

Experimentelle Beiträge zur Lehre von den endogenen Fasersystemen des Rückenmarkes.

Von

E. MÜNZER und H. WIENER.

(Mit 61 Abbildungen.)

Die Lehre vom Aufbaue des Rückenmarkes ist seit Jahren in ihren groben Zügen abgeschlossen. Geht man jedoch zu einem feineren Studium des Rückenmarkaufbaues über, so zeigt sich sofort, dass tatsächlich nur die groben Umrisse feststehen und insbesondere nur jene Züge, welche Rückenmark und Gehirn miteinander verbinden, genau studiert sind.

Das Studium jener Fasern, welche aus dem Rückenmarke selbst entspringen und teils in diesem selbst endigen, teils zu höheren Zentren aufsteigen, teils selbständige Bahnen einschlagen, teils dem Areale bekannter Rückenmarkssysteme sich anschliessen, ist stark vernachlässigt.

Zur Erforschung dieser endogenen Fasersysteme haben wir vor längerer Zeit zwei Methoden mitgeteilt, und zwar:

1. Lokale — umschriebene — Zerstörung der grauen Substanz des Rückenmarkes mit Untersuchung der von hier aus degenerierenden Fasern. Diese Methode wurde von uns in einer der Funktion der Rückenmarkshinterstränge gewidmeten kurzen Arbeit (1) mitgeteilt und später bediente sich derselben unter Berufung auf uns *Lubouschine* [*van Gehuchten*] (2).

2. Durchschneidung des Rückenmarkes am neugeborenen Tiere (*Agenesie* der cerebro-spinalen und eines Teiles der endogenen Fasern), welcher eine zweite am herangewachsenen Tiere unterhalb bzw. oberhalb der ersten gesetzte Durchschneidung folgt. Das Vorhandensein endogener Fasersysteme lässt sich auf diese Weise durch deren sekundäre Degeneration mit grosser Sicherheit feststellen.

Diese Methode wurde im Prinzip bereits von *Singer* und *Münzer* (3) anlässlich ihrer Untersuchungen über die Sehnervenkreuzung verwendet, zum Studium des Rückenmarksaufbaues aber in der vorliegenden Form von uns im Jahre 1895 benutzt (4) und später, 1902, unter Beziehung auf uns von *Sherrington* und *Laslett* (5) in etwas modifizierter und zum Studium der vorliegenden Fragen zum Teile noch geeigneterer Weise zur Entscheidung einer Reihe anatomischer und interessanter physiologischer Fragen benutzt; die letztgenannten Autoren gaben dieser Methode den Namen der „*sukzessiven Degeneration*“. Dieser Name passt für Untersuchungen an erwachsenen Tieren, an denen *Sherrington* arbeitete,

wäre aber für die oben angeführte Versuchsanordnung, bei welcher es sich um *Kombination* von *Agenesie* und *Degeneration* handelt, unrichtig gewählt. Diese letztere Methode wäre vielmehr zu bezeichnen als *kombinierte Gudden-Wallersche Methode*.

Es sei uns im Folgenden gestattet, die Resultate der mit diesen beiden Methoden angestellten Untersuchungen mitzuteilen und damit gleichzeitig eine alte Schuld zu begleichen.

Ad 1. Was die lokale Zerstörung der grauen Substanz betrifft, gingen wir in jener Weise vor, wie wir dies am eingangs erwähnten Orte mitteilten. Nach Freilegung des Rückenmarkes und Spaltung der Dura gingen wir mit einer am Ende in der Länge von 3—4 mm rechtwinkelig abgelenkten Kanüle der Pravazschen Spritze in das Rückenmark ein — der Eintritt der Nadelspitze in die graue Substanz gab sich durch den Nachlass des Widerstandes beim Einstiche zu erkennen — und injizierten $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ —1 cm³ sterilisierter physiologischer Kochsalzlösung. Während der Injektion blähte sich das Rückenmark an der Injektionsstelle mehr oder weniger, je nach der Menge der injizierten Flüssigkeit, auf. Hierauf wurde die Nadel herausgezogen, die Dura mit 2—3 Knopfnähten vernäht und die Wunde geschlossen. 2—3 Wochen später wurden die Tiere getötet. Wir wollen gleich hier erwähnen, dass wir bei der Sektion nie Entzündungserscheinungen beobachteten. In den meisten Fällen war eine leichte Verklebung der Dura mit dem Rückenmark an der Injektionsstelle vorhanden, welche aber stets stumpf gelöst werden konnte.

Am Rückenmark selbst sahen wir weder makroskopisch, noch bei der mikroskopischen Untersuchung irgendwelche Entzündungserscheinungen.

Derartige Experimente stellten wir im ganzen an 18 Hunden an, und zwar gingen wir

11 mal in der Höhe des Halsmarkes,	
2 „ „ „ „ „ „	Brustmarkes,
5 „ „ „ „ „ „	Lendenmarkes ein.

Um jene, durch die direkte Zerstörung des Rückenmarksmantels bedingten sekundären Degenerationen von denjenigen unterscheiden zu können, welche durch die Zerstörung der grauen Substanz eintreten, injizierten wir nicht immer an der gleichen Stelle, sondern gingen in einem Teil der Fälle durch den Hinterstrang, in einem anderen Teil an der Grenze zwischen Hinter- und Seitenstrang, welche ja deutlich durch die eintretenden Wurzeln gekennzeichnet ist, und in einem dritten Teile der Fälle durch den Seitenstrang ein.

Von jenen 11 Injektionen in der Höhe des Halsmarkes machten wir drei durch den Hinterstrang, drei durch den Seitenstrang, und in 5 Fällen gingen wir zwischen Hinter- und Seitenstrang ein. Von den 2 Injektionen in der Höhe des Brustmarkes machten wir eine durch den Hinterstrang, eine durch den Seitenstrang, und von den 5 Lendenmarkinjektionen wurden drei durch den Hinterstrang, zwei durch den Seitenstrang ausgeführt.

Bevor wir an eine zusammenfassende Darstellung unserer Versuchsergebnisse schreiten, sei es gestattet, die Resultate einzelner Versuche an der Hand von Abbildungen zu skizzieren. Wir beginnen mit den Versuchen in der Höhe des Halsmarkes.

1. Versuch (E. XIV). Bei einem erwachsenen Hunde wurde am 19. X. 1899 durch den linken Hinterstrang hindurch in der Höhe des Halsmarkes in das Rückenmarksgrau eingegangen und phys. Kochsalzlösung injiziert. Das Tier bot nachher keine Erscheinungen und wurde am 4. XI. 1899 getötet. Es zeigte sich makroskopisch eine Höhle in der Höhe der 6. Wurzel (Fig. 2), welche um die Kuppe der Hinterstränge gelagert erscheint und bis zum Zentralkanale reichte, ohne diesen selbst zu lädieren. Die Resultate der sekundären Degeneration werden durch die vorliegenden Abbildungen illustriert. An der Injektionsstelle selbst (Fig. 2) sieht man, abgesehen von der traumatisch bedingten Zerstörung der Hinterstränge, eine Reihe von degenerierten Fasern aus der grauen Substanz der rechten Rückenmarkshälfte durch die vordere Kommissur in den linken Vorderstrang hinüber kreuzen; dann die beiderseitige, rechts etwas intensivere Grenzschichtdegeneration. Einige Wurzeln tiefer (Fig. 3), entsprechend der 9. Wurzel, eine leichte Degenerationszone in beiden Hintersträngen und die schon stark an die Peripherie getretene Grenzschichtdegeneration, welche hauptsächlich dem Vorder- und Vorder-Seitenstrange entspricht. Aufsteigend sehen wir (Fig. 1) die bekannte Hinterstrangdegeneration und im Seitenstrange beiderseits je zwei Degenerationsfelder: eine geringe, dorsal gelegene, den Kleinhirnseitensträngen entsprechende und eine ventral gelegene, abstammend aus der Grenzschicht bzw. aus jenen gleich eingangs geschilderten Fasersystemen, welche aus der grauen Substanz in die gekreuzten Vorderstränge ziehen.

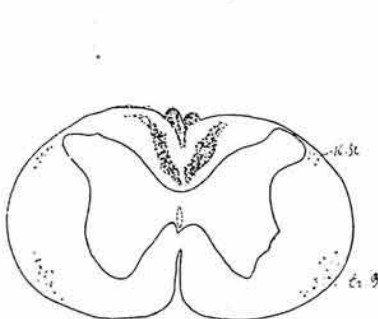


Fig. 1.

Versuch 1. Hund (E XIV). 1. Wurzel.

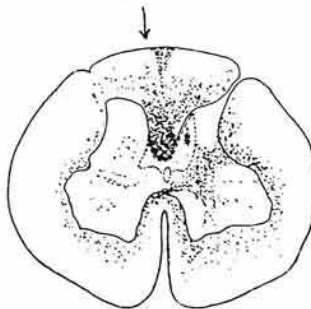


Fig. 2.

6. Wurzel (Höhle).

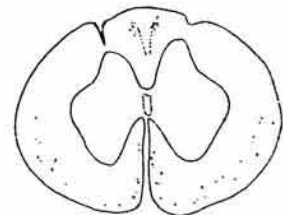


Fig. 3.

9. Wurzel.

Es folgen nun zwei Versuche, in welchen wir durch den Seitenstrang eingingen.

2. Versuch (E. IX). Bei diesem Tiere gingen wir am 7. VII. 1899 dicht oberhalb einer eintretenden hinteren Wurzel mit Vermeidung derselben in das Rückenmark ein und injizierten ca. 1 cm³ der Kochsalzlösung. Am nächsten Tage zeigte das Tier eine ausgesprochene Parese der rechten Vorderextremität, welche beim Gehen am Boden geschleift wurde, so zwar, dass man das Schleifen der Sohle deutlich hörte. Hie und da kippte der Fuss im Gelenke um; bei rascheren Bewegungen fiel der Hund hin, indem er über die rechte Pfote stolperte; die Sensibilität gegen Stiche beiderseits normal. Am 28. VII. 1899 wurde das Tier getötet, wobei zuvor konstatiert wurde, dass die Störungen in der Beweglichkeit des rechten Beines nur noch angedeutet vorhanden waren. Bei der Herausnahme des Rückenmarkes zeigte sich eine Höhle, dicht oberhalb der Halsanschwellung im rechten

Hinterhorne, welche bei der makroskopischen Untersuchung (Fig 5—8) als feiner Spalt bis in die Höhe der ersten Wurzel zu sehen war, die Kuppen beider Hinterhörner von der übrigen grauen Substanz abtrennend. Die Resultate der mikroskopischen Untersuchung werden durch die Figuren 4 bis 9 wiedergegeben.

Fig. 7 und 8 zeigen die erzeugte Höhle. In Fig. 7 sieht man, dass die Spitze der Injektionsnadel beide Vorderstränge durchstossen hat, und erkennt den Unterschied, den die sekundäre Degeneration direkt verletzter Faserzüge des Rückenmarkmantels gegenüber jenen Degenerationen darbietet, wie sie nach Verletzungen der Zellen des Rückenmarksgraus beobachtet werden. Im ersteren Falle ist die Degeneration grob, die schwarzen Schollen gross, im letzteren Falle bestehen die Degenerationen aus feinsten schwarzen Punkten, welche sich allmählich mehr und mehr zu groben Degenerationszügen sammeln.

Fig. 9, entsprechend einem Schnitte in der Höhe der 10. Wurzel, zeigt die durch den Einstich bedingte absteigende Degeneration des rechten Pyramidenseitenstranges, sowie die bereits an die Peripherie getretene Grenzschicht-Degeneration in beiden Vorderseitensträngen.

Während absteigend der rechte Pyramidenseitenstrang degeneriert ist und eine Andeutung davon auch noch in Fig. 8 zu sehen ist, zeigt uns Fig. 7, 6, 5 und 4 die aufsteigende Degeneration des rechtsseitigen Kleinhirnseitenstranges. Daneben ist eine dichte Degeneration der Grenzschicht (Fig. 7 und 8) vorhanden, welche aufsteigend genau wie absteigend peripher tritt, aber doch im Vorder- und Vorderseitenstrange bleibt.

Zu dieser Degenerationszone im ventralen peripheren Gebiete tritt nun, wie dies Fig. 6 und 5 ausserordentlich schön zeigen, eine Reihe von Fasern, welche aus der grauen Substanz der Hinterhörner in den gekreuzten Vorderstrang eintreten und hier nun an der medianen Fissur bis an die ventrale Fläche laufend, beiderseits an der Peripherie des Vorderstranges in der Gegend des Durchtrittes der vorderen Wurzeln durch den Markmantel ein dichtes Degenerationsfeld bilden, das hoch hinauf in die Medulla oblongata verfolgt werden kann und dort zwischen den Oliven gelagert erscheint. Ob diese Fasern daselbst enden, müssen wir offen lassen; sie entsprechen vielleicht jenen bereits in Versuch 1 geschilderten Fasern, die zum Teile in tiefen Regionen den Gowerschen Strang bilden.

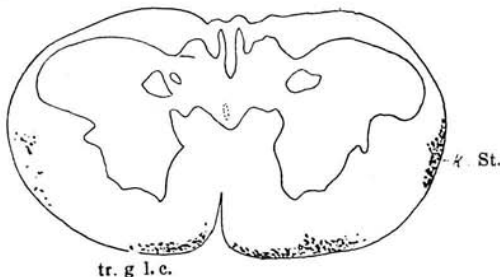


Fig. 4.

Versuch 2. Hund (E IV) med. obl.

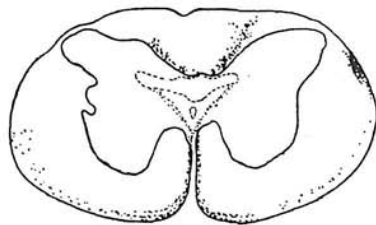


Fig. 5.

1. Wurzel (a).

3. Versuch (E. XVIII). Eine ähnliche Beobachtung bringt der folgende Versuch, in welchem wir am 2. XII. 1899 durch den linken Seitenstrang eingingen, wie dies Fig. 11 zur Anschauung bringt. Das Tier bot keinerlei Erscheinungen nach dem Eingriffe und wurde am 16. XII. getötet. Makroskopisch fanden wir eine kleine Höhle im linksseitigen Rückenmarksgrau in der Höhe der 6. und 7. Wurzel, welche, wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, fast vollkommen auf die linke Seite beschränkt blieb. Sehr schön sieht man in diesen Präparaten das Hinüberkreuzen des schon erwähnten Faserzuges aus der linken grauen Substanz

in den gekreuzten rechten Vorderstrang, wo sich dieser Zug der dazwischen peripher getretenen Grenzschiebtdegeneration des Vorderseitenstranges anschliesst. Aufsteigend sieht man dann (Fig. 10) die etwas medial getretene Degeneration im Hinterstrange; im linken Seitenstrange die durch direkte Verletzung, den Einstich, bedingte intensive Kleinhirnseitenstrangentartung,

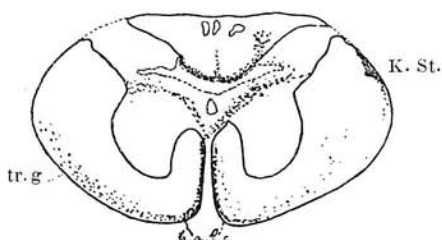


Fig. 6.

Versuch 2. E. IV. 1. Wurzel (b).

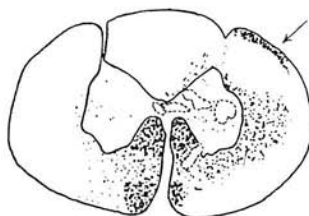


Fig. 7.

4. Wurzel (Höhle).

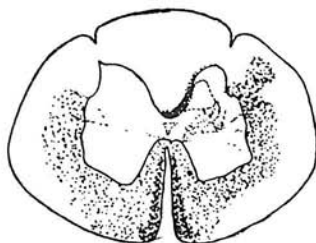


Fig. 8.

5. Wurzel (Höhle).

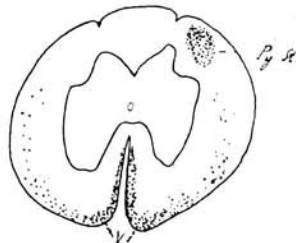


Fig. 9.

10. Wurzel.

während im rechten Kleinhirnseitenstrang nur ganz wenige Fäserchen degeneriert erscheinen. Endlich die stark peripher getretene, der Grenzschiebt entsprechende Faserdegeneration, welche rechts etwas intensiver zu sein scheint als links. Absteigend (Fig. 12, entsprechend der 11. Wurzel) finden wir die durch direkte Läsion, den Einstich, bedingte linksseitige Pyramiden-Seitenstrangdegeneration, dann die bereits peripher getretene Grenzschiebtdegeneration und im Hinterstrange eine ganz leichte, in ihrem ventralen Anteile gelegene, dorsal nach links aussen abbiegende Degenerationszone.

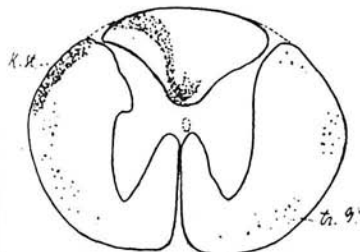


Fig. 10.

Versuch 3. Hund (E. XVIII).
2. Wurzel.

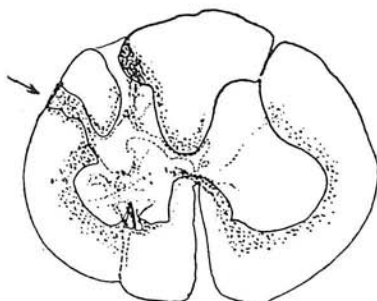


Fig. 11.

6. und 7. Wurzel (Höhle).

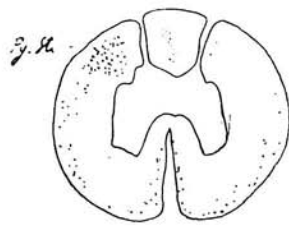


Fig. 12.

11. Wurzel.

Und nun folgen die Skizzen zweier Versuche, in welchen wir bei der Injektion an der durch die austretende Wurzel gut markierten Grenze von Seiten- und Hinterstrang eingingen.

4. Versuch (E. II). Bei diesem Tiere gingen wir am 24. V. 1899 an der linken Seite zwischen Hinter- und Seitenstrang ein, wie dies in Fig. 15 und 16 zu sehen ist. Das Tier zeigte keinerlei Erscheinungen und wurde am 27. VI. getötet. Auch in diesem Falle blieb die Höhle, welche in der Höhe der 6. Wurzel lag, fast vollkommen einseitig linksseitig.

In der Höhe der Höhle (Fig. 15—16) sieht man die durch den Einstich selbst bedingte stärkere Degeneration an der Grenze des linken Hinter- und Seitenstranges und eine ganz geringe, am Medianseptum des Hinterstranges gelegene Faserdegeneration. Absteigend finden wir in Fig. 17, entsprechend einem Schnitte durch die 8. Wurzel, die peripher tretende Grenzscheidendegeneration und die schon in Fig. 16 konstatierte absteigende Degeneration von typischer Lagerung, d. h. im ventralen Anteile am medianen Septum liegend und im dorsalwärts offenen Bogen auswärts ziehend.

Aufsteigend (Fig. 14) die ebenfalls weiter peripher getretene Grenzscheidendegeneration neben der aufsteigenden linksseitigen Kleinhirnsseitenstrang-Degeneration und im Hinterstrange 2 Degenerationszüge, und zwar die auf der linken Seite schon früher nachgewiesene Grenzscheidendegeneration, welche ein wenig medialwärts getreten ist, und einen zweiten, an der Medianlinie gelegenen, wenig umfangreichen Faserzug. Diese zwei im Hinterstrange vorhandenen Faserdegenerationen verschmelzen höher oben, wie dies Fig. 13 entsprechend der ersten Wurzel zeigt, im Hinterstrange und zwar in den

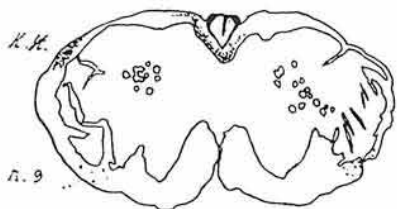


Fig. 13.

Versuch 4. Hund (E. II). 1. Wurzel.

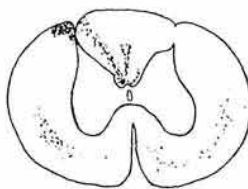


Fig. 14.

4. Wurzel.

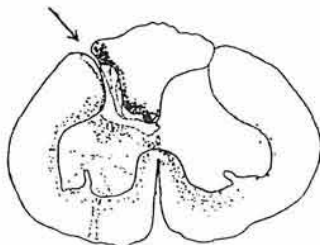


Fig. 15. 'a'

6. Wurzel (a). (Höhle.)

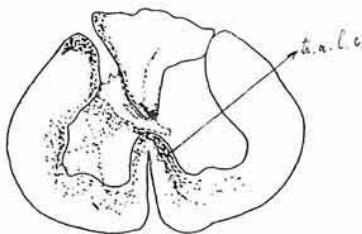


Fig. 16.

6. Wurzel (d). (Höhle.)

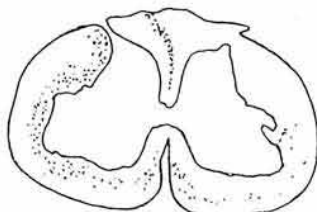


Fig. 17.

8. Wurzel.

Burdachschen Strängen. An diesem Schnitte sehen wir auch, dass die Fortsetzung der ursprünglich in der Grenzscheidendegeneration gelegenen Fasern gegenüber der Kleinhirnsseitenstrangbahn wesentlich ventral gelagert ist, wobei es auffällt, dass der rechtsseitige Faserzug (Reste der rechtsseitigen Grenzscheidendegeneration) dichter erscheint als der entsprechende linksseitige Faserzug.

5. Versuch (E. IV). Während im vorigen Versuche die Höhle ganz einseitig lag, bildet der nun folgende Versuch (operiert 7. VI. 1899, getötet 21. VI.) eine Ergänzung, insofern die Höhle hier so beschaffen war, wie wir dies sonst bei Injektionen sehen, bei welchen wir durch den Hinterstrang eingegangen waren, d. h. die Höhle lag (Fig. 20) um die Kuppen beider Hinterstränge. An diesem Schnitte, welcher der 8. Wurzel entspricht, ist auch die Einstichstelle deutlich zu sehen. Wir konstatieren an diesem Schnitte die uns jetzt schon bekannte Grenzscheidendegeneration um Vorder- und Seitenhorn, sowie die Grenzscheidendegeneration in den Hintersträngen, welche links entsprechend dem Einstiche intensiver erscheint. Aufsteigend interessieren uns vor allem die in den Seitensträngen in 2 Partien gelegenen, wiederholt erwähnten Degenerationen, von denen die ventrale der Grenzscheidendegeneration, die dorsale den Kleinhirnsseitensträngen entspricht (Fig. 18). Absteigend sehen wir (Fig. 21) einen im linken Hinterstrange median gelegenen degenerierten Faserzug von typischer Form.

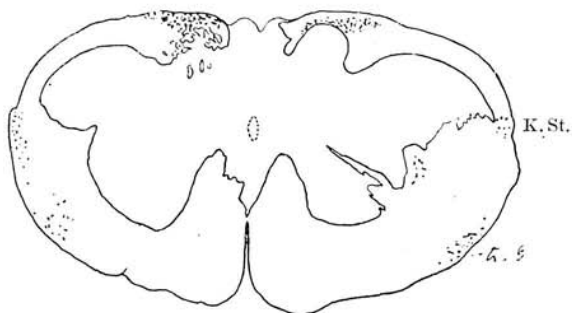


Fig. 18.

Versuch 5. Hund (E IV). Beginn d. med. oblongata.

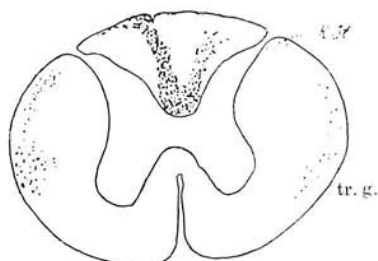


Fig. 19.

2. Wurzel.

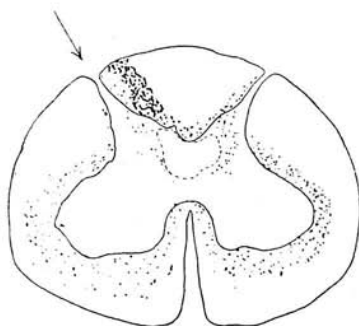


Fig. 20.

8. Wurzel (Höhle).

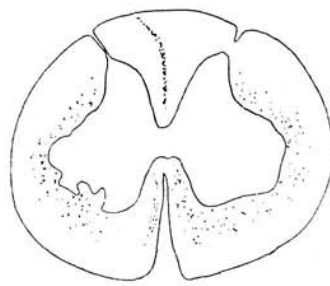


Fig. 21.

10. Wurzel.

Es seien nun 2 in der Höhe des Brustmarkes ausgeführte Versuche mitgeteilt.

6. Versuch (E. XIX). Bei diesem Tiere wurde am 12. XII. 1899 in der Mitte des Brustmarkes durch den linken Hinterstrang in der gewöhnlichen Weise injiziert. Das Tier bot keine Erscheinungen und wurde am 29. XII. getötet. Makroskopisch zeigte sich eine Höhle in der Höhe der 18. Wurzel (Fig. 23) hinter dem Zentralkanal gelegen, welcher selbst intakt geblieben war. Die Höhle nimmt beiderseits die Hinterhörner vollkommen ein und

reicht bis an die weisse Substanz der Seitenstränge, wie dies die Abbildung deutlich wiedergibt. Mikroskopisch zeigte sich an der Injektionsstelle selbst eine zum Teil direkt traumatisch bedingte Degeneration in den Hintersträngen, ausserdem in beiden Seitensträngen eine ventral gelegene Degenerationszone, den Kleinhirnseitensträngen entsprechend, links intensiver als rechts und schliesslich die typische, beiderseitige Grenzschiebtdegeneration um Vorder- und Seitenhorn. Nach abwärts sehen wir dann (Fig. 24) eine in 2 Feldern beiderseits ziemlich gleichmässig verlaufende Hinterstrangdegeneration, und zwar in jedem Hinterstrang einen median und einen lateral gelegenen Degenerationsstreifen. Die Grenzschiebtentartung breitet sich mehr nach der Peripherie aus und ist infolgedessen weniger dicht. Noch 6 Wurzeln unterhalb der Injektionsstelle, also in der Höhe der 24. Wurzel. (Fig. 25), finden wir die beiden Degenerationsstreifen in den Hintersträngen angedeutet und die Grenzschiebtdegeneration fast vollkommen an die Peripherie getreten. Aufsteigend konstatieren wir die bekannte Hinterstrangdegeneration im Gollischen Strang, Degeneration beider Kleinhirnseitenstränge und an letztere sich anschliessend eine ganz peripher gelegene Degenerationszone (Reste der Grenzschiebten).

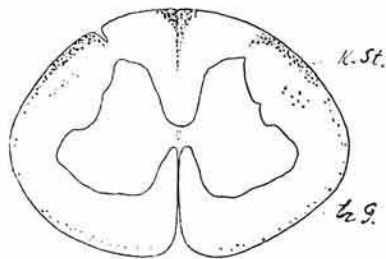


Fig. 22.
Versuch 6. 7. Wurzel.

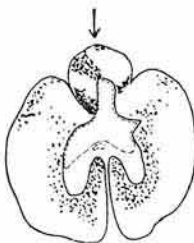


Fig. 23.
18. Wurzel.

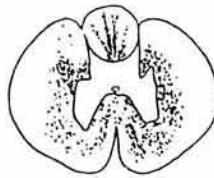


Fig. 24.
20. Wurzel.

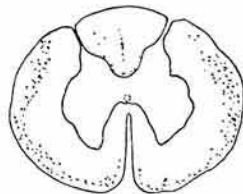


Fig. 25.
24. Wurzel.

7. Versuch (E. XVI). In dem jetzt folgenden Versuche wurde der Seitenstrang als Einstichstelle gewählt. Es handelt sich um einen Hund, welchem wir am 18. XI. 1899 durch den linken Seitenstrang die Flüssigkeit injizierten. Das Tier bot keine Erscheinungen und wurde am 2. XII. getötet.

Makroskopisch zeigte sich, dass die Injektion in der Höhe der 21. Wurzel gemacht worden war, und Fig. 29, einem Schnitte aus dieser Wurzelhöhe entsprechend, gibt den Einstichkanal und die gesetzte Höhle wieder, welche letztere hauptsächlich das linke Vorder- und Seitenhorn einnahm, das Hinterhorn fast gar nicht berührte und auch die Mittellinie nur unbedeutend überschritt. Abgesehen von der starken Degeneration im linken Seitenstrang entsprechend der Einstichstelle — infolge der direkten Verletzung — sieht man vor allem die starke, aus dem linken Vorderhorn durch die vordere Kommissur in den gekreuzten Vorderstrang ziehende Degeneration und eine ziemlich beträchtliche Degeneration der Grenzschiebt der rechten Seite des Rückenmarkes, von der wir es offen lassen wollen, ob sie mit jener eben geschilderten gekreuzten, dem linken Vorderhorn entstammenden Bahn zusammenhängt oder nicht. Endlich sehen wir in beiden Hintersträngen eine der Grenzschiebt entsprechende Degeneration, welche auf der linken Seite dichter ist als auf der rechten. 5 Wurzeln tiefer (Fig. 30) sehen wir eine links etwas stärkere, rechts geringere Randdegeneration in den Vorder- und Seitensträngen, welche vor allem im ventralen Teile des Rückenmarkes auf der linken Seite dichter erscheint. Aufsteigend — hier sind besonders die Erscheinungen im rechten Vorder-Seitenstrang von Bedeutung — finden wir (Fig. 28), entsprechend der 10. Wurzel, beiderseits die Kleinhirnseitenstrangbahnen reichliche Degeneration aufweisend und unabhängig davon eine Reihe Degenerationsfasern, welche die Mitte des weissen Markmantels im Vorder-Seitenstrang einnehmen. Diese beiden

Degenerationsfelder fließen vorübergehend zusammen, wie dies Fig. 27, einen Schnitt aus der Höhe der ersten Rückenmarkswurzel darstellend, zeigt, trennen sich aber doch wieder höher oben, wo die dem Kleinhirnseitenstrange angehörigen Fasern dorsalwärts ziehen, während die der Grenzschicht bzw. den gekreuzten Vorderhörnern entstammenden Fasern ventral liegen bleiben (Fig. 26).

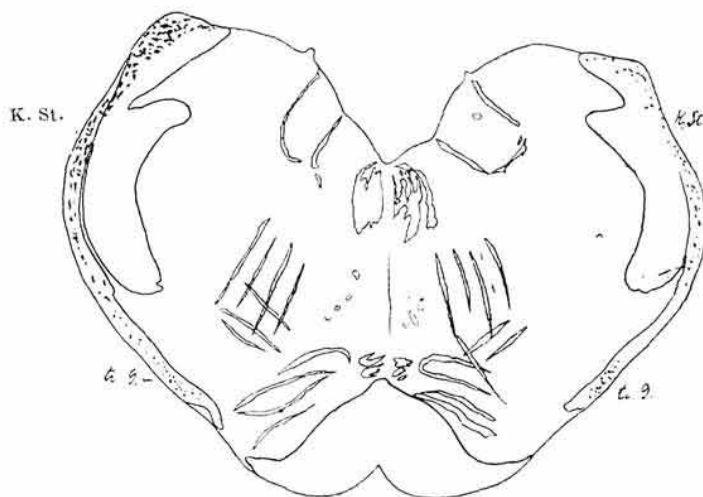


Fig. 26.

Versuch 7. Hund (E. XVI). Med. oblongata.

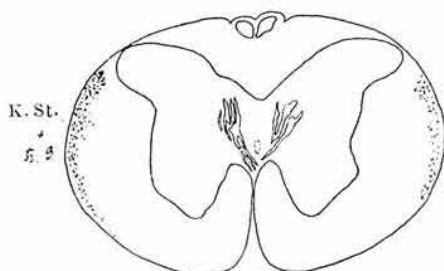


Fig. 27.

1. Wurzel.

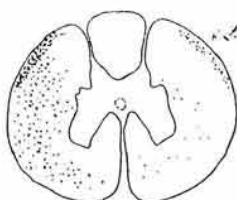


Fig. 28.

15. u. 16. Wurzel.

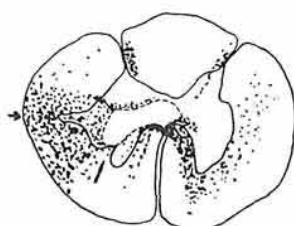


Fig. 29.

21. Wurzel.

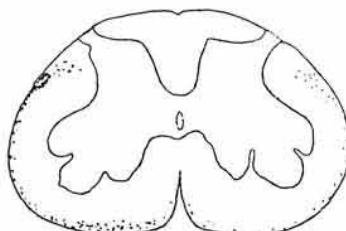


Fig. 30.

26. Wurzel.

Schliesslich seien noch die Resultate zweier, in der Höhe des Lendenmarkes ausgeführter Versuche kurz mitgeteilt.

8. Versuch (E. VIII). Bei diesem Tiere gingen wir am 3. VII. 1899 durch den linken Seitenstrang ein; das Tier zeigte nach der Injektion (16. VII.) an beiden, besonders aber der linken hinteren Extremität unsicheren Gang. Auch die Sensibilität am linken Oberschenkel und der dem Gesäss entsprechenden Partie war gegenüber rechts herabgesetzt. Das Tier wurde am 16. VII. getötet, und es zeigte sich, dass die Injektion in der Höhe der 22. Wurzel ausgeführt worden war. An dieser Stelle war das Rückenmark auch eingesunken. Die Hinterstränge boten eine matsche Konsistenz; elektrische Reizung der Hinterstränge 2 cm oberhalb und $\frac{1}{2}$ cm unterhalb der Injektionsstelle war von lebhaften Reaktionsäusserungen gefolgt, während die Reizung der Hinterstränge an der Injektionsstelle selbst reaktionslos blieb. Der mikroskopische Befund ist durch die Figg. 31—35 im wesentlichen wiedergegeben. Figg. 33 und 34 zeigen die Höhle, und zwar erstere den Beginn, letztere die grösste Ausdehnung derselben und die Einstichstelle. Wir finden (Fig. 34) die Kuppen beider Hinterstränge etwas lädiert, in den Hintersträngen eine mediane und eine laterale, der Grenz-

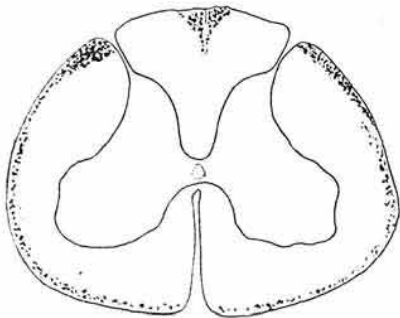


Fig. 31.

Versuch 8. Hund (E VIII.) 8. Wurzel.

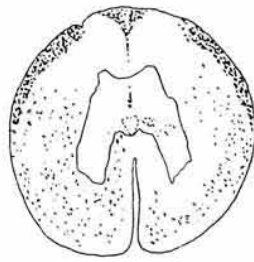


Fig. 32.

16. Wurzel.

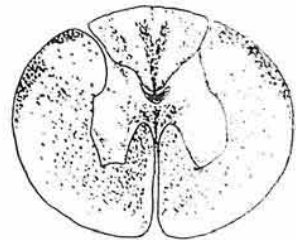


Fig. 33.

22. Wurzel (Beginn).

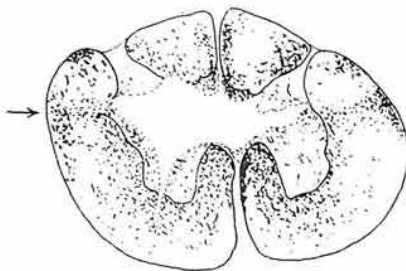


Fig. 34.

22. Wurzel (Höhle, Mitte).

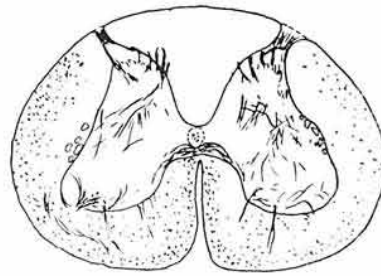


Fig. 35.

25. Wurzel.

schicht entsprechende, Degenerationszone. In den Seitensträngen die Grenzschichtdegeneration und die Degeneration beider Kleinhirnseitenstränge (Fig. 33). Noch weiter aufwärts (Figg. 31—32) finden wir die Hinterstrangdegeneration nur im Gollischen Strang, die Seitenstrangdegeneration einmal als Kleinhirnseitenstrangdegeneration, dann die mehr und mehr peripher tretende Grenzschichtdegeneration, welche schliesslich — Fig. 31 — ganz an den Rand getreten ist und sich ventral dicht an den Kleinhirnseitenstrang anschliesst. Absteigend sieht man (Fig. 35) die peripher ge-

getretene Grenzschiebtdegeneration in Vorder- und Seitensträngen, während eine Degeneration im Hinterstrange vollkommen fehlt.

9. Versuch (E. XI). Bei diesem Hunde wurde am 7. X. 1899 durch den linken Hinterstrang injiziert, wobei eine hintere Wurzelfaser eingerissen wurde. Das Tier bot keine Erscheinungen und wurde am 21. X. getötet. Makroskopisch zeigte sich in der Höhe der 22. Wurzel eine Höhle, welche hauptsächlich das linke Hinterhorn einnahm und um wenig über die Mittellinie in die rechte Rückenmarkshälfte hineinragte, nach aussen in den linken Seitenstrang eindringend, wie dies auch Fig. 39 sehr deutlich zeigt. Wieder konstatierte man (Fig. 38) entsprechend einem Schnitte aus der Höhe der 20. Wurzel eine in dem Hinterstrange in 2 Zonen verlaufende Degeneration; im Seitenstrange die typische aufsteigende Kleinhirnsseitenstrangaffektion, welche links viel intensiver erscheint als rechts und die der Grenzschiebt entstammende, in den mittleren Partien der Vorderseitenstränge liegende Degeneration, welche höher hinauf mehr und mehr peripher und dorsal tritt, bis sie in der Höhe der 5. Wurzel (Fig. 37) sich dicht an die Kleinhirnsseitenstrangbahn ventralwärts anschliesst und erst später (Fig. 36) im verlängerten Marke wieder ihren eigenen Verlauf einschlägt. Absteigend sehen wir (Fig. 40) eine ganz geringe Degeneration in der Kuppe der Hinterstränge, eine wenig intensive linksseitige Pyramiden-Seitenstrangdegeneration, wohl bedingt durch das Eindringen der Höhle in den linken Seitenstrang selbst und eine, die mittleren Partien der Vorderseitenstränge einnehmende Degeneration (Grenzschiebt).

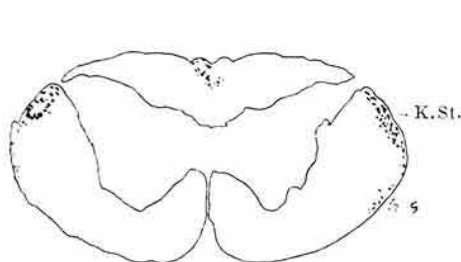


Fig. 36.

Versuch 9. Hund (E. XI.) 1. Wurzel.

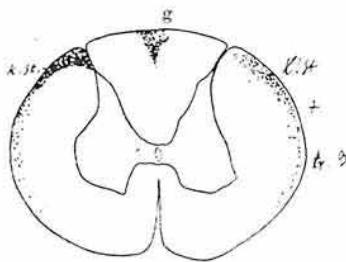


Fig. 37.

5. Wurzel.

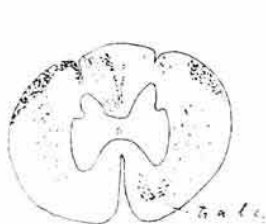


Fig. 38.

20. Wurzel.

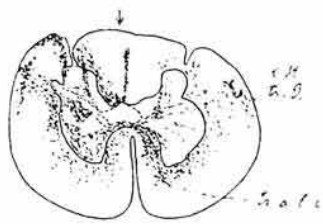


Fig. 39.

22. Wurzel (Höhle).

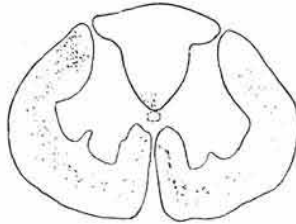


Fig. 40.

24. Wurzel.

Ad 2. Bevor wir an die zusammenfassende Besprechung der in der eben geschilderten Richtung gewonnenen Versuchsergebnisse übergehen, erscheint es zweckmässig, jene Versuche kurz zu besprechen, welche wir mit der kombinierten Gussen-Wallerschen Methode anstellten, d. h. jene Experimente, bei welchen wir das Rückenmark am neugeborenen Tiere halbseitig oder mehr als

halbseitig durchschnitten und einige Zeit später beim erwachsenen Tiere eine Totaldurchschneidung folgen liessen.

Die am neugeborenen Tiere durchgeführte Rückenmarksdurchschneidung bewirkt eine *Agnesie* jener Fasern, welche, oberhalb der Schnittstelle entspringend, zu unterhalb der Schnittstelle liegenden Zellen ziehen, also aller cerebrospinalen und eines Theiles der endogenen Fasersysteme. Eine zweite, am erwachsenen Tiere unterhalb der ersten durchgeführte Durchschneidung musste also jene endogenen Fasern, welche unterhalb der ersten Schnittstelle entspringen und durch die zweite Durchschneidung getroffen werden, zur Degeneration bringen.

Derartige Experimente haben wir eine grosse Anzahl angestellt und bringen im folgenden nur einige wenige zur Besprechung, welche die gefundenen Verhältnisse besonders deutlich zum Ausdrucke bringen.

Anatomisch zeigten die Rückenmarke in allen diesen Versuchen eine ausserordentliche Verschmähigung an der ersten (im neugeborenen Zustande ausgeführten) Durchschneidungsstelle. Bemerkenswerter Weise war diese Verschmähigung am intensivsten ausgesprochen beim Hunde, bei welchem sich auch an dieser Stelle meist Höhlenbildung vorfand.

Wir lassen nun die Versuche selbst folgen:

10. Versuch (Taubе 25). Zunächst bringen wir die Bilder des Rückenmarkes einer Taube, welcher wir am 26. VIII. 1896 das Rückenmark unterhalb der Halsanschwellung durchschnitten; getötet wurde das Tier am 8. IX; die Fig. 41—44 zeigen sehr deutlich die von uns bereits früher geschilderten Verhältnisse und verweisen wir insbesondere auf die aufsteigende eigentümlich dreieckig geformte endogene Bahn im Vorderstrange der Halsanschwellung (Fig. 42), welche im obersten Halsmarke bereits nicht mehr zu konstatieren ist (Fig. 41), während die bei Rückenmarksdurchschneidung sonst gefundenen aufsteigenden Degenerationen im *Gollschen* und Kleinhirnsseitenstrange in gewöhnlicher Weise vorhanden sind. Absteigend finden wir die auffallend mächtige Vorderstrangdegeneration (Fig. 43—44) die medialwärts liegt von jener Vorderstrangdegeneration, die aufsteigend erfolgt, sowie die typische Pyramiden-Seitenstrangdegeneration.

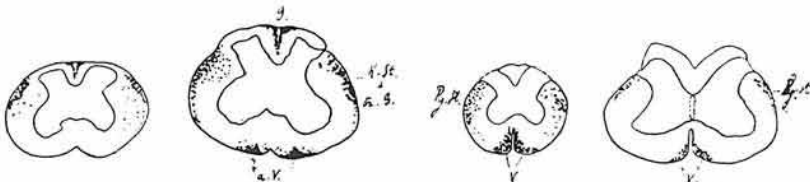


Fig. 41. Versuch 10. Taube (XXV).
med. obl. Halsanschwellung.

Fig. 42.
Brustmark.

Fig. 43.
Lendenmark.

Da wir auf die hier geschilderten Verhältnisse nicht mehr zurückkommen wollen, möchten wir uns erlauben, dieselben gleich an dieser Stelle eingehender zu besprechen.

Im Jahre 1895 konnten wir nachweisen, dass Rückenmarksdurchschneidung bei Tauben eine beiderseitige absteigende

Degeneration eines Teiles der Seitenstränge ergibt, neben der schon *Singer* (6) bekannten absteigenden Vorderstrangdegeneration, welche letztere — wie die Abbildungen 43 und 44 sehr schön zeigen — dicht an der vorderen medianen Fissur gelegen ist. Die einer Rückenmarksdurchschneidung bei diesen Tieren folgende aufsteigende Degeneration haben wir dann in unserer, dem Zentralnervensystem der Taube gewidmeten ausführlichen Arbeit (7) berücksichtigt. Wir konnten feststellen, dass aufsteigend degenerieren: 1. die *Hinterstränge* — in der von anderen Versuchen her bekannten Weise; 2. in beiden *Seitensträngen* eine Bahn, welche ihrer Lagerung nach als Kleinhirnseitenstrang aufgefasst werden dürfte, und schliesslich 3. Fasermassen in beiden Vordersträngen, welche nur bis in das obere Halsmark verfolgt werden konnten und welche so gelagert waren, dass ihre medianst gelegenen Anteile noch immer weit von der Medianlinie abstanden, so zwar, dass diese Faser-masse sich in der Gegend des Durchtrittes der vorderen Wurzeln durch den Vorderstrang ausbreitete. Es lässt also diese im Vorderstrange aufsteigende degenerierende Bahn gerade jene Partien frei, welche von der absteigend degenerierenden Vorderstrangbahn eingenommen werden, ebenso wie die im Seitenstrange absteigend degenerierenden Fasersysteme ventral liegen gegenüber der aufsteigend degenerierenden Kleinhirnseitenstrangbahn, also für letztere den Platz frei lassen. Es widersprechen unsere Resultate den Angaben *Friedländers* (8), welcher in seinen gleichzeitig mit unserer Arbeit erschienenen „Untersuchungen über das Rückenmark und das Kleinhirn der Vögel“ sich dahin äussert, „dass sich degenerierte Fasern in den gleichen (von uns *gesperrt* gedruckt, A. d. A.) Bezirken sowohl über als unter der operierten Stelle finden“. (S. 407, l. c.). Auch mit dem weiter folgenden Satze und Schluss: „Es müssen also in den meisten Bahnen des Vogelrückenmarkes doppelsinnig gerichtete Leitungen vorhanden sein“, können wir uns nach dem Angegebenen durchaus nicht einverstanden erklären.

Die nächsten 2 Versuche schildern die Ergebnisse von Doppel-durchschneidungen bei der Taube. Wir bringen nur von dem einen Versuche die Abbildungen, wollen es aber nicht unterlassen, auch den anderen hier kurz zu besprechen.

11. Versuch (Taube 43). Es handelt sich um ein Täubchen, welchem wir einen Tag, nachdem es dem Ei entschlüpft war, am 22. III. 1896 die rechte Hälfte des Rückenmarkes im Brustmarke durchschnitten. Das Tier fiel nachher auf die linke Seite, zeigte eine unsichere Stellung des rechten Beines, bewegte sich auch etwas langsamer als eine gesunde Taube. Die Sensibilität schien an beiden Beinen intakt. Hob man das Tierchen in die Höhe und kniff das linke Bein, so wurde das rechte ruhig gehalten, wurde dagegen das rechte Bein ein wenig berührt, so wurde das linke sofort zurückgezogen. Am 24. V. 1896 folgte die zweite Durchschneidung des ganzen Rückenmarkes unterhalb der ersten. Die Taube erschien sofort gelähmt und bewegte sich nur mit Hilfe ihrer Flügel. Am 8. VI. 1896 wurde sie getötet. Die Untersuchung ergab, dass bei der ersten Durchschneidung die ganze rechte Rückenmarkshälfte mit Ausnahme des rechten Hinterstranges und einem Teile des rechten Vorderstranges zerstört war. Dementsprechend sehen wir auch als Erfolg der zweiten Durchschneidung links die typischen Faser-