

Neurology. — *Über eine Verbindung des sensiblen Vagus und Glossopharyngeus mit dem Cerebellum.* Von F. KRAUSE. Fellow of the Rockefeller Foundation. (Mitteilung aus dem Laboratorium der Neurologischen Klinik der Universität Amsterdam.) (Communicated by Prof. B. BROUWER.)

(Communicated at the meeting of November 29, 1930).

Nachdem bereits MEYNERT auf Bahnen hingewiesen hatte, die von den somatisch-sensibeln Kernen der Medulla oblongata zum Cerebellum ziehen, wurden diese Systeme von EDINGER zuerst näher studiert und als direkte sensorische Kleinhirnbahn bezeichnet. Bei diesen Fasern handelt es sich nach EDINGER um phylogenetische sehr alte Systeme, die bei niederen Organismen (z.B. bei den Fischen) die wesentlichsten afferenten Fasern für das Kleinhirn darstellen. Bei den Säugern verlaufen in ihnen vor allem Bahnen aus dem Vestibularis, Trigemini und vielleicht aus dem Vago-Glossopharyngeus-Kern. In zahlreichen Arbeiten sind diese Verbindungen zwischen Medulla oblongata und Cerebellum einer näheren Analyse unterzogen worden. WALLENBERG, ARIËNS KAPPERS, KAIDA, INGVAR, LUNA, u.a.m. Alle Autoren kommen zu dem Schluss, dass sicher aus dem V, VIII, IX und X Hirnnerven Fasern zur homolateralen Seite des Cerebellums ihren Ursprung nehmen und bestätigen damit die sensorische Kleinhirnbahn EDINGERS. Unstimmigkeit herrscht allein noch über die Frage, ob diese Systeme als radiculocerebelläre oder nucleocerebelläre Bahnen anzusehen sind. INGVAR konnte für den Vestibularis die Existenz direkter (radiculocerebellär) und indirekter (nucleocerebellär) Fasern feststellen: BOCK fand solche Bahnen bei Vögeln für den Cochlearis, LUNA, KAIDA, u.a.m. für den V, IX und X Hirnnerven. Besonders aus den Untersuchungen INGVARs für den Vestibularis geht hervor, dass diese Verbindungen zwischen Medulla oblongata und Cerebellum zur Uvula, zum Nodus und zum Flokkulus-also zu den palaeocerebellären Anteilen des Kleinhirns hinziehen.

Bei experimentell-anatomischen Untersuchungen über sekundäre Verbindungen der dorsalen Kerne der Medulla oblongata (Glossopharyngeus, Vagus) konnten einige interessante Beobachtungen über cerebellopetale Bahnen gemacht werden. Die Kenntnis dieser Fasern scheint uns in anatomischer Hinsicht einige neue Gesichtspunkte zu eröffnen und für physiologische Betrachtungen bedeutungsvoll zu sein. Im folgenden soll deshalb über nähere Einzelheiten berichtet werden.

Bei sieben Kaninchen wurde mit einer feinen Nadel eine kleine Läsion des dorsalen Graus der Medulla oblongata gesetzt; nach 18 Tagen

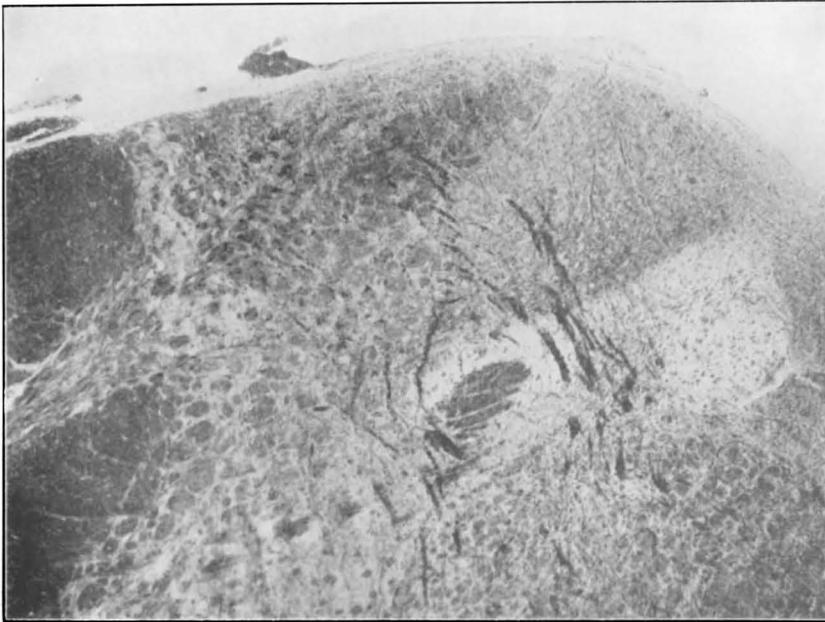
F. KRAUSE: ÜBER EINE VERBINDUNG DES SENSIBLEN VAGUS UND GLOSSOPHARYNGEUS MIT DEM CEREBELLUM.

PHOTOGRAPHIE I

Area ovalis des
Corpus restiforme

JAK

Die degenerierten Fasern



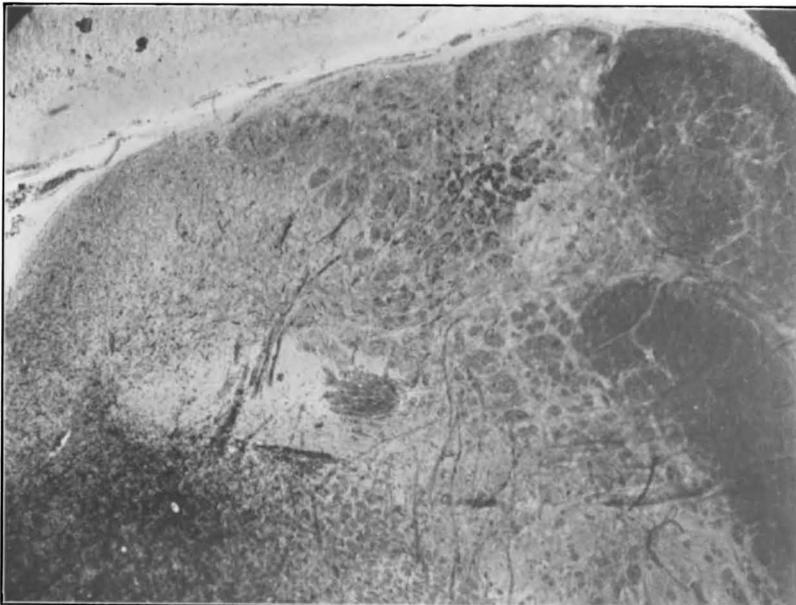
↑
Spinale
Trigeminuswurzel

↑
Tractus solitarius
mit Substantia gelatinosa

PHOTOGRAPHIE II

In der JAK der Querschnitt
der degenerierten Fasern

Corpus
restiforme



← Spinale
Trigemi
Wurzel

← Degene
Vagusf

↑
In der Substantia gelatinosa
die degenerierten Fasern

↑
Tractus
solitarius

wurden die Tiere getötet, Hirnstamm und Kleinhirn nach der Marchimethode behandelt und in Serienschritte von $30\ \mu$ zerlegt. Die primäre Läsion, die Topographie und der Verlauf der Faser soll an zwei Beispielen geschildert werden.

Bei dem ersten Kaninchen (Schnittserie B 399) ist die Ausdehnung der primären Läsion aus nebenstehender Skizze (Figur I), die mit dem EDINGER'schen Zeichenapparat angefertigt wurde, deutlich zu ersehen. Sie erstreckt sich in frontocaudaler Richtung über etwa 3 mm. Von dem Einstich sind getroffen: Nucleus XII, Nucleus dorsalis vagi, Nucleus intercalatus, Nucleus sensibilis vagi, Nucleus IX, alle in sehr umfangreicher Masse. Ausserdem reicht die Verletzung in die dorsalen Gebiete der Substantia reticularis.

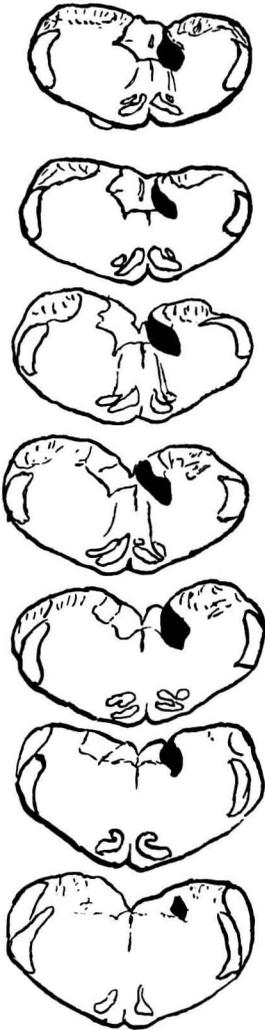


Fig. I.

Läsion: schwarz; reicht in frontocaudaler Richtung über etwa 3 mm.

In der Höhe der Medulla oblongata, wo die Hinterstrangskerne bereits geschwunden sind (vergl. dazu die Abbildung XXXIII aus dem Atlas von WINKLER—POTTER), treten an beiden Seiten auf dem hellen Untergrund der Substantia gelatinosa des Nervus IX intensiv degenerierte Fasern auf. In der Photographie I sind sie wiedergegeben für die homolaterale und in Photographie II für die kontralaterale Seite. Diese Bahnen umgreifen den Tractus solitarius und streben in nach dorsal leicht konvexem Bogen der inneren Abteilung (Portio interna) des Kleinhirnstils zu. Hier biegen sie in frontale Richtung um und sammeln sich zu einem kräftigen Bündel. Der Querschnitt dieser degenerierten Fasern kommt in Photographie II gut zum Ausdruck. In ihrem frontalen Verlauf rücken sie dann aus der Mitte der Portio interna an ihren lateralen Rand, liegen eine Strecke lang der Area ovalis des Corpus restiforme an und treten schliesslich in es ein. Mit diesem verlaufen sie weiter ins Cerebellum.

Gerade bei diesem Tier war es möglich, die degenerierten Fasern im Cerebellum weiter zu verfolgen. Dabei zeigte sich, dass sie vorwiegend im Lobus medius, Lobus anterior, zu einem kleineren Teil in der Uvula und Lingula enden. In der Figur II (Seite 1084) ist die Ausbreitung der Degeneration im Cerebellum dargestellt. Bei einem Vergleich mit den Abbildungen des Cerebellums in dem Atlas von WINKLER—POTTER lassen sich die verschiedenen Abschnitte des Kleinhirns in unserem Fall leicht identifizieren.

Verfolgt man diese im Cerebellum endenden Systeme nun von der Substantia gelatinosa Nervi IX medialwärts, so gelingt das auf der Seite der Läsion naturgemäss nur bis zum lateralen Rand der Verletzung. Auf der kontralateralen Hälfte dagegen biegen die degenerierten Bündel nach dem

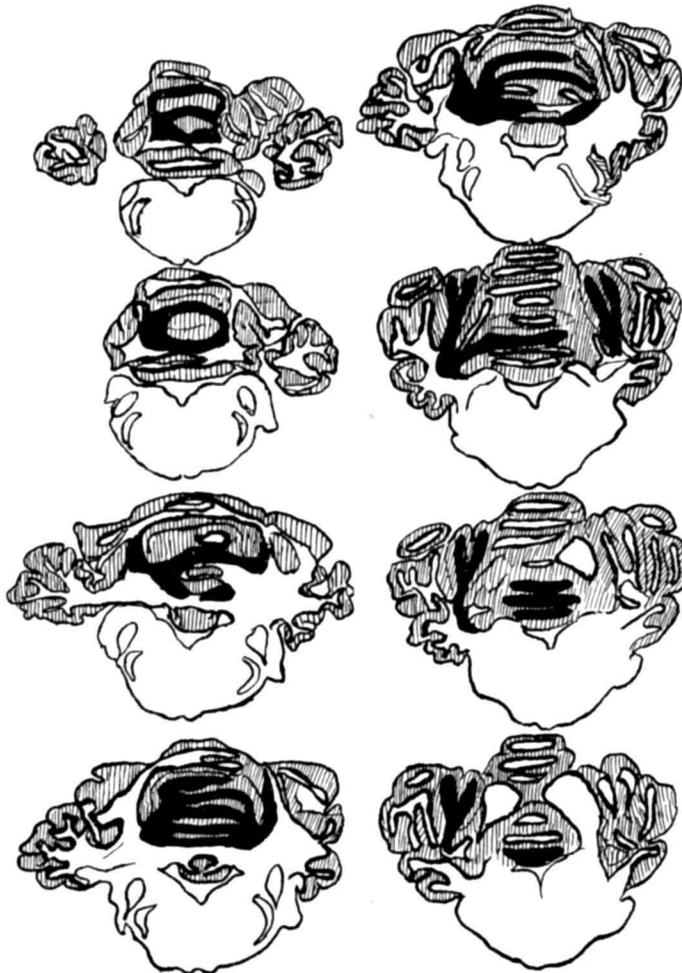


Fig. II.

Diese Zeichnungen wurden mit dem EDINGER'schen Zeichenapparat angefertigt.

Schraffiert: Rinde des Cerebellums.

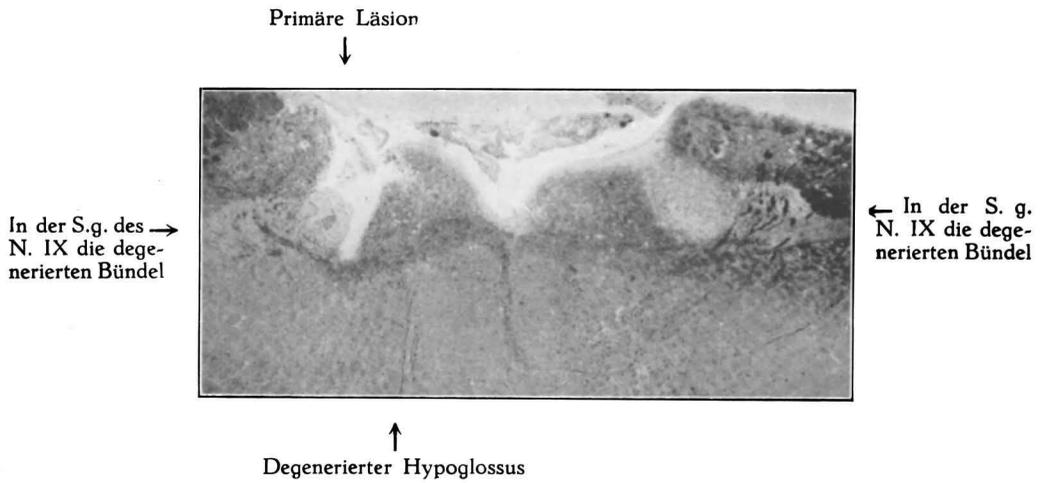
Schwarz: Die Bezirke, in denen Marchikörnchen gefunden wurden.

Weiss: Medulla oblongata und Mark des Cerebellums.

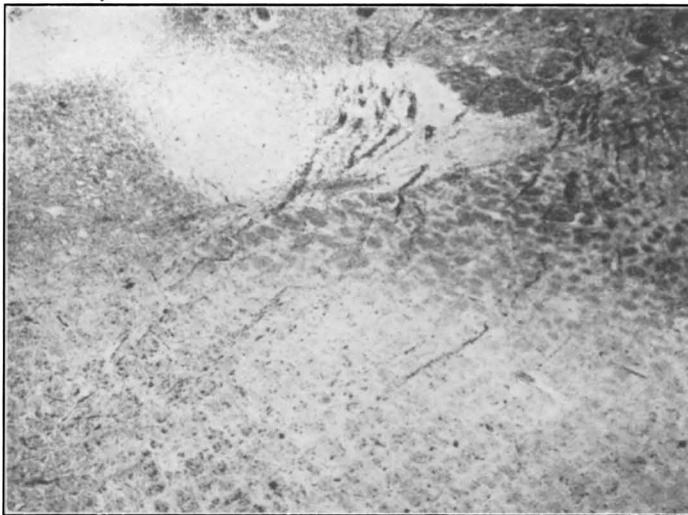
Verlassen der Substantia gelatinosa unmittelbar transversal um und laufen dicht unter den Kernen des dorsalen Vagus und des Hypoglossus zur Raphe. Zwischen dieser und der Läsionstelle sind zahlreiche degenerierte Fasern erkennbar, die z. T. die Fortsetzung bilden, z. T. allerdings als sekundäre Trigeminafasern anzusehen sind. Schematisch würde sich also der Verlauf der Bahnen folgendermassen darstellen lassen. (Figur III).

F. KRAUSE. ÜBER EINE VERBINDUNG DES SENSIBLEN VAGUS UND GLOSSOPHARYNGEUS MIT DEM CEREBELLUM.

PHOTOGRAPHIE III



PHOTOGRAPHIE IV



Die Substantia gel. des N. IX mit den durch sie ziehenden Fasern der vorigen Photographie bei stärkerer Vergrößerung

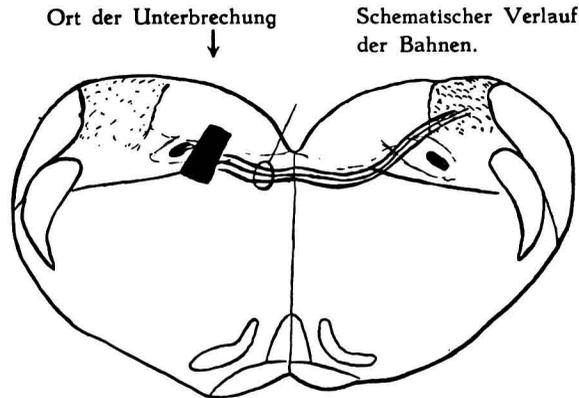


Fig. III.

Bei einem weiteren Tier (Schnittserie B 404), wo die soeben geschilderten degenerierten Fasern ebenfalls sehr ausgesprochen waren, hatte die Nadel folgende Gebiete der Medulla oblongata getroffen.

Nucleus XII, Nucleus dorsalis und sensibilis Vagi, Anteile des Nucleus IX, Nucleus intercalatus und Gebiete der Substantia reticularis sind lädiert. In der Figur IV ist die Ausdehnung der Läsion, die sich über etwa 3.2 mm. erstreckt, als schwarzes Feld in die Medulla eingezeichnet. Sie liegt ähnlich wie im oben beschriebenen Fall.

Die sekundären Degenerationen mit dem Rest der primären Läsion ist in Photographie III wiedergegeben. Bei etwas stärkerer Vergrößerung ist der Fasernverlauf auf der zur Verletzung kontralateralen Seite auf der nächsten Photographie (N. IV) deutlicher ersichtlich. Auch bei diesem Kaninchen durchsetzen die Bahnen dorsal vom Tractus solitarius die Substantia gelatinosa des Nervus IX, ziehen dann via Portio interna zum Corpus restiforme und mit diesem weiter ins Cerebellum. Die auf der kontralateralen Hälfte gelegenen Fasern biegen medial von der Substantia gelatinosa ebenfalls sofort in transversale Richtung um und gelangen dicht unter den Kernen des Vagus und Hypoglossus durch die Raphe zur entgegengesetzten Seite, wo sie deutlich bis zum medialen Rand der Läsion zu verfolgen sind.

Der weitere Verlauf ins Cerebellum entspricht dem von Fall B 399; er soll hier nicht nochmals dargestellt werden.

Die gleiche Degeneration dieser beschriebenen Fasern war bei fünf von den sieben operierten Tieren sehr ausgesprochen; durch die primäre Läsion waren in diesen Fällen annähernd analoge Gebiete der Medulla oblongata zerstört. Bei einem Kaninchen enthielten die erwähnten Bahnen nur vereinzelte Marchikörnchen und bei einem weiteren Tier erwiesen sie sich als intakt. Die Topographie der primären Läsion dieses Falles (Schnittserie B 403) ergab, dass folgende Abschnitte der Medulla oblongata verletzt waren: Nucleus intercalatus, Nucleus XII, der Nucleus dorsalis vagi in seinem caudalsten und medialen Abschnitten, ebenso die Substantia reti-

cularis und der Fasciculus longitudinalis posterior. Die oben geschilderten zum Cerebellum strebenden Fasern zeigten keine Marchidegeneration bei diesem Tier.

Es soll nun versucht werden, an Hand der vorliegenden Literatur diese Bahnen zwischen Medulla oblongata und Cerebellum zu identifizieren. In dem Atlas des Kaninchengehirns von WINKLER—POTTER liegt der

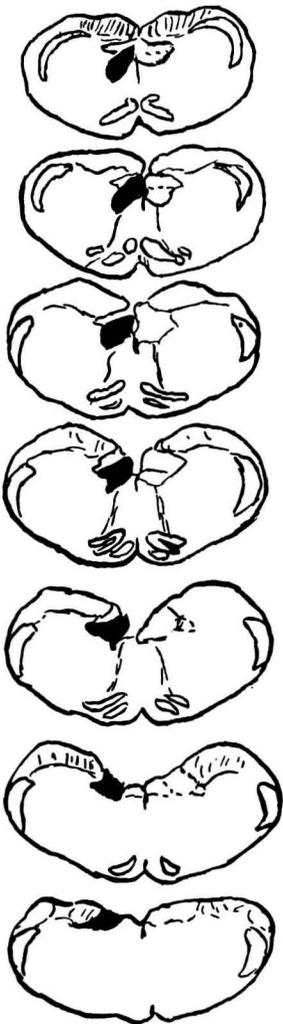


Fig. IV.

Die Läsion dehnt sich in fronto-caudaler Richtung über etwa 3 mm. aus.

Querschnitt des Hirnstamms, der in Figur XXXIII dargestellt ist, etwa auf gleicher Höhe mit den oben reproduzierten Photographieen. Vergleicht man in dieser Abbildung XXXIII, die hier photographisch (N^o. V.) wiedergegeben ist, die zahlreichen durch die Substantia gelatinosa Nervi IX dorsal vom Tractus solitarius hindurchtretenden Fasern mit den oben beschriebenen Degenerationsbündeln, so kann kein Zweifel darüber sein, dass in beiden Fällen die gleichen Systeme vorliegen. WINKLER bezeichnet diese Bahnen als *Fibrae arcuatae internae* und rechnet sie offenbar zu den Resten der bereits in caudaleren Ebenen gekreuzten Hauptmasse der *Fibrae arcuatae internae*. WALLENBERG erwähnt in seinen Arbeiten über den Verlauf des sekundären Trigemini Degenerationen der *Fibrae arcuatae externae ventralis*, die er bei Läsionen des lateralen Abschnittes der spinalen Trigeminiwurzel auftreten sah und bis in das kontralaterale Corpus restiforme verfolgen konnte. Der Verlauf dieser Bahnen ist jedoch derart, dass er durch die in unseren Experimenten gesetzten viel weiter medial gelegenen Läsionen nicht betroffen wird. In einer Arbeit über den Boden des IV Ventrikels gibt FUSE eine Abbildung, in der wir wahrscheinlich das oben dargestellte Bündel im menschlichen Hirnstamm vor uns haben. Die Lage dieses Systems, die aus der nach FUSE's Abbildung angefertigten Photographie VI zu entnehmen ist, zeigt so weitgehende Übereinstimmung mit den Fasern beim Kaninchen, dass es sich hier mit grosser Wahrscheinlichkeit um identische Fasern handelt. FUSE bezeichnet dieses Bündel als „Bogenfasern dorsal vom Tractus solitarius, die aus den Nucleus triangularis bzw. der I A K in die Formatio reticularis ziehen.“

Ein grundlegender Unterschied zwischen den von WINKLER als *Fibrae arcuatae internae* und von FUSE als Bogenfasern zwischen I A K und Substantia reticularis benannten Systemen und den in unseren Präparaten

degenerierten Fasern besteht in der Verlaufsrichtung dieser Bahnen. Nach unseren Befunden ziehen diese Bündel in umgekehrter Richtung wie von WINKLER und FUSE angenommen wird; sie treten aus der Medulla oblongata zum Kleinhirn.

Da sich also aus der Literatur diese Bahnen nicht genügend charakterisieren lassen, wollen wir versuchen, nach unseren Präparaten den Ursprung in der Medulla oblongata festzulegen. Wie aus dem oben abgebildeten Schema (Figur III) hervorgeht, entspringen die Fasern in laterodorsalen Gebieten der Oblongata, die entweder von der Läsion selbst getroffen sind oder sogar noch lateral von dieser liegen können. Da in der Intensität der Degeneration der kontra- und homolateralen Seite kein wesentlicher Unterschied besteht, kann man wohl annehmen, dass vorwiegend kreuzende Fasern in diesem Bündel enthalten sind, die durch den Einstich an umschriebener Stelle unterbrochen werden. Wie aus WALLENBERG's Untersuchungen bekannt ist, kreuzen in dieser Höhe der Medulla oblongata die sekundären Trigeminasfasern. Bei allen sieben Kaninchen, auch bei den Tieren, wo die zum Cerebellum ziehenden Fasern fehlten, findet sich eine intensive aufsteigende Degeneration der sekundären Trigeminasbahn. Aus dem negativen Befund bei zwei Tieren kann rückläufig geschlossen werden, dass der Ursprung der Fasern nicht im spinalen Trigeminskern zu suchen ist.

Bei unseren Kaninchen waren durch die gesetzten Läsionen ausserdem in verschiedenem Ausmass der Nucleus XII, Nucleus sensibilis et dorsalis vagi, Nucleus IX, Nucleus intercalatus, Fasciculus longitudinalis posterior und die Substantia reticularis getroffen. Die Annahme, dass die beschriebenen Bahnen aus dem N. XII, N. X dorsalis, N. intercalatus oder dem Fasc. long. post. stammen, kann nach ihrem Fehlen in den beiden Fällen, wo gerade diese Abschnitte der Oblongata zerstört waren, ausgeschlossen werden. Anders verhält es sich mit dem sensiblen Anteil des IX und X Hirnnerven und der Substantia reticularis. Gerade diese Teile zeigten keine oder nur nebensächliche Alteration bei den beiden Tieren, wo das Bündel nicht zur Degeneration gekommen war. Besonders bei dem einen Kaninchen (B 403) sind der dorsale Vagus Kern in seinen caudalsten und medialen Abschnitten und die Substantia reticularis mässig verletzt, während der IX und der sensible Anteil des X Hirnnerven sich als intakt erweisen. Der essentielle Unterschied gegen die Fälle mit positivem Befund liegt also vor allem darin, dass bei diesen der sensible Vagus und Glossopharyngeuskern¹⁾ und die Substantia reticularis in frontaleren Ebenen erheblich verletzt sind. Aus der Gegenüberstellung der einzelnen Befunde lässt sich demnach das Ursprungsgebiet für die oben beschriebenen Bahnen auf das Areal des sensiblen Vagus-Glossopharygeuskerns und die Substantia reticularis beschränken. Gegen die Annahme, dass die Substantia

¹⁾ Auf die grosse Literatur über die Frage der Zusammengehörigkeit dieser beiden Kerngebiete kann hier nicht eingegangen werden. Vergleiche dazu BODECHTEL, BROUWER-BOUMAN, ARIËNS KAPPERS, KOHNSTAMM. LEVY, u. a. m.

reticularis ihr Ursprungsort ist, spricht, dass schon bei kleinen Läsionen dieser Gegend alle Fasern der Degeneration anheimfallen; die Abhängigkeit zwischen Grösse des Defektes und Anzahl degenerierter Bahnen fehlt also. Für den Ursprung aus dem Kerngebiet des sensiblen Vagus und Glossopharyngeus kann der Umstand geltend gemacht werden, dass die Fasern bereits bei kleinen Läsionen, die zur Hauptsache diese Kerne selbst treffen oder medial von ihnen liegen, total zur Entartung kommen. Diese Systeme, die also wahrscheinlich aus dem lateralen Bezirk des caudalen Graus des IV Ventrikels (Areal des sensiblen Vagus-Glossopharyngeus) entspringen, möchten wir als kreuzende cerebelläre Verbindungen auffassen.

Über die physiologische Bedeutung dieser Bahnen können nur Vermutungen geäußert werden. Aber schon daraus, dass sie vorwiegend zum Vermis cerebelli ziehen, kann geschlossen werden, dass es sich um phylogenetisch sehr alte Systeme handelt. Auf diesem Wege fließen dem Cerebellum Impulse aus dem sensiblen Vagus glossopharyngeuskern zu, die sicher für experimentell-physiologische wie klinische Probleme eine erhebliche Rolle spielen.

ZUSAMMENFASSUNG :

Auf experimentellem Wege wurden Verbindungen zwischen den Kernen des sensiblen Vagus und Glossopharyngeus mit dem Cerebellum nachgewiesen. Diese Bahnen, die vorwiegend einen gekreuzten Verlauf haben, ziehen im Corpus restiforme zum Kleinhirn und enden dort im Lobus medius, anterior, in der Uvula und Lingula.

LITERATURNACHWEIS.

1. BOUMAN—BROUWER. Leerboek der Zenuwziekten, Alg. gedeelte A, Haarlem. De Erven F. Bohn 1922.
2. EDINGER, L. Bau der nervösen Centralorgane 1911 F. C. W. Vogel, Leipzig.
3. FUSE, G. Beiträge zur Anatomie des IV Ventrikels. Arbeit aus d. Hirnanat. Inst. Zürich. Heft VIII 217—231.
4. GAGEL, O. und G. BODECHTEL. Die Topik und feinere Histologie u.s.w. Ztschrift f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd 91 Heft 1—3.
5. INGVAR, S. On cerebellar Localisation Brain 1923 XLVI.
6. KAIDA, I. Centralbl. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 1930 S. 55.
7. ARIENS KAPPERS, C. U. Vergl. Anat. des Nervensystems der Wirbeltiere u. des Menschen. Haarlem, de Erven F. Bohn 1920.
8. KOHNSTAMM, O. Stud. z. physiolog. Anat. d. Hirnstammes Journ. f. Psychol. u. Neurol. 1920, 17, 38—57.
9. LEVY, F. H. Die Oblongata und die Hirnnervenkerne. Handbuch d. norm. und path. Physiologie. J. Springer, Berlin, Band 10 168—199.
10. LUNA, E. Ueber d. Beteil. d. sensiblen Wurzeln u.s.w. Centralbl. f. d. ges. Neurol. 1927, 46, 261.
- Sensible Wurzeln des 7, 9 u. 10. Hirnnerven Centralbl. f. d. ges. Neurol. 1927 48, 3.
11. MEYNERT, L. Zit. nach Edinger (2).

12. WALLEMBERG, A. Die sec. Bahn d. sens. Trigemini Anat. Anzeiger 1896 Bd XII 95—110.

————— Sec. sensible Bahnen im Gehirnstamm des Kan. u.s.w. Anat. Anzeiger 1900 Bd XVIII 81—105.

————— Sec. Bahnen u.s.w. Anat. Anzeiger 1905 Bd XXVI 145—155.

13. WINKLER—POTTER. An anat. Guide to exp. researches on the rabbits Brain, Amsterdam, W. Versluys 1911.
