

Aus der Universitäts-Nervenklinik Freiburg i. Br. (Prof. Dr. K. BERINGER †)  
und dem Hirnforschungsinstitut Neustadt im Schwarzwald (Prof. Dr. O. Vogt).

## Über die afferenten Bahnen und Thalamuskern des motorischen Systems des Großhirns.

II. Mitteilung.

Weitere Bahnen aus Pallidum, Ruber, vestibulärem System zum  
Thalamus; Übersicht und Besprechung der Ergebnisse.

Von

ROLF HASSLER.

Mit 19 Textabbildungen.

(Eingegangen am 21. Februar 1949.)

### 4. Weitere pallidothalamische Bahnen.

Vor demjenigen Ventrialkern des Thalamus, der (wie im I. Teil erörtert) den Hauptteil der durch die FORÉLSchen Haubenfelder  $H_2$  und  $H_1$  verlaufenden efferenten pallidären Faserung aufnimmt, läßt sich normalanatomisch ein weiterer Abschnitt des lateralen Kerngebietes des Thalamus abgrenzen, der Supranucleus *lateropolaris*. Der Name soll andeuten, daß er den vorderen *Pol* des *lateralen* Kerngebietes einnimmt. Dieser Kern wird später markreif als alle übrigen Ventrialkerne (Abb. 14, I. Teil). Woher bekommt dieser Abschnitt seine zuführenden Bahnen?

Zunächst wieder Befunde an Markscheidenreifungspräparaten: Schon vor der Geburt findet sich im *lateropolaren* Abschnitt des lateralen Kerngebietes ein Einzelfaserstrang, der von der oralen Grenze des vorderen oralen Ventrialkerns (*V.o.a*) aus bis in die dorsalen Bezirke aufsteigt, wo er sich verzweigt (Abb. 1). Im Gegensatz zu den Bindearmfasern und den Bündeln von  $H_1$  versorgt er nicht nur die ventralen Kerne, sondern auch die *dorsalen* Bezirke, wenigstens zum Teil. Aus Horizontalschnitten geht hervor, daß die Fasern in der (medial-lateralen) Mitte des lateropolaren Kerns liegen und sich wesentlich weiter nach oral und dorsal als die Masse der aufgesplitterten Bündel von  $H_1$  erstrecken. Aus Sagittalschnitten (Abb. 2) ergibt sich, daß diese Einzelfasern medial und oral von den  $H_1$ -Bündeln aus dem Feld  $H$  (der Umbiegungsstelle von  $H_2$  in  $H_1$ ) abgehen und an der oralen Grenze des inneren oralen Ventrialkerns (*V.o.i*) scheinbar die Bündel von  $H_1$  nach dorsal<sup>1</sup> fortsetzen (*pall. th. po*). Auch noch oral von  $H_1$  treten kurze Einzelfasern in die ventrale Fläche des Lateropolaris ein (Abb. 2).

Aus der frühen Markreifung und der Art der Aufsplitterung nach dorsal wird die *afferente* Natur dieses Einzelfaserstrangs wahrscheinlich.

<sup>1</sup> Die Bündel von  $H_1$  münden tatsächlich erst weiter lateral in *V.o.a* ein.

Nachweisen kann man sie dadurch, daß diese Einzelfasern (und noch viele lateral davon) bei den Fällen von Hemiathrophia cerebri (Abb. 3) noch erhalten sind, wo das laterale Kerngebiet praktisch sämtliche Nervenzellen durch retrograde Degeneration verloren hat. In einem Fall mit gefäßbedingter vollständiger Zerstörung der Faserung der inneren Kapsel sind im Lateropolaris<sup>1</sup> zahlreiche von ventral her

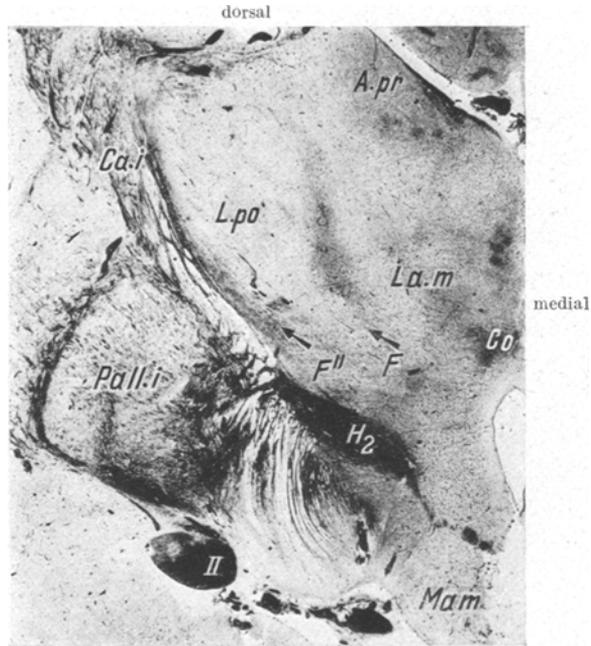


Abb. 1. Färbung: Weigert-Kulschitzky (W.K.). Vergr.: 4/1. Frontalschnitt durch den Thalamus eines 3 Tage alten Kindes. Innerhalb des vorderen Pols des lateralen Kerngebietes (*L.po*) steigt ein Einzelfaserstrang (= Fasciculus pallido-thalamopolaris) bis in dorale Partien auf (*F*). An der Grenze der Gitterschicht des Thalamus und der inneren Kapsel (*Ca.i*) steigt ein zweiter Einzelfaserstrang (= Fibrae pallidoreticulatae) (*F''*) hoch. *A.pr* vorderer Hauptkern; *Co* Commissuralkern; *H<sub>2</sub>* FOREL'S Haubenfeld *H<sub>2</sub>*; *La.m* Lamella medialis; *Mam* Corpus mammillare; *Pall.i* Pallidum internum; *II* Tractus opticus. E 36, r 1178. Ph. 25 563.

einstrahlende Einzelfasern erhalten (Abb. 4). Ein erheblicher Teil von ihnen betritt den Lateropolaris durch Vermittlung der Lamella lateralis, in welcher sie eine Verdichtung bilden. Nach diesen Befunden ist ihr Ursprung aus dem Pallidum gesichert, der schon nach den myelogenetischen Präparaten sehr wahrscheinlich war. Das äußere Pallidumglied ist auf der Abb. 4 weitgehend entmarkt; sein *oraler Pol* dagegen und die *orale Hälfte des inneren Gliedes* sind bei diesem Fall gut erhalten. Deshalb möchte ich unter Berücksichtigung der myelogenetischen

<sup>1</sup> Seine Nervenzellen sind infolge der Unterbrechung ihrer Neuriten retrograd zugrunde gegangen.

Befunde den Ursprung dieser Fasern hauptsächlich aus ihnen ableiten. — Bei zwei Fällen von Status dysmyelinisatus ist der aufsteigende Einzelfaserstrang noch zu erkennen. Im Nisslbild besteht aber eine Gliaverdichtung an der entsprechenden Stelle. Weniger gut erhalten ist der aufsteigende Einzelfaserstrang bei dem Fall mit vasculär bedingter

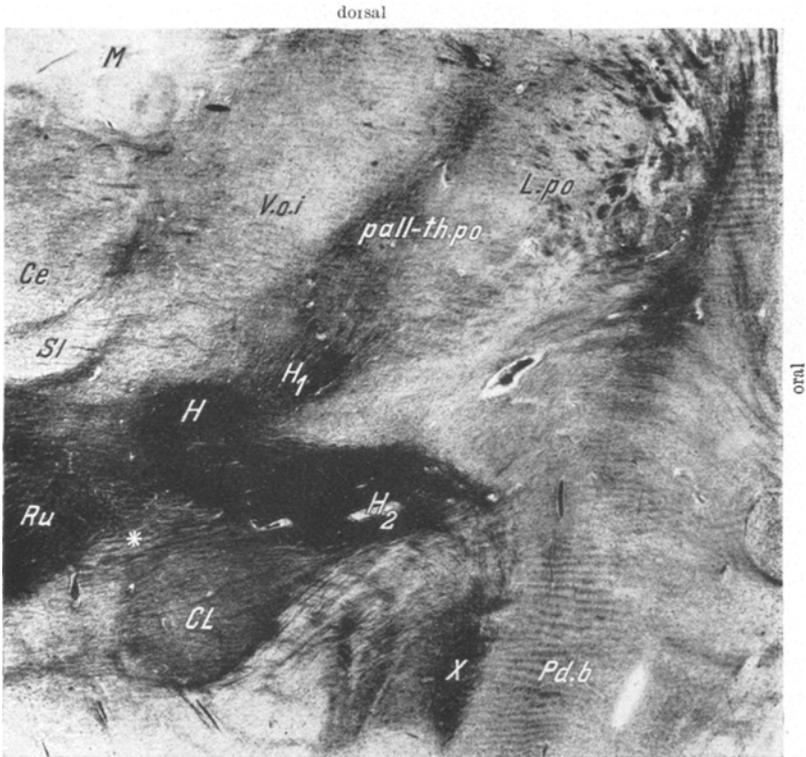


Abb. 2. W.K. Vergr. 7/1. Sagittalschnitt durch den Thalamus eines 4 Monate alten Kindes. Von FORELS Haubenfeld  $H_2$  zieht ein breiter Faserstrang zum Feld  $H$  und biegt von dort nach oral und lateral um in die Bündel von  $H_1$ . Weitere Bündel aus  $H_2$  verschmelzen (Stern) mit der vorderen Kapsel des Ruber ( $Ru$ ). Die Bündel von  $H_1$  werden nach dorsal scheinbar fortgesetzt von Einzelfaserstrang *pall-th.po*, welcher an der Grenze des inneren oralen Ventrikkerns ( $V.o.i$ ) und Lateropolaris ( $L.po$ ) aufsteigt. In die Basis des  $L.po$  münden weitere Einzelfasern aus dem vorderen  $H_1$  ein. *CL* Corpus Luysi; *Ce* Centralkern; *M* Medialkern; *Pd.b* unterer Thalamusstiel; *SI* Semilunarkörper; *X* Fasciculus pallidohypothalamicus. E 8, b 62. Ph. 26530.

Zerstörung des Pallidum. Auch hier besteht eine Gliavermehrung mäßigen Grades im Bereich des Einzelfaserstranges. Diese Befunde sprechen dafür, daß ein Teil des Einzelfaserstranges aus dem Pallidum entspringt; ihnen gesellen sich aber vielleicht später solche anderer Herkunft zu.

Bei der Verfolgung von myelogenetischen Frontalschnittserien ergibt sich, daß dieser Einzelfaserstrang oral teilweise mit dem unteren

Thalamusstiel verschmilzt (s. unten). Einzelne von den kurzen ventralen Einzelfasern durchqueren, wie Horizontalschnitte zeigen, die innere Kapsel und scheinen direkt aus der Lamella pallidi interna hervorzugehen (Abb. 17, I. Teil).

Ich möchte aus diesen Befunden den Schluß ziehen, daß der Lateropolaris Faserzufluß hauptsächlich aus dem vorderen Drittel des Pallidum

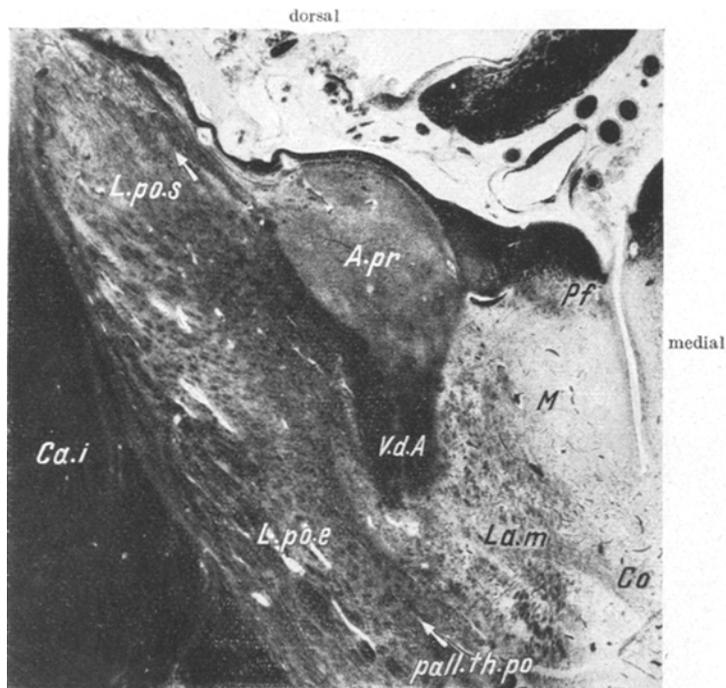


Abb. 3. W.K. Vergr. 7/1. Frontalschnitt durch den vorderen Thalamus bei einem BIELSCHOWSKYSCHEN Fall von Hemiatrophia cerebri. Obgleich der Lateropolaris zellfrei ist (*L.po.e* und *L.po.s*), sind in ihm die aufsteigenden Einzelfasern, die aus dem Pallidum kommen (*pall.th.po*) (Pfeil), erhalten. Am dorsalen Rand von *L.po.s* (Pfeil) liegen dunkle Faserbündel, welche weiter caudal in den oberflächlichen Dorsalkern einmünden. *A.pr* vorderer Hauptkern; *Co* Commissuralkern; *La.m* Lamella medialis; *M* Medialkern; *Pf*, hier fälschlich *Pf*, Parataenia. Biel 6, 1020. Ph. 26549.

erhält, welches sich myelogenetisch (FLECHSIG) von den caudalen zwei Dritteln unterscheidet. Diese Zuleitung (als Fasciculus pallido-thalamopolaris zu bezeichnen) beschränkt sich hier (im Gegensatz zu allen übrigen Abschnitten des lateralen Territoriums) nicht auf die ventralen Bezirke, sondern versorgt offenbar auch Teile des lateropolaren Oberkerns, die dorsal gelegen sind.

Die Verschiedenartigkeit der Einstrahlung, die Verschiedenzeitigkeit

Sonderstellung, obgleich er ebenso wie der vordere orale Ventrikkern (*V.o.a*) pallidäre Zuflüsse empfängt.

Es existiert noch eine — von KODAMA schon erwähnte — 3. Bahn vom Pallidum zum Thalamus, die aber weitgehend eine Sonderstellung einnimmt. Sie strahlt nämlich nicht in die Ventrikkern ein, auch nicht in die Lamella lateralis im engeren Sinne, sondern steigt am medialen

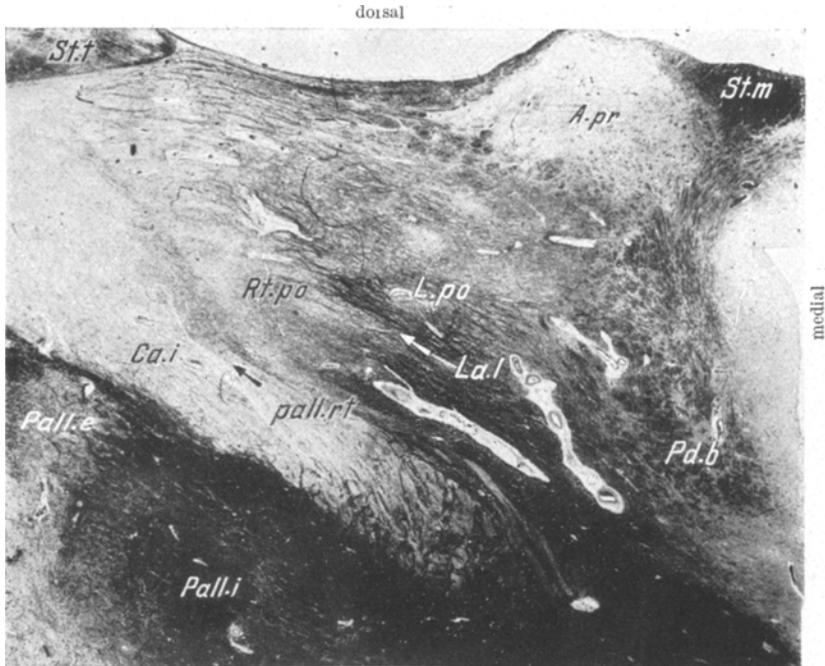


Abb. 4. Färbung: Hämatoxylin-Heidenhain (H.H.). Vergr.: 8/1. Frontalschnitt durch den vorderen Pol des Thalamus bei einem Fall mit vollständiger Zerstörung der inneren Kapsel (*Ca.i*) und großer Teile des Striatum durch einen vasculären Herd. Aus dem erhaltenen inneren Pallidumglied (*Pall.i*) zieht ein dichter Einzelfaserstreifen um den Fuß der degenerierten inneren Kapsel herum nach dorsal und mündet in den Lateropolaris (*L.po*) und in die Lamella lateralis (*La.l*). Ein weiterer schwächerer Einzelfaserstreifen zieht am äußeren Rand der Gitterschicht (*Rt.po*) hoch (*pall.rt*). Das äußere Pallidumglied (*Pall.e*) ist größtenteils entmarkt. *Pd.b* unterer Thalamusstiel; *St.m* Stria medullaris; *St.t* Stria terminalis. C 21, L 2, 602. Ph. 21534.

Rand der inneren Kapsel längs der Außenseite der Gitterschicht des Thalamus auf. Fast so schön wie an Markreifungspräparaten (Abb. 1 und 5) ist dieser Faserzug, obgleich nicht sehr umfangreich, bei Degenerationen der inneren Kapsel und auch in den BIELSCHOWSKYSCHEN Fällen von Hemiatrophie zu erkennen (Abb. 6 und 4). Diese Fasern beschränken sich nach Horizontalschnitten auf denjenigen Abschnitt der Gitterschicht, der die orale Kuppe des Thalamus (Supranucleus lateropolaris) umgibt. Ihre Leitungsrichtung ist thalamopetal, da sie erhalten bleiben, wenn

das laterale Thalamusterritorium und die Gitterschicht infolge Zerstörung ihrer Rindenverbindungen vollständig degeneriert sind (Abb. 4); diese Fasern, die *Fibrae pallidoreticulatae*, entspringen aus dem oralen Drittel des Pallidum, wohl aus seinem inneren und äußeren Glied.

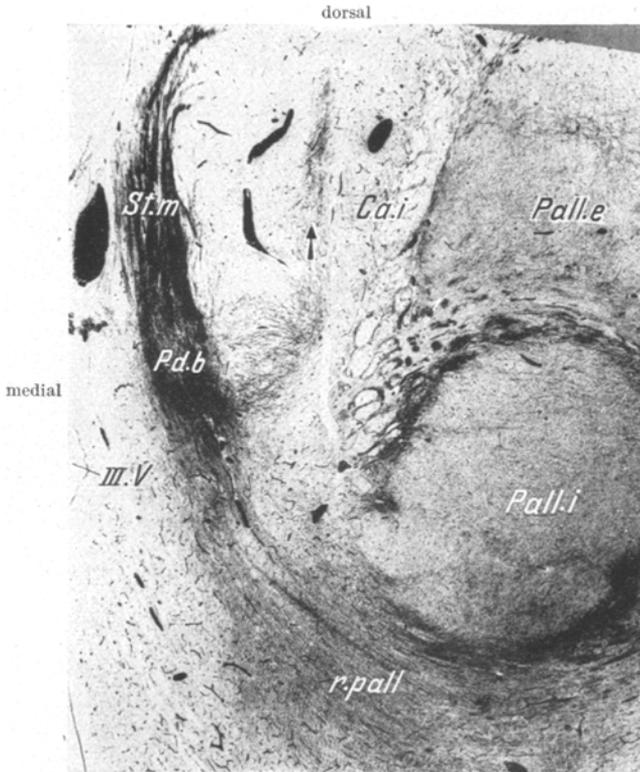


Abb. 5. W.K. Vergr. 7/1. Frontalschnitt durch den vorderen Pol des Zwischenhirns bei einem reifen menschlichen Fetus. Ein Teil der Stria medullaris (*St.m*) und der oralen Grenzschicht des Thalamus entspringt aus der pallidären Wurzel (*r.pall*) des unteren Thalamusstiels (*Pd.b*). Aus diesem geht außerdem der Einzelfaserstreifen für die polare Gitterschicht (= *Fibrae pallidoreticulatae*) (Pfeil) hervor. *III.V* = 3. Ventrikel. F 40, 880. Ph. 19548.

Es ist in diesem Zusammenhang erforderlich, kurz auf Herkunft und Zusammensetzung des *unteren Thalamusstieles* einzugehen. Er verbindet den Thalamus, rechtwinklig umbiegend, mit der Substantia innominata. Er hat zwei Wurzeln: die basale steigt medial von der lateralen zum Thalamus auf. Die letztere kommt aus dem Pallidum; auf vielen normalen Horizontal- und Frontalschnitten erhält man, worauf schon KODAMA hinwies, den Eindruck, daß ein großer Teil des unteren Thalamusstieles in die Ansa lenticularis übergeht (s. unten). Wirklich beweisend sind diese normalanatomischen Bilder aber nicht. In einer anderen

Veröffentlichung konnte ich zeigen, daß dem unteren Thalamusstiel im oralen Pol des Thalamus Faserbündel aus dem Fuß der inneren Kapsel so eng angelagert sind, daß man sie normal-anatomisch nicht abgrenzen



Abb. 6. W.K. Vergr. 7/1. Frontalschnitt durch den oralen Pol des Thalamus bei einem der BIELSCHOWSKYSCHEN Fälle von Hemiatrophia cerebri. Die beiden Wurzeln des unteren Thalamusstiels vereinigen sich lateral vom Fornix (*Fö*) zum unteren Thalamusstiel (*Pd.b*). Aus ihnen geht auch der erhaltene Faserstrang (*pall.rt*) für die polare Gitterschicht hervor, der medial vom Fuß der inneren Kapsel (*P.Ca.i*) hochsteigt. Die basale Wurzel (*r.b*) des unteren Thalamusstiels verliert sich in der Gegend des Basalkerns (*B*); die pallidäre Wurzel (*r.pall*) verschmilzt mit der Basis des inneren Pallidumgliedes (*Pall.i*). Biel 6, 1079. Ph. 26699.

kann. Diese Verbindungsbündel zum Stirnhirn steigen aber nicht mit dem unteren Thalamusstiel zum Grau der Substantia innominata ab. Sie sind also kein Bestandteil des unteren Thalamusstiels im strengen fasersystematischen Sinne, sondern ihm nur angelagert. Aus myelogenetischen Frontalschnitten (Abb. 5) geht hervor, daß ein Teil der lateral gelegenen Fasern des unteren Thalamusstiels sicherlich in die Ansa lenticularis übertritt, wodurch sie in das innere Glied des Pallidum oder in die Basis des äußeren Gliedes gelangen. Diese Fasern lassen sich ungefähr noch innerhalb des Thalamus von den übrigen abgrenzen, da sie sich lateral vom vorderen Hauptkern im oralen Pol des Lateropolaris aufsplintern und sehr früh markreif sind (Abb. 1 und 5). Die gleichen Faserbündel bekommen etwas Zuwachs durch das basale Ende der inneren Kapsel hindurch direkt aus dem inneren Pallidumglied bzw. der Lamella pallidi interna (Abb. 4 und 5). Die gleichen Verhältnisse finden sich in den Fällen von Hemiatrophie wieder. Die Abb. 6 zeigt den Ursprung eines Teiles des unteren Thalamusstiels aus dem Pallidum. Gleich nach dem gemeinsamen Eintritt in den Thalamus zweigen dunkle Einzel Fasern nach lateral ab. Diese Abzweigung ist besonders gut auf Abb. 5 zu sehen, wo gleichzeitig der Zufluß einzelner Fasern aus dem inneren Pallidumglied durch die Capsula interna hindurch zum unteren Thalamusstiel angedeutet ist.

Weitere Hinweise auf diese Faserverbindungen ergeben sich aus Fällen mit völliger Degeneration der inneren Kapsel durch große vasculär bedingte Großhirnmarkzerstörung (Abb. 4). Es kann sich demnach nicht um irgendwelche Großhirnrindenverbindungen handeln, auch nicht um Verbindungen vom Putamen oder Caudatum zum Thalamus, weil das Striatum in diesen Fällen mit zerstört ist, sondern nur um solche vom Pallidum.

Die *orale Fasergranzschicht* des Thalamus entsteht aus dem unteren Thalamusstiel, und zwar aus seinen beiden Wurzeln. Die aus dem Pallidum stammenden Fasern bekommen viel früher Markscheiden als die übrigen und sind daher bei jüngeren menschlichen Feten auf Markscheidenpräparaten allein gefärbt (Abb. 5). Aus solchen ergibt sich, daß ein großer Teil der *rostralen Fasergranzschicht* des Thalamus *pallidären* Ursprungs ist. Ein (1.) Teil der frühreifen Markfasern dieser Granzschicht tritt in die Stria medullaris (habenularis) über und mündet in das Ganglion habenulae ein; ein zweiter Teil beteiligt sich an der Bildung der Markkapsel des vorderen Hauptkerns. Ob in diesem auch Fasern aus dem Pallidum enden, muß ich offen lassen. 3. Andere Einzel Fasern aus der oralen Fasergranzschicht splintern sich nach lateral und caudal in den Lateropolaris hinein auf. Eine vierte Gruppe besonders dunkler Faserbündelchen weicht vor dem vorderen Hauptkern zunächst weit nach lateral aus, so daß sie in die dorsale Lamelle des

lateropolaren Kerns zu liegen kommen (Abb. 3, 5 und 7 a). Weiter caudal verlaufen sie durch die dorsale Markkapsel des vorderen Hauptkerns

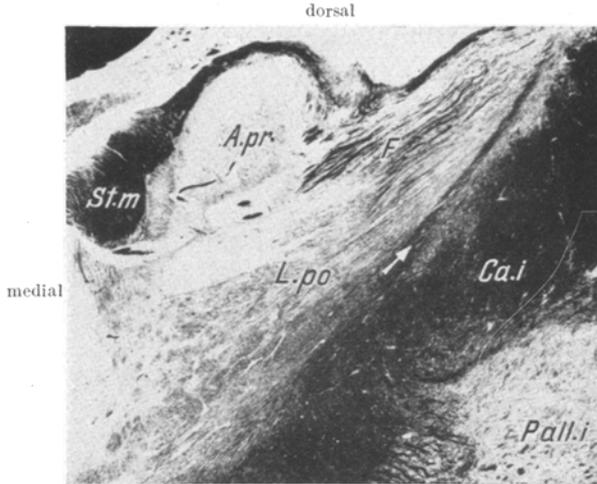


Abb. 7a. W.K. Vergr. 7/1. Schnitt durch den oralen Pol des Thalamus von einem BIELSCHOWSKYSCHEN Fall von Hemiatrophie. Lateral vom vorderen Hauptkern (*A.pr.*) die dunklen Faserbündel (*F*) der Verbindung vom unteren Thalamusstiel zum oberflächlichen Dorsalkern des Thalamus. Der Pfeil zeigt das Faserbündel zum polaren Teil der Gitterschicht. Biel 13, 882. Ph. 24557.

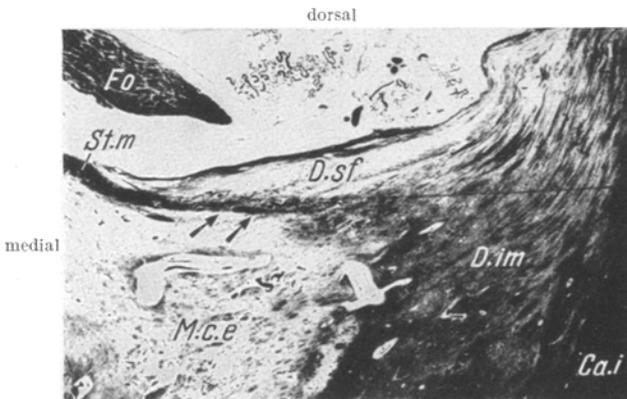


Abb. 7b. W.K. Vergr. 7/1. Frontalschnitt durch die Mitte des Thalamus eines BIELSCHOWSKYSCHEN Falles von Hemiatrophia cerebri. In den größtenteils degenerierten oberflächlichen Dorsalkern (*D.sf.*) münden die Faserbündel aus der Stria medullaris (*St.m.*) von ventral her ein (Pfeile). *D.im* intermediärer Dorsalkern; *M.c.e* äußerer caudaler Medialkern. Biel 6, 970. Ph. 24556.

nach medial, um sich als besonders dunkle lateral gelegene Faserbündel der Stria medullaris anzuschließen (Abb. 6b, I. Teil). Dort, wo der vordere Hauptkern caudal endigt, und die orale Spitze des ober-

flächlichen Dorsalkerns<sup>1</sup> auftritt, bündeln sie sich von medial her in diesen Kern hinein auf (Abb. 7b und 8). Durch den Ausfall der efferenten Faserbündel des vorderen Hauptkerns ist in den Fällen von Hemiatrophie der Verlauf dieser Faserbündel klar zu erkennen (Abb. 3 und 7b). Da der oberflächliche Dorsalkern bis auf kleine mediale Inseln einen Großhirnrindenanteil<sup>2</sup> darstellt und deshalb in den BIELSCHOWSKYSCHEN Fällen von Hemiatrophie degeneriert ist, können diese Faserbündel nur *afferent* zu ihm sein (Abb. 7b und 8). Abgesehen davon, daß ihr *pallidärer* Ursprung wegen des Übergangs in den früh markreifen Teil des unteren Thalamusstiels sehr wahrscheinlich ist, spricht auch ihre besondere

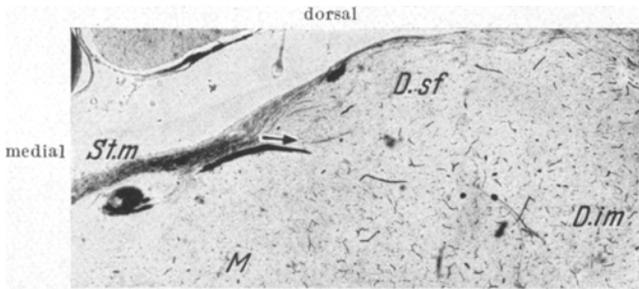


Abb. 8. W.K. Vergr. 11/1. Einmündung der afferenten Bündel in den oberflächlichen Dorsalkern (*D.sf*) aus der Stria medullaris (*St.m*) bei einem reifen menschlichen Fetus. F 40, 1150. Ph. 24555.

Dunkelheit — sie sind auch in erwachsenen Gehirnen daran zu erkennen — im gleichen Sinne. Ich nehme also an, daß der oberflächliche Dorsalkern (*D.sf*) einen Faserzufluß aus dem Pallidum via unterer Thalamusstiel, dorsale Markkapsel des vorderen Hauptkerns und Stria medullaris empfängt. Nachträglich erfahre ich, daß GLEES auf Grund von MARCHI-Experimenten an Affen nach Zerstörungen im Pallidum Fasern gleicher Endigung beschrieben hat.

Es ergibt sich folgende Zusammensetzung des unteren Thalamusstiels: im oralen Pol des Thalamus sind ihm, normalanatomisch untrennbar, Faserbündel aus dem Fuß der inneren Kapsel angelagert. Er selbst spaltet sich, wo er nach lateral umbiegt, in zwei Wurzeln auf: die *dorsale* tritt an die Basis des inneren Pallidumgliedes heran, sich mit den oralsten Fasern der Ansa lenticularis vermischend; ventral von ihr verläuft die *basale* Wurzel innerhalb der Substantia innominata nach lateral, größtenteils endet sie in dieser Gegend, ein Teil reicht aber bis zum Mandelkern heran. Sie bildet den Hauptzufluß zum medialen Kerngebiet des Thalamus (HASSLER). Die dorsale Wurzel aus dem Pallidum bleibt auch innerhalb des Thalamus lateral und gibt ab: 1. Fasern

<sup>1</sup> Dieser Kern entspricht dem *la* von v. MONAKOW, C. VOGT und dem Nucleus lateralis dorsalis von WALKER.

<sup>2</sup> Nach noch unveröffentlichten eigenen Untersuchungen.

für die polare Gitterschicht, 2. für den lateropolaren Kern, 3. einige Faserbündel, die durch Vermittlung der Stria medullaris in den oberflächlichen Dorsalkern einstrahlen, 4. Fasern zur Stria medullaris habenularis, welche im Ganglion habenulae enden.

Zur Frage, aus welchem Glied des Pallidum die beschriebenen Bahnen zum Thalamus entspringen, führe ich einen menschlichen Fall mit

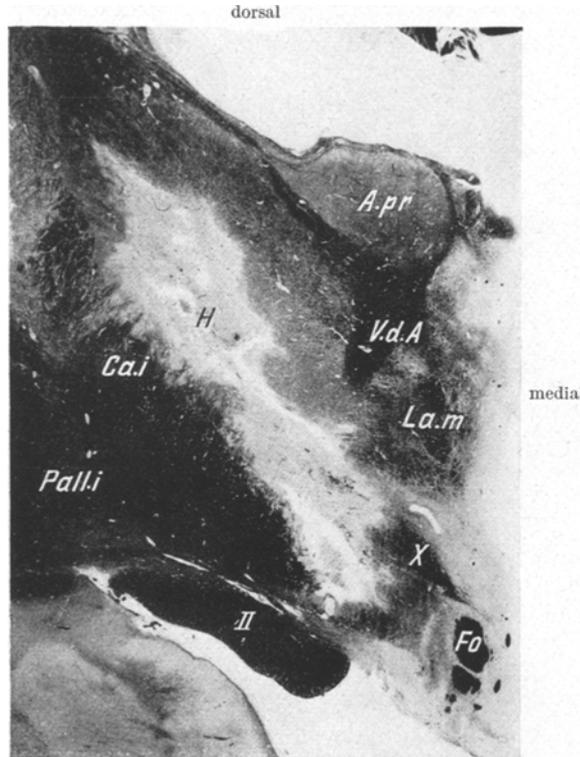


Abb. 9a. H.H. Vergr. 4/1. Frontalschnitt durch den oralen Thalamus bei einem menschlichen Herdfall. Der frische Herd (*H*) im oralen Thalamus und im Bündel *H*<sub>2</sub> beginnt sich gerade zu demarkieren. Das Bündel *X*, welches von *H*<sub>2</sub> zum Hypothalamus zieht, ist wegen der Frische des Herdes noch nicht degeneriert. *V.d.A* V10Q D'AZYRSches Bündel. C 3, L 3, 1304. Ph. 25 544.

einem großen, relativ frischen Herd im oralen Thalamus und den Faserbündeln *H*<sub>1</sub> und *H*<sub>2</sub> an (Abb. 9a). Es sind dadurch unterbrochen: die Zuleitungen zum vorderen oralen Ventralhorn (*V.o.a*), diejenigen zum lateropolaren Kern (*L.po*), ferner der Fasciculus pallidohypothalamicus (= Bündel *X*) sowie die Verbindung zur vorderen Ruberkapsel und eine Bahn zum Mittelhirn, welche weiter caudal im Bündel *Q* von SANO verläuft, aber, soweit ich weiß, bisher nicht beschrieben wurde. Die Bahnen in der Stria medullaris zum Ganglion

habenulae und zum oberflächlichen Dorsalkern sind in diesem Fall ebenso wie das Corpus Luysi mit Ausnahme seiner dorsalen und medialen Randpartien unversehrt. Von den Fasern zum oralsten Abschnitt der Gitterschicht ist nur ein Teil unterbrochen. Die Leitungsunterbrechungen pallidärer Fasern haben im Pallidum zum Untergang der Nervenzellen<sup>1</sup> und starker Gliawucherung im *inneren Glied* geführt (Abb. 9 b). Von ihm ist nur ganz oral ein schmaler Streifen längs der inneren Kapsel mit

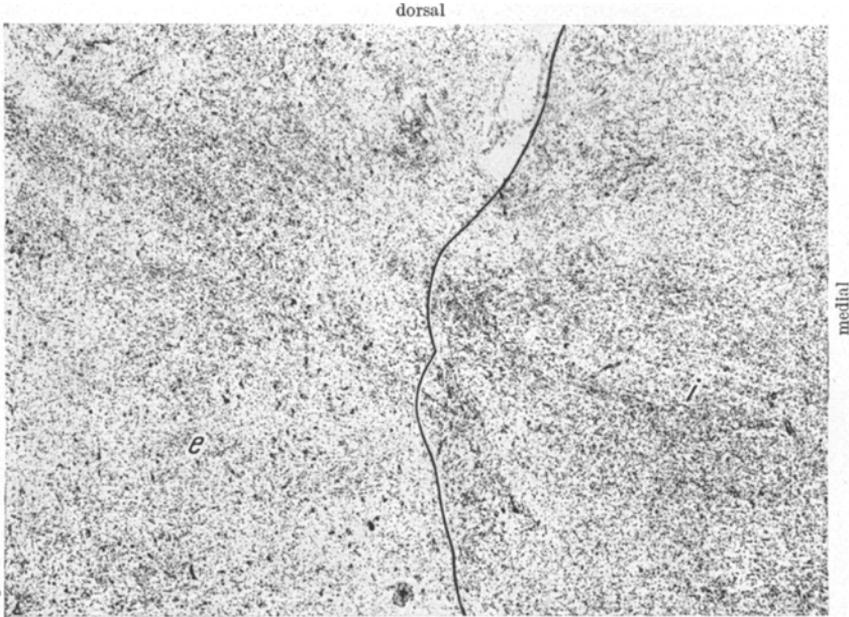


Abb. 9 b. Färbung: Kresylviolett (Cr.). Vergr. 20/1. Frontalschnitt durch beide Glieder des Pallidum vom gleichen Fall. Im inneren Pallidumglied (i) dichte Gliawucherung und Zellausfall; im äußeren Pallidumglied (e) nur geringe Gliavermehrung und Erhaltenbleiben der meisten Nervenzellen. C 3, L 3, 1303. Ph. 28241.

einigen gut erhaltenen Nervenzellen besetzt. Im äußeren Pallidumglied sind dagegen — insbesondere in den ventralen zwei Dritteln — ausreichend viele Nervenzellen erhalten. Der Gegensatz im Zellbestand zwischen äußerem und innerem Pallidumglied ist so eindrucksvoll, daß man dabei von der mäßigen Zellverminderung und Gliawucherung im äußeren Glied absehen kann (Abb. 9 b). Im oralen Pol des äußeren Gliedes jedoch sind fast alle Nervenzellen stark verkleinert, abgerundet, verblaßt mit pyknotischem randständigem Kern. In Übereinstimmung mit früheren Angaben von C. und O. VOGT und den experimentellen Befunden von RANSON und RANSON sowie GLEES spricht dieser Fall dafür, daß die

<sup>1</sup> Wegen der Frische des Herdes (im und unter dem Thalamus) sind von einigen Pallidumzellen noch hochgradig geschrumpfte, verblaßte und abgerundete Reste übrig.

Faserung zum Corpus Luysi auch beim Menschen aus den caudalen zwei Dritteln des ventralen Teils des *äußeren* Pallidumgliededes entspringt. Markscheidenreifungsbilder sprechen, wenn man die in die Lamella pallidi interna einstrahlenden Bündel aus dem äußeren Glied<sup>1</sup> berücksichtigt, durchaus nicht dagegen. — Der Hauptteil der Fasern zum vorderen oralen Ventralhorn des Thalamus (=  $H_1$ ) — wahrscheinlich auch die des Fasciculus pallidohypothalamicus (= Bündel X), aber nicht die Verbindungsbahn zur Ruberkapsel — entspringt also wahrscheinlich aus dem *inneren* Glied des Pallidum. Für die Bahnen zum oralen Thalamuspol ist der aus anderen Befunden gefolgerte Ursprung aus dem oralen Pol beider Pallidumglieder nach diesem Degenerationsfall durchaus möglich. Ein anderer Fall, in dem ein Herd den *vorderen* und *inneren oralen* Ventralhorn des Thalamus zerstört hat, wobei aber die Bahnen zum Corpus Luysi, zum Hypothalamus und zum Mittelhirn bis auf eine gewisse Verschmälerung erhalten sind, zeigt ebenfalls den Hauptausfall von Nervenzellen im *inneren* Pallidumglied. Da er durch zusätzliche Herde kompliziert ist, gehe ich nicht näher auf ihn ein.

Diese Befunde an menschlichen Gehirnen stimmen mit den tierexperimentellen Ergebnissen überein. Daher ist der Schluß berechtigt, daß der Fasciculus thalamicus (=  $H_1$ ), welcher im vorderen oralen Ventralhorn endigt, aus dem *inneren* Pallidumglied entspringt. Die Bahn zum lateropolen Kern des Thalamus stammt aus dem oralen  $\frac{1}{3}$  des Pallidums teilweise wohl auch aus dem *äußeren* Pallidumglied.

##### 5. Verbindungen zwischen Ruber und Thalamus.

Abgesehen von den im I. Teil besprochenen, den Ruber bzw. seine Kapsel nur passierenden Bahnen gibt es etwas weiter lateral gelegene Fasern, die vielleicht im Ruber selbst entspringen und im Thalamus endigen (Abb. 1, I. Teil). Die nach oral ziehenden efferenten Faserbündel des Ruber sammeln sich in seiner lateralen Kapsel. Von hier aus strahlen erheblich mehr Fasern in die caudalen Ventralkerne bzw. die Lamella praesemilunaris<sup>2</sup> ein, als lediglich die thalamopetalen Bindearmfasern (Abb. 3, I. Teil). Auf Abb. 7, I. Teil, von dem Fall mit juveniler amaurotischer Idiotie, sind die Bindearmfasern degeneriert und stark verblaßt, es haben aber zahlreiche nicht degenerierte Fasern etwas weiter lateral die gleiche Verlaufsrichtung wie sie: vom Ruber

<sup>1</sup> Von allen Bahnen im Zwischen- und Endhirn wird zuerst die Verbindung zwischen caudalen zwei Dritteln des Pallidum und Corpus Luysi markreif. Durch den großen Markreichtum des inneren Pallidumgliededes und der Lamella pallidi interna darf man sich nicht darüber hinwegtäuschen lassen, daß die letztere durch zahlreiche markreife Faserbündel aus dem (sonst noch markarmen) äußeren Pallidumglied gespeist wird.

<sup>2</sup> So nenne ich die Markfaserschicht, die den Semilunarkörper bzw. Nucleus arcuatus des Thalamus lateral und oral umgibt.

zum ventralen Thalamus. Ein Teil von ihnen strahlt in das mediale Ende der Lamella lateralis des Thalamus ein. Gut sind diese lateralen rubrothalamischen Fasern bei dem BOSTROEM-SPATZschen Fall von Bindearmatrophie zu sehen, weil dort die Bindearmfaserbündel nicht nur verblaßt, wie beim vorigen Fall, sondern praktisch restlos verschwunden sind. Von der laterodorsalen Ecke des Ruber zieht ein nicht degenerierter Faserstrang in die basale Fläche der caudalen Ventralkerne hinein. Ein myelogenetischer Horizontalschnitt (Abb. 4, I. Teil) bestätigt das: Abgesehen von den dichten dentatothalamischen Faserbündeln lateral vom Ruber gehen noch von der oralen Ruberkapsel Faserbündel ab, die sich nach laterocaudal aufbündeln und die Lamella praesemilunaris oder auch die Lamella lateralis bilden helfen. Diese Fasern reichen nach caudal sicherlich bis zum vorderen caudalen Ventralhorn. Ein Teil scheint sich schon im intermediären Ventralhorn zu erschöpfen<sup>1</sup>. Ob ihre Leitungsrichtung thalamopetal ist, kann ich auch an Hand der Fälle von Hemiatrophie nicht sicher entscheiden. Aber diese Fasern fehlen völlig in dem Fall mit Durchtrennung der Mittelhirnhaube, wo der Ruber alle Nervenzellen eingebüßt hat. Das spricht etwas für die thalamopetale Leitungsrichtung dieser Faser Verbindung. Sollte sie sich mit anderen Methoden bestätigen, so könnte man sie Fasciculus rubrothalamicus nennen.

#### 6. Eine Bahn aus dem hinteren Längsbündel zum Thalamus.

Die Hauptmasse der Fasern des hinteren Längsbündels reicht nach oral nur bis zum Mittelhirn; sie haben ihre Endigung bzw. ihren Ursprung in den Oculomotoriuskernen und in den sog. Kernen der hinteren Commissur (Nucleus interstitialis und DARKSCHEWITSCHI). Es läßt sich aber aus dem hinteren Längsbündel auch eine Bahn zum Thalamus nachweisen: die hinteren Längsbündel beider Seiten werden in Höhe des Trochleariskerns durch einen ventralen Zapfen des Höhlengraus — ZIEHENS Angustiae — auseinandergedrängt. Ventral davon verlaufen dunkle auffällige Faserbündel, die die Verbindung der beiden hinteren Längsbündel aufrechterhalten. Diese begeben sich in den oralen Ebenen immer weiter nach ventral unter gleichzeitiger Abnahme der Fasermenge. Nach myelogenetischen Horizontalschnitten kreuzen diese Fasern des hinteren Längsbündels, wie schon DEJERINE beschrieben hat, oral vom Ruber etwas caudal und dorsal von der hinteren hypothalamischen Commissur<sup>2</sup>. Bis dorthin haben sie BUCHER und BÜRGI bei Katzen degeneriert verfolgt. Der myelogenetische Sagittalschnitt

<sup>1</sup> Diesen Faserbündeln aus der oralen Ruberkapsel schließt sich etwas weiter ventral die Verbindung des Ruber zum Feld  $H_1$  an.

<sup>2</sup> Die in Frage stehenden Bündel sind im MARBURGschen Atlas auf den Abb. 61 und 62 angedeutet, dort als Fasciculus subcommissuralis bezeichnet.

(Abb. 10) demonstriert, daß diese Faserbündel aus dem hinteren Längsbündel stammen und nach der Kreuzung in der gleichen Frontalebene aufsteigen bis zum dorsalen Rand der Markkapsel des Ruber. Diesen Aufstieg, wobei die Fasern wegen ihrer Auflockerung schwer zu verfolgen sind, zeigt die Abb. 11 von einem jungen Affen; dorsal davon haben gleich zu besprechende Faserbündel aus dem Interstitialkern

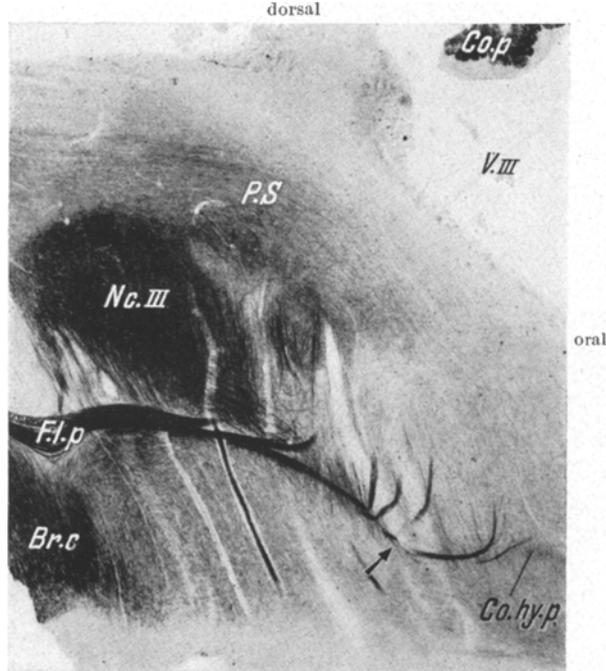


Abb. 10. W.K. Vergr. 10/1. Sagittalschnitt etwa in der Mittellinie von einem 4 Monate alten Kind. Vom hinteren Längsbündel (*Fl.p*) biegen (Pfeil) unmittelbar caudal von der hinteren hypothalamischen Commissur (*Co.hyp*) Faserbündel nach dorsal ab. *Br.c* Bindearm; *Co.p* hintere Commissur; *P.S.* periventriculäres Fasersystem. *Nc. III* Oculomotoriuskern. E 8, b 1. Ph. 26411.

den gleichen Verlauf. An der Dorsalfläche der Markkapsel des Ruber angekommen, wenden sich die Faserbündel, einen markanten, wenn auch schmalen Faserzug von horizontalem Verlauf bildend, nach lateral und etwas nach caudal. Sie bilden dabei einen kleinen Teil der Lamella praesemilunaris, einer Faseransammlung, die den Semilunarkörper nach orolateral begrenzt. Die Faserbündel sind nach Vermischung mit Bündeln gleichen Verlaufs aus dem Interstitialkern bis an die mediale Seite des intermediären und in den vorderen caudalen Ventral kern zu verfolgen (s. Abb. 15; Abb. 4, I. Teil). Mit den Fasern, die vom Nucleus Darkschewitschi zum hinteren Längsbündel ziehen, haben die besprochenen Bündel nichts zu tun.

Daß die zum Thalamus aufsteigenden Faserbündel des hinteren Längsbündels mindestens teilweise kreuzen, läßt sich dadurch stützen, daß in einem Fall mit einseitiger völliger Zerstörung des hinteren Längsbündels in der Brücke schmale aufsteigende Faserbündel auch auf der Seite der Läsion erhalten sind, ebenso aber auch auf der Gegenseite. Die aufsteigende Leitungsrichtung geht aus der sehr frühen Markreifung — im Thalamus ist in dieser Entwicklungsperiode die Markreifung noch in keinem Teilsystem so weit fortgeschritten — und dem

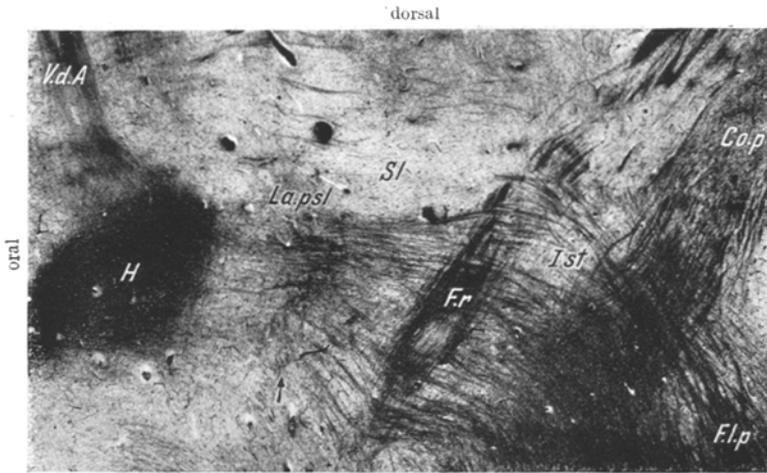


Abb. 11. W.K. Vergr. 15/1. Sagittalschnitt durch das Zwischenhirn eines neugeborenen Affen. Der Pfeil weist auf die aufsteigenden Bündel des Fasciculus longitudinothalamicus hin. Sie münden in die Lamella praesemilunaris ein (*La.psl*). Weitere Faserbündel gleichen Verlaufes entspringen aus weiter dorsal gelegenen Längsbündeln, welche aus dem Nucleus interstitialis (*Ist*) hervorgehen. *Fr* Fasciculus retroflexus; *F.l.p* hinteres Längsbündel. *Aj. h.* 260. Ph. 26396.

Erhaltenbleiben dieser Bündel in den Fällen von Hemiatrophie hervor. Als Name für diese Bahn aus dem hinteren Längsbündel zum Thalamus möchte ich *Fasciculus longitudinothalamicus* vorschlagen.

#### 7. Die Bahnen aus dem Nucleus interstitialis CAJAL zum Thalamus.

Als weiteres afferentes, dem gerade besprochenen benachbartes und verwandtes System ist eine Bahn aus dem Interstitialkern zum Thalamus zu nennen. Die Hauptzuleitung erhält der Interstitialkern vom hinteren Längsbündel. Bekanntlich gehört das hintere Längsbündel zu den ersten Systemen des Gehirns, welche sich mit Markscheiden umgeben. In Gehirnen früher menschlicher Feten ist die Einstrahlung des hinteren Längsbündels in den Interstitialkern isoliert zu sehen, da dieser hier außer den Oculomotoriuskernen der einzige bereits markhaltige Kern ist. Gleichzeitig sieht man einige Bündel über den Interstitialkern nach dorsal hinausziehen, die in einer etwas

weiter oral gelegenen Ebene in der hinteren Commissur kreuzen. Eine Entscheidung, ob hier nur Fasern des hinteren Längsbündels oder auch

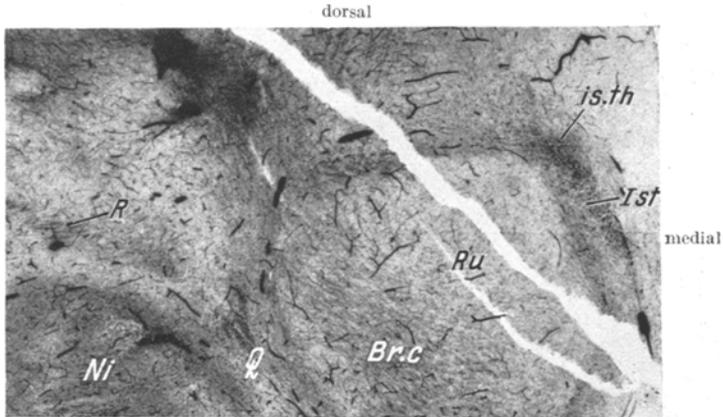


Abb. 12. W.K. Vergr. 10/1. Frontalschnitt durch den Ruber eines 8 Monate alten menschlichen Fetus. Vom Interstitialkern zieht ein helles Markfaserbündel nach dorsal (*is.th*). Aus der lateralen Wölbung des Ruber (*Ru*) ziehen Faserbündel gegen den Thalamus hinauf. Sie gehören zum Bindearm. *Ni* Niger; *R* und *Q* Faserbündel *R* und *Q* von SANO. F 8 285. Ph. 26408.

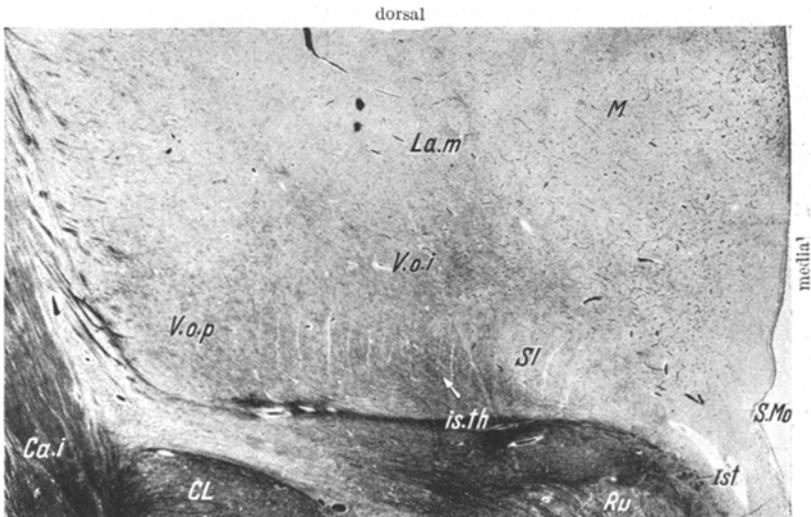


Abb. 13. W.K. Vergr. 7/1. Frontalschnitt, welcher bei einem reifen menschlichen Fetus die Einstrahlung der Einzelfasern des Fasciculus interstitiothalamicus oralis (*is.th*) in den inneren oralen Ventral kern (*V.o.i*) demonstriert. Die Einstrahlungen in den hinteren oralen Ventral kern (*V.o.p*) kommen aus dem Bindearm. *S.Mo* Sulcus Monroi; *Sl* Semilunarkörper; *M* Medialkern; *La.m* Lamella medialis. F 40 1050. Ph. 23423.

efferente Fasern des Interstitialkerns kreuzen, kann ich nicht treffen. Die gekreuzten Fasern strahlen von dorsal her gegen den gegenseitigen

Interstitialkern aus. Aus dem Interstitialkern entspringen einige weniger stark myelinisierte Faserbündel, die in der mediodorsalen Kapsel des Ruber verlaufen (Abb. 12) und vor dessen oralem Rand an der Basis des Thalamus sich nach laterodorsal aufsplintern (Abb. 13). Über ihren Verlauf und Endigung orientieren Frontalschnitte von in der Markreifung befindlichen Gehirnen: Abb. 3 und 4, I. Teil, und Abb. 12 zeigen das

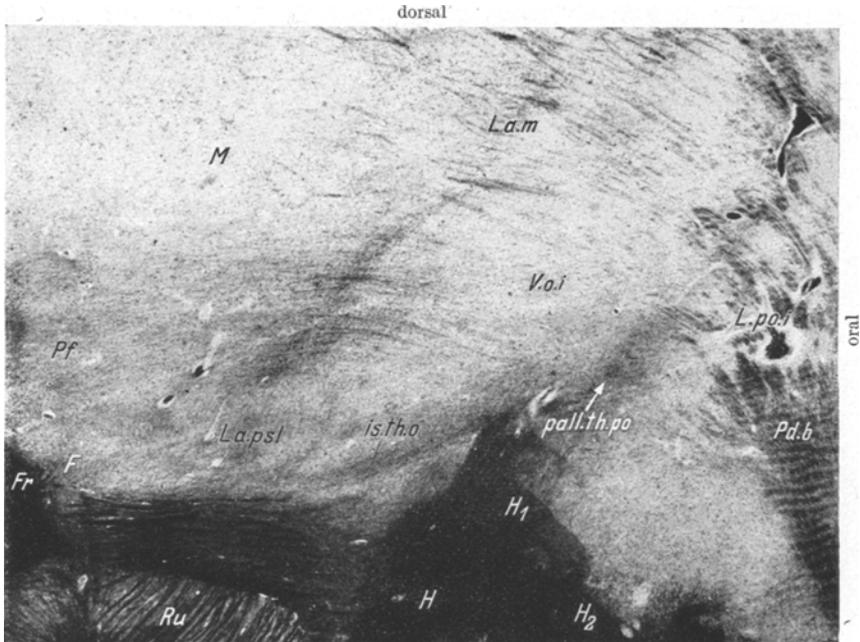


Abb. 14. W.K. Vergr. 9,5/1. Sagittalschnitt durch den Thalamus eines 4 Monate alten Kindes. Von der dorsalen Fläche des Ruber zieht der Fasciculus interstitio-thalamicus lateralis in die Lamella praesemifunaris (*La.psi*), welche sich in die Lamella medialis (*La.m*) fortzusetzen scheint. Das andere Faserbündel (*isth.o*) zieht von der Ruberkapsel in Richtung auf das Bündel *H<sub>1</sub>* in den inneren oralen Ventrikkern (*V.o.i*) hinein. An der Grenze von *V.o.i* und Lateropolaris (*L.po.i*) steigen Einzelfasern hoch (*pall.th.po*); *Pd.b* unterer Thalamusstiel; *F* Einzelfasern aus der Ruberkapsel zum Parafasciculus (*Pf*); *M* Medialkern des Thalamus; *Fr* Fasciculus retroflexus. E 8 b 40. Ph: 26402.

Abwandern der Faserbündel in der dorsalen Ruberkapsel nach lateral. Sie reichen aber nur so weit nach lateral wie der Ruber selbst. Von den Faserbündeln aus dem Interstitialkern geht nach dorsal ein dichter Schleier von Einzelfasern ab, der zum inneren oralen Ventrikkern (*V.o.i*) zieht (Abb. 13). Auf Sagittalschnitten (Abb. 14) ist dieser Faserzug bis über das VICQ D'AZYRSche Bündel in *V.o.i* hinein zu verfolgen. Am eindeutigsten ist seine Einstrahlung auf myelogenetischen Horizontalschnitten (Abb. 15). Dieser Schnitt lehrt gleichzeitig noch folgendes: die zahlreichen efferenten Faserbündel des Interstitialkerns erfahren kurz vor dem Feld *H<sub>1</sub>* eine starke Verringerung; diese ist nicht allein

durch ihr Übertreten in eine höhere oder tiefere Horizontalebene zu erklären, wie die Durchmusterung der Schnittserie lehrt. Vielmehr muß man annehmen, daß viele Fasern in die dunklen Bündel übergehen, welche rechtwinklig nach lateral von den zum inneren oralen Ventral-kern (*V.o.i*) ziehenden Bündeln abzweigen. — Die efferenten Fasern des Interstitialkerns, die zu dem inneren oralen Ventral-kern (*V.o.i*) ziehen,

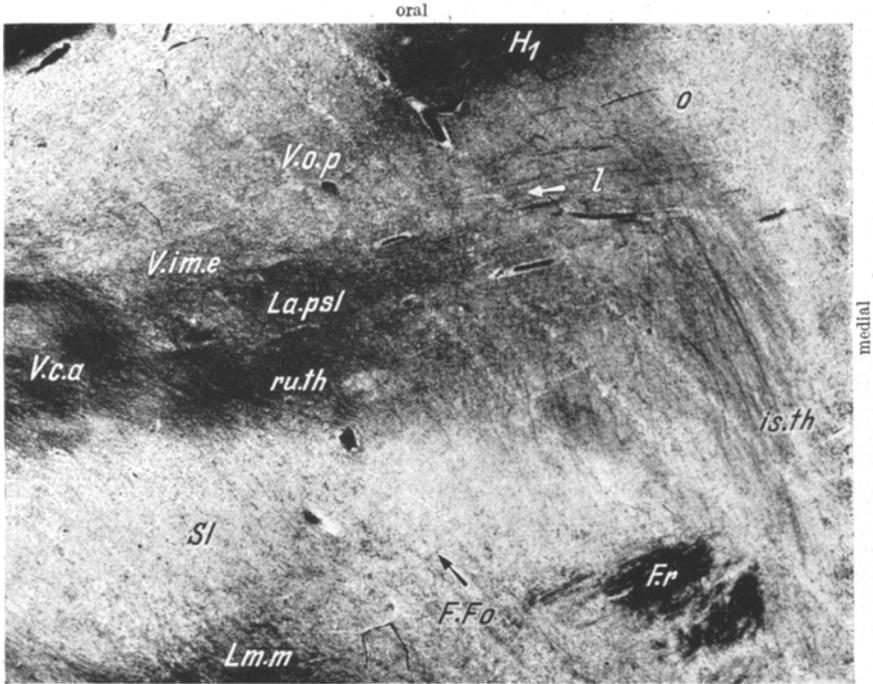


Abb. 15. W.K. Vergr. 15/1. Horizontalschnitt durch die Basis des Thalamus bei einem 50 cm langen menschlichen Fetus. Vom Fasciculus interstitio-thalamicus (*is.th*) ziehen Bündel nach oral (*o*), wo sie caudal und medial vom Feld *H<sub>1</sub>* zum *V.o.i* aufsteigen. Andere Bündel von ihm biegen nach lateral (*l*) ab und helfen die Lamella praesemilunaris bilden. In diese strömen außerdem Fasern aus dem Ruber ein (*ru.th*). F 5 329. Ph. 26415.

nenne ich Fasciculus interstitiothalamicus oralis, die nach lateral abbiegenden Fasciculus interstitiothalamicus lateralis. Man kann an myelogenetischen Sagittalschnitten (Abb. 11 und 14) sein Abbiegen nach dorsal direkt erkennen; es liegt weiter dorsolateral als das auf S. 800 erwähnte Aufsteigen des hinteren Längsbündels. Die umgebogenen Faserbündel des Fasciculus interstitiothalamicus lateralis schließen sich dem Vorderrand der Lamella praesemilunaris an und sind mit Sicherheit durch den äußeren intermediären (*V. im.e*) in den vorderen caudalen Ventral-kern (*V.c.a*) zu verfolgen (Abb. 15; Abb. 4, I. Teil). Damit ist nicht gesagt, daß ihre Endaufsplitterungen nicht noch weiter caudal liegen. Die Einmündung des Fasciculus interstitiothalamicus oralis reicht nach lateral nicht

bis zu den oralen Ventralenkernen (*V.o.a* und *V.o.p*). Denn in diese münden, wenn der Bindearm, wie bei der juvenilen amaurotischen Idiotie (Abb. 8, I. Teil) ausgefallen ist, keine Einzelfasern ein, obgleich der Fasciculus interstitiothalamicus erhalten ist. An der Grenze vom inneren (*V.o.i*) gegen den hinteren oralen Ventralenkern (*V.o.p*) nimmt die Menge der Einzelfasern in einer auffälligen Stufe ab (Abb. 8, I. Teil). Damit ist eine Endigung des Fasciculus interstitiothalamicus oralis im hinteren ventrooralen Kern (*V.o.p*) auszuschließen. Daß dieses interstitiothalamische Faserbündel thalamopetal leitet, ergibt sich eindeutig auf seinem Erhaltenbleiben bei restlosem Ausfall sämtlicher Nervenzellen des inneren oralen Ventralenkerns (*V.o.i*) in den Fällen von Hemiatrophia cerebri.

Aus der Literatur ist bisher als efferente Bahn des Interstitialkerns lediglich der Tractus interstitiospinalis von MUSKENS bekannt, der im medialen Teil des hinteren Längsbündels gleichseitig absteigt. Wenn diese efferente Bahn wie bei einem untersuchten pathologischen Fall zusammen mit dem hinteren Längsbündel in der Brücke unterbrochen ist, ist der Interstitialkern der gleichen Seite nur mäßig verkleinert, keineswegs völlig atrophiert. Das spricht entschieden dagegen, daß die absteigende Bahn die *einzige* efferente ist. — Die Bahn vom Interstitialkern zum Thalamus kann ich noch durch folgenden Befund

erhärten: in einem menschlichen Herdfall mit großem, relativ frischem Thalamusherd ist u. a. der innere orale Ventralenkern (*V.o.i*), den ich als Endigungskern der besprochenen Bahn ansehe, zerstört (Abb. 16). Im Interstitialkern bestehen infolge retrograder Degeneration starke Zellatrophien und eine Verschmälerung und Gliose seines Gebietes sowie der Faserbündel (Abb. 17a u. b). Da in diesem Fall auch der Nucleus Darkschewitschi auf der Herdseite in seinem Zellbestand verringert und außerdem etwas geschrumpft ist, kann man vermuten, daß auch aus ihm eine etwa gleichlaufende Bahn zum Thalamus entspringt.

Aus dem Nucleus interstitialis entspringen also folgende efferente Bahnen, die sich vor dem oralen Pol des Ruber nach lateral

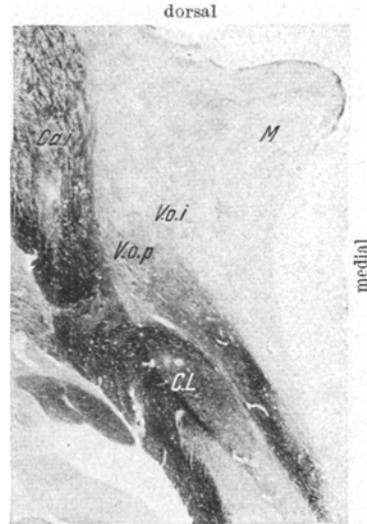


Abb. 16. H.H. Vergr. 3/1. Frontalschnitt durch den oralen Thalamus eines Falles mit großem vasculärem Herd. Infolge dessen sind hier alle Thalamuskern bis auf einen Teil des hinteren oralen Ventralenkerns (*V.o.p*) degeneriert, unter anderem auch der innere orale Ventralenkern (*V.o.i*) und seine zuführenden Bündel aus dem Interstitialkern. C 16 r 3 1546.

Ph. 26748.

wenden: 1. der Fasciculus interstitiothalamicus lateralis strahlt durch Vermittlung der Lamella praesemilunaris in den intermediären und

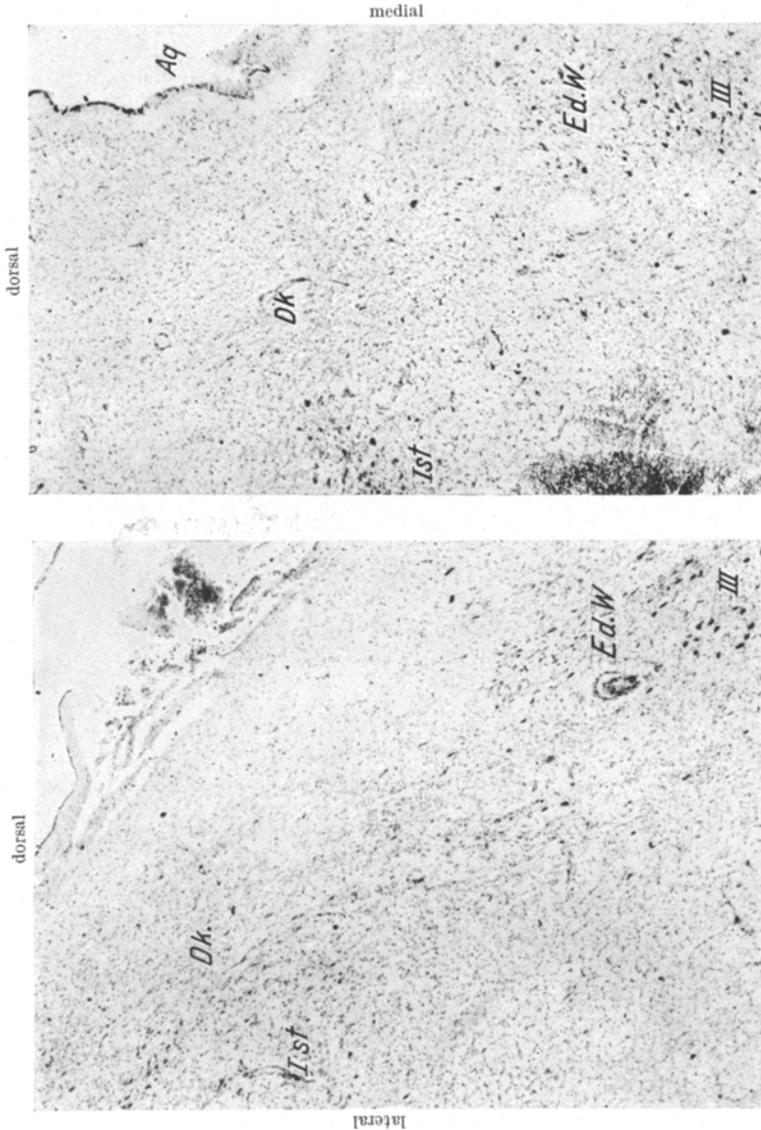


Abb. 17a u. b. Cv. Vergr. 30/1. Frontalschnitte durch die Interstitialkerne des gleichen Gehirns. Auf der Seite des Thalamusherdes sind die Zellen des Interstitialkerns atrophisch. (Ist in Abb. 17a) im Gegensatz zu den normal großen Zellen in Abb. 17b. DK. DARSCHEWITSCH'SCHER KERN; Ed.W. EDINGER-WESTPHAL'SCHER KERN; III Oculomotoriuskern. Der dunkle Fleck unter Ist in Abb. 17b ist ein technischer Fehler. C 16, r 3, 1150. Ph. 26839.

den vorderen caudalen Ventrikkern (*V.im.e* und *V.c.a*) ein, 2. der Fasciculus interstitiothalamicus oralis bildet die Hauptzuleitung zum inneren oralen Ventrikkern (*V.o.i*), welcher daneben noch Bindearmfasern empfängt.

## 8. Übersicht über die Ergebnisse.

Zum Schluß fasse ich in einem Schema (Abb. 18) die afferenten Bahnen zum Thalamus zusammen, soweit sie mit dem motorischen System in Zusammenhang stehen.

1. Der Centrakern des Thalamus, der kein Großhirnrindenanteil ist, sondern zum Putamen und Caudatum projiziert (C. und O. VOGT), empfängt Fasern (Bahn 6 im Schema) aus dem Bindearm teils direkt, teils durch Vermittlung der medialen Ruberkapsel.

2. Die beiden Schleifenkerne (*V.c.p* und *V.c.a*) und wahrscheinlich auch die Endigungsstätte der direkten vestibulothalamischen Bahn, der intermediäre Ventrakern (*V.im.e*), erhalten als Nebenleitung Bindearmfasern. Der vordere von den Schleifenkernen und der „vestibuläre“ Thalamuskern empfangen darüber hinaus wohl noch eine Leitung vom Ruber über die Lamella lateralis und praesemilunaris. Diesen beiden Kernen [und möglicherweise auch dem hinteren Schleifenkern (*V.c.p*)] werden als weitere Nebenleitungen sekundäre und tertiäre Vestibularisbahnen durch die Lamella praesemilunaris zugeleitet, und zwar der dünne Fasciculus longitudinalithalamicus (= Bahn 9) (sekundäre Vestibularisbahn zum Thalamus über das hintere Längsbündel) und der Fasciculus interstitiothalamicus lateralis (= Bahn 8, gestrichelter Teil) (tertiäre Vestibularisbahn vom Interstitialkern aus).

3. Die aufsteigende Hauptbahn vom Interstitialkern dagegen, der Fasciculus interstitiothalamicus oralis, endet im inneren oralen Ventrakern (*V.o.i*), der zusätzlich noch eine Anzahl von Bindearmfasern aufnimmt (Bahn 8 und 5 gestrichelt).

4. Die *Hauptbindearmendigung* (Bahn 5) liegt im hinteren oralen Ventrakern (*V.o.p*), der in seinem oralen Randgebiet zusätzlich einige der über die FORELSCHEN Haubenfelder  $H_2$  und  $H_1$  verlaufenden pallidären Fasern enthält.

5. Der Hauptendigungskern der *pallidären* Fasern (Bahn 10) aus dem inneren Glied, die sich von  $H_2$  aus in  $H_1$  fortsetzen, ist der vor dem Hauptbindearmkern gelegene vordere orale Ventrakern (*V.o.a*).

6. Aus dem oralen Drittel des Pallidum<sup>1</sup> ziehen Fasern (Bahn 11) in den vorderen *Pol* des *lateralen* Kerngebietes des Thalamus, einen Bezirk, den ich Lateropolaris nenne, und reichen mit ihren Verzweigungen in ihm viel weiter nach *dorsal* als die Fasereinstrahlungen in allen übrigen Abschnitten des lateralen Thalamusterritorium.

7. Der *polare* Abschnitt der Gitterschicht empfängt einige Fasern aus dem oralen Pallidum (Bahn 12), welche teils die innere Kapsel unmittelbar durchqueren, vorwiegend aber, aus dem unteren Thalamusstiel kommend, an ihrem medialen Rand als Einzelfaserstrang hochsteigen.

<sup>1</sup> Unentschieden, aus welchem Pallidumglied sie entspringen.

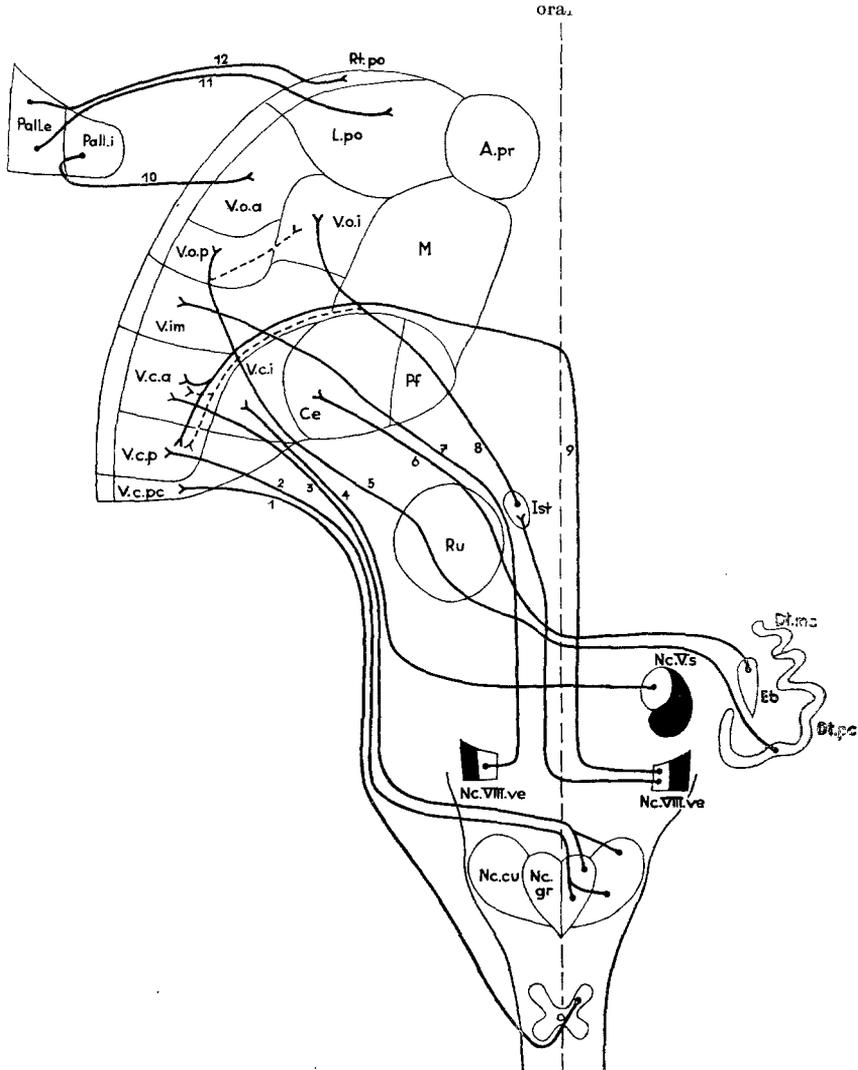


Abb. 18. Schema der zuführenden Bahnen (von 1—12 numeriert) zu den Ventral-kernen des Thalamus. Diese sind schematisch im Horizontalschnitt dargestellt. Die senkrechte gestrichelte Linie gibt die Mittellinie des Gehirns an. 1 Tractus spinothalamicus. 2 und 3 laterale und mediale Portion der medialen Schleife. 4 Trigemusschleife. 5 Hauptbahn des Bindearms zum Thalamus. Ursprung Dentatum; Endigung hinterer oraler Ventral-kern (*V.o.p*). Davon zweigt eine gestrichelte Nebenbahn zum inneren oralen Ventral-kern (*V.o.i*) ab. 6 Bindearmanteil zum Central-kern des Thalamus (*Ce*). 7 Direkte Vestibularisbahn zum Thalamus, im Mittelhirn in FORELS Haubenfaszikeln verlaufend; Endigung: intermediärer Ventral-kern (*V.im.e*). 8 Tractus interstitio-thalamicus. Ursprung: Nucleus interstitialis Cajal (*Ist*); Endigung Nucleus ventro-oralis internus (*V.o.i*). Davon geht eine Nebenbahn (gestrichelt) durch die Lamella praesemilunaris zu den beiden ventrocaudalen Kernen. 9 Tractus longitudinalithalamicus. Ursprung: Gegenseitiger Vestibulariskern (*Nc. VIII. ve*); Verlauf im hinteren Längsbündel und, nach der Kreuzung, in der Lamella praesemilunaris; Endigung im vorderen und hinteren ventrocaudalen Kern (*V.c.a*, *V.c.p*). 10 Fasciculus thalamicus (*H<sub>1</sub>*). Ursprung: Inneres Pallidumglied; Endigung: Vorderer oraler Ventral-kern (*V.o.a*). 11 Fasciculus pallidothalamopolaris. Ursprung: Vorderes Pallidum. Endigung: Lateropolarer Kern (*L.po*). 12 Fibræ pallido-reticulatae. Ursprung: Orales Drittel des Pallidum; Endigung: Polare Gitterschicht des Thalamus (*Rt.po*).

8. Als letzte Zuleitung, im Schema nicht eingezeichnet, ist noch eine Bahn vom unteren Thalamusstiel (wahrscheinlich aus dem Pallidum stammend) über die dorsale Markkapsel des vorderen Hauptkerns und die Stria medullaris (habenularis) zum oberflächlichen Dorsalkern (*D.sf*) des Thalamus zu nennen.

### 9. Besprechung der Ergebnisse.

Die besprochenen Bahnen gehören auf Grund der Stellung, die ihre Ursprungskerne im Leitungssystem haben, zum motorischen System; sie leiten thalamopetal. Soweit sie eigene Endigungskerne im Thalamus besitzen, liegen diese mit 2 Ausnahmen<sup>1</sup> im vorderen Abschnitt des lateralen Kerngebietes, vorwiegend in den vorderen Ventralenkernen. Die caudalen Ventralkerne dagegen sind, wie bekannt, und wie ich in einer besonderen Mitteilung im einzelnen bestätigen werde, die Schleifenkerne des Thalamus, also sensible Endstätten. Zwischen diesen beiden Gruppen liegt der intermediäre Ventralern, die Endigungsstätte der direkten Vestibularisbahn zum Thalamus (HASSLER). Alle diese Kerne sind — für die meisten ist es bereits anerkannt, für den Lateropolaris weise ich es andernorts nach — *Großhirnrindenanteile* des Thalamus, d. h. sie entsenden ihre efferenten Fasern zur Großhirnrinde. Nach zahlreichen Tierexperimenten sind die Thalamus-Rindenverbindungen als Serien von sich nicht überschneidenden fächerförmigen Ausstrahlungen angeordnet. Auch neueste amerikanische Arbeiten (WALKER, METTLER, FREEMAN und WATTS) lehren, daß die oral-caudal aufeinanderfolgenden Rindenfelder des Stirnhirns und des motorischen präzentralen Gebietes ihre zuleitenden Bahnen von oral-caudal aufeinanderfolgenden Abschnitten des lateralen Kerngebietes des Thalamus empfangen. FREEMANN und WATTS bilden schematisch für die Area 4 und 6 gesonderte Ventralernteile — mit METTLER nicht ganz übereinstimmend — als Ursprungsbezirke der afferenten Bahnen ab. METTLER gibt sogar einen schmalen Ventralernteil als Ursprungsbezirk der afferenten Bahnen zu dem schmalen Unterdrückerfeld 4s an<sup>2</sup>. Sie differenzieren die Ursprungsorte aber nicht strukturell. Trotzdem darf man darin allgemein eine Bestätigung der in dem hypothetischen Projektionsschema der Zentralregion (Abb. 19) vermuteten Faserbeziehungen sehen.

In dem Ursprungsgebiet der afferenten Bahnen dieser präzentralen motorischen Felder konnten nun zunächst rein strukturell zahlreiche Kerne, insbesondere die zwei oralen Ventralkerne und der lateropolare

<sup>1</sup> Ausnahmen sind der Centalkern, der von der Rinde unabhängig ist, und der oberflächliche Dorsalkern.

<sup>2</sup> WALKER (Precentral motor cortex; Afferent connections, Urbana 1949) konnte in einem Schimpansenexperiment keine retrograde Degeneration im Thalamus nach Läsion dieses Feldes „4s“ nachweisen (Anmerkung bei Korrektur).

Oberkern unterschieden werden. Sie heben sich von den caudal gelegenen Ventralkernen, in welchen mediale Schleife, Tractus spinothalamicus, Trigeminesschleife, Geschmacksbahn und vestibuläre „Empfindungsbahn“ endigen, durch eine völlig andere Zellstruktur ab. Diese caudalen Endigungsstätten von sensiblen und vestibulären Systemen besitzen neben zahlreichen kleinen mehrere charakteristische *große, sternförmige Nervenzellen*. Solche *fehlen* in den oralen Ventralkernen, den Hauptendigungsstätten (im Thalamus) von Bindearm- und Pallidumfasern, ganz. Hier sind die Nervenzellen vielmehr einheitlich mittelgroß, das Einzelfasergeflecht ist durchschnittlich viel lockerer. Dieser Grenze (s. Abb. 12 und 13; I. Teil) zwischen dem intermediären und dem hinteren oralen Ventralkern des Thalamus entspricht in der Ebene der Großhirnrinde die Grenze zwischen dem postzentralen sensorischen Gebiet und dem präzentralen motorischen Gebiet im Grunde der Zentralfurche.

Zu jedem der Ventralkerne des Thalamus, die *vor* dieser Grenze liegen, wurde oben eine gesonderte zuführende Bahn aufgedeckt: Die Zuleitung zum caudalsten der oralen Ventralkerne kommt aus dem Bindearm. Er ist nach zahlreichen fremden experimentellen Ergebnissen die indirekte Zuleitung zum primären motorischen Feld, der Area gigantopyramidalis (= Area 4). Daß die weiter oral gelegenen Abschnitte des lateralen Kerngebietes zu den oralen präzentralen motorischen Feldern ihre Fasern entsenden, ist insgesamt nachgewiesen. Da sich für Stirnhirn<sup>1</sup> und Teile der Zentralregion eine Projektion von einzelnen Thalamuskernen zu bestimmten Rindenabschnitten nachweisen läßt, ist auch für die übrigen oralen Kerne des lateralen Kerngebietes eine umschriebene Zuordnung zu bestimmten Abschnitten oder Feldern des präzentralen motorischen Gebietes wahrscheinlich. Diese mutmaßliche, durch die Nichtüberschneidungsregel der Bahnverläufe zwischen Thalamus und Großhirnrinde gestützte, umschriebene Projektion soll nun kurz an Hand der Abb. 19 erläutert werden.

Die Zuleitung zu dem vor dem Hauptbindearmkern (*V.o.p*) gelegenen vorderen oralen Ventralkern (*V.o.a*) ist der *Fasciculus thalamicus* aus dem inneren Pallidumglied. Es ist anzunehmen, daß aus ihm analog die indirekten Zuleitungen zu der vor der Area 4 gelegenen Area 6a<sup>2</sup>, einem präzentralen agranulären Feld, entspringen. Andere pallidäre Erregungen, welche dem lateropolen Thalamuskern zufließen, werden durch Vermittlung dieses Kernes vermutlich weiter rostral gelegenen

<sup>1</sup> Siehe MEYER, BECK, McLARDY [Brain 70, 18 (1947)], FREEMAN und WATTS und HASSLER [Nervenarzt 19, 9 (1948)] für den Menschen, und WALKER [J. comp. Neur. (Am.) 73, 87 (1940)], METTLER, GLEES und FREUDENBERG [Nervenarzt 19, 220 (1948)] für Macacus.

<sup>2</sup> Dieses Feld wird jetzt von den Autoren des von BUCY herausgegebenen Buches „Precentral motor cortex“ als „4a“ bezeichnet. Anmerkung bei Korrektur.

präzentralen motorischen Feldern, also etwa Area „4s“ und Teilen 6aβ<sup>1</sup> vermittelt. Da ein Teil des Feldes 8 nach übereinstimmenden Reizexperimenten das frontale Augenfeld ist, liegt es nahe, eine Zuleitung zu ihm aus dem inneren oralen Ventrikkern (*V.o.i*) anzunehmen, dessen afferente Hauptbahn der Tractus interstitio-thalamicus oralis ist. Durch diese Zuordnungen der oralen Ventrikkern zu den präzentralen motorischen

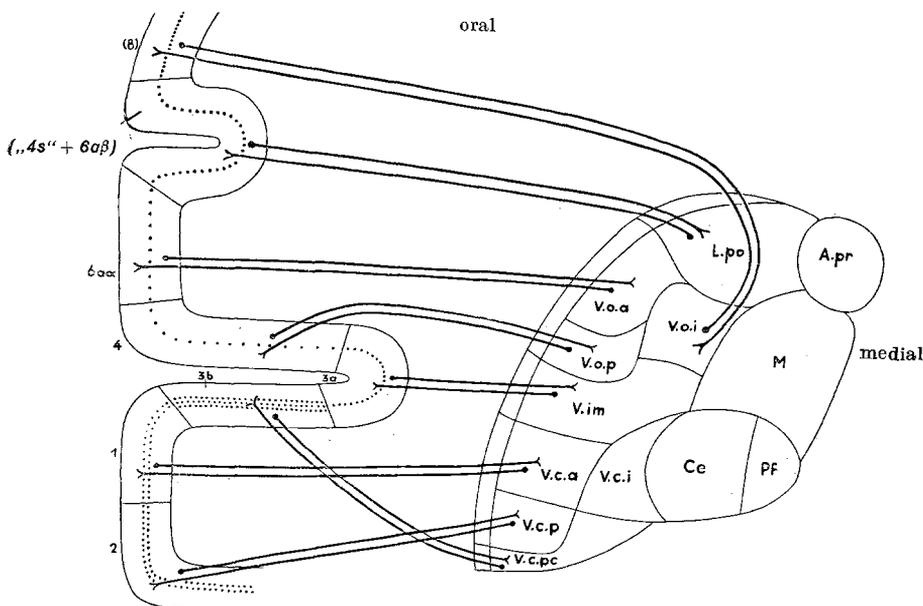


Abb. 19. Teilweise hypothetisches Schema über die Projektionen der Ventrikkern des Thalamus zur Zentralregion der Großhirnrinde. Jeweils doppelläufige Verbindungen. Erklärung s. Text. Die vermutliche Projektion des Lateropolaris (*L.po*) geht zu den vorderen Anteilen der präzentralen Region, hier als „4s“ + 6aβ bezeichnet. Die Projektion des inneren oralen Ventrikkern (*V.o.i*) geht vermutlich nur zu einem Teil des BRODMANNschen Feldes 8, daher in Klammern gesetzt.

Feldern erführe, wenn sie sich im einzelnen bestätigen sollten, das gesamte präzentrale motorische Gebiet eine neuartige Beleuchtung von seiten seiner zuführenden Bahnen. Das primäre motorische Feld, das Hauptursprungsfeld der Pyramidenbahn, bekommt — das ist nachgewiesen — Impulse vom Kleinhirn<sup>2</sup>. Die präzentralen motorischen Felder 6aα „4s“ (und ? Teile von 6aβ) bekommen wahrscheinlich ihre Erregungen durch jeweils gesonderte Bahnen indirekt aus dem Pallidum; das frontale Blickfeld seine Impulse durch Vermittlung des inneren

<sup>1</sup> Dabei muß wohl für eine endgültige Thalamus-Rindenkarte die weitergehende Gliederung der präzentralen Felder des Menschen von O. VOGT und STRASBURGER zugrunde gelegt werden.

<sup>2</sup> Diese Beziehungen zwischen Kleinhirn und vorderer Zentralwindung hat WALKER auch elektrophysiologisch nachgewiesen [J. Neurophysiol. 1, 16 (1938)].

oralen Ventrialkerns, hauptsächlich vom Nucleus interstitialis CAJAL, der wahrscheinlich ein Blickkern für rotatorische Bewegungen ist (s. unten).

Damit würden auch die Beobachtungen von ARING und FULTON über die Aufhebung der Kleinhirntaxie durch Excision der gegenseitigen Area 4 verständlich werden: Durch die Entfernung der gegenseitigen Kleinhirnhälfte ist die Area 4 ihres entscheidenden Erregungszuflusses beraubt und funktioniert infolge des Fehlens der entscheidenden Steuerung so, daß die pyramidalen Bewegungen ataktisch sind. Wird dann noch die Area 4 extirpiert, so fallen die (ataktischen) pyramidalen Bewegungen aus und die restlichen Bewegungen gehen von den präzentralen Feldern Area 6 $\alpha$ , 4s, 6 $\beta$  aus, welche, gesteuert durch ihre erhaltenen indirekten Erregungszuflüsse vom Pallidum, zu einer geordneten Funktion in der Lage sind. Daher die Besserung der Kleinhirntaxie durch Exstirpation der Area 4. Werden aber zu einer halbseitigen Kleinhirnexstirpation die gegenseitigen Areae 6 $\alpha$ , 4s, 6 $\beta$  entfernt, so ist die Bewegung der gegenseitigen Extremitäten *allein* durch die ihres spezifischen Erregungszuflusses vom Kleinhirn ermangelnde Area 4 beherrscht, und dem zufolge ist die Ataxie und der Intentionstremor verstärkt. Das war bei den Experimenten von ARING und FULTON der Fall. Die „prämotorischen“ Felder sind gut zu Kompensationen von Kleinhirnausfallserscheinungen befähigt, weil, wie die Bahnverbindungen wahrscheinlich machen, ihr Erregungszufluß indirekt vom Pallidum kommt und daher vom Kleinhirn unabhängig ist.

Bezüglich der zentralen Vestibularisleitung, welche bisher oberhalb des Mittelhirns ungeklärt war, werden 4 Bahnen beschrieben: Die Hauptvestibularisbahn zum Thalamus ist in der dorsolateralen Haubenbahn und innerhalb des Mittelhirns in FORELS Haubenfaszikeln enthalten und endigt im gleichseitigen intermediären Ventrialkern. Eine zweite beim Menschen sehr schwache sekundäre Vestibularisbahn zum Thalamus verläuft im hinteren Längsbündel und mündet durch Vermittlung der Lamella praesemilunaris in die gegenseitigen intermediären und caudalen Ventrialkerne ein. Zwei weitere Vestibularisbahnen zum Thalamus sind tertiär und entspringen aus dem Nucleus interstitialis (vielleicht auch aus dem Nucleus Darkschewitschi). Die Fasern schließen sich teilweise der gleichseitigen Lamella praesemilunaris an, um in den gleichen Kernen wie die Bahn aus dem hinteren Längsbündel zu endigen (Fasciculus interstitiothalamicus lateralis), zum Teil verlaufen sie zum inneren oralen Ventrialkern (*F. interstitiothal. oralis*).

Die größte Vestibularisbahn zum Thalamus, FORELS Haubenfaszikel, stellt wohl die vestibuläre „Empfindungsbahn“ dar. Die Bedeutung der sehr viel schwächeren vestibulothalamischen Verbindung im hinteren Längsbündel und der etwas stärkeren Bahn aus dem Interstitialkern zu den intermediären und caudalen Ventrialkernen dürfte darin bestehen, den Kernen der Haut- und Tiefenempfindungen im Thala-

mus vestibuläre Erregungen zur eventuellen Korrektur zuzuleiten. Denn die Endigungen der Fasern der Lamella praesemilunaris reichen bis zum vorderen caudalen Ventralkern, einem Endigungskern der medialen Schleife im Thalamus. Sie strahlen, wie in einer Arbeit über die Schleifenendigung besprochen wird, hauptsächlich in die mittleren und dorsalen Schichten (Unterkerne) der caudalen Ventralkerne ein; die darüber gelegenen caudalen Zwischen- und Dorsalkerne erhalten keine solchen Fasern. Bemerkenswert und, funktionell betrachtet, gut verständlich ist die Tatsache, daß der Endigungskern der Trigeminiusschleife im Thalamus (*V.c.i*) keinen Faserzufluß aus der Lamella praesemilunaris bekommt; sensible Empfindungen aus dem Kopfgebiet bedürfen, da die empfindenden Teile ja mit dem Vestibularissystem starr verbunden sind, keiner Korrektur durch vestibuläre Erregungen.

Der Tractus interstitiothalamicus oralis ist die Hauptzuleitung zum inneren oralen Ventralkern *V.o.i*. Dieser Kern empfängt daneben, wie erwähnt, noch Bindearmfasern. Der Interstitialkern ist ein sekundäres Zentrum des vestibulären Systems, denn er empfängt einen nicht unerheblichen Teil der Fasern des hinteren Längsbündels. Die von ihm zum Thalamus ziehenden Fasern sind somit tertiäre vestibuläre Verbindungen. In der Gegend dieser Faserbündel liegt nach Reiz- und Ausschaltungsexperimenten von W. R. HESS mittelliniennahe das Substrat für Vertikalbewegungen und unmittelbar lateral davon das Substrat für rotatorische Bewegungen, so daß bei punktförmigem Weiterschreiten mit den Reizelektroden nach lateral allmählich zu den vertikalen Bewegungen Beimischungen von rotatorischen hinzukommen und zuletzt die Bewegungseffekte rein rotatorisch sind. Es liegt nahe, in dem Interstitialkern beim Menschen einen Blickkern zu sehen, da sich die motorischen Reaktionen auf vestibuläre Erregungen in der aufsteigenden Tierreihe immer mehr auf die Augenmuskulatur beschränken. Auf Grund der Befunde von W. R. HESS und seiner Schule (insbesondere WYSS und BARTORELLI) sind Blickbewegungen nur Teilkomponenten von motorischen Reaktionen, die nach der Achse im Raum orientiert sind. Darauf und auf Befunde von SPITZER, MUSKENS, LORENTE DE NO und SZENTAGOTHAI gestützt, ist es nicht zu gewagt, den Interstitialkern als den Kern für rotatorische (und den DARKSCHEWITSCHSchen vielleicht für vertikale) Bewegungen anzusehen. Daraus wäre der Schluß zu ziehen, daß der innere orale Ventralkern vorwiegend ein tertiäres *vestibuläres* Zentrum für rotatorische (und vertikale?) Bewegungen<sup>1</sup> und beim Menschen hauptsächlich für derartige Blickbewegungen wäre.

<sup>1</sup> In diesem Zusammenhang ist es interessant, daß die Nuclei interstitialis und Darkschewitschi bei Wassersäugetieren eine ganz enorme Größe besitzen. Im Lebensraum dieser Tiere spielen rotatorische Bewegungen des ganzen Körpers um die Längsachse und vertikale Bewegungen um eine Querachse eine unvergleichlich viel größere Rolle als für Landsäugetiere.

Nun unterliegen die Blickbewegungen ebenso wie die allgemeinen rotatorischen Bewegungen aber nicht nur der Regulierung durch das Labyrinth, sondern auch einer solchen von seiten der Hals- und gewisser Rumpfmuskeln. Denn Halsbewegungen können in großem Umfang vikariierend für Augenbewegungen eintreten. Diese Impulse seitens der Halsmuskelreceptoren verlaufen vielleicht über das Kleinhirn; sie könnten dann dem inneren oralen Ventrialkern (*V.o.i.*) durch die oben nachgewiesenen zusätzlichen Bindearmfasern zugeführt werden.

Das Projektionsfeld für den inneren oralen Ventrialkern in der Großhirnrinde ist vermutlich das frontale Augenfeld, ein Teil der Area 8. Durch Ausschaltung dieses Feldes haben KENNARD und ECTORS und später unter anderem THAUER und STUKE Störungen im Tierexperiment erzeugt, die als halbseitige optische Wahrnehmungsstörungen oder halbseitige Blindheiten oder Aufmerksamkeitsstörungen nach der Gegenseite beschrieben wurden<sup>1</sup>. W. R. HESS beschrieb ein analoges Phänomen nach Koagulation eines oralen Ventrialkerns des Thalamus, welcher vermutlich dem inneren oralen Ventrialkern, wo der Fasciculus interstitiothalamicus oralis endigt, entspricht. Damit steht die HESSsche Beobachtung nicht mehr völlig isoliert da. — Das frontale Augenfeld ist durch ein langes Assoziationsbündel<sup>2</sup> — neuerdings durch BAILEY u. Mitarb. bestätigt — mit den Feldern an der Konvexität des Occipitallappens (hauptsächlich Area 18 und 19) verbunden. Sinnesphysiologisch gehört, worauf insbesondere STORCH hingewiesen hat, zu jeder optischen Wahrnehmung die Verarbeitung von kinästhetischen Impulsen. Die psychologische Tatsache, daß unser Sehraum auch bei Augenbewegungen ruht, erfordert, daß die Wanderung der Abbildungen der Sehdinge auf der Retina bei Augenbewegungen jeweils zentral gerade so weit kompensiert wird, als diese Wanderung durch aktive Augenbewegungen bedingt ist. Daß ruhende Sehdinge bei Augenbewegungen normalerweise nicht als bewegt erscheinen, kann seine fasersystematische Grundlage darin haben, daß das Ausmaß der Blickbewegungen durch den Fasciculus interstitiothalamicus oralis dem inneren oralen Ventrialkern des Thalamus und von ihm aus dem frontalen Blickfeld übermittelt wird. Durch das lange Assoziationsbündel werden die jeweils erforderlichen Korrekturen der

<sup>1</sup> Außerdem bestanden bei diesen Tieren (Affen und Katzen) Augendeviationen und Kreisbewegungen nach der Gegenseite und eine stereotype Unruhe. In einem von FULTON und BENDER kurz berichteten entsprechendem Schimpansenexperiment mit einseitiger Exstirpation des frontalen Augenfeldes traten für einige Stunden Deviation und Kreisbewegungen auf, es fehlte aber der Gesichtsfeldausfall [J. Neurophysiol. 1, 144 (1938)].

<sup>2</sup> Auf seine Unterbrechung führen G. CLARK und LASHLEY [Anat. Rec., Suppl. 97, 10 (1947)] die erwähnte vorübergehende Hemianopsie zurück. Zit. nach W. K. SMITH: The frontal eye fields. (In: The precentral motor cortex, herausgeg. von BUCY, Urbana 1949.) Anmerkung bei Korrektur.

scheinbar wandernden Sehdinge den höheren optischen Feldern zugeleitet<sup>1</sup>. Die psychologischen Tatbestände der absoluten optischen Lokalisation und des ruhenden Sehraums postulieren eine Bahn, die die optischen Wahrnehmungszentren über das Ausmaß der Blickbewegungen unterrichtet. Dieses Postulat erfüllt das erwähnte Bahnsystem vom Interstitialkern über den inneren oralen Ventrikel und das frontale Augenfeld zu den Feldern an der Konvexität des Hinterhauptslappens (Area 18/19).

Was das Pallidum anlangt, so hätte man nach den üblichen Anschauungen nicht erwartet, daß ein großer Teil seiner *efferenten*<sup>2</sup> Bahnen zum Thalamus geht. Diese haben auch im Thalamus noch nicht direkten Anschluß an den *efferenten* Schenkel des motorischen Systems, sondern die Leitung geht von dort aus erst zu den präzentralen extrapyramidal-motorischen Rindengebieten. Das widerspricht der eingefahrenen Ansicht, das Pallidum sei das größte unmittelbar *efferente* Zentrum des striären Systems. Diese Ansicht trifft nur für das *äußere* Pallidumglied zu; aus ihm entspringen Bahnen, die bereits den *efferenten* Schenkel bilden (zum Corpus Luysi, zur Ruberkapsel<sup>3</sup> und zum Hypothalamus). Ein großer Teil der Bahnen dagegen, die aus dem *inneren Pallidumglied* hervorgehen, endigen im Thalamus. Damit hebt sich das innere Pallidumglied auch fasersystematisch deutlich vom äußeren ab. Architektonisch wurde häufig auf die strukturell verschiedenen Zellformen der beiden Pallidumglieder hingewiesen; Untersuchungen von FOX und SCHMITZ<sup>4</sup> machen es wahrscheinlich, daß das *innere* Pallidumglied dem Nucleus entopeduncularis der Nichtprimaten entspricht und damit auch phylogenetisch dem *äußeren* Glied ferner steht als bisher angenommen. Das innere Pallidumglied ist im Gegensatz zum äußeren also vorwiegend in die *afferente* Erregungsleitung zur Großhirnrinde eingeschaltet<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Für diese Regulation scheinen beim Menschen die Bahn zum Dach des vorderen Vierhügels im Gegensatz zu den Verhältnissen bei niederen Säugern [APTER, J. T.: J. Neurophysiol. 8, 123 (1945); 9, 73 (1946)] eine geringere Rolle zu spielen.

<sup>2</sup> Die ältere Ansicht die Fasern des Fasciculus thalamicus (=  $H_1$ ) leiteten (teilweise oder sämtlich) pallidopetal, hat sich weder tiereperimentell (RANSON und RANSON, FOX und SCHMITZ, GLEES) noch bei den menschlichen Herdfällen (s. Teil I) bestätigt und muß daher aufgegeben werden.

<sup>3</sup> Ein Teil dieser Bahn setzt sich wahrscheinlich direkt bis zur Substantia reticularis des Nachhirns fort (WINKLER, WEISSCHEDEL, SPATZ).

<sup>4</sup> Nach Läsion von  $H_1$  degeneriert bei Katzen der Nucleus entopeduncularis, nicht das Pallidum bzw. dessen inneres Glied wie bei Affen. Von FREY und BUCHER bestätigt [Schweiz. Arch. Neur. 60, 80 (1947)].

<sup>5</sup> Immerhin ist dabei zu bedenken, daß die heute sicherste Methode der fasersystematischen Forschung, nämlich die mit retrograden Degenerationen arbeitende, die Frage der Kollateralen bisher in keiner Weise berücksichtigt und daher vielleicht etwas unvollständige Ergebnisse liefert.

Schon in der Einleitung wurde darauf hingewiesen, daß die motorischen Systeme der Großhirnrinde ebenso wie die sensiblen und sensorischen eine große Zahl von afferenten Fasern besitzen. Diese an sich bekannte Tatsache wurde bisher physiologisch und bei der Deutung klinischer Erscheinungen zu wenig berücksichtigt. Meine Befunde ergeben nun ergänzend, daß diese afferenten Bahnen des motorischen Systems des Großhirns auch fasersystematisch differenziert sind, insofern als sie aus verschiedenen gebauten Thalamuskernen mit unterschiedlichen Erregungszuleitungen entspringen. Die große Zahl der zuführenden Bahnen zum präzentralen motorischen Gebiet weist auf die Bedeutung der Erregungszuleitung für die motorischen Rindfelder hin. Daß beim Menschen für die motorischen Rindfelder, ebenso wie für die sensiblen und sensorischen, Erregungszuleitungen die Voraussetzung ihres Funktionierens sind, beweisen meiner Überzeugung nach die Fälle von Hemiplegie bei intakter Pyramidenbahn.

*Zusammenfassung Teil II (s. auch Teil I).*

1. Eine weitere Bahn aus dem oralen Pallidum (*Fasciculus pallido-thalamopolaris*) endigt im vorderen *Pol* des *lateralen* Kerngebietes des Thalamus (*Supranucleus lateropolaris*), wobei sie auch dorsal gelegene Kernanteile versorgt.

2. Zu demjenigen Teil der Gitterschicht des Thalamus, der den oralen Pol umrahmt, leitet eine schwächere Bahn aus dem oralen Drittel des Pallidum (*Fibrae pallidoreticulatae*), die den Fuß der inneren Kapsel umgreift und längs der Medialfläche der inneren Kapsel hochsteigt.

3. Andere pallidäre Fasern zum Thalamus verlaufen ganz oder vorübergehend in der *Stria medullaris habenularis*, insbesondere eine Bahn zum oberflächlichen Dorsalkern und eine weitere zum Ganglion *habenulae*.

4. Eine Bahn vom Interstitialkern erreicht den inneren oralen Ventrialkern (*Fasciculus interstitio-thalamicus oralis*).

5. Eine weitere Bahn aus dem Interstitialkern verläuft innerhalb der *Lamella praesemilunaris* zu den intermediären und caudalen Ventrialkernen als Nebenleitung (*Fasciculus interstitio-thalamicus lateralis*).

6. Eine schwache Bahn aus dem hinteren Längsbündel zum Thalamus verläuft (nach seiner Kreuzung oberhalb der *Commissura hypothalamica posterior*) in der *Lamella praesemilunaris* und hat die gleichen Endigungsbezirke wie die vorige Bahn.

7. Vom *Ruber* gehen (durch Degeneration noch nicht gesicherte) Fasern zu den intermediären und caudalen Ventrialkernen aus.

8. Der untere Thalamusstiel hat zwei Wurzeln: die basale kommt wahrscheinlich größtenteils aus dem Basalkern und endigt in den Medial-

kernen des Thalamus; die pallidäre Wurzel führt die Fasern zur Stria medullaris habenularis, zum oralen Pol des lateralen Kerngebietes des Thalamus und zu dessen Gitterschicht.

9. Die mögliche funktionelle Bedeutung der Endigungen der afferenten Leitungen in strukturell gesonderten Kernen des Thalamus wird erörtert.

10. Die (teilweise hypothetischen) Projektionen der einzelnen zum motorischen System gehörigen Ventralkerne zu einzelnen Feldern der Präzentralregion werden besprochen.

11. Die zahlreichen unterschiedlichen afferenten Systeme weisen auf die große Bedeutung der Erregungszuleitung auch für die motorischen und extrapyramidal-motorischen Rindengebiete hin. Fallen sie aus, wie bei der Hemiatrophia cerebri mit systematischem Untergang der III. (teilweise auch der IV.) Rindenschicht in einer ganzen Hemisphäre, so entsteht eine Hemiplegie bei intakter Pyramidenbahn. Dadurch wird bewiesen, daß Erregungszuleitungen Voraussetzung des Funktionierens auch der motorischen Rindengebiete sind.

### Literatur.

- ARING, CH., and J. F. FULTON: Arch. Neur. (Am.) **35**, 439 (1936). — ARONSON, L. R., and J. W. PAPEZ: Arch. Neur. (Am.) **32**, 27 (1934). — BAILEY, P., G. v. BONIN, H. W. GAROL and W. S. McCULLOCH: J. Neurophysiol. **6**, 129 (1943). — BARTORELLI, M. B., u. O. A. M. WYSS: Pflügers Arch. **245**, 511 (1942). — BECHTEREW, W. v.: Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark. Leipzig 1899. — BIELSCHOWSKY, M.: J. Psychol. u. Neur. **22**, 225 (1916). — BOSTROEM, A., u. H. SPATZ: Arch. Psychiatr. (D.) **82**, 271 (1928). — BRODMANN, K.: Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde, 2. Aufl. Leipzig 1925. — BRUN, R.: Schweiz. Arch. Neur. **17**, 89 (1925). — BUCHER, V. u. S. BÜRGI; Conf. Neur. **6**, 317 (1945). — CLARK, LE GROS, W. E.: J. Anat. (Brit.) **71**, 7 (1936). — CROUCH, R. L.: J. comp. Neur. (Am.) **59**, 451 (1934). — CROUCH, R. L., and K. THOMPSON: J. comp. Neur. (Am.) **69**, 449 (1938). — DEJERINE, J.: Anatomie des centres nerveux, Bd. 1 u. 2. Paris 1896—1901. — DEMOLE, V.: Schweiz. Arch. Neur. **21**, 73 (1927). — DUSSEY DE BARENNE, J. G.: Fol. neurobiol. (D.) **6**, 277 (1912). — Pflügers Arch. **233**, 529 (1933). — Arch. Neur. (Am.) **30**, 884 (1933); **31**, 1129 (1934). — Physiologie der Großhirnrinde. Im Handbuch der Neurologie, Bd. II, S. 268. 1937. — ECONOMO, C. v., u. I. P. KARPLUS: Arch. Psychiatr. (D.) **46**, 275 (1909/10). — FLECHSIG, P.: Ber. Verh. sächs. Akad. Wiss., Leipzig **73**, 295 (1921). — FOERSTER, OTFR.: Handbuch der Neurologie, Bd. VI, S. 1 u. 358. 1936. — FOREL, A.: Arch. Psychiatr. (D.) **7**, 45 (1877). — FOX, C. A., and J. F. SCHMITZ: J. comp. Neur. (Am.) **80**, 323 (1944). — FREEMAN, W., and J. W. WATTS: J. comp. Neur. (Am.) **86**, 65 (1947). — FRIEDMANN, M.: J. Psychol. u. Neur. **18**, 309 (1912). — FULTON, I. F.: Physiology of the nervous system. London; Oxford University Press 1938. — GEREBTZOFF, M. A.: Mém. Acad. roy. méd. Belgique **25**, 1 (1936). — GLEES, P.: Brain **68**, 331 (1945). — HASSLER, R.: J. Psychol. u. Neur. **48**, 387 (1938). — Arch. Psychiatr. (D.) **180**, 23 (1948). — Monographien Neur. (erscheint demnächst). — HATSCHEK, R.: Arb. neur. Inst. Wien Univ. **11**, 128 (1904). — HESS, W. R.: Pflügers Arch. **243**, 634, 748 (1940); **244**, 767 (1941). — Nervenarzt **16**, 57 (1943). — Helvet. physiol.

Acta Suppl. 5 (1948). — HOESTERMANN, E.: Arch. Psychiatr. (D.) 49, 40 (1912). — HOLZER, W.: Arch. Psychiatr. (D.) 112, 327 (1940). — HOFFMANN, P.: Untersuchungen über die Eigenreflexe menschlicher Muskeln. Berlin 1922. — JAKOB, A.: Das Kleinhirn. Im Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Bd. IV, Teil 1. 1928. — KENNARD, M. A.: Arch. Neur. (Am.) 41, 453 (1939). — KENNARD, M. A., and L. ECTORS: J. Neurophysiol. 1, 45 (1938). — KODAMA, S.: Schweiz. Arch. Neur. 23, 38, 179 (1929). — LEWANDOWSKY, M.: Leitungsbahnen des Truncus cerebri. Jena 1904. — LORENTE DE NO, R.: Erg. Physiol. 32, 75 (1931). — The cerebral cortex: Architecture and intracortical connections. In FULTON'S Physiology of the nervous system. 1938. — MARBURG, O.: Mikroskopisch-topographischer Atlas des menschlichen Zentrainervensystems. Leipzig u. Wien 1927. — METTLER, F. A.: J. comp. Neur. (Am.) 61, 509 (1935); 86, 95, 119 (1947). — MUSKENS, L. J. J.: Brain 36, 352 (1914); 45, 454 (1922). — PAPEZ, J. W., H. G. BULL and W. A. STOTLER: Arch. Neur. (Am.) 44, 977 (1940). — POLYAK, S.: Z. Neur. 125, 138 (1930). — The main afferent fiber systems of the cerebral cortex in primates. Berkeley: Univ. of California Press 1932. — PROBST, M.: Arch. Psychiatr. (D.) 35, 693 (1902). — RAMON Y CAJAL, S.: Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés. Paris 1909—1911. — RANSON, S. W., and W. R. INGRAM: J. comp. Neur. (Am.) 56, 257 (1932). — RANSON, S. W., and M. RANSON: Arch. Neur. (Am.) 42, 1059 (1939). — RANSON, S. W., S. W. RANSON jr., and M. RANSON: Arch. Neur. (Am.) 46, 230 (1941). — RIESE, W.: J. Psychol. u. Neur. 31, 81 (1924). — SANO, T.: Mschr. Psychiatr. 27, 110; 28, 27, 367 (1910). — SHERRINGTON, C. S.: The integrative action of the nervous system. New York 1906. — SPATZ, W.: Anatomie des Mittelhirns. In Handbuch der Neurologie, Bd. I, S. 474. 1935. — SPIELMEYER, W.: Münch. med. Wschr. 1906, 1404. — SPITZER, A.: Jb. Psychiatr. 18, 1 (1899). — Arb. neur. Inst. Wien. Univ. 25, 423 (1924). — STORCH, E.: Mschr. Psychiatr. 11, 31, 142 (1902). — SZENTAGOTAI, J.: Arch. Psychiatr. (D.) 116, 721 (1943). — THAUER, R., u. F. STUKE: Pflügers Arch. 243, 347 (1940). — THOMAS, ANDRÉ: Le cervelet. Paris 1897. — UEMURA, H.: Schweiz. Arch. Neur. 1, 151, 342 (1917). — VOGT, C.: J. Psychol. u. Neur. 12, 285 (1909). — VOGT, C. u. O.: J. Psychol. u. Neur. 25, Erg.-Bd. 1, 631 (1920); 50, 33 (1941). — Die Grundlagen und die Teildisziplinen der mikroskopischen Anatomie des Zentralnervensystems. Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Bd. IV, Teil 1, 1928. — VOGT, O.: Über strukturelle Hirnzentren. Verh. der anatomischen Gesellschaft 1906. — WALKER, A. E.: The primate Thalamus. Chicago 1938. — Confin. Neur. 1, 99 (1938). — J. comp. Neur. (Am.) 69, 487 (1938). — WALKER, A. E., and J. FULTON: J. nerv. Dis. (Am.) 87, 677 (1938). — WEISSCHEDEL, E.: Arch. Psychiatr. (D.) 107, 443 (1937). — WEISSCHEDEL, E., u. R. JUNG: Z. Anat. 109, 374 (1939). — ZIEHEN, TH.: Anatomie des Zentralnervensystems. Handbuch der Anatomie des Menschen, Bd. IV, Abt. II, Teil 1—4. 1899—1932.

Dozent Dr. ROLF HASSLER, (17b) Freiburg i. Br.,  
Universitäts-Nervenlinik.