

Atlas vom Hirnstamm des Meerschweinchens

von

Dr. med. vet. habil. GÜNTER HOFFMANN

Wiss. Mitarbeiter bei der
Forschungsanstalt für Tierseuchen Insel Riems, Friedrich-Loeffler-Institut
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

I. Teil: Rautenhirn

Mit 44 Abbildungen



S. HIRZEL VERLAG LEIPZIG

1957

Atlas vom Hirnstamm des Meerschweinchens

von

Dr. med. vet. habil. GÜNTER HOFFMANN

Wiss. Mitarbeiter bei der

Forschungsanstalt für Tierseuchen Insel Riems, Friedrich-Loeffler-Institut
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

I. Teil: Rautenhirn

Mit 44 Abbildungen



S. HIRZEL VERLAG LEIPZIG

1957

Lizenz-Nr. 267-245/24/57

Satz und Druck: Buchdruckerei Oswald Schmidt KG, Leipzig

HOFFMANN · Atlas vom Hirnstamm des Meerschweinchens

I. Teil: Rautenhirn

VORWORT

Von unseren Bearbeitungen der Histotopographie des Hirnstammes der Haus- und Laboratoriumstiere, die auf Anregung des Präsidenten des Friedrich-Loeffler-Institutes, Herrn Prof. Dr. H. Röhrer, ausgeführt werden, legen wir jetzt die Ergebnisse über das Rautenhirn des Meerschweinchens vor.

Dieser kurzgefaßte Atlas soll vorwiegend histopathologischen Zwecken dienen. Es wird jedoch angenommen, daß die hier erarbeiteten Unterlagen auch dem Anatomen, Internisten, Neurologen, Pharmakologen, Physiologen und Zoologen bei entsprechenden Arbeiten von Nutzen sein werden. Der II. Teil befindet sich in Vorbereitung und wird Mittel- und Zwischenhirn behandeln.

Für die Überlassung bzw. Herstellung einiger Schnittserien danke ich dem Hirnforschungsinstitut Leipzig, (Doz. Dr. Wünscher, Oberpräp. Thormann).

Dem Verlag danke ich insbesondere für sein bereitwilliges Eingehen auf meine Wünsche.

Zum Teil sind die vorliegenden Ergebnisse bereits als einzelne Arbeiten im „Archiv für experimentelle Veterinärmedizin“, S. Hirzel Verlag, Leipzig, erschienen.

Insel Riems, April 1957

G. Hoffmann

INHALTSÜBERSICHT

I. Einleitung	1
II. Topographie	2
1. Nißl-Bild	2
2. Faser-Bild	18
III. Systematik der Kerne und Zytologie (I. A. N. C. 1955)	40
1. Nucleus originis nervi hypoglossi (Nucleus nervi hypoglossi)	40
2. Nucleus ambiguus (Nucleus ambiguus)	41
3. Nucleus originis alae cinereae (Nucleus dorsalis nervi vagi)	42
4. Nucleus terminalis alae cinereae	43
5. Nucleus tractus solitarii (Nucleus tractus solitarii)	44
6. Nucleus terminalis ventralis nervi cochleae (Nucleus cochlearis ventralis)	44
7. Nucleus terminalis dorsalis nervi cochleae s. Tuberculum acusticum (Nucleus cochlearis dorsalis)	45
8. Nucleus terminalis medialis nervi vestibuli (Schwalbe) (Nucleus vestibularis medialis)	46
9. Nucleus terminalis lateralis nervi vestibuli (Deiters) (Nucleus vestibularis lateralis)	47
10. Nucleus terminalis dorsalis nervi vestibuli (Bechterew) (Nucleus vestibularis superior)	49
11. Nucleus terminalis spinalis nervi vestibuli (Nucleus vestibularis inferior)	50
12. Nucleus originis nervi facialis (Nucleus nervi facialis)	51
13. Nucleus originis nervi abducentis (Nucleus nervi abducentis)	52
14. Nucleus originis nervi trigemini (Nucleus motorius nervi trigemini)	53
15. Nucleus terminalis nervi trigemini (Nucleus sensorius superior nervi trigemini)	55
16. Nucleus terminalis tractus spinalis nervi trigemini (Nucleus tractus spinalis nervi trigemini)	56
17. Nucleus mesencephalicus nervi trigemini (Nucleus tractus mesencephalicus nervi trigemini)	56
18. Nucleus fasciculi lateralis (Nucleus lateralis)	58
19. Nucleus partis medialis fasciculi dorsalis (Goll) (Nucleus gracilis)	59
20. Nucleus partis lateralis fasciculi dorsalis (Burdach) (Nucleus cuneatus)	60
21. Nucleus magnocellularis fasciculi dorsalis (Monakow) (Nucleus cuneatus accessorius)	61
22. Nucleus olivaris inferior (Nucleus olivaris)	62
23. Nucleus olivaris superior	63
24. Nucleus Roller	64
25. Nucleus interfascicularis	66
26. Nucleus intercalatus (Staderini) (Nucleus intercalatus)	67
27. Nucleus paramedianus dorsalis	68
28. Nucleus praepositus hypoglossi	69
29. Nucleus eminentiae medialis	70
30. Nucleus raphes	70
31. Nucleus magnocellularis reticularis	71
32. Nucleus corporis trapezoidis (Nucleus corporis trapezoidei)	72
33. Nucleus loci caerulei	73
34. Nuclei pontis (Nuclei pontis)	74

I. Einleitung

Durchgeführt wurden die Untersuchungen an 20 μ (Nißl) und 30 μ (Faser) Celloidin-Serien. Die Fixierung für die vereinfachte Nißl-Färbung mit Tolidinblau erfolgte in 96%igem Alkohol und für die Faserfärbung nach Weigert-Kultschitzky-Wolters in 10%igem Formalin.

Die Aufnahmen wurden auf Mikroplatten mit dem Panphot-Leitz hergestellt. Bewußt wurde davon Abstand genommen, Ideal-Bilder wiederzugeben, da derartige, retuschierte Mikrophotos über manche Schwierigkeiten hinwegtäuschen würden. Um aber andererseits das Arbeiten mit dem Atlas zu erleichtern, sind den dokumentarischen Mikrophotos noch schematische Skizzen beigelegt worden.

Nicht versäumen möchten wir, darauf hinzuweisen, „daß beim Vergleich eigener Präparate mit den Abbildungen des Atlas Differenzen auftreten werden“ (O. Marburg). Dieses, auf das menschliche Gehirn sich beziehende Zitat trifft im vollen Maße auch auf das Meerschweinchen zu.

Die neue internationale anatomische Nomenklatur (I. A. N. C. 1955): *Nomina anatomica parisiensia*, wurde, in Klammern, im Inhaltverzeichnis mit eingefügt. Durch Anführen der verschiedenen Synonyma glauben wir jedoch den verschiedensten Untersuchern Rechnung getragen zu haben.

Folgende Abhandlungen haben uns, neben anderen, bei der Abfassung des Atlas große Dienste geleistet:

- Clara, M.: Das Nervensystem des Menschen. (2. Aufl.) J. A. Barth, Leipzig 1953.
- Edinger, L.: Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane des Menschen und der Tiere. II. Vergl. Anatomie des Gehirnes. Leipzig: Vogel 1908.
- Gagel, O., und Bodechtel, G.: Die Topik und feinere Histologie der Ganglienzellgruppen in der Medulla oblongata und im Ponsgebiet mit einem kurzen Hinweis auf die Glia-verhältnisse und die Histopathologie. Zschr. Anat. Entw. gesch. **91**, 129 (1929).
- Hoffmann, G.: Topographischer und zytologischer Atlas der Medulla oblongata von Schwein und Hund. Deutscher Bauernverlag, Berlin 1955.
- Kappers, C. U.: Vergleichende Anatomie des Nervensystems. Bohn, Haarlem 1920.
- Marburg, O.: Mikroskopisch-topographischer Atlas des menschlichen Zentralnervensystems. F. Deuticke, Leipzig-Wien 1927 (3. Aufl.).
- Meessen, H., und Olszewsky, J.: Cytoarchitektonischer Atlas des Rautenhirns des Kaninchens. S. Karger, Basel-New York 1949.
- Monnier, M.: Topographische Tafeln des Hirnstammes der Katze und des Affen für experimentell-physiologische Untersuchungen. Springer, Wien 1949.
- Rauber-Kopsch: Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. G. Thieme, Leipzig, Bd. 3, (17. Aufl.), 1951.
- Villiger-Ludwig: Gehirn und Rückenmark. Engelmann, Leipzig 1940.
- Walter, S.: Kerne des Hirnstammes vom Kaninchen. Diss. Zürich 1911. Selbstverlag, Stettin 1912.
- Werner, Cl. F.: Über die Kerne des Octavus und benachbarter Hirnnerven beim Meerschweinchen (*Cavia cobaya*), bes. über die Lagebeziehungen und ihre Ursachen. Zool. Jahrb., Abt. Anat. u. Ont. **72**, 273 (1952).
- Winkler, C.: *Opera omnia*. Haarlem 1927.
- Winkler, C., und Potter, A.: An anatomical guide to experimental researches on the cat's brain. Versluys, Amsterdam 1914.
- Ziehen, Th.: Centralnervensystem in: Bardeleben, Handbuch der Anatomie des Menschen. G. Fischer, Jena 1934.

II. Topographie

1. Nißl-Bild

Abb. 1:

Dieser erste Querschnitt einer Serie durch die Medulla oblongata des Meerschweinchens führt durch das kraniale Ende der Pyramidenkreuzung (Dpy). Ventral finden sich die ersten quergetroffenen Fasern der Pyramiden (Py). Der Zentralkanal (Z) ist gegenüber seiner Lage im Rückenmark etwas nach dorsal gerückt. Ventrolateral von ihm erkennt man die großen motorischen Zellen des *Nucleus originis nervi hypoglossi* (N XII); auf diesem Querschnitt enthält er etwa 30 bis 35 Zellen, ein Zeichen, daß der Hypoglossuskern beim Meerschweinchen ziemlich weit kaudal entspringt. Dicht oberhalb des Hypoglossuskernes liegen einige Zellen, die als erste Anteile des *Nucleus originis alae cinereae* gedeutet werden können. Ventrolateral der beiden Hypoglossuskern liegt das Areal der Ventralhorn-Reste (Vh). Medial an sie anschließend findet sich jederseits der Mittellinie der *Tractus longitudinalis medialis* (Tlm). Ventral von ihnen und dorsolateral der Pyramiden erkennt man die ersten Zellen der unteren Olive (O). Lateral davon drängt eine zahlenmäßig große Gruppe von mittleren Zellen die Oblongata-Oberfläche vor; es handelt sich hier um den spinalen Abschnitt des bei den Rodentia besonders stark ausgebildeten *Nucleus fasciculi lateralis* (Nfl). Auf vorliegendem Schnitt sehr deutlich abzugrenzen ist der sonst schwer zu erkennende *Nucleus ambiguus* (Na), er liegt mit seinen reichlich 10 Zellen je 20- μ -Schnitt dorsal der Seitenstrangkerne und in der Mitte einer Verbindungslinie zwischen dem ventralen Ende des Vorderhornrestes und dem des Trigeminskernes. Dieser letztere, der *Nucleus terminalis tractus spinalis nervi trigemini* (NtspV), stellt die kraniale Fortsetzung der Substantia gelatinosa Rolandi des Dorsalhorns des Rückenmarkes dar. Nach außen wird dieses bohnenförmige Gebilde vom schmalen *Tractus spinalis nervi trigemini* (TspV) abgeschirmt. Medial vom Trigeminskern und dorsal vom Nucleus ambiguus erstreckt sich bis zu den Hypoglossuskernen das Gebiet der *Substantia reticularis* (Sr). Im dorsalen Bereich der Medulla oblongata finden wir zunächst den medial gelegenen und schon ziemlich gut entwickelten *Nucleus partis medialis fasciculi dorsalis* (Goll) (NG). Lateral anschließend liegt die die Medulla-Oberfläche leicht vorwölbende *Pars lateralis fasciculi dorsalis* (Burdach) (FB). Dahinein erstreckt sich der *Processus cuneatus* (Pc), der aus dem Dorsalhorn hervorgeht und mit dem Gollischen Kern ventral verbunden ist. Aus diesem Processus cuneatus geht später der Burdachsche Kern hervor.

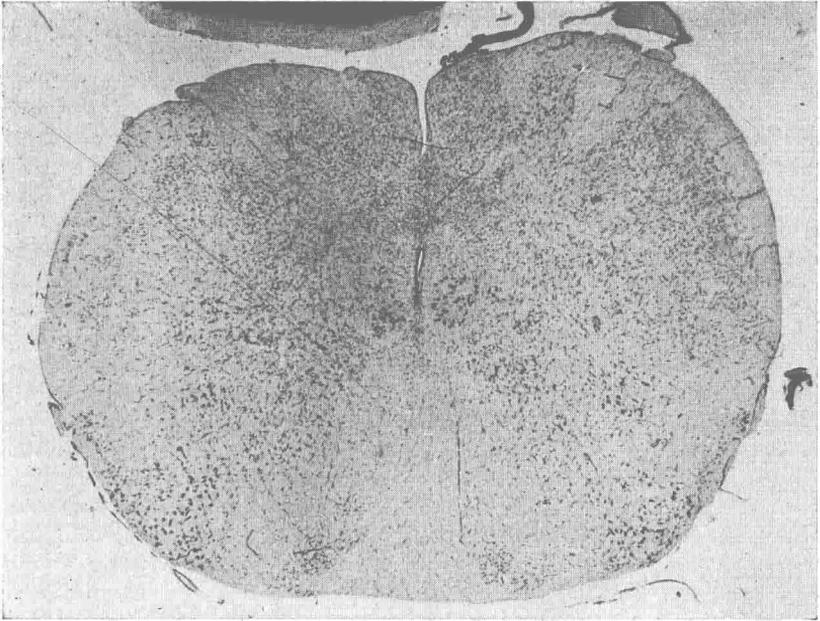


Abb. 1a.

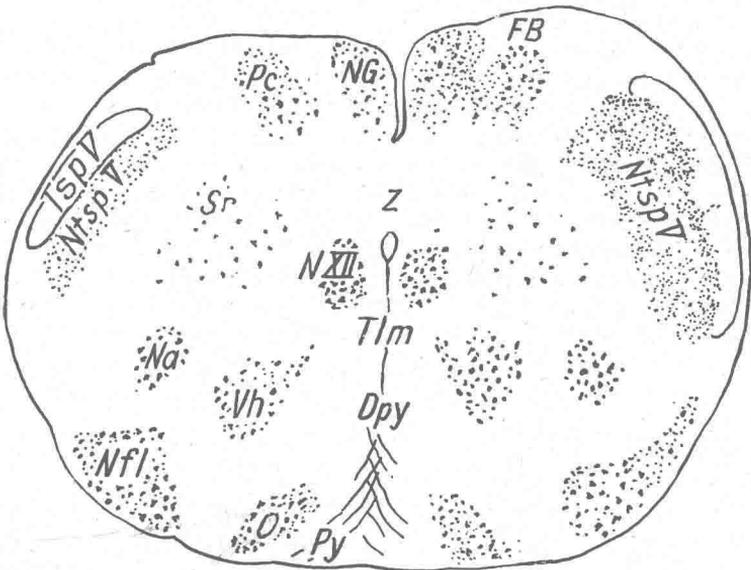


Abb. 1b.

Abb. 1. Serien-Nr. MZL/320; Querschnitt durch den kaudalen Abschnitt der Medulla oblongata des Meerschweinchens. Alkohol-Celloidin-NiBl'-20 μ . Panphot Mikrosommar 24 mm, Bel. 1/25 sec., Vergrößerung 15fach

Abb. 2:

Charakteristisch für diesen Schnitt erscheint das *Promontorium griosum* (Pg), das als dunkler Keil von oben in die Oblongata hineinragt. Der Zentralkanal ist etwas weiter nach dorsal gerückt und zeigt ein dorsoventral orientiertes schlitzförmiges Lumen. Im wesentlichen ventrolateral von ihm gelegen ist der *Nucleus originis nervi hypoglossi* (N XII). Dieser Kern läßt in dem vorliegenden Bild eine Untergliederung erkennen: Eine kleine dorsale Gruppe mit mittelgroßen Zellen und eine größere ventrale, selbst noch einmal zweigeteilte Gruppe. Insgesamt enthält der Hypoglossuskern auf diesem Schnitt etwa 40 bis 50 Zellen. Zwischen den beiden Ventral-Abteilungen des Hypoglossus liegen vereinzelte Zellen, die als zum *Nucleus paramedianus dorsalis* (Npd) gehörig anzusehen sind. Direkt nach oben an die Hypoglossuskern anschließend liegt lateral des dorsalen Teiles des Zentralkanal-Lumens ein nach dorsolateral ziehendes Areal dicht gedrängter mittelgroßer Zellen. Diese deutlich abgesetzte Gruppe ist der *Nucleus originis alae cinereae* (Noac). Der *Nucleus terminalis alae cinereae* (Ntac) ist jenes Gebiet dicht gefügter kleiner Zellen, das vom Ursprungskern nach dem *Tractus solitarius* (Ts) und zum Teil auch zum Promontorium griosum hin sich erstreckt. Als *Nucleus tractus solitarii* (Nts) sind diejenigen Zellen anzusehen, die zum Teil etwas größer sind als die des *Nucleus terminalis alae cinereae* und vor allem ventral, teils aber auch medial direkt an den *Tractus solitarius* angelagert sind. Dorsal bzw. dorsolateral des *Tractus solitarius* liegen die Zellgebiete des *Nucleus partis medialis fasciculi dorsalis* (Goll) (NG) und des *Nucleus partis lateralis fasciculi dorsalis* (Burdach) (NB). Beide sind nicht mehr mit Sicherheit voneinander zu trennen. Lediglich links im Bild erkennt man noch eine mediale und laterale Anhäufung von Zellen. Beide Dorsalstrangkerne bilden gemeinsam mit dem dritten, dem *Nucleus magnocellularis fasciculi dorsalis* (Monakow) (NM), eine dorsale Vorwölbung der Oblongata-Oberfläche, wobei der Monakowsche Kern ziemlich weit dorsolateral hinausragt. Der *Nucleus terminalis tractus spinalis nervi trigemini* (NtspV) und sein dazugehöriger *Tractus* haben gegenüber dem vorigen Schnitt keine wesentliche Veränderung erfahren. Nur sehr schwer läßt sich der *Nucleus ambiguus* lokalisieren. Seine vereinzelt Zellen liegen im wesentlichen dorsal des sehr zahlreich gewordenen *Nucleus fasciculi lateralis* (Nfl), lassen sich aber nicht immer mit Sicherheit von ähnlich aussehenden Elementen der *Substantia reticularis* (Sr) abgrenzen. Die Oliven (O) sind zellreicher geworden und bilden ein breites, schrägverlaufendes Band. Ventral von ihnen liegen die Pyramiden (Py). Der seitlich der Raphe (R) gelegene *Tractus longitudinalis medialis* (Tlm) ist jetzt deutlicher abgegrenzt als auf dem vorhergehenden Schnitt.



Abb. 2a.

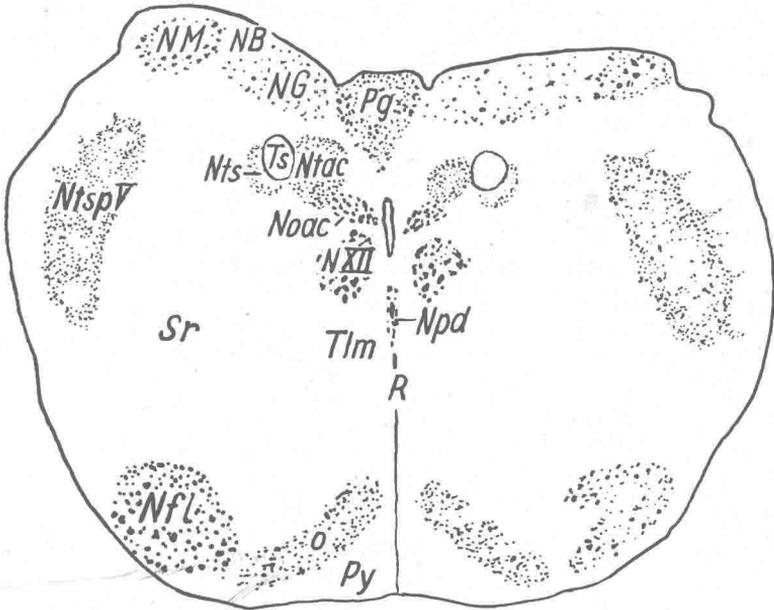


Abb. 2b.

Abb. 2. Serien-Nr.: MZL/300; Querschnitt durch die Medulla oblongata des Meerschweinchens zwischen der Pyramidenkreuzung und der Zentralkanalseröffnung. Alkohol-Celloidin-Nißl'-20 μ . Panphot Mikrosurmar 24 mm, Bel. 1/25 sec., Vergrößerung 15fach.

Abb. 3:

Zunächst erkennt man an diesem Schnitt die erfolgte Einmündung des Zentralkanales in die 4. Gehirnkammer. In ihr erkennt man noch Reste des *Plexus chorioideus*. In der Nähe des Velumansatzes findet sich als neu aufgetretenes Kerngebiet der *Nucleus terminalis medialis nervi vestibuli* (Schwalbe) (NS), der den Boden der Rautengrube ein wenig vorwölbt. Daran anschließend findet man das Areal des *Nucleus partis medialis fasciculi dorsalis* (Goll) und des *Nucleus partis lateralis fasciculi dorsalis* (Burdach), die beide nicht zu trennen sind (NG + NB). Deutlich von ihnen abgesetzt liegt im dorsolateralen Vorsprung der Medulla oblongata der *Nucleus magnocellularis fasciculi dorsalis* (Monakow) (NM). Ventral dieses gut ausgebildeten Kernareals liegt der dorsale Teil des *Tractus spinalis nervi trigemini* (TspV), der von außen seinen bohnenförmigen *Nucleus terminalis tractus spinalis nervi trigemini* (NtspV) umfaßt. Der *Nucleus originis nervi hypoglossi* (N XII) ist nicht mehr so zellreich wie auf vorhergehenden Schnitten, er hat bald sein orales Ende erreicht. Zwischen den beiderseitigen Hypoglossuskernen liegen neben versprengten Hypoglossuszellen die kleinen ovalen Elemente des *Nucleus paramedianus dorsalis* (Npd). Ventral des Hypoglossuskernes erkennt man den *Nucleus Roller* (NR). Dorsal des Nucleus hypoglossi befindet sich das mächtig angewachsene, äußerst zellreiche Gebiet des *Nucleus originis alae cinereae* (Noac). Daran schließt sich der kleinzellige *Nucleus terminalis alae cinereae* (Ntac) an, der nicht immer deutlich vom *Nucleus tractus solitarii* (Nts) zu scheiden ist. Dieser letztere besteht aus dem lateral des *Tractus solitarius* (Ts) gelegenen Teil mit kleinen Zellen und einem etwas größere Elemente enthaltenden ventralen Anteil. Die ventral sich anschließende *Substantia reticularis* (Sr) nimmt einzelne Zellgruppen des *Nucleus fasciculi lateralis* (Nfl) in sich auf, so daß dessen Abgrenzung nicht immer ganz leicht ist. Nur schwer läßt sich der *Nucleus ambiguus* (Na) abgrenzen, am besten noch links im Bild. Bei der grob morphologischen Charakterisierung ist die radiäre Anordnung seiner Zellen zu erwähnen. Die Pyramiden (Py) und der *Tractus longitudinalis medialis* (Tlm) weisen keine Besonderheiten auf. Die Oliven (O) sind zellreicher geworden und werden durch zwei breite, gegliederte Zellstreifen repräsentiert. Die Raphe (R) weist keine besonderen Einzelheiten auf.

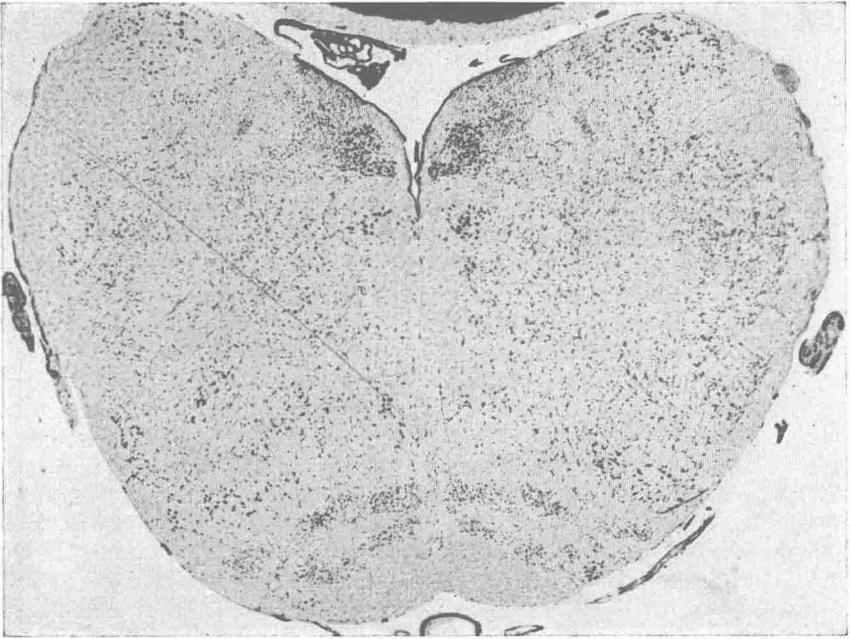


Abb. 3a.

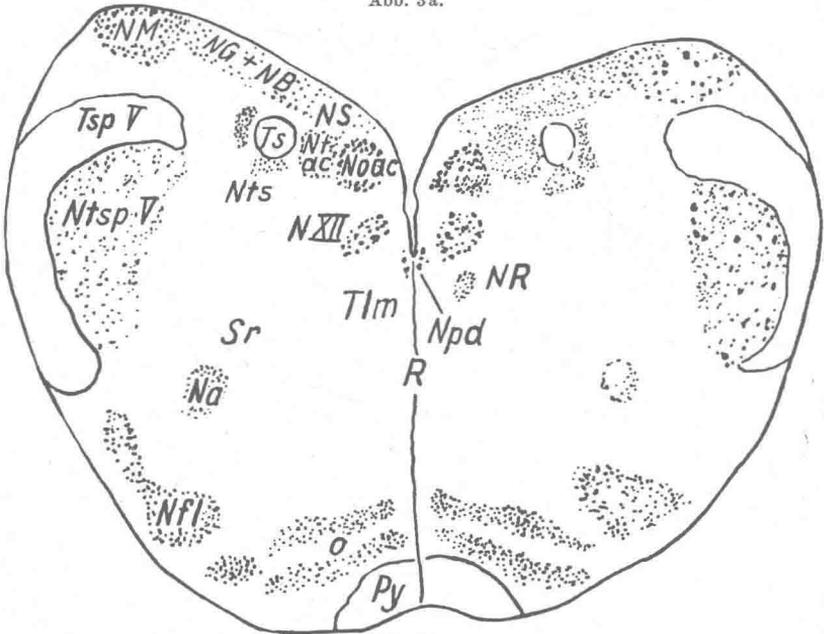


Abb. 3b.

Abb. 3. Serien-Nr. MZL/270; Querschnitt durch die Medulla oblongata des Meerschweinchens kurz nach der Eröffnung des Zentralkanales. Alkohol-Celloidin-Nißl'-20 μ . Panphot Mikrosommar 24 mm, Bel. 1/25 sec., Vergrößerung 15fach.

Abb. 4:

An diesem Schnitt fällt vor allem das Fehlen des Hypoglossuskernes auf. An topographisch ähnlicher Stelle findet sich der *Nucleus praepositus hypoglossi* (Nph). Dieser Kern enthält mittelgroße Zellen und ist nicht leicht abzugrenzen. Dorsolateral schließt sich das Gebiet des *Nucleus terminalis medialis nervi vestibuli* (Schwalbe) (NS) an. Als weiterer Vestibularkern findet sich seitlich des Schwalbeschen Kernes der *Nucleus terminalis spinalis nervi vestibuli* (Nsv). Die beiden Teile sind sehr deutlich voneinander geschieden: Während das Zellgefüge im Schwalbeschen Kern sehr dicht ist, liegen im Nucleus terminalis spinalis nervi vestibuli die Zellen locker gelagert. Den dorsolateralen Teil der Medulla oblongata nimmt das neu aufgetauchte *Corpus restiforme* (Cr) ein. Der *Nucleus magnocellularis fasciculi dorsalis* (Monakow) (NM) ist nahezu erloschen, seine restlichen Zellen liegen zungenartig zwischen das Corpus restiforme und dem *Tractus spinalis nervi trigemini* (TspV) eingeschoben. Im *Nucleus terminalis tractus spinalis nervi trigemini* (NtspV) finden sich sehr variable Zellformen. Ventromedial von ihnen liegt der *Nucleus ambiguus* (Na). Dorsal der flachen Pyramiden (Py) finden sich die letzten Reste der unteren Olive (O). Zwischen ihr und dem *Nucleus ambiguus* erkennt man einige umgrenzte Kerngebiete, die wohl dem *Nucleus fasciculi lateralis* angehören können. Die am weitesten peripher gelegene kleine Gruppe stellt den spinalen Beginn des *Nucleus originis nervi facialis* (N VII) dar. Im Bereich der Raphe (R) sind dorsal, in der Mitte und ventral Zellen unterschiedlichen Charakters zusammengelagert. Der *Nucleus magnocellularis* (Nmge) der *Substantia reticularis* erstreckt sich vor allem oberhalb der Oliven, reicht aber auch nach dorsal, wo er seitlich des *Tractus longitudinalis medialis* (Tlm) gelegen ist.



Abb. 4a.

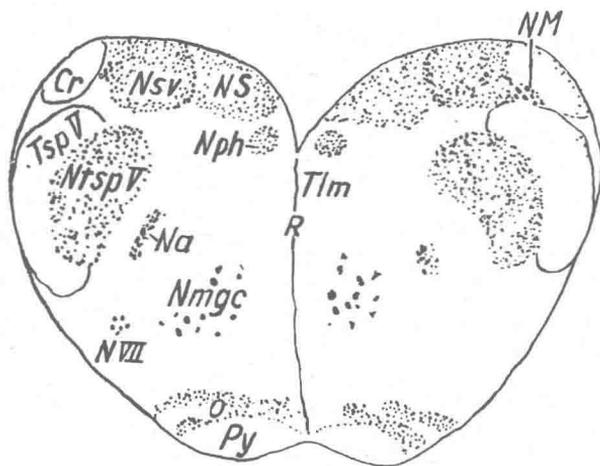


Abb. 4b.

Abb. 4. Serien-Nr.: MZL/210; Querschnitt durch die Medulla oblongata des Meerschweinchens im Bereich des kranialen Olivenpols. Alkohol-Celloidin-NiBl'-20 μ . Panphot Mikrosumar 35 mm, Bel. 1/25 sec., Vergrößerung 10fach.

Abb. 5:

Besonders auffallend an diesem Schnitt ist das *Tuberculum acusticum* (Ta). Es liegt als ein bohnenförmiges Gebilde dorsal des dorsolateralen Teiles der *Medulla oblongata* unterhalb des Kleinhirnes. Als dunkler Zellstreifen markiert sich in ihm sehr deutlich die Pyramidenzellschicht. Ventral an den nach unten abfallenden Zipfel des *Tuberculum acusticum* schließt sich der *Nucleus terminalis ventralis nervi cochleae* (Nvc) an. Er bedeckt das ovale *Corpus restiforme* (Cr) von außen, während es innen an seinem dorsalen Abschnitt von dem *Nucleus terminalis spinalis nervi vestibuli* (Nsv) und an seinem ventralen Zipfel vom *Tractus spinalis nervi trigemini* (TspV) begrenzt wird. Besonders hervorstechend ist weiterhin der in Gruppen gegliederte, stark entwickelte *Nucleus originis nervi facialis* (N VII). Er füllt den Raum zwischen Pyramiden (Py) bzw. dem ventralen Teil des *Nucleus magnocellularis* (Nmgc) der *Substantia reticularis* (Sr) und dem *Nucleus terminalis tractus spinalis nervi trigemini* (NtspV) fast vollständig aus. Der Boden der 4. Gehirnkammer wird emporgewölbt durch den *Nucleus terminalis medialis nervi vestibuli* (Schwalbe) (NS); auf diese Weise entsteht die *Area vestibularis* (im makr. Sinn) der Rautengrube. Ventromedial des Schwalbeschen Kernes ist der *Nucleus praepositus hypoglossi* (Nph) gelegen. Am Grund der Mittelfurche der Rautengrube liegt der *Nucleus paramedianus dorsalis* (Nph). In der *Raphe* (R) sind keine wesentlichen Veränderungen aufgetreten.

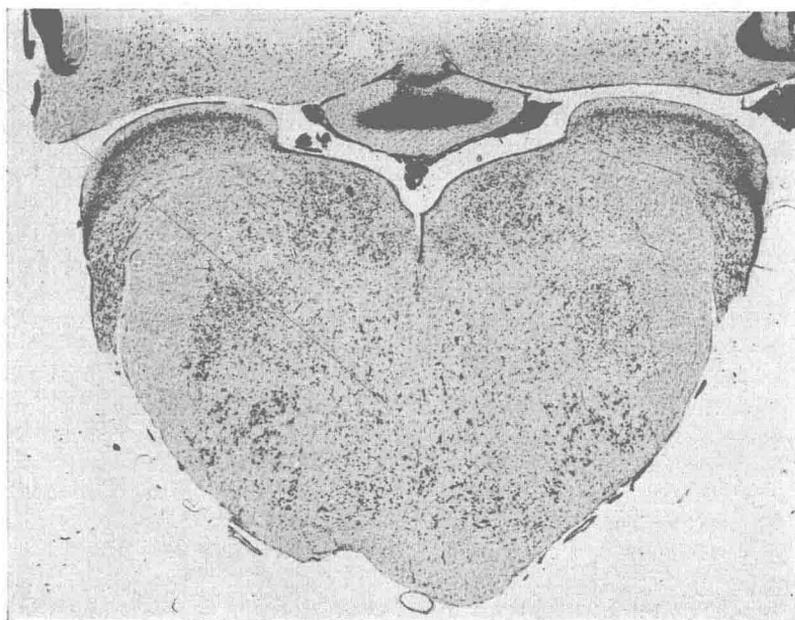


Abb. 5a.

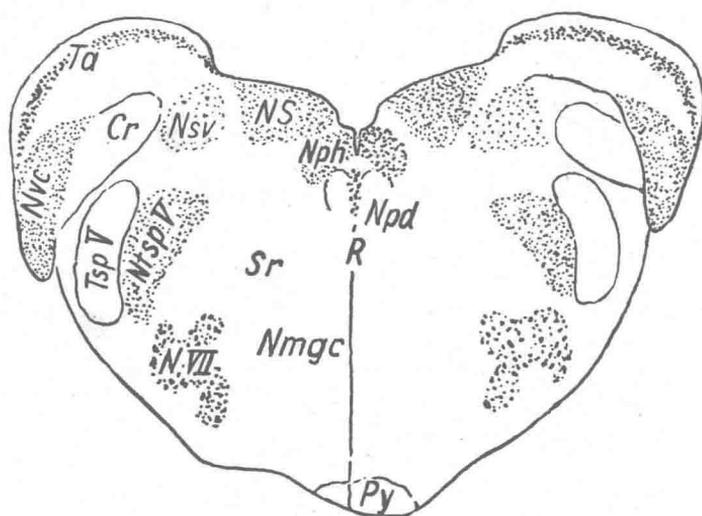


Abb. 5b.

Abb. 5. Serien-Nr.: MZL/170; Querschnitt durch die Medulla oblongata des Meerschweinchens in Höhe des Tuberculum acusticum und des Facialis-kernes. Alkohol-Celloidin-NiBl'-20 μ . Panphot Mikrosuinar 35 mm, Bel. 1/25 sec., Vergrößerung 10fach.