

VII.

Helwegs Dreikantenbahn in der Medulla oblongata.

Von

Dr. med. S. Thalbitzer-Aarhus (Dänemark).¹⁾

(Hierzu Tafel II, III, IV.)

~~~~~

In meiner 1902 in Kopenhagen veröffentlichten Abhandlung „Die manio-depressive Psychose — das Stimmungsirresein —“ (deutsch bearbeitet in diesem Archiv Bd. 43) habe ich nachgewiesen oder doch nachzuweisen versucht, dass die reinen Stimmungsspsychosen — die Gruppe der Geisteskrankheiten, deren Symptome nur quantitativ von den Erscheinungen des physiologischen Stimmungslebens abweichen, und die fast ganz Kraepelins „manisch-depressivem Irresein“ in seiner spätesten Begrenzung<sup>2)</sup> entspricht — dass diese Gruppe natürlich und ungezwungen als der psychische Ausdruck einer fehlerhaften Tätigkeit des vasomotorischen Apparats des Gehirns d. h. seiner verschiedenen Zentren verstanden werden kann.

In dem Kapitel VI meiner Abhandlung wende ich mich der Anatomie zu, um das anatomische Substrat des Leidens zu suchen und finde als einzigen Beitrag zur Beleuchtung der Frage K. Helwegs Abhandlung „Studien über den zentralen Verlauf der vasomotorischen Nervenbahnen“ (1886), deutsch bearbeitet in diesem Archiv Bd. 19.

In dieser Abhandlung beschreibt Helweg seine Dreikantenbahn und vermutet, dass die Bahn die Vasomotoren der Hirngefäße führt. Er stützt diese Vermutung hauptsächlich darauf, dass er die Fasern der Bahn besonders fein und besonders empfänglich für Karminfärbung gefunden hat in den Fällen von Geisteskrankheit, die von Symptomen seitens des Stimmungslebens beherrscht wurden.

---

1) Nach dem Manuscript ins Deutsche übertragen von Oberlehrer A. Müller (Aarhus).

2) G. Dreyfus, Die Melancholie. 1906. Die Vorrede.

Am Schluss meiner Abhandlung mache ich darauf aufmerksam, in wie hohem Grade Helwegs und meine Arbeit sich ergänzen, und sehe hierin eine Aufforderung zur Wiederaufnahme von Helwegs Untersuchungen mit moderneren Hilfsmitteln, als die von ihm benutzte Karminfärbung.

Seit dem Sommer 1903 habe ich daher eine bedeutende Anzahl Halsmarke von geistesgesunden Individuen und von Patienten mit verschiedenen Formen von Geisteskrankheit gesammelt und untersucht. Mein ursprünglicher Plan war zu prüfen, ob der von Helweg gefundene Unterschied in den Fasern der Dreikantenbahn bei Individuen mit ausgesprochenen Stimmungsleiden und bei solchen mit wenig oder gar nicht hervortretenden Symptomen seitens des Stimmungslebens sich auch durch andere Färbungsmethoden nachweisen liess.

Im Lauf der Untersuchung erhoben sich indessen andere Fragen, die erst eine Beantwortung erheischten, namentlich die Frage nach dem Ursprung der Dreikantenbahn und der Weise, wie ihre Fasern die Medulla verlassen. Meine Untersuchung musste sich daher mehrere Aufgaben stellen, teils die erwähnten anatomischen, teils eine physiologische: Licht über die Frage von der Funktion der Bahn zu werfen suchen, teils schliesslich eine vergleichend-anatomische oder eine pathologisch-anatomische, nämlich die Richtigkeit des Fundes Helwegs zu prüfen. Obgleich von einem bestimmten Erfolg bezüglich dieser beiden letzteren Fragen noch weit entfernt, habe ich bei der Untersuchung der anatomischen Verhältnisse Ergebnisse zu verzeichnen, die mich bestimmt haben, dieselben schon jetzt zu veröffentlichen, während die Behandlung der beiden letzten Fragen noch höchstens den Charakter einer vorläufigen Mitteilung von hauptsächlich hypothetischer Natur haben kann.

## I.

Wenn ich hier — wie in früheren Arbeiten — die fragliche Bahn Helwegs<sup>1)</sup> Dreikantenbahn nenne, geschieht das, weil ich es gerecht finde, dass die Bahn sowohl den Namen Helwegs als denjenigen, den er ihr selbst gegeben hat, trägt.

Der erste Verfasser, der beiläufig erwähnt, dass er in einem paar Fällen „eine nicht scharf dreieckige Zone von sehr feinen und allerfeinsten Fasern“ in dem oberen Teil des Halsmarks beobachtet hat, ist allerdings Westphal (dieses Archiv Bd. 6), allein eine eingehendere Schilderung der Bahn oder ein Versuch, derselben zentral und peripher zu folgen, findet sich nicht in Westphals Abhandlung, in welcher es

1) Helweg starb im Frühjahr 1901 als Direktor der dänischen Irrenanstalt Oringe bei Vordingborg.

sich um ganz andere Dinge handelt. Erst 1886 gab Helweg in seiner erwähnten Abhandlung eine treffliche und detaillierte Schilderung der Dreikantenbahn. Man wundert sich, wie viel und wie viel Richtiges er mit den von ihm benutzten, verhältnismässig unvollkommenen Hilfsmitteln hat sehen können, und wenn ich glaube, in dem Folgenden nachweisen zu können, dass Helweg sich in einigen massgebenden und schwierigen Punkten im Verlauf der Bahn geirrt hat, ist dies wohl hauptsächlich der Entwicklung der mikroskopischen Technik der letzten Dezennien zu verdanken. 1894 hat Bechterew<sup>1)</sup> wieder die Bahn geschildert und sagt als neu, dass „das in Rede stehende Bündel zu den sich spät entwickelnden Fasersystemen des Rückenmarks gehört, denn die Mehrzahl seiner Fasern erhalten die Markscheideumhüllung sogar später als die Pyramidenbahn; seine Entwicklung gelangt also jedenfalls erst nach der Geburt zum Abschluss“. Nach diesen drei Forschern wird die Bahn nun mitunter das Helweg-Westphalsche Bündel (Gianelli), mitunter die Helweg-Bechterewsche Bahn oder Bechterews Olivenbündel (Parolivenbündel) genannt. Da Helweg indessen derjenige ist, der zuerst eine genaue und in so weit erschöpfende Schilderung des Baues und Verlaufs der Bahn gegeben hat, so kommt es mir angemessen vor — wie es auch Obersteiner tut — die Bahn für seinen Namen zu behaupten, es sei denn, dass man überhaupt dagegen ist, Personennamen an anatomische Bahnen und Zentren zu knüpfen.

Da ich beim Anfang meiner Arbeit nicht darauf fussen konnte, dass einer der recht selten vorkommenden Fälle einer Degeneration der Helwegschen Dreikantenbahn in mein Loos fallen solle, war ich darauf angewiesen zu prüfen, wie viel die Untersuchung der physiologischen Bahn erläutern könnte. Und ich fand in Weigert-Pals Markscheidenfärbung eine Methode, die sich ganz besonders für die Untersuchungen, die ich mir vorgenommen hatte, eignete.

Schon im Jahre 1900 hat Schröder<sup>2)</sup> (Breslau) darauf hingewiesen, dass diese Färbemethode konstant verschiedene Bahnen verschieden färbt, oder besser, dass die Differenzierungsflüssigkeit auf die verschiedenen Fasersysteme verschieden wirkt, als Ausdruck des Unterschiedes in der chemischen Beschaffenheit der Markscheiden, demnächst aber auch als Ausdruck rein physikalischer Verhältnisse, die das Eindringen der Differenzierungsflüssigkeiten erleichtern oder erschweren, so der Dichtigkeit in der Aneinanderlagerung der Fasern, der Dicke der Markscheiden.

1) Ueber das Olivenbündel des zervikalen Teiles vom Rückenmark. Neurolog. Zentralbl. 1894. No. 12.

2) Demonstration von Gehirnschnitten. Zentralbl. für Nervenheilk. und Psychiatrie.

Schröders Beobachtung, die mir erst vor kurzem bekannt wurde, stimmt ganz mit den Erfahrungen, die ich selbst schon auf diesem Gebiet gemacht hatte.

Zur Untersuchung von Helwegs Bahn empfiehlt es sich eine sehr kräftige Färbung (an Schnitten von 20  $\mu$ ) mit frisch bereiteter Flüssigkeit zu verwenden, am besten 48 Stunden (wovon ein paar Stunden im Thermostat). Bei schwächerer Färbung (oder verhältnismässig starker Differenzierung) erlangt man freilich ein sehr deutliches makroskopisches Bild der Bahn als die bekannten hellen Dreiecke in dem ventralen Teil der Seitenstränge des Halsmarks (Fig. 1); allein bei stärkerer Vergrösserung zeigt es sich, dass diese Deutlichkeit von einem Ausfall herröhrt, indem die Fasern der Bahn durch die Differenzierung entweder ganz entfärbt oder zu Schatten reduziert sind, die zu einem genaueren Studium nicht geeignet sind. Wenn die Färbung gelungen ist, sieht man dagegen (bei starker Vergrösserung) alle die feinen Fasern der Dreikantenbahn scharf und deutlich. Die Bahn hat ausserdem eine charakteristische graulila Farbe (wie Zigarrenrauch oder besonntes Spinnengewebe) und unterscheidet sich auch hierdurch von den schwarzblauen Rückenmarksfasern der sie umgebenden Bahnen. Die Farbennuance der Bahn kann nach dem Differenzierungsgrad etwas variieren, von graphitgrau (bei starker Differenzierung) bis bräunlich-lila; stets aber weicht sie in charakteristischer Weise von der Farbe des übrigen Seitenstranges ab. Uebrigens kann man diesen Farbenunterschied durch Nachfärben (Parakarmin, Alaunkochenille) verstärken. Oder dies kann durch Anwendung einer so schwachen Differenzierung der Schnitte geschehen, dass Gliagewebe, Kerne, Nervenzellen und Blutgefässen einen harzgelben Farbenton bewahren; man bekommt hierdurch auf bequeme Weise eine schöne Doppelfärbung. Diese kleinen Modifikationen können oft die Arbeit erleichtern für den, der noch nicht mit Lage und Verlauf der Bahn vertraut ist; aber das geschieht dann in der Regel etwas auf Kosten der Schärfe der einzelnen Fasern.

Allein auch ohne diese Hilfsmittel wird jeder bei einiger Uebung der Bahn im grössten Teil ihres spinalen Verlaufes bis zu ihrem kritischen Punkt nahe dem kaudalen Pol der Oliva major folgen können. Hier werden die Verhältnisse so verwickelt und so schwierig zu deuten, dass es eine langjährige, geduldige Arbeit erfordert hat, die intime Kenntnis mit der Bahn und ihren Fasern zu erlangen, die es mir möglich gemacht hat, diese Verhältnisse zu entwirren. Ich irre gewiss nicht, wenn ich sage, dass ich gegen fünfzig Halsmarken durchmikroskopiert hatte, ehe ich anfing, auf die Fährte des Zusammenhangs in dem Faserverlauf in diesen kritischen Punkt zu kommen; wie viele

Male ich vorher die Arbeit als hoffnungslos bei Seite gelegt hatte, um sie eine Zeit nachher wieder aufzunehmen, weiss ich nicht mehr.

Um in diese Verhältnisse Klarheit zu bringen, ist es notwendig mit dem Bau, dem Aussehen und der Farbe der Fasern vertraut zu sein, nicht nur im Querschnitte, sondern auch im Längs- und Schrägschnitt. Ich kann nicht umhin in dieser Verbindung zum Vorteil der Untersuchung über den Verlauf von Nervenbahnen an normal-anatomischen Präparaten ein Lot in die Wagschale zu legen, jedenfalls wo — wie hier — die Verhältnisse, d. h. der eigentümliche Bau, Kaliber und die Farbe der Fasern dazu auffordert, der sonst allein seligmachenden Untersuchung am pathologischen Präparat mit der Marchimethode gegenüber.

Wie schon Schröder (a. a. O.) hervorhebt, „kann das Studium normaler Gehirnschnitte des Erwachsenen, wenn die Schnitte nur gut und entsprechend behandelt sind, vielerlei Einzelheiten im Verlauf der Fasern enthüllen, über die die vielen übrigen „Methoden“ keinen Aufschluss geben; man darf über diesen letzteren den Ausgangs- und den Zielpunkt unseres Wissens, das normale menschliche Grosshirn, nicht vergessen“. Bei Marchis Methode betrachtet und verfolgt man ja nur die zerfallenen Trümmer von Fasern, und im Vergleich damit sollte doch die normale Bahn den Preis davon tragen. Ausserdem kommt das Zutrauen zu der Marchimethode mir zeitweise reichlich blind vor, so blind, dass sie bisweilen zu verkehrten Ergebnissen führen muss, teils weil sie sozusagen nie an „reinen“ Fällen d. h. an solchen, wo eine einzelne Bahn und auch nur diese degeneriert ist, verwendet wird, teils weil der Untersucher, in dessen Los ein Fall der Degeneration fällt, vielleicht kein spezieller Expert eben in der Region, wo die Degeneration sich findet, ist. Und es gibt wohl wenig Gebiete, wo die Uebung eine so massgebende Bedeutung dafür hat, was man sieht, und wie viel man sieht, als in der Mikroskopie.

Die Topographie der Helwegschen Dreikantenbahn ist in grossen Zügen genügend bekannt, und ich werde mich hier mit derselben nur beschäftigen, wenn es nötig ist, um die von mir gefundenen Abweichungen von den Beschreibungen Helwegs und späterer Verfasser darzulegen.

Im 2. Zervikalsegment hat die Bahn noch ihre vollen Dimensionen. Bei starker Vergrösserung sieht man an mit Weigert-Pal gefärbten Querschnitten ihr ganzes Gebiet von sehr feinen Fasern übersät (Fig. 2). Sie zeigen sich als Punkte, die doch teilweise ein feines Lumen schimmern lassen; ausser diesen finden sich in geringerer Zahl etwas grössere Lumina von einer feinen, scharf gezeichneten Markscheide umgeben, sowie etliche

Faserdurchschnitte mit Lumina, die zwischen diesen beiden Grössen variieren, alle von derselben schmalen, scharfen Kontur umgeben. Durch Untersuchung von Längsschnitten überzeugt man sich leicht, dass sie alle Querschnitte derselben Art Fasern sind, nur auf verschiedene Weise getroffen; an solchen Längsschnitten sieht man, dass die Helwegsche Bahn aus fadenfeinen, lotrechten Fasern besteht, von welchen ein Teil eben eine doppelte Konturierung unterscheiden lässt, und die sich mit Zwischenräumen zu gestutzt-ovalen oder fast kugelrunden Ampullen von wechselnder Grösse aufblasen (Fig. 3). Die Fasern, die der Querschnitt durch ihre Ampullen trifft, zeigen die verhältnismässig grossen Lumina, während die Fasern, die zwischen den Ampullen getroffen werden, sich als Punkte oder mit einem ganz feinen Lumen zeigen. Schliesslich sieht man in dem Gebiet der Bahn als einen mehr zufälligen Fund eine grössere oder kleinere Anzahl gewöhnlicher grober Nervenfasern von demselben Kaliber wie diejenigen der umliegenden Markstränge; sie gehören wahrscheinlich grossenteils zu Gowlers' Bündel. Ihre Grösse, ihre schwarzblaue Farbe, ihr plumper Bau und ihre dicke, oft geschichtete Markscheide macht sozusagen eine Verwechslung mit den Helwegschen Fasern unmöglich.

Folgt man der Bahn in kaudaler Richtung, sieht man sie an Stärke abnehmen, und ihre Fasern pressen sich immer dichter gegen die Peripherie hinaus, um die Mündung der vorderen Nervenwurzeln herum, bis die Bahn beim 4.—5. Zervikalsegment, bald ein wenig höher hinauf, bald weiter hinunter, ganz verschwindet. Einige Untersucher wollen sie bis zum 6.—7. Segment verfolgt haben und als nicht mehr geschlossene Bahn ganz bis zum Dorsalmark hinunter (Pick); einige sogar bis zum 3.—4. Dorsalsegment (Neumaier und Kattwinkel). Es ist möglich, dass hier einige von den Variationen im Verlaufe vorliegen, an denen die Rückenmarksbahnen so reich sind, aber wahrscheinlich kann eine andere Erklärung dieser Befunde — wie man später sehen wird — auch genügen.

Hinsichtlich der Frage, was aus den Helwegschen Fasern wird, wenn sie allmählich aus dem Halsmark verschwinden, war Helweg selbst schwankend. Er konnte sich zwei Möglichkeiten denken: entweder dass die Fasern das Rückenmark direkt mit den vorderen Wurzeln verlassen, oder dass sie erst in die Vorderhörner eintreten. Helweg neigte am meisten zu der letzteren Annahme; Bechterew schliesst sich entschieden dieser Anschabung an, ohne jedoch seinen Standpunkt näher zu begründen.

Indessen zeigen meine Präparate, dass die Sache sich nicht so verhält. Ungefähr vom 2. Zervikalsegment und abwärts nimmt die Bahn

also gleichmässig an Umfang ab; gleichzeitig sieht man unter dem Mikroskop, dass Unruhe im Glied entsteht. Die Fasern, die bisher ruhig lotrecht nebeneinander hergelaufen sind, legen sich da und dort in nach aussen gerichtete Striche und Ströme. Die Bahn presst sich immer dichter gegen die Peripherie hinaus und ist fast ohne gröbere Fasern. Die vorderen Nervenwurzeln durchbrechen schräg die Rückenmarksperipherie und die Helwegschen Fasern liegen hier in besonders dichten Bündeln um die Mündung jeder einzelnen Wurzeln durch die Peripherie. Oft sieht man sie als inselförmige Bündel und Stränge, die sich mehr weniger von der Rückenmarksperipherie auslösen, parat dieselbe zu verlassen, und an mehreren meiner Präparate sieht man ausserhalb der Peripherie des Rückenmarks oder im Begriff dieselbe zu durchbrechen, feine Wurzeln, die sich in schräge oder horizontale Richtung gelegt haben, und die teils ausschliesslich aus Helwegschen Fasern bestehen, teils eine Beimischung von gröberen motorischen Fasern haben. Im letzteren Fall scheint das Verhältnis sich so zu gestalten, dass Helwegsche Fasern in einem Bündel sich an eine abzweigende motorische Wurzel schliessen in dem Augenblick, wo diese nach Passieren des Gebietes der Dreikantenbahn die Rückenmarkperipherie durchbricht. An einigen meiner Präparate sieht man, dass eine abzweigende Helwegsche Wurzel beim Verlassen des Rückenmarks durch ein feines zirkuläres Gliaband ein wenig zusammengeschnürt wird (Fig. 4).

Die hier geschilderten Verhältnisse werden immer mehr ausgesprochen, je kaudaler der Schnitt liegt und sind namentlich deutlich in dem untersten Segment zu sehen, in dem die Bahn überhaupt sich befindet. Will man Präparate mit abzweigenden Helwegschen Wurzeln haben, muss man dazu Schnitte aus dem 3.—4. Zervikalsegment nehmen<sup>1)</sup>.

Während alles, was ich gesehen habe, entschieden davon zeugt, dass die Fasern der Helwegschen Bahn das Halsmark direkt mit den motorischen Wurzeln des 3.—4. und vielleicht teilweise mit dem 2. und 5. Zervikalnerven zusammen verlassen, habe ich nie etwas gesehen, das

1) Wenn ich in meiner ziemlich grossen Präparatsammlung verhältnismässig selten Helwegsche Fasern ausserhalb der Peripherie des Rückenmarks gefunden habe, ist die Erklärung teils darin zu suchen, dass die Helwegschen Wurzeln so zart sind, dass sie sicher beim Herausnehmen des Rückenmarks aus dem Kanal leicht zerreissen, teils darin, dass ich, ehe meine Aufmerksamkeit auf diese Verhältnisse gerichtet wurde, an einem Teil meiner Präparate die Pia abgezogen hatte, um das Eindringen des Zelloidins zu erleichtern, teils endlich darin, dass die Zahl der abzweigenden Helwegschen Wurzeln im ganzen sicher verhältnismässig so gering ist, dass eine Art Glück dazu gehört, damit der Schnitt dieselben eben trifft.

darauf deutet, dass Fasern von der Helwegschen Dreikantenbahn nach den Vorderhörnern strebten oder in dieselben eindrangen.

Nachdem ich solchermassen die Bahn vom 2. Zervikalsegment bis zum Austreten der Fasern aus dem Rückenmark verfolgt habe, wende ich mich gegen den Strom, um von demselben Ausgangspunkt dem zentralen Ursprung der Bahn zuzusteuern. Das erste Stück des Verlaufs der Bahn vom 2. Zervikalnerven nach oben ist aus den Beschreibungen früherer Verfasser (Helweg, Bechterew, Obersteiner) genügend bekannt. Ich nehme daher die Verfolgung derselben erst auf der Höhe der sensorischen Pyramidenkreuzung auf. Ungefähr hier tritt das grosse Ganglion der inneren Nebenolive als eine winklig gebogene Platte auf, die sich ein ziemliches Stück durch die Medulla oblongata hinauf streckt. Der eine Schenkel des Winkels liegt parallel mit dem Sagittalplan, der andere nicht ganz im Frontalplan ungefähr im Hinterrande der Pyramide; der Winkel zwischen den Schenkeln ist daher in der Regel grösser als  $90^\circ$ . Das laterale Ende des frontalen Nebenolivenschenkels, das in dieser Höhe kolbenartig angeschwollen ist, bildet den ganzen Weg hinauf einen vortrefflichen Point de repère der Helwegschen Bahn; diese findet sich stets unmittelbar lateral vor der Spitze des frontalen Nebenolivenschenkels. In dieser Höhe bildet die Helwegsche Bahn einen plumpen halbmondförmigen Bogen parallel mit und etwas entfernt von der äusseren Kontur des Rückenmarks. Der Bogen stützt in der Regel seinen ventralen Flügel an die Spitze der Nebenolive. Die feinen Fasern der Bahn haben sich in grösseren und kleineren Bündeln gesammelt, in denen gröbere Fasern vollständig fehlen, und zwischen denen die ersten Fasern vom Stratum zonale sich aus- und einflechten.

Auf diesem Punkt ist es nötig eine andere Bahn, ohne deren Hilfe das Verständnis der Verhältnisse versagen würde, in die Beschreibung zu ziehen. Es ist dies ein Strich feiner Fasern, die Helweg in seiner Abhandlung unter dem Namen der diffusen Formation beschrieben hat. Diese Fasern finden sich durch das Zervikal- und Dorsalmark hinab in dem vorderen Teil der Seitenstränge zerstreut, konzentrieren sich aber immer mehr im oberen Teil des Halsmarkes und sind in Höhe der sensorischen Pyramidenkreuzung dicht an das dorsale Ende der Halbmondfigur der Helwegschen Bahn gerückt, eine in der Regel etwas breitere und weniger scharf begrenzte Fortsetzung des Halbmondes bildend und mitunter teilweise die Konkavität desselben ausfüllend (Fig. 6). Die Fasern der diffusen Formation unterscheiden sich, im Querschnitt gesehen, von denjenigen der Dreikantenbahn dadurch, dass sie nicht ganz so fein sind und alle ein deutliches Lumen haben; übrigens hat auch diese Bahn, besonders wo die Fasern eingemassen gesammelt liegen,

bei passender Differenzierung seine charakteristische Farbennuance: einen blassblauen Ton, der sich vor dem geübten Auge fast ebenso klar von dem Graulila der Helwegschen Fasern unterscheidet, als von dem Schwarzblau der groben Nervenfasern.

Wir sind nun an dem kritischen Punkt der Helwegschen Bahn angelangt. In einem unmittelbar oberhalb gelegten Horizontalschnitt sieht man, dass alle oder der grösste Teil der Fasern, welche die Halbmondfigur bildeten, sowohl die eigentlich Helwegschen Fasern als diejenigen der diffusen Formation sich plötzlich unter einem fast rechten Winkel nach aussen legen und sich gegen die Peripherie hinaus in einer prachtvollen, am häufigsten etwas schiefen Fächerfigur verbreiten. Quer über die Rippen des Fächers ziehen sich Querbänder von gröberen Fasern — wie die Bänder an einem elfenbeinernen Fächer — den Fächer in 3—4 konzentrische Fächer teilend (Fig. 5).

Auf diesem Punkt ist es von Wichtigkeit mit dem Aussehen der verschiedenen hier in Rede stehenden Fasern im Schräg- und Längsschnitt vertraut zu sein. Die Fasern der Dreikantenbahn sind, wie erwähnt, haarfein und ganz glatt, lassen bei starker Vergrösserung höchstens eine doppelte Kontur schimmern; sie sind im Besitz einer eigenen zarten und schlanken Eleganz, und ihre Ampullen sind abgestumpft-oval, fast kugelrund; die Fasern der diffusen Formation lassen dahingegen an Längsschnitten fast immer leicht eine doppelte Kontur erkennen; oft ist ihre Oberfläche gleichsam ein wenig zerfasert oder schuppig; sie sind nicht so regelmässig im Kaliber und ihre ampullenförmigen Erweiterungen sind verflachter und länglicher; es fehlt ihnen überhaupt die zierliche Eleganz der Helwegschen Fasern. Schliesslich unterscheiden sich die Fasern der beiden Bahnen auch an Längsschnitten, wo mehrere gesammelt liegen, durch den oben erwähnten Farbenunterschied.

Vermittelst dieser, nicht immer gleichmässig ausgesprochenen Verschiedenheiten wird man nun sehen, dass nur der Teil ( $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ ) der oben geschilderten Fächerfigur, der sich besonders stark ventral legt und dadurch die genannte Schiefheit der Fächerfigur bedingt, aus echten Helwegschen Fasern besteht; der laterale und lateral-dorsale Rest besteht aus den Fasern der diffusen Formation. Oft wird man doch an dem dorsalen Ende des Fächers ein kleines Bündel lotrechter Helwegscher Fasern sehen können, die nicht an der Bildung der Fächerfigur teilnehmen, und die von der Hauptpartie der Helwegschen Fasern abgeschnitten und getrennt sind; dies kleine inkonstante, aber häufig vorkommende dorsale Bündel verliert sich bald aufwärts, verschwindet jedenfalls immer, ehe die übrigen Helwegschen Fasern dem Gesichts-

feld entschwunden sind. Der Kern der Fächerfigur besteht aus einem dichten, kreuzenden Gewirr von Fasern, unter welchen man einen Teil von der diffusen Formation, eine ganze Menge gröbere Fasern und in der Regel auch einzelne Helwegsche Fasern findet. Mitten in diesem Gewirr, das der untere Pol des Vlieses der *Oliva major* ist, kommt die untere Spitze des *Corp. dentat. olivae* zum Vorschein wie ein heller Fleck, der aufwärts allmählich zu einem Ring auswächst (Fig. 6 und 7).

An Schnitten etwas höher hinauf ist der Kern der Olive weiter gewachsen und präsentiert sich nun als mehrere (2—3), radiär — im Verhältnis zur Med. oblong. — geordnete Ringe; mit dem sie umgebenen dichten Faservliess bilden sie einen Keil mit der Schneide gegen das Zentrum des Rückenmarks gerichtet und mit einem kräftig gebogenen Rücken (Fig. 8). Um den gebogenen Rücken herum und konzentrisch mit demselben sieht man noch die beschriebene Fächerfigur aus feinen, radiär geordneten Fasern; das innere Fach oder die inneren Fächer des Fächers sind jedoch verschwunden, von dem Faservliess des Olivenkerns aufgenommen. Der Olivenkern breitet sich stärker als der Fächer aus, legt sich über denselben hin und nimmt allmählich dessen inneren Fächer in seinem Vliess auf. Nachsteht zuletzt nur das äussere Fach des Fächers, dessen zarter Bogen daneben einen bedeutend grösseren Radius bekommen hat.

Bei starker Vergrösserung sieht man, dass nur der Teil des Fächerbogens, der sich von der Spitze des schon etwas kürzeren frontalen Schenkels der Nebenolive ventral vor dem Vliess des *Corp. dent.* erstreckt, aus den Fasern der Dreikantenbahn besteht; man sieht dieselben hier in der Regel in schwachen Schrägschnitten im Begriff ihre vertikale Richtung wieder aufzunehmen. Ungefähr da, wo der Fächerbogen von der Ventalseite der Olive abschwenkt, um der äusseren, erkerförmig vorspringenden Kontur der Olive zu folgen, hören die Helwegschen Fasern auf, und der Rest des Bogens besteht aus Fasern von der diffusen Formation. An dessen dorsalem Ende kann man jedoch bisweilen noch zerstreute Reste des oben erwähnten kleinen dorsalen Bündels von Helweg-Fasern sehen (Fig. 8).

An etwas höher liegenden Schnitten, wo die Ringe des Olivenkerns zu einem einzelnen, unregelmässig gebuchsteten Ring zusammengeschmolzen sind, der sich vielleicht schon mit einem Hilus öffnet, liegt die Helwegsche Bahn wie ein schmaler Streifen aus nun ganz lotrecht stehenden Fasern unmittelbar ventral vor dem Vliess des Olivenkerns und parallel mit dem kürzeren ventralen Blatt des *Corp. dentat.*, von diesem nur durch das dichte Flechtwerk des Faservliesses getrennt. Bei starker Ver-

grösserer zeigt sich der Streifen der Helwegschen Bahn als mehrere flache, gleichsam in Spalträumen eingelagerte Bündel von sehr dicht liegenden Fasern; deren Zahl, die schon in vorhergehenden Schnitten etwas abgenommen hatte, zeigt hier noch eine fernere Reduktion. In unmittelbarer Fortsetzung des Streifens der Dreikantenbahn schwenkt der Bogen der diffusen Formation stets parallel mit der äusseren Kontur der Olive; er ist jetzt zu einem einzelnen Fach von radiär geordneten, in der Regel noch schräg liegenden Fasern geordnet, die sich kurz nachher zu lotrechtem Verlauf richten (Fig. 9).

Je höher man hinauf kommt und je mehr der Olivenkern sich entfaltet, desto mehr schwindet der Streifen der Helwegschen Bahn. Der Schwund geht von der Lateralseite her vor und allmählich, wie die Helwegsche Bahn schwindet, breiten sich die Fasern der diffusen Formation auf ihrem Platz aus. Die letzten Reste der Helwegschen Dreikantenbahn schimmern an der lateralen Spitze des frontal Schenkels der Nebenolive. Dieser Schenkel ist nach oben immer kürzer geworden und hat die Helwegsche Bahn gegen die Mittellinie hin nachgezogen. Die Helwegsche Bahn und der frontale Schenkel der Nebenolive verschwinden ungefähr gleichzeitig aus dem Gesichtsfeld d. h. etwa in der Höhe mit dem Uebergang zwischen dem unteren und mittleren Drittel des Olivenkerns.

Noch in dieser Höhe sieht man den schmalen hellen Halbbogen der diffusen Formation, deren Fasern jetzt lotrecht stehen, sich um den Vliess der Olive spannen. Der Bogen fängt jedoch nun an sich von seinem dorsalen Ende an zu verkürzen; dorsal vor der Olive hat sich nämlich die nach und nach wachsende zentrale Haubenbahn (Helwegs ovale Bahn) gezeigt. Die Fasern dieser Bahn sind recht fein, doch gröber, als die Helwegschen Fasern wie die der diffusen Formation und zeichnen sich besonders durch eine kräftige und stark blau gefärbte Markscheide aus. Je höher der Schnitt liegt, je rücksichtsloser breitet die zentrale Haubenbahn sich auf Kosten der diffusen Formation aus. Von der Dorsalseite erstreckt sie sich um die Olive herum immer mehr in ventraler Richtung, bis die diffuse Formation zuletzt von den Fasern der zentralen Haubenbahn ganz verdrängt und ersetzt ist.

In diesen Höhen, wo die zentrale Haubenbahn und die diffuse Formation um die Herrschaft kämpfen, ist es in der Regel schwierig oder unmöglich, eine scharfe Grenze zwischen ihnen zu ziehen, weil die Fasern sich mischen. Wo sie sich einigermassen getrennt halten, wird man öfter die beiden Bahnen unter einer schrägen Linie aneinander stossen sehen können, so dass die zentrale Haubenbahn sich schräg innerhalb der diffusen Formation hineinschiebt.

Zuletzt sieht man den Olivenkern auf allen Seiten von der zentralen Haubenbahn umgeben. Das Niveau, in welchem der letzte Rest der diffusen Formation auf der Ventralseite der Olive dem Gesichtsfelde ent-schwindet, entspricht ungefähr der Mitte der Höhe des Olivenkerns, wechselt aber etwas individuell.

Wir sind nun der Helwegschen Dreikantenbahn und der mit ihr in Bau wie in Verlauf verwandten diffusen Formation bis zu ihrem zen-tralen Anfang gefolgt. Bisher habe ich dazu in meiner Beschreibung hauptsächlich horizontale Schnitte benutzt. Wichtig und interessant ist es, die Richtigkeit des Gefundenen vermittelst lotrechter Schnitte in ver-schiedenen Flächen zu kontrollieren.

Ich werde mich hier darauf beschränken, kurz zu skizzieren, wie die oben ausführlich geschilderten Verhältnisse sich an radiären und sagittalen Längsschnitten präsentieren. Es gehören etwas Glück und einige Uebung dazu, einen guten Längsschnitt durch die Dreikanten-bahn zu bekommen. Man kann nie die Bahn ihrer ganzen Länge nach in einem Schnitt bekommen, weil dieselbe ja, wenn sie sich dem un-teren Pol der Olive nähert, eine leichte Spiralwindung gegen die Mitte vornimmt. An einem glücklich getroffenen radiären Längsschnitt wird man die Helwegsche Bahn in oder nahe dem vorderen Rande des Schnittes finden (Fig. 10). Ungefähr in Höhe mit der sensorischen Pyramidenkreuzung kommt eine Unruhe über den bisher ruhigen und regel-mässigen Strom der feinen schlanken Fasern. Wie auf dem Querschnitt sehen wir auch hier die Helwegschen Fasern sich zu Bündeln sammeln; diese fangen an aus der Schnittfläche heraus und in dieselbe hinein zu schwenken, gekreuzt von gröberen, horizontal verlaufenden Faserbündeln in einer Weise, die an Korbgeflecht erinnern kann, und ein Stückchen unterhalb des unteren Pols der Olive schwenken alle Helwegschen Fasern aus der Schnittfläche gegen die Mittellinie hinein; und an ihren Platz treten dann die Fasern der diffusen Formation. Diese schwenken von der Lateralseite in die Schnittfläche und setzen den Weg aufwärts fort; unmittelbar unterhalb des unteren Pols der Olive sieht man diese Fasern sich in mehreren Fächern — der Fächerfigur des Horizontal-schnitts entsprechend — nach aussen legen. Sie tragen so dazu bei, den Fussboden in dem erkerförmigen Vorsprung zu bilden, den die Olive an der Fassade der Medulla oblongata hervorbringt. Nachdem die Fasern der diffusen Formation um das untere Ende der Olive herum-gekommen sind, setzen sie sich als eine schmale längslaufende Verbräu-mung, dem dünnen Halbring des Querschnitts entsprechend, nach auf-wärts fort. Um die Mitte der Höhe des Olivenkerns, etwas nach dem Neigungswinkel der Schnittfläche gegen die Sagittalfäche wechselnd,

sieht man dann die längslaufende Faserverbrämung der diffusen Formation sich mit den von oben herabsteigenden Fasern der zentralen Haubenbahn mischen und zuletzt von denselben ersetzt werden. Diese bilden dann bezüglich der oberen Hälfte des Längsschnittes die schmale Verbrämung von längslaufenden Fasern nahe der vorderen Kontur der Olive.

Wie wir sahen, kann man in radiären Längsschnitten der Helwegschen Bahn nicht recht weit hinauf folgen; je mehr man indessen den Neigungswinkel der Schnittfläche gegen den Sagittalplan vermindert, desto höher in den Schnitt hinauf kann man die Helwegschen Fasern verfolgen; gleichzeitig aber verschwindet natürlich auch der kaudaler liegende Teil der Bahn aus dem Schnitt. An einem gewissen Punkt d. h. wenn der Schnitt ungefähr in die Sagittalfäche fällt, wird man vielleicht die Helwegschen Fasern bis in die Höhe der Grenze zwischen dem unteren und mittleren Drittel des Olivenkerns verfolgen können.

Für den Untersucher, der in dieser Region nicht recht bekannt ist und für die feinen Unterschiede in den Fasern der hier geschilderten Bahnen das Auge nicht ganz besonders geöffnet hat, wird es an einem radiären Längsschnitt leicht ausschen können, als ob die in der Vorderkante des Schnittes liegende Helwegsche Bahn wie eine schmale Verbrämung von längslaufenden Fasern um die Olive herumgleitet und sich aufwärts fortsetzt; tatsächlich ist das Verhältnis also das, dass die Verbrämung in ihrem Verlauf allmählich von drei verschiedenen Arten von Fasern gebildet wird, unten von echten Helwegschen Fasern, höher hinauf von denen der diffusen Formation und in dem oberen Teil von zentralen Haubenbahnenfasern.

Schöne Bilder kann man auch vermittelst Schnitte bekommen, die parallel mit dem Tangentialplan der Olive liegen oder aus Frontalschnitten durch das Halsmark; alle diese Schnitte bestätigen die oben gegebene Schilderung der Verhältnisse, und ihre Beschreibung würde nur zu ermüdender Wiederholung schon besprochener Dinge Veranlassung geben.

Es gibt natürlich viele Variationen und kleine Abweichungen von dem oben beschriebenen Verlauf der erwähnten Bahnen; es gibt sozusagen nicht zwei Rückenmarke, die völlig gleich sind. Mitunter geschieht beispielsweise die Fächerbildung ungeheuer jäh, einer kräftig entwickelten und mit plumpem unterem Pol versehenen *Oliva major* entsprechend; in anderen Fällen, wo die Olive schmal ist und spitzer nach unten läuft, kann man die Fächerfigur durch eine leichte Verschlingung der übrigens hauptsächlich lotrecht verlaufenden Fasern nur oben angedeutet finden.

Die entscheidende Rolle, die das Entstehen der Olive für den Verlauf und das Schicksal der Dreikantenbahn spielt, legt den Gedanken nahe, dass ein intimes Verhältnis zwischen Ganglion und Bahn bestehen könne. Schon Helweg nahm ein solches an; er fand, dass die Fasern der Dreikantenbahn die innere Umhüllung des Corp. dentat. olivae bildeten und nahm an, dass sie mit dessen Zellen in Verbindung ständen. Derselben Meinung war Bechterew 1894 (*Fasciculus olivaris*); später (1899) nimmt er von dieser Meinung Abstand und beschränkt sich darauf zu sagen, „dass die Bahn mit dem Erscheinen der unteren Olive plötzlich verschwindet“ (*Fasciculus parolivaris*). A. Pick (1898) schliesst sich der ursprünglichen Meinung Bechterews an, dass „das Olivenbündel und die zentrale Haubenbahn zu einem durch die Oliven unterbrochenen Fasersystem gehören“. Obersteiner (1901) und im Anschluss an ihn Probst (1903) sehen diesen Zusammenhang als nicht bewiesen an. Edinger (1904) nennt die Helwegsche Bahn Tractus spino-olivaris, ohne jedoch ausdrücklich eine Verbindung mit der Olive zu behaupten. Gianelli (1906) findet, dass die Bahn in den unteren zwei Dritteln der Oliva bulbaris verschwindet oder anfängt; Neumaier und Kattwinkel endlich (1907) nehmen an, dass ein Teil der Fasern der Helwegschen Bahn in die Oliva inf. tritt.

Jedenfalls kam es mir vor, dass Veranlassung genug da war zu untersuchen, ob eine Durchforschung einer grossen Menge Präparate von Olivenkernen in verschiedenen Höhen und Schnittrichtungen irgend einen Fingerzeig in der einen oder anderen Richtung würde geben können.

Wie schon oben geschildert, kommt die untere Spitze des Corp. dentat. zum Vorschein als ein heller Fleck mitten in dem Gewirr von kreuzenden Fasern, die das Zentrum der von der Helwegschen Bahn im Verein mit der diffusen Formation gebildeten Fächerfigur ausfüllen (Fig. 6). Ein wenig höher wird aus dem hellen Fleck ein heller Ring, und neben diesem erscheint noch ein heller Fleck, der ebenfalls zu einem Ring wächst; am öftesten erscheinen in dieser Weise drei radär geordnete Ringe, als der Ausdruck dafür, dass das Corp. dentat. drei Bäuche von seinem Ganglion abwärts sendet. Etwas höher hinauf findet man die drei Ringe zu einem einzelnen, unregelmässig gebuchten Ring verschmolzen, der sich unmittelbar oberhalb mit einem Hilus öffnet (Fig. 7, 8 u. 9). Der Hilus liegt in dieser Höhe nicht, wie sonst gewöhnlich beschrieben, und wie es auch höher hinauf der Fall ist, medial, sondern in dem ventralen Blatt des Corp. dentat. — Corp. dentat. besteht in dieser Höhe gewöhnlich aus zwei Blättern, einem kürzeren, fast geraden oder in seinem lateralen Teil schwach eingebuchteten, ventralen

Blatt und einem mächtigeren, reich gefalteten und eingebuchten dorsalen Blatt, das sich darüber wölbt. Je höher der Schnitt liegt, desto mehr wächst das ventrale Blatt aus und wellt sich in feinen Kräuselungen, besonders lateral, bis es etwa in der halben Höhe der Olive einigermassen zu denselben Dimensionen herangewachsen ist, wie das dorsale Blatt; hierdurch wird auch der Hilus nach und nach von der Ventralseite des Ganglions nach der Mediaalseite gedreht. Der Bau der Olive ist jedoch, namentlich bezüglich des unteren Pols, in hohem Grade individuellen Variationen unterworfen. In der oberen Hälfte der Olive ist gewöhnlich kein grosser Unterschied zwischen der Mächtigkeit des ventralen und dorsalen Blattes; nach dem oberen Pol der Olive zu schliesst sich der Hilus und die Blätter verschmelzen zu einem Ringe, in der Regel nur einem einzigen unregelmässigen Ringe, der auf allen Seiten von der zentralen Haubenbahn umgeben ist; der Ring schrumpft zu einem hellen Fleck ein, der sich zuletzt ganz in dem schrägovalen Faserbündel der zentralen Haubenbahn verliert.

Durch den Hilus des Corp. dentat. hinein strömen kräftige Bündel nicht besonders feiner Fasern, die sich fächerförmig nach der Innenseite der Bäuche des Ganglions verbreiten. Längs der ganzen Aussenseite wird dagegen das Corp. dentat. von einem aus einem dichten Filz von feinen Fasern bestehenden Vliess bekleidet, in welchem es wie eine Seidenraupe in ihrem Kokon liegt. Schon Helweg sah, dass die allerinnerste Schicht des Vliesses der Olive besonders dicht sei und aus besonders feinen Fasern bestehe. Von dieser verdichteten inneren Schicht, die sich auch im Farbton von den herumliegenden, dunkelblauen Fasern unterscheidet, sieht man zarte Fasern sich lösen und wie ein feines Netz das gewundene Band des Corp. dentat. durchweben und dessen unregelmässig birnförmige Zellen umspinnen.

Untersucht man eine grosse Anzahl Oliven, wird man nun gewisse Unterschiede in Bau und Form der verschiedenen Teile des Ganglions gewahr werden, die sich mehr oder weniger ausgesprochen in allen wiederholen.

Wie erwähnt ist das ventrale Blatt der Olive in seiner unteren Hälfte feiner gebaut als das dorsale; zu unterst ist es kurz und fast gerade, dazu schmal und scharf konturiert; es liegt parallel mit dem flachen Bündel der Dreikantenbahn, von diesem nur durch das Faser-vliess getrennt; und man bemerkst ein bestimmtes Verhältnis zwischen dem Abnehmen der Helwegschen Bahn an Mächtigkeit und dem Zunehmen der des ventralen Olivenblatts. Das ventrale Olivenblatt legt sich ein wenig höher hinauf in feine Kräuselungen, die nach oben an Zahl und Stärke zunehmen und in der halben Höhe der Olive ungefähr

dieselben Dimensionen erreichen wie die des dorsalen Blatts; oft behält das ventrale Blatt auch höher hinauf einen feineren und regelmässigeren Bau als das oft plumpe, ungleich breite und in den Konturen verwischte dorsale Blatt.

Studiert man bei starker Vergrösserung die feinen Fasern, die, von der inneren verdichteten Schicht des Vliesses sich lösend, das Corp. dentat. selbst durchweben, wird man unter ihnen Vertreter aller der drei verschiedenen Arten Fasern finden, deren Bahnen wir oben das Vliess des Ganglions haben umgeben sehen. Ihre Verbreitung ist jedoch nicht gleichmässig. Im oberen Pol herrschen Fasern, die in Bau, Kaliber und Farbe ganz den Fasern der zentralen Haubenbahn entsprechen; im unteren Pol und namentlich in der unteren Hälfte des ventralen Blatts der Olive sieht man eine Menge sehr feiner Fasern, die ganz denjenigen der Dreikantenbahn gleichen, so wie wir sie aus den Längsschnitten weiter unten im Halsmark kennen, während sich in dem dorsalen Blatt und den angrenzenden lateralen Teilen des Corp. dentat. hauptsächlich Fasern wie diejenigen der diffusen Formation finden.

Diese Faserverteilung muss indessen nicht als etwas Absolutes aufgefasst werden, dass z. B. sich in dem unteren Pol der Olive, speziell ihrem ventralen Blatt, ausschliesslich und nur da Helwegsche Fasern finden sollten; so schematische Verhältnisse trifft man gewiss überhaupt nirgends in der Natur, und es gibt so zu sagen nicht zwei Oliven, innerhalb welcher die Verhältnisse vollkommen gleich sind. Ausser verschiedenen Nervenfasern, die keinem der oben geschilderten Systeme angehören, sieht man Fasern vom Kaliber der diffusen Formation fast über das ganze Corp. dentat. der Olive verteilt, besonders in dem dorsalen und dem dorso-lateralen Blatt und verhältnismässig wenig in dem oberen Pol der Olive; Helwegsche Fasern erscheinen in der Hauptsache im unteren Pol und in der unteren Hälfte des ventralen Blattes, selten vereinzelt, am öftesten als ganze Striche und gesammelte Bündel. Oft kann man die Helwegschen Fasern noch höher hinauf verfolgen, am höchsten hinauf in der allerinnersten Spalte des ventralen Blattes des Corp. dentat. In dem oberen Pol des Olivenkerns ist der grösste Teil der Fasern so zu sagen konstant gröber und kräftiger gefärbt als in den unterhalb liegenden Teilen. Diese Verhältnisse treten besonders deutlich zutage, wenn man einen Längsschnitt langsam von Pol zu Pol unter dem Mikroskop vorbeigleiten lässt, namentlich wenn der Schnitt durch das ventrale Blatt der Olive fällt.

Beim Studium der Faserverteilung im Corp. dentat. habe ich oft mit Vorteil schwache Differenzierung der Schnitte benutzt; hierdurch tritt der Faserverlauf sehr deutlich hervor, während die Fasern im

Corp. dentat. bei starker Differenzierung von vielleicht nicht besonders stark gefärbten Schnitten sich leicht entfärben oder doch undeutlich werden.

Bei genauer Durchforschung der Olive findet man dann wirklich eine Bestätigung der Vermutung über eine Verbindung zwischen der Olive und den beiden oben geschilderten Bahnen. Man ist also imstande die Fasern dieser beiden Bahnen bis an das Vliess der Olive in verschiedenen Höhen, wo sie in beschriebener Weise abnehmen und verschwinden, zu verfolgen, und an Längsschnitten sieht man das Olivenvliess die schräg aufsteigenden Fasern von unten aufnehmen, wenn sich nach und nach das Ganglion über dieselben ausbreitet. Der Weg der einzelnen Fasern durch das Vlies der Olive aber kann man in der Regel nicht verfolgen. Das Faservlies ist ein so dichtes und unlösliches Geflecht, dass man kaum die einzelnen Fasern scharf unterscheiden kann; bei einzelnen Individuen habe ich doch das Vlies loser gebaut gefunden, so dass man imstande ist einige Fasern sowohl der Dreikantenbahn als der diffusen Formation in demselben zu unterscheiden; namentlich wird es möglich sein, solche gewahr zu werden, wo Gefässe-Spalträume in dem Faservlies bilden; über den Ecken derselben kann man dann oft die feinen Fasern sich spannen sehen. Aber als Regel findet man also erst die feinen Fasern als die innere verdichtete Schicht des Flaservlieses der Olive wieder.

Dieser Fund von Fasern aus der Helwegschen Dreikantenbahn und der diffusen Formation, verteilt auf die oben beschriebene Weise in dem Ganglion der Olive in Verbindung mit den übrigen anatomischen Verhältnissen: der Umstand, dass diese Bahnen überhaupt nicht höher hinauf in der Medulla oblong. verfolgt werden können und die ganze entscheidende Rolle, die das Auftreten der Olive für die Anordnung der beiden Bahnen spielt, scheint mir von so massgebender Bedeutung, dass man es gewiss als über jeden Zweifel erhoben betrachten kann, dass das Corpus dentatum olivae majoris das Ursprungsganglion der Helwegschen Dreikantenbahn und der diffusen Formation ist.<sup>1)</sup>

1) Gewissermassen eine Bestätigung des genauen Zusammenhangs zwischen der Olive und der Helwegschen Bahn fand ich in einem vor kurzem untersuchten Halsmark. Ich hatte in diesem vergebens die rechtsseitige Helwegbahn am regulären Ort im 1.—2. Zervikalsegment gesucht. Als ich darauf die Olivé und deren Umgebungen einer näheren Untersuchung unterzog, zeigte es sich, dass die Olive eine ganz abnorme Lage hatte; sie war sozusagen in die rechte Pyramide hineingesprengt, so dass ein grosses Stück der Pyramide an der lateralen Seite der Olive lag, wo es bis an das untere Ende derselben liegen blieb. Hier glitt der abgesprengte Pyramidenteil, sich mit der

Werfen wir nun einen schnellen Rückblick über die Anordnung der longitudinalen Bahnen, die mit der Oliva major in Verbindung stehen, ist der Sachverhalt also folgender: Durch die Haube hinab steigt die bekannte, zuerst von Bechterew, später von Helweg geschilderte, an Querschnitten schrägovale, zentrale (oder ovale) Haubenbahn. Am unteren Ende des Pons begegnet sie dem grossen Ganglion der Oliva major und formt sich wie eine Haube über den oberen Pol derselben, indem sie ihre Fasern in das Ganglion derselben hinabsenkt; die Haube ist schief und reicht am weitesten auf der Dorsalseite, am kürzesten auf der Ventralseite der Olive herab. Von dem unteren Teil des Ganglions entspringen zwei kaudal verlaufende Bahnen: die diffuse Formation und die Helwegsche Dreikantenbahn. Sie bilden eine der Haube der zentralen Haubenbahn entsprechende, schiefe Schale um den unteren Pol der Olive. Die Schale reicht am höchsten an der Ventral-, am niedrigsten an der Dorsalseite hinauf. Die Schräg- oder Spirallinie, unter der diese Bahnen, die von oben kommende und die absteigenden, zusammenstossen, ist selten scharf, weil die Fasern in einander greifen wie die Finger zweier gefalteter Hände. Helwegs Bahn entspringt immer so weit hinunter an der Ventralseite und so medial, dass sie nie mit den Fasern der zentralen Haubenbahn in direkte Berührung kommt; sie nimmt einen nach unten immer breiteren Streifen in der ventralen Seite der Schale ein. Nachdem die Fasern der beiden Bahnen, der Helwegschen Bahn und der diffusen Formation, unter dem unteren Pol der Olive die in dem obigen geschilderte Fächerformation gebildet haben, nehmen sie ihren lotrechten Verlauf wieder auf und liegen nun auf Querschnitten in einer plumpen Halbmondfigur angeordnet; von deren dorsalem Flügel trennen sich darauf die Fasern der diffusen Formation von der Dreikantenbahn und spreizen sich über den ventralen Teil des Seitenstranges, während Helwegs Bahn ihren bekannten — dem der Olive ganz entsprechenden — Platz durch das Halsmark hinab behält. Hier nimmt sie also an Volumen ab, indem sie ihre Fasern abgibt, teils als feine Helwegsche Wurzeln, teils als gemischte Wurzeln mit den vorderen motorischen Nervenwurzeln hinaus. Bei dem 4.—5. Cervicalsegment sind als Regel die letzten Helwegschen Fasern aus dem Rückenmark herausgebogen.

---

übrigen Pyramide vereinigend, auf den Platz hinein, den die Helwegsche Bahn regulär haben sollte, während diese einwärts gedrängt war und ein Stück von der Peripherie ablag, der er sich erst in seinen alleruntersten Abschnitten näherte. Es zeigte sich hier, dass eine abnorme Lage der Oliva major die Veranlassung zu einem abnormen Verlauf der Helwegbahn war, wozu kaum ein Grund vorläge, wenn sie nicht miteinander in Verbindung ständen.

Inzwischen wird man bei aufmerksamer Beobachtung finden, dass sich durch das Halsmark und einen Teil des Dorsalmarks hinab um die abgehenden motorischen Wurzeln stets eine mehr oder weniger ausgesprochene Verbrämung von feinen Fasern hält. Dies haben schon frühere Forscher gesehen ohne sie jedoch als im eigentlichen Sinne zu der Helwegschen Bahn gehörend anzusehen. Wenn man nun das analoge Verhalten und die verwandte Art in dem zentralen Ursprung und der ganzen späteren Anordnung der diffusen Formation und der Dreikantenbahn bedenkt, scheint es mir natürlich die feinfaserige Verbrämung um die vorderen Wurzeln durch den unteren Teil des Zervikalmarks und den oberen Teil des Dorsalmarks als Fasern von der diffusen Formation im Seitenstrang aufzufassen, die sich nach und nach gegen die Peripherie hinaus nach der Stelle zu sammeln, die der Lage der Dreikantenbahn höher hinauf entspricht, um dann analog mit den Fasern dieser Bahn sich den vorderen Wurzeln anzuschliessen und mit ihnen zusammen aus dem Rückenmark auszubiegen. Tatsächlich wissen wir, dass Bündel solcher feinen Fasern mit den vorderen Wurzeln des Dorsalmarkes hinausgehen (Siemerling).

Es wird gewiss von Interesse sein, die Ergebnisse, zu denen ich durch Untersuchungen von normal-anatomischen Präparaten gekommen bin, mit den Funden zu vergleichen, die andere Forscher in dem letzten Dezenium an Degenerationspräparaten gemacht haben. Diese Verfasser haben alle gemeinschaftlich, dass sie die diffuse Formation nicht berücksichtigen, ohne welche volles Verständnis der Verhältnisse sich schwer erreichen lässt.

Der am spätesten geschilderte Fall ist wohl derjenige Kattwinkel und Neumaiers<sup>1)</sup>. Diese Verfasser haben ein Halsmark mit absteigender Degeneration — ausser der Pyramidenbahn — der zentralen Haubenbahn oder eines Teils derselben so wie absteigende Degeneration der Helwegschen Bahn untersucht. Ihre erste Konklusion der Untersuchung ist, dass die Helwegsche Bahn sich durch die Haube bis in das Gebiet des Hirnschenkelfusses fortsetzen muss, und sie verweisen auf die ihre Abhandlung begleitenden Fig. 10, 11 und 12, wo man eine Degeneration lateral und latero-dorsal für den mittleren und oberen Teil des Corp. dentat. olivae sieht.

In allen den Halsmarken, die ich untersuchte, habe ich indessen nie Helwegsche Fasern an dieser Stelle gefunden; am häufigsten hat die Bahn in dieser Höhe überhaupt aufgehört zu existieren (oder besser, ist noch nicht entsprungen) oder, wenn sie sich findet, liegen ihre letzten

---

1) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk. Bd. 33. 1907.

Reste (oder ersten Anfänge) ventral vor der Olive, parallel mit deren ventralem Blatt als ein schmäler Streifen vor der lateralen Spitze des frontalen Schenkels der Nebenolive. An der Stelle, wo die Verfasser die Degeneration gefunden haben, wird man an normal-anatomischen Schnitten zentrale Haubenbahnsfasern und meistens ventral vielleicht auch Fasern der diffusen Formation zwischen denselben hineingemischt sehen können.

Wenn Kattwinkel und Neumaier diese Degeneration als eine Fortsetzung derjenigen Degeneration, die sie weiter unten im Halsmark an der für die Helwegsche Dreikantenbahn typischen Stelle finden, haben auffassen können, muss der Grund hierzu mutmasslich in dem Umstand zu suchen sein, dass sie keine kontinuierliche Schnittreihe von dem unteren Drittel der Olive haben bekommen können. Unter ihren sehr schönen Bildern vermisst man ganz ein Bild von Präparaten aus dieser — wie wir oben sahen — in der Geschichte der Helwegschen Bahn so interessanten und schicksalsschweren Region. Figur 9 liegt unter der Olivenspitze — sogar ein gutes Stück unter — und Fig. 10 liegt eher über als unter der Grenze zwischen dem unteren und mittleren Drittel der Höhe des Corp. dentat., der Grenze, oberhalb welcher man in der Regel keine Helwegschen Fasern ausserhalb des Ganglions der Olive findet. Ich denke mir die Möglichkeit, dass dieser Mangel darauf beruht, dass das Halsmark in ihrem Fall durch den gewöhnlichen Schrägschnitt durch Med. oblong. statt vermittels Chiari's Myelotom genommen ist; derselbe Schnitt durchschneidet ja oft den unteren Teil der Olive und ist dem Studium der Helwegschen Bahn stets schicksalsschwer gewesen.

Der Kattwinkel-Neumaiersche Fall zeichnet sich dadurch aus, dass die Degeneration, die an der Stelle der Dreikantenbahn liegt, auffällig weit in das Rückenmark hinab verfolgt werden kann, bis zum 2. Dorsalsegment, als Spur sogar bis zum 4. Wie oben gesagt, kann man, wenn man die Variabilität des Verlaufs der Rückenmarkbahnen kennt, nicht von vorn herein die Möglichkeit abweisen, dass hier wirklich ein ungewöhnlich langgedehnter Verlauf der Helwegschen Bahn vorliegt<sup>1)</sup>; aber dieser Fund erübrigत meiner Meinung nach auch einen Platz für eine andere Deutung, nämlich dass die Degeneration, die in Fortsetzung des regulären Verlaufs der Helwegschen Bahn an der Stelle derselben weiter hinab als gewöhnlich bleibt, eine Degeneration der feinen Fasern ist, die man normal als eine Verbrämung um den

1) Es wäre in dieser Verbindung interessant gewesen, wenn die Verfasser etwas über den Verlauf der Helwegschen Bahn an der nicht-degenerierten Seite mitgeteilt hätten, ob dieselbe auch hier in das Dorsalmark hinab zu verfolgen war.

Ursprung der motorischen Wurzeln ganz in das Dorsalmark hinab verfolgen kann, und die man laut obiger Darstellung natürlich als Fasern der mit der Helwegschen Dreikantenbahn verwandten, in den vorderen Teil der Seitenstränge hinabsteigenden diffusen Formation auffassen kann. In diesem Fall hat dann die Verbrämung sicher ungewöhnliche Dimensionen, ist stärker und grösser als gewöhnlich.

Mit unserer oben erworbenen Kenntnis der normal-anatomischen Verhältnisse glaube ich daher, dass der Kattwinkel-Neumaiersche Fall auch einer anderen Deutung als der von den Verfassern gegebenen zugänglich ist, nämlich folgender: es findet sich in dem beschriebenen Fall u. a. eine absteigende Degeneration der zentralen Haubenbahn; diese hat einen Teil des Ganglions der Olive mitergriffen — tatsächlich haben die Verfasser auch einen Schwund an den markhaltigen Fasern in der Olive an der beschädigten Seite gefunden —; diese Affektion der Olive bedingt eine absteigende Degeneration der Helwegbahn und wohl auch eines Teils der diffusen Formation.

Ob die Sache sich wirklich so verhält, kann ich natürlich nicht mit Sicherheit entscheiden, da ich die Präparate der Verfasser nicht aus eigener Anschauung kenne; allein Jedermann weiss, wie leicht man beim Mikroskopieren Dinge von Bedeutung übersehen kann, wenn man seine Aufmerksamkeit nicht besonders darauf gerichtet hat, und es würde in der Tat nicht unverständlich sein, wenn die Verfasser, namentlich an Weigert-Pal-Präparaten einen schmalen degenerierten Streifen ventral vor dem unteren Drittel der Olive, den wirklichen Anfang der Helwegbahn, oder eine leichte Lichtung in den Seitensträngen, einer eventuellen Degeneration eines Teils der diffusen Formation entsprechend, sollten übersehen haben.

Der — so weit mir bekannt — zweitletzt veröffentlichte Fall von Degeneration der Helwegschen Bahn, den die oben genannten Verfasser kaum haben kennen können, der aber möglicherweise einen Einfluss auf die Auffassung ihres eigenen Falles gehabt haben würde, ist der Gianellis<sup>1)</sup>. Gianelli fand in einem Halsmark Degeneration der Helwegbahn ausser einer Rarefikation der Fasern in einem zirkulären Gebiet in den Seitensträngen (entsprechend der Lage eines Teils der Fasern der diffusen Formation). Er verfolgte die Degeneration aufwärts und fand, dass sie sich als ein Halbkreis um den unteren Pol der Oliva major gestaltete; mit dem Zunehmen der Olive in der Richtung aufwärts schwand der Halbkreis, und Gianelli schliesst hieraus, dass die Fasern der Bahn mit den Zellen in dem Blatte der Olive in Verbindung

1) The Journal of Mental Pathology. Vol. VIII. No. 1. 1906.

stehen müssen. Aus seiner Untersuchung konkludiert Gianelli zuletzt, dass „Helwegs Bahn in den unteren zwei Dritteln der Oliva bulbaris verschwindet oder anfängt; in ihrem proximalsten Teil findet sich nicht die geringste Spur der Bahn“. Wie man sieht, passen Gianellis Fund und Schlüsse im grossen ganzen sehr gut zu meinen Ergebnissen von normal-anatomischen Untersuchungen.

Der gewiss drittletzte in der Literatur vorliegende Fall von Degeneration der uns interessierenden Bahnen ist der von Ransohoff in diesem Archiv (Band 35, 1902) veröffentlichte. Ransohoff schildert hier die von einer grossen Zyste im Gebiete der linken Formatio reticularis und Schleife in der Höhe mit dem Kern des Abduzens hervorgerufenen Veränderungen. Ausser Degeneration von Bahnen, die uns in dieser Verbindung nicht interessieren, „hatte sich an den Herd links eine totale Degeneration jenes Bezirks angeschlossen, in dem die zentrale Haubenbahn angenommen wird“. „Damit in Zusammenhang, wie wohl kaum mehr bestritten wird, steht die Degeneration der gleichseitigen Olive“. „Kaudalwärts schliesst sich an die Olive das durch Picks Untersuchungen wieder mehr zu Ehren gekommene Areal der Dreikantenbahn Helwegs ebenfalls degeneriert an“.

Wie man sieht, passt auch Ransohoffs Fund gut zu der von mir geschilderten Anordnung der Verhältnisse. Ransohoff erwähnt allerdings nichts, was einer Degeneration der von Helweg die diffuse Formation genannten Bahn entsprechen könnte. Indessen muss man sich erinnern, dass die Fasern der diffusen Formation in der Regel so zerstreut zwischen gröberen, kräftig gefärbten Fasern liegen, dass ein Schwund derselben leicht übersehen werden kann.

Als viertletzten Fall nenne ich hier den Obersteiners<sup>1)</sup>. Bei Untersuchung von Schnitten nach Marchi gefärbt findet Obersteiner in einem Halsmark in der Höhe des 3. Zervikalsegments eine Degeneration der Helwegschen Bahn an typischer Stelle; von dieser streckt sich ein Strich degenerierter Fasern bogenförmig in den Seitenstrang hinein. Obersteiner sieht es für wahrscheinlich an, dass auch diese Fasern zu der Dreikantenbahn gehören, während es für uns gewiss natürlich sein wird, sie als zu der mit der Helwegschen Bahn verwandten diffusen Formation gehörend zu betrachten. Abwärts hat Obersteiner die degenerierten Fasern bis in den oberen Teil des Dorsalmarks hinab verfolgt; diese lassen sich wohl auch auf dieselbe Weise betrachten, wie die entsprechende Degeneration in Kattwinkels und Neumaiers Fall. Aufwärts verfolgt Obersteiner die Degeneration bis zum unteren

---

1) Neurol. Zentralbl. 1901. No. 12.

Pol der Olive, wo sie sich in eine ventrale und dorsale Partie teilt. Obersteiner ist jedoch nicht geneigt, den Olivenkern als den zentralen Ursprung der Helwegschen Bahn zu betrachten.

Aus dem vorigen Jahrhundert liegen veröffentlicht ein paar Fälle vor, in welchem es sich wohl auch um eine wirkliche Degeneration von Helwegs Dreikantenbahn handelt, nämlich von Moeli und Marinesco (dieses Archiv, Bd. 24, 1892) und Paul Meyer (dieses Archiv, Bd. 13, 1882), welchen letzteren schon Helweg kannte und erwähnt. In beiden Fällen ist die Rede von einem Fokus in der Haube der Brücke mit absteigender Degeneration in der zentralen Haubenbahn, der Olive derselben Seite und der Helwegschen Bahn; sie haben überhaupt viel gemeinschaftlich mit Ransohoffs oben geschildertem Fall.

Dagegen hat Obersteiner sicher Recht, dass es sich in den von Pick<sup>1)</sup> geschilderten Fällen nicht um „wirkliche“ Degenerationen der Helwegschen Bahn handelt.

## II.

Wie in der Einleitung erwähnt, wird dieser zweite Abschnitt hauptsächlich den Charakter vorläufiger Mitteilungen von wesentlich hypothetischer Art haben.

In der Frage von den Funktionen der oben geschilderten Bahnen nahm Helweg an, dass die Dreikantenbahn den spinalen Verlauf des vasomotorischen Nervensystems des Gehirns vertrate, während die diffuse Formation von feinen Fasern in dem ventralen Teil des Seitenstranges die vasomotorischen Nerven für den übrigen Körper führen sollte. Wie viel Gewicht Helweg auf diese Hypothese legte, geht daraus hervor, dass er seiner Arbeit den Titel gab: „Studien über den zentralen Verlauf der vasomotorischen Nerven“. Seine Vermutung stützt Helweg namentlich auf den Umstand, dass er die beiden in Rede stehenden Bahnen ausgesprochen, d. h. faserfein, in allen oder fast allen Halsmarken von Geisteskranken, die er untersuchte, gefunden hat, während er es bei den wenigen von ihm untersuchten Fällen von Nichtgeisteskranken nicht fand, so wenig wie bei Tieren (Schafen und Kälbern) und auch die Bahnen nicht erwähnt gefunden hat bei den Verfassern, die das Halsmark bei Nichtgeisteskranken untersucht haben (ausgenommen Westphal), ferner auf den Umstand, dass er die Dreikantenbahn besonders ausgesprochen, d. h. faserfein, gefunden hat in den Fällen von Geisteskrankheit, die von Symptomen des Stimmungslebens beherrscht werden. Von der Betrachtung ausgehend, dass das vasomotorische Ner-

1) Ueber ein wenig beobachtetes Fasersystem. Beiträge zur Pathologie und pathol. Anatomie des Zentralnervensystems. 1898.

vensystem bei Geisteskranken immer leidend ist (Schüle), und dass speziell das vasomotorische System des Gehirns der Träger der wechselnden Stimmungen und dauernden Verstimmungen ist, schliesst er, dass die Dreikantenbahn die vasomotorischen Nerven des Gehirns führt, während die mit der Dreikantenbahn analoge diffuse Formation die Vasomotoren des übrigen Körpers führt.

Es scheint mir hier einige Inkonsistenz in dem Räsonnement Helwegs zu sein. Da die vasomotorischen Bahnen physiologische Bahnen sind, die als bei jedem Menschen anwesend vorauszusetzen sind, und da die vasomotorischen Fasern als zu dem sympathischen System gehörend, immer als besonders fein angenommen werden müssen, würde es unwahrscheinlich sein, dass man nicht auch die Bahnen an nichtgeisteskranken Individuen nachweisen könnte.

Bei späteren Untersuchungen hat es sich dann auch herausgestellt, dass die Helwegsche Bahn eine in sozusagen jedem Halsmark nachweisliche physiologische Bahn ist. Allerdings ist ein grosser Unterschied — worauf Obersteiner aufmerksam macht — in der Deutlichkeit, womit die Bahn hervortritt. Dies beruht teils darauf, wie gross der Zusatz von groben Fasern benachbarter Bahnen ist, zum Teil aber auch auf dem Kaliber der feinen Fasern selbst, der Dicke ihrer Markscheiden und deren Empfänglichkeit für Farbe. In einigen wenigen Fällen können die Fasern — nach Obersteiner — zwischen den Fasern der benachbarten Bahnen so zerstreut liegen, dass die Dreikantenbahn sich überhaupt nicht abgrenzen lässt. Indes habe ich noch kein Halsmark gesehen, in welchem die Fasern der Helwegschen Bahn sich nicht auf irgend einem Punkt ihres Verlaufs so sammelten, dass man befugt war, von einer deutlich abgegrenzten Bahn zu sprechen.

Wie erwähnt, gibt es gewisse individuelle Verschiedenheiten in dem Kaliber und der Markscheidendicke der Helwegschen Fasern, aber bis jetzt erlauben meine Untersuchungen mir nicht, einen bestimmten Standpunkt zu der Frage über den von Helweg gefundenen Unterschied der Feinheit der Fasern bei den verschiedenen Formen von Geisteskrankheit zu nehmen.

Wenn ich trotzdem die Hypothese Helwegs, dass die genannten Bahnen vasomotorisch sind, aufnehmen muss, so geschieht es denn auch auf einer etwas anderen Basis.

Die meisten anatomischen und physiologischen Verfasser sind darüber einig, dass die vorderen Wurzeln des Rückenmarks ausser den motorischen Nerven der Skelettmuskeln auch sympathische und speziell vasomotorische Fasern führen. Für die vorderen Wurzeln der Dorsalnerven ist es nachgewiesen, dass sie viele Bündelchen feiner Fasern

enthalten (Siemerling), welche (nach Obersteiner) wahrscheinlich die Muskeln der Eingeweide und der Gefäße innervieren. Wie im vorigen Abschnitt berührt, stammen diese Bündelchen feiner Fasern wahrscheinlich aus der diffusen Formation in dem vorderen Teil der Seitenstränge des Dorsalmarks. Bei meinen Untersuchungen habe ich also gefunden, dass die vorderen Wurzeln des 2.—4. Zervikalnerven hiermit analog die feinen Fasern aus Helwegs Dreikantenbahn enthalten. Von allen diesen feinen Fasern sagt Obersteiner: „Die feineren Fasern der vorderen Wurzeln dürfen grösstenteils als sympathische Fasern angesehen werden, welche im Rückenmark entspringen und aus den vorderen Wurzeln durch den Ramus communicans albus zu den sympathischen Ganglien gelangen“.

Als Beitrag zur Auskunft über die Lage der vasomotorischen Fasern im Rückenmark haben wir die einleitenden Versuche, die Dittmar zu seiner bekannten Arbeit „Ueber die Lage des sogenannten Gefäßszentrums in der Medulla oblongata“ (1873) vornahm. Um die Lage der vasomotorischen Bahnen im Rückenmark zu bestimmen, unternahm Dittmar an Kaninchen Durchschneidungen der verschiedenen Teile des Marks in der Höhe des dritten Halswirbels und fand, „dass die Zerstörung der Vorder- und Hinterstränge, sowie der grauen Substanz daselbst die reflektorische Blutdruckerhöhung auf Reizung des Ischiadikus nicht alteriert. Es folgt daraus, dass nicht nur die zentripetalen Fasern des Ischiadikus, deren Erregung den Gefässreflex hervorbringt, sondern auch die Gefässnerven selbst in den Seitensträngen des Rückenmarks verlaufen“. Auf der Figur 2 in der Abhandlung Dittmars sieht man umgrenzt das Gebiet des Seitenstrangs im 3. Zervikalsegment, innerhalb dessen die vasomotorischen Bahnen liegen müssen (Fig. 11). Untersucht man einen dementsprechenden Schnitt eines menschlichen Halsmarks unter dem Mikroskop, wird man finden, dass dies Gebiet zweierlei Fasern enthält: 1. gewöhnliche grobe Rückenmarksfasern und 2. die feinen Fasern, die die diffuse Formation bilden, sowie die Reste der Helwegbahn. Vergleicht man Dittmars Zeichnung mit der entsprechenden in Helwegs Abhandlung (Fig. 12), sieht man, dass die beiden Gebiete sich fast vollkommen decken: das Gebiet, das Dittmar experimentell als vasomotorische Fasern enthaltend und dasjenige, das Helweg anatomisch als die diffuse Formation und die Dreikantenbahn umfassend nachgewiesen haben. Die Vermutung, dass diese Bahnen wirklich vasomotorisch sind, dürfte daher nicht gar zu kühn erscheinen. Dass die vasomotorische Funktion wahrscheinlich beiden Bahnen zukommt, darauf deutet ihre nahe Zusammengehörigkeit und analogen Verhältnisse ihres ersten Ursprungs und Verlaufs. Ich bin auch vollständig einig mit

Helweg darin, dass die Dreikantenbahn, wenn diese Bahnen vasomotorisch sind, die Vasomotoren des Gehirns führen muss, indem ihre Fasern mit dem 2.—4. Zervikalnerv hinausgehen. Diese führen zum Ganglion sympathetic primum, dessen vasomotorische Bedeutung für das Gehirn experimentell nachgewiesen ist (Nothnagel, Cavazzani u. a.).

Wenn aber Helwegs Dreikantenbahn und die diffuse Formation vasomotorische Bahnen sind, ist die logische Folge, dass ihr Ursprungs-ganglion, Corpus dentat. olivae maj. das vasomotorische Zentrum sein muss.

Durch wechselnde Zeiten und Anschauungen hat sich allmählich die Auffassung entwickelt und befestigt, dass es ein übergeordnetes, von dem Willen unabhängiges, subkortikales, vasomotorisches Zentrum gibt, und dass dies seinen Platz in der Medulla oblongata hat. Näher wird die Lage desselben als Regel im Boden des 4. Ventrikels angegeben, sich von ungefähr 3 mm oberhalb der Spitze des Calamus scriptorius bis gegen die Gegend der Fovea anterior am oberen Rande des Corp. trapezoid. erstreckend. Diese Umgrenzung röhrt von den Versuchen Owsjannikows und Dittmars an Kaninchen her.

Der Ausdruck „im Boden des vierten Ventrikels“ ist indes irrelitend und jedenfalls nicht von Dittmar angewandt. Am Schloss der oben erwähnten, bekannten Abhandlung fasst Dittmar die Resultate seiner mit musterhafter Sorgfalt ausgeführten Versuche an Kaninchen zur Bestimmung der Lage des vasomotorischen Zentrums in folgenden Worten zusammen: „Wir haben oben gesehen, dass man immer die Vorderstrangreste und den hinteren Teil der Reste der Seitenstränge wegnehmen kann, ohne die vasomotorischen Reflexe zu stören. Es bleibt also beiderseits nur ein kleiner prismatischer Raum innerhalb des vasomotorischen Bezirks übrig, dessen Verletzung jene Reflexe stört oder aufhebt. Er bildet den vorderen Teil des Seitenstranges“. Man sieht hieraus, dass das von Dittmar nachgewiesene vasomotorische Zentrum nichts mit dem 4. Ventrikel zu tun hat, sondern dass es an der Ventralseite der Medulla oblongata liegt, eins je an seiner Seite der Pyramiden. Vergleicht man die Fig. 7 in Dittmars Abhandlung mit einem Schnitt in entsprechender Höhe aus einer menschlichen Medulla oblong. wird man sehen, dass der prismatische Raum, den Dittmar bei dem Kaninchen von vasomotorischer Bedeutung fand, genau dem prismatischen Platz entspricht, den die Oliva major beim Menschen einnimmt (Fig. 13). Dittmar schreibt jedoch: „Untersuchen wir nun den so abgegrenzten Raum mikroskopisch, so finden wir ihn stets mehr oder minder von einem grauen Kerne ausgefüllt, der von Dean und Kölliker als unterer dif-

fuser Teil der oberen Olive, von Clarke beim Kaninchen als Antero-lateral Nucleus beschrieben worden ist“. Hier ist also von Oliva major nicht die Rede. Das im Verhältnis zu der Oliva major des Menschen sehr schwach entwickelte Ganglion, das gewöhnlich als die Oliva inf. des Kaninchens angesehen wird, liegt unmittelbar kaudal von dem vasomotorischen Zentrum Dittmars und näher der Mittellinie.

Durch eine Reihe Untersuchungen von Kaninchenhalsmarken bin ich indessen zu der Vermutung gelangt, dass der von Dittmar als das vasomotorische Zentrum des Kaninchens betrachtete Kern vielleicht doch der Oliva major des Menschen entsprechen könnte.

Wer sich mit Untersuchungen des Baues der Medulla oblong. verschiedener Tiergattungen beschäftigt hat, wird bald entdecken, teils, dass die gegenseitige Lage der verschiedenen Kerne keineswegs immer dem entspricht, was man bei dem Menschen findet, teils, dass Kerne, die bei dem Menschen verhältnismässig bescheidene Dimensionen haben (z. B. Oliva sup.), bei gewissen Tiergattungen ganz bedeutende Dimensionen annehmen und umgekehrt.

Bei der Untersuchung von verschiedenen Kaninchenhalsmarken sowohl in Längs- als in Querschnitten bin ich zu der Vermutung gelangt, dass das Ganglion, das bei dem Kaninchen als Oliva inf. imponiert und in der Regel auch dafür gehalten wird, tatsächlich nur der grossen, inneren Nebenolive beim Menschen entspricht. Diese innere Nebenolive sollte dann bei dem Kaninchen — jedenfalls in Betreff ihres oberen Pols — eine etwas reichere Entwicklung erreichen als das entsprechende Ganglion beim Menschen. Meine Vermutung stütze ich namentlich auf zwei Tatsachen: Erstens ist das bisher beim Kaninchen als Oliva inf. angesehene Ganglion in seinem unteren Pol fast ganz wie die Nebenolive beim Menschen gebaut; er bildet ein winkliges Blatt mit einem sagittalen und einem frontalen Schenkel (Fig. 14). Ein wenig höher hinauf verschwindet der sagittale Schenkel, während der frontale sich in ein paar scharfe Zackbeugungen legt und dadurch veranlasst, dass er allgemein für die Oliva inf. gehalten wird (Fig. 15). Das zweite Verhältnis, worauf ich meine Vermutung stütze, ist folgendes: das als Oliva inf. beim Kaninchen angesehene Ganglion liegt hauptsächlich medial von den abgehenden Hypoglossuswurzeln, während die Oliva major des Menschen hauptsächlich lateral davor liegt. Bei dem Menschen schmiegen die Wurzeln des Hypoplossus sich zwischen die Oliva major und die innere Nebenolive, parallel mit deren gewinkeltem Blatt, so dass die Hypoglossusfasern in der Regel sogar in ihrem Verlauf einen dem gewinkelten Bau der Nebenolive entsprechenden Knick bilden. In den Höhen, wo die Oliva major sich stärker entfaltet, sieht man freilich oft

eine einzelne Hypoglossusfaser durch das medialste Ende des ventralen Olivenblatts oder durch die laterale Spitze der Nebenolive stecken, allein im grossen ganzen bilden die Hypoglossuswurzeln die Grenze zwischen den Gebieten der Olive und der Nebenolive, so dass die Nebenolive medial und die Olive lateral vor dem Hypoglossus liegen. Die Lage der sogenannten Oliva inf. bei dem Kaninchen entspricht also in ihrem Verhältnis zu den Hypoglossusfasern der Lage der inneren Nebenolive beim Menschen.

Das Ganglion beim Kaninchen, das der Oliva major entsprechen sollte, müsste dann zerebraler gesucht werden. Hier findet man unmittelbar kaudal vor der beim Kaninchen recht kräftig entwickelten Oliva super. ein grosses, aber nicht besonders scharf begrenztes Ganglion (Fig. 16). Dies wird allgemein für den Kern des Fazialis gehalten, und ist es wohl auch, jedenfalls was einen Teil desselben betrifft, indem man Fasern von demselben aus gegen das Fazialisknie hinaufströmen sieht. Das mediale Drittel dieses Kerns scheidet sich indessen etwas von dem übrigen aus und entspricht, so weit man aus Dittmars Zeichnungen sehen kann, nahezu dem, was Dittmar (nach Dean und Kölliker) den unteren diffusen Teil der Oliva super. nennt, und nach Clarke Anterolateral Nucleus, und er liegt eben in dem präsmatischen Raum, der in Uebereinstimmug mit seinen Versuchen das vasomotorische Zentrum umfassen muss. Dittmar schreibt eben hierüber: „Es entspricht der so abgegrenzte Raum ziemlich genau dem Ursprungsgebiet des Fazialis.“

Um über diese Verhältnisse grössere Klarheit zu suchen, habe ich eine Reihe vergleichender Untersuchungen der Medulla oblongata bei verschiedenen anderen Säugetieren (Pferd, Rind, Schwein, Schaf, Hund und Katze) vorgenommen; bei allen aber Verhältnisse gefunden, die eher in höherem Grade von denen in der menschlichen Medulla oblongata abwichen als diejenigen des Kaninchens. Und was ich in der Literatur zur Aufklärung dieser Verhältnisse habe finden können, ist so wenig eingehend, dass ich auch hier keine Stütze für meine Vermutung gefunden habe, dass das beim Kaninchen allgemein für die Oliva inf. gehaltene Ganglion in der Tat nur die besonders kräftig entwickelte Nebenolive sei, während das der Oliva major entsprechende Ganglion höher hinauf in der Medulla oblongata unmittelbar unter der Oliva sup. in derselben Höhe wie der Kern des Fazialis zu suchen sei, und in diesem Fall ganz der Lage des von Dittmar experimentell nachgewiesenen, vasomotorischen Zentrums entspräche.

Vielleicht ist die Sache durch eine vergleichende Untersuchung einer fortlaufenden Reihe der Medulla oblongata zu entscheiden, eine

Reihe von derjenigen der anthropoiden Affen an, die sehr annähernd ähnlich der des Menschen gebaut ist, und wo sich namentlich eine besonders gut entwickelte Oliva major findet, durch die ihnen am nächsten stehenden Tiergattungen bis zum Kaninchen. Zu einer solchen Untersuchung habe ich bisher nicht die Gelegenheit gehabt.

Jedenfalls scheint der Gedanke von dem grossen und reich entwickelten Corp. dentat. der Oliva major als das vasomotorische Hauptzentrum mir keineswegs ganz unwahrscheinlich. Bisher haben wir über dessen Funktion nichts gewusst und nichts vermuten können; wenn es aber überhaupt erlaubt ist von der stärkeren oder schwächeren Entwicklung, Feinheit und Differenzierung eines Ganglions einen Schluss bezüglich der Wichtigkeit dessen Funktion zu ziehen, muss das Corp. dentat. olivae majoris der Träger einer sehr bedeutungsvollen Tätigkeit sein.

Wenn der Gedanke an die Oliva major als vasomotorisches Zentrum Dittmar und Helweg nicht eingefallen ist, ist der Grund hierzu vielleicht in dem Umstand zu suchen, dass die umfassende Bedeutung des vasomotorischen Systems und namentlich dessen Zentrums für den lebenden Organismus eigentlich erst eine Errungenschaft der letzten Dezennien ist. Durchsucht man die menschliche Medulla oblongata, wird man schwerlich ein anderes Ganglion als das Corp. dentat. olivae majoris finden können, das imstande ist, die Forderungen in anatomischer Beziehung zu befriedigen, die die Physiologie kraft ihrer jetzigen Anschauung von der Wichtigkeit des vasomotorischen Systems an das vasomotorische Hauptzentrum stellen muss.

Wenn das vasomotorische System tatsächlich für das menschliche Stimmungsleben in gesundem und krankem Zustande die Rolle spielt, wie ich in meiner Abhandlung: „Die manio-depressive Psychose — das Stimmungssirresein —“ angenommen habe, sollte man erwarten, in dem vasomotorischen Zentrum sozusagen ein Spiegelbild der grossen Hemisphären in verjüngtem Massstab zu finden. Und in der Tat, wenn man sich die Oliven aus ihrem Fasernvlies herausgeschält und nebeneinander gelegt denkt, würde man schwerlich eine schönere Miniaturausgabe der Gehirnhemisphären finden können.

Auch in anderen Beziehungen erfüllt die Olive die Ansprüche, die man, anatomisch gesehen, an das vasomotorische Zentrum stellen muss. „Die Olive ist ein Apparat, der weitgehende Assoziationen vermitteln kann“ (Edinger). Die Verbindung der Olive mit der kontralateralen Zerebellumhemisphäre ist hinlänglich bekannt; wahrscheinlich sind auch verbindende Fasern zwischen den Oliven unter sich; in dem ersten Abschnitt dieser Abhandlung haben wir uns mit den

longitudinalen Bahnen beschäftigt, die mit der Olive in Verbindung stehen, nämlich in kaudaler Richtung Helwegs Dreikantenbahn und die diffuse Formation und in zerebraler Richtung die zentrale Haubenbahn; der zentrale Ursprung der letzteren ist noch nicht sicher festgestellt; viele Verfasser nehmen ihren Anfang vom Thalamus an; Helweg meinte, dass die ovale Bahn (die zentrale Haubenbahn) aus Fasern sowohl von dem Frontal- wie von dem Parietotemporal- und dem Occipitalteil des Gehirns zusammengesetzt sei. Sollte die Vermutung von dem Corp. dentat. olivae als vasomotorischem Zentrum sich bestätigen, müsste die zentrale Haubenbahn wohl als die Bahn aufgefasst werden, vermittelst deren die Vorgänge in der Kortikalsubstanz des Gehirns das vasomotorische Zentrum beeinflussen.

Ausser den oben genannten Verbindungen hat die Olive wahrscheinlich auch andere.

Ich habe mir die Möglichkeit gedacht, dass Versuche an anthropoiden Affen einen massgebenden Beitrag zur Lösung dieser ganzen Frage geben könnten. Aus den Illustrationen zu Rothmanns Abhandlung: „Ueber experimentelle Läsionen des Zentralnervensystems“ (dieses Archiv Bd. 38) erhellt es, dass die Medulla oblongata beim Chimpansen an Bau der menschlichen sehr ähnlich ist, und dass sie nicht nur im Besitz einer sehr gut entwickelten Oliva major, sondern auch — so weit man sehen kann — einer Helwegschen Dreikantenbahn ist. Durch Wiederholung der Dittmarschen Kaninchenversuche an anthropoiden Affen würde die experimentelle Physiologie dann vielleicht die Sache entscheiden können.

---

Ich bin nun zu der Frage zurückgelangt, die den Ausgangspunkt meiner mehrjährigen Untersuchungen der Helwegschen Dreikantenbahn bildete und die Anregung dazu gab, nämlich die Frage, in wie fern der von Helweg behauptete und durch Karminfärbung vermeintlich erwiesene Unterschied im Bau der Dreikantenbahnfasern bei stimmungsleidenden und bei nichtstimmungsleidenden Individuen wirklich existiert und sich durch andere Färbungsmethoden nachweisen lässt, und worin alsdann dieser Unterschied eigentlich besteht.

Ich muss mich nun gleich ausser stande erklären, auf dem jetzigen Standpunkt meiner Untersuchungen diese Frage zu beantworten. Allerdings habe ich ausgesprochene individuelle Verschiedenheiten an dem Bau der Helwegschen Bahn in den verschiedenen Halsmarken gefunden, nicht nur in der Anordnung der Bahn, dem grösseren oder kleineren Grade, in welchem ihre Fasern mit den gröberen Fasern der umliegenden Bahnen gemischt sind, sondern auch in der Feinheit der Fasern und

der Dicke ihrer Markscheiden. Ferner kann sich ein Unterschied an der rechten und linken Dreikantenbahn finden und schliesslich auch innerhalb der einzelnen Bahn an den Fasern in ihren verschiedenen Abschnitten.

Je mehr ich mich mit diesen Untersuchungen beschäftigte, desto mehr Fragen, die berücksichtigt sein wollten, schienen sich heranzudrängen; so kommt mir wahrscheinlich vor, dass ein eventueller Unterschied in Bau und Funktion der Bahnen auch in ihren Zentren, in Bau und Verhältnissen der Zellen einen Ausdruck finden müsste.

Es ist daher klar, dass man, um sich überhaupt eine Meinung über diese Verhältnisse bilden und sich mit einem Gewicht aussprechen zu können, notwendig über ein bedeutendes Material an Halsmarken und besonders auch über ein solches von stimmungsleidenden Patienten gebieten müsste. Das heisst nun wieder, dass die Lösung der Frage eine stattliche Reihe von Jahren erfordern wird. Die Manio-depressiven sind ja recht seltene Vögel auf dem Sektionstisch: teils sterben viele derselben ausserhalb der Hospitäler, teils gehören sie zu den Patienten, die kraft der Natur ihrer Krankheit am sichersten das Interesse ihrer Verwandten behalten, und gegen deren Obduktion daher am ehesten Einspruch erhoben wird. Ferner habe ich aus Rücksicht auf die Diagnose das Angemessene darin gesehen, nur mit Patienten zu rechnen, die ich längere oder kürzere Zeit persönlich gekannt habe; ich habe daher nur in geringem Grade bei der Vergrösserung meiner Materialsammlung aus dem Wohlwollen meiner Kollegen Nutzen ziehen können, und dann in der Hauptsache nur, um eine gewisse Anzahl Halsmark von Nichtgeisteskranken zu beschaffen. Ausserdem ist es mir klar, dass man darauf vorbereitet sein muss, auch bei Nichtgeisteskranken Verhältnisse zu treffen, die sich mehr oder weniger denjenigen bei den Manio-depressiven nähern. In Uebereinstimmung mit Kraepelin betrachte auch ich diese Psychose als konstitutionell, und wir kennen alle aus dem Leben ausserhalb der Irrenanstalten Menschen, deren Stimmungsleben durch seine Labilität und seine unverhältnismässigen Ausschläge an dasjenige der Stimmungsleidenden grenzt; es findet sich auf dem Gebiet des Stimmungslebens ein gleichmässiger, lückenloser Uebergang zwischen dem Physiologischen und Pathologischen, und oft sind nur äussere praktische Verhältnisse entscheidend, wo man die Grenze ziehen will. Schliesslich gibt es ja noch den Umstand, dass man nie mit Bestimmtheit sagen kann, ob ein in einem verhältnismässig jugendlichen Alter sterbendes Individuum nicht auf einem späteren Zeitpunkt — unter der Involution oder im Senium — einen Ausbruch von der Stimmungpsychose hätte bekommen können, oder ob irgend eine Krisis

in seinem Leben eine etwaige existierende manio-depressive Veranlagung hätte auslösen können.

Wenn alle diese Rücksichten genommen werden sollen, und da fort und fort die Frage nur annähernd in anatomischem Wege wird entschieden werden können, wird man verstehen, dass hierzu ein bedeutendes Material erforderlich ist, grösser als die bisher verflossenen Jahre es mir haben geben können. Die Frage lässt also noch Stoff für die Untersuchungen mehrerer Jahre übrig, so viele Jahre, dass man wird verstehen können, dass ich, ohne die Aufgabe, die ich mir ursprünglich stellte, gelöst zu haben, es dennoch angemessen fand, die Resultate meiner bisherigen Untersuchungen schon jetzt mitzuteilen.

---

Die Mikrophotographien, die meine Abhandlung begleiten, hat Herr Dr. med. Maaløe, Kopenhagen angefertigt; ich spreche ihm auch hier meinen besten Dank aus.

---

### Erklärung der Abbildungen (Tafel II—IV).

Figur 1. Schnitt aus dem 2. Zervikalsegment.

Figur 2. Stark vergrösserter Querschnitt der Dreikantenbahn Helwegs und des angrenzenden Teils des Seitenstranges.

Figur 3. Längsschnitt der Bahn und des angrenzenden Seitenstranges.

Figur 4. Schnitt aus dem 4. Zervikalsegment.

Figur 5. Stark vergrösserter Querschnitt der Fächerfigur.

Figur 6. Schnitt durch die untere Spitze der Olive.

Figur 7. Schnitt durch den unteren Teil der Olive.

Figur 8. Schnitt ein wenig höher.

Figur 9. Schnitt noch höher.

Figur 10. Radiärer Längsschnitt durch die Olive und die Medulla oblongata.

H. Helwegs Dreikantenbahn.

H. w. Abzweigende Helwegsche Wurzel, an der Basis durch ein Gliaband zusammen geschnürt.

d. F. Die diffuse Formation.

N. Innere Nebenolive.

C. Das zentrale Fasergewirr.

H<sub>1</sub>. Kleines dorsales Bündel Helwegscher Fasern.

c. H. Die zentrale Haubenbahn.

P. Pons.

Viv. 4. Ventrikel.

O. Corpus dentat. olivae.

Figur 11. Schnitt aus dem 3. Zervikalsegment. Der durch den Versuch destruierte Teil ist schraffiert. (Nach Dittmars Fig. 2.)

V. Der Bezirk der vasomotorischen Bahnen.

Figur 12. Schnitt aus dem 4. Zervikalsegment (nach Helweg). Die diffuse Formation durch Schraffierung bezeichnet.

H. Helwegs Dreikantenbahn.

Figur 13. Schnitt aus der Medulla oblongata. (Nach Dittmars Fig. 7.)

Die Ausdehnung der Blutextravasate ist durch Schwärzung angedeutet. Die durchschnittenen Teile sind schraffiert. Die beiden senkrechten Striche neben der Raphe schliessen den Bezirk ein, der immer ohne Beeinträchtigung der vasomotorischen Reflextätigkeit zerstört werden kann.

P. Die Pyramiden.

VIV. 4. Ventrikel.

C. v. Der prismatische Raum, der das vasomotorische Zentrum einschliesst.

Figur 14. Schnitt durch unteren Teil der Olivé eines Kaninchenmarks.

Figur 15. Schnitt durch den oberen Teil derselben.

Figur 16. Schnitt eines Kaninchenmarkes direkt unter der Oliva sup.

Figur 17. Längsschnitt eines Kaninchenmarkes in der Nähe der Mittellinie und

Figur 18 ein wenig lateraler.

O. Die sogenannte Olive.

XII. Die Hypoglossuswurzeln.

NvII. Der Fazialiskern.

C. Cerebellum.

VIV. 4. Ventrikel.