

VIII.

Experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Verbindungsbahnen des Kleinhirns und des Verlaufs der Funiculi graciles und cuneati.

Von

Dr. med. **Pericles Vejas**,

aus Korfu, z. Z. Assistenzarzt in der Irrenheilanstalt Burghölzli bei Zürich.

(Hierzu Taf. III.)

~~~~~

**H**err Director Forel hatte die Freundlichkeit, mir behufs mikroskopischer Untersuchung drei Thiergehirne zur Verfügung zu stellen, bei denen die weiter unten näher mitzutheilenden Exstirpationen von ihm vorgenommen worden waren. Diese Thiergehirne (ein Ratten- und zwei Kaninchenhirne) wurden nach der Härtung in doppeltchromsaurem Kali mittelst des v. Gudden'schen Mikrotoms in Querschnitte zerlegt, die letzteren theilweise mit Carmin, zum Theil mit Anilinschwarz\*) behandelt und nach der üblichen Aufhellung in Canada-balsam eingelegt.

---

\*) Die von Engländern und neuerdings von Prof. E. C. Séguin anlässlich der Versammlung der Schweizer Irrenärzte 1883 gerühmte Färbung mit Anilinschwarz erwies sich als sehr günstig und können wir sie speciell aus folgenden Gründen empfehlen:

1. Anilinschwarz färbt im Gegensatz zu Carmin mit Alkohol nebst doppeltchromsaurem Kali gehärtete Bestandtheile des Centralnervensystems beinahe oder ganz so gut, wie diejenigen, die nur mit doppeltchromsaurem Kali behandelt worden sind; ja es versagt seine gute Wirkung nicht, wenn das Präparat nur mit Alkohol gehärtet worden ist. Dadurch wird ermöglicht,

Die Exstirpationen, welche sämmtlich nach der Methode v. Gudden's an 2—3 Tage alten Thieren mittelst des Daviel'schen Löffels ausgeführt wurden, sind folgende:

1. Kaninchen a. (getötet am 74. Tage nach der Operation). Herausnahme des rechten *Funiculus gracilis* und des rechten *Funiculus cuneatus* auf der Höhe ihrer Kerne.

2. Ratte (getötet am 52. Tage nach der Operation). Exstirpation der rechten Kleinhirnhemisphäre mit dem *Nucleus dentatus cerebelli* und der rechten Flocke. Wegnahme eines Theils der Fasermasse der rechten Wurmhälfte.

3. Kaninchen b. (getötet am 72. Tage nach der Operation). Exstirpation der rechten Flocke, eines Theils des rechten *Nucleus dentatus cerebelli* und des rechten Brückenarmes.

Wir gehen sofort zur näheren Beschreibung der Veränderungen über, welche diese Hirne darboten, mit dem Bemerken, dass bei den am Kleinhirn operirten Thieren später keine Coordinationsstörungen beobachtet worden sind, trotzdem bei der Ratte auch ein Theil der Fasermasse des Wurmes abgetragen wurde. Kaninchen b. blieb aber mit dem Kopf nach rechts, dem linken Auge nach oben gedreht.

1. Kaninchen a. Es wurden bei ihm die *Fun. gr.* und *cun.* in der Breite ihrer Fasermasse vollständig entfernt. Auch die Kerne wurden beinahe ganz exstirpiert, da nur ein hirnwärts gelegener Theil des *Nucleus* des *Funic. cun.* erhalten blieb, vielleicht auch ein ganz kleines Restchen des obersten Theiles des Kernes des *Fun. grac.* Wie vollständig die Exstirpation gewesen ist, ersieht man aus der Fig. 3. Ein kleiner Theil der aufsteigenden Trigeminuswurzel sogar wurde mit entfernt, was die Abnahme derselben caudal- und capitalwärts und die der *Substantia gelatinosa* nur caudalwärts bedingt hat. *Vaguskern* und gemeinsame aufsteigende Wurzel des seitlichen gemischten Systems sind gerade noch intact geblieben. Die Exstirpation

---

dass mit Celloidin behandelte Präparate sich sehr gut färben, während *Carmin* eine schlechte Tinctio giebt.

2. A. färbt überhärtete Präparate unverhältnissmässig besser wie *Carmin*.

3. Die dunkelblau, hie und da grünlich gefärbten Schnitte erbllassen unter der fortwährenden Einwirkung der Sonne absolut nicht, wie dies im hiesigen Laboratorium von Herrn Prof. E. C. Séguin festgestellt worden ist. — A. färbt die Axencylinder etc. fast wie *Carmin*, wird auch in derselben Weise angewendet. Eine Lösung von 1 : 3000 Wasser färbt die Schnitte in ungefähr 18—24 Stunden,

ist in vielen Schnitten zu sehen, betrug auch in der Längsrichtung etwa 5—6 Mm.

Die Veränderungen, die in Folge dieses Eingriffes zu Tage traten, sind folgende. In den ersten Schnitten unterhalb der Operationsstelle findet man den Hinterstrang zu einem Minimum reducirt, was die Verschiebung der anderen Bestandtheile des Rückenmarkquerschnitts nach seiner Richtung hin bedingt hat (Fig. 2). Der atrophische Hinterstrang gewinnt aber ziemlich rasch in den nach caudalwärts fortlaufenden Schnitten an Mächtigkeit und erlangt bald die Grösse, die man in Fig. 1 abgebildet sieht. Diese mässige Atrophie hält sich, nur noch langsam abnehmend, bis weiter caudalwärts und zwar bis ungefähr zum Anfang des Dorsalmarkes, wo der Unterschied nicht mehr sicher zu constatiren ist, obwohl der Hinterstrang der atrophischen Seite immer noch den Eindruck macht, als ob er etwas kleiner wäre, als der der normalen Seite.

In der Gegend der unteren Oliven treffen wir eine andere Veränderung. Wir sehen, dass die Fibrae arcuatae der Funiculi auf der Operationsseite bedeutend reducirt sind (Fig. 4). Hand in Hand mit dieser Reduction geht eine beträchtliche Abnahme des Querschnittes der Olivenzwischenschicht auf der der Operation entgegengesetzten Seite — eine Abnahme, die sich bis zum Corpus trapezoides verfolgen lässt (Fig. 5, 6 und 7). In den Schnitten, wo die Olivenzwischenschicht durch die Fasern des Corp. trapezoides auseinander gesprengt wird, ist ein Unterschied schon schwerer wahrzunehmen und nach Ueberschreitung derselben ein solcher nicht mehr nachweisbar. — Drittens ist eine geringe Atrophie der inneren Abtheilung des Kleinhirnstiels auf der Operationsseite anzuführen; die Fasern dieser Bahn sowohl, als die darin liegenden Ganglienzellen sind merkbar schwächer entwickelt, als auf der normalen Seite (Fig. 5 und 7).

Im Uebrigen finden wir durchaus normale Verhältnisse. Wir müssen besonders die vollständige Erhaltung der unteren und der oberen Oliven, der Corpora restiformia und der Deiters'schen (sogenannten „äusseren Acusticus.“) Kerne erwähnen.

2. Ratte. Die Exstirpation betraf mehrere Gebilde. Es wurde nicht nur die rechte Kleinhirnhemisphäre mit dem Nucl. dent. cereb. und der Flocke (von derselben blieb ein winziger Theil übrig), sondern auch ein Theil der dorsal vom Dachkern befindlichen Markmasse der rechten Wurmhälfte abgetragen. Der Dachkern blieb intact. Unter den Figuren findet sich auch eine Abbildung vom normalen Maushirn (Fig. 9). Die an ihr angebrachte punctirte Linie giebt den Umfang der Exstirpation an.

Das Kleinhirn hat sich derart entwickelt, dass, wie Fig. 10 zeigt, es sich nach der Seite der mächtigen aber in ihren Grenzen leicht bestimmbaren und durch keine unangenehmen Complicationen getrübten Exstirpation gedrängt hat. Indem es die im Schädel nach der Exstirpation entstandene Lücke ausfüllte, bekam es das Aussehen, als ob der erhaltene Kleinhirntheil, an welchem weiter nichts Abnormes zu constatiren ist, gewaltig über die Medianlinie verschoben worden wäre (Fig. 10).

Ueberblicken wir nun die Veränderungen, die das Nachhirn und das Mittelhirn gezeigt haben. — Leider konnten wegen der Ueberhärtung des Präparates keine brauchbaren Schnitte vom Rückenmark angefertigt werden, die über eventuelle Veränderungen desselben hätten Aufschluss geben können. — Schon in der Gegend der unteren Olive treffen wir die zunächst von v. Gudden experimentell constatirten Veränderungen, — wir finden nämlich, dass neben einem vollständigen Schwund des rechten Seitenstrangkerns, das Corpus restiforme rechts und die Olive links fast so gut wie verschwunden sind (s. Fig. 8).

Die Atrophie des Corp. rest. ist besonders in den mehr caudalen Schnitten als vollständig zu bezeichnen. — Wenn wir die Schnitte weiter hirnwärts untersuchen, so sehen wir, dass einige Fasern des Corp. rest. am Rand, lateral von der aufsteigenden Trigeminuswurzel ganz schleichend sich ansetzen, um dann später, allerdings als unansehnliches, sich nicht mehr vergrösserndes Bündel, sich weiter fortzusetzen. Auch die linke Olive ist nicht überall ganz atrophisch. In den mehr caudalen Ebenen finden sich noch einige erhaltene Zellen. Mehr capitalwärts sind solche nicht mehr vorhanden. Der Platz dieser Olive wird durch Zusammenrücken der reticulären Substanz einerseits und der Olivenzwischenschicht und Pyramidenbahn andererseits erheblich kleiner. Er ist besetzt von einem gewissen Gewirr von Fasern, deren Ursprung nicht leicht festzustellen ist. Ein Theil davon und wohl der bedeutendste besteht aus den von den Funiculi stammenden und sich in die Olivenzwischenschicht der anderen Seite begebenden Bogenfasern. Ein anderer Theil recrutirt sich aus Bogenfasern, die vom linken Corp. rest. stammen, die Raphe überschreiten, um, wie die eben in Rede stehenden Veränderungen lehren, in die erhaltene rechte Olive zu gehen. — In der Gegend der rechten Olive dagegen sind die Bogenfasern in geringerer Anzahl als links vorhanden und bestehen wohl ausschliesslich aus Fasern, die von den Funiculi stammen. Hie und da glaubt man noch höchstens ein Paar Fasern vom erhaltenen kleinen Theil des C. r. herkommen zu sehen. Auf dieser rechten Seite tritt besonders schön zu Tage,

wie die aus den Funiculi stammenden Bogenfasern, an der Raphe angelangt, einen spitzen Winkel bilden, um sich auf der anderen Seite in die Olivenzwischenschicht zu begeben, welche beiderseits gleich mächtig ist.

Eine weitere Atrophie ist in dieser Gegend nicht zu beobachten. Die Form. retic. ist sonst auf beiden Seiten gleich gut entwickelt, die Funiculi graciles und cuneati ebenfalls beiderseits gleich, sowie die hinteren Längsbündel. Wir finden auch im weiteren Verlaufe dieser Gebilde keine Veränderungen. Nach Betrachtung der folgenden Schnitte erweist sich der Deiters'sche („äussere Acusticus“-) Kern erhalten, die innere Abtheilung des Kleinhirnstiels beiderseits und in ihrem ganzen Verlaufe normal. Die oberen Oliven und das Corpus trapezoides sind ebenfalls beiderseits intact, trotz des mächtigen Kleinhirnsausfalles (von v. Gudden bereits angegeben) (Fig. 10).

Es harren unser aber noch zwei wichtige Veränderungen: die etwa zwei Dritttheile betragende Atrophie des Bindegarmes auf der operirten Seite, welcher die bereits von Forel und Laufer beschriebene Atrophie des gekreuzten rothen Kernes der Haube entspricht, und dann die totale Atrophie des Brückenarmes (Fig. 11) ebenfalls auf der operirten Seite. Bezüglich letzterer Veränderungen ist zu bemerken, dass die graue Substanz des Pons auf der dem atrophischen Brückenarm entgegengesetzten Seite etwas reducirt ist, während, wie v. Gudden schon fand, die Pedunculi cerebri keine nachweisbare Atrophie zeigen.

Sowohl im Zwischen- wie im Grosshirn lassen sich keine wahrnehmbaren Veränderungen ausfindig machen.

3. Kaninchen b. Es wurde bei diesem Kaninchen ein viel kleinerer Theil des Kleinhirns entfernt, als es bei der Ratte der Fall war. Es wurden nämlich die Flocke (Krause's Lobus inferior-anterior — und Lobus posterior-inferior —) und der Brückenarm vollständig, vom Nucleus dentatus cerebelli nur der in die Flocke hineinragende Theil, der etwas mehr wie ein Dritttheil sein dürfte, weggenommen. — Der Brückenarm und der angegebene Theil des Nucl. dent. wurden exstirpiert, indem der scharfe Löffel unterhalb der Flocke tiefer eingeführt wurde (vergl. Fig. 12 und 13, bei welchen die Grösse der Exstirpation ersichtlich ist.)

Die vorgefundene partielle Atrophie der Pyramidenbahn (Fig. 15) kann nicht als Folge des Eingriffs angesehen werden. Den handgreiflichen Beweis dafür giebt uns die Auffindung eines kleinen Erweichungsherdes im Mittelhirn, welcher fast ausschliesslich die Pyra-

midenbahn im Pedunculus beschlägt. Wir können die mit dieser Complication verbundenen Veränderungen leicht ausschalten. — Der Herd ist übrigens insofern sehr interessant, als er uns den Beweis liefert, mit welcher Vorsicht die durch Exstirpation von Hirntheilen erlangten Resultate zu verweihen sind und wie man mit der sonst so sicheren v. Gudden'schen Methode leicht zu unrichtigen Ergebnissen kommen kann.

Die Veränderungen, die uns dieses Hirn zeigt, stechen von denen beim Rattenhirn erheblich ab, da sie bedeutend geringer sind. — Im Kleinhirn haben wir eine geringe Abnahme der Kleinhirnhemisphäre (Fig. 14) auf der Operationsseite, ein Befund, der sich wohl durch die Brückenarmwegnahme erklären lässt. Der Wurm ist trotz letzterer vollständig normal, ebenfalls der Dachkern. Der Nucl. dent. in seinem erhaltenen Theil zeigt keine Veränderungen. — Im Nachhirn und Mittelhirn finden wir beinahe nur negative Resultate. Die Corpora restiformia und die unteren Oliven sind vor Allem absolut intact, ebenfalls die anderen bei der Ratte als erhalten angegebenen Gebilde. Die innere Abtheilung des Kleinhirnstiels ist somit auch erhalten. Dagegen finden wir den Bindearm auf der Operationsseite etwa um einen Dritttheil kleiner als auf der gesunden Seite und in Zusammenhang damit ist auch der rothe Kern der entgegengesetzten Seite kleiner. — Der Brückenarm ist vollständig atrophisch, die graue Substanz des Pons auf der dem atrophischen Brückenarm entgegengesetzten Seite nicht vollständig verschwunden. Im Zwischen- und Grosshirn sind keine Veränderungen nachweisbar.

Im Folgenden werden wir uns in erster Linie auf die durch die v. Gudden'sche Methode erzielten Resultate beziehen und wollen deshalb, indem wir für Ausführlicheres auf die Originalmittheilungen verweisen, die in Frage kommenden Experimente kurz mittheilen.

1. Forel-Laufer. Experiment beim Kaninchen. Das rechte untere Zweihügelganglion grössttentheils extirpiert. Zugleich wurden die rechte Hälfte des Marksegels mit den Nerv. trochleares, der rechte Bindearm und die rechte sogenannte absteigende Quintuswurzel Meynert's mit weggenommen. Ein kleiner Theil des Brückenarmes wurde ebenfalls mit beschädigt, höchst wahrscheinlich auch die Faserung einer Wurmhälfte direct getroffen (s. S. 206). Vergl. Tageblatt der 54. Versamml. deutscher Naturforscher etc. in Salzburg 1881, p. 185.

2. v. Gudden. Experiment beim Kaninchen. Es wurde die linksseitige Hälfte des kleinen Gehirns entfernt, mit Ausnahme eines kleinen Restes, welcher stehen geblieben ist. Zugleich

wurde der linksseitige hintere Hügel des Corp. quadrig. in grösserem, der vordere in geringerem Umfange verletzt. Auch der Pes pedunculi cerebri derselben Seite erwies sich als ein wenig gestreift von dem scharfen Löffel.

3. v. Gudden. Exstirpation einer ganzen Grosshirnhemisphäre incl. Corpus striatum beim Kaninchen. — Vergl. für 2 und 3; Tageblatt der 55. Versammlung deutscher Naturforscher etc. in Eisenach 1882 p. 303/305.

4. v. Monakow. Durchschneidung der linken Rückenmarkshälfte eines Kaninchens unterhalb der Pyramidenkreuzung bei Erhaltung ungefähr der medialen Hälfte des zarten Stranges und eines kleinen medialen Theiles des Vorderstranges. — Vergl. dieses Archiv Bd. XIV. Heft 1.

5. v. Monakow. Exstirpation des Parietalhirnes bei der Katze. — Vergl. Correspondenzblatt für Schweizerärzte. Jahrg. XIV. 1884. No. 6 und 7.

Wie stimmen nun unsere Ergebnisse mit den oben angeführten Experimenten und Untersuchungen?

Behufs klarerer Uebersicht wollen wir die einzelnen in Frage kommenden Gebilde mit ihren Veränderungen besonders für sich besprechen.

### I. Verbindungsbahnen des Kleinhirns.

#### a) Corpus restiforme.

v. Gudden (2) fand bei Exstirpation einer Hälfte des kleinen Gehirnes, Atrophie des Corp. rest. (Kleinhirnseitenstrangbahn eingeschlossen) auf derselben Seite und der Olive der entgegengesetzten Seite (von beiden Gebilden blieb nur ein winziger Theil übrig). In Zusammenhang mit der Atrophie des Corp. rest. bringt er die Atrophie dreier Kerne der Med. oblongata, eines dorsalen, eines lateralen und eines ventralen. Nach uns freundlichst von ihm selbst übermittelten Skizzen dürften der ventrale und der laterale Kern dem Seitenstrangkerne in verschiedenen Höhen entsprechen (der ventrale caudal, der laterale mehr capitalwärts gelegen), dagegen unseres Erachtens, der dorsale mit der grauen Substanz der inneren Abtheilung des Kleinhirnstiels identisch sein\*). — Mit anderen Worten finden sich

\*) Der von v. Gudden vorgeschlagenen Bezeichnung des Seitenstrangkerns mit „Deiters'schem Kern“ können wir uns, besonders nach der Arbeit v. Monakow's (4) nicht anschliessen. In dieser Arbeit wird nämlich die directe Beziehung dieses Kernes zum Seitenstrang nachgewiesen (Durchschnei-

im Corp. rest. nach v. Gudden einmal die Kleinhirnseitenstrangbahn, dann der Faserzug zu der entgegengesetzten Olive und endlich die Faserzüge zu den drei oben erwähnten Kernen der Med. oblong.

Nach v. Monakow (4) besteht dagegen das Corp. rest. aus der Kleinhirnseitenstrangbahn, dem Faserzug zu der Olive und endlich aus einem Faserantheil, der vom Funic. cun. und zwar von dessen medialer Abtheilung stammt.

Unsere Befunde bestätigen die letzte Angabe v. Monakow's, dass der Funic. cun. an der Bildung des Corp. rest. theilnimmt, nicht. Wir haben nämlich gesehen, dass nach totaler Entfernung der Fasern des Funic. cun. keine Atrophie des Corp. rest. eintritt, wie es bei der v. Monakow'schen Annahme hätte der Fall sein müssen. Und umgekehrt haben wir auch gesehen, dass nach Exstirpation des Kleinhirns bei der Ratte und folgender Atrophie des Corp. rest. der Funic. cun. intact bleibt.

Nach unseren Erfahrungen ist demnach das Corp. rest. folgendermassen zusammengesetzt:

1. aus der Flechsig'schen Kleinhirnseitenstrangbahn;
2. aus dem mächtigen Faserzug der von einer Kleinhirnhälfte zur entgegengesetzten Olive zieht, und der jedenfalls den Haupttheil des Corp. rest. bildet.
3. aus einem Faserzuge, der mit dem Seitenstrangkerne in Beziehung stehen muss, worauf die Atrophie dieses Kernes hinweist.

Welches sind nun die Endstätten des Corp. rest. im Kleinhirn? v. Gudden macht keine Angaben über den intracerebellären Verlauf des Corp. rest. v. Monakow spricht von einer Verkleinerung des oberen Wurms bei partieller Atrophie des Corp. rest. und ist geneigt, das Corp. rest. im Wurm endigen zu lassen.

Wenn wir die von uns untersuchten Gehirne, sowie die eben angeführte Angabe und die Resultate von Forel-Laufer (1) zusammenfassen, kommen wir zu folgendem Ergebniss:

Die Flocke ist ziemlich sicher nicht die Endigungsstätte des Corp. rest. im Kleinhirn. Ebenfalls wahrscheinlich ausgeschlossen ist diejenige Abtheilung des Nucl. dent., welche in die Flocke hin-

dingung des Seitenstrangs bringt fraglichen Kern zur Atrophie) und erscheint daher der alte Name Seitenstrangkern gerechtfertigt. — Den von Laura eingeführten Namen Deiters'schen Kern wollen wir für den sogenannten äusseren Acusticuskern beibehalten, nachdem ebenfalls v. Monakow nachgewiesen hat, dass dieser Kern mit dem Acusticus in keiner Beziehung steht. Die bisherigen pathologischen Beobachtungen (Meynert, Hitzig u. A.) stimmen mit den Resultaten an jungen Thieren überein.

einragt. Obwohl zwar aus phylogenetischen Gründen die Endigung des Corp. rest. bezw. des von den Oliven stammenden Faserzuges desselben im Nucl. dent. wahrscheinlich wäre, worauf schon Flechsig aufmerksam gemacht hat, so muss nach den Befunden am Hirn des Kaninchens b. diese Möglichkeit für die medialwärts gelegene Abtheilung des Nucl. dent. hauptsächlich vermutet werden.

Es bleiben demnach nur noch Wurm und Hemisphäre. Was den Wurm betrifft, so liegt eine Erfahrung, die für eine solche Endigung des Corp. rest. und eine andere, die dagegen spricht, vor. v. Monakow (4) fand bei Atrophie des Corp. rest. den Wurm etwas atrophisch. Forel (1) dagegen fand bei bedeutender Verkleinerung (S. S. 206) einer Wurmhälfte keine Atrophie des Corp. rest. Sowohl beim v. Gudden'schen Kaninchen (2) wie bei unserer Ratte wurde der Wurm theilweise mitabgetragen. Die Hemisphäre allein betreffend liegen weder positive noch negative Resultate vor. Eine ausschliessliche Abtragung derselben, ohne gleichzeitige Verletzung der anderen Gebilde (Nucleus dent. etc. vergl. Abbildungen), dürfte mit den grössten Schwierigkeiten verbunden sein.

Der Umstand, dass nach totaler Exstirpation einer Kleinhirnhälfte nur ein und zwar immer das Corp. rest. derselben Seite atrophirt, spricht mit Bestimmtheit gegen eine Kreuzung der Corpora restiformia im Kleinhirn.

#### b) Innere Abtheilung des Kleinhirnstiels.

v. Gudden giebt an, dass „der dorsale Kern des Corp. rest.“, nach unserer Auffassung die graue Substanz der inneren Abtheilung des Kleinhirnstiels, bei seiner Kleinhirnoperation atrophisch war. Bei unserem Experiment war dies nicht der Fall; es dürfte sich diese Abweichung leicht durch die offenbar weitergehende Operation v. Gudden's erklären lassen. — v. Monakow lässt die innere Abtheilung des K. zum grössten Theil aus Fasern der Formatio retic., speciell von den seitlichen Feldern derselben entstehen, zu denen sich in zweiter Linie Fasern von der medialen Abtheilung des Fun. cun., sowie auch solche aus den Zellen des inneren Acusticuskerns hinzugesellten.

Unsere Erfahrungen am Kaninchen a. machen es dagegen sehr wahrscheinlich, dass die innere Abtheilung des K. vorwiegend von Nucleus des Fun. cun. entsteht. Einmal finden wir eine geringe Atrophie der Fasern und der grauen Substanz der inneren Abtheilung des K. nach der am Fun. cun. und dessen Kern vorgenommenen Exstirpation und dann treten alle die Fasern unmittelbar, bevor der

erhaltene Theil des Nucl. des Fun. cun. verschwindet, beinahe vollständig auf, was wohl nicht zu erwarten wäre, wenn mehr ventral verlaufende Fasern sich dorsalwärts andrängen würden, um die innere Abtheilung des Kleinh. St. zu bilden. Immerhin halten wir eine Beteiligung von Fasern der Format. retic. an der Bildung der inneren Abtheilung des K. für wahrscheinlich und ebenso dürften sich einige Fasern aus den innerhalb der in Rede stehenden Bahn befindlichen Zellen anschliessen. — Dagegen konnten wir ein Uebergehen von Fasern des Corp. rest. in die innere Abtheilung des K., wie v. Monakow es angiebt, nicht bestätigen.

Was nun die Endstätten dieser Bahn im Kleinhirn betrifft, so stehen unsere Beobachtungen durchaus im Einklang mit der bisherigen Annahme (Meynert). Wir haben angegeben, dass bei der Kleinhirnexstirpation an der Ratte der Dachkern nicht mit extirpiert worden ist. Damit stimmt die gute Erhaltung der inneren Abtheilung des K., die von der bedeutenden Atrophie des Corp. rest. so absticht, vollständig überein. Man kann auch mikroskopisch den Verlauf der Fasern der fraglichen Bahn zu dem Dachkern und der medialen Kreuzung verfolgen. Ob sich diese Bahn im Kleinhirn kreuzt, derart, dass sie zum Dachkern der entgegengesetzten Seite gelangt, lassen wir dahingestellt. Eine solche Kreuzung ist übrigens möglich, im Gegensatz zum intracerebellaren Verlauf des Corp. rest., für welchen wir, wie schon angeführt, eine Kreuzung in Abrede stellen müssen.

### c) Bindearm.

Wir haben gesehen, dass die Atrophie dieser Bahn bei unseren Experimenten nicht gleich mächtig war. Beim Rattenhirn, bei welchem Kleinhirnhemisphäre, Nucl. dent. cerebell. und die Flocke entfernt worden sind, ist die Atrophie viel mächtiger als beim Hirn des Kaninchens b., welchem bei gleichzeitiger Brückenwegnahme die Flocke und ein Theil des Nucl. dent. cer. entfernt worden sind. Wenn wir aber diese Atrophien mit einander vergleichen, so finden wir, dass die erste nicht im Missverhältniss zu der zweiten steht, da sie ja mit einer viel mächtigeren Exstirpation zusammenfällt. Wenn wir das dann weiter mit der Thatsache zusammenhalten, dass bei der Flockenextirpation der Bindearm direct nicht verletzt gewesen sein kann, kommen wir zu dem Schlusse, dass auch beim Rattenhirn der Bindearm wahrscheinlich nicht getroffen worden ist, und dass allenfalls eine directe Verletzung desselben auf ein Minimum zurückgeführt werden kann.

Was die Endigungs- beziehungsweise Ursprungsstätte des Bindearms im Kleinhirn anlangt, so können wir sagen, dass dieselbe nicht

in einen einzigen Bestandtheil desselben, sondern in mehrere zu verlegen ist. Wahrscheinlich endigt er in allen Theilen der Kleinhirnrinde, was aus seiner partiellen Atrophie nach der Flockenextirpation besonders hervorzugehen scheint\*).

In Folge dieser Thatsachen sieht sich Herr Prof. Forel veranlasst, seine früheren Angaben (loc. cit.) über Atrophie der gleichseitigen Wurmhälfte nach Bindearmextirpation zu berichtigen. Es dürfte doch in dem von ihm damals benutzten Kaninchenhirn, das uns vorliegt, ein capitalwärts gelegener Theil der Wurmfaserung bei der Wegnahme des Bindearms direct getroffen worden sein und so die Wurmatrophie bedingt haben. Es mag auch beim Operiren ein Messerschnitt nach rückwärts stattgefunden haben.

Ueber den weiteren extracerebellaren Verlauf dieser Bahn, können wir nur die Angaben Forel's in der mehrfach erwähnten Arbeit bestätigen und sagen, dass die mit der Atrophie des Bindearms auf's innigste zusammenhängende partielle Atrophie des rothen Kerns der Haube auf der entgegengesetzten Seite auch bei unseren Präparaten auf's schönste zu sehen war.

#### d) Brückenarm.

Wir haben früher angegeben, dass sowohl beim Hiru der Ratte, als bei dem des Kaninchens b. der Brückenarm auf der operirten Seite vollständig atrophisch war. In beiden Fällen muss der lateral in's Kleinhirn eintretende Brückenarm direct getroffen worden sein. Wir haben auch betont, dass der Wurm beim flockenlosen Kaninchen keine Atrophie zeigte. Nach diesen Thatsachen müssen wir den Brückenarm mit der Kleinhirn hemisphäre derselben Seite zunächst in Verbindung bringen. Die deutliche Atrophie der Hemisphäre beim Kaninchen b., dessen Brückenarm weggenommen wurde, spricht zu Gunsten dieser Annahme. Es ist nämlich sehr wahrscheinlich, dass diese Atrophie nicht durch die Exstirpation der Flocke (etwa durch Ausfallen von Associationsfasern etc.), sondern vielmehr durch die Läsion des Brückenarms zu erklären ist.

Ueber das Verhalten des Brückenarms in der Brücke konnte v. Gudden zu keinen bestimmten Ergebnissen bei seiner Kleinhirn-

---

\*) Dass die Exstirpation eines Theiles des Nucl. dent. cerebelli beim Kaninchen b. nicht als Ursache der Bindearmatrophie angesehen werden darf, geht aus dem Experimente Forel's hervor, bei welchem eine vollständige Erhaltung des Nucl. dentatus cerebelli trotz einer totalen Wegnahme des Bindearms sich vorfand.

operation kommen. Er giebt an, folgende Zusammensetzung des Brückenarms beobachtet zu haben:

- a) aus einer Commissur (zumeist caudal gelegen),
- b) aus einem Faserzuge, der offen daliegend, die Raphe überschreitet,
- c) aus einem solchen, der anscheinend auf derselben Seite bleibt.

Wie er uns noch freundlichst schriftlich mitgetheilt hat, so fand er nach Durchschneidung des Brückenarms ein grosses (laterales) Ganglion in der Brücke und zwar auf der entgegengesetzten Seite atrophisch.

Was die Commissurenfasern betrifft, so dürfen sie nach unseren Erfahrungen, wenn überhaupt vorhanden, doch in keiner grossen Anzahl da sein. Wir fanden nämlich bei vollständiger Atrophie des einen Brückenarmes keine irgend wie wahrnehmbaren Veränderungen des anderen Brückenarmes, auch dann nicht, wenn wir letzteren mit demjenigen anderer gleich alter Kaninchen vergleichen.

Was nun die Kreuzungsverhältnisse in der Brücke betrifft, so kreuzen sich wohl die Brückenarmfasern der einen Seite zum Theil mit denjenigen der anderen Seite, und zwar treten die gekreuzten Fasern wahrscheinlich mit den Ponszellen der anderen Seite in Verbindung. Die graue Substanz des Pons mit den Ponszellen ist beiderseits noch theilweise gut erhalten, wenn auch in verschiedenen Verhältnissen, woraus folgt, dass die Kreuzung nur partiell ist. Diese Kreuzung findet gleichmässig, d. h. zur Hälfte in den mehr caudalen Schnitten statt, da wir (Fig. 15) dort sehen, dass die graue Substanz beiderseits gleich entwickelt ist. Dagegen in den mehr capitalen Schnitten (Fig. 11) wiegen die sich kreuzenden Fasern vor. Dort findet man die graue Substanz auf der Seite des atrophischen Brückenarmes stärker entwickelt, als auf der normalen.

Eine Atrophie der Pedunculi cerebri lässt sich nicht nachweisen. Somit scheinen dieselben ihre nicht aus den Pyramiden stammenden Fasern aus den Ponszellen und nicht direct aus den Brückenarmen zu erhalten.

---

Aus dem Gesagten geht hervor, dass von den in's Kleinhirn ziehenden Verbindungsbahnen nur die innere Abtheilung des Kleinhirnstiels sich kreuzen mag, während dem die anderen sich immer auf derselben Seite halten. Wie sind nun aber die übrigen im Kleinhirn sich kreuzenden Fasern zu erklären? Die Antwort dürfte dahin ausfallen, dass es sich wohl um Fasern handeln muss, die die beiden

Seiten des Kleinhirns mit einander verbinden, also um sogenannte *Associationsfasern*.

Wir finden weiterhin, dass der Nachweis einer directen Verbindung zwischen Klein- und Grosshirn weder v. Gudden, noch uns gelungen ist. Eine solche Verbindung müsste, abgesehen vom Corp. rest., dessen extracerebelläre Ausbreitung in der Medulla oblong. zu suchen ist, entweder durch die Brückenarme oder durch die Bindearme vermittelt werden. Die Fasern der Letzteren hören nun entweder grösstentheils (Forel) oder alle (v. Gudden) in den rothen Kernen auf. Dass einige Fasern derselben weiter hinwärts verlaufen, oder dass die in Verbindung mit den Zellen des rothen Kernes getretenen weitere indirekte Verbindungen mit dem Grosshirn haben, liegt im Bereich der Hypothese. Immerhin wäre bei der Wichtigkeit der Verbindung zwischen Klein- und Grosshirn eher an die andere der oben angeführten Bahnen zu denken, an den Brückenarm. Leider giebt uns bis jetzt das Experiment hiefür keine Anhaltspunkte. Der Grund davon liegt wohl darin, dass die Brückenarmfasern ihr vorläufiges Ende in den Ponszellen finden, welche eine weitere Atrophie der fraglichen Bahn verhindern. Wenigstens ist das beim Kaninchen der Fall, beim Menschen dürften sich vielleicht andere Verhältnisse geltend machen.

## II. Verlauf der Funiculi graciles und cuneati.

### a) Funiculus gracilis.

Dieser Strang bietet uns viel einfachere Verhältnisse dar, als der Funic. cun. Er nimmt erstens Theil an der Bildung der Hinterstränge und zwar deutlicher als der Funic. cun., insofern nämlich als die geringere, aber auf eine ziemlich weite Strecke ausgebreitete Atrophie der Hinterstränge, die wir bei Kaninchen a. constatirt haben, der Exstirpation dieses Stranges, dessen Rückenmarksbahn beim Kaninchen sehr klein ist, zuzuschreiben ist. Zweitens nimmt er bedeutenden Anteil an der Bildung der Olivenzwischenschicht der entgegengesetzten Seite. Doch können wir die Grösse desselben nach unseren Präparaten nicht genau bestimmen.

Es verdient aber vor Allem hervorgehoben zu werden, dass dieselben Bogenfasern des Funic. grac. und deren Fortsetzungen in der entgegengesetzten Olivenzwischenschicht, sowohl durch Exstirpation der Hirnrinde des Scheitellappens (v. Monakow, 5) als durch Exstirpation des Kernes des Funic. grac. (nach unseren Untersuchungen) zur Atrophie gebracht werden. Leider sind wir nicht im Stande anzugeben, warum die

Atrophie der Olivenzwischenschicht nach Ueberschreitung des Corp. trapez. nicht mehr wahrzunehmen ist.

Eine Verbindung der Bogenfasern des Fun. grac. mit den unteren Oliven glauben wir entschieden verneinen zu dürfen.

b) *Funiculus cuneatus*.

Wir müssen zunächst des auffallenden Vorkommnisses Erwähnung thun, welches beim Experiment von v. Monakow (4) zu Tage trat. Mittelst Durchschneidung des Rückenmarks bekam er eine vollständige Atrophie des lateralen Theiles des Fun. cun., während die mediale Abtheilung desselben nur eine geringe Abnahme zeigte. Wir können uns keine genügende Erklärung dieses Vorkommnisses geben (Beziehungen des lateralen Theiles zu den Seitensträngen des Rückenmarks??), möchten aber doch auf dasselbe aufmerksam machen.

Nachdem wir weiter oben die Gründe auseinandergesetzt haben, die gegen die Annahme sprechen, dass der Fun. cun. an der Bildung des Corp. rest. sich hetheilige, sowie auch diejenigen Momente angeben, die uns für die Entstehung der inneren Abtheilung des Kleinhirnstiels aus dem oberen Theil des Nucleus des Fun. cun. — dessen Fortbestehen auf eine Unabhängigkeit von den Fasern des Fun. cun. hindeuten dürfte — zu sprechen scheinen, erübrigt es uns noch zu erwähnen, dass die Annahme von v. Monakow, wonach die bis jetzt nur von ihm beobachtete Atrophie des Deiters'schen („äusseren Acusticus-“) Kerns durch die Atrophie des Fun. cun. zu erklären ist, sich nicht mehr als stichhaltig erweist, wenn man sich unser Ergebniss — Erhaltung des Deiters'schen Kerns bei Entfernung des Fun. cun. — vergegenwärtigt. Beiläufig bemerkt dürfte diese unzweifelhafte Atrophie, von welcher wir uns an den Originalpräparaten von v. Monakow überzeugt haben, vielmehr auf den Ausfall irgend welcher Fasern aus dem Seitenstrang zurückzuführen sein, wie denn auch solche mächtige Zellen, wie die des Deiters'schen Kerns, eher in der Seitenstrangabtheilung der Form. retic. als in den Hinterstrangkernen vorkommen.

Die ziemlich rasch sich vergleichende Atrophie der Fasern des Keilstranges im Cervicalmark spricht mit grosser Wahrscheinlichkeit dafür, dass dieselben Längscommissuren auf kurze Entfernungen bilden. Ueber ihren Zusammenhang mit dem sogen. Kern des Funiculus lässt sich gar nichts sagen. — Unsere Ergebnisse sprechen eher gegen einen solchen.

Im weiteren müssen wir betonen, dass die aus dem Fun. cun. ausgehenden Fasern sich nicht mit den Oliven in Verbindung setzen,

wie es Deiters, Meynert, Flechsig u. A. anzunehmen geneigt sind, da wir bei einer erheblichen Reduction der ersten nicht den mindesten Unterschied in den letzteren beobachten können. Ob dagegen einige Bogenfasern in der Form. retic. aufhören, ist eine Frage, die wir, wie billig, offen lassen müssen.

Nach Deiters und Meynert sollen Fasern vom Corp. rest. die Olive derselben Seite nur durchsetzen, dagegen mit der Olive der entgegengesetzten Seite in Verbindung treten, um sich sonach mit den Kernen der Fun. grac. und cun. zu verbinden. Deiters und Meynert erklärten sich damit, wie die Hinterstränge sich bilden und warum gleichzeitig mit der Abnahme des Corp. rest. die Hinterstränge sich bilden. Die Unrichtigkeit dieser Theorie geht von selbst aus unseren Ergebnissen hervor.

Zum Schluss erübrigt mir, Herrn Director Forel für die Freundlichkeit, mit der er mir die Präparate zur Untersuchung überliess, insbesondere auch für die Hülfe und die Rathschläge bei der Bearbeitung meines Themas den besten Dank auszusprechen.

Burghölzli, im August 1884.

### Erklärung der Abbildungen. (Taf. III.)

|                                                                     |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| d. rechts.                                                          | X. K. Vaguskerns.                               |
| s. links.                                                           | XII. K. Hypoglossuskern.                        |
| V. S. Vorderstrang.                                                 | C. R. Corpus restiforme.                        |
| S. S. Seitenstrang.                                                 | I. A. K. Innere Abtheilung des Kleinhirnstiels. |
| S. S. K. Seitenstrangkern.                                          | B. A. Bindearm.                                 |
| H. S. Hinterstrang.                                                 | Br. A. Brückensarm.                             |
| S. g. Substantia gelatinosa.                                        | Br. Brücke.                                     |
| f. c. funic. cuneatus.                                              | C. trap. Corpus trapezoides.                    |
| f. gr. funic. gracilis.                                             | Schl. Schleife.                                 |
| H. L. Hintere Längsbündel.                                          | G. S. Br. Graue Substanz d. Brücke.             |
| P. Pyramide.                                                        | O. I. untere Olive.                             |
| IV. IV. Ventrikel.                                                  | O. S. obere Olive.                              |
| V. Trigeminus.                                                      | I. N. O. Innere Nebenolive.                     |
| VII. Facialis.                                                      | O. Z. S. Olivenzwischenschicht.                 |
| VII. K. Facialiskern.                                               | Hem. Kleinhirnhemisphäre.                       |
| VII. Kn. Facialisknie.                                              | N. d. Nucl. dent. cerebelli.                    |
| IX. K. Glossopharyngeuskern.                                        | N. r. Dachkern.                                 |
| IX. Glossopharyngeus.                                               | M. Graue Substanz des Marksegels.               |
| G. W. Gemeinsame aufsteigende Wurzel des seitl. gemischten Systems. |                                                 |

Archiv f. Psychiatrie etc. Bd. VI.

