

BENNINGHOFF-GOERTTLER

Lehrbuch der Anatomie des Menschen

Dritter Band

Nervensystem, Haut und Sinnesorgane

Sechste, verbesserte Auflage

mit 407 zum Teil mehrfarbigen Abbildungen

URBAN & SCHWARZENBERG
MÜNCHEN UND BERLIN

BENNINGHOFF-GOERTTLER

Lehrbuch der Anatomie des Menschen

Dargestellt unter Bevorzugung funktioneller Zusammenhänge

Begründet von

Professor Dr. Alfred Benninghoff

ehemals Direktor des Anatomischen Instituts der Universität Marburg a. d. Lahn

Herausgegeben und bearbeitet von

Professor Dr. Kurt Goerttler

Direktor des Anatomischen Instituts der Universität Freiburg i. Br.

Dritter Band

Nervensystem, Haut und Sinnesorgane

6., verbesserte Auflage mit 407 zum Teil mehrfarbigen Abbildungen



1960

URBAN & SCHWARZENBERG · MÜNCHEN · BERLIN

Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, behalten sich Urheber und Verleger vor. Es ist insbesondere nicht gestattet, ohne Genehmigung des Verlages das Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen. © Urban & Schwarzenberg, München-Berlin 1957. Printed in Germany. Satz und Druck: Kastner und Callwey, München.

Vorwort zur 6. Auflage

In der vorliegenden Neuauflage sind unter anderem besonders im Kapitel über das Nervengewebe neue Forschungsergebnisse berücksichtigt worden. Die Zahl der Abbildungen wurde um sechs erhöht.

Auch Hinweise auf die Differenzen im chemisch-physikalischen Verhalten bestimmter Rindenareale (nach FLEISCHHAUER) und über die Bedeutung der Muskelspindeln für die Regulation der Reflexmotoren sind neu aufgenommen worden.

Ein ausführliches Literaturverzeichnis, für dessen mühevollen Bearbeitung ich Frl. Dr. ZULEGER am Anatomischen Institut in Freiburg zu danken habe, wurde dem Bande angefügt.

Bei der Berichtigung von Druckfehlern und Sinnfehlern haben sich viele Helfer, darunter auch besonders Studenten anderer Universitäten freiwillig zur Verfügung gestellt. Ihr Interesse war für mich der schönste Lohn meiner Arbeit.

Ich danke ihnen allen, ebenso wie dem Verlag, dessen verständnisvolle Unterstützung mir auch diesmal die Arbeit wesentlich erleichtert hat.

Für einige wichtige Hinweise und Berichtigungen in Bezug auf die Bahnverbindungen der Stammganglien bin ich Herrn Prof. HASSLER in Freiburg zu großem Dank verpflichtet.

Freiburg i. Br., im April 1960

GOERTTLER

Vorwort zur 1. Auflage

Der vorliegende Band erhält sein besonderes Gepräge durch die Mitarbeit von Herrn Prof. E. GÖPPERT, Marburg, und Herrn Dr. med. habil. K. NIESSING, Freiburg. Um das Werk in schnellerer Folge erscheinen zu lassen, habe ich Herrn Prof. GÖPPERT gebeten, die Bearbeitung des Abschnittes Zentralnervensystem zu übernehmen. Ich bin meinem Lehrer und väterlichen Freund E. GÖPPERT zu größtem Dank verpflichtet, daß er in selten uneigennützig Weise seine große Unterrichtserfahrung und sein reiches Wissen in den Dienst der Sache gestellt hat und mir außerdem gestattete, geringfügige Änderungen vorzunehmen, um seinen Text, sofern es überhaupt noch notwendig war, in den Plan des Ganzen einzufügen. Mein Schüler K. NIESSING hat den Abschnitt allgemeine Nervenlehre bearbeitet und z. T. eigene Präparate dazu hergestellt. Auch ihm möchte ich herzlich danken. Durch die Großzügigkeit beider Mitarbeiter hat der Band äußerlich und innerlich seine Geschlossenheit bewahrt, und es ist der seltene Fall eingetreten, daß Vertreter dreier Generationen so zusammengearbeitet haben, daß, wie mir scheint, ein einheitliches Ganzes entstanden ist.

Die dargestellten Gebiete dieses Bandes, die jedes für sich die Grundlage für ein Sonderfach der praktischen Medizin bilden, sind im Laufe der Zeit nicht nur von Anatomen, sondern auch von Vertretern der Sonderfächer bearbeitet worden, und haben dabei einen gewissen Abschluß und eine bestimmte Reife erlangt. Da diese Nebenfächer im klinischen Unterricht etwas zurückgetreten sind, war die Entscheidung schwierig, wie viel von dem Stoff übermittelt werden solle. Es ist aber kein Zweifel, daß diese Nebenfächer sich mehr als die meisten anderen Gebiete der praktischen Medizin auf die Anatomie stützen. Daher sollte der Student wenigstens eine ausreichende anatomische Grundlage bekommen, um nicht den klinischen Unterricht zu erschweren. Dabei mußte versucht werden, die lebendigen Zusammenhänge, die meist auf praktisch wichtige Fragen hinweisen, hervorzuheben.

Die Abbildungen wurden wiederum zum größten Teil von Herrn KOTZIAN, dessen vorzügliche Darstellungskunst sich vielfach bewährt hat, angefertigt. Die mikroskopischen Zeichnungen hat Fräulein SCHLICHTING mit großer Sorgfalt ausgeführt. Die Vorlagen zu den Abbildungen entstammen der Sammlung des Kieler Institutes, die prachtvolle alte Präparate von Kopfnerven und Sinnesorganen enthält. Graf F. v. SPÉE hat dieses sein Lieblingsgebiet besonders gepflegt und einige makroskopische und mikroskopische Präparate selbst angefertigt. Wo mir seine Autorschaft durch mündliche Überlieferung bekannt war, habe ich sie vermerkt. Viele schöne, z. T. kunstvolle Präparate hat Herr Prof. SPANNER der Sammlung hinzugefügt und den alten Bestand reorganisiert. Abgebildete Präparate, die von seiner Hand stammen, sind bezeichnet.

Im August 1940

BENNINGHOFF

Vorwort zur 5. Auflage

Die Neuroanatomie ist innerhalb der letzten 10 Jahre zu einer eigenen Wissenschaft geworden, deren Ergebnisse den klassischen Rahmen der üblichen anatomischen Darstellung gesprengt haben. So habe ich mich nach der Übernahme der Bearbeitung des BENNINGHOFFSchen Lehrbuches dazu entschließen müssen, den Hauptteil des Buches über das Zentralnervensystem neu zu schreiben.

Nur bei völlig neuer Einteilung des Stoffes ließ sich die notwendige Verbreiterung des Textes und der Zahl der Abbildungen auf ein Mindestmaß beschränken. Der Inhalt wurde weiterhin bestimmt durch die alte Leitidee des Buches, daß erst das Verständnis der Funktion die Formen zum Leben zu erwecken vermag. So ist auch der größte Teil der Neurophysiologie im Grunde nichts anderes als eine sinnvoll angewandte Anatomie.

Dieser Gedanke liegt der Einteilung zugrunde, welche vom Organisationsplan des Ganzen ausgehend den funktionellen Sinn der Teile und schließlich die Bedeutung der großen Bahnsysteme und des Baues der Hirnrinde darzustellen sucht.

Der von Prof. NIESSING, Marburg, in den ersten 3 Auflagen bearbeitete Abschnitt über das Nervengewebe wurde an entsprechenden Stellen des Buches unverändert übernommen. Auch die Abschnitte über das „Periphere“ und das „Autonome Nervensystem“ wurden nur durch Hinweise und neue Abbildungen ergänzt.

Die Überarbeitung der Kapitel „Äußere Haut“ und „Sinnesorgane“ erfolgte durch meinen Mitarbeiter, Dozent Dr. v. KÜGELGEN, dem ich hier für seine wertvolle Hilfe danke. Beide Teile wurden durch neue Abbildungen und Textänderungen auf den heutigen Stand unseres Wissens gebracht. Die internationale neue Nomenklatur ist im ganzen Band berücksichtigt worden.

Dem Verlag danke ich für seine großzügige Unterstützung. Die Zunahme der Abbildungen von 262 auf 407 bezeugt das meinen Wünschen bereitwillig entgegengebrachte Verständnis. Die meisten der neu hinzugekommenen Abbildungen stammen von Herrn WOHLSCHLEGEL, dessen einprägsame Kunst es mir ermöglichte, mit den einfachsten Mitteln auszukommen.

Ich hoffe, es möchte mir gelungen sein, dem Leser, trotz der drückenden Fülle der nun einmal nicht zu umgehenden Namen und Tatsachen, ein wenig von dem Gefühl der Bewunderung mitzuteilen, das mich selbst von jeher bei der Betrachtung der Organisation unseres Nervensystems erfüllt hat.

Freiburg i. Br., im Februar 1957

GOERTTLER

Inhalt

Der Plan der Darstellung	1
Der allgemeine Bauplan des zentralen Nervensystems	
Die äußere Form und ihre Entstehung	2
Die Entwicklung der Gehirnbläschen und ihrer Ventrikelräume	2
Die Formbildungsvorgänge im Bereich des Vorderhirns	8
Die Entwicklung der Wand des Gehirnrohrs	8
Die Entwicklung des Hemisphärenstieles	11
Die Entwicklung des Fornix	16
Die Entwicklung der Plexus chorioidei	17
Die Entwicklung des Commissurensystems im Endhirn	21
Die phylogenetische Entwicklung der Hirnrinde — Cortex cerebri	25
Die Entwicklung der Windungen und Furchen auf der Gehirnoberfläche	31
Die Formentwicklung des Mittelhirns	40
Die Formentwicklung des Rautenhirns	40
Das Kleinhirn	40
Das verlängerte Mark	46
Die Formentwicklung des Rückenmarks	46
Die Hüllen des Nervensystems und seine Blutgefäße	47
Die Hirnhäute	47
Entwicklung und Übersicht	47
Die harte Hirnhaut, Dura mater encephali	49
Die weiche Hirnhaut, Pia mater und Arachnoidea Encephali	53
Die Rückenmarkshäute	55
Die Blutgefäße des Zentralnervensystems	58
Die Arterien	58
Die Venen	63
Der Liquor cerebrospinalis	68
Das Nervengewebe	72
Baubestandteile des Nervengewebes	72
Die Nervenzellen	72
Die Nervenfasern und ihre Hüllen	79
Die Neuroglia	84
Bemerkungen über histolog. Methoden zur Darstellung des Nervengewebes	87
Das biologische Verhalten des Nervengewebes	88
Die Verbindungen der Nervenzellen untereinander und mit ihren Erfolgsorganen	93

Die Entwicklung der Beziehungen zwischen dem Nervengewebe und seinen Erfolgsorganen	98
Die Prinzipien der Verwendung des Nervensystems beim Aufbau funktioneller Strukturen	100
Die Neuronentheorie	104

Der funktionelle Bau der Teile

Das Rückenmark	107
Allgemeine Gliederung	107
Äußere Form und Lage	107
Die Beziehungen des Rückenmarks zum Bauplan des Organismus	112
Die Histogenese und die innere Gliederung	117
Der Spinalnerv	121
Die Gliederung der grauen Substanz im Rückenmark	126
Die Gliederung der weißen Substanz im Rückenmark	128
Die Leitungsbahnen des Rückenmarks	129
Der Elementarapparat	129
Der Leitungsapparat des Urhirns	132
Der Leitungsapparat des Neuhirns	136
Die Bedeutung des Rückenmarks für die Gesamtfunktion des zentralen Nervensystems	139
Die Medulla oblongata	141
Allgemeine Gliederung	141
Die äußere Form	141
Die Verteilung der weißen und grauen Substanz	145
Übersicht der Hirnnerven	154
Die Ordnung der grauen Substanz	157
Die Hirnnervenkerne	157
Das Reticularissystem	165
Die Leitungssysteme der Medulla	169
Der neuronale Aufbau des V., VII., IX., X., XI. und des VIII. Hirnnerven	169
Der Leitungsapparat des Urhirns und des Neuhirns	178
Das Mittelhirn	183
Allgemeine Gliederung	183
Die Mittelhirnkerne und ihre Verbindungen	185
Die Colliculi superiores et inferiores	185
Der Nucleus ruber	187
Das Stratum griseum centrale	189
Die Kerne der Augenmuskelnerven	190
Der Leitungsapparat	192
Das Reticularis-System des Tegmentum und die zentrale Haubenbahn	192
Das Leitungssystem des Neuhirns	195

Das Zwischenhirn	197
Allgemeine Gliederung	197
Die Topographie des Zwischenhirns	197
Die innere Gliederung	201
Der Hypothalamus	203
Die Kerne des Thalamus	208
Allgemeine Systematik und Topographie	208
Die funktionelle Ordnung der Thalamuskerns	210
Die subcorticalen Bahnverbindungen des Thalamus	212
Die thalamo-corticalen Bahnverbindungen und ihre Erregungszu- leitungen	213
Allgemeine Übersicht	213
Die thalamischen Bahnverbindungen zum Stirnhirn	213
Die Bahnverbindungen zur präzentralen Region, zur Parietalarinde und zum Hinterhauptslappen	215
Die thalamische Projektion der Körperfühlbahn	216
Die Radiatio thalami und ihre funktionelle Bedeutung	218
 Der Bau der Großhirnrinde	220
Allgemeine Baugeschichte	220
Die Architektur der Rindenzonen	224
Der Feinbau der Großhirnrinde und seine funktionelle Bedeutung	228
Das System der intracorticalen Assoziationsfasern und der Kommissuren	233
 Die funktionelle Gliederung des zentralen sensomotorischen Rindengebietes	236
Das primäre Rindengebiet	236
Die Körperfühlbahn	236
Die somatische Projektion	236
Die viscerale Projektion	239
Die klinische Bedeutung von Läsionen im Bereich der sensiblen Rinde	240
Die Pyramidenbahn	241
Die somatotopische Gliederung	241
Die klinische Bedeutung von Läsionen im Bereich des Pyramiden- bahnsystems	246
 Das extrapyramidale System	247
Die extrapyramidalen Rindenzonen	247
Die Stammganglien und ihre funktionelle Bedeutung	249
Die Rolle des extrapyramidalen Systems im Rahmen der gesamten Motorik	254
Das Kleinhirn	255
Allgemeine Übersicht	255
Der mikroskopische Bau	256
Die Kleinhirnrinde	256
Die Kleinhirnkerns	260

Die Leitungsbahnen des Kleinhirns	261
Der funktionelle Aufbau	267
Die sensorischen Rindengebiete und ihre Projektionsbahnen	270
Das Olfactorius-System	270
Die morphologische Gliederung	270
Der cytologische Aufbau	273
Die Bahnverbindungen des Riechhirns und ihre funktionelle Bedeutung	275
Das Opticus-System	276
Die Sehrinde	276
Die Sehbahn	279
Das Acusticus-System	281
Die Leistung der Großhirnrinde als Ganzes	284

Das periphere Nervensystem

Kopfnerve	290
Allgemeines	290
I. Tractus olfactorius	290
II. Fasciculus opticus	290
III. N. oculomotorius	291
Ganglion ciliare	292
IV. N. trochlearis	292
V. N. trigeminus.	292
N. ophthalmicus	294
N. maxillaris	296
N. mandibularis	298
VI. N. abducens	301
VII. N. facialis	301
VIII. N. statoacusticus	306
IX. N. glossopharyngeus	306
X. N. vagus	308
XI. N. accessorius	311
XII. N. hypoglossus	312
Rückenmarksnerven, Nervi spinales	314
Allgemeines Verhalten	314
Halsnerven, Nn. cervicales	319
Rami dorsales der Cervicalnerven	319
Halsgeflecht, Plexus cervicalis	320
Hautäste – Muskeläste	321
Armgeflecht, Plexus brachialis	323
Nerven des Plexus brachialis zum Schultergürtel	325

Nerven des Armes	326
Speichennerv, N. radialis	326
N. musculocutaneus	329
Mittelarmnerv, N. medianus	329
Ellennerv, N. ulnaris	332
Die Brustnerven, Nn. thoracici	334
Die Lenden- und Kreuznerven, Nn. lumbales et sacrales	335
Plexus lumbosacralis	335
Äste des Plexus lumbalis	336
Äste des Plexus sacralis	341
Plexus pudendus	345

Das autonome Nervensystem

Allgemeines	348
Sympathicus	349
Der Grenzstrang, Truncus sympathicus	349
Die prävertebralen Ganglien und die Geflechte	355
Das Sonnengeflecht	355
Die Beckengeflechte	356
Faserverlauf im Sympathicus, Zusammenfassung	357
Parasympathicus	359
Der craniale Parasympathicus	359
Der sacrale Parasympathicus	360
Reflexbögen des vegetativen Nervensystems	362
Funktionelle Bedeutung	364

Die äußere Haut, Integument

Allgemeines. Entstehung und Leistung der Haut	365
Oberflächenbeschaffenheit der Haut	366
Der feinere Bau der Haut	369
Epidermis	369
Lederhaut	374
Unterkhautgewebe	377
Haare	379
Nägel	384
Hautdrüsen	386
Talgdrüsen	386
Schweißdrüsen	386
Milchdrüsen, Mammae	388
Gefäße der Haut	393
Nerven der Haut	395

Sinnesorgane

Allgemeines	396
Organe der Oberflächen- und Tiefensensibilität	397
Geschmacksorgan	402
Geruchsorgan	405
Sehorgan	407
Allgemeine Übersicht	407
Entwicklung des Auges	408
Mißbildungen des Auges	411
Regenerationsvorgänge am Auge	412
Die Netzhaut, Retina	413
Der Sehnerv, Nervus opticus und die Sehbahn	418
Gefäßhaut des Auges, Tunica vasculosa bulbi, Uvea	420
Strahlenkörper, Corpus ciliare	421
Regenbogenhaut, Iris	424
Die Linse und ihr Aufhängeapparat	426
Der Akkommodationsmechanismus	428
Der Glaskörper, Corpus vitreum	429
Die Augenkammern und das Kammerwasser	430
Die äußere Augenhaut, Lederhaut, Sclera	431
Die Hornhaut, Cornea	432
Blutgefäße und Nerven des Augapfels	435
Die Augenlider, Palpebrae, und die Bindehaut, Tunica conjunctiva	438
Die Tränenorgane	441
Der Bewegungsapparat des Augapfels	443
Die nervöse Steuerung des Bewegungsapparates	447
Das stato-akustische Organ	449
Einteilung	449
Äußeres Ohr	450
Trommelfell, Membrana tympani	452
Mittelohr	454
Paukenhöhle, Cavum tympani	454
Die Ohrtrompete, Tuba auditiva	460
Das innere Ohr	461
Die häutige Schnecke, Ductus cochlearis	465
Die Basilarmembran, das Cortische Organ und die Mechanik des schallaufnehmenden Apparates	467
Die Bogengänge und das Säckchen	475
Schrifttum	481
Sachverzeichnis	507

Der Plan der Darstellung

Das Nervensystem hat sich im Laufe von Jahrmillionen lebendig entwickelt und hat beim Menschen eine Differenzierungshöhe erreicht, welche ihn gegenüber allen anderen lebenden Wesen auszeichnet. Erst durch die Entwicklung seines mächtigen Gehirns wird der Mensch im Laufe der Lebensgeschichte zum *Homo sapiens*. Ihr verdankt er seine gesamte Kultur und seine beherrschende Stellung auf der Erde. Alle Sondermerkmale, die ihn außerdem gegenüber den Tieren kennzeichnen — sein aufrechter Gang, das binoculare Sehen, die freie obere Extremität u. a. —, würden ohne die gleichzeitige Existenz seines Großhirns ihren lebendigen Sinn verlieren. Unser Gehirn ist unser menschliches Schicksal. In ihm spiegelt sich unser ganzes Leben und das unserer menschlichen Art in ihrer Entwicklung — und über uns hinausweisend vielleicht schon die Zukunft unseres Geschlechtes. Der Entwicklungsweg führt über bestimmte Leistungsstufen, deren morphologische Grundlagen auch im menschlichen Gehirn noch gegeben sind. In unserem zentralen Nervensystem existieren einfach gebaute, phylogenetisch sehr alte Abschnitte, über die jedes Wirbeltier in gleicher Weise verfügt, neben jüngeren, welche nur den Säugetieren zukommen, und schließlich solchen, welche nur der Mensch besitzt. Es gibt deshalb auch keinen anderen Weg zum Verständnis der Leistung und Struktur des menschlichen Gehirns als den, welchen uns die Entwicklung in ihrer Stammesgeschichte vorgezeichnet hat.

Auf dieser Einsicht beruht der Grundgedanke der folgenden Darstellung. Sie verläßt den üblichen methodischen Weg, der bei den Zellen beginnt und von hier aus schrittweise versucht, durch die Zusammenfügung höherer Bau- und Funktionsteile zum fertigen System zu gelangen. Für den Anfänger führt dieser Weg erfahrungsweise nicht zum Ziel, weil das Ordnungsgefüge, innerhalb dessen die Teile erst ihren Sinn erhalten, vorausgesetzt werden muß, so wie der Plan des Architekten beim Bau eines Hauses. Erst wenn das Fundament steht und auf ihm der Rohbau des Hauses schon errichtet ist, d. h. in einem zweiten Teil der Darstellung, können wir in ihm die „Betriebsräume“ und dann auch die „Nervenleitungen“ installieren. Dann erst interessiert uns auch das Material des Nervensystems, das uns für diese Aufgabe zur Verfügung steht. So müssen wir zunächst den Bauplan des zentralen Nervensystems studieren, der allein aus seiner Formgeschichte heraus verstanden werden kann.

Der allgemeine Bauplan des zentralen Nervensystems

Die äußere Form und ihre Entstehung

Die Entwicklung der Gehirnbläschen und ihrer Ventrikelräume

Beim Amphibienkeim kann man den ersten Schritten der Formbildung mühelos zuschauen (Abb. 1). Das zentrale Nervensystem entsteht aus dem Ektoderm, innerhalb dessen sich auf der Dorsalseite des Eies zunächst eine verdickte *Medullarplatte* abzeichnet, welche an ihrem vorderen breiten und voluminösesten Teil die Gehirnanlage, und am caudalen schmälern Teil die Anlage des Rückenmarks enthält. Ihre Ränder biegen sich bei weiterem flächenhaftem Wachstum unter Bildung einer *Medullarrinne* aufeinander zu, kommen in der Mitte schließlich zur Berührung und verwachsen miteinander. So entsteht das Medullar- oder *Neuralrohr*, das sich von seinem Mutterboden ablöst und unter das Ektoderm versenkt wird. Dieser Vorgang spielt sich im Prinzip beim Menschen nicht anders ab als bei Amphibienkeimen (Abb. 2). Der Verschluss der Rinne zum Rohr beginnt ungefähr an der Gehirn-Rückenmarksgrenze und schreitet von hier nach vorn und hinten fort. Am vorderen und hinteren Ende des Neuralrohrs bleibt vorübergehend eine Öffnung erhalten, der vordere und hintere *Neuroporus*. Nach Abschluß des vorderen Neuroporus erhält sich an seiner Stelle kurze Zeit noch eine Verbindung zwischen Hirnwand und Ektoderm.

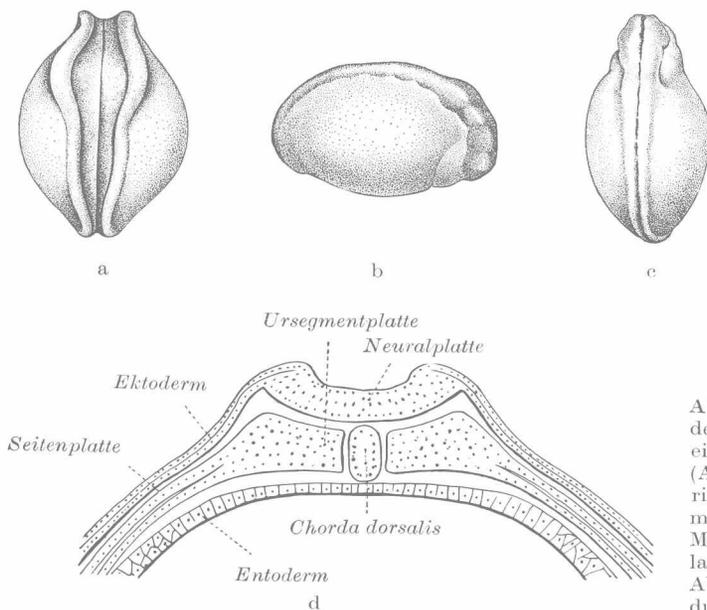


Abb. 1. Die Entwicklung des Medullarrohrs bei einem Amphibienkeim (Axolotl). a) Medullarplatte. b) Profil des Keimes mit geschlossenem Medullarrohr. c) Medullarrohr kurz vor dem Abschluß. d) Querschnitt durch a) (nach GOETTE).

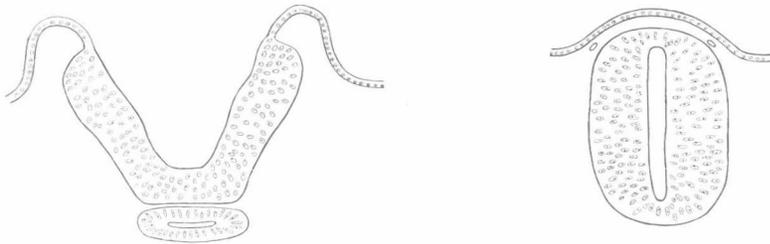


Abb. 2. Querschnitt durch die Neuralrinne und durch das Neuralrohr eines jungen menschlichen Embryo.

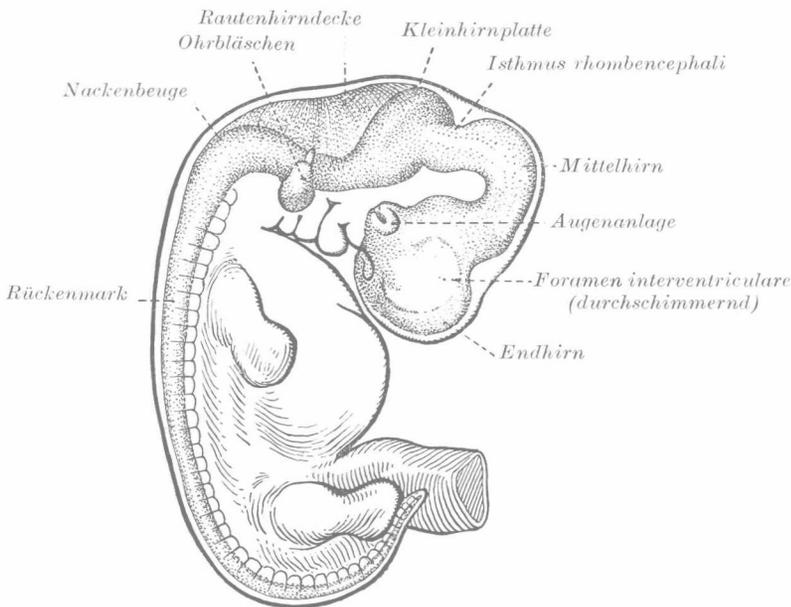


Abb. 3. Gehirn und Rückenmark bei einem durchsichtig gemachten menschlichen Embryo von 12 mm größter Länge. Umzeichnung nach FISCHER.

Bei der Entwicklung des Schwanzendes des embryonalen Körpers wächst auch das Hinterende des Neuralrohrs aus, so daß die Rückenmarkanlage bis an das Schwanzende des Embryo reicht (Abb. 3). Noch vor dem vollständigen Abschluß des vorderen Neuroporus kommt es am Hirnteil des Neuralrohrs zur Bildung von drei hintereinanderliegenden Abschnitten, die man als Vorderhirn (*Prosencephalon*), Mittelhirn (*Mesencephalon*) und Rautenhirn (*Rhombencephalon*) bezeichnet. Die beiden zuletzt genannten Abteilungen bilden genetisch, strukturell und funktionell eine Einheit gegenüber dem Prosencephalon.

Der äußerlich sichtbaren Dreiteilung entspricht zwischen dem Mittelhirn und dem Rautenhirn keine innere Strukturgrenze. Dem Menschen und den meisten Säugern fehlt ein selbständiges Mittelhirnbläschen. Das bis zum Prosencephalon hinaufreichende *Tegmentum* (s. sp. S. 5, 179) gehört ebenso zum Mittelhirn wie zum Rautenhirn.

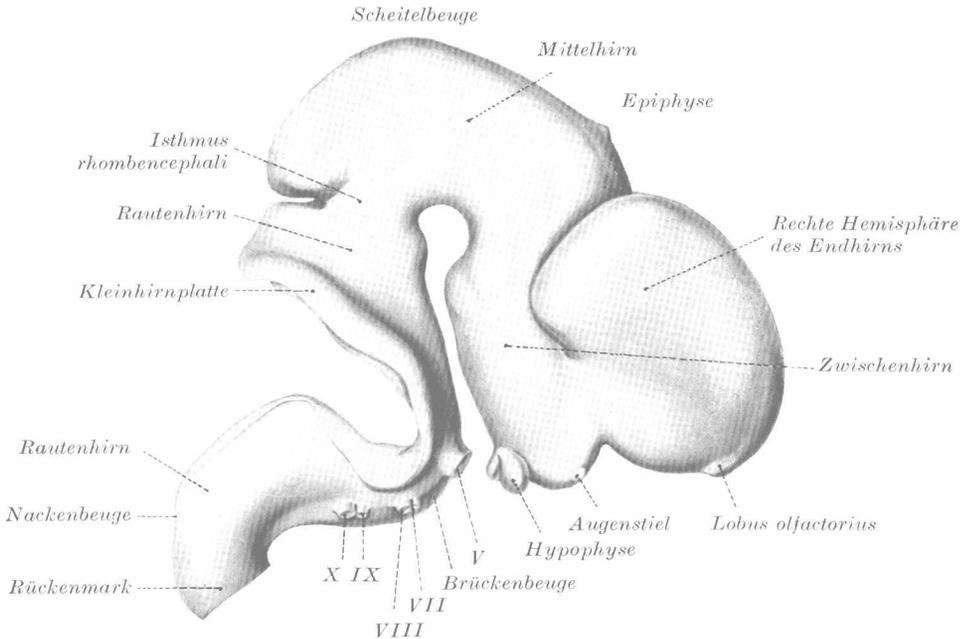


Abb. 4. Modell des Gehirns von einem Embryo von 19,40 mm Steiß-Scheitellänge. Vergrößerung 10,5:1 nach F. HOCHSTETTER.

Es bildet die seitlichen und basalen Teile dieser Gehirnabschnitte, so daß von diesem Gesichtspunkt aus gesehen nur eine Zweiteilung der Gehirnanlage in ein Prosencephalon und ein Rhombencephalon (im weiteren Sinne) vorliegt. Mittelhirn und Rautenhirn unterscheiden sich voneinander nur bezüglich der weiteren Ausbildung ihrer dorsalen Wandteile. Über dem Tegmentum des ersteren entwickelt sich das *Tectum* als übergeordnetes Zentrum für die optische und akustische Raumorientierung; über dem Rautenhirn entsteht das *Cerebellum*. Die weitere Verwendung der hier zugrunde gelegten Dreiteilung hat also lediglich eine topographisch-deskriptive Bedeutung.

Das Rhombencephalon geht ohne scharfe Grenze in die Rückenmarkanlage über. Das anfänglich gerade gestreckte Neuralrohr erfährt bei Säugetier und Mensch Achsenkrümmungen, die auf Wachstumsbesonderheiten der Hirnanlage und die Gestaltung des Kopfes zurückzuführen sind (Abb. 3 u. 4). Schon frühzeitig entsteht eine Biegung im Bereich des Mittelhirns, die *Scheitelbeuge*, deren höchsten Punkt der Scheitelhöcker bildet. Die Gestaltsänderung des Kopfes läßt ferner eine Abbiegung der Rückenmarkanlage gegen das Rautenhirn zustande kommen, die *Nackenbeuge*, deren höchste Stelle den Nackenhöcker bildet. Diese Biegung gleicht sich später wieder aus. Schließlich setzt eine letzte ventrale Biegung im Bereich des Rautenhirns selbst ein, die *Brückenbeuge*. Schon im Zustand der Neuralrinne hatten sich im späteren Vorderhirngebiet die Anlagen der Augen als Augengruben gebildet. Nach Abschluß der Neuralrinne zum Rohr entwickeln sich die Augenanlagen als blasenförmige Auswüchse aus der Seitenwand des Vorderhirns. In seinem Bereich sondern sich weiterhin zwei vorn und seitlich liegende Endhirnbläs-

Lamina terminalis

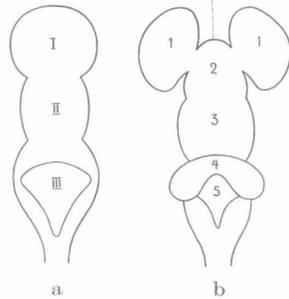


Abb. 5. Schema der Entwicklung der Hirnbläschen.
a) 3-Bläschenstadium, b) 5-Bläschenstadium. Bezeichnungen im Text.

ehen von dem in der Mitte liegenden Zwischenhirn, *Diencephalon*, ab, das mit den Augenblasen in Verbindung steht. Die beiden großen seitlichen Hirnbläschen bilden zusammen das Endhirn, *Telencephalon* (Abb. 4).

Den vorderen Abschluß bildet die *Lamina terminalis*, welche zum Zwischenhirn gehört. Gleichzeitig entwickeln sich aus dem Rhombencephalon die Kleinhirnanlage, *Metencephalon*, und das verlängerte Rückenmark, *Myelencephalon*, so daß aus den drei ursprünglichen Abschnitten nun fünf entstanden sind (Abb. 5). Das Kleinhirn entwickelt sich ebenso wie das Tectum des Mittelhirns dorsal über dem gemeinsamen Tegmentum des „Rhombencephalon“ im weiteren Sinne.

I		II		IIa	
Prosencephalon		Mesencephalon	Rhombencephalon (s. str.)		
		Tegmentum			
1	2	3	4	5	
Telencephalon	Diencephalon	Mesencephalon mit Tectum	Metencephalon (Cerebellum)	Myelencephalon	

Die stärkste Entwicklung erfährt von nun an das Endhirn. Seine beiden *Hemisphären* entfalten sich bei den Säugetieren zum Großhirn. Immer größere Teile des Zwischenhirns und Mittelhirns werden von ihm überlagert (Abb. 6). Im vierten Monat ist das Zwischenhirn bedeckt, im fünften das Mittelhirn und im achten die Kleinhirnanlage des Rhombencephalon. Es vergrößert sich in einem immer weiter gespannten Bogen frontalwärts, parietalwärts und besonders stark in occipitaler Richtung. Dabei bildet die etwas eingezogene Basis des Hemisphärenstieles das ruhende Zentrum innerhalb dieser Bewegung (Abb. 7).

Ihm entspricht die Insel — *Insula* (Reilii) — der später sich hier entwickelnden Großhirnrinde. Durch ihre enge Verbindung mit dem Hemisphärenstiel ist ihr Flächenwachstum begrenzt. Die angrenzende Rindengebiet aber breiten sich immer weiter aus, sie schieben sich gewissermaßen als Deckel, *Opercula* (frontale, fronto-parietale und temporale), über die Insel und lassen damit dieses Rindenfeld in der Tiefe der *Fissura cerebri lateralis* (Sylvii) verschwinden (Abb. 9).

Im Inneren der Ventrikelräume des Gehirns befindet sich eine Art Lymphe, der *Liquor cerebrospinalis*. Er kommuniziert durch das *Foramen Monroi* (Foramen interventriculare) zwischen den beiden Seitenventrikeln (*Partes laterales ventriculi Telencephali*) und dem medialen Binnenraum, der als dritter Ventrikel bezeichnet wird. Zu ihm gehört wieder eine *Pars diencephalica* und eine *Pars mesencephalica*. Die letztere wird zur engsten Stelle des Ventrikelsystems, zum *Isthmus*, an den

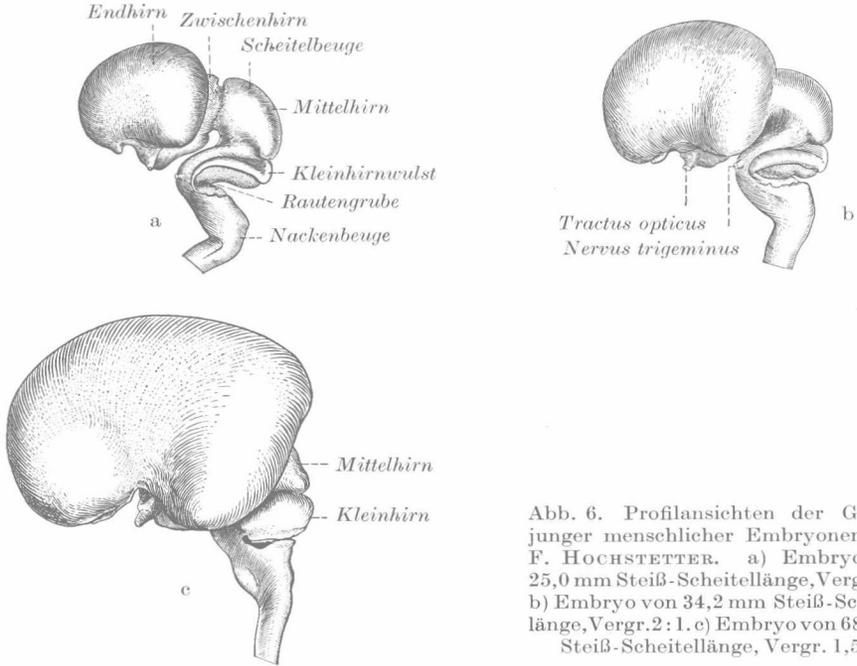


Abb. 6. Profilsichten der Gehirne junger menschlicher Embryonen nach F. HOCHSTETTER. a) Embryo von 25,0 mm Steiß-Scheitellänge, Vergr. 2:1. b) Embryo von 34,2 mm Steiß-Scheitellänge, Vergr. 2:1. c) Embryo von 68,0 mm Steiß-Scheitellänge, Vergr. 1,5:1.

sich caudalwärts im Rhombencephalon der vierte Ventrikel anschließt (Abb. 8). Die beiden Seitenventrikel folgen dabei der bogenförmigen Entfaltung der Endhirnbläschen, so daß aus ihnen widerhornartig gebogene Räume im Inneren des Großhirns werden (Abb. 9). Im Stirnpol liegt das sog. *Vorderhorn* (Cornu anterius) des Ventrikelraumes, im Occipitalpol das *Hinterhorn* (Cornu posterius) und ein *Untershorn* (Cornu inferius) im Schläfenlappen. Der mittlere Ventrikelraum, welcher seiner Tiefe nach im Zwischenhirn am ausgedehntesten ist, bleibt unverrückt in seiner Lage.

Wir kommen zu folgender Einteilung des ganzen Gehirnes, die im Vergleich der beiden Abb. 10 und 11 auch schon auf den Zustand des fertig entwickelten Gehirns beziehbar ist.

<i>Telencephalon</i> — Hemisphären {	Pallium (Mantel)
Endhirn		Rhinencephalon (Riechhirn) Corpus striatum
<i>Diencephalon</i> {	Thalamus und Hypothalamus
Zwischenhirn		Hypophyse — Epiphyse Corpus mamillare
<i>Mesencephalon</i>		Corpora quadrigemina (4 Hügel)
Mittelhirn {	Tegmentum (Haube)
<i>Metencephalon</i>		Crura cerebri (Hirnschenkel)
Hinterhirn {	Cerebellum (Kleinhirn)
<i>Myelencephalon</i>		Pons (Brücke)
Nachhirn {	Tegmentum
		Pyramiden, Oliven
		(verlängertes Mark)