oculomotoriuskerns eintreten.

Ueber die vordere Endigung der Fasern des Bindearms, welche frontalwärts degeneriren, bestehen also die mannigfachsten Meinungen. Noch unbestimmter ist die vordere Endigung der Haubenfasern, das Ende der frontalen und lateralen Strahlung des rothen Kerns. Ich habe ausser den vorhin geschilderten Versuchen bezüglich der Schleifenverhältnisse folgende Versuche zur Aufklärung der oben geschilderten Bahnen unternommen.

Zunächst suchte ich nach Bindearmverletzungen und Kleinhirnverletzungen die gegen den rothen Kern ziehenden Degenerationen zu verfolgen und hauptsächlich auch die aus dem mittleren und seitlichen Felde der Substantia reticularis der Brücke und der Medulla oblongata gegen den Thalamus hinziehenden, theils gekreuzten, theils ungekreuzten Bahnen mittels der Degenerationsmethode zu studiren. Dabei verfolgte ich das Princip der kleinsten Läsionen.

#### Zerstörung der lateralsten Fasern der Substantia reticularis, der Brücke und hinteren Zweihügelgegend.

Bei einer erwachsenen Katze wurde seitlich von der Sagittalnaht trepanirt und mit dem in der dünnen Canüle verborgenen Drahtstachel in der proximalen Brückengegend eingestochen, knapp am medialen Rande des Bindearms beim Austritt des Trochlearis bis in die Schleifenschicht, welche lateral den Pyramidenbündeln aufliegt (Fig. 4). Die Canüle streifte einige lateral gelegene Pyramidenfasern. Nun wurde der Stahlstachel vorgeschoben und mit dem nun hakenförmigen Instrumente mit sagittal gehaltenem Stachel einfach hinaufgezogen und nachdem die lateralste Substantia grisea an der medialen Seite des Bindearms mit dem Haken durchgezogen war, der Stahlstachel wieder in der Canüle verborgen und die Canüle herausgezogen. Das Einstechen der Canüle erzeugt keine besondere Schädigung bezüglich der secundären Degenerationen, sondern nur die Verletzung mit dem Stahlstachel. Die Verletzung fällt je nach Handhabung des Instrumentes beliebig aus.

Das Thier wurde am 23. Tage getödtet, das Gehirn und Rückenmark nach Marchi behandelt. Die Verletzung war in der in Fig. 4 dargestellten Weise vor sich gegangen. Die Verletzung erstreckte sich schnittförmig von der

Innenseite des hinteren Zweihügels durch die absteigende Trigeminiwurzel an der medialen Seite des Bindearmes vorbei gegen die seitlichsten Fasern der Pyramidenbündel. In sagittaler Richtung überschreitet die schnittförmige Verletzung nirgends die Region des hinteren Zweihügels. Durch die Verletzung waren die lateralsten Fasern der Substantia reticularis betroffen, Bogenfasern, das Monakow'sche Bündel, dann Schleifenfasern und einige laterale Fasern der Pyramidenbündel. Der Bindearm war an der medialen Seite gestreift, wo die Fasern sich zur Kreuzung anschicken.

Von der so beschaffenen Verletzung liessen sich nun verschiedene, noch nicht beschriebene Bündel verfolgen, welche frontalwärts degenerirt sind. Die Verletzung war einseitig und betraf hauptsächlich die Bogenfasern der Haube, welche durch das sagittal gehaltene Instrument durchschnitten wurden. Die aufsteigenden Degenerationen betrafen sowohl die gleiche Seite, auf der die Verletzung beigebracht war, als Haubenfasern der gegenüberliegenden Seite. Ich will zunächst die degenerirten Bogenfasern beschreiben, welche von der Läsionsstelle aus gleich in die gegenüberliegende Substantia reticularis zogen und von dort aus aufwärts bis in die ventralen Thalamuskern verfolgt werden konnten, woselbst sie sich in feinste Verzweigungen auflösten.

Zunächst zogen von jener Stelle des Verletzungsschnittes, der in der Fig. 4 abgebildet ist, wo das Monakow'sche Bündel, welches hier dorsal dem lateralen Abschnitt der medialen Schleife aufliegt, betroffen ist, degenerirte Bogenfasern horizontal knapp am dorsalen Rande der medialen Schleife der lädirten Seite über die Raphe hinaus auf die andere Seite, um sich knapp dorsal über dem medialsten Theil der medialen Schleife, welche neben der Raphe liegt, zu sammeln und auf diesem Platz in die sagittale Richtung umzubiegen. Es ziehen weiter frontal noch mehr degenerirte Bogenfasern zu diesem Bündel, welche durch die ziemlich starke Degeneration, welche auf allen Schnitten in klarster Weise zu sehen ist, hervorstechen. Dieses Bündel zieht nun knapp dorsal dem medialsten Theile der medialen Schleife auflagernd, ganz isolirt von den übrigen Degenerationen, die auf den Schnitten zu sehen waren und später zur Sprache kommen, in der Richtung zum rothen Kerne und behält bis dahin den beschriebenen Platz inne. Auch in der vorderen Zweihügelgegend behalten diese Fasern diese Stelle inne, doch haben sie hier schon mehr eine lateral-dorsale Verlaufsrichtung. Wo der rothe Kern auf den Frontalschnitten erscheint, bilden diese Fasern die lateral-ventrale Begrenzung des Nucleus ruber. Es sind das jene Fasern, welche in einem lateralen Bogen die laterale ventrale Partie des rothen Kernes umgrenzen. Auf den weiteren frontalen Schnitten biegen diese Fasern im Bogen nach aufwärts, lateral vom rothen Kern um und gehen zu einem nicht geringen Theil in das sogenannte laterale Mark des rothen Kernes ein, gehen aber scheinbar mit dem Nucleus ruber keine Verbindung ein. Dieses Bündel, welches ich das ventrale Kleinhirn-Thalamusbündel (g. H. in den Abbildungen) nennen will, zieht auf den weiter frontal gelegten Schnitten noch mehr dorsalwärts und ist zwischen Schleife und rothem Kern gelegen. Dort, wo der Nucleus ruber schwindet, kommt es der medialen Schleife näher zu liegen, ist aber von letzterer durch

eine Lage grauer Substanz getrennt. Auf der Fig. 5, wo das Bündel abgebildet ist, sind die letzten Reste des rothen Kernes zu sehen; das ventrale Kleinhirn-Thalamusbündel zieht hier in stark dorsaler Richtung weiter und kommt auf einem Frontalschnitt, wo das Ganglion habenulae und die Corpora mamillaria erscheinen, lateral von dem zum Ganglion habenulae ziehenden Meynert'schen Bündel zu liegen, zieht neben diesem dorsalwärts und wendet sich dort, wo die Lamina medullaris interna des Sehhügels angedeutet erscheint und der Kern med. b. auftritt in der unmittelbaren Nähe dieses Kernes im Bogen mit schon zerstreuten Fasern nach aussen und ventralwärts, um sich von oben her im Kern vent. b., med. b. und med. c. Monakow's in feinste Verzweigungen zu verästeln. Dieses Bündel habe ich auch in der beschriebenen Weise in Versuch 2 und 3 degenerirt gefunden, wo ausser der Schleife das mittlere Feld der Substantia reticularis der Medulla oblongata zerstört war, und ebenso in Fällen, wo die seitliche Substantia reticularis der Medulla oblongata verletzt war.

Ausser diesem gekreuzten Haubenbündel, welches durch laterale Verletzung der Bogenfasern des Bindearms aufsteigend degenerirt und ventral auf die andere Seite hinüberkreuzt, konnte ich noch ein zweites gekreuztes System durch die aufsteigende Degeneration verfolgen, welche durch die Läsion der Bindearmfasern erfolgte. Die degenerirten Bindearmfasern waren deutlichst durch die Bindearmkreuzung hindurch zum rothen Kern zu verfolgen. Nach der Kreuzung nehmen die Fasern auf der anderen Seite die Partie neben der Raphe zwischen Schleife und dorsalem Längsbündel ein. Die degenerirten Fasern sind hier gleichmässig vertheilt. Die Fasern ziehen in den rothen Kern ein und bilden zum Theil Faserfascikel in demselben. Ein kleiner Theil dieser Fasern endigt im rothen Kern, etwa Zweidrittel dieser Fasern durchziehen aber den rothen Kern und kommen in dessen dorsale Partie zu liegen und bilden auf den nächsten Frontalschnitten die knapp dorsal dem rothen Kern anliegenden sagittal verlaufenden Fasern (K. Th. in den Abbildungen). Auf den weiter frontal gelegten Schnitten, wo der rothe Kern bereits geschwunden ist, und wo das ventrale Kleinhirn-Thalamusbündel eben in dorsaler Richtung medial von der Schleife verläuft, gehen diese Fasern in das frontale Mark des rothen Kernes über und verlaufen hier weiter. Im frontalen Marke des rothen Kernes sind diese degenerirten Fasern ziemlich gleichmässig vertheilt und bilden den grössten Theil der Faserzahl dieses Feldes.

In der Regio subthalamica läuft das Bündel in der Fortsetzung der frontalen Markstrahlung des rothen Kernes, dem dorsalen Mark der Regio subthalamica weiter. Die Fasern des Bündels sind hier noch geschlossen beisammen, ganz medial in der sagittalen Ebene des Meynert'schen Bündels gelegen, während die Schleife ganz lateral dem Corpus geniculatum internum anliegt und das ventrale Kleinhirn-Thalamusbündel sich bereits im Kern vent. a. Monakow's zersplittert. Dieses stärkere und dorsal gelegene Kleinhirn-Thalamusbündel zieht frontalwärts, bildet die ventrale Grenze des Kernes vent. b. und zieht daselbst, wo die Lamina medullaris externa des Sehhügels am meisten medialwärts reicht und die ventrale Grenze des Kernes vent. b. bildet,

auf dem Wege der Lamina medullaris externa in den Kern vent. b. und vent. a. und med. c. Monakow's ein, um sich hier in feinste Verästlungen zu zertheilen.

Während die früher beschriebenen Endfasern des ventralen Kleinhirn-Thalamusbündels von oben nach unten (dorsoventral) in den Kern vent. a., vent. b., med. c. eindringen, treten die Fasern dieses Bindearmbündels von der ventralen Seite aus in diese Kerne ein (ventrodorsal).

Ausser diesen beiden beschriebenen gekreuzten Bündeln, konnte ich nach der oben beschriebenen Verletzung noch zwei andere Bündel frontalwärts verfolgen, von denen das eine auf der Verletzungsseite weiter zog und in der Meynert'schen fontaineartigen Haubenkreuzung auf die andere Seite zog und im rothen Kern mündete (HRN). Dieses Bündel bestand zum Unterschiede von den übrigen beschriebenen Bündeln, welche aus dünnen Fasern bestanden, aus dicken Fasern. Diese Fasern waren in der Substantia reticularis der Verletzungsseite ventral von Bindearmkreuzung zwischen dieser und der medialen Schleife gelegen und bildeten die centrale Fortsetzung des Monakow'schen Bündels (x) und mündeten, wie schon erwähnt, nach Kreuzung in der fontaineartigen Haubenkreuzung im rothen Kern der entgegengesetzten Seite, indem sie diesen medial umzogen und im dorso-lateralen Theile dieses Kernes eintraten mit Aufsplitterungen endeten.

Ein viertes Bündel (HTh), welches ich nach der obigen Verletzung degenerirt frontalwärts verfolgen konnte, blieb durchaus auf der Verletzungsseite und lief vom Verletzungsschnitte in sagittalem Laufe weiter bis in den Thalamus opticus. Es bildet die sagittale Fortsetzung des dorsalen und lateralsten Feldes der Substantia reticularis und nimmt nach der Bindearmkreuzung die Fortsetzung der Gegend des Bindearmfeldes ein. In der vorderen Zweihügelgegend liegt das Bündel ventral von der absteigenden Trigeminiwurzel bis an das Höhlengrau des Sylvi'schen Canals herantretend. Es ist das jene Gegend, wo ich nach Verletzungen zwischen vorderem Zweihügel und Thalamus opticus, auch absteigend degenerirende Fasern gefunden habe. Das Feld wird hier von den Fasern des vorderen Zweihügels durchzogen, welche zur fontaineartigen Haubenkreuzung ziehen. Weiter frontal, etwa dem Schnitte in der Fig. 5 entsprechend, liegt das Bündel im dorsalen Theile zwischen ventralem Kleinhirn-Thalamusbündel und dem Höhlengrau des Sylvi'schen Canals. Es ist das jenes Feld, in welchem die Haubenfascikel Forel's liegen.

An der lateralen Seite des Meynert'schen Bündels ziehen dann die Fasern weiter gegen den Thalamus und kommen hier schon etwas zerstreut zu liegen. Sie sind an dieser Stelle ähnlich gelagert, wie das beschriebene ventrale Kleinhirn-Thalamusbündel der anderen Seite, wo sich dasselbe anschickt, von oben her in den Kern vent. a. sich aufzulösen. In den Frontalschnitten, wo das Meynert'sche Bündel in das Ganglion habenulae eintritt, ziehen die Fasern in dorso-ventral-lateraler Richtung in den Kern vent. b. und vent. a. Monakow's und enden daselbst mit Aufsplitterung. Dasselbe Bündel konnte ich auch bei Verletzung des seitlichen Feldes der Substantia reticularis der Brücke und nach Kleinhirnverletzungen finden.

Von den nach dieser Verletzung absteigend degenerirenden Bündeln war das Monakow'sche Bündel genau zu verfolgen (x in der Abbildung). (Das Bündel war schon Meynert als äusseres Seitenstrangbündel bekannt.) Nach abwärts im Rückenmark nahm das Monakow'sche Bündel genau den Verlauf, wie ich ihn anderweitig näher ausführte,<sup>1)</sup> nämlich in der lateralen ventralen Partie der Substantia reticularis, später zwischen aufsteigender Trigeminuswurzel und der oberen Olive. In der Medulla oblongata, die in der Fig. 6 abgebildete Partie x, nämlich die Randpartie medial-ventral von der aufsteigenden Trigeminuswurzel. Die Bahn bleibt in der Gegend der Pyramidenkreuzung ungekreuzt auf derselben Seite und bildet im Rückenmark das Bündel (x), welches in Fig. 7 abgebildet ist. Das Monakow'sche Bündel kommt im Lendenmark mehr gegen den Rand zu liegen. Im ganzen Verlaufe dieses Bündels im Rückenmark konnte ich Fasern constatiren, namentlich in der Hals- und Lendenanschwellung, welche vom Monakow'schen Bündel kamen und seitlich in die hinteren Antheile des Vorderhornes einstrahlen. Es ist das ausser seinem centrifugalen Charakter ein weiterer Beweis, dass dieses Bündel einen motorischen Charakter hat. Mit dem Kleinhirn, wie Biedl und Bechterew annehmen, haben diese Fasern jedenfalls nichts zu thun.

Ich habe das Monakow'sche Bündel in zahlreichen Fällen zur Degeneration gebracht und dabei gefunden, dass dasselbe von den grossen Ganglienzellen des rothen Kernes entspringt und mit Aussplitterungen in den Vorderhörnern des Rückenmarkes endet und eine motorische Haubenbahn darstellt.

Bezüglich der oben erwähnten Fasern, welche vom Areal des Monakow'schen Bündels in der hinteren Zueihügelgegend und Brückengegend aufwärts zum gegenüberliegenden rothen Kern hin degeneriren, muss ich erwähnen, dass die Zahl dieser Fasern keine grosse ist, und dass sie nur einen Theil dieser Fasern bilden, welche das Areal des Monakow'schen Bündels einnehmen. Ausserdem muss ich noch ausführen, dass diese aufsteigend degenerirenden Fasern nur nach Verletzungen des Areals des Monakow'schen Bündels in der Medulla oblongata, im Pons und in der hinteren Zueihügelgegend zur Degeneration zu bringen sind, nicht aber nach Halbseitendurchschneidungen im Rückenmarke.

Von den übrigen Faserzügen, welche durch die obige Läsion absteigend degeneriren, will ich nur noch jenen Faserzug erwähnen, der von den grossen Ganglienzellen des seitlichen Feldes der hinteren Zueihügelgegend und proximalen Brückengegend ausgeht. Die Fasern dieses

---

1) Probst, Monakow'sches Bündel, Vierhügel-Vorderstrangbahn, Kleinhirn-Vorderseitenstrangbahn, dorsales Längsbündel, cerebrale Trigeminuswurzel und andere motorische Haubenbündel. Deutsche Ztschr. f. Nervenheilkunde. Bd. 15. S. 192.

Bündels, das ich anderweitig (Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde Bd. 15) näher beschreibe, gehen als Bogenfasern auf die andere Seite und nachdem sie die hintere Längsbündelformation quer durchzogen haben, kommen sie an die Innenseite der austretenden Facialiswurzel zu liegen. In caudaleren Partien liegt das Bündel dorsal vom Facialis-kern und medial von der aufsteigenden Trigeminiwurzel, in der Pyramidenkreuzung liegt es im Winkel zwischen Hinterhorn und den von den Hinterstrangkernen zur Schleife ziehenden Bogenfasern zwischen Hinterhorn und Seitenstrangkern und bildet im Rückenmark zum Theile die medialste Partie des Areals des Monakow'schen Bündels, indem es in der lateralen Grenzschichte herabzieht und mit Aufsplitterungen in den Vorderhörnern endet. Auch in diesem Bündel liegt eine motorische Haubenbahn vor (Brückenseitenstrangbahn).

Von der Verletzungsstelle ziehen auch Fasern in die gleichseitige Vierhügelvorderstrangbahn, welche in den Vorderhörnern des Halsmarkes mit Aufsplitterungen enden. Auch diese der motorischen Vierhügelvorderstrangbahn zuwachsenden Fasern sind motorische Haubenfasern (Brückenvorderstrangbahn).

Jene Fasern, die von der Verletzungsstelle in's Areal der gegenüberliegenden Vierhügelvorderstrangbahn gelangen, endigen nach kurzem Verlaufe, theils im Nucleus reticularis, theils in den zerstreut liegenden Ganglienzellen der Substantia reticularis.

#### Zerstörung des lateralen Feldes der Substantia reticularis des verlängerten Marks.

In allen meinen Versuchen berücksichtige ich in dieser Arbeit hauptsächlich die aufsteigend degenerirenden Fasersysteme, die ich genauer auseinandersetzen will, während ich die absteigenden Fasersysteme anderweitig näher erörtere<sup>1)</sup>.

Ich habe durch die Serienschritte nach Marchi in der soeben besprochenen Thierversuchsreihe durch Zerstörung des lateralen Feldes der Substantia reticularis der hinteren Zweihügelgegend und der proximalen Brückengegend vier von einander gesonderte Faserbündel nachweisen können, die centripetal, aufsteigend degeneriren.

Um nun den Ursprung dieser Faserbündel, deren Endigung und Aufsplitterungen ich oben näher ausführte, kennen zu lernen, war es nöthig, weitere Experimente auszuführen. Zu diesem Zwecke habe ich theils Bindearmdurchschneidungen, theils halbseitige Zerstörungen des Kleinhirns unternommen, theils habe ich das laterale Feld der Substantia reticularis des verlängerten Markes zerstört.

---

1) l. c.

Ich will zunächst auf den gelungenen Versuch eingehen, wo das laterale Feld der Medulla oblongata bei einem Hunde zerstört wurde.

Das Ligament zwischen Hinterhauptsknochen und Atlas wurde freigelegt, durchtrennt und ein angrenzender Theil des Hinterhauptsknochens entfernt. Das Kleinhirn wurde mittelst eines stumpfen Hakens in der linken Hand etwas von der Rautengrube abgehoben und ein rechtwinklig gebogenes Häkchen eingeführt und damit das seitliche Feld der Substantia reticularis des verlängerten Markes zerstört. Das Thier wurde drei Wochen am Leben gelassen und hernach das Nervensystem mit Osmiumsäure behandelt und in Serienschnitte zerlegt.

Auf den Serienschnitten erwies sich die Verletzung als ein sagittaler Schnitt im lateralen Felde der Substantia reticularis in der proximalen Hypoglossusgegend knapp hinter der austretenden Vaguswurzel, und zwar zwischen der aufsteigenden Trigeminiwurzel einerseits und dem Vagus- und Facialis-kern andererseits. Durch die Verletzung waren die Substantia gelatinosa der aufsteigenden Trigeminiwurzel und das Areal des Monakow'schen Bündels zerstört.

Es waren nun einerseits von den zerstörten Zellen der Substantia gelatinosa der aufsteigenden Trigeminiwurzel aufwärts degenerirte Fasern zu constatiren, andererseits konnten auch Fasern aus dem zerstörten Areale des Monakow'schen Bündels constatirt werden, welche aufwärts zum gegenüberliegenden rothen Kern degenerirten und dort mit Aufsplitterungen endigten. Diese im Areal des Monakow'schen Bündels aufsteigenden Fasern bildeten ca. den zehnten Theil der Faserzahl daselbst und sind auf das ganze Areal zerstreut. Die Fasern sind mittleren Calibers und sie liegen aufsteigend stets im Areal des Monakow'schen Bündels. Dort, wo der Bindearm seine Fasern kreuzt, kreuzen auch die aufsteigenden Fasern des Monakow'schen Bündels in der ventralen Haubenkreuzung auf die andere Seite und endigen mit Aufsplitterungen im rothen Kern der anderen Seite.

Ein noch nicht beschriebenes Bündel war von den zerstörten Ganglienzellen der Substantia gelatinosa der aufsteigenden Trigeminiwurzel aus proximalwärts verfolgbar, das in der Brücke und in der Vierhügelgegend und auch im weiteren Verlaufe dasselbe Areal benutzte, um in den Sehhügel zu gelangen, wie der oben als ventrales Kleinhirn-Thalamusbündel beschriebene Faserzug.

Von der Innenseite der Substantia gelatinosa der aufsteigenden Trigeminiwurzel ziehen degenerirte Bogenfasern knapp dorsal vom Facialis-kern vor dem proximalen Ende der Oliven, im ventralen Theil der Substantia reticularis auf die andere Seite und biegen daselbst knapp neben der Raphe und knapp über dem medialsten Antheile der medialen Schleife in die sagittale Richtung um. Im weiteren Verlaufe liegen sie stets der Raphe an und bilden die dorsalste Partie des inneren Theiles der medialen Schleife.

An der ventralen und lateralen Seite des rothen Kernes angekommen, bilden diese Fasern einen kleinen Theil des sogenannten lateralen Markes des rothen Kernes. Sie verlaufen hier ebenso wie das oben beschriebene ventrale

Kleinhirn-Thalamusbündel und wie die innersten Fasern der medialen Schleife, die ich im ersten Theile meiner Arbeit näher beschrieb. Auf dieselbe Weise gelangen auch diese in den ventralen Sehhügelkern und die caudalen Partien des medialen Kerns, woselbst sich die Fasern aufsplitteln.

Absteigend degenerirten die Fasern des Monakow'schen Bündels, stets feine Fäserchen in die Vorderhörner sendend, bis in's Sacralmark.

### Zerstörung des Bindearmes.

Bei einem erwachsenen Hunde wurde mittelst der Hakencanüle durch das Kleinhirn eingegangen und eine Verletzung mit nach der Seite gerichtetem Drahtstachel erzeugt. Auf den nach Marchi behandelten Serienschnitten erwies sich die Verletzung als eine solche des mittleren Theiles des Oberwurmes und des Bindearmes, wo derselbe gegen den Nucleus dentatus zu liegen kommt.

Nach dieser Verletzung war die deutliche Degeneration des Bindearmes zu verfolgen durch seine Kreuzung hindurch zum gegenüberliegenden rothen Kern. Ein Theil der Fasern endet im rothen Kern, der grössere Theil zieht aber im frontalen Mark des rothen Kerns und zum Theil im lateralen Mark desselben weiter, um im ventralen Sehhügelkern mit Aufsplitterungen zu enden. Die Fasern gehen dort, wo das sogenannte dorsale Mark der Regio subthalamica die ventrale Grenze des Kernes vent. b. bildet, in die innere Marklamelle des Sehhügels ein und strahlen von hier aus in den ventralen Thalamuskern namentlich vent. a. ein, um sich daselbst aufzusplitteln.

Auch in diesem Versuche konnte das oben nach Zerstörung des lateralen Feldes der Substantia reticularis der proximalen Brückengegend und der hinteren Zueihügelgegend dargestellte ventrale Kleinhirn-Thalamusbündel constatirt werden. Es kommt aus den ventralsten Antheilen des Bindearmes und trennt sich in der proximalen Brückengegend von den übrigen Bindearmfasern, indem es gleich ventralwärts zieht und Bogenfasern knapp dorsal von der medialen Schleife auf die andere Seite entsendet, woselbst diese knapp neben der Raphe zwischen dem innersten Antheil der medialen Schleife und dem Areal der Vierhügel-Vorderstrangbahn in die sagittale Richtung umbiegen, an die laterale Seite des rothen Kernes gelangen und von hier aus gegen die innere Marklamelle des Sehhügels ziehen und im ventralen Sehhügelkern namentlich vent. a. sich aufsplitteln.

Die Hauptmasse der Bindearmfasern geht auf der Strasse des frontalen Markes des rothen Kernes dem ventralen Sehhügelkerne zu.

Ein mehr aus zerstreuteren Fasern bestehendes Bündel im lateral-dorsalen Theil der Substantia reticularis lateralis zieht ungekreuzt in der Richtung gegen die Forel'schen Haubenfascikel und endet ebenfalls mit Aufsplitterungen im ventralen Sehhügelkern.

In den folgenden Experimenten verfolgte ich die Degeneration der Haubenbahnen nach circumscribten Kleinhirnläsionen und nach Auslöfflung einer Kleinhirnhemisphäre.

## Kleinhirnverletzungen.

Ich will hier nicht die zahlreichen Kleinhirnverletzungen, die ich mittelst Osmiumsäurefärbung auf Serienschnitten genau untersuchte, einzeln schildern, da ich auf diese noch anderweitig zurückkommen werde. Hier will ich nur auf die degenerirten Bahnen eingehen, welche zum Sehhügel ziehen.

Nach Zerstörung einer Kleinhirnhemisphäre degeneriren sämtliche Fasern des Bindearmes. In der proximalen Brückengegend trennen sich von der ventralsten Partie des Bindearmes die Fasern des ventralen Kleinhirn-Thalamusbündels ab, die als Bogenfasern knapp dorsal von der medialen Schleifenschichte auf die andere Seite ziehen und knapp neben der Raphe dorsal von den innersten Fasern der medialen Schleife Halt machen und in die sagittale Richtung umbiegen. Ähnlich ziehende Kleinhirnfasern enden im Nucleus reticularis der anderen Seite. Die Fasern des ventralen Kleinhirn-Thalamusbündels ziehen aber weiter ventral von dem Areale der Vierhügel-Vorderstrangbahn, gelangt an die ventrale Seite des rothen Kerns und zieht gegen die Lamina medullaris interna des Sehhügels. Dasselbst enden die Fasern in Aufsplitterungen beim Kern med. b., med. c., vent. b. und bei den medialsten Ganglienzellen von vent. a.

Die Hauptmasse der Bindearmfasern gelangt im dorsalen Theile der Substantia reticularis zur Kreuzung, wobei die Fasern immer ventraler zu liegen kommen. Ein kleiner Theil dieser Fasern endigt im rothen Kerne, oder es werden hier Collateralen abgegeben. Die meisten Fasern ziehen weiter frontalwärts an der dorsalen und medialen Seite des rothen Kernes. Diese Fasern des Bindearmes bilden hauptsächlich das, was wir frontale Haubenstrahlung und weiterhin auch dorsales Mark der Regio subthalamica nennen.

Eine Anzahl der Bindearmfasern, die an der Seite des Meynert'schen Bündels aufwärt zieht, wird durch die hintere Commissur in den gegenüberliegenden Sehhügel entsendet.

Die frontale Haubenstrahlung, welche hauptsächlich von den Bindearmfasern, welche eine Kleinhirn-Thalamusbahn vorstellen, gebildet wird, entsendet nun ihre Fasern zum Theil etwas in die äussere Marklamelle, zum Theil zur inneren Marklamelle des Sehhügels. Von hier aus ziehen die Fasern in den ventralen Kern vent. b. und hauptsächlich zum Kern med. b. und med. c., woselbst sie sich aufsplittern. Ein Theil der Fasern der Kleinhirn-Thalamusbahn zieht noch über den Kern med. c. hinaus und entsendet seine Aufsplitterungen in die caudalen Abschnitte des lateralen Kerns lat. b.

Ueber den Sehhügel hinaus zieht keine einzige Faser des Bindearmes.

Der dritte Antheil des Bindearmes bleibt auf derselben Seite der Substantia reticularis im lateral-dorsalen Theile, gelangt dann in die Gegend der Forel'schen Haubenfascikel und zieht mit diesen gegen den Kern vent. b. und med. b., wo sie sich aufsplittern.

Durch diese Versuche habe ich die bisher noch ganz unsichere frontale Haubenstrahlung und das dorsale Mark der Regio subthalamica zu einem nicht unbeträchtlichen Theile klar gestellt. Es ergibt sich aus den Versuchen mit Durchschneidung des Bindearmes auch, dass in diesem die Leitung eine solche ist, dass die Erregungen vom Kleinhirn durch den Bindearm dem Sehhügel und rothen Kern übermittelt werden. Eine Degeneration vom rothen Kerne gegen das Kleinhirn hin, konnte ich nie constatiren. Aus meinen Versuchen ergibt sich auch ein klares, physiologisches Bild über den rothen Kern, dessen Ganglienzellen von vielen Autoren als die Hauptursprungszellen der Bindearmfasern angesehen wurden. Der rothe Kern weist grosse Ganglienzellen auf, die ganz den motorischen Typus haben und die Ursprungszellen für das Monakow'sche Bündel sind. Erregungen, die vom Kleinhirn kommen, können durch die Verbindungen der Bindearmfasern dem rothen Kern und somit den Fasern des Monakow'schen Bündels übergeben werden.

Auf den genauen Ursprung der Fasern des Bindearmes im Kleinhirn komme ich in einer nächsten Arbeit zu sprechen.

#### Verletzungen des rothen Kerns und dessen Markhülle.

Bei einer halbjährigen Katze wurde ein sagittaler Schnitt im vorderen Zueihügel erzielt, der durch die laterale Partie des rothen Kerns und das laterale Mark dieses Kerns ging und ventral die Partie zwischen medialem Antheil des Hirnschenkelfusses und Oculomotoriusaustritt durchtrennte. Der Thalamus opticus war nirgends verletzt. Nach abwärts degenerirte das Monakow'sche Bündel, die Vierhügel-Vorderstrangbahn und das dorsale Längsbündel.

In dem von mir oben beschriebenen ventralen Kleinhirn-Thalamusbündel, ferner in dem Faserzug, der eine ähnliche Verlaufsrichtung von der Substantia gelatinosa der aufsteigenden Trigeminuswurzel zum Sehhügel nimmt, wie das ventrale Kleinhirn-Thalamusbündel, war keine absteigende Degeneration zu sehen. Auch im Bindearm konnte keine Degeneration constatirt werden.

Alle Fasern, die proximalwärts degenerirt waren, endigten mit Aufsplitterungen im Sehhügel und zwar die Bindearmfasern im Kern vent. b., med. b., und hauptsächlich med. c., einige Fasern auch im ventralen Theil des lateralen Kerns.

Nirgends konnte eine Degeneration über den Sehhügel hinaus cerebralwärts verfolgt werden.

Aus diesem Versuche geht hervor, dass der Bindearm, das ventrale Kleinhirn-Thalamusbündel nur cerebralwärts degenerirt und wahrscheinlich auch die Leitungsröhre eine cerebralwärts gerichtete ist.

Ausserdem geht aus dem Versuche hervor, dass nach Verletzungen der Haubenfasern im vorderen Zueihügel, welche das laterale Mark des rothen Kerns und den Nucleus ruber selbst betreffen, keine über den Sehhügel

proximalwärts hinausreichende secundäre Degeneration gefunden wird. Die Haubenbahnen, die bisher zur Darstellung kamen, finden alle im Sehhügel ihr Ende und gehen nicht direct in die innere Kapsel über.

Der Sehhügel ist die grosse Vermittlungsstation zwischen Peripherie und Grosshirnrinde.

Die Schlüsse, die man aus diesen Versuchsreihen ziehen muss, sind folgende:

1. Nach Zerstörung des seitlichen Feldes der Substantia reticularis degeneriren Bahnen cerebralwärts, die nirgends in die Capsula interna oder zum Stabkranz verfolgt werden können, weder nach Zerstörung des seitlichen Feldes der Substantia reticularis in der hinteren Zweihügelgegend, noch nach Zerstörung dieser Gegend in der Brücke oder des verlängerten Markes. Alle diese Bahnen finden zum grössten Theil ihr Ende im Sehhügel, einzelne endigen aber schon vorher.
2. Nach Zerstörung der Substantia reticularis alba, welche der medialen Schleife aufliegt, sowie auch nach Halbseitendurchschneidungen in der hinteren Zweihügelgegend können ebenfalls keine Degenerationen in den Stabkranz verfolgt werden, mit Voraussetzung der oben beschriebenen Läsionen, Lebensdauer des Thieres und Behandlung des Nervensystems nach Marchi.
3. Nach Zerstörung der lateralsten ventralen Gegend der seitlichen Substantia reticularis sowie nach Bindearmverletzungen und Kleinhirnverletzungen degenerirt cerebralwärts ein sich kreuzendes Bündel, welches sich nach der Kreuzung knapp über die medialste Partie der medialen Schleife aufsetzt und in die laterale Markstrahlung des rothen Kerns eingeht (ventrales Kleinhirn-Thalamusbündel) und weiter cerebralwärts im Kern vent. b., med. b. und med. c. des Thalamus opticus endigt.
4. Nach Zerstörung der seitlichen Substantia reticularis sowie nach Bindearm- und Kleinhirnverletzungen degenerirt cerebralwärts eine Bahn (ungekreuzte Bindearmfasern) auf der gleichen Seite, die in der Gegend der Haubenfascikel an der lateralen Seite des aufwärts ziehenden Meynert'schen Bündels vorbei in dem Thalamuskern vent. b., med. b. und med. c. sich auflöst.
5. Nach Läsion des Bindearmes, sei es bei seiner Einstrahlung in den gezahnten Kern, sei es im hinteren Vierhügel degenerirt dieser zum rothen Kern, der grössere Theil seiner Fasern durchzieht ihn jedoch und geht als Bündel (frontale Haubenstrahlung) in der frontalen Markstrahlung des rothen Kernes

und dem dorsalen Mark der Regio subthalamica weiter und strahlt in die Marklamellen des Sehhügels ein. Die Fasern endigen mit Aufsplitterungen im Kern vent. b. und hauptsächlich im Kern med. c. und med. b.; einzelne Fasern gelangen zum Kern lat. b., wo sie sich aufsplittern. Eine Anzahl von Fasern wird durch die hintere Commissur in den gegenüber liegenden Sehhügel entsendet. Eine rückläufige Degeneration kann nicht nachgewiesen werden.

6. Der Bindearm ist eine directe Verbindung des Kleinhirns mit dem Sehhügel.
7. Nach Verletzung der lateralsten ventralen Partie der Substantia reticularis der Brücke, sowie nach Verletzungen des verlängerten Markes degenerirt ausserdem ein Bündel aufsteigend, welches auf der Verletzungsseite im ventralen Theile der Substantia reticularis liegt und durch die fontaineartige Haubenkreuzung Meynert's zum rothen Kern der anderen Seite zieht und dasselbst mit Aufsplitterungen endet. Es sind das die aufsteigend degenerirenden Fasern des Areals des Monakow'schen Bündels.
8. Nach Verletzung des seitlichen Feldes der Substantia reticularis der hinteren Zueihügelgegend degenerirt abwärts das Monakow'sche Bündel, die Brückenseitenstrangbahn und die Brückenvorderstrangbahn.
9. Im Areal des Monakow'schen Bündels sind demnach sowohl centripetale als centrifugale Bahnen enthalten. Die centrifugalen Bahnen münden im gekreuzten rothen Kern, indem sie hier mit Aufsplitterungen endigen.
10. Im Verlaufe des Monakow'schen Bündels, der Brückenseitenstrangbahn und der Brückenvorderstrangbahn sind Einstrahlungen in die Vorderhörner des Rückenmarks zu constatiren, namentlich in der Hals- und Lendenanschwellung.
11. Das Monakow'sche Bündel hat nach den oben beschriebenen Läsionen keine nachweisbare Verbindung mit dem Kleinhirn.
12. Nach Thalamusläsionen ist eine Degeneration des Monakow'schen Bündels nicht zu erzielen, sondern nur nach Verletzungen des rothen Kerns, dessen Ganglienzellen die Ursprungszellen dieses Bündels sind.

Die Fasern im sogenannten lateralen Mark des rothen Kerns haben aber noch eine weitere Herkunft. Ausser dem beschriebenen Bündel, welches aus dem lateral-ventralen Gebiete der gekreuzten Substantia reticularis der Brücke herkommt, können wir in der lateralen Mark-

strahlung des rothen Kerns noch Fasern aus dem seitlichen Gebiete der gekreuzten Substantia reticularis der Medulla oblongata constatiren, welche ebenfalls in dieses Bündel einstrahlen. Ich ziehe zu diesem Zwecke die Thierversuche, welche ich zum Studium der Schleifenbahnen gemacht habe, herbei. Bei zwei Thieren wurde ausser der Schleifenschicht noch die angrenzende Olivengend und die darüber liegende Substantia reticularis alba zu beiden Seiten der Raphe zerstört. Ausser der Schleifenschicht degenerirten aufwärts Fasern, die dem medialsten Theile der medialen Schleife dorsal aufliegend, im scharfen Bogen um den rothen Kern zogen aufwärts bis dorthin, wo die Lamina medullaris interna des Sehhügels angedeutet erscheint, woselbst die Fasern sich lateral umwenden und von oben her in den Kern vent. b., med. b. und med. c. Monakow's münden und endigen. Dasselbe zeigte auch der zweite Versuch. In dem Versuche, wo nur die Hinterstrangkern zerstört waren, zeigte die laterale Strahlung des rothen Kerns nur eine geringe Degeneration, woraus ich schliesse, dass die degenerirten Fasern des lateralen Markes des rothen Kernes im Versuche 2 und 3 von den zerstörten Fasern der Substantia reticularis alba stammen, welche dorsal den innersten Fasern der Schleifenschicht knapp aufliegen. Auch diese ventralsten Fasern der Substantia reticularis der Medulla oblongata, welche der Schleifenschicht aufliegen, setzen sich aus Bogenfasern zusammen, welche von der anderen Seite kommen und in das gekreuzte Haubenbündel einmünden und hier weiter verlaufen, was secundäre Degenerationen nach Verletzungen des seitlichen Feldes der Substantia reticularis in der Medulla oblongata deutlich beweisen.

Diese Bogenfasern, welche im dorsalen Theile der innersten Partie der medialen Schleife zum Sehhügel verlaufen, kommen, wie meine Versuche mit fast isolirter Zerstörung der Substantia gelatinosa der aufsteigenden Trigeminuswurzel beweisen, von dieser Gegend, kreuzen als ventrale Bogenfasern der Substantia reticularis knapp über der Schleife auf die andere Seite und biegen hier hart an der Raphe in die sagittale Richtung um, indem sie die dorsalsten Fasern des innersten Antheils der medialen Schleife bilden und an der lateralen Seite des rothen Kerns in den Sehhügel gelangen, wo sie in den medial-ventralen Kern ziehen und bei den caudal gelegenen Ganglienzellen des Kerns med. b., med. c. und vent. b. mit Aufsplitterungen endigen.

Während die Hauptmasse der Fasern der frontalen Haubenstrahlung und des dorsalen Markes der Regio subthalamica von den Bindearmfasern gebildet wird, kann ich nun schliessen:

13. dass das laterale Mark des rothen Kerns aus verschiedenen Fasern zusammengesetzt ist, welche theils in geringer Zahl

von den Goll'schen Kernen, theils von der Substantia gelatinosa der aufsteigenden Trigeminiwurzel, theils vom Kleinhirn kommen (ventrales Kleinhirn-Thalamusbündel). Die Fasern, welche in dieser Weise das laterale Mark des rothen Kerns bilden, verlaufen bis zur inneren Marklamelle wo sie sich in die Kerne med. b., med. c., vent. b. aufsplitteln.

14. Es gelangen sowohl Fasern aus dem inneren Antheil der Schleifenschichte, als Fasern aus dem Bindearm durch die hintere Commissur in den gegenüberliegenden Sehhügel, wo diese Fasern mit Aufsplitterungen endigen.

### III. Ueber die Fasern des dorsalen Längsbündels.

Meynert hat aus seinen Untersuchungen über das dorsale Längsbündel geschlossen, dass dasselbe einerseits in den Boden der Trichter-  
gegend, andererseits unter dem Linsenkern vorbei zur Grosshirnrinde ziehe und Schnopfhagen nahm an, dass das Feld  $H_2$  von Forel eine Fortsetzung des hinteren Längsbündels sei.

Flechsig fand das dorsale Längsbündel zugleich mit dem Vorderstrang im Halsmark markhaltig werden und konnte dasselbe nur bis zur hinteren Commissur verfolgen. Kölliker konnte dies bestätigen. Duval fand beim Affen Faserbündel, die aus dem Abducenskern in das dorsale Längsbündel eintreten und von hier aus in den entgegengesetzten Trochlearis und Oculomotorius übergehen. Darkschewitsch fand den Ursprung des Bündels im Kern der hinteren Commissur Kölliker's, im Oculomotorius und in der hinteren Commissur.

Jakowenko giebt an, dass die Fasern des dorsalen Längsbündels, die in den ventralen Theil der hinteren Commissur eindringen, keine Fortsetzung der tiefen Fasern sind; das hintere Längsbündel führe eine Menge kurzer Fasern, aber auch lange Fasern, die aufsteigend degeneriren.

Mahaïm fand am Kaninchen nach Entfernung der Augenmuskelnerven nach der Gudden'schen Methode, dass im medialsten Faserbezirk des dorsalen Längsbündels keine Verbindungen mit den Kernen der Augenbeweger bestehen, die in dem etwas mehr lateral und ventral gelegenen Theil des Fasciculus longit. post. gelegenen Fasern scheinen solche Verbindungen zu sein. Ausserdem ziehen nach Mahaïm in der Höhe des Oculomotoriuskerns Fasern von dem am weitesten lateral gelegenen Theil des dorsalen Längsbündels seitwärts in den lateralen und dorsalen Theil der *Formatio reticularis pontis*; in der Nähe des sensorischen Trigeminskerns biegen sie nach aussen um und verschwinden.

Es sollen das Verbindungsfasern zwischen Oculomotorius- und Trigemuskern sein. Nach Mayser endigt das dorsale Längsbündel theils im Mittelhirn zwischen der hinteren Commissur und dem Oculomotoriuskern, theils kreuzen sie die Raphe und gelangen zum Nucleus lentiformis von Fritsch im vorderen Ende des Lobus opticus; einige Fasern enden in besonderen Zellen des Zwischenhirns im Lobulus opticus. Das Bündel nimmt in seinem Verlaufe bald ab, bald zu und ist am stärksten beim Austritt des Acusticus und motorischen Trigeminus.

Köppen fand bei der Eidechse, dass das dorsale Längsbündel Fasern an den Kern des Acusticus und in das kleine Gehirn abgiebt und oberhalb des Oculomotoriuskerns in der hinteren Commissur endet. Edinger konnte die Angaben Köppen's für Schildkröte und Blindschleiche bestätigen.

Edinger fand, dass die seitlichen Fasern des dorsalen Längsbündels aus der hinteren Commissur abstammen und Fasern aus dem Trochleariskern erhalten und bis in die Vorderstränge des Rückenmarkes zu verfolgen sind. Edinger untersuchte auch das Bündel beim Frosche, beim Triton und dem Salamander und fand den Ursprung beim ersten im Zwischenhirn und der Gegend der Oculomotoriuswurzeln, bei beiden letzteren stammte das Bündel aus dem centralen Grau dorsocaudal vom Trichter. Beim Menschen kommt nach Edinger das Bündel aus dem centralen Grau etwas vor dem Ende des Aquaeductus und nimmt eine Menge Fasern aus dem Oculomotoriuskern auf.

Kölliker lässt die letzten Fasern des dorsalen Längsbündels im tiefen Kern der hinteren Commissur enden und fand, dass es seinen Ursprung in dem Vorderstranggrundbündel nehme und eine gekreuzte sensible Leitung zweiter Ordnung darstelle und von Strangzellen des Markes sich aufbaue, deren Nervenfortsätze in der vorderen Commissur sich kreuzen.

van Gehuchten fand auf Grund eingehender Untersuchungen am Centralnervensystem junger Forellen in allen Stadien der Entwicklung mit der Golgi'schen Methode, dass das hintere Längsbündel ausschliesslich von absteigenden Fasern gebildet ist und motorische Bündel enthalte. Es nimmt in seinem Verlaufe vom proximalen Theile des Mittelhirns bis in den Vorderstrang des Rückenmarkes an Stärke zu durch Anlagerung von Fasern aus den benachbarten Zellbezirken. Die proximalsten Fasern entspringen von Zellen in einem Kern, der in einer gewissen Entfernung über dem Oculomotoriuskern oberhalb des Meynert'schen Bündels und unterhalb des Ependyms gelegen sind. Die übrigen Fasern des hinteren Längsbündels entspringen aus Zellen, welche durch den ganzen Hirnstamm zerstreut sind und von denen die zahlreich-

sten an der absteigenden Wurzel des Quintus und im Bezirke des Facialiskerns liegen. Die Fasern des hinteren Längsbündels verlaufen grösstentheils ungekreuzt und entsenden zahlreiche Collateralen in die benachbarten Kerne des Oculomotorius, des Trochlearis und des Facialis und in die Vorderhörner des Rückenmarks und treten dadurch in Verbindung mit den motorischen Vorderhornzellen. Die hintere Commissur habe an der Bildung des hinteren Längsbündels keinen Antheil. Die Collateralen des Bündels sind grösstentheils ungekreuzt.

Held lässt das dorsale Längsbündel theils im ventralen Theil der hinteren Commissur, theils im oberen Lateralkern Flechsig's, theils an der ventralen Seite des tiefen Commissurenkerns entspringen. Den Fasern, die hier entspringen, müssen noch aufsteigende gegenübergestellt werden, welche ganz im Oculomotoriuskern enden und deren Herkunft zweifelhaft ist. Das hintere Längsbündel erhält Faserzufuhr im vorderen Zweihügel aus der fontaineartigen Haubenkreuzung, die theils in den gleichseitigen Oculomotoriuskern, theils in den gekreuzten Trochlearis-, Abducens- und Oculomotoriuskern gelangen. Ausserdem sollen Fasern absteigend aus der Substantia reticularis sich anschliessen.

Bechterew fand, dass das dorsale Längsbündel nicht ausschliesslich aus dem Grundbündel der Vorderstränge stamme, sondern auch kurze Bahnen enthalte, die die Kerne der Augenmuskelnerven unter sich verbinden und sich in die ventralsten Fasern der hinteren Commissur fortsetzt und auch Fasern aus dem Oculomotoriuskern und Trochlearis aufnimmt. Bechterew nimmt auch die von Held erwähnten Fasern als Bestandtheil an, welche aus dem vorderen Zweihügel entspringend, den Aquaeductus umkreisen und in die fontaineartige Haubenkreuzung übergehen. Nach Bechterew sollen im unteren Abschnitt des Bündels Fasern des Corpus restiforme zum Rückenmark ziehen. Das Bündel endet im Kern des ventralen Abschnittes der hinteren Commissur theils in den Kernen des Oculomotorius, insbesondere im Hauptkern, vielleicht auch im medialen Kern. Die Fasern des hinteren Längsbündels bestehen zu einem guten Theil aus Fasern des Kerns der hinteren Commissur und aus solchen der Oculomotoriuskerne, zum Theil sind es aber aufsteigende Bahnen, die ihre Collateralen an die Kerne des Abducens, Trochlearis und Oculomotorius und ihre Endäste zum Kern der hinteren Commissur abgeben.

Ramon y Cajal findet im hinteren Längsbündel Fasern aus dem Deiters'schen Kern, die medianwärts verlaufen und im hinteren Längsbündel in einen stärkeren aufsteigenden und einen schwächeren absteigenden Ast sich theilen; von diesen Fasern gehen zahlreiche Collateralen zu den Kernen der Augenmuskelnerven. Ausserdem findet er im dor-

salen Längsbündel auf- und absteigende Fasern aus Zellen der hinteren Abschnitte der Substantia gelatinosa trigemini, ferner Fasern aus der *Formatio reticularis alba*, welche ebenfalls auf- und absteigende Fasern in's dorsale Längsbündel entsenden.

Kölliker untersuchte neuerdings die Verhältnisse und fand 1. Es gelang nicht beim Menschen einen Kern nachzuweisen, der als Ursprungskern der Fasern des dorsalen Längsbündels angesehen werden könnte. 2. Beziehungen der Bogenfasern der Haube zum dorsalen Längsbündel, die Held annimmt, konnte er nicht nachweisen. Beim Kaninchen und der Katze fand Kölliker ebenfalls keinen Kern, in welchem das Bündel entspringen könnte.

Kölliker berichtet: „Was das Verhalten des dorsalen Längsbündels an seinem vorderen Ende betrifft, finde ich, dass dasselbe vorwiegend an der lateralen Seite des *Fasciculus Meynert*, aber auch durch denselben und an seiner medialen Seite in den *Thalamus opticus* und zum Theil lateralwärts in der Richtung auf die *Lamina med. lateralis*, zum Theil ventralwärts gegen den Boden des 3. Ventrikels verläuft. So komme ich bemerkenswerther Weise nahe an die letzten Behauptungen von Meynert heran, denn, wenn ich auch das dorsale Längsbündel in die Randbezirke des *Thalamus* verfolgte, so bin ich doch nicht im Stande zu sagen, ob dasselbe nicht vielleicht doch in die innere Kapsel tritt und unter dem Linsenkern hindurch in die *Grosshirnrinde*. Kölliker giebt in seinen neueren Untersuchungen zu, dass im hinteren Längsbündel auch absteigende Fasern enthalten sein könnten und giebt deshalb seine frühere Ansicht des dorsalen Längsbündels als sensibles System II. Ordnung auf.

Bezüglich der Untersuchungen über den Verlauf und die Endigung des dorsalen Längsbündels habe ich mich der experimentellen Degenerationsmethode und der Behandlung des Nervensystems nach *Marchi* bedient. Nach Durchschneidung des Bündels an den proximalsten und distalsten Punkten und den dazwischen gelegenen Partien verfolgte ich die Fasern nach deren frischen Zerfallsproducten. Zunächst will ich die Resultate der Versuche, in welchem das dorsale Längsbündel in der distalen Brückengegend zerstört war, schildern.

#### Zerstörung des dorsalen Längsbündels in der distalen Brückengegend.

Durch Zufall wurde bei einem erwachsenen Hunde das dorsale Längsbündel gerade zwischen beiden Knieschlingen des *Facialis* zerstört (Fig. 9). Das Thier wurde nach 4 Wochen getödtet.

Die frontalen Gehirnschnitte zeigten sowohl auf- als absteigende Degene-

rationen. Die Verhältnisse des dorsalen Längsbündels zu den Kernen des Abducens, Facialis will ich hier nicht in Betracht ziehen, da sie der Läsionsstelle zu nahe liegen. Die aufwärts degenerirten Fasern des dorsalen Längsbündels waren in der Gegend des hinteren Vierhügels ziemlich gleichmässig über das Gebiet desselben vertheilt; ein Theil der Fasern des Bündels, welche gut erhalten waren, sind ebenfalls gleichmässig in diesem Gebiete vertheilt.

Im Gebiete der vorderen Zweihügel geschieht insofern eine Verlagerung der Fasern, als die früher ziemlich gleichmässig zerstreuten degenerirten Fasern hier das laterale Gebiet des dorsalen Längsbündels einnehmen, während die gut erhaltenen Fasern die mediale Partie behaupten. Ausserdem bilden die aufsteigend degenerirten Fasern daselbst noch zwei bis drei ventral abgesprengte Bündelchen.

Dort, wo der rothe Kern auftritt, treten die degenerirten Fasern noch mehr lateral bis zum Gebiete der Haubenfasikel Forel's. Die Fasern sind knapp am Rande des Graus des Aqueductus Sylvii gelegen und breiten sich hier lateralwärts aus. Zum Trochleariskern und Oculomotoriuskern werden viele degenerirte Verbindungsfasern abgegeben. Weiter frontal treten die Fasern noch lateraler und beim Kern der hinteren Commissur ist das Bündel schon ganz gelichtet, indem sowohl an den Oculomotoriuskern, als in der Gegend des Kerns der hinteren Commissur alle Fasern verloren gehen. An der medialen Seite des Meynert'schen Bündels konnte ich noch einige wenige Fasern weiter verfolgen, bis ich sie bei den proximalst gelegenen Ganglienzellen des Kerns der hinteren Commissur verlor. Von hier an weiter frontalwärts konnte ich die Fasern nicht mehr verfolgen.

Die absteigend degenerirenden Fasern waren leicht zu verfolgen. In der Medulla oblongata, wo das hintere Längsbündel in seiner Form aufhört, ziehen diese Fasern ventral in die Substantia reticularis alba, deren medialste ventrale Partie sie in der Pyramidenkreuzung bilden.

Im Rückenmark sind diese Fasern auf derselben Stelle zu finden. Im vorderen Grundbündel bilden sie die medialste Randpartie am Grunde der vorderen Fissur. Sie reichen nicht ganz bis zur vorderen Commissur, nach vorne reichen sie bis zur Mitte der Vorderfurche des Rückenmarks. Nach abwärts waren die Fasern stets auf demselben Platze bis ins Lendenmark zu verfolgen.

Ausser dem dorsalen Längsbündel war noch der Deiters'sche Kern zerstört worden. Von hier aus war ein Bündel degenerirter Fasern in das Rückenmark absteigend degenerirt, welche in der Substantia reticularis des verlängerten Markes einen vom Deiters'schen Kern ventral gerichteten Verlauf nimmt (Fig. 9) in der Richtung gegen die Olive und kommt im Rückenmark als Bündel im Vorderseitenstrange dort zu liegen, wo die vorderen Wurzeln austreten. Dieses Bündel ist bis ins Lendenmark an derselben Stelle zu verfolgen, indem successive Fasern verloren gehen. Es stellt dieses Bündel eine absteigende Bahn dar, die ich anderweitig als Kleinhirnvorderseitenstrangbahn beschrieben habe und in zahlreichen Fällen

isolirt zur Degeneration brachte.<sup>1)</sup> Vom Deiters'schen Kern ziehen Fasern durch die Substantia reticularis nach innen und gelangen in den Vorderseitenstrang des Rückenmarks. Ein Theil der Fasern des Deiters'schen Kerns zieht gleich in die Substantia reticularis alba und von hier in die Vorderstränge des Rückenmarks (Kleinhirn-Vorderstrangbahn). Einzelne Fasern kommen vom Kleinhirn und nehmen denselben Verlauf wie die Fasern des Deiters'schen Kerns. Durch das Corpus restiforme ziehen diese Fasern nicht abwärts, wie dies einige Autoren annehmen.

#### Zerstörung des dorsalen Längsbündels in der Medulla oblongata.

Bei einem erwachsenen Hunde wurde in der Medulla oblongata ausser der Schleifenschichte, die ventrale Partie der Substantia reticularis alba zerstört und die aufsteigenden Degenerationen verfolgt. Das Gebiet der dorsalen Längsbündel in der hinteren Zweihügelgegend war erfüllt von degenerirten Fasern, die gleichmässig vertheilt waren; in der vorderen Zweihügelgegend nahmen die aufsteigend degenerirten Fasern nur die laterale Partie ein. Auf den Frontalschnitten, wo der rothe Kern erscheint, treten vielfach degenerirte Fasern in Oculomotoriuskern ein, nachdem schon vorher eine Menge Collateralen in den Abducens- und Trochleariskern abgegeben wurden. Die degenerirten Fasern, welche übrig bleiben, dehnen sich am Rande des Aqueductusgraus lateralwärts aus.

An der Innenseite des Fasciculus retroflexus ziehen die degenerirten Fasern dann weiter bis zum Kern der hinteren Commissur. Hier werden die letzten Fäserchen abgegeben, die mit Aufsplitterungen daselbst endigen.

Die absteigenden Fasern verliefen ebenso, wie im vorigen Thierversuch geschildert.

#### Zerstörung der ventralen Substantia reticularis alba im Facialisgebiete.

Bei einem erwachsenen Hunde war ausser den beiden Schleifenschichten die ventrale Hälfte der Substantia reticularis beim Austritt des N. facialis vernichtet. Von der Verletzungsstelle drängen die Fasern aufwärts zu beiden Seiten der Raphe. Das Gebiet der hinteren Längsbündel erreichten sie am proximalen Brückenende und zogen dann in sagittaler Richtung hier weiter im lateralen Theile des Gebietes der dorsalen Längsbündel. Diese Fasern verlieren sich rasch, seitlich vom Oculomotoriuskern, nachdem sie Fasern zu diesem gesendet haben, an der Innenseite des Meynert'schen Bündels und sind nicht weiter zu verfolgen. Auch in den übrigen Thierversuchen waren die Fasern nicht über den Kern der hinteren Commissur zu verfolgen. Die absteigende Degeneration im Vorderstrange des Rückenmarkes verlief wie im letzterwähnten Versuche. In diesen beiden letzten Versuchen war die Dege-

---

<sup>1)</sup> Probst, Ueber vom Vierhügel, von der Brücke und vom Kleinhirn absteigende Bahnen. Deutsche Ztschr. f. Nervenheilk. Bd. 15.

neration im Vorderstrange eine bedeutend stärkere, da die Läsion eine grössere war als im erstgenannten Versuche und ausser den Fasern des hinteren Längsbündels auch die der Substantia reticularis alba betroffen waren.

#### Isolierte Zerstörung des Deiters'schen Kerns.

Am besten konnte ich die aufsteigenden Fasern des hinteren Längsbündels nach Zerstörung des Deiters'schen Kerns studiren und nach Kleinhirnläsionen. Nach Zerstörung eines Deiters'schen Kerns kann man Fasern verfolgen, welche sowohl in das gleichseitige als in das gegenüberliegende dorsale Längsbündel einziehen und hier aufwärts bis zum Kern der hinteren Commissur zu verfolgen sind. Diese vom Deiters'schen Kern kommenden Fasern konnte ich wiederholt zur Darstellung bringen. Sie entsenden eine grosse Zahl von Collateralen in den Abducenskern, den Trochleariskern und den Oculomotoriuskern und zwar beiderseitig; die grössere Anzahl von Collateralen geht aber zu den gleichseitigen Augenmuskelnervenkernen. Eine kleine Anzahl von Collateralen erreicht noch den Kern der hinteren Commissur.

Vom Deiters'schen Kern ziehen aber nach meinen Untersuchungen auch Fasern abwärts und zwar vereint mit Kleinhirnfasern als Kleinhirnvorderstrangbahn in die Fissurenrandzone und als Kleinhirnvorderseitenstrangbahn in die ventrale Randzone, wo die vorderen Wurzeln austreten (Fig. 10). Von diesen Bündeln konnte ich auch Einstrahlungen in die Vorderhörner constatiren. Ein kleinerer Theil der Fasern des Deiters'schen Kerns gelangt in das gegenüberliegende dorsale Längsbündel und mit diesen in den gegenüberliegenden Vorderstrang, endigten aber nach kurzem Verlaufe.

Im Folgenden will ich nun auf proximaler angelegte Läsionen der Fasern des dorsalen Längsbündels übergehen, von denen aus die absteigenden Degenerationen verfolgt werden konnten.

Zunächst will ich berichten, dass ich nach isolirten Thalamusläsionen, die nicht bis zur hinteren Commissur reichten, beim Hunde und bei der Katze nie absteigende Degenerationen im dorsalen Längsbündel beobachten konnte, sondern nur, wenn der Kern der hinteren Commissur verletzt war.

#### Absteigende Degenerationen im hinteren Längsbündel nach Läsionen in der Gegend der hinteren Commissur.

Versuch a. Bei einem erwachsenen Hunde wurde die Gegend zwischen ventralem Antheil der hinteren Commissur und dem hier dorsal aufsteigenden lateralen Mark des rothen Kerns, entsprechend der Fig. 3, dort, wo die Haubenfascikel Forel's sich fortsetzen, eine kleine am Schnitte ca. 3 mm grosse Läsion gesetzt, die sich nur frontal gegen den Thalamus, nicht aber weiter gegen den vorderen Zweihügel fortsetzte. In Folge dieser kleinen Läsion degenerirten Fasern, welche am Rande des Graus des Aqueductus zur dorsalen Längsbündelformation derselben Seite zogen. Im hinteren Zweihügel nehmen diese Fasern, die zum Oculomotoriuskern keine Beziehung hatten, die

mediale Partie des Gebietes des hinteren Längsbündels ein. Dort, wo das Facialisknie auftritt, fahren die Fasern etwas auseinander und scheinen zum Facialis- und Abducenskern Collateralen abzugeben, ebenso vorher beim Trochleariskern. In der Medulla oblongata verlaufen sie in die ventrale Partie der Substantia reticularis alba und bleiben stets ungekreuzt auf derselben Stelle auch im Rückenmark, wo sie im vorderen Grundbündel längs des Randes am Sulcus zerstreut sind. Sie sind bis zum Lendenmark daselbst verfolgbar. In der Lendenanschwellung konnte ich sie nicht mehr nachweisen.

Versuch b. Bei einem Hunde wurde eine kleine Läsion gesetzt, welche vom Grau des Aquaeductus in den ventralen Antheil der hinteren Commissur reichte. Caudalwärts war nirgends eine Läsion. Auch hier ziehen die absteigend degenerirten Fasern am Rand des Höhlengrau beim Oculomotoriskern vorüber in die Formation des hinteren Längsbündels. Auch hier scheinen Aufsplitterungen beim Trochleariskern und beim Verlaufe zwischen den Facialisschlingen stattzufinden. Dort, wo der Trochlearis austritt, treten Fäserchen vom dorsalen Längsbündel lateralwärts und sind bis zur absteigenden Trigeminiwurzel verfolgbar. Der Verlauf der Fasern weiter caudal ist ganz gleich wie im vorigen Versuch bis zum Lendenmark.

Versuch c. Bei einer 6 Monate alten Katze wurde eine kleine schnittförmige Läsion etwas lateraler als im Versuch b. gesetzt, dort, wo die Haubenfascikel Forel's von den Fasern des vorderen Zweihügels, welche zur fontaineartigen Haubenkreuzung Meynert's dringen, durchzogen werden. In Folge dieser Verletzung degeneriren Fasern, welche zur gleichseitigen Formation des hinteren Längsbündels am Rande des Aquaeductusgraus ziehen. Im gegenüberliegenden hinteren Längsbündel ist weder hier, noch weiter caudal irgend ein Degenerationsproduct sichtbar. Die degenerirten Fasern nehmen die mediale Partie der Längsbündelformation ein, gehen höchstens geringe Verbindungen mit dem Oculomotoriskern ein und scheinen beim Trochlearisaustritt und beim Facialisknie Collateralen abzugeben. Es scheinen hier feinste Fäserchen auch in der Raphe zu verschwinden. In der Medulla ziehen diese Fasern in die ventrale Partie der Substantia reticularis alba, kommen in der Pyramidenkreuzung noch ventraler zu liegen und bleiben an dieser Stelle auch im Rückenmark, knapp am Rande des Sulcus anterior. Die Fasern sind bis zum Lendenmark nachweisbar.

Von der oben geschilderten Läsion degenerirte auch ein ungekreuztes Faserbündel, welches im dorsal-lateralen Theil der Substantia reticularis abwärts zieht und in der Gegend des Quintusaustrittes daselbst sich aufsplittet. Dieses absteigend degenerirende Bündel liegt an derselben Stelle, wo ich nach Verletzung der seitlichen Substantia reticularis ein bis zum Thalamuskern vent. b. und med. b. aufwärts degenerirendes ungekreuztes Bündel beschrieb. Es ist dies ein Bündel, welches absteigend nach Durchschneidung in der Gegend der hinteren Commissur degenerirt, wie wir es in den folgenden Versuchen sehen werden.

Erwähnen will ich bei diesen Versuchen noch, dass ich nach ganz iso-

lirten Läsionen, welche den oberen Theil des dorsalen Markes der Regio subthalam. betrafen, bis wohin ich aufsteigend einzelne degenerirende Fasern des hinteren Längsbündels verfolgen konnte, keine absteigend degenerirenden Fasern im dorsalen Längsbündel beobachten konnte; ebenso auch nicht nach isolirten Läsionen des ventralen Thalamuskerns vent. b.

Weitere Versuche mit Läsionen des Kerns der hinteren Commissur haben mir gezeigt, dass die absteigenden Fasern des hinteren Längsbündels vom Kern der hinteren Commissur ausgehen, den Rand des Aqueductusgrauens umkreisen und dann in die sagittale Richtung peripherwärts umbiegen. Zum Oculomotoriuskern scheinen von den absteigenden Fasern keine oder nur sehr wenige Collateralen abgegeben zu werden, zum Unterschied von den aufsteigenden Fasern des hinteren Längsbündels, die vom Deiters'schen Kern kommen. In der Längsbündelformation nehmen die absteigenden Fasern die dorso-mediale Partie, die aufsteigenden die laterale Partie in Anspruch. Collateralen der absteigenden Fasern des hinteren Längsbündels zum Trochleariskern, Trigemuskern und Abducenskern waren mir nicht mit Sicherheit nachweisbar zum Unterschied von den aufsteigenden Fasern. Dagegen treten Collateralen zum Deiters'schen Kern hin.

Dort, wo der Acusticus kern auftritt, kommen die absteigenden Fasern im hintern Längsbündel etwas ventraler zu liegen. Beim Hypoglossuskern treten Collateralen zu beiden Kernen hin. Hier rücken dann die Fasern ventralwärts, liegen aber im Verhältniss zur Vierhügel-Vorderstrangbahn immer dorsaler, desgleichen bei der Pyramidenkreuzung, wo die Fasern ganz nahe den Pyramiden zu liegen kommen.

Nach der Pyramidenkreuzung liegen die absteigenden Fasern der dorsalen Längsbündelformation längs dem hinteren Theil des Sulcus anterior des Rückenmarkes. An dieser Stelle sind diese Fasern bis zum Lendenmark zu verfolgen.

Auf Grund dieser Versuche komme ich zu folgenden Schlüssen:

1. Im hinteren Längsbündel verlaufen sowohl centripetale als centrifugale Bahnen.
2. Die absteigend degenerirenden Fasern nehmen in der hinteren Zweihügelgegend die mediale, die aufsteigend degenerirenden hauptsächlich die laterale Partie der dorsalen Längsbündelformation ein, ohne aber stets diese Lage streng innezuhalten.
3. Die Fasern des hinteren Längsbündels, soweit sie mit der Marchimethode zu verfolgen sind, verlaufen gekreuzt und ungekreuzt.
4. Die aufwärts degenerirenden Fasern des dorsalen Längsbündels geben eine Menge Fasern zu den Augenmuskel-Nervenkernen

- ab, während die absteigend degenerirenden Fasern keine stärkere Verbindung mit diesen Kernen eingehen.
5. Das dorsale Längsbündel enthält ausser anderen Bahnen, lange Bahnen, die sowohl auf- als absteigend verfolgt werden können.
  6. Die absteigenden langen Bahnen können vom Kern der hinteren Commissur bis zum Lendenmark im Vorderstrange knapp neben der vorderen Rückenmarksfurche verfolgt werden.
  7. Die aufsteigend degenerirenden Fasern können vom Deiters'schen Kern bis zum Kern der hinteren Commissur verfolgt werden, nachdem sie zahlreiche Collateralen an alle Augenmuskel-Nervenkerne abgegeben haben.
  8. Nach isolirten Thalamusläsionen, welche nicht bis in die Gegend der hinteren Commissur reichten, konnte ich keine absteigende Fasern im hinteren Längsbündel finden; wohl aber nach Läsionen in der Gegend der Haubenfascikel Forel's, wenn der Kern der hinteren Commissur zerstört war.
  9. Die absteigend degenerirenden Fasern geben in der Gegend des Facialisknies Collateralen ab, zum Abducens- und Facialiskern, nachdem sie schon vorher zum Trochlearis Collateralen hinsandten. Vom Deiters'schen Kern gehen auch absteigende Fasern zur hinteren Längsbündelformation.

Die Anschauung Meynert's, dass das hintere Längsbündel bis zur Grosshirnrinde zieht, kann ich nicht bestätigen, und ebensowenig die Angaben Kölliker's, welcher auf Grund seiner neueren Untersuchungen Fasern des hinteren Längsbündels bis in die Lamina medullaris lateralis des Sehhügels verfolgen konnte.

Die Angaben Mahaim's, dass namentlich nur die lateral gelegenen Fasern des dorsalen Längsbündels Verbindungen mit dem Oculomotoriuskern eingehen, kann ich auf Grund meiner Versuche bestätigen und zugleich erwähnen, dass diese Fasern hauptsächlich aufsteigende sind. Dagegen konnte ich nicht die von Mahaim beschriebenen Fasern finden, welche vom lateralen Theil des dorsalen Längsbündels in der Nähe des Oculomotoriuskernes in die laterale dorsale Partie der *Formatio reticularis pontis* bis in die Nähe des sensorischen Trigeminskernes ziehen. Beim Trochleariskern zogen jedoch ähnliche Fasern seitlich in die *Substantia reticularis*. van Gehuchten giebt an, dass das hintere Längsbündel nur aus absteigenden Fasern gebildet ist; meine Versuche lehren, dass es sowohl auf- als absteigende Fasern enthält. Die Fasern Held's aus dem vorderen Zehnhügel, welche durch die fontaineartige Haubenkreuzung zum dorsalen Längsbündel ziehen sollen, konnte ich bei Hund und Katze nicht nachweisen, sondern diese Fasern sah ich nur nach

Verletzung des vorderen Zweihügels ebenso verlaufen, wie ich sie anderwärts als Vierhügel-Vorderstrangbahn beschrieb.

Mit Sicherheit konnte ich Fasern nachweisen, die vom Deiters'schen Kern kommen und hauptsächlich in das gleichseitige hintere Längsbündel einmünden; sie gehen aber auch zu einem kleinen Theile in das gegenüberliegende hintere Längsbündel ein. In der hinteren Längsbündelformation laufen die Fasern proximalwärts und geben die zahlreichsten Collateralen zum Abducenskern, Trochleariskern und Oculomotoriuskern ab.

Diese Fasern verbinden also den Deiters'schen Kern, der seinerseits wieder durch zahlreiche Fasern mit dem Kleinhirn in Verbindung steht, direct mit den Nervenkernen der Augenmuskeln. Auf dieser Bahn vollzieht sich demnach die Weiterleitung der Kleinhirnreize zu den Nervenkernen der Augenmuskeln. Durch faradische und mechanische Reizversuche der Kleinhirnrinde konnte ich auch thatsächlich verschiedene, bestimmte Bewegungen der Bulbi constatiren, die ich anderweitig näher beschrieb<sup>1)</sup>.

Die motorischen Fasern, die der Deiters'sche Kern sowie das Kleinhirn in das Fissurenbündel (Kleinhirnvorderstrangbahn) und in das ventrale Randzonenbündel, wo die vorderen Wurzeln austreten (Kleinhirnvorderseitenstrangbahn), habe ich ebenfalls schon anderen Ortes beschrieben und abgebildet (Deutsche Zeitschr. für Nervenheilk. Bd. 15). Diese Fasern strahlen nach meinen Untersuchungen mit feinen Fäserchen in die Vorderhörner des Rückenmarkes ein.

Die absteigenden Fasern des hinteren Längsbündels verlaufen nach meiner Untersuchung bis zum Grunde der Vorderstränge des Rückenmarkes ungekreuzt. Dagegen verläuft ein Theil der aufsteigenden Fasern des hinteren Längsbündels, die vom Deiters'schen Kern kommen, gekreuzt.

#### IV. Zur Kenntniss der hinteren Commissur.

Obersteiner lässt in der hinteren Commissur ein Haubenbündel zu dem Thalamus opticus der anderen Seite hinüberziehen. Dieses Bündel lässt sich nach Edinger lateral und ventral vom hinteren Längsbündel weit hinab bis in die Medulla oblongata verfolgen. Ausserdem nimmt Obersteiner einen Faserzug der hinteren Commissur an, welcher zum Kern von Darkschewitsch gelangt. Die übrige Fasermasse der Commissura posterior ist noch nicht richtig erkannt, es scheint

1) Normale und anormale Pyramidenbündel und Reizversuche des Kleinhirns. Monatsschr. f. Psychiatrie 1899.

aber, dass Schleifenfasern, vielleicht auch Fasern aus dem hinteren Längsbündel und aus dem vorderen Vierhügelarm sich an der Kreuzung betheiligen. Im dorsalen Antheil der hinteren Commissur sollen auch Fasern aus dem tiefliegenden Vierhügelmark zur Hirnrinde der anderen Seite ziehen.

Nach Edinger enthält die hintere Commissur markhaltige Nervenfasern, welche sicher den hinteren Wurzeln entstammen und auch Gebieten, in welche Hinterwurzelfasern eintreten. Bei niederen Thieren (Edinger), wie bei Säugern (Kölliker) lässt sich nachweisen, dass ein Theil der Commissurenfasern aus einem in der Tiefe des Zwischenhirns beiderseits nahe der Mittellinie liegenden Ganglion entspringt. Von hier gelangen die Fasern dorsalwärts an die Oberfläche und wenden sich vor den Vierhügeln zur gekreuzten Seite, verlaufen eine kurze Strecke horizontal und tauchen dann in die Tiefe der Mittelhirnhaube, in der sie caudalwärts weiter streichen. Von hier aus zieht das oben erwähnte Bündel zur Medulla oblongata; auch Spitzka und Darkschewitsch sahen bei Säugern dieses Bündel.

Kölliker bezeichnet seinen hinteren Commissurenkern als Ursprung für die hinteren Commissurenfasern an der vorderen Grenze der Vierhügelgegend zwischen dem Fasciculus retroflexus und dem Nucleus ruber und den Oculomotoriuswurzeln. Kölliker meint, dass die hintere Commissur besser als Kreuzung zu bezeichnen wäre, da Fasern auf beiden Seiten in den Thalamus opticus einstrahlen.

van Gehuchten giebt an, dass die hintere Commissur keine Beziehungen zum dorsalen Längsbündel habe. Nach Held gelangt ein Theil des hinteren Längsbündels in die hintere Commissur. Edinger glaubt als sicher annehmen zu können, dass die seitlichen Fasern des dorsalen Längsbündels aus der hinteren Commissur stammen. Darkschewitsch lässt ebenfalls einen Theil der Fasern in das dorsale Längsbündel eingehen, ebenso Bechterew.

Spitzka (Neurol. Centralbl. 1885, S. 246) fand nach Läsionen vor dem vorderen Zueihügel auf der gekreuzten Seite Atrophie des ventral vom hinteren Längsbündel befindlichen Feldes bis zur Medulla oblongata. Spitzka tritt der Ansicht Meynert's bei, dass die Commissura posterior einen gekreuzten Uebergang von Thalamusfasern zur Haube darstellt. Auch Bechterew verlegt gleich Meynert den oberen Ursprung der dorsalen Fasern der hinteren Commissur in den hinteren Abschnitt der Sehhügel. Bechterew giebt auch der Vermuthung Raum, dass die dorsalen Commissurenfasern auf corticalen Ursprung hinweisen und durch die innere Kapsel und den Hirnschenkel zunächst zum mittleren Mark des vorderen Vierhügels gelangen und darauf nach Kreuzung

über dem *Aquaeductus Sylvii* in das tiefe Mark der anderen Seite eindringen, wo sie lateral und ventral vom hinteren Längsbündel verlaufend sich im *Nucleus innominatus* und theilweise im rothen Kern verlieren. Die ventrale Abtheilung der hinteren Commissur, welche viel früher markhaltig wird, als die dorsale Partie, lässt Bechterew mit dem dorsalen Längsbündel und dem anstossenden Gebiete der *Formatio reticularis* in Beziehung treten.

Boyce fand nach Zerstörung der hinteren Commissur einen Faserzug über dem *Aquaeductus Sylvii* durch den Arm des vorderen Vierhügels zur inneren Kapsel ziehen.

Bechterew berichtet über Degeneration der hinteren Commissur sowohl nach Zerstörung der lateralen Stirnlappenregionen als auch der *Lobi temporales*.

Schipoff fand nach Bechterew in Folge vollständiger Durchschneidung des vorderen Theiles der Commissur Degenerationen der Commissurenfasern aufwärts bis an die hinteren Abschnitte des Sehhügels und den hinteren Bindearm und von hier zur inneren Kapsel und den lateralen Hemisphärengebieten, absteigend gingen die Degenerationen zum *Nucleus innominatus* und zum rothen Kern, ausserdem zum hinteren Längsbündel und zum Grau zwischen beiden rothen Kernen, welches Bechterew *Nucleus medialis superior* nennt. Auch sollen von hier aus Fasern in den *Oculomotoriuskern* gehen. Der übrige Faserrest begiebt sich nach Bechterew beiderseits von der Raphe abwärts und erschöpft sich nach und nach in der *Formatio reticularis*, besonders beim *Nucleus medialis* und *reticularis tegmenti*. Einige Fasern können mit Elementen des hinteren Längsbündels in die Vorderstränge des Markes hinein verfolgt werden. „Jedoch gehört nur ein Theil der in Rede stehenden Fasern dem dorsalen Gebiete der hinteren Commissur an. Die übrigen sind ventrale Commissurenfasern und haben Beziehungen zu den *Pedunculi coronarii* und zum *Ganglion habenulae*, welche ihrerseits durch Elemente des *Stratum zonale thalami* bzw. durch den *Fornix longus* mit der Endhirnrinde verbunden sind“.

Bezüglich der Untersuchungen über den Verlauf und die Endigung der Fasern der hinteren Commissur habe ich zahlreiche Gehirne in lückenlosen Serienfrontalschnitte zerlegt, von Thieren, wo die möglichst isolirte Durchschneidung der Fasern der hinteren Commissur gelang. Bei einem Hunde und bei einer Katze wurde nur der ventrale Antheil der hinteren Commissur durchschnitten und bei weiteren Katzen sowohl der dorsale als ventrale Antheil derselben zerstört. Ausserdem hatte ich zahlreiche Fälle mit Sehhügelzerstörungen und mit Rindenabtragungen

zur Verfügung, wobei auch die hintere Commissur genauestens untersucht wurde.

Durchschneidung des ventralen Theils der hinteren  
Commissur beim Hunde.

Bei einem erwachsenen Hunde wurde der ventrale Theil der hinteren Commissur nach der schon öfters erwähnten Methode etwas dorsal vom Kern der hinteren Commissur von Köl liker durch einen kleinen vom Aquaeductus aus seitwärtsgehenden horizontalen Schnitt durchtrennt; die dorsalen Fasern waren nicht verletzt. Caudalwärts reichte die Verletzung nicht weiter, nach vorne reichte die Läsion in den ventralen Kern des Thalamus opticus. Von dieser Verletzung aus waren auf- und absteigende Degenerationen zu verfolgen.

Aufsteigend degenerirten die Fasern im Bogen über den Aquaeductus Sylvii hinweg auf die andere Seite und konnten sämtliche Fasern in den Commissurenkern Köl liker's verfolgt werden. Absteigend degenerirten von der Verletzung aus zweierlei Fasern, solche, welche im gleichseitigen hinteren Längsbündel absteigen und solche, welche lateral von diesem nach abwärts verfolgt werden konnten. Der Theil dieser Fasern im hinteren Längsbündel ist etwa ein Fünftel der Fasern. Diese steigen in der bei den Versuchen über das dorsale Längsbündel gegebenen Darstellung abwärts bis zum Lendenmark. Das lateral vom hinteren Längsbündel verlaufende absteigend degenerirende Bündel bleibt auf diesem Platze und ist bis in die Brücke zu verfolgen, wo es dann vor seinem Ende in dorsoventraler Richtung zum Nucleus reticularis tegmenti zieht und sich hier verliert.

Bezüglich der Fasern, welche im hinteren Längsbündel abwärts degeneriren, ist zu bemerken, dass sie von den Ganglienzellen des Kernes an der Innenseite des Meynert'schen Bündels kommen. Die Läsion reichte über den Kern der hinteren Commissur und durchtrennte den ventralen Theil dieser, die Verletzung reichte aber auch in den Thalamus hinein. Nach isolirten Läsionen des Kernes vent. b. Monakow's konnte ich keine absteigend degenerirenden Fasern im hinteren Längsbündel constatiren.

Degenerationen von der hinteren Commissur zur Hirnrinde, oder in die Substantia reticularis der Medulla oblongata hinein konnte ich nicht finden, sondern nur bis in die Höhe des Trochleariskernes, wie oben beschrieben.

Läsion der hinteren Commissur in der Gegend der Hauben-  
fascikel Forel's bei der Katze.

Bei einer erwachsenen Katze wurde gelegentlich einer Thalamusläsion die Gegend zwischen den Haubenfascikeln Forel's und dem ventralen Theil der hinteren Commissur verletzt. Es war dadurch ein grosser Theil der Fasern der ventralen Partie der hinteren Commissur daselbst durchschnitten und einige Fasern des dorsalen Abschnittes der Commissur, letztere mehr auf frontaleren Schnitten. Caudalwärts reichte die Läsion nicht weiter.

Auch hier degenerirten secundär die Fasern des ventralen Abschnittes der hinteren Commissur über den Aquaeductus Sylvii hinweg auf die andere Seite

und waren bis zum Commissurenkern Kölliker's zu verfolgen, wo sie mit dünnen Fäserchen einstrahlten.

Nach abwärts degenerierten dieselben Fasern, wie im vorigen Versuche im hinteren Längsbündel bis zum Lendenmark und dasselbe Bündel lateral vom dorsalen Längsbündel bis in die Brücke, in deren proximalen Theile sie wieder in dorsoventraler Richtung abwärts zogen und beim Nucleus reticularis tegmenti, medial vom Quintuskern verschwanden.

Die Fasern des dorsalen Abschnittes der hinteren Commissur waren an der Grenze des lateralen und ventralen Thalamuskern Monakow's bis zum Kern vent. c. und zu den medialen Ganglienzellen des inneren Kniehöckers zu verfolgen, wo sie mit Aufsplitterungen endigten.

Durchschneidung des dorsalen und ventralen Abschnitts der hinteren Commissur bei der Katze.

a) Bei einem halbjährigen Kätzchen wurde sowohl der ventrale als dorsale Abschnitt der hinteren Commissur etwas lateral durchschnitten (2 mm seitlich vom Aquaeductus Sylvii).

Die Fasern des ventralen Antheiles der hinteren Commissur degenerierten; ebenso wie in beiden vorigen Versuchen: Aufwärts über den Aquaeductus Sylvii zum gegenüberliegenden Commissurenkern Kölliker's, abwärts einerseits im hinteren Längsbündel der Verletzungsseite und den Vordersträngen des Rückenmarkes bis zum Lendenmark, andererseits degenerierte absteigend ein Bündel lateral vom hinteren Längsbündel bis in die proximale Brückengegend, wo das Bündel wieder gleich hinter dem Trochleariskern in dorsoventraler Richtung in der Substantia reticularis daselbst verschwand.

Einen ganz anderen Verlauf nimmt die Degeneration der dorsalen Fasern der hinteren Commissur. Dieselben ziehen von der Verletzungsstelle hinweg auf die andere Seite und scheinen Fäserchen in den vorderen Zueihügel abzugeben, die meisten Fasern ziehen aber zum Thalamus opticus. Diese Fasern verlaufen zwischen Taenia thalami, hinterer Commissur und lateralem Sehhügelkern und dringen an der medialen und ventralen Seite des lateralen Sehhügelkerns in den Thalamus opticus. Dort, wo Monakow die Grenze zwischen ventralem Sehhügelkern und lateralem Sehhügelkern macht, ziehen die Fasern in der Richtung zum Kern hint. a. Monakow's und splittern sich in den ventral von diesem gelegenen grossen Ganglienzellen des Kerns vent. c. und des inneren Kniehöckers auf. Eine Fortsetzung der secundären Degenerationen über den Sehhügel hinaus in die innere Capsel konnte nirgends constatirt werden und auch auf der Läsionsseite konnte keine Degeneration in die innere Capsel oder gar zur Hirnrinde constatirt werden. Auf der Läsionsseite nahmen die degenerierten dorsalen Fasern der hinteren Commissur einen symmetrischen Verlauf, wie auf der anderen Seite und zogen zur nämlichen Ganglienzellengruppe zwischen den Kern vent. c und dem inneren Kniehöcker.

Ausser dieser Degeneration der dorsalen Fasern der hinteren Commissur, welche zu diesen Ganglienzellen gehen, sind weitere degenerierte Fasern und zwar sowohl auf der Läsionsseite als auf der gegenüberliegenden Seite caudal-

wärts noch weiter in dieser Richtung zu verfolgen, welche von der Commissur-stelle gegen das Corpus geniculatum internum ziehen, in dessen grosse medial gelegene Ganglienzellen sie Fäserchen abgeben. Zwischen vorderem und hinterem Zweihügel verschwinden diese Fasern, nachdem sie in enge Verbindung mit dem inneren Kniehöcker getreten sind.

Ueberdies scheinen Fasern der hinteren Commissur in das Mark des vorderen Zweihügels einzutreten.

b) In einem weiteren Versuche bei einer Katze, wo die hintere Commissur etwas seitlicher als im eben erwähnten Versuche durchschnitten war, degenerirte ebenfalls das lateral vom dorsalen Längsbündel liegende Bündel nach abwärts, welches ebenfalls beim Trochleariskern angelangt plötzlich dorso-ventral abbiegt und in der Substantia reticularis verschwindet. Einzelne Fasern waren im hinteren Längsbündel absteigend degenerirt zu sehen. Die ventralen Fasern gingen auch hier zum gegenüberliegenden Commissurenkern, die dorsalen zogen gegen den Thalamus, gegen den Kern vent. c. und gegen die grossen medialgelegenen Zellen des inneren Kniehöckers, mit denen sie in Verbindung zu treten scheinen. Auch im Arm des hinteren Zweihügels waren degenerirte Fasern zu sehen, die aber bald verschwanden.

#### Sehhügelverletzungen.

Ausser in den oben erwähnten Versuchen habe ich die Fasern der hinteren Commissur nach isolirten Sehhügelverletzungen untersucht. Nach Läsionen, die nicht über den Sehhügel hinausgingen, und welche die caudalen Theile dieses betrafen, konnte ich degenerirte Fasern durch die hintere Commissur hindurch verfolgen, welche zwischen lateralen und ventralen Kern hindurch zu den grossen, medial gelegenen Ganglienzellen des inneren Kniehöckers zogen, woselbst sie sich aufsplitterten. Es sind das Fasern, welche den Sehhügel von der hinteren Commissur aus in lateral-ventraler Richtung gegen den inneren Kniehöcker hin durchsetzen.

Sehhügelverletzungen, welche die laterale und dorsale Partie des Corpus mammillare miterfassten, ferner Läsionen, die zwischen hinterer Commissur und Corpus mammillare gesetzt wurden, waren wegen der caudal verlaufenden Degenerationen wichtig.

Ich habe oben auseinander geführt, dass nach Durchschneidung der hinteren Commissur die oben beschriebenen Degenerationen zu finden sind, wobei caudalwärts theils Fasern im hinteren Längsbündel, theils ein Faserbündel lateral vom dorsalen Längsbündel degeneriren. Die hintere Commissur kann nur schwer ohne Nebenverletzung durchschnitten werden; sehr häufig wird dabei der Kern der hinteren Commissur verletzt, ferner auch Fasern, die nicht zur hinteren Commissur gehören.

Die Fasern, welche im hinteren Längsbündel absteigend degenerirten, waren auf Mitverletzung des Kerns der hinteren Commissur zurückzuführen. Jenes Faserbündel, welches lateral vom dorsalen Längsbündel bis in die proximale Brückengegend degenerirte, war aber auch nach solchen Thalamusläsionen degenerirt, welche die lateral-dorsale Partie des Corpus mammillare erfassten

und die zwischen Corpus mamillare und hintere Commissur gelegen waren, ohne dass letztere lädirt gewesen wäre. Die Fasern des Gudden'schen Haubenbündels degeneriren nach diesen Läsionen in die Substantia reticularis an der lateralen Seite des hinteren Längsbündels und enden ebenfalls knapp caudal vom Trochleariskern mit Aufsplitterungen bei dem gleich hinter dem Trochleariskern liegenden runden Kern, den Gudden beschrieb.

Wenn also die hintere Commissur durchschnitten wird, können die Fasern dieses Bündels mitbetroffen werden. Es können also diese Fasern nicht unterschieden werden von eventuell der hinteren Commissur entspringenden, absteigenden Fasern.

Gewiss giebt es aber keine von der hinteren Commissur absteigenden Fasern, die sich weiter abwärts als bis in die Gegend hinter dem Trochleariskern erstrecken würden.

Ausser nach Sehhügelläsionen habe ich die hintere Commissur auch nach Grosshirnrindenabtragungen untersucht. Nach Abtragung des hinteren Schenkels der Sylvischen Windung konnte ich im Gegensatze zu anderen Autoren keine Degeneration in der hinteren Commissur finden.

#### Kleinhirnverletzungen und Verletzungen der Hinterstrangkernkerne.

Bei jenen Thieren, denen isolirt die Hinterstrangkernkerne zerstört wurden, konnte ich auf den lückenlosen Serienschnitten stets Fasern nachweisen, die zum grössten Theil vom Goll'schen Kern kommen, im innersten Theil der medialen Schleife aufwärts ziehen und dann an der lateralen Seite des rothen Kerns im dorsalgeschwungenen Bogen gegen die innere Marklamelle des Sehhügels ziehen, wo sie mit Aufsplitterungen enden.

Von diesen Fasern gehen aber eine kleine Anzahl durch die hintere Commissur auf die andere Seite und enden dort, wo die caudalsten Theile des medialen und lateralen Sehhügelkerns zusammenstossen.

Es entsendet also die Schleifenschichte Fasern durch die hintere Commissur zum gegenüberliegenden Sehhügel.

Kleinhirnverletzungen und isolirte Bindearmverletzungen zeigten mir auch mit Bestimmtheit, dass das Kleinhirn Fasern durch den Bindearm entsendet, welche ebenfalls durch die hintere Commissur in den gegenüberliegenden Sehhügel entsendet werden, die ebenfalls nach kurzem Verlaufe an der caudalen medialen Grenze zwischen medialem und lateralem Sehhügelkern mit Aufsplitterungen enden.

Dieser Antheil der hinteren Commissurenfasern, welchen das Kleinhirn liefert, ist grösser als der, welcher von den Hinterstrangkernkerne kommt.

Diese Fasern der hinteren Commissur, die vom Kleinhirn und von den Hinterstrangkernkerne kommen, enden nach kurzem Verlaufe an der caudalen Grenze zwischen medialem und lateralem Sehhügelkern, zum Unterschiede jener Commissurenfasern, die nach caudalen Sehhügelläsionen degeneriren und einen viel längeren Verlauf zeigen, indem sie, wie oben ausgeführt, von der

hinteren Commissur bis zu den grossen, medialen Ganglienzellen des inneren Kniehöckers verlaufen.

Nach den obigen Läsionen gelang es mir aber in keinem Falle Degenerationen in die innere Kapsel oder gar zur Hirnrinde nachzuweisen. Die Degenerationen waren aufwärts nie über den Sehhügel hinaus zu verfolgen.

Aus meinen Versuchen geht nun hervor:

1. Die Fasern der hinteren Commissur haben eine verschiedene Herkunft.
2. Ein Theil der innersten Fasern der medialen Schleife gelangt von den Hinterstrangkernen in die hintere Commissur und endet nach kurzem Verlaufe an der caudalen Grenze des medialen und lateralen Sehhügelkernes mit Aufsplitterungen.
3. Ein Antheil der Bindearmfasern gelangt ebenfalls durch die hintere Commissur in den gegenüberliegenden Sehhügel. Die Zahl der Bindearmfasern ist grösser, als die Zahl der Schleifenfasern, welche in die hintere Commissur gelangen.
4. Nach caudalen Sehhügelverletzungen sind degenerirte Fasern durch die hintere Commissur hindurch auf die andere Seite zu verfolgen, wo sie zwischen lateralem und ventralem Sehhügelkern in lateral-ventraler Richtung zum Kern vent. c. und zu den medial gelegenen Ganglienzellen des inneren Kniehöckers ziehen, wo sie enden.
5. Durch die hintere Commissur ziehen zum Theile auch Fasern, welche im Commissurenkern Kölliker's enden. Ein Theil der Fasern endet im proximalsten Theile des vordersten Zweihügels.
6. Nach Grosshirnrindenabtragung, welche den hinteren Schenkel der Sylvi'schen Windung erfasste, ist keine Degeneration in der hinteren Commissur zu finden.
7. Nach Durchschneidung der hinteren Commissur degeneriren einzelne Fasern abwärts im hinteren Längsbündel, ferner die Fasern eines lateral vom hinteren Längsbündel gelegenen Bündels, welches knapp hinter dem Trochleariskern mit Aufsplitterungen endet. Die absteigend degenerirenden Fasern im gleichseitigen hinteren Längsbündel sind auf Mitverletzung des Kerns der hinteren Commissur zu beziehen. Die Fasern des lateral vom hinteren Längsbündel absteigenden Bündels sind nicht zu trennen von den Fasern des Gudden'schen Haubenbündels. Jedenfalls giebt es keine weiter peripherwärts als bis in die

proximale Brückegegend verlaufende Fasern der hinteren Commissur.

### Erklärung der Abbildungen (Taf. I. und II.).

Figur 1. Frontalschnitt durch den Thalamus opticus des Hundes mit Zerstörung der medialen Schleife in der distalen Brückegegend. Endigung und Aufsplitterung der Schleifenfasern im Kern vent. a. Lateraler Kern, ventraler Kern, Kern vent. a. erfüllt von Degenerationsproducten, Hirnschenkelfuss, innere Kapsel, Gitterschicht, Tractus opticus, Meynert'sches Bündel, Lamina medullaris externa des Sehhügels, frontale Markstrahlung des rothen Kerns = Dorsalschicht der Regio subthalamica. Färbung nach Marchi. Vicq d'Azyr'sches Bündel.

Figur 2. Frontalschnitt durch den Thalamus opticus der Katze bei Durchschneidung der medialen Schleife in der hinteren Zweihügelgegend. Endigung der Schleifenfasern im Kern vent. a. Lateraler Kern, ventraler Kern vent. a., medialer Kern, Ganglion habenulae, Lamina medullaris externa, Lamina medullaris interna, Vicq d'Azyr'sches Bündel, Corpus geniculatum externum, innere Kapsel, Gitterschichte, Tractus opticus. Färbung nach Marchi.

Figur 3. Frontalschnitt zwischen vorderem Zweihügel und Thalamus opticus. Hintere Commissur, Corpus geniculatum externum, Corpus genicul. internum. Hirnschenkelfuss, Schleife, laterales Mark des rothen Kerns, gekreuztes Haubenbündel, Meynert'sches Bündel, Fortsetzung des frontalen Markes des rothen Kerns. Thalamusfasern des Bindearms, Corpora mammillaria, Haubenfascikel Forel's. Ganglion interpedunculare.

Färbung nach Marchi.

Figur 4. Frontalschnitt durch die Brücke und hinteren Zweihügel bei der Katze mit Verletzung des seitlichen Feldes der Substantia reticularis. Man sieht den seitlichen, sagittalen Schnitt mit der dunkel erscheinenden Blutung ventral ist der Schnitt hier als lichte Linie zu sehen, medial von der sagittalen Schnittverletzung sind zwei Sprünge im Präparat, welche durch das Trocknen des Canadabalsams entstanden sind.

Ventrales Kleinhirn-Thalamusbündel, hinteres Längsbündel, absteigende Trigeminuswurzel, Bindearm, laterale Schleife, mediale Schleife, Pyramidenbahn. Nucleus trochlearis. Monakow'sches Bündel.

Figur 5. Frontalschnitt zwischen vorderem Zweihügel und Thalamus opticus der Katze mit zerstörtem lateralen Felde der Substantia reticularis. Hintere Commissur mit ventralem und dorsalem Antheil, vorderer Zweihügelarm, Corpus geniculatum externum, Corpus geniculatum internum. Ventrales Kleinhirn-Thalamusbündel. Fortsetzung des frontalen Markes des rothen Kerns mit dem Kleinhirn-Thalamusbündel, Schleife, Nervus oculomotorius.

Färbung nach Marchi.

Figur 6. Frontalschnitt durch die Medulla oblongata der Katze mit

zerstörtem seitlichen Felde der Substantia reticularis der Brücke. Absteigend degenerirt ist das aberrirende Bündel Monakow's zu sehen. Pyramidenbahn, Hypoglossus, Olive, Kleinhirnseitenstrangbahn, aufsteigende Trigemiuswurzel.

Färbung nach Marchi.

Figur 7. Querschnitt durch das Halsmark der Katze mit zerstörtem seitlichen Felde der Substantia reticularis. Degenerirt sieht man das Monakow'sche Bündel. Im Präparate sind auch die Einstrahlungen dieser Bahn im Vorderhorn zu sehen.

Färbung nach Marchi.

Figur 8. Frontalschnitt durch die Brücke des Hundes beim Trochlearisaustritt. Gekreuztes Haubenbündel von der Substantia gelatinosa der aufsteigenden Trigemiuswurzel, dorsales Längsbündel, Trochlearis, Bindearm, laterale Schleife, mediale Schleife, Pyramidenbahn.

Figur 9. Frontalschnitt durch die Brücke des Hundes mit zerstörtem dorsalen Längsbündel; zugleich ist der Deiters'sche Kern zerstört zu sehen. Facialisknie, Deiters'scher Kern, Corpus restiforme, Pyramidenbahn, degenerirte absteigende Bahn vom Deiters'schen Kern zum Rückenmark. Das dorsale Längsbündel ist zwischen den beiden Facialisschlingen zerstört.

Färbung nach Marchi.

Figur 10. Querschnitt durch das Halsmark des Hundes mit zerstörtem Deiters'schen Kern. Im Vorderstrang neben dem Sulcus die absteigend degenerirende Kleinhirn-Vorderstrangbahn, lateral in der ventralen Randzone die absteigend degenerirende Bahn vom Deiters'schen Kern, Kleinhirn-Vorderseitenstrangbahn.

Färbung nach Marchi.

#### Bezeichnung der Figuren.

Aqu. Aquaeductus Sylvii.

BA. Bindearm.

BrA. Brückenarm.

Br. gr. Graue Substanz der Brücke.

Br. qu. ant. Arm des vorderen Zweihügels.

Br. qu. post. Arm des hinteren Zweihügels.

BM. Meynert'sches Bündel.

Br. S. Brückenseitenstrangbahn.

Br. V. Brückenvorderstrangbahn.

BV. Vicq d'Azyr'sches Bündel.

cf. Ventrale Wurzel des Fornix.

c. gen. ext. Corpus geniculatum externum.

c. gen. int. Corpus geniculatum internum.

c. gen. int. st. Stiel des inneren Kniehöckers.

c. i. Innere Kapsel.

c. post. Commissura posterior.

c. qu. ant. Vorderer Zweihügel.

c. r. Corpus restiforme.

- D. Deiters'scher Kern.
  - fi. Fimbria.
  - fr. *Formatio reticularis*.
  - fr. RK. Frontales Mark des rothen Kerns.
  - f. Kr. Fontaineartige Haubenkreuzung.
  - G. ip. Ganglion interpedunculare.
  - g. H. Gekreuztes Haubenbündel aus der Substantia gelatinosa der aufsteigenden Trigeminiwurzel und ventrales Kleinhirn-Thalamusbündel.
  - h. fasc. Haubenfascikel von Forel.
  - hint. Hinterer Sehhügelkern.
  - H. Th. Ungekreuzte Fasern aus dem seitlichen Felde der Substantia reticularis zum Sehhügel.
  - HRK. Aufsteigend degenerirende Fasern des Monakow'schen Bündels zum rothen Kern.
  - KV. Kleinhirn-Vorderstrangbahn.
  - KVS. Kleinhirn-Vorderseitenstrangbahn.
  - KTh. Kleinhirn-Thalamusbündel.
  - lat. Lateraler Sehhügelkern.
  - LS. Linsenkernschlinge.
  - ls. Laterale Schleife.
  - lm. RK. Laterales Mark des rothen Kerns (Haubenstrahlung).
  - l. med. ext. *Lamina medullaris externa*.
  - l. med. int. *Lamina medullaris interna*.
  - med. Medialer Sehhügelkern.
  - mamm. Corpus mammillare.
  - nigr. Substantia nigra.
  - O. Olive.
  - p. Hirnschenkelfuss.
  - s. Mediale Schleife.
  - vent. a. Mittlerer ventraler Kern des Sehhügels.
  - vent b. Medial-ventraler Kern des Sehhügels.
  - vent. c. Lateral-ventraler Kern des Sehhügels.
  - v. H. Ventrale Haubenkreuzung.
  - V. V. Vierhügel-Vorderstrangbahn.
  - x. Monakow'sches Bündel.
  - y. Absteigende Fasern des hinteren Längsbündels zum Rückenmark.
  - z. Fasern des Deiters'schen Kern zum Rückenmark.
  - z. i. *Zona incerta*.
  - II. Tractus opticus, Chiasma.
  - III. N. oculomotorius.
  - IV. N. trochlearis.
  - V. d. Absteigende Quintuswurzel.
  - V. a. Aufsteigende Quintuswurzel.
  - VII. Nerv. facialis.
  - XII. Nerv. hypoglossus.
-

## Literatur.

- v. Bechterew, W., Ueber die Längsfaserzüge der *Formatio reticularis medullae oblong. et pontis*. Neurol. Centralbl. 1885. S. 337.
- v. Bechterew, W., Untersuchungen über die Schleifenschicht. Bericht der kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 4. Mai 1885 u. Neurol. Centralbl. 1885. S. 357.
- v. Bechterew, W., Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark. Leipzig 1899.
- Biedl, Ueber absteigende Kleinhirnbahnen. Neurol. Centralbl. 1895. S. 434.
- Bielschowsky, M., Obere Schleife und Hirnrinde. Neurol. Centralbl. 1895. S. 205.
- Boyce, Neurol. Centralbl. 1894. No. 13.
- Boyce, A contribution to the study of descending degeneration in the brain and spinal cord and of the seat of origin and path. conduction of the fits in absinthe epilepsy. Proceeding of the royal society. Vol. 55. 1894 und Philos. Transact. Vol. 186. Part 1. 1895.
- Boyce, A contribution to the study of 1) Some of the decussating tracts of the mid — and interbrain und 2) of the pyramidal system in the mesencephalon and bulb. Phil. Transact. 1897. Vol. 188.
- Bruce, On a case of descending of the lemniscus consequent on a lesion of the cerebrum. Brain 1893.
- Bruce, Descending degeneration of the Commissur. Brain 1893.
- Cramer, Ueber Kleinhirnatrophie. Allg. Zeitschr. für Psych. 48. Bd.
- Cramer, Beiträge zur path. Anat. und allg. Pathol. XI. 1891.
- Darkschewitsch, Ueber die hintere Commissur des Gehirns. Neurol. Centralbl. 1885.
- Dejerine, Sur les connexions du ruban de Reil avec la corticalité cérébrale. Compt. rendus de la société de biologie. 1895, p. 226 und Neurol. Centralbl. 1895. S. 725.
- Dejerine, Arch. de physiologie. 1890.
- Edinger, Vorlesungen über den Bau d. nervösen Centralorgane. Leipzig 1896.
- Edinger, Das Zwischenhirn der Selachier und Amphibien. Bericht der Senckenb. Ges. 1892. S. 30.
- Edinger, Ueber die Fortsetzung der hinteren Wurzeln zum Gehirn. Anat. Anzeiger 1889.
- Edinger, Einiges über den Verlauf der Gefühlsbahnen. Deutsche medicin. Wochenschr. 1890.
- Ferrier und Turner, The Symptomatology and Degenerations following lesions of the cerebellum. Phil. Trans. Vol. 185. 1894. p. 719.
- Flechsig, Gehirn und Seele. Rectoratsrede. Leipzig 1896.
- Flechsig und Hösel, Die Centralwindungen, ein Centralorgan der Hinterstränge. Neurol. Centralbl. 1890.
- Flechsig, Notiz die „Schleife“ betreffend.
- Flechsig, Ueber die Verbindung der Hinterstränge mit dem Gehirn. Neurol. Centralbl. 1885.

- Forel, A., Untersuchungen über die Haubenregion und ihre oberen Verknüpfungen im Gehirn des Menschen und einiger Säugethiere mit Beiträgen zu den Methoden der Gehirnuntersuchung. Dieses Archiv Bd. VII. S. 393.
- Forel, A., Beiträge zur Kenntniss des Thalamus opticus. Dissertation 1872.
- Forel, A., Verhandl. der Naturforscher in Salzburg 1881.
- van Gehuchten, Le faisceau longit. post. Brüssel 1895.
- Held, Der Ursprung des tiefen Markes der Vierhügel. Neur. Centralbl. 1890.
- Held, Die Beziehungen des Vorderseitenstranges zum Mittel- und Hinterhirn. Abhandl. der königl. sächs. Gesellsch. d. Wiss. Math.-phys. Klasse XIII. Bd. 6. 1892.
- Held, Ueber eine directe acustische Rindenbahn und den Ursprung des Vorderseitenstranges beim Menschen. Archiv für Anat. und Physiol. Anatom. Abth. 1892.
- Held, Die centrale Hörleitung. Archiv f. Anat. u. Phys. Anat. Abth. 1893.
- Held, Beiträge zur feineren Anatomie des Kleinhirns und des Hirnstammes. Archiv für Anat. und Phys. 1893.
- Henschen, Klinische und anatomische Beiträge zur Pathologie des Gehirnes. I., II., III. Upsala 1890—1894.
- Hösel, O., Beiträge zur Anatomie der Schleife. Neurolog. Centralbl. 1894. S. 546.
- Hösel, Die Centralwindungen, ein Centralorgan der Hinterstränge und des Trigeminus. Dieses Archiv Bd. 24. S. 452.
- Hösel, Ein weiterer Beitrag zur Lehre vom Verlauf der Rindenschleife und centraler Trigeminafasern beim Menschen. Dieses Archiv Bd. 25. S. 1.
- Hösel, In Sachen „Rindenschleife“. Neurol. Centralbl. 1893. S. 576.
- Jakob, J., Ein Beitrag zur Lehre vom Schleifenverlauf. Neurol. Centralbl. 1895. S. 308.
- Kölliker, A., Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1896.
- Kölliker, A., Anat. Anz. Bd. VI. S. 430.
- Köppen, M., Verband. der deutschen Naturforscher zu Heidelberg 1889 und Neurol. Centralbl. 1889. S. 552.
- Lazursky, Ueber die Schleifenbahnen. Neurol. Centralbl. 1897. S. 526.
- Löwenthal, Des dégénérationes secondaires de la moëlle épinière consecutives aux lésions experimentales medullaires et corticales. Dissert. Genf 1885.
- Löwenthal, Neuere experimentelle anatomische Beiträge zur Kenntnis einiger Bahnen im Gehirn und Rückenmark. Internationale Monatsschr. für Anat. und Phys. Bd. 10. 1893.
- Mahaim, A., Ein Fall von secundärer Erkrankung des Thalamus opticus und der Regio subthalamica. Dieses Archiv Bd. 25. S. 343.
- Mahaim, A., Zur Frage „Rindenschleife“. Neurol. Centralbl. 1893. S. 682.
- Mahaim, Recherches sur la structure anatomique du noyau rouge et ses connexions avec le pédoncule cérébelleux supérieur. Bruxelles 1894. Académie de Belgique. Bd. 13. H. 6.
- Marchi, Sulle degenerazioni consecutive all' estirpazione dell' cerveletto. Riv. sperim. di fren. 1886.

- Marchi, Origine et decorso dei pedoncoli cerebellari. R. Ist. de Stud. sup. Firenze 1891.
- Marchi, Sull' origine et decorso dei pedoncoli cerebellari etc. Riv. sperim. di fren. 1891.
- Martin, Handbuch der Anat. der Hausthiere von Franck. 3. Aufl. S. 278.
- Mayser, Vergl. anatom. Studien über das Gehirn der Knochenfische. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. 36. S. 259.
- Mendel, Neurol. Centralbl. 1883.
- Meynert, Skizze des menschlichen Gehirnstammes. Dieses Archiv Bd. 14. 1874.
- Meynert, Wiener psychiatr. Centralbl. 1873.
- Meynert, Stricker Bd. II. S. 734.
- Meynert, Psychiatrie 1884. S. 114. (Fig. 52.)
- Meyer, P., Beitrag zur Degeneration der Schleife. Dieses Archiv Bd. 17. S. 439.
- Mingazzini, Ric. f. n. Laborat. d. Università di Roma. Bd. 4, 5, 78.
- v. Monakow, C., Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen über die Haubenregion, den Sehhügel und die Regio subthalamica nebst Beiträgen zur Kenntniss früh erworbener Gross- und Kleinhirn-defecte. Dieses Archiv Bd. 27. Heft 1 und 2.
- v. Monakow, Gehirnpathologie. Specielle Pathol. und Therapie von Nothnagel. Bd. 11.
- v. Monakow, Neue experimentelle Beiträge zur Anatomie der Schleife. Neurol. Centralbl. 1885. S. 265.
- v. Monakow, Correspondenzbl. für Schweizer Aerzte 1890.
- v. Monakow, Experimentelle Beiträge zur Kenntniss des Corpus restiforme, des „äusseren Acusticuskerns“ und deren Beziehungen zum Rückenmark. Dieses Archiv Bd. 14. Heft 1. 1883.
- v. Monakow, Dieses Archiv Bd. 22. Heft 1.
- Mott, Brain 1895. .
- Mott, Unilateral descending atrophy of the fillet, arciform fibres and posterior columnnuclei, resulting from an experimental lesion in a Monka-Brain. 1898.
- Münzer, Beiträge zum Aufbau des centralen Nervensystems. Prager med. Wochenschr. 1895.
- Münzer und Wiener, Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Centralnervensystems bei der Taube. Monatsschr. f. Psych. u. Neur. 1898.
- Pawlowsky, Ueber den Faserverlauf in der hinteren Commissur. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 24.
- Probst, M., Experimentelle Untersuchungen über das Zwischenhirn und dessen Verbindungen. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde. 1898. Bd. 13. S. 384.
- Ramon y Cajal, Sur l'origine de la direction des prolongations nerveuses de la couche moléculaire du cervelet. Internat. Monatsschr. f. Anat. und Phys. VI. 1889.
- Ramon y Cajal, Beiträge zum Studium der Medulla oblongata etc. des Klein-

- hirns und des Ursprungs der Gehirnnerven. Deutsch von Bresler. Leipzig, 1896.
- Roller, Die Schleife. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 19.
- Rossolimo, Zur Pathologie der Schleife. Dieses Archiv Bd. 21.
- Russel, The origin and destination of certain afferent and efferent tracts in the med. obl. Proceed. of the Royal Society. Vol. 61.
- Schaffer, Virchow's Archiv Bd. 122.
- Schnopfhagen, Fr., Beiträge zur Anatomie d. Sehhügels. Wiener Sitzungsbericht. 1877. S. 315.
- Singer und Münzer, Abhandl. der math.-naturwiss. Klasse der Akad. der Wiss. Wien 1890.
- Spitzka, Vorläufige Mittheilung über einige durch die Atrophiemethode erzielte Resultate. Neurol. Centralbl. 1885. S. 246.
- Spitzka, Contribution to the anatomy of the lemniscus. The medic. Record. 1884.
- Starlinger, Die Durchschneidung beider Pyramiden beim Hund. Jahrbücher für Psych. Bd. 15. 1896.
- Thomas, Le cervelet. Paris 1897.
- Tschermak, A., Notiz betreffs des Rindenfeldes der Hinterstrangbahnen. Neurol. Centralbl. 1898. S. 159.
- Tschermak, A., Ueber den centralen Verlauf der absteigenden Hinterstrangbahnen und deren Beziehungen zu den Bahnen im Vorderseitenstrang. Archiv für Anat. u. phys.-anat. Abth. 1898.
- Vejas, Experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Verbindungsbahnen des des Kleinhirns. Dieses Archiv Bd. XVI. 1885.
- Witkowski, Beiträge zur Pathologie des Gehirns. Dieses Archiv Bd. XIV. Heft 2.
- Wollenberg, Dieses Archiv Bd. XXI. 1888.
-

Fig. 5.



Fig. 7.



Fig. 11.



Fig. 8.



Fig. 10.



Fig. 9.

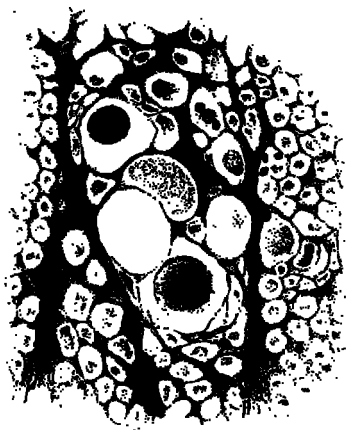


Fig. 19.

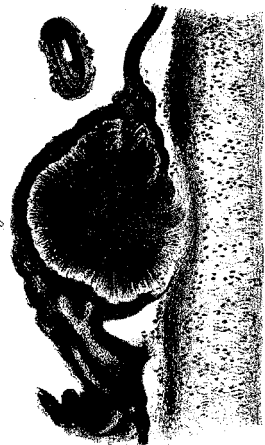


Fig. 23.



Fig. 24.

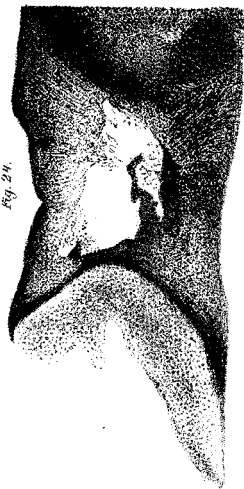


Fig. 25.



Fig. 22.

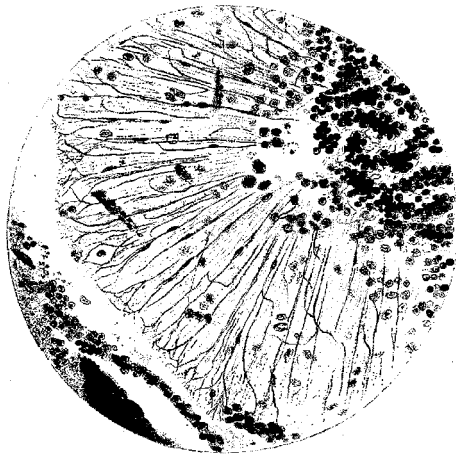


Fig. 21.

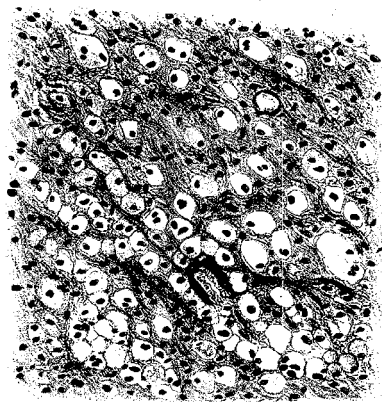


Fig. 26.

