

BEITRÄGE
ZUR
ANATOMIE DES CENTRALNERVENSYSTEMS
INSBESONDERE DES RÜCKENMARKES

VON
PROF. DR. J. SINGER

UND
DR. E. MÜNZER
IN PRAG.

AUS DEM PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTE DER K. K. DEUTSCHEN UNIVERSITÄT ZU PRAG.

AUSGEFÜHRT MIT UNTERSTÜTZUNG DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(Mit 3 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 16. MAI 1890.

Wenn wir in den folgenden Zeilen den Fachgenossen die Resultate einer längeren und, wie jeder Sachverständige zu beurtheilen im Stande sein wird, sehr mühsamen Experimentaluntersuchung mitzutheilen unternehmen, so wird vielleicht die Zahl der wirklich neuen Thatsachen zu der Grösse der aufgewendeten Arbeit nicht im Verhältnisse zu stehen scheinen; indess lehrt die Erfahrung, dass Sicherung älterer Thatsachen durch neue oder mit neuen Methoden in Angriff genommene Experimente kein ganz undankbares Unternehmen ist. Ist es doch eine allfällige Wahrnehmung, dass Versuchsergebnisse, welche durch mühsame Untersuchungen von einem Experimentator festgestellt wurden, von dem anderen auf Grund ebenso umfassender Forschungen in Abrede gestellt werden, so dass eine wiederholte sorgfältige Neubearbeitung desselben Versuchsfeldes für die Consolidirung der Grundlehren einer Disciplin immer werthvolle Beiträge zu liefern im Stande ist.

Gleichzeitig mit unseren gemeinschaftlichen Versuchen über das Chiasma¹ haben wir eine grössere Zahl von Versuchen am Rückenmark vorgenommen, und das in verschiedener Weise in experimentellen Angriff genommene Organ mit Hilfe der von uns bei Gelegenheit unserer Chiasmaarbeit in die deutsche Fachliteratur eingeführten Marchi'schen Methode untersucht. Über letztere und die bei derselben in Anwendung zu ziehenden Vorsichtsmassregeln würden wir es überflüssig finden, noch Worte zu verlieren, da wir in der genannten Arbeit bereits die Resultate einer umfassenden und alle zweifelhaften Punkte betreffenden Experimentalprüfung derselben niedergelegt haben. Es ist uns aber in letzter Zeit die Mittheilung gemacht worden,

¹ Diese Denkschriften, Bd. LV.

dass ein jüngerer Forscher in einem öffentlichen Vortrage, über welchen uns jedoch bis heute kein gedruckter Bericht vorliegt, die Marchi'sche Methode als eine unverlässliche bezeichnet hat, und wir müssen daher diesem Gegenstande einige Worte widmen, obgleich es sich dabei nur um eine Wiederholung des schon einmal an anderer Stelle Gesagten handeln kann. Die Wirkung des Marchi'schen Reagens besteht bekanntlich darin, dass die degenerirten Nervenfasern sich darin intensiv schwärzen, während die normalen bloss bräunlich gefärbt erscheinen. Der einzige Fehler der Methode, der nun zur Vorsicht zwingt, ist der, dass in manchen Präparaten und in manchen Theilen des Centralnervensystemes, auch ohne dass wirklich Degeneration vorläge, sich geschwärtzte Tropfen und Schollen vorfinden, über deren Anordnung und Aussehen und über deren Unterschied von echter Degeneration in unserer obengenannten Arbeit nachzulesen ist. Begreiflicherweise sind diese geschwärtzten Tropfen und Schollen, wo sie vorkommen, niemals genau in derselben Weise angeordnet, sondern wechseln in den verschiedenen Präparaten nach Menge und Lage ausserordentlich und fehlen in vielen überhaupt. In letzterem Umstande liegt nun, wie wir schon früher erwähnt, das höchst einfache und selbstverständliche Mittel, um sich vor etwaigen Fehlern in der Deutung der Resultate zu schützen. Dieses Mittel besteht darin, was in experimentellen Arbeiten obnehin immer die Regel sein muss, nicht aus einem einzigen Versuche Schlussfolgerungen zu ziehen, sondern die Versuche mehrfach zu wiederholen, wobei eine Verwechslung von Degeneration mit den oben erwähnten Schwärzungen unmöglich vorkommen kann. Jede Methode hat ihre Fehler, die man vor Abschluss einer grösseren Experimentaluntersuchung genau zu prüfen verpflichtet ist und auf die bei Gelegenheit der Veröffentlichung der Resultate aufmerksam gemacht werden muss; eine Methode aber, die in gewissenhafter Weise nach jeder Hinsicht geprüft wurde und von deren Ergebnissen zur Publication, wie jeder Fachmann zu beurtheilen im Stande ist, nur ganz tadellose und einwurfsfreie Präparate benützt wurden, als unverlässlich zu bezeichnen, weil vielleicht einige mit derselben vorgenommene Versuche nicht vollständig gelangen, wäre wohl ebenso incorrect als, um ein Gleichniss zu gebrauchen, ein sonst vortreffliches Pferd als unverlässlich zu bezeichnen, weil es einen unerfahrenen Reiter abgeworfen.¹

I. Über das Waller'sche Gesetz.

Die ersten Versuche, über die wir in Kürze berichten wollen, betreffen ein Thema, dessen Neubearbeitung in letzter Zeit wiederholt unternommen wurde; wir meinen die Versuche Waller's an den Spinalnervenzwurzeln. Das Resultat der Waller'schen Versuche lässt sich bekanntlich dahin formuliren, dass das „trophische Centrum“ der sensiblen Wurzeln in den Spinalganglien, das der motorischen im Rückenmark, und zwar mit grosser Wahrscheinlichkeit in den grossen multipolaren Zellen des Vorderhornes gelegen ist. Die experimentellen Thatsachen, welche die Grundlage dieses von Waller aufgestellten Satzes bilden, wurden bis in die neueste Zeit als die wohl am sichersten festgestellten Daten der Experimentalphysiologie des Centralnervensystems betrachtet. Zwei neuere Arbeiten indess haben den Versuch gemacht, das „Waller'sche Gesetz“ zu corrigiren, beziehungsweise durch Zuthaten zu ergänzen. Die erste Arbeit, eine unter dem achtunggebietenden Namen v. Gudden's erschienene Dissertation von P. Vejas² kommt zu folgendem Resultate: Reisst man (das Durchschneiden der Wurzeln verwirft Vejas als unsicher) die beiden Wurzeln eines Spinalnerven ab, so verschwinden beide am Rückenmark zurückgelassenen Stümpfe, sowohl der hintere als der vordere vollständig. Auch der am Ganglion sitzende Stumpf der sensiblen Wurzel verschwindet. Ferner: das Ganglion

¹ Dieselbe Bemerkung gilt bezüglich des Referates über unsere Chiasmaarbeit in Michel's Jahresbericht. Jeder, der unsere Arbeit nicht im Originale kennt, müsste nach diesem Referat glauben, wir hätten die Marchi'sche Methode ungeprüft verwendet. Gegenüber den wenigen Schnitten vom normalen Chiasma, die die Herren Referenten auf der Würzburger Augenklinik gesehen und auf die sie ihr wegwerfendes Urtheil gründen, stehen wohl über dreitausend genau untersuchte Präparate unserer Sammlung. Nicht die Methode als solche halten wir, wie die Herren Referenten uns vorwerfen, für einwurfsfrei, wohl aber die von uns zur Veröffentlichung benützten Präparate.

² Ein Beitrag zur Anatomie und Physiologie der Spinalganglien. München 1883.

selbst geht nach Durchtrennung der periferischen Fasern zu Grunde. Drei gewiss sehr einschneidende Modificationen der Waller'schen Lehre. Die zweite Arbeit ist von Max Joseph¹ in Berlin und kommt zu folgendem Ergebniss: Nur nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln stimmen die Resultate vollständig mit denen Waller's überein, nach Durchschneidung der hinteren Wurzel zwischen Ganglion und Rückenmark degeneriren auch einige Fasern im Ganglion und im periferen Nerven, nach Durchschneidung des periferen Nerven erfolgt ebenfalls partielle Degeneration des Ganglion spinale und der zugehörigen hinteren Wurzel.

Kurz nach dem Erscheinen der Vejas'schen Arbeit hat übrigens schon Kahler sich der Mühe unterzogen, das Waller'sche Gesetz einer erneuerten Prüfung zu unterziehen und in mehreren am Hunde vorgenommenen Experimenten abermals eine vollständige Bestätigung desselben gefunden. Die Untersuchung geschah in sehr sorgfältiger Weise an Zupfpräparaten der mit Osmium behandelten Nerven und Wurzeln. Merkwürdigerweise wird auf diese Arbeit Kahler's nirgendwo Rücksicht genommen, und so sei auf dieselbe hier aufmerksam gemacht.²

Die Arbeiten von Vejas und Joseph veranlassten uns, auch das Waller'sche Gesetz in den Bereich unserer Untersuchungen zu ziehen und die hiebei gewonnenen Präparate mit der Marchi'schen Methode zu untersuchen.

Die Versuche betrafen junge Katzen und Hunde, denen nach Eröffnung des Wirbelkanals vordere und hintere Wurzel zwischen Ganglion und Rückenmark durchschnitten wurden. Nach 3 bis 4 Wochen wurden die Thiere getödtet, die betreffenden Wurzeln und Ganglien mit dem die Stümpfe an der Schnittstelle verbindenden gallertartigen Gewebe vorsichtig herauspräparirt nach Marchi behandelt und hierauf mittelst Mikrotom nach Celloidineinbettung in vollständige Schnittserien zerlegt. Es liegen uns mehrere solche tadellos gefärbte, lückenlose Schnittserien vor und gehören dieselben wohl zu den instructivsten Präparaten, die man sehen kann. Fig. 1 gibt ein solches Präparat wieder. Oben sieht man den vollständig degenerirten Stumpf der hinteren Wurzel neben dem vollständig normal erscheinenden der vorderen, unten das vollständig normal erscheinende Ganglion mit der ebenfalls vollständig normal erscheinenden hinteren Wurzel, daneben die vollständig degenerirte vordere Wurzel. Dieses Bild bleibt durch alle untersuchten Schnittserien vollständig identisch, niemals waren wir im Stande, im Ganglion oder in dem von demselben abgehenden periferen Theile der hinteren Wurzel auch nur eine Spur von Degeneration nachzuweisen. Die Beobachtung von Vejas also, dass beide centralen Stümpfe der durchtrennten Wurzeln atrophiren, sind wir ebenso wenig im Stande zu bestätigen, wie die Beobachtung Joseph's über die Degeneration einiger Fasern im Ganglion und periferen Stumpf nach Durchschneidung der hinteren Wurzel. Wir haben unter anderem die Durchschneidungsversuche an den Wurzeln der unteren Sacralnerven am Hunde vorgenommen, welche den grossen Vortheil bieten, dass das zwischen Ganglion und Rückenmark gelegene Stück sehr lang ist, so dass insbesondere das dem Ganglion anhängende Stück lang genug ist, um ganz frei von den Folgen der sogenannten traumatischen Degeneration, die sich immer 1—2 mm weit von der Schnittstelle erstreckt, zur Untersuchung zu gelangen. Niemals fanden wir an vollständig und genau untersuchten Schnittserien einen Befund, der die oben erwähnten Beobachtungen Vejas' und Joseph's hätte stützen können.

Was die zweite Neuerung Joseph's am Waller'schen Gesetz betrifft, nämlich die partielle Degeneration des Ganglion und der hinteren Wurzel nach Durchschneidung des periferen Nerven, so haben wir dazu Folgendes zu bemerken. Wir haben einige Fälle von Kaninchen untersucht, denen der Ischiadicus hoch oben an seinem Austritte aus dem Becken durchschnitten wurde, und welche mehrere Wochen am Leben blieben. Wir konnten in diesen Fällen niemals weder am centralen Nervenstumpfe, noch an den hiezu gehörigen hinteren Wurzeln eine wirkliche echte Degeneration nachweisen, also niemals Marksheidenzerfall, Körnchenzellenbildung, Zerfall des Axencylinders. Wohl aber war in allen diesen Fällen, wenn genügende Zeit nach der Operation verflossen war, eine deutliche Verschmälernng des entsprechenden Hinterstranges kenntlich. Worauf

¹ Archiv f. Anat. u. Phys. 1887, S. 246.

² Prager Medic. Wochenschrift, 1884, S. 302: Über die Unheilbarkeit gewisser Rückenmarkserkrankungen.

diese übrigens lange bekannte Erscheinung beruht, ist uns nicht bekannt, mit der echten Waller'schen Degeneration hat sie entschieden nichts zu thun, denn sie ist schon nach vier Wochen deutlich erkennbar, in einer Zeit also, wo die echte Waller'sche Degeneration noch nicht spurlos abgelaufen ist, also an unseren Präparaten mit Leichtigkeit nachzuweisen gewesen wäre. Wir können also auch diese Beobachtung Joseph's nicht bestätigen. Der Umstand, dass Joseph seine Untersuchungen an der Wurzel des zweiten Halsnerven, wir die unseren an den Sacral- und Lumbalnerven angestellt haben, dürfte wohl nicht genügen, die Differenzen unserer Experimente zu erklären.

Wir können nicht umhin, hier mit wenigen Worten der interessanten Experimente Krause's über Nerven-degeneration zu gedenken, welcher vorwiegend am Menschen untersuchte und zu merkwürdigen Resultaten gelangt ist.¹ Krause untersuchte zuerst im Vereine mit Friedländer die Nerven und Rückenmark von Menschen längere Zeit nach erfolgten Amputationen. Sie kamen zu dem Resultate, dass hier die Nerven einer eigenthümlichen Veränderung unterliegen, die sich zu erkennen gibt im Schwunde des Markes, Vershmälnerung der Nervenfasern und Kernwucherung. Es sollte sich nach diesen Beobachtungen Krause's und Friedländer's um eine einfache Atrophie handeln, die sich wesentlich von der echten Waller'schen Degeneration unterscheidet, ein Resultat, welches mit den von uns am Kaninchen festgestellten vollständig übereinstimmt. Neuerdings jedoch hat Krause seine frühere Ansicht wesentlich modificirt. Er fand nämlich, dass in dem centralen Stücke eines durch Gangrän in seiner Continuität unterbrochenen Nerven beim Menschen aufsteigende Degeneration einer grossen Anzahl von Nervenfasern erfolgt. Controlversuche am Kaninchen lehrten, dass die entsprechende Veränderung bei der Durchschneidung des Kaninchenrückennervens zwar eine sehr geringe, nur wenige Fasern betreffende, aber doch deutlich ausgesprochene ist, und es sollen im periferen Nervenstumpf ebensoviel Fasern erhalten bleiben, als aufsteigend degeneriren. Wir können wie schon erwähnt zu diesen Experimenten Krause's nur bemerken, dass wir zu wiederholten Malen die centralen Stümpfe durchschnittenen Kaninchen-nerven untersucht haben, dass es uns aber niemals gelungen ist, daselbst eine echte Degeneration nachzuweisen; in der Nähe der Schnittstelle findet sich die bekannte traumatische Degeneration, in manchen Nerven wohl hie und da eine degenerirte Faser, die sich ungezwungen als „normale Degeneration (S. Mayer)“ auffassen lässt, niemals aber eine in typischer Weise etwa eine bestimmte Faseranzahl ergreifende Veränderung. Ebenso wenig gelang es uns, im periferen Stumpf eines durchschnittenen Nerven normale Fasern nachzuweisen.

Dass wir ebensowenig das von Vejas constatirte Zugrundegehen des Ganglion nach Durchschneidung des periferen Nerven constatiren konnten, sei hier ebenfalls noch erwähnt. Wir konnten also in unseren Versuchen am Thiere das Waller'sche Gesetz nur abermals in jeder Hinsicht bestätigen und haben für keine einzige der in neuerer Zeit demselben hinzugefügten Correcturen und Erweiterungen in unseren Versuchen eine Stütze gefunden. Dass diese Bemerkung nicht für die von Krause an menschlichen Nerven beobachteten Erscheinungen gilt, bedarf keiner weiteren Erwähnung, da sich unsere Erfahrungen nur auf das Thierexperiment beziehen. Wir glauben aber, dass Krause seine erste Ansicht, die Veränderungen im Centralorgan nach Nervendurchschneidung betreffend, zu schnell zurückgenommen hat, denn dass eine solche einfache Atrophie besteht, ist nach unseren Beobachtungen am Kaninchenrückennark ausser allem Zweifel.² Dass solche einfache Atrophien übrigens auch den motorischen Nerven bei peripherer Durchschneidung ergreifen können, lehren die Versuche v. Gudden's am neugeborenen, Forel's am erwachsenen Thier. v. Gudden constatirte zuerst, dass der N. oculomotorius des Kaninchens mit seinem Kern vollständig zur Atrophie gebracht werden kann, wenn er dicht an seinem Austritte aus dem Centralorgan durchtrennt wird; dasselbe constatirte dieser Forscher auch für den Facialis. Neuerdings hat nun Forel für den Facialis den Nachweis geführt, dass auch an erwachsenen Thieren dieselben Erscheinungen auftreten, wenn genügende Zeit

¹ Archiv f. Anat. u. Phys. Physiol. Abtheilung, 1887, S. 370.

² In vollständiger Übereinstimmung stehen mit dieser Anschauung auch die Versuche von Homén. Neurol. Centralblatt, 1888.

gegeben ist, dass sich die betreffenden Veränderungen entwickeln.¹ Auch hier handelt es sich um eine einfache, noch dazu einen motorischen Nerven betreffende aufsteigende Atrophie, welche mit der Waller'schen Degeneration nicht verwechselt werden darf. Hierher gehören auch die sehr merkwürdigen Atrophien des Facialis-, respective Oculomotoriuskernes nach Entfernung der Lidmuskulatur einerseits, der Iris andererseits, welche neuerdings von Mendel beschrieben worden sind.² Letztere sind umso merkwürdiger, als wie schon erwähnt, v. Gudden selbst Atrophie des Oculomotoriuskernes nur dann fand, wenn es ihm gelang, den Nerven am Antritt aus dem Gehirne abzureissen. Wir selbst untersuchten zu wiederholtenmalen Gehirne von Thieren, denen kurz nach der Geburt die Augenhöhle vollständig ausgeräumt wurde, ohne dass wir jemals am zugehörigen Oculomotorius eine Atrophie hätten nachweisen können. Alle diese Fragen bedürfen noch einer ausgedehnteren experimentellen Untersuchung.

II. Über den Aufbau der Hinterstränge.

Die zweite Frage, welche wir einer erneuerten experimentellen Bearbeitung unterzogen, war die des Verlaufes der hinteren Wurzeln in den Hintersträngen. Schon seit längerer Zeit sind Fälle in der Literatur verzeichnet, wo nach Verletzung der cauda equina beim Menschen durch verschiedene Ursachen sich Degeneration der sogenannten Goll'schen Stränge bis zur Med. oblongata vorfand, eine Beobachtung, welche für sich allein hinreichend wäre, den Beweis zu liefern, dass ein Theil der hinteren Wurzeln seine Fortsetzung bis zur Med. oblongata entsendet. Im Jahre 1881 unternahm der eine von uns (Singer) eine experimentelle Prüfung dieser Frage und gelang es ihm, mit einwurfsfreien Methoden auch den experimentellen Nachweis für diese Thatsache am Hundrückenmark beizubringen.³ Trotzdem diese Resultate Singer's von Kahler, Weiss, Schiff, Borgherini u. A. bestätigt wurden, unterzogen insbesondere einige russische Forscher dieselben einer Nachprüfung und kamen zu vollständig negativen Resultaten.

Bei dem Umstande, dass diesen negativen Beobachtungen von Bechterew und Rosenbach einerseits, Rossolymo andererseits offenbar mehr Bedeutung zugeschrieben wird, als den obgenannten positiven (so z. B. wird in dem Handbuche Obersteiner's nur auf die Arbeit Rossolymo's Rücksicht genommen), wird man es begreiflich finden, dass wir auch diese Frage einer experimentellen Neubearbeitung unterzogen haben und zwar in etwas ausgedehnterem Maassstabe, indem wir die Durchschneidung der hinteren Wurzeln am Frosch, Kaninchen, Hund und an der Katze vornahmen, also an einem Kaltblüter und drei Warmblütern.

Wir beginnen mit der Darstellung unserer Resultate am Rückenmark des Frosches. Mehreren Fröschen (*R. esculenta*) wurden im Frühjahr 1889 einige hintere Wurzeln der Lendennerven zwischen Spinalganglion und Rückenmark durchgeschnitten, die Thiere nach 5–6 Wochen getödtet und das Rückenmark nach Härtung in Müller'scher Flüssigkeit und Marchi's Reagens untersucht. Ein Blick auf die Fig. 2–4 belehrt besser als eine ausführliche Beschreibung über das erlangte Resultat. An der durchgeschnittenen Wurzel entsprechenden Partie des Lendenmarks (Fig. 2) sieht man eine den grössten Theil des betreffenden Hinterstranges einnehmende Degeneration. Diese nimmt höher oben im Brustmark (Fig. 3) in Form eines schmalen Dreieckes den inneren Rand des entsprechenden Hinterstranges ein und lässt sich, wie Fig. 4 lehrt,⁴ nachweisen bis zur erfolgten Öffnung des Centralkanals.

Die folgenden Figuren 5–9 geben das Resultat desselben Experimentes am Rückenmark des Kaninchens wieder. Die Abbildungen bedürfen wohl keiner ausführlichen Beschreibung. Wieder sieht man die Degeneration in derselben Weise sich durch das ganze Rückenmark bis zum obersten Halsmark erstrecken, wie dies von Singer für den Hund schon beschrieben wurde.

¹ Archiv f. Psychiatrie, Bd. XVIII.

² Neurol. Centralblatt, 1887, S. 537.

³ Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. 1881.

⁴ Irrthümlicherweise ist Fig. 4 verkehrt zum Abdruck gelangt.

Dass die Wiederholung dieses Versuches am Hunde- und Katzenrückenmark denselben Erfolg hatte, bedarf nach dem Mitgetheilten kaum der Erwähnung und verzichten wir für das Katzenrückenmark auf die Mittheilung von Abbildungen. Hingegen bringen wir vom Hunde eine Reihe von Abbildungen über einen Versuch, der noch eine weitere Frage näher zu erläutern bestimmt war. Es war nämlich die Frage zu beantworten, ob die zur Med. oblongata verlaufenden Antheile der hinteren Wurzeln durch das ganze Rückenmark hindurch an einer gegebenen Stelle des Rückenmarkquerchnittes hinaufziehen oder ob für die höher eintretenden ein anderer Verlaufsmodus besteht als für die unteren.

Zu diesem Zwecke wurde an zwei jungen Hunden folgender Versuch angestellt. Wir durchschnitt nach Eröffnung des Wirbelkanales die hinteren Wurzeln von der sechsundzwanzigsten bis zur achtundzwanzigsten, hierauf in derselben Sitzung die zwanzigste bis zur zweiundzwanzigsten. Nach vier Wochen wurden die Thiere getödtet und das Rückenmark in der angegebenen Weise untersucht. Fig. 10 bis Fig. 15 gibt das Resultat dieses eleganten Experimentes wieder. In Fig. 10 sieht man das bekannte Bild der Hinterstrangdegeneration nach einseitiger Wurzeldurchschneidung, in Fig. 11, welche nach einem Schnittpräparat aus der Gegend der 20. bis 22. Wurzel angefertigt ist, sieht man die degenerirten Wurzelfasern bereits weit medialwärts getreten, während an der Innenfläche des Hinterhornes die neu hinzugetretenen degenerirten Fasern der höher oben durchtrennten Wurzeln ins Auge fallen. Höher oben in der Gegend der 18. Wurzel (Fig. 12) zeigt der betreffende Hinterstrang die beiden fast parallel verlaufenden Degenerationsstreifen noch weiter medial, aber noch durch eine Zone normaler Nervenfasern von einander getrennt, während im Brustmark (Fig. 13) die beiden Degenerationsstreifen an ihrem der grauen Substanz zugewendeten Ende miteinander zu verschmelzen beginnen und in der Halsanschwellung und im oberen Halsmark (Fig. 14 und 15) eine Trennung bereits nicht mehr besteht und nur eine kleine, annähernd in Gestalt eines Dreieckes angeordnete Zahl degenerirter Fasern übrig bleibt. Es verlaufen also beim Hunde die langen Bahnen der betreffenden Lendenwurzeln gesondert im Hinterstrang bis in das Brustmark, von da ab vermischen sie sich und laufen gemeinsam zur Med. oblongata. Dass den höher eintretenden Wurzeln weiter nach aussen gelegene Bezirke in den Hintersträngen entsprechen, hat schon Kahler auf Grund der Combination der Befunde Singer's und eigener Beobachtungen geschlossen, und die Trennung der Hinterstränge in die sogenannten Goll'schen Stränge und Burdach'schen Stränge als eine künstliche bezeichnet.¹ In der That ist es am wahrscheinlichsten, dass die inneren Partien der Hinterstränge aus langen Bahnen bestehen, während in den äusseren Partien derselben lange mit kurzen vermischt verlaufen, dass ferner in einer gewissen Höhe über dem Eintritt einer Wurzel die langen Bahnen derselben nach einwärts streben, während die kurzen, nachdem sie eine kurze Strecke durchlaufen, in die graue Substanz eintreten. Bei den höchsten Cervicalnerven müsste dann der Hinterstrang bereits zum grössten Theile aus langen Bahnen bestehen, so dass ein Einwärtsziehen der betreffenden Wurzelfasern kaum mehr denkbar erscheint, ebenso müsste angenommen werden, dass für die oberen Nervenwurzeln der Kern des Burdach'schen Stranges dieselbe Rolle spielt wie der Kern der Goll'schen für die unteren. Ein weiteres Experiment zeigt das Zutreffende dieser Vermuthung.

Einer jungen Katze wurden die hinteren Wurzeln zweier Sacralnerven und in derselben Sitzung die hintere Wurzel des zweiten Spinalnerven zwischen Rückenmark und Ganglion durchschnitten.

Fig. 16 zeigt einen Querschnitt durch das obere Halsmark in der Höhe des Eintrittes des zweiten Halsnerven. Man sieht deutlich der Fissura med. post. anliegend die wenigen degenerirten Fasern, welche von den durchschnittenen dünnen Sacralwurzeln herkommen, an der Innenfläche des Hinterhornes eintretend die degenerirte zweite Wurzel. In der darauffolgenden Abbildung, wo bereits der Kern des zarten Stranges zu erkennen ist (Fig. 17), tritt der degenerirte Faserzug der zweiten Spinalnervenwurzel weiter nach innen, bleibt aber in den nächstfolgenden Schnitten ziemlich genau an derselben Stelle, um sich dann in den Kern des Burdach'schen Stranges allmählig einzusenken (Fig. 18 und 19). Wir glauben, dass die hier

¹ Tageblatt der Naturforscherversammlung in Eisenach.

² Neurol. Centralblatt, 1884, S. 217.

mitgetheilten Versuchsergebnisse und abgebildeten Präparate wohl hinreichen dürften, jeden etwa noch bestehenden Zweifel an der Richtigkeit des Satzes, dass die hinteren Wurzeln einen Theil ihrer Fasern bis zur Medulla oblongata entsenden, zu beheben, und haben nur mit einigen Worten der Arbeiten zu gedenken, in welchen das Gegentheil behauptet wird. Was die Arbeit von Bechterew und Rosenbach¹ betrifft, so ist sie bereits von Kahler und Schulze einer scharfen Kritik unterzogen worden, wir können uns daher kurz fassen. Diese Forscher, welche die Arbeit Singer's als nicht genügend erachtet konnten, fanden offenbar auch die Methode Singer's nicht zweckentsprechend, und statt den Wirbelcanal ordentlich zu eröffnen und jede einzelne Wurzel isolirt zu durchschneiden, stießen sie ein zweischneidiges Messer in den Zwischenraum zwischen Kreuzbein und letzten Lendenwirbel und „durchschnitten die Gesamtmasse der Wurzeln, welche die Cauda equina bilden“, subcutan.

Aus der mikroskopischen Untersuchung des Rückenmarkes solcher Thiere erschlossen Bechterew und Rosenbach, dass die Spinalganglien auch den Ganglienzellen des Rückenmarkes als trophische Centren dienen, dass ferner die Goll'schen Stränge nur selten erkranken, und nur dann, wenn die graue Substanz primär erkrankt ist; es hätten also die Goll'schen Stränge mit den hinteren Wurzeln gar keine directen Beziehungen. Was nun vor Allem die Methode betrifft, welche übrigens, was Bechterew und Rosenbach nicht angeben, von Claude Bernard zuerst angewendet wurde, so sucht sie trotz des grossen Namens ihres Erfinders an Rohheit ihres Gleichen und ist zu einer exacten Untersuchung einfach unbrauchbar. Warum die von Singer angegebene Methode nicht benützt wurde, ist unverständlich, da sie sehr leicht ist und die Thiere beliebig lange am Leben erhalten werden können. Wenn die russischen Gelehrten behaupten, dass man die Thiere dabei nicht lange am Leben erhalten kann, so müssen wir erwidern, dass wir bei dieser Operation bei Hund, Kaninehen und Katze in zahlreichen Experimenten niemals einen Todesfall zu beklagen hatten, dass Singer in seiner Arbeit über die Folgen der temporären Verschlussung der Aorta ein Präparat von einem Hunderückenmark abbildet, das von einem Thiere stammt, welches die Operation der Wurzel-durchschneidung ein Jahr überlebte, und dass endlich auch Kahler mit derselben Methode ähnliche Erfahrungen gemacht hat. Im Gegensatz dazu gingen die Thiere, die nach der Bernard'schen Methode operirt wurden, nach 10—30 Tagen zu Grunde und nur wenige überlebten den Eingriff 2—3 Monate.

Wenn aber Schulze in seiner Kritik der oben genannten Arbeit² der Ansicht ist, dass die Thiere wahrscheinlich nicht lange genug gelebt hätten, um die Entwicklung der Degeneration zu gestatten, so müssen wir Bechterew und Rosenbach selbst zugestehen, dass die Zeit von 13—14 Tagen, nach welcher von den genannten Forschern die Untersuchung vorgenommen wurde, allerdings hinreicht, um dieselbe erkennen zu lassen. Wenn Bechterew und Rosenbach dieselbe nicht fanden, dann bestehen nur zwei Möglichkeiten, entweder war die Durchschneidung der Wurzeln nicht erfolgt, was bei der Unsicherheit der Methode nicht Wunder nehmen könnte, oder es wurde die Degeneration nicht erkannt. Wir können nur wiederholen, dass die Betheilung der hinteren Wurzeln an dem Aufbau der Burdach'schen und der Goll'schen Stränge eine der am leichtesten zu constatirenden Thatsachen der experimentellen Anatomie des Rückenmarks bildet. Den Befund an den Ganglienzellen des Rückenmarkes, den Bechterew und Rosenbach gemacht haben wollen, konnten wir in unseren zahlreichen Fällen ebensowenig constatiren, als Kahler. Bezüglich der zweiten von Rossolymo herrührenden Arbeit nur wenige Worte. Rossolymo fand, dass beim Meerschweinehen nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln keine Degeneration in den Goll'schen Strängen erfolge. Wenn dieser Forscher sich damit begnügt hätte, dies als Thatsache mitzutheilen, so würden wir keine weitere Veranlassung nehmen, auf seine Ansichten näher einzugehen: wir haben selbst am Meerschweinehen keine genügende Anzahl von Versuchen angestellt und können nur als wahrscheinlich annehmen, dass das was für den Frosch, das Kaninehen, den Hund und die Katze gilt, auch für das Meerschweinehen wahr sein dürfte. Indess besteht keine Nöthigung, diesen Schluss zu ziehen, da es ja bekannt ist, dass die Pyramidenbahn, welche bekanntlich

¹ Neurol. Centralblatt, 1884, S. 265.

² Neurol. Centralblatt, 1887, Ref., S. 292.

bei den meisten Thieren, so auch beim Kaninchen in den Seitensträngen verläuft, bei der Ratte, der Maus und dem Meerschweinchen in den Hintersträngen gelegen ist, also weitgehende Variationen bei nahestehenden Thieren in der Anordnung der Bahnen bestehen können. Aber auf eine neuere Arbeit, in welcher Rossolymó aus einer Beobachtung am Menschen die Theilnahme der hinteren Wurzeln am Aufbaue der Goll'schen Stränge leugnen will, müssen wir hier näher eingehen. Rossolymó beobachtete folgenden Fall:¹ Bei einer Kranken, welche während des Lebens eigenthümliche Sensibilitätsstörungen zeigte, auf die einzugehen hier nicht nothwendig erscheint, fand sich in der grauen Substanz des Rückenmarkes eine gliomatöse Neubildung vor, welche in folgender Weise angeordnet erschien. Die ersten pathologischen Veränderungen finden sich in der Höhe des zehnten bis elften Dorsalwurzel, wo die Neubildung der Spitze des linken Hinterhornes einnimmt. „Die Hinterwurzeln, welche in geringer Zahl direct in die Spitze der Hinterhörner eintreten, sind links verschwunden; die Hauptmasse aber der Hinterwurzeln, welche in die Hinterhörner von deren Innenseite eintreten, sind beiderseits vollständig intact.“ Die weisse Substanz normal. In der Höhe der neunten Wurzel ist der Befund im Wesentlichen derselbe. In der Höhe der achten Wurzel nimmt die Neubildung das ganze linke Hinterhorn ein. Die hinteren Wurzeln sind links fast alle atrophisch, abgesehen von einer ganz kleinen Anzahl von Fasern, welche von innen hart an der Basis des Hinterhornes in die graue Substanz eindringen, ausserdem ein schmaler Degenerationsstreifen im Burdach'schen Strang am inneren Hornrande. In der Höhe der vierten bis siebenten Dorsalwurzel ist die Betheiligung des linken Hinterhornes ganz dieselbe wie früher, die linken Hinterwurzeln fast vollständig vernichtet. Die weisse Substanz zeigt dieselben Veränderungen wie vorhin. In der Höhe der ersten bis vierten Brustnerven ist an der Innenseite des linken Hinterhornes ein Wurzelfaserbündel kenntlich, ausserdem ein feiner Degenerationsstreifen, der in der Mitte des Innenrandes des linken Hinterhornes beginnt und fast parallel der Fissura posterior zur Peripherie zieht. In der Höhe der Halsanschwellung endlich greift das Gliom auf den vorderen Theil der Hinterstränge über, die hinteren Wurzelfasern sind nur am Kopfe des linken Hinterhornes in geringer Anzahl erhalten und zwar diejenigen, welche in querer Richtung ins Rückenmark eintreten. Auf die weiter nach oben sichtbaren Veränderungen brauchen wir hier nicht weiter einzugehen. Rossolymó stellt nun an den Schluss seiner Abhandlung ruhig folgenden Satz hin: „Was nun den Umstand anlangt, dass bei unserer Patientin . . . deren linke Hinterwurzeln im ganzen Hals- und Dorsaltheile fast ganz vernichtet erschienen, nichtsdestoweniger die Goll'schen Stränge vollständig normal blieben, so bestätigt dies in vollem Masse unsere frühere Annahme, dass die Goll'schen Stränge, entgegen der Behauptung mancher Autoren, keine directe, unmittelbare Fortsetzung der Hinterwurzeln bilden.“

Sehen wir zu, ob dieser so apodictisch aufgestellte Satz wirklich auf festen Füßen steht. In der That, hätten wir einen Fall vor uns, in welchem die Hinterwurzeln im ganzen Hals- und Dorsalmark zwischen Rückenmark und Spinalganglien oder wenigstens bei ihrem Durchtritt durch den Hinterstrang durchtrennt wären und die Goll'schen Stränge wären intact, wir würden uns vor der Macht der Thatsachen beugen und würden die Richtigkeit obigen Ausspruches für den Menschen, bei vollständigem Aufrechterhalten unserer, in zahlreichen Experimenten festgestellten Resultate für die verschiedenen Thierclassen, zugeben. Dieses ist aber nicht der Fall. Die gliomatöse Neubildung in Rossolymó's Fall betrifft fast ausschliesslich die graue Substanz des Hinterhornes, kann also nur diejenigen Wurzelfasern durchtrennt und eventuell zur Atrophie gebracht haben, welche in die graue Substanz einstrahlen, nicht aber jene, welche in den Hinterstrang eintretend, im weiteren Verlaufe einwärtsziehend zu langen Bahnen werden und die Goll'schen Stränge, respective die inneren Theile der Burdach'schen Stränge aufbauen, es konnte also in Rossolymó's Fall gar keine bedeutende Degeneration im Hinterstrange auftreten, ja der Fall ist sogar sehr geeignet, gegen die Ansicht Beehterew's über den Ursprung der Goll'schen Stränge, der sich vielleicht auch Rossolymó anschliesst, angezogen zu werden. Beehterew lässt nach seinen neuen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen, durch die er sich um die Anatomie des Centralnervensystems unbestreitbare Verdienste erworben

¹ Archiv f. Psychiatrie, 1890, S. 897.

hat, die Goll'schen Stränge aus den zerstreuten Zellen des Hinterhorns ihren Anfang nehmen, längs des inneren Hinterhornrandes in die graue Substanz der hinteren Commissur eintreten, von der Mittellinie scharf nach hinten umbiegen und bis zur Mitte der Hinterstränge gehen. Wäre diese Ansicht über den Ursprung der Goll'schen Stränge ausschliesslich richtig, und wir werden bald Gelegenheit haben, zu zeigen, dass wir durchaus nicht gesonnen sind, sie vollständig in Abrede zu stellen, so müsste in dem Falle von Rossolimo, in welchem das Hinterhorn in so bedeutender Ausdehnung degenerirt war, auch der Goll'sche Strang in grosser Ausdehnung degenerirt gewesen sein. Es ist also unserer Ansicht nach der besprochene Fall gar nicht dazu geeignet, das zu beweisen, was Rossolimo damit beweisen wollte und zur Lösung dieser Frage gar nicht verwendbar, er ändert also an der Beweiskraft der am Menschen beobachteten Fälle von Compression der Cauda equina und der experimentellen Untersuchungen gar nichts.

Lehren unsere Experimentaluntersuchungen in Übereinstimmung mit den Anschauungen Kahler's, dass die Hinterstränge und zwar sowohl Burdach'scher, als Goll'scher Strang aus directen Fortsetzungen der hinteren Wurzeln sich aufbauen, so ist damit noch nicht gesagt, dass dieselben ausschliesslich aus hinteren Wurzeln entstehen. Die Möglichkeit, dass auch noch Fasern aus der grauen Substanz in den Aufbau derselben eintreten, war gegeben und glücklicherweise einer experimentellen Prüfung zugänglich.

Im Jahre 1884 lehrten Ehrlich und Brieger in einer interessanten Mittheilung die Verwerthbarkeit des Stenson'schen Versuches für die anatomische Erforschung des Rückenmarkes.¹ Sie zeigten, dass nach temporärer (eine Stunde dauernder) Ligatur der Aorta die graue Substanz des Lendenmarkes absterbe, so dass es möglich erscheint, die mit der Nekrose derselben zusammenhängenden secundären Degenerationen zu studiren. Ehrlich und Brieger fanden bei Thieren, welche den Eingriff längere Zeit überlebten, Degeneration der vorderen Wurzeln, normale hintere Wurzeln und Spinalganglien, Degeneration in den Vorderseitensträngen bis auf eine schmale, die äusserste Peripherie des Vorderseitenstranges einnehmende Zone. Die Hinterstränge waren bis auf eine schmale sklerotische Partie an ihrer Kuppe normal. Singer hat die Versuche von Ehrlich und Brieger im Jahre 1884 wiederholt und ihre Resultate im Wesentlichen bestätigt.² Indess konnte er sich von einer degenerativen Veränderung in den Hintersträngen nicht überzeugen. Andererseits fiel ihm jedoch an Thieren, welche den Eingriff längere Zeit (bis zu fünf Wochen) überlebt hatten, auf, dass bei vollständig normalen hinteren Wurzeln und Spinalganglien auch die Hinterstränge entschieden verschmälert erscheinen, ohne dass es ihm gelungen war, daselbst eine Degeneration nachzuweisen. Als wir daher die äusserst empfindliche Marchi'sche Methode kennen lernten, wurde eine nochmalige Wiederholung dieses Experimentes vorgenommen und ergab in der That bei Anwendung dieser Methode die früheren Beobachtungen ergänzende und corrigirende Resultate.³

An Horizontalschnitten aus dem Lendenmarke solcher Thiere (es stehen uns Schnittserien von zwei Thieren zu Gebote, welche die Operation vier Wochen überlebten) fand sich die bekannte Verschmälernng des Querschnittes der grauen Substanz, Schwund der Ganglienzellen, dichte Degeneration in den Vorderseitensträngen mit geringer Betheiligung der peripheren Partie des Hinterseitenstranges, Degeneration der vorderen Wurzeln, bei vollständig normalem Befund der hinteren und der Spinalganglien. Ausserdem fand sich nun im Lendenmarke über den Querschnitt der Hinterstränge verbreitet eine diffuse, Fasern feinen Kalibers betreffende Degeneration, welche eine nicht allzugrosse Faseranzahl betreffend, nur an den der hinteren Commissur der grauen Substanz anliegenden Partien der Hinterstränge etwas dichter wird. (Fig. 20 u. 21.) Wie insbesondere Sagittal- und Frontalabschnitte durch die betreffenden Rückenmarksabschnitte mit den austretenden Wurzeln zeigen (Fig. 23 u. 24), beschränkt sich diese Degeneration nur auf den Hinterstrang selbst und lässt die hinteren Wurzeln und Spinalganglien vollständig frei. Fig. 23 zeigt einen Sagittalschnitt durch ein solches

¹ Zeitschrift f. klin. Medic. VII.

² Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. 1887.

³ Ich habe diese Experimente im Frühjahr 1889 im Laboratorium für experimentelle Pathologie vorgenommen und danke Herrn Prof. Knoll, Vorstand dieses Institutes, für seine freundliche Unterstützung und Überlassung des Versuchsmaterials auf's Beste.

Prof. Singer.

Rückenmarksfragment. Man sieht rechts die degenerirten Vorderstränge, ihnen anliegend die vollständig degenerirten vorderen Wurzeln, hinten die im Ganzen und Grossen normalen Hinterstränge mit den spärlich eingemengten degenerirten Fasern, ihnen anliegend die vollständig normalen hinteren Wurzeln. (Der helle Fleck in der Mitte entspricht einer Stelle des Präparates, wo das Reagens nicht eingedrungen ist.) Fig. 24 ist ein Frontalschnitt, der nur die Vorderstränge und ein miteingebettetes Wurzelfaar getroffen hat, in der Mitte sind die degenerirten Vorderstränge (in der Mitte derselben die graue Substanz) sichtbar, zu beiden Seiten Spinalganglien und hintere Wurzeln, beide vollständig normal, die vorderen Wurzeln vollständig degenerirt. Wir betonen diesen Befund besonders, da Herter¹ die Folgen der temporären Verschlussung der Aorta als myelitische auffasst und ausser den beschriebenen Veränderungen der grauen Substanz und der vorderen Wurzeln nach fünf Wochen Degeneration der hinteren Wurzeln und der aus denselben in die Spinalganglien eintretenden Fasern, sowie Hämorrhagien in den letzteren gesehen haben will. Wäre dies der Fall, handelte es sich wirklich um eine einfache Myelitis, welche unterschiedslos graue und weisse Substanz ergreift, dann wäre der Versuch von Ehrlich-Brieger ein pathologisches Curiosum, für das Studium des Faserverlaufes im Rückenmark aber nicht brauchbar. Dem ist aber nicht so. Weder Ehrlich und Brieger, noch Singer, noch endlich Spronek,² der ebenfalls eine einschlägige Versuchsreihe publicirt hat und dessen Arbeit Herter, offenbar ohne die Singer's gelesen zu haben, „viel besser“ nennt, als die des letzteren, haben myelitische Veränderungen in der weissen Substanz oder Veränderungen in den hinteren Wurzeln oder Ganglien constatiren können. Wenn Herter erklärt, es wäre ihm 30 Tage nach dem Eingriffe unmöglich gewesen, in der weissen Substanz eine Spur von secundärer Degeneration zu entdecken,³ dann kennt er das Bild derselben eben gar nicht, und wird es wünschenswerth für ihn sein, bevor er wieder einschlägige Experimente anstellt oder gar publicirt, sich an ein paar Durchschneidungsversuchen mit demselben vertraut zu machen.

Bei der Weiteruntersuchung der beiden Rückenmarke gegen das Brustmark hinauf stellte sich nun weiter heraus, dass die Degeneration nicht, wie Ehrlich und Brieger und nach ihnen Singer und Spronek fanden, bereits am Übergang des Lendenmarkes zum Brustmark aufhört, sondern noch weiter hinauf zu verfolgen ist und zwar in folgender Weise. Am Anfange des Brustmarkes bereits erscheint der Gesamtquerschnitt der Hinterstränge frei von Degeneration bis auf den hinteren Rand der Goll'schen Stränge, in welchen eine geringe Anzahl degenerirter Nervenfasern kennlich ist (Fig. 22) und bis zum obersten Halsmark nachweisbar bleibt. (Fig. 23.) Auf die Veränderungen in den Vorderseitensträngen kommen wir weiter unten noch zu sprechen.

Bevor wir zur näheren Analyse dieses Befundes schreiten, müssen wir noch mit wenigen Worten die Frage erörtern, wieso derselbe den früheren Beobachtern entgangen ist. Wir haben schon in unserer Chiasmaarbeit Gelegenheit genommen, darauf hinzuweisen, dass die Weigert'sche Methode sich zum Nachweise zerstreuter degenerirter Fasern wenig eignet, und zwar sowohl in ihrer ursprünglichen Gestalt, als auch in der Pal'schen Modification, und darin liegt auch der Grund, dass die erwähnten degenerativen Veränderungen übersehen wurden. Eine abermalige Durchsicht der uns vorliegenden Präparate zu der oben citirten Arbeit Singer's liess uns auch diesmal in den Hintersträngen nichts Charakteristisches erkennen. Wenn Bernheimer⁴ in diesem Punkte mit uns nicht übereinstimmt, so stehen ihm vielleicht grössere Erfahrungen über den Gegenstand zu Gebote; uns hat bei wiederholter Untersuchung von Rückenmarkspräparaten mit zerstreuter Degeneration die Weigert'sche Methode keine verlässlichen Resultate geliefert, und schliessen wir uns diesbezüglich vollständig dem Ausspruch Mendel's bei Gelegenheit des Referates über die Michel'sche Chiasmaarbeit an, dass die Weigert'sche Methode, die ja so ausgezeichnete Dienste leistet, wenn sie positive

¹ A study of experimental myelitis; The Journal of nervous and mental disease. New-York 1889, April.

² Arch. de phys. norm. et pathol. 1888.

³ L. c. S. 212.

⁴ Knapp's Archiv, 1888.

Ergebnisse gibt, doch eine gewisse Vorsicht erheischt, wenn die mit ihr gewonnenen Resultate negativ sind.“¹

Es ergaben die zuletzt mitgetheilten Versuche für den Aufbau der Hinterstränge das Resultat, dass die letzteren und zwar sowohl die Burdach'schen, wie die Goll'schen Stränge wohl zum grossen Theile, aber nicht ausschliesslich aus hinteren Wurzeln aufgebaut sind, es mischen sich vielmehr den letzteren wahrscheinlich Fasern hinzu, welche aus der grauen Substanz kommen. Den Ort, an dem dieselben aus der grauen Substanz austreten, können wir nicht bestimmen. Doch spricht die stärkere Anhängung der degenerirten Fasern im Hinterstrange an dessen Kuppe im Lendenmark dafür, dass dies in der Gegend der hinteren Commissur stattfindet, was mit dem oben angezogenen Befunde Bechterew's in Übereinstimmung wäre.

Wir wollen, bevor wir weitergehen, noch mit einigen Worten einer interessanten Thatsache gedenken, die wir zu constatiren Gelegenheit hatten. Es ist bekannt, dass mehrere Beobachter, darunter zuletzt Singer und Bechterew die Angabe machten, dass ein Theil der hinteren Wurzelfasern, der in die graue Substanz einstrahlt, bis weit nach vorne gegen die Ganglienzellen des Vorderhornes zieht. Da Spronek in seiner oben angeführten Arbeit zum entgegengesetzten Resultate gelangt ist, so sei hier noch ein Querschnitt aus dem Sacralmark eines Hundes mit einseitiger Durchschneidung einer hinteren Wurzel abgebildet, welcher diese Thatsache aufs Neue illustriert (Fig. 25). Man sieht die degenerirten, intensiv geschwärzten Wurzelfasern weit nach vorne in das Vorderhorn einstrahlen. Wir bemerken, dass man diese Thatsache an allen Rückenmarksabschnitten, die der Wurzeldurchschneidung zugänglich sind, nachzuweisen im Stande ist, am sichersten und am leichtesten aber am Sacralmark, wo der Gesamtquerschnitt des Organs ein geringer ist und wo die Einstrahlung nicht so schräge, sondern mehr horizontal erfolgt.

Eine weitere Reihe von Abbildungen möge dazu dienen, die Beziehungen der Kerne des Burdach'schen Stranges zur Schleife zu illustriren. Es stehen uns zwei Schnittserien zur Verfügung, welche die Beobachtungen von Monakow, Spitzka, Edinger, Forel und P. Meyer im Wesentlichen bestätigen. Die Versuche wurden an zwei jungen Katzen vorgenommen. In tiefer Chloroformnarkose wurde die hohe Nackenmuskulatur mit Messer und Pinzette bis auf die Membrana obturatoria wegpräparirt und hierauf letztere mit einer scharfen spitzen Scheere an- und nach allen Seiten eingeschnitten. Vermeidet man hierbei die grossen Blutgefässe, dann liegt der Calamus scriptorius bequem da und kann leicht experimentell in Angriff genommen werden. Die Thiere überleben den Eingriff ganz gut. Wie die anatomische Untersuchung beider von uns in dieser Weise operirten Thiere lehrte, wurde in beiden Fällen nur der untere Theil des Kernes des Burdach'schen Stranges zerstört, während die obere Partie desselben unverletzt blieb. An der Stelle der Verletzung sieht man die gewöhnliche traumatische Degeneration und zugleich sieht man ein starkes Bündel degenerirter Fasern direct in die Schleifenkreuzung eintreten und sich sofort zwischen Olive und Pyramide der gekreuzten Seite zu einem geschlossenen Faserzuge sammeln. (Fig. 26.) Andere der degenerirten Fasern sieht man im weiten Bogen gegen die Olive derselben Seite hinziehen, so dass es in den ersten Schnitten der Serie den Anschein hat, als würden sie in letzterer verbleiben. Bei genauer Durchmusterung der weiter nach oben gelegenen Schmitte sieht man hingegen, wie die degenerirten Bogenfasern über die Raphe hinüberziehend in grosser Menge in die Olivenzwischen-schicht der gekreuzten Seite eintreten.² (Fig. 27.) Noch weiter oben ist die Kreuzung vollendet und der vordere Theil der Olivenzwischen-schicht deutlich degenerirt. (Fig. 28.) Dass nicht die ganze Olivenzwischen-schicht degenerirt ist, hat wohl seinen Grund in der unvollständigen Zerstörung des Burdach'schen Kernes und wohl auch in dem Intactbleiben des Goll'schen Kernes. Die Verfolgung derselben Schnittserie nach oben zeigt die Fortsetzung der degenerirten Olivenzwischen-schicht in die ebenfalls degenerirte Schleife, und lassen sich die letzten Reste der Degeneration bis in den Thalamus opticus verfolgen. (Fig. 29—34). Letztere Beobachtung ist in Übereinstimmung mit einem Versuche von Monakow, welcher die Schleife durch Abtragung

¹ Neurol. Centralblatt, 1888, S. 96.

² Fig. 26, 33 und 34 von einem Thiere mit rechtsseitigen, die übrigen Abbildungen von einem Thiere mit linksseitigen Läsionen.

des Parietalhirnes am neugeborenen Thiere zur Atrophie brachte, wie er vermuthet, unter Vermittlung einer Atrophie der Kerne des Thalamus opticus.¹ Fassen wir in Kürze zusammen, was wir über den Verlauf der hinteren Wurzelfasern ermitteln konnten, so ergibt sich Folgendes: Jede hintere Wurzel zerfällt bei ihrem Eintritt ins Rückenmark in drei Abschnitte. Ein Theil strahlt in die graue Substanz des Hinterhornes ein und zwar einerseits direct in dessen Spitze, anderseits in dessen Innenfläche nach Durchtritt durch den gleichnamigen Hinterstrang; die Einstrahlung erfolgt zum Theil weit nach vorn in die graue Substanz des Vorderhornes. Ein zweiter Theil der Wurzelfasern steigt in den Hintersträngen aufwärts und tritt während seines Verlaufes nach oben immer mehr nach innen, dabei an Faserzahl erheblich abnehmend, so dass anzunehmen ist, dass auf diesem Wege nach oben sich noch Fasern in die graue Substanz einsenken, ein kleiner Rest dieser Fasern als dritter Theil endlich erreicht die Medulla oblongata und senkt sich von den unteren Spinalnerven her in den Kern der zarten, von den oberen her in den Kern der Burdach'schen Stränge ein. Wo die Grenze beginnt, an welcher die langen Hinterstrangsbahnen vom Kern des Goll'schen zu dem der Burdach'schen abbiegen, müsste erst durch besondere Experimente festgestellt werden. Wir erwähnen indess, dass solche Versuche am oberen Brustmark und unteren Halsmark der Säugethiere kaum durchführbar erscheinen wegen der stark entwickelten Dornfortsätze und der starken Muskelarterien daselbst, wenigstens misslangen solche schon im Jahre 1882 unternommene Versuche Singer's vollständig. Die Versuche mit anämischer Nekrose der grauen Substanz machen es fernerhin sehr wahrscheinlich, dass sich den Hintersträngen noch aus der grauen Substanz Fasern beimischen, welche vielleicht in der Gegend der hinteren Commissur der grauen Substanz in dieselben eintreten und ebenfalls in kurze Fasern, d. i. solche, die nach kurzem Verlauf wahrscheinlich in die graue Substanz wieder zurückkehren und in lange, d. i. solche, welche zur Medulla oblongata aufsteigen, zerfallen. Nach einer Unterbrechung durch graue Substanz in den Kernen der zarten und Burdach'schen Stränge erfolgt der Übertritt der langen Hinterstrangsbahnen in die Schleifenbahn der gekrenzten Seite.

III. Über den Aufbau des Vorderseitenstranges.

Wenn wir zu den Resultaten übergehen, welche wir bezüglich des Aufbaues der Vorderseitenstränge erhielten, so ist es am zweckmässigsten, mit der Feststellung der laugen Bahnen zu beginnen. Wir theilen daher vor Allem die Ergebnisse der von uns vorgenommenen Gehirnexcirpationen mit. Wir hatten bei der Wiederaufnahme dieser ja in jüngster Zeit hinreichend wiederholten Versuche insbesondere diejenigen Arbeiten im Auge, welche sich mit der Frage der doppelseitigen Degeneration der Pyramidenseitenstränge nach einseitiger Excirpation der motorischen Zonen beschäftigten, sowie eine Arbeit über absteigende Degeneration im Rückenmark nach Grosshirnverletzungen von Marchi und Algeri,² welche zu sehr merkwürdigen Schlussfolgerungen gelangt sind, und deren Nachprüfung wir für wünschenswerth erachteten.

Was den ersten Theil der Frage betrifft, so haben in den letzten Jahren eine Anzahl guter Beobachter am Menschen (Pitres) und Thiere (Langley, Sherrington, Löwenthal) doppelseitige Degeneration im Seitenstrang nach einseitiger Grosshirnläsion in einer Anzahl von Fällen beobachtet, ohne dass man bis jetzt über die Erklärung dieses merkwürdigen Befundes einig wäre.³

Wenn Pitres sich der Ansicht zuneigt, dass es sich in diesen Fällen um einen Zusammenhang der einen Grosshirnhemisphäre mit beiden Rückenmarkshälften handelt, eine Ansicht, die durch die seit Flechsig bekannte Variabilität der Pyramidenvorderstrangsbahnen nicht ohne Wahrscheinlichkeit ist und jedenfalls die einfachste Art der Erklärung darbietet, so sprechen wiederum die experimentellen Befunde insbesondere Sherrington's gegen diese Auffassung. Der letztgenannte Forscher fand nämlich, dass die gleichseitige Degeneration bei zwölf Hunden, welche 3—13 Monate nach der Gehirnverletzung zur Untersuchung kamen, weit

¹ Neurol. Centralblatt, 1885, S. 34.

² Rivista sperimentale di freniatria e di med. legale, 1887, p. 208.

³ Siehe über diesen Gegenstand die vortreffliche Zusammenstellung von Langley in Brain, 1886, S. 98.

weniger entwickelt erschien als die gekreuzte, während sie bei zwei Hunden 7 und 14 Tage nach der Operation nur im gekreuzten Seitenstrange vorhanden war. Er schliesst daraus, dass die gleichseitige Degeneration einige Wochen später auftritt als die gekreuzte. Ferner fand Sherrington, dass das Areal der gleichseitigen Degeneration statt beim Herabsteigen in das Brust- und Lendenmark abzunehmen, in dem oberen Lenden- und unteren Brustmark grösser ist als im mittleren Brustmarke, ferner grösser zwischen drittem und siebentem als zwischen erstem und drittem Halsnerven, Thatsachen, die mit der Annahme eines einfachen Zusammenhanges der einen Pyramide mit beiden Seitensträngen sich nicht recht vereinigen lassen. Es hat daher Langley eine Hypothese zur Erklärung dieses Phänomens aufgestellt, welche annimmt, dass die Degeneration im gleichseitigen Pyramidenseitenstrange durch Vermittlung der grauen Substanz erfolgt. Es würde also zuerst der gekreuzte Pyramidenseitenstrang degenerieren, nach längerer Zeit die graue Substanz, die mit demselben zusammenhängt und hierauf erst als „tertiäre“ oder „rückgekreuzte“ („recrossed“) Degeneration ein Theil des gleichseitigen Seitenstranges. Es war vor Allem der Wunsch, diese Thatsache kennen zu lernen, der uns veranlasste, an fünf Hunden Exstirpationen der motorischen Zone vorzunehmen und das Rückenmark nach der Marchi'schen Methode zu untersuchen. Die Thiere überlebten die Operation von drei Wochen bis zu fünf Monaten. Wir können uns bezüglich des Befundes am Rückenmarke kurz fassen. In der Pyramidenkreuzung selbst konnten wir wiederholt constatiren, dass einige wenige Fasern fast regelmässig in den Seitenstrang der gleichnamigen Seite eintreten, während die Gesamtmenge derselben in den gekreuzten Seitenstrang übergeht und daselbst im oberen Halsmarke eine rundliche, an der Aussenseite des Hinterhornes gelegene Zone zerstreuter degenerirter Fasern darstellt (Fig. 34—36), welche sich unter rascher Faserabnahme bis an den Anfang des Brustmarkes verfolgen lässt, weiter abwärts aber mit Sicherheit nicht nachweisbar ist. Degenerirte Fasern im gleichnamigen Seitenstrange lassen sich mit Sicherheit nur kurz nach vollendeter Pyramidenkreuzung constatiren, bereits in der Halsanschwellung ist keine Spur mehr von denselben nachweisbar. Diese Befunde sind bei allen von uns untersuchten Thieren dieselben, die „tertiäre“ Degeneration im gleichnamigen Seitenstrange waren wir in keinem unserer Fälle in der Lage zu constatiren. Wir brauchen wohl nicht ausdrücklich hervorzuheben, dass diese negativen Befunde an den positiven Befunden obgenannter Forscher nichts ändern, jedenfalls zeigen sie aber, dass die „tertiäre“ Degeneration kein constanter, regelmässig zu erzielender Befund ist, sowie dass die ganze Frage erneuerter Untersuchungen noch bedarf.

Was die Arbeit von Marchi und Algeri betrifft, so sind ihre Resultate folgende:

1. Nach Abtragung der motorischen Zone betrifft die Degeneration beide Pyramidenstränge mit vorwiegender Betheiligung des gekreuzten und einiger weniger Fasern im gekreuzten Burdach'schen Stranges.

2. Bei Abtragung einer etwa 1·8 cm nach hinten von der motorischen Zone gelegenen Partie fand sich partielle Degeneration des gekreuzten Pyramidenstranges, daneben ausgesprochene Degeneration (*d. marcatissima*) im Burdach'schen Strange, sowie einige zerstreute degenerirte Fasern im ganzen Rückenmarksquerschnitte.

3. Bei Thieren, wo die Exstirpation den Hinterhauptslappen betraf, fehlt die Degeneration fast vollständig im Vorderseitenstrange, ist aber „sehr dicht“ (*spiccatissima*) im Burdach'schen und betrifft einige wenige Fasern im Goll'schen Strange.“

Diese merkwürdigen Resultate, welche insbesondere was das Auftreten absteigender Degeneration im gekreuzten Burdach'schen Strange betrifft, durchaus neue, bisher nie beobachtete Thatsachen darstellen, regten uns mehr zu einer Nachuntersuchung an, als Singer bereits im Jahre 1882 in einigen Fällen von Occipitallappenexstirpationen am Hunde mit negativem Erfolge auf secundäre Degeneration untersuchte und als die Versuche Marchi's und Algeri's mit einer Methode angestellt wurden, welche uns selbst in einer Reihe zahlreicher Experimente vorzügliche Resultate ergeben hat. Wir müssen nun leider gleich erwähnen, dass unsere diesbezüglichen Resultate durchaus negativer Natur waren. In fünf Fällen, wo wir am Hunde Exstirpationen im Gebiete des Hirnhauptslappens vorgenommen haben, waren wir nicht im Stande nach drei-

bis vierwöchentlicher Lebensdauer der Thiere irgend etwas Abnormes am Rückenmarke wahrzunehmen und stehen wir dieser Differenz unserer Versuchsergebnisse mit denen der beiden italienischen Forscher ganz verständnislos gegenüber.¹ Herr Dr. Marchi war so freundlich, über unser Ersuchen uns ein Präparat zu senden, welches die Etiquette „Degeneration der Burdach'schen Stränge nach experimenteller Läsion der Parietooccipitallappen beim Hunde“ trägt und welches eine deutliche secundäre Degeneration in beiden Burdach'schen Strängen mit geringer Betheiligung der Goll'schen Stränge zeigt. Wir erlauben uns dasselbe abzubilden (Fig. 37) und erklären noch einmal, dass wir die Differenz unserer Resultate nicht erklären können. Einen Befund, der an den obigen erinnert, haben wir nur einmal gesehen, und wollen ihn hier mittheilen, weil wir bei dieser Gelegenheit auf eine Quelle von Versuchsfehlern aufmerksam machen wollen, die bei Arbeiten über secundäre Degeneration zu beobachten ist. Bei einem Hunde, welchem eine tiefe Exstirpation in der Gegend der motorischen Zone beigebracht worden war, fand sich bei der Herausnahme und Härtung des Rückenmarkes folgender Befund. Bei der makroskopischen Betrachtung des letzteren auf dem Querschnitte fand sich ausser der bekannten gelblichen Verfärbung der gekreuzten Pyramidenstrangbahn eine ganz unzweifelhafte im mittleren Halsmarke beginnende beide Burdach'sche Stränge ergreifende aufsteigende Degeneration. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Rückenmarkes ergab sich folgende Ursache dieses höchst auffallenden Befundes. Ausser der wie gewöhnlich localisirten Degeneration im gekreuzten Pyramidenstrange fanden sich im ganzen Rückenmarke, am zahlreichsten im Halsmarke, aber noch im Lendenmarke nachweisbar zahllose, über die weisse und graue Substanz verbreitete sklerotische Herde (Fig. 38 und 39), welche aus einem feinfaserigen Bindegewebe bestanden und in deren Mitte sich regelmässig ein oder mehrere mächtig dilatirte Blutgefässe erkennen liessen. Gegen das Ende des Halsmarkes nun sass ein grösserer solcher sklerotischer Herd in den Hintersträngen, welcher an der Stelle seiner grössten Ausdehnung einen grossen Theil derselben einnahm, die Goll'schen Stränge aber vollkommen frei liess, ihnen also gleichsam rittlings aufsass. Die Folge dieses Herdes nun war eine aufsteigende Degeneration in den Burdach'schen Strängen mit Anschluss der Goll'schen, welche mit der in dem obigen Präparate abgebildeten eine auffallende Ähnlichkeit darbietet. Würden die italienischen Forscher nicht von einer Degeneration im gekreuzten Burdach'schen Strange nach einseitiger Hirnläsion sprechen, so wären wir sehr geneigt, ihren Befund auf eine ähnliche Fehlerquelle zurückzuführen, so müssen wir uns nur darauf beschränken, unsere in dieser Hinsicht vollständig negativen Befunde nochmals zu betonen.

Die Thatsache, dass die Degeneration in den Pyramidensträngen des Rückenmarkes eine ausgedehntere ist nach einer Rückenmarksverletzung als nach einer Grosshirnläsion, ist zuerst von Bouehard² am Menschen dann von Löwenthal am Hunde festgestellt worden³ und unser nächstes Experiment sollte diese Frage näher beleuchten. Einem jungen Hunde wurde in tiefer Narkose der obere Theil der Halswirbelsäule geöffnet und ein feines spitzes Messer an der Aussenseite des linken Hinterstranges senkrecht eingestossen und nach aussen geführt, so dass im Wesentlichen der linke Vorderseitenstrang durchgeschnitten wurde. Gleich unter dem Schnitt (Fig. 46) findet sich im linken Seitenstrange ein, zu einem länglichovales, ziemlich compactes Faserzuge angeordnetes degenerirtes Faserbündel, welches ventralwärts der vollständig normalen Kleinhirnseitenstrangbahn anliegt, nach vorn von demselben im Vorderseitenstrange finden sich zahlreiche diffuse degenerirte Fasern, welche die äussere Peripherie des Seitenstranges nicht erreichen und die Peripherie des Rückenmarkes etwa an der Grenze vom Vorderstrang und Seitenstrang berühren. In der Halsanschwellung bilden die degenerirten Fasern des Hinterseitenstranges noch immer ein ziemlich dichtes länglichovales Faserbündel, das nach vorn hin etwas diffus wird, von der übrigen degenerirten Fasermasse ist nur eine schmale Zone zerstreuter Fasern sichtbar, welche die Peripherie des Vorderstranges am *Sulcus anterior* und nach aussen von demselben in

¹ Bei einem Kaninchen, welchem das ganze Occipitalhirn und der gleichseitige vordere Vierhügel entfernt wurden, zeigte vier Wochen nach der Operation das Rückenmark ebenfalls keine Spur einer secundären Veränderung.

² Archive gén. de méd. 1836.

³ Des dég. second. de la moelle ép. etc. (Diss.), citirt bei Langley l. c.

der in Fig. 41 ersichtlichen Weise einnimmt. Im Brustmarke ist das degenerierte Seitenstrangbündel nicht mehr so compact, aber noch immer in grosser Ausdehnung kenntlich, die degenerierten Fasern im Vorderstrange sind mehr nach aussen getreten (Fig. 42 a) und lassen den *Sulcus anterior* ganz frei. In der Lendenanschwellung endlich sind von dem Seitenstrangbündel nur wenige Fasern noch nachweisbar, welche der äussersten Peripherie des Seitenstranges anliegen, im Vorderstrange sind noch vereinzelte degenerierte Fasern in dessen vorderem Winkel sichtbar. Weiter abwärts ist die Degeneration nicht mehr kenntlich. Der Unterschied zwischen diesem und dem Befunde nach Grosshirnverletzung ist in die Augen fallend. Abgesehen von den nach vorn ziehenden degenerierten Fasern, auf die wir noch zurückzukommen haben werden, ist gleich die Conformation der degenerierten Seitenstrangbündels eine andere als nach Zerstörung der motorischen Zone. (Vergl. Fig. 36.) Dasselbe ist zu einem länglichovalen, mit dem längsten Durchmesser schräg von innen nach aussen liegenden Strange angeordnet und ist bedeutend compacter als das mehr rundliche und diffuse Bündel im letzteren Falle. Während dasselbe ferner bis in das Brustmark ziemlich compact bleibt und noch im Lendenmark eine Anzahl Fasern desselben nachweisbar ist, ist das erstere bereits am Ende des Halsmarkes bis auf wenige Fasern geschwunden und am Ende des Brustmarkes ist keine Spur mehr davon zu erkennen. Auf zweierlei Weise lässt sich diese Differenz erklären. Entweder sind die Fasern, um die es sich hier handelt, lange intersegmentale Fasern, die den Pyramidenfasern beigemischt sind, oder es trifft die Verletzung im Rückenmarke die Pyramidenfasern als geschlossenen Tract, während vielleicht die Gehirnverletzung nicht alle treffen würde. Wir sind geneigt, die erste Erklärung für die richtige zu halten, und zwar auf Grund einer unserer Beobachtungen, in welcher einem Hunde fast die Gesamtoberfläche der Grosshirnrinde zerstört wurde und die Pyramidenseitenstrangdegeneration dennoch nur die gewöhnliche Ausdehnung einnahm. Es ist gewiss nicht erlaubt, direct die Versuchsergebnisse vom Thiere auf den Menschen zu übertragen, aber es wäre im Anschluss an die Beobachtungen von Bouehard, Löwenthal, denen sich noch eine von Sherrington¹ und die unsere anschliesst, die Frage zu erwägen, ob nicht auch die Pyramidenseitenstrangbahn des Menschen aus solchen „Gehirn- und Rückenmarkfasern“ gemischt ist, eine Vermuthung, die schon Sherrington geäussert hat.

Wenn wir am Schlusse unserer Mittheilung noch auf die Veränderungen des Rückenmarkquerschnittes nach Durchschneidungen desselben zu sprechen kommen, so können wir uns, was die Beschreibung des That-sächlichen selbst betrifft, noch kürzer fassen als früher. Gleich über der Durchschneidungsstelle an der Grenze von Brust- und Lendenmark sind die Hinterstränge in ihrer Gänze degenerirt. Im hinteren Theile ist die Kleinhirnseitenstrangbahn degenerirt, an welche sich nach vorn eine die äusserste Peripherie des Rückenmarkes einnehmende Zone zerstreuter degenerirter Fasern anschliesst (Fig. 43). Dann folgt nach innen eine von Degeneration ziemlich freie Zone, an welche eine die graue Substanz umgebende Zone dichter Degeneration folgt. Weiter nach oben nimmt die Degeneration in den Hintersträngen rasch ab und nimmt die Form des bekannten Dreieckes an, die Degeneration in den Seitensträngen beschränkt sich schnell auf das ebenfalls hinlänglich bekannte Bild der Kleinhirnseitenstrangbahn, an das sich aber nach vorn hin eine Zone zerstreuter degenerirter Fasern anschliesst, welche die äussere Peripherie des Seitenstranges einnehmen und sich bis an das vordere Ende des Vorderstranges erstrecken (Fig. 44). Weiter nach aufwärts lässt sich die Degeneration der Hinterstränge in bekannter Weise bis in die Kerne der zarten Stränge, die des Seitenstranges bis in das Corpus restiforme verfolgen, wobei sich eine geringe Abnahme beider Faserzüge erkennen lässt. Unterhalb der Schnittstelle findet sich zuerst eine ganz diffuse, den Vorderseitenstrang betreffende Degeneration, welche aber die Gegend der Kleinhirnseitenstrangbahn frei lässt (Fig. 45).² Weiter nach unten nimmt die diffuse Degeneration rasch ab und lässt schon in der Lendenanschwellung den Gesamtquerschnitt der weissen Substanz frei bis auf die äusserste Peripherie des Vorderseitenstranges, in welchem sie eine schmale Zone zerstreuter degenerirter Fasern darstellt, welche sich längs der ganzen Peripherie des Vorder- und des

¹ Citirt bei Langley l. c.

² Die schmale Degenerationszone in den Hintersträngen rührt von der zufälligen Durchschneidung eines hinteren Wurzel-paares her.

Seitenstranges erkennen lässt (Fig. 46). Diese schmale Randzone degenerirter Fasern lässt sich bis in das unterste Sacralmark hinab nachweisen, es verschwinden aber weiter unten die nach hinten gelegenen Fasern so dass nur die im Vorderstrang gelegenen übrig bleiben. Die absteigende Degeneration bei halbseitiger Durchschneidung des Cervicalmarkes haben wir schon oben geschildert, die aufsteigende zeigt dieselbe Ausdehnung der degenerirten Kleinhirnseitenstrangbahn, die Zone der diffusen degenerirten Fasern ist nach innen zu ausgedehnter, nach vorne hat sie dieselbe Ausdehnung (Fig. 47). Von Interesse für die Auffassung des Aufbaues des Vorderseitenstranges sind die Degenerationen des letzteren nach der temporären Aortenverschliessung. In der Lendenanschwellung findet sich eine dichte die graue Substanz umgebende Degenerationszone, diese nimmt nach der Peripherie zu an Dichte ab, lässt aber nur eine kleine, an den äusseren Partien des Hinterhornes gelegene Stelle des Seitenstranges ganz frei (Fig. 21). Im Anfange des Rückenmarkes ist die diffuse Degeneration im Vorderseitenstrange geschwunden, an der Peripherie des Vorderseitenstranges findet sich aber eine Zone diffuser Degeneration die etwa in der Höhe der hinteren Commissur beginnt und sich nach vorne bis in den Vorderstrang erstreckt (Fig. 22). Unter merklicher Abnahme der Fasermenge lässt sich diese Zone degenerirter Fasern bis zum obersten Halsmark verfolgen, ist aber am Beginne der Medulla oblongata nicht mehr nachweisbar (Fig. 23 und 23a). Ein Blick auf die mitgetheilten Abbildungen lehrt sofort, dass diese Degenerationszone die Gegend der Kleinhirnseitenstrangbahn vollständig frei lässt (Fig. 23). Der letztere Umstand scheint für die Auffassung des Befundes von Wichtigkeit zu sein. Es hat schon Langley¹ die Vermuthung ausgesprochen, dass die bei experimentellen Degenerationen ventralwärts von den Kleinhirnseitenstrangbahnfasern degenerirenden zerstreuten Fasern nicht der letzteren Bahn angehören und Sherrington² vermuthete, sie möchten identisch mit dem neuerlich von Gowers zuerst beim Menschen beschriebenen Tractus anterolateralis sein. Über den letzteren Punkt uns zu äussern ist uns nicht möglich, unsere Experimente sprechen aber in der That dafür, dass diese Fasern nicht mit der Kleinhirnseitenstrangbahn zusammenhängen, da sie durch Ausschaltung des Lendenmarkgrau zur Degeneration gebracht werden können, ohne Betheiligung der in dieser Höhe des Rückenmarkes offenbar noch nicht vollständig formirten Kleinhirnseitenstrangbahn. Sie würden zur letzteren etwa in derselben anatomischen Beziehung stehen, wie die oben erwähnten intersegmentalen Fasern zur Pyramidenseitenstrangbahn. Der Faseraufbau in den Vorderseitensträngen würde sich bei unseren Versuchsthiere demnach folgendermassen gestalten: Es verlaufen in den Seitensträngen zwei lange Bahnen, die Kleinhirnseitenstrangbahn und die Pyramidenseitenstrangbahn. (Dass letztere bei der Maus und beim Meerschweinchen in den Hintersträngen verläuft, wurde schon erwähnt.) Die Kleinhirnseitenstrangbahn erscheint erst etwa von dem oberen Ende des Lendenmarkes vollständig formirt, die sich an dieselbe ventralwärts anschliessenden, in der Peripherie des Rückenmarkes aufsteigend degenerirenden Fasern verlassen schon in den unteren Partien des Lendenmarkes die graue Substanz und bilden wahrscheinlich Verbindungen derselben in verschiedener Höhe des Rückenmarkes. Weiter nach innen verlaufen ebenfalls aufsteigend degenerirende Fasern, welche aber nur relativ kurze Segmente miteinander verbinden. Diese letzteren Fasern sind wie der in Fig. 42 abgebildete Versuch lehrt, wahrscheinlich in allen Höhen des Rückenmarkes vorhanden. So wie die langen Bahnen der hinteren Wurzeln von den neueintretenden Wurzeln immer mehr und mehr nach innen gedrängt werden, so dass die längsten der Fissura med. post. anliegen, so müssen in den Seitensträngen die längsten Fasern, die äusserste Peripherie des Rückenmarkes einnehmen, um den successive die graue Substanz verlassenden Platz zu machen. Die Pyramidenseitenstrangbahn verläuft bei unserem Versuchsthiere (Hund) genau an derselben Stelle wie beim Menschen, lässt sich aber nur bis in das Brustmark herab verfolgen. Gemengt ist sie jedoch mit längeren intersegmentalen Bahnen, welche wir von Halsmark bis in das Lendenmark herab verfolgen konnten. Ausser den letzteren degeneriren noch absteigend nach Rückenmarksdurchschneidung eine Anzahl von Fasern im Vorderseitenstrange, welche wahrscheinlich ebenfalls die graue Substanz verschiedener Rückenmarkshöhen miteinander verbinden und von denen

¹ L. e.

² Brain, 1886, S. 342.

wir die längsten vom Halsmark bis in das Lendenmark hinab verfolgen konnten. Wiederum müssen aus schon erwähnten Gründen diese längsten intersegmentalen Fasern die äusserste Peripherie des Vorderseitenstranges einnehmen. Eine Pyramidenvorderstrangbahn besteht beim Hunde nicht, indess wäre an die Möglichkeit zu denken, dass die erwähnten intersegmentalen Vorderstrangfasern zur Pyramidenvorderstrangbahn dasselbe Verhältniss hätten, wie die intersegmentalen Seitenstrangfasern zur Seitenstrangbahn. An Präparaten einer frischen Rückenmarkcompression vom Menschen, welche von einem von Herrn Prof. Kahler hier beobachteten Falle her stammt und die uns derselbe freundlichst überlassen hat, finden wir nämlich absteigend ausser der bekannten Degeneration der Pyramidenseitenstrangbahnen die schmale zerstreute Degenerationsszone in den Vordersträngen wie beim Hunde wieder (Fig. 41).

Am Schlusse unserer Mittheilung können wir nicht umhin, nochmals darauf hinzuweisen, dass uns das Missverhältniss der aufgewendeten Arbeit zu den erlangten Resultaten sehr wohl bewusst ist, unsomehr als eine ganze Reihe von verschiedenen zu verschiedenen Zwecken unternommenen Experimenten theils misslingen, theils als nicht genügend bei Seite gelassen werden mussten. Man wird uns aber bei vorurtheilsfreier Prüfung das Zeugniss nicht versagen können, dass wir nur sorgfältig Geprüftes zur Grundlage unserer Mittheilungen machten, und sind wir der Überzeugung, dass, sollten auch die theoretischen Deductionen, die wir aus unseren Beobachtungen ableiteten, hier und da einer Correctur bedürfen, die beobachteten Thatsachen von jedem Experimentator leicht werden bestätigt werden können. Nur gegen eine vornehme Nichtachtung von mühevoll und exact untersuchten Thatsachen müssen wir von vornherein Einsprache erheben. Es ist uns neuerdings eine zusammenfassende Arbeit über die Anatomie des Centralnervensystems von Bechterew¹ bekannt geworden, worin dieser fruchtbare Forscher abermals die Frage des Verlaufes der hinteren Wurzeln behandelt. Wir finden daselbst folgenden Satz: „Diese Ansicht (nämlich dass ein Theil der hinteren Wurzeln bis zur Med. oblongata — nicht ins „Kleinhirn“ wie Bechterew schreibt — aufsteigt) ist widerlegt (contredite) durch die Thatsache, dass die Fasern der Hinterstränge mit Ausnahme derer der Wurzelzone des Burdach'schen Stranges sich viel später mit Mark umhüllen als die Fasern des inneren Bündels der hinteren Wurzeln.“ Wie diese Thatsache, an deren Richtigkeit wir nicht zweifeln, die unumstösslichen Thatsachen der Experimentalpathologie, die von uns und Anderen beobachtet wurden „widerlegen“, soll, ist uns nicht verständlich und lassen wir uns auf eine Discussion dieses sonderbaren Schlusses nicht weiter ein. Wenn aber Bechterew, der in seinem Artikel auch über die Untersuchungsmethoden der Gehirnforschung berichtet, die Beweiskraft dieser Thatsachen dadurch zu schmälern sucht, dass er behauptet, die secundäre Degeneration bleibe nicht immer bei der grauen Substanz stehen, sondern erstrecke sich oft über dieselbe hinaus, so verräth er eine ungenügende Kenntniss der Grundthatsachen dieser Methode. Würde die Degeneration in der That sich so leicht über die graue Substanz hinaus erstrecken, dann wäre die Verfolgung der sensiblen Bahnen sehr einfach. Nach Durchschneidung dieser oder jener hinteren Wurzel würde es dann leicht gelingen, ihre Fortsetzung bis zum Gehirn zu verfolgen. Leider ist dies nicht der Fall. Die Beispiele, die Bechterew anführt, Atrophie des rothen Kernes nach Atrophie des vorderen Bindearmes, Atrophie der Vorderhornzellen und vorderen Wurzeln (?) nach Verletzung der motorischen Zone, betreffen entweder Versuche am neugeborenen Thiere oder Fälle am Menschen, welche lange Zeit nach der Verletzung zur Beobachtung gelangten. Niemals erstreckt sich in einem Zeitraume von einigen Wochen nach der gesetzten Verletzung beim erwachsenen Thiere eine Degeneration über das nächste graue Centrum.

¹ Archives slaves de biologie, 1887, S. 293.

A n h a n g.

Anhangsweise möchten wir noch über einige Experimente in einem anderen Gebiete des Centralnervensystems berichten, da sie uns Gelegenheit geben, über einige Grundthatsachen der Lehre von der secundären Degeneration einige Bemerkungen zu machen, und da wir, aus äusseren Gründen genöthigt, unsere gemeinschaftlichen Arbeiten abzuschliessen, eine umfängliche Ausarbeitung dieser Versuche nicht mehr vornehmen können, die Mittheilung derselben aber nicht für ganz interesselos halten. Wir haben in unserer Chiasmaarbeit darauf aufmerksam gemacht, dass der Tractus opticus der Taube aus zwei Theilen besteht, von denen der eine mächtigere in den Zweihügel sich einsenkt, der zweite dünnere Antheil sich in ein kleines an der medianen Fläche des Zweihügels befindliches Ganglion verliert. Perlia in Frankfurt hat kurz nach unserer Mittheilung eine ähnliche Beobachtung vom Huhne mitgetheilt, ohne indess in seiner ausführlichen Mittheilung unseres Befundes zu erwähnen.¹

Mit Rücksicht auf die bekannten Mittheilungen v. Gudden's über die Pupillarfasern des Nervus und Tractus opticus, sowie die anatomischen Untersuchungen Darkschewitsch's war der Gedanke der Prüfung werth, ob dieser dünne Theil des Tractus opticus nicht etwa die Pupillarfasern enthalte. Wir gingen nun daran, diese Vermuthung experimentell zu prüfen. Wenn man einer Taube die eine Augenhöhle vollständig ansäumt, so sieht man, wie zuerst v. Gudden zeigte, durch die dünne Knochenlamelle, welche die hintere Wand derselben bildet, den Tractus opticus derselben Seite, der also mit dem übriggebliebenen Auge in Verbindung steht, durchschimmern und kann mit einem spitzen Messer denselben zu durchschneiden versuchen. Gelingt es, den Haupttractus zu durchtrennen bei Schonung des dünnen, so war eine Prüfung obiger Frage möglich. Wir haben dieses Experiment zu wiederholtenmalen vorgenommen, ohne indess zu positiven Resultaten zu gelangen. In allen diesen Fällen liessen sich an dem übriggebliebenen Auge Reste von Lichtempfindung und normale Pupillarreaction nachweisen. Bei der genauen mikroskopischen Untersuchung der betreffenden Chiasmen zeigt sich nun, dass ein mehr weniger grosses Bündel der Fasern des Haupttractus undurchgeschnitten geblieben war, die Versuche also unbrauchbar waren. Wir wollen gleich hervorheben, dass sich in allen diesen Fällen secundäre Degeneration des Tractus nur gegen den Zweihügel aufsteigend, niemals gegen die Retina absteigend nachweisen liess. Wir versuchten nun, die uns interessirende Frage auf andere Weise zu lösen. Trägt man nämlich die spongiöse Knochensubstanz über dem äusseren Gehörgang nach vorn von demselben mit der Knochenzange ab, so kann man den Zweihügel in grosser Ausdehnung freilegen und operativ in Angriff nehmen. Bei aus dem Ei geschlüpften Täubchen ist die Spongiosa noch nicht entwickelt, und genügen ein paar Scherenschnitte, um dasselbe Resultat zu erzielen. Auch diese Experimente führten an erwachsenen Thieren zu keinem Resultat; wohl schien in einigen Fällen das Thier auf dem der operirten Seite entgegengesetzten Auge blind zu sein, die Pupillarreaction war aber ganz normal und es ergab sich, dass jedesmal ein Rest des Corpus bigeminum stehen geblieben war. Wir schritten nun an die Ausführung derselben Versuche an dem eben dem Ei entschlüpften Täubchen. Von Gudden macht nämlich bei Gelegenheit seiner ersten Mittheilungen darauf aufmerksam, wie ausserordentlich empfindlich die Theile des Centralnervensystems neugeborener Thiere gegen ganz oberflächliche Verletzungen seien. Ein zufälliges, ganz oberfläch-

¹ Archiv f. Ophthalmologie, 1889.

liches Streifen über den Vierhügel eines neugeborenen Thieres sollte genügen, denselben zur Atrophie zu bringen.

Wir hofften nun auf diese Weise zum Ziele zu gelangen. Dies war aber durchaus nicht der Fall und beruht diese Angabe des ausgezeichneten Forschers entschieden auf einem Irrthum. Schon einige Experimente, die wir auch an neugeborenen Kaninchen vornahmen, zeigten uns das Unrichtige dieser Angabe. Wenn man nämlich bloß einen Theil des Vierhügels abträgt, so entwickelt sich der andere Theil vollständig normal.

Dieselbe Erfahrung machten wir nun an den jungen Tännchen. Es gelang uns auch hier niemals, den Zweihügel ganz zu entfernen, gewöhnlich blieb von dem unteren Theile des Organes ein kleiner Rest, meist weniger als ein Drittel desselben, unverletzt. Dieser Theil des Organes entwickelte sich nun auch vollständig normal und dementsprechend auch der hinzugehörige Theil des Tractus opticus, während der andere Theil desselben natürlich spurlos verschwunden war. Auch diese Thiere zeigten Spuren von Lichtempfindung und normale Pupillarreaction. Endlich gelang es uns auf einem anderen Wege zum Ziele zu gelangen. Entfernt man nämlich bei Tauben die eine Grosshirnhemisphäre vollständig, dann ist nach gestillter Blutung der Zweihügel von oben leicht zugänglich und kann gänzlich entfernt werden. Da nun einseitig enthirnte Tauben vollständig normal reagirende Pupillen besitzen, so war auch auf diesem Wege eine Lösung dieser Frage möglich. Ein auf diese Weise operirtes Tännchen war nun, nachdem dasselbe herangewachsen war, auf dem gekreuzten Auge vollständig blind, zeigte aber auch eine complete Pupillenlähmung. Bei der Herausnahme des Gehirnes zeigte sich nun, dass der Zweihügel dieses Thieres vollständig fehlte, dass dementsprechend auch der Hauptstamm des Tractus opticus spurlos verschwunden war und dass der Sehnerv und Tractus dieser Seite nur aus dem dünnen Stamme bestand, von dem bisher die Rede gewesen ist. Es scheint also die Vermuthung, dass dieser Fasernzug die gesuchten Pupillarfasern führt, nicht begründet zu sein.

Indem wir diese Versuche gleichsam als rohes Baumaterial etwaigen anderen Nachfolgern auf diesem Gebiete zur Beachtung empfehlen, lassen wir die interessante Frage, ob die Trennung der Opticusfasern in lichtempfindende und Pupillarfasern überhaupt viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, bei Seite und erlauben uns noch einige Worte über die bei diesen Experimenten gemachten Beobachtungen über secundäre Degeneration.

Wir haben oben zwei Versuche mitgetheilt, in welchen nach Verletzung des Kernes des Burdach'schen Stranges aufsteigende Degeneration der Schleife erfolgte. In den meisten der bisher mitgetheilten Fällen von Schleifendegeneration, die von P. Meyer und Forel (Vejas) ausgenommen, wurde absteigende Degeneration der Schleife bei Gehirnläsionen beobachtet. Es ist uns nicht bekannt, ob es an erwachsenen Thieren möglich ist, durch eine Verletzung des Gehirnes eine absteigende Degeneration dieser Fasern zu bewirken (die Beobachtungen v. Monakow's beziehen sich auf Experimente, welche an neugeborenen Thieren vorgenommen wurden), doch machen analoge Beobachtungen an Rückenmarke dies nicht wahrscheinlich. Es gelingt niemals eine absteigende Degeneration in den Hintersträngen oder der Kleinhirnseitenstrangbahn, ebensowenig eine aufsteigende in der Pyramidenstrangbahn experimentell zu erzeugen, und bei Verletzung des Burdach'schen Kernes erfolgt keinerlei absteigende Degeneration in den Hintersträngen. Das alte schon von Türk aufgestellte Gesetz, dass die Degeneration in den Rückenmarksbahnen im Sinne der physiologischen Leitung fortschreitet, hat also bisher durch die Experimente an erwachsenen Thieren keine wesentliche Einschränkung erfahren. Wohl sind aber in der reichen neurologischen Literatur der neueren Zeit vielfach Beobachtungen mitgetheilt worden, die sich nicht in das Türk'sche Schema unterbringen lassen, und es fragt sich, ob es nicht möglich sein wird, in diese beginnende Verwirrung einige Ordnung zu bringen. Solche dem Schema widersprechende Beobachtungen sind auch die obigen über die absteigende Degeneration der Schleife.

Wir möchten nun auf Folgendes aufmerksam machen. Beobachtungen über secundäre Veränderungen des Gehirnes und Rückenmarkes werden auf dreierlei Weise angestellt. Entweder — und das ist die Mehrzahl

der Beobachtungen — es werden Herderkrankungen an menschlichen Centralnervensystemen anatomisch untersucht, und hier handelt es sich um mehr weniger längere Zeit dauernde Krankheitsprocesse, die oft viele Monate, ja Jahre nach der verletzenden Ursache zur Untersuchung gelangen; oder man setzt Verletzungen an erwachsenen Thieren und untersucht im Zeitranne von einigen Tagen oder Wochen; oder endlich, man setzt Verletzungen an neugeborenen Thieren und untersucht das Centralnervensystem am erwachsenen Thiere. Die durch diese Läsionen erzeugten consecutiven Veränderungen am Centralnervensysteme werden nun in der Literatur promiscue als Degeneration oder Atrophie bezeichnet, ohne dass, wie es uns scheint, immer bedacht wird, dass es sich dabei nicht immer um dieselben Processe handelt, oder zum wenigsten oft der Ablauf einander in ihrem Enderfolge sich ähnlicher Processe durch verschiedene Gesetze geregelt wird. Nicht mit Unrecht, wie wir glauben, hat schon Michel¹ v. Gudden diesen Vorwurf gemacht. Wir wollen an einigen Beispielen das Gesagte erörtern.

Entleirt man einer erwachsenen Taube das Auge, so erfolgt aufsteigende Degeneration im Opticus bis zum Corpus bigeminum, das heisst die Markcheiden zerfallen, der Axencylinder schwindet, die Zerfallsproducte schwärzen sich mit Marchi's Reagens. Durchschneidet man den Tractus opticus in seinem intra craniellen Verlaufe, oder zerstört man das Corpus bigeminum, so erfolgt im ersteren Falle wieder nur aufsteigende, keine absteigende Degeneration, im letzteren ebenfalls keine absteigende Degeneration. Operirt man hingegen an eben dem Ei entschlüpften Thieren, dann ist das Endresultat ein anderes. Man mag in diesem Falle das Auge oder den Zweihügel entfernen, in beiden Fällen verschwindet Nerv und Tractus opticus, letzterer fast spurlos, von ersterem bleibt nur ein helles durchscheinend gallertiges Bindegewebsband übrig.

Hiebei verschwindet, wie wir in Übereinstimmung mit den Versuchen Gansers fanden, die Nervenfasern- und Ganglienzellschicht der Retina fast vollständig. Lässt man bei dem Eingriffe auch nur ein kleines Fragment des Corpus bigeminum stehen, so ist am erwachsenen Thiere auch nur ein entsprechender Theil des Tractus vorhanden. Entfernt man endlich an einem erwachsenen Thiere das Auge und lässt lange Zeit nach dem Eingriffe verfließen, oder untersucht man Chiasmen von Menschen, welche lange Jahre nach Entfernung eines Auges zur Untersuchung kamen, so bleibt, wie insbesondere aus der pathologisch-anatomischen Literatur hervorzugehen scheint, von Nerv und Tractus opticus nichts übrig, als ein sklerotisches Bindegewebe.

In beiden letztgenannten Processen ist in vielen Fällen auch die graue Substanz betheiligt, es erfolgen Verschmälerungen der grauen Kerne mit Schwund der Ganglienzellen und Schwund der aus diesen Ganglienzellen entspringenden Bahnen, ohne dass es bisher gelungen wäre, an letzteren eine echte Degeneration zu constatiren. Durchschneidet man ferner einen peripheren gemischten Nerven, so erfolgt peripher vom Schnitt die bekannte Waller'sche Degeneration, centralwärts aber und zeitlich weit von letzterem Processe getrennt erfolgt langsame Verschmälerung der sensiblen Bahnen wiederum ohne echte Degeneration. Endlich machen noch die Versuche Forel's mit einem aufsteigenden Schwunde motorischer Nerven (*Facialis*) nach peripherer Durchtrennung bekannt. Es kann also eine und dieselbe Bahn auf verschiedene Art zum Schwund gebracht werden, und es wird vielleicht nicht ohne Nutzen sein, wenn man in kommenden Publicationen auf diesen Umstand Rücksicht nimmt. Kehren wir zur Schleife zurück, so können folgende Modi als möglich gedacht werden.

Erstens Zerstörung des Burdach'sehen oder Goll'schen Kernes am erwachsenen Thiere, aufsteigende Degeneration, analog der Degeneration des Opticus nach Enucleation des Auges; zweitens Abtragung der selben Kerne an neugeborenen Thieren (Vejas) oder Abtragung der Rinde des Parietooecipital-Hirnes (Monakow), darauf Schwund der Schleifenfasern, entsprechend dem Schwund des Opticus nach Angenenucleation, respective Abtragung des Corpus bigeminum (beim Neugeborenen); endlich käme die absteigende „Degeneration“ der Schleife, für die wir vorläufig keine experimentelle Grundlage haben. Es fragt sich nun, ob in

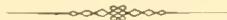
¹ Über Sehnervendegeneration und Sehnervenkreuzung, 1887.

diesen an Menschen beobachteten Fällen es sich nicht um Atrophien handelt ähnlich den von Forel am Facialis beschriebenen aufsteigenden Atrophien. Wir möchten nun den Forschern auf diesem Gebiete den Vorschlag machen, künftighin den Ausdruck Degeneration nur für die echte Waller'sche Degeneration zu gebrauchen, also nur für diejenigen Fälle, wo wirklich Zerfall der Markscheide noch nachweisbar ist. Für die Fälle, wo wie zum Beispiel nach Durchschneidung des N. ischiadicus, Versmälnerung des zugehörigen Hinterstranges erfolgt, wäre der Ausdruck „Atrophie“ zu verwenden, für jene Fälle, wo durch Eingriff am neugeborenen Thiere die betreffenden Fasernzüge vollständig schwinden, gar nicht zur Entwicklung gelangen „Aplasia“ oder „Agenesie“, für Fälle endlich, wo lange Zeit nach der primären Läsion sich der betreffende Faserzug nur noch durch Bindegewebe kennzeichnet, wäre der Ausdruck „Sclerose“ zu verwenden. Endlich könnte man, um das Schlussresultat des Processes zu bezeichnen, von „einfacher Atrophie“, von Atrophie in Folge von Degeneration, also „degenerativer Atrophie“ und von Atrophie in Folge von Aplasia sprechen.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Längsschnitt durch die Spinalwurzeln und Spinalganglien eines Hundes nach Durchschneidung der Wurzeln zwischen Rückenmark und Ganglion.
- „ 2, 3, 4.¹ Horizontalschnitt aus dem Rückenmarke eines Frosches nach einseitiger Durchschneidung der hinteren Wurzeln der unteren Lendennerven zwischen Ganglion und Rückenmark.
- „ 5—9. Aus dem Rückenmarke eines Kaninchens nach Durchschneidung von drei linken unteren Lendenwurzeln zwischen Ganglion und Rückenmark.
- „ 10—15. Aus dem Rückenmarke eines Hundes nach Durchschneidung drei hinterer Wurzeln der linken Seite über der Lendenanschwellung, von zwei Wurzeln unter derselben.
- „ 16—19. Aus Rückenmark und Medulla oblongata einer Katze nach Durchschneidung der zweiten Cervicalwurzel zwischen Rückenmark und Ganglion.
- „ 20—24. Aus dem Rückenmarke eines Kaninchens nach temporärer Verschlüssung der Bauchaotha.
- „ 25. Aus dem Rückenmarke eines Hundes nach linksseitiger Durchschneidung einer Sacralwurzel.
- „ 26—34. Aus Medulla oblongata und Zwischenhirn zweier Katzen mit theilweiser Zerstörung des Kernes der Burdach'schen Stränge. Fig. 33 und 34 nach linksseitiger, die übrigen nach rechtsseitiger Verletzung.
- „ 35 a—36. Aus Medulla oblongata und Rückenmark eines Hundes nach Abtragung der motorischen Bindezone der linken Seite.
- „ 37. Absteigende (?) Degeneration im Rückenmarke eines Hundes nach Verletzung der Parietoccipitallappen. Näheres im Text. Nach einem von Herrn Dr. V. Marchi in Reggio herrührenden Präparate.
- „ 38, 39. Aus dem Rückenmarke eines Hundes nach Zerstörung der motorischen Zone links. Multiple Sclerose und aufsteigende Degeneration in den Hintersträngen. Näheres im Text. Mit der Lupe nach einem Hämatoxylinpräparat gezeichnet.
- „ 40—43. Aus dem Rückenmarke eines Hundes nach linksseitiger Durchschneidung des linken Vorderseitenstranges im oberen Halsmark.
- „ 43 a—46. Aus dem Rückenmarke eines Hundes nach totaler Rückenmarksdurchschneidung zwischen Brust- und Lendenmark.
- „ 47. Absteigende Degeneration aus dem Rückenmarke eines Menschen nach Compression in der Mitte des Brustmarkes.

¹ Fig. 4 und Fig. 31 sind irrtümlicherweise verkehrt abgedruckt worden.

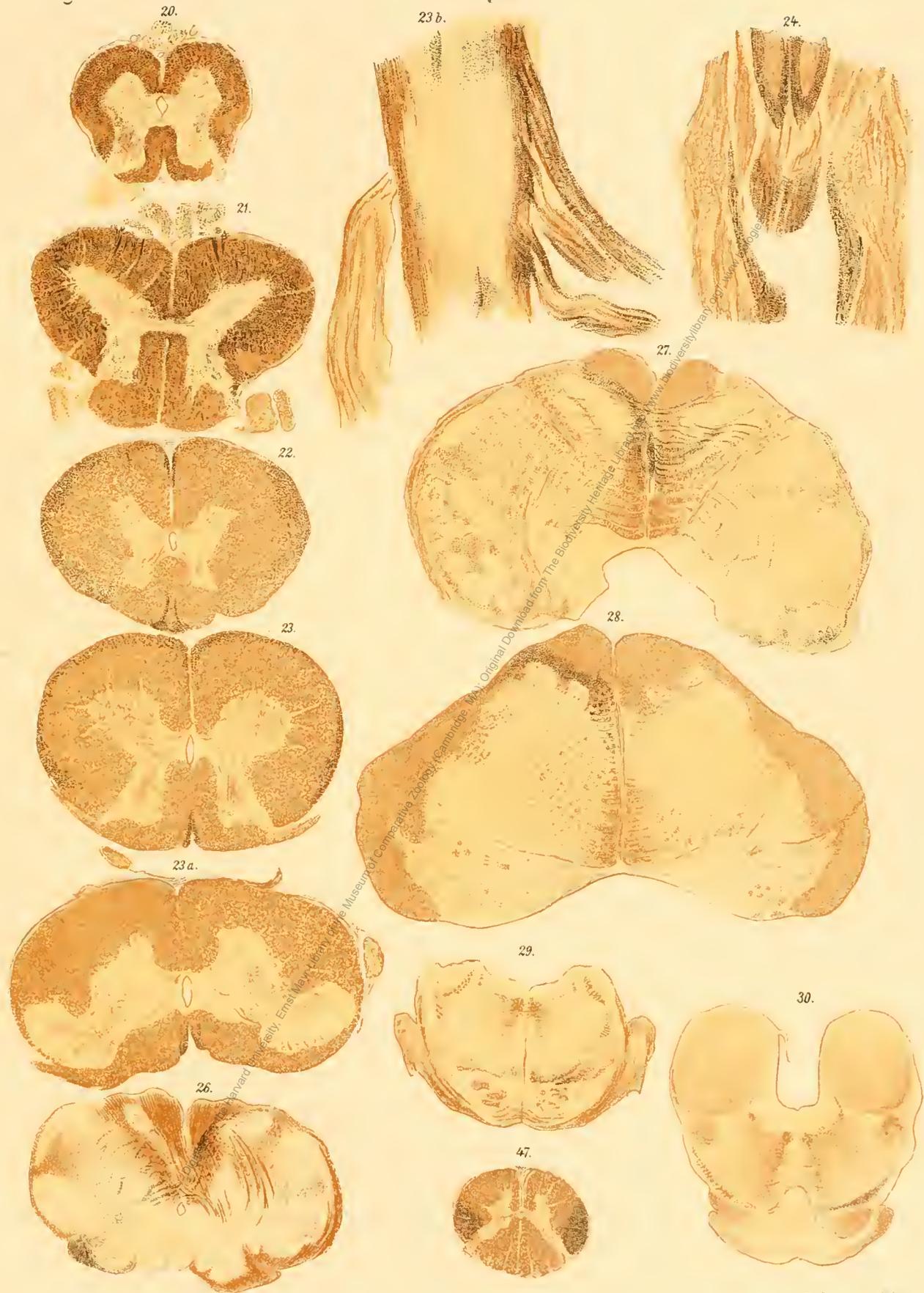


Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (MCZ), Original from The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/, www.biologiezentrum.at



J. Reisch del.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at



J. Reisek del.

Lith. Anst. v. Th. E. Sannwaldt Wien.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at



J. Reisek del.

Lith. Anst. v. Th. Eganwarth, Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [57](#)

Autor(en)/Author(s): Singer Jakob, Münzer Egmont

Artikel/Article: [Beiträge zur Anatomie des Centralnervensystems, insbesondere des Rückenmarkes. \(Mit 3 Tafeln.\) 569-590](#)