

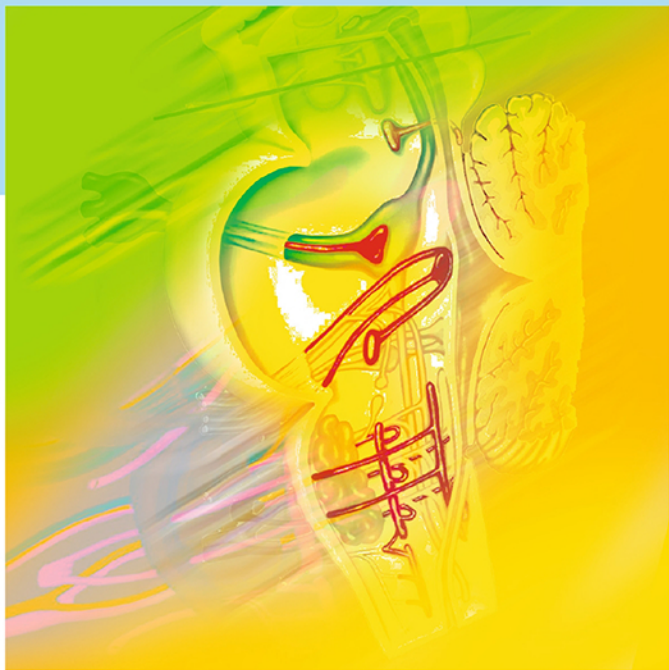
# Taschenatlas Neurologie

Reinhard Rohkamm  
Pawel Kermer

Farbtafeln von  
Manfred Güther

 Online-Version in der eRef

4., vollständig  
überarbeitete Auflage



 Thieme





# Taschenatlas Neurologie

Reinhard Rohkamm

Pawel Kermer

4., vollständig überarbeitete Auflage

199 Farbtafeln von Manfred Güther

Georg Thieme Verlag  
Stuttgart · New York

Prof. Dr. med. Pawel **Kermer**  
Nordwest-Krankenhaus Sanderbusch  
Neurologische Klinik  
Am Gut Sanderbusch 1  
26452 Sande

Prof. Dr. med. Reinhard **Rohkamm**  
26441 Jever

neurologie@sanderbusch.de

*Bibliografische Information  
der Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese  
Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über  
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter

[www.thieme.de/service/feedback.html](http://www.thieme.de/service/feedback.html)



1. Auflage 2000
2. Auflage 2003
3. Auflage 2009

1. englische Auflage 2004
1. französische Auflage 2005
1. japanische Auflage 2006
1. koreanische Auflage 2008
1. russische Auflage 2008
1. türkische Auflage 2008
1. spanische Auflage 2010
2. englische Auflage 2014
1. rumänische Auflage 2014
2. französische Auflage 2016
2. russische Auflage 2016
1. chinesische Auflage 2017

© 2018 Georg Thieme Verlag KG  
Rüdigerstr. 14  
70469 Stuttgart  
Deutschland  
[www.thieme.de](http://www.thieme.de)

Printed in Italy

Umschlaggestaltung: Thieme Gruppe  
Redaktion: Susanne Drosihn, Winterbach  
Satz: Ziegler und Müller, Kirchentellinsfurt  
Zeichnungen: Grafik Atelier Güther, Bermatingen  
Druck: LEGO S.p.A, Vicenza

DOI 10.1055/b-005-143 299

ISBN 978-3-13-240330-7

1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:  
eISBN (PDF) 978-3-13-240334-5  
eISBN (epub) 978-3-13-240335-2

**Wichtiger Hinweis:** Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe dem **Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht. Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt. Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

*Für  
Christina, Claire und Ben  
Monika, Jonas und Hannah.*

17 Jahre nach dem Erscheinen der Erstfassung freuen wir uns, Ihnen die nun 4. vollständig überarbeitete Auflage des Taschenatlasses Neurologie vorlegen zu dürfen. Bewährtes haben wir beibehalten. Hierzu zählt vor allem der Fokus des Buches: „Wie geht eigentlich Neurologie?“ Diese Frage erschließt sich unserer Einschätzung nach nur über fundierte Kenntnisse der neuroanatomischen Grundlagen und neurophysiologischen Funktionssysteme, die es erst erlauben, Symptome syndromal zuzuordnen. Daher findet der Leser – wie im Taschenatlasformat gewohnt – in Gegenüberstellung von Text und Grafik zunächst eine Übersicht zu den Grundlagen, Funktionssystemen und Syndromen der klinischen Neurologie, bevor einzelne Krankheitsbilder und deren wegweisende Merkmale dargestellt werden. Weil die Anamnese und körperlich-neurologische Untersuchung in der täglichen Praxis einen führenden Rang in der Diagnose und Therapie einnehmen, ist diesem Bereich auch weiterhin ein eigenes Kapitel gewidmet, das komplett umgeschrieben und erweitert wurde. Ebenso haben wir den übrigen Text und die Abbildungen vollständig überarbeitet und den aktuellen Entwicklungen im Fach Neurologie angepasst. Die exzellenten Grafiken von Herrn Manfred Güther sind dabei nach wie vor eine tragende Säule des Buches. Schließlich wurde auch der Tabellenteil verändert und erweitert. Hier mussten aus Platz- und didaktischen Gründen Kompromisse geschlossen werden, sodass kein Anspruch auf Vollständigkeit besteht.

Neu ist außerdem, dass der Taschenatlas Neurologie nun von 2 Autoren gestaltet wird. Beide teilen wir nicht nur die Leidenschaft für das Fach Neurologie, sondern ergänzen uns auch in den Erfahrungen aus der täglichen praktischen ärztlichen Tätigkeit, die die Auswahl der thematischen Schwerpunkte dieses

Buches geprägt hat. Wie der geneigte Leser sicher nachvollziehen kann, ist die Bearbeitung eines solchen Werkes neben der täglichen Routine, ohne die Unterstützung vieler und die Geduld bzw. Entbehrung vor allem unserer Familien, undenkbar. Unseren Familien gilt daher zuallererst unser besonderer Dank. Ihnen ist dieses Buch gewidmet.

Außerdem schulden wir unseren Kolleginnen, Kollegen, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der neurologischen Klinik und des Nordwestkrankenhauses Sanderbusch großen Dank für ihre Unterstützung und ihr Verständnis in der Phase der Fertigstellung des Buches. Den Lesern früherer Auflagen sind wir für ihre hilfreichen Kommentare und Vorschläge zur Verbesserung dankbar, die wir gerne in diese Neuauflage übernommen haben. Der Georg Thieme Verlag hat sie in gewohnt vorbildlicher Weise gestaltet. Besonders bedanken wir uns dafür bei Frau Korinna Engeli und Frau Laura Bohnert.

Schließlich hoffen wir, Sie mit dem aktuellen Taschenatlas für das Fach Neurologie (weiterhin) begeistern zu können und wünschen Ihnen viel Spaß beim Anschauen, Lesen und Nachschlagen.

Im Herbst 2017  
Reinhard Rohkamm und Pawel Kermer,  
Sanderbusch

### Vorbemerkung zum Tabellenteil

Am Ende des Buches finden Sie eine große Sammlung von Tabellen (S.418), auf die im Text verwiesen wird. Den Tabellenteil finden Sie mithilfe des türkisfarbenen Griffregisters.

**A.*ja.*** *Arteria/arteriae* (Nominativ Singular/  
Genitiv Singular)

**Aa.** *Arteriae* (Nominativ Plural)

**ACI** *Arteria carotis interna*

**AD** *autosomal-dominant*

**ADEM** *akute disseminierte Enzephalomyelitis*

**AICA** *anterior inferior cerebellar artery,  
Arteria cerebelli inferior anterior*

**AIDP** *acute inflammatory demyelinating  
polyradiculoneuropathy*

**AIDS** *acquired immunodeficiency syndrome*

**AION** *anteriore ischämische Optikusneuropathie*

**ALS** *amyotrophe Lateralsklerose*

**AMAN** *acute motor axonal neuropathy*

**AMSAN** *acute motor and sensory axonal  
neuropathy*

**ApoE** *Apolipoprotein E; Lokalisation auf  
Chromosom 19q13.2; Polymorphismus mit  
den 3 Allelen ApoE2, ApoE3 und ApoE4*

**APP** *amyloid precursor protein*

**AR** *autosomal-rezessiv*

**ARAS** *aufsteigendes retikuläres aktivierendes  
System*

**AVM** *arteriovenöse Malformation*

**ASS** *Acetylsalicylsäure*

**BHS** *Blut-Hirn-Schranke*

**BPVP** *benigner peripherer paroxysmaler  
Lagerungsschwindel*

**BSG** *Blutkörperchengeschwindigkeit*

**BWS** *Brustwirbelsäule*

**C.** *Cisterna* (Nominativ Singular)

**CADASIL** *cerebrale autosomal dominante  
Arteriopathie mit subkortikalen Infarkten  
und Leukoenzephalopathie*

**CAS** *Carotisstenangioplastie, Carotis-Stenting,  
carotid artery stenting*

**CBF** *cerebral blood flow, zerebraler Blutfluss*

**Cc.** *Cisternae* (Nominativ Plural)

**CEA** *Carotis-Thrombendarteriektomie,  
Carotis-Endarteriektomie, carotid endarterectomy*

**CGRP** *calcitonin gene-related peptide*

**CIDP** *chronische inflammatorische demyelinisie-  
rende Polyneuropathie/Polyradikulopathie*

**CIS** *clinically isolated syndrome, klinisches  
Erstsyndrom einer MS*

**CMT** *Charcot-Marie-Tooth*

**CO** *Kohlenmonoxid*

**CPP** *cerebral perfusion pressure,  
zerebraler Perfusionsdruck*

**CT** *Computertomogramm, Computertomografie*

**CTA** *CT-Angiografie, CT-Angiogramm*

**CVR** *cerebral vascular resistance,  
zerebraler Gefäßwiderstand*

**DD** *Differenzialdiagnose*

**DNS** *Desoxyribonukleinsäure*

**DWI** *diffusion weighted imaging*

**EEG** *Elektroenzephalogramm,  
Elektroenzephalografie*

**EMG** *Elektromyogramm, Elektromyografie*

**EOG** *Elektrookulogramm, Elektrookulografie*

**FAEP** *frühe akustisch evozierte Potenziale*

**FLM** *Fasciculus longitudinalis medialis*

**FTD** *frontotemporale Demenz*

**G.*g.*** *Gyrus/gyri* (Nominativ Singular/  
Genitiv Singular)

**GABA**  $\gamma$ -Amino-Buttersäure

**GBS** *Guillain-Barré-Syndrom*

**Ggl.** *Ganglion* (Nominativ Singular)

**Gl.** *Glandula* (Nominativ Singular)

**Gll.** *Glandulae* (Nominativ Plural)

**HMSN** *hereditäre motorisch-sensible Neuropathie*

**HSV** *Herpes-simplex-Virus*

**HTLV** *human T-cell lymphotropic virus*

**HWS** *Halswirbelsäule*

**ICB** *intrakranielle Blutung, im engeren Sinne  
intrazerebrale Blutung*

**ICP** *intracranial pressure, intrakranieller Druck,  
Hirndruck*

**IL** *Interleukin*

**KM** *Kontrastmittel*

**L-Dopa** *Levodopa (L-3,4-Dihydroxyphenylalanin)*

**LHON** *Lebersche hereditäre Optikusneuropathie*

**Lig.** *Ligamentum* (Nominativ Singular)

**Ligg.** *Ligamenta* (Nominativ Plural)



## Abkürzungsverzeichnis

- LP** Lumbalpunktion, Liquorpunktion
- LWS** Lendenwirbelsäule
- M./m.** Musculus/musculi (Nominativ Singular/  
Genitiv Singular)
- MAP** mean arterial pressure,  
mittlerer arterieller Druck
- MD** Muskeldystrophie, Muskeldystrophien
- MEP** magnetisch evozierte Potenziale
- Mm.** Musculi (Nominativ Plural)
- MMP** Matrix-Metallproteinase
- MRA** Magnetresonanztomografie,  
Magnetresonanztomogramm
- MRT** Magnetresonanztomogramm,  
Magnetresonanztomografie, Kernspintomogramm,  
Kernspintomografie
- MS** multiple Sklerose
- MSA** Multisystematrophie
- N./n.** Nervus/nervi (Nominativ Singular/  
Genitiv Singular)
- NMO** Neuromyelitis optica
- Nn.** Nervi (Nominativ Plural)
- NO** Stickstoffmonoxid
- NREM** non-rapid eye movement
- Nucl.** Nucleus (Nominativ Singular)
- PCR** Polymerase-Kettenreaktion,  
polymerase chain reaction
- PET** Positronenemissionstomografie,  
Positronenemissionstomogramm
- PICA** posterior inferior cerebellar artery,  
Arteria cerebelli inferior posterior
- PLED** periodische lateralisierte epileptische  
Entladungen (periodische oder semiperiodische  
scharfe Wellen oder Spikes mit teils komplexer  
polyphasischer Formation im EEG)
- PML** progressive multifokale Leukenzephalopathie
- PNP** Polyneuropathie
- PNS** Peripheres Nervensystem
- PPRF** paramediane pontine retikuläre Formation
- PWI** perfusion weighted imaging
- R.** Ramus (Nominativ Singular)
- riFLM** rostraler interstieller Kern des FLM
- RBD** REM Sleep Behavior Disorder, REM-Schlaf-  
Verhaltensstörung, Schenck-Syndrom,  
Traumschlaf-Verhaltensstörung
- REM** rapid eye movement
- RNS** Ribonukleinsäure
- ROS** reactive oxygen species,  
reaktive Sauerstoffradikale
- Rr.** Rami (Nominativ Plural)
- S./s.** Sinus/sinus (Nominativ Singular/  
Genitiv Singular)
- SAB** Subarachnoidalblutung
- SCN** Nucleus suprachiasmaticus des Hypothalamus
- SEP** sensibel evozierte Potenziale
- SHT** Schädel-Hirn-Trauma
- SIRS** systemic inflammatory response syndrome
- SPECT** single photon emission computed  
tomography
- Ss.** Sinus (Nominativ Plural)
- SSEP** somatosensibel evozierte Potenziale
- SSPE** subakute sklerosierende Panenzephalitis
- STP** Stauungspapille, Papillenödem
- T** Tesla (abgeleitete SI-Einheit für die  
magnetische Flussdichte)
- T1w** T1-gewichtet
- T2\*w** T2\*-gewichtet
- T2w** T2-gewichtet
- Tab.** Tabelle, Tabellen
- TIA** transitorisch ischämische Attacke
- TNF** Tumornekrosefaktor
- Tr./tr.** Tractus/tractus (Nominativ Singular  
und Plural/Genitiv Singular)
- V./v.** Vena/Venae (Nominativ Singular/  
Genitiv Singular)
- VEP** visuell evozierte Potenziale
- Vv./vv.** Venae/venarum (Nominativ Plural/  
Genitiv Plural)
- VZV** Varizella-Zoster-Virus
- ZNS** zentrales Nervensystem

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen</b> .....	14			
1.1	Übersicht .....	14	1.15	Großhirn .....	42
1.2	Schädel .....	16	1.16	Wirbelsäule und Wirbelkanal ..	46
1.3	Meningen (Hirnhäute) .....	18	1.17	Rückenmark .....	48
1.4	Liquor cerebrospinalis .....	20	1.18	Motorische Bahnen .....	50
1.5	Hirnstamm .....	22	1.19	Zerebellare Bahnen .....	52
1.6	Hirnnerven (Nervi craniales) ..	24	1.20	Sensorische Bahnen .....	54
1.7	Karotisgefäße .....	26	1.21	Dermatome und Myotome ...	56
1.8	Vordere Hirnarterien .....	28	1.22	Peripheres Nervensystem ...	58
1.9	Vertebrobasiläre Arterien ...	30	1.23	Skelettmuskulatur .....	68
1.10	Kleinhirnarterien .....	32	1.24	Vegetatives Nervensystem ...	70
1.11	Hintere Hirnarterien .....	34	1.25	Limbisches System .....	74
1.12	Zerebrale Venen .....	36	1.26	Neuroimmunologie .....	76
1.13	Extrazerebrale Venen .....	38	1.27	Neurogenetik .....	78
1.14	Spinale Gefäße .....	40	1.28	Neurodegeneration .....	80
<b>2</b>	<b>Funktionssysteme</b> .....	84			
2.1	Reflexe .....	84	2.14	Sprache .....	112
2.2	Bewegungssteuerung .....	86	2.15	Sprechen .....	114
2.3	Basalganglien .....	88	2.16	Gedächtnis .....	116
2.4	Visuelles System .....	90	2.17	Neuroendokrine Steuerung ...	118
2.5	Okulomotorik .....	92	2.18	Herz und Kreislauf .....	120
2.6	Pupillomotorik .....	96	2.19	Atmung .....	122
2.7	N. trigeminus (V) .....	98	2.20	Thermoregulation .....	124
2.8	N. facialis (VII) .....	100	2.21	Gastrointestinale (GI) Funktion	126
2.9	Vestibuläres System .....	102	2.22	Blasen- und Sexualfunktion ..	128
2.10	Hören .....	104	2.23	Hirnschrankensysteme .....	130
2.11	Schmerz .....	106	2.24	Intrakranieller Druck (ICP) ...	132
2.12	Zirkadianer Rhythmus .....	108	2.25	Neurotransmittersystem .....	134
2.13	Bewusstsein .....	110			
<b>3</b>	<b>Syndrome</b> .....	138			
3.1	Zentrale Lähmung .....	138	3.7	Myoklonus, Tics .....	154
3.2	Periphere Lähmung .....	142	3.8	Dystonie .....	156
3.3	Gangstörung .....	146	3.9	Sensibilitätsstörung .....	158
3.4	Kleinhirnsyndrom .....	148	3.10	Schmerzsyndrom .....	160
3.5	Tremor .....	150	3.11	Schwindel .....	162
3.6	Chorea, Ballismus, Dyskinesie ..	152	3.12	Nystagmus .....	164

3.13	Augenbewegungsstörung . . . . .	166	3.29	Bewusstseinsstörungen . . . . .	200
3.14	Gesichtsfelddefekt . . . . .	168	3.30	Komaähnliches Syndrom, irreversibler Hirnfunktionsausfall . . . . .	202
3.15	Pupillenstörung . . . . .	170	3.31	Hirndrucksyndrom . . . . .	204
3.16	N.-facialis-Läsion . . . . .	172	3.32	Entzündliches ZNS-Syndrom . . . . .	208
3.17	Riechstörung . . . . .	174	3.33	Epileptischer Anfall . . . . .	210
3.18	Geschmackssinnstörung . . . . .	176	3.34	Nichtepileptischer Anfall . . . . .	214
3.19	Schluckstörung . . . . .	178	3.35	Zerebrovaskuläre Syndrome . . . . .	218
3.20	Hirnstammsyndrom . . . . .	180	3.36	Neuropathiesyndrom . . . . .	222
3.21	Schädelbasissyndrom . . . . .	184	3.37	Rückenschmerzen, radikuläres Syndrom . . . . .	224
3.22	Verhaltensänderung . . . . .	186	3.38	Plexussyndrom . . . . .	226
3.23	Orientierungsstörung (Agnosie) . . . . .	188	3.39	Myopathiesyndrom . . . . .	228
3.24	Gedächtnisstörung . . . . .	190	3.40	Psychogene neurologische Funktionsstörungen . . . . .	230
3.25	Aphasie . . . . .	192			
3.26	Sprechstörung . . . . .	194			
3.27	Sprachassoziierte Störung . . . . .	196			
3.28	Schlafstörung . . . . .	198			
<b>4</b>	<b>Krankheitsbilder</b> . . . . .	<b>234</b>			
4.1	Schlaganfall . . . . .	234	4.19	JC-Virus-Infektion, Zytomegalievirusinfektion . . . . .	294
4.2	Schlaganfall: Hirninfarkt . . . . .	236	4.20	Tollwut (Rabies) . . . . .	296
4.3	Schlaganfall: Intrakranielle Blutung . . . . .	240	4.21	Opportunistische Pilzinfektionen . . . . .	298
4.4	Schlaganfall: Diagnose . . . . .	244	4.22	Toxoplasmose, Neurozystizerkose, Malaria . . . . .	300
4.5	Schlaganfall: Therapieprinzipien . . . . .	246	4.23	Humane Prionkrankheiten . . . . .	302
4.6	Zerebrale Venenthrombose, Vaskulitis . . . . .	248	4.24	Alter und Nervensystem . . . . .	304
4.7	Kopfschmerzen . . . . .	250	4.25	Parkinson-Syndrom . . . . .	306
4.8	Epilepsien . . . . .	260	4.26	Atypische Parkinson-Syndrome . . . . .	314
4.9	Multiple Sklerose . . . . .	266	4.27	Demenzen . . . . .	316
4.10	ZNS-Infektionen . . . . .	274	4.28	Huntington-Krankheit (HD) . . . . .	322
4.11	Lyme-Borreliose (Neuroborreliose) . . . . .	278	4.29	Kleinhirnkrankheiten . . . . .	324
4.12	Neurosyphilis . . . . .	280	4.30	Hirntumore . . . . .	328
4.13	Neurotuberkulose . . . . .	282	4.31	Hirntumore (WHO Grad I und II) . . . . .	330
4.14	Botulismus und Tetanus . . . . .	284	4.32	Ortsbezogene Hirntumore . . . . .	332
4.15	Herpes-simplex-Virusinfektion . . . . .	286	4.33	Hirntumore (WHO Grad III-IV) . . . . .	334
4.16	Varicella-Zoster-Virus-Infektion . . . . .	288	4.34	Metastasen . . . . .	336
4.17	Humane Immundefizienzvirus-(HIV-)Infektion . . . . .	290	4.35	Tumoren: Klassifikation und Therapieprinzipien . . . . .	338
4.18	Poliomyelitis . . . . .	292	4.36	Enzephalopathien . . . . .	340

4.37	Schädel-Hirn-Trauma (SHT) . .	350	4.43	Plexusläsion, periphere Neuropathien . . . . .	370
4.38	Wirbelsäulentrauma. . . . .	356	4.44	Myopathien. . . . .	384
4.39	Rückenmarktrauma . . . . .	358	4.45	Neuromuskuläre Syndrome. . .	394
4.40	Myelopathien . . . . .	360	4.46	Fehlbildungen und Entwicklungsstörungen . . . . .	396
4.41	Motoneuronkrankheiten . . . .	366			
4.42	Rückenschmerzen . . . . .	368			
<b>5</b>	<b>Neurologische Untersuchungsmethoden</b> . . . . .	<b>404</b>			
5.1	Neurologische Untersuchung .	404			
5.2	Paraklinische Untersuchungen	411			
<b>6</b>	<b>Tabellen</b> . . . . .	<b>418</b>			
<b>7</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	<b>539</b>			
7.1	Literatur . . . . .	539			
7.2	Internetadressen . . . . .	543			
	<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	<b>544</b>			



# 1 Grundlagen

## 1.1 Übersicht

Neurologie befasst sich mit den Krankheiten des Nervensystems und der Skelettmuskulatur. Das Nervensystem lässt sich funktionell wie morphologisch in ein somatisches und ein vegetatives (autonomes) Nervensystem unterteilen, dem jeweils ein zentraler und ein peripherer Teilbereich zugeordnet werden kann.

### Zentralnervensystem (ZNS)

#### Gehirn (Encephalon)

s. ► Tab. 6.1

► **Vorderhirn (Prosencephalon, supratentorielle Region).** Hierzu gehören das Großhirn (Telencephalon) und das Zwischenhirn (Diencephalon).

► **Hirnstamm (Truncus cerebri, infratentorielle Region).** Er gliedert sich in Mittelhirn (Mesencephalon) und Rautenhirn (Rhombencephalon). Innerhalb des Rautenhirns werden Brücke (Pons), Kleinhirn (Cerebellum) und *Medulla oblongata* abgegrenzt.

#### Rückenmark (Medulla spinalis)

Das Rückenmark ist beim Erwachsenen ungefähr 45 cm lang. Es beginnt oberhalb des ersten Halsnervenpaares im Anschluss an die *Medulla oblongata* und reicht mit dem spitz auslaufenden *Conus medullaris* bis in die Höhe des Bandscheibenraumes zwischen 1. und 2. Lendenwirbelkörper (bei Neugeborenen in Höhe des 3. Lendenwirbelkörpers). Deshalb ist eine Lumbalpunktion erst unterhalb des 3. Lendenwirbelkörpers vorzunehmen. Der *Conus medullaris* geht in ein fadenförmiges Gebilde (*Filum terminale*) über. Es endet in seiner Anheftung an der Hinterfläche des Steißbeins. Das *Filum terminale* ist vorwiegend aus Glia- und Bindegewebe aufgebaut. Ab dem 1. Lendenwirbelkörper bilden die langstreckig verlaufenden Vorder- und Hinterwurzeln der Spinalnerven die *Cauda equina*. Die segmentale Gliederung der Wirbelsäule und die Rückenmarksnerven erlauben eine Untergliederung von Hals-, Brust-, Lenden- und Sakralmark.

### Peripheres Nervensystem (PNS)

Das PNS verbindet das ZNS mit den übrigen Körperregionen. Alle motorischen, sensiblen

und vegetativen Nervenzellen und -fasern, die sich außerhalb des ZNS befinden, werden zum PNS gerechnet. Im Einzelnen gehören zum PNS ventrale (motorische, efferente) und dorsale (sensible, afferente) *Nervenwurzeln*, *Spinalganglien* sowie *Spinalnerven*. Ferner große Anteile des vegetativen Nervensystems (u. a. *sympathischer Grenzstrang*), sensible und motorische *Nervenfasern* wie auch die *Hirnnerven* mit Ausnahme des N. olfactorius und N. opticus, die zum ZNS rechnen.

Ein *gemischter* peripherer Nerv enthält motorische, sensible und vegetative Nervenfasern. Daneben gibt es rein motorische oder rein sensible Nerven. Nervenfasern verlaufen durch einhüllendes Bindegewebe (*Perineurium*) gebündelt (*Nervenfaserbündel*) zu den unterschiedlichen Körperregionen und Organen. Durch lockeres Bindegewebe (*Epineurium*) werden diese Nervenfaserbündel untereinander und mit ihrer Umgebung verknüpft. Innerhalb der Nervenfaserbündel finden sich *markhaltige* und *marklose Nervenfasern*, Bindegewebe (*Endoneurium*) sowie kapillare Blutgefäße. Die *Ranvier-Schnürringe* entstehen durch die Aneinanderreihung der Markscheiden einzelner Schwann-Zellen, die das jeweilige Axon umgeben. Die Nervenleitgeschwindigkeit nimmt mit dem Durchmesser der Markscheide zu. Bei den markarmen bzw. marklosen Nervenfasern hüllt eine Schwann-Zelle mehrere Axone ein. Zu den Skelettmuskelfasern bilden die motorischen Nervenfasern speziell ausgebildete Kontaktzonen (*neuromuskuläre Synapse* oder *motorische Endplatte*). Die peripheren Fortsätze (*afferente* bzw. *sensible Nervenfasern*) der pseudounipolaren Spinalganglienzellen erreichen das Rückenmark über ihre zugehörige Hinterwurzel. Hierdurch werden alle von den entsprechenden Rezeptoren aufgenommenen Erregungen der Haut, Faszi- en, Muskeln, Gelenk- und inneren Organe dem ZNS zugeführt.

### Vegetatives Nervensystem

Das vegetative (autonome, viszerale) Nervensystem koordiniert die Funktionen innerer Körperorgane. Es gleicht sie an die endogenen und exogenen Lebensbedingungen des Organismus an. Diese Aufgabenstellungen fallen zentralen und peripheren Anteilen des vegetativen Nervensystems zu.

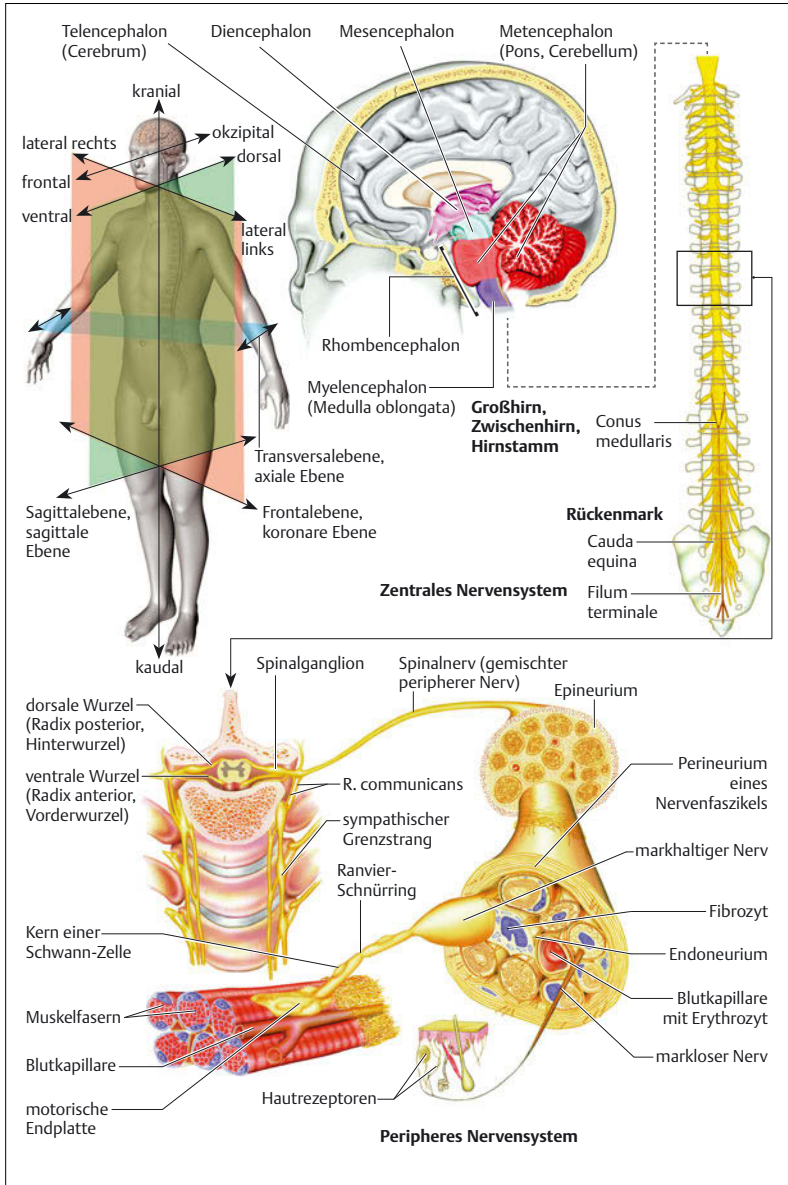


Abb. 1.1 Strukturen des peripheren und zentralen Nervensystems.



Die individuelle Kopfform wird wesentlich vom knöchernen Schädel (Cranium) bestimmt. Wegen der dünnen Ausformung von Muskeln und Bindegewebe ist er an seiner Oberfläche der Palpation zugänglich. Die Schädelknochen sind in Abhängigkeit von ihrer mechanischen Belastung unterschiedlich dick ausgeformt. Temporal und orbital können an dünnen Stellen des Schädelknochens („Knochenfenster“) mit der Ultraschalldiagnostik (S. 244) die basalen Hirnarterien untersucht werden. Gewaltwirkungen führen bevorzugt zu Frakturen im Bereich der schwächert ausgebildeten Knochenstrukturen. Das *Kiefergelenk* (Articulatio temporomandibularis) ist neben den gelenkigen Verbindungen der Gehörknöchelchen die einzige Gelenkverbindung zwischen den Schädelknochen.

### Kopfschwarte (Skalp)

Von ihr wird der Hirnschädel bedeckt. Sie baut sich schichtweise aus der Kopfhaut (Epidermis mit Haaren und Dermis), der Subkutis und der Sehnenplatte (Galea aponeurotica) auf. Mit dem Periost des Schädeldaches (Pericranium) ist sie über lockeres Bindegewebe (subaponeurotischer Spalt) verschieblich verbunden, das wiederum am oberen Rand der Orbita, am Jochbeinbogen und an der Protuberantia occipitalis externa befestigt ist. Hautverletzungen ohne Beteiligung der Galea führen nicht zu größeren Hämatomen und die Wundränder stehen nicht weit auseinander. Ist die Galea mit betroffen, kommt es zu mehr oder weniger stark klaffenden Wunden oder zu skalpierenden Verletzungen mit Abriss der Galea vom Periost. Blutungen in den subaponeurotischen Spalt breiten sich in ihm flächenhaft aus. Die Kopfhare wachsen ca. 1 cm im Monat.

### Hirnschädel (Neurocranium)

Er umschließt Gehirn, Labyrinth und Mittelohr. Im Jugend- und Erwachsenenalter sind die verschiedenen Knochen des *Schädeldaches* (Calvaria) durch Nähte und Knorpelfugen unbeeinträchtigt miteinander verbunden. Beim Schädelknochen begrenzen 2 kompakte Knochen-schichten (Lamina externa und interna) die zwischen ihnen liegende spongiöse Substanz (Diploe). Von den Schädelnähten verläuft die

*Kranznaht* (Sutura coronalis) quer über das vordere Drittel des Schädeldaches. An sie grenzt medial die *Pfeilnaht* (Sutura sagittalis). Von dieser zweigt okzipital nach beiden Seiten die *Lambdanaht* (Sutura lambdoidea) ab. Als *Pterion* bezeichnet man das Feld, in dem Stirn-, Scheitel-, Schläfen- und Keilbein zusammentreffen. Darunter liegt die Aufzweigung der A. meningea media.

### Gesichtsschädel (Viscerocranium)

Dieser bildet die knöchernen Anteile der Augen-, Nasen- und Nasennebenhöhlen. Der obere Rand (Margo supraorbitalis) der *Augenhöhle* (Orbita) wird vom Stirnbein (Os frontale), der untere Rand (Margo inferior) durch den Oberkiefer (Maxilla) und das Jochbein (Os zygomaticum) dargestellt. Über dem Dach der Orbita liegt die Stirnhöhle (Sinus frontalis), unter ihrem Boden die Kieferhöhle (Sinus maxillaris). Die *Nasenhöhle* (Cavitas nasi) erstreckt sich vom Nasenloch (Naris) bis zur hinteren Nasenöffnung (Choana). In die Nasenhöhle münden die *Nasennebenhöhlen* (Sinus paranasales), und zwar die Kiefer-, Stirn- und Keilbeinhöhle (Sinus sphenoidalis), sowie die Siebbeinzellen (Sinus ethmoidalis). In der oberen Wand der Kieferhöhle liegt der Canalis infraorbitalis mit dem N. infraorbitalis und den Vasa infraorbitalia. Die Keilbeinhöhle grenzt jeweils an den Canalis opticus, den Sulcus praehiasmaticus und die Hypophyse.

### Schädelbasis (Basis cranii)

Die innere Schädelbasis bildet den Boden der Schädelhöhle. Sie formt die vordere, mittlere und hintere *Schädelgrube* (Fossa cranii). Die *vordere* Schädelgrube enthält die basalen Hirnanteile des Riech- und Stirnlappens, die *mittlere* Zwischenhirn, Hypophyse und Schläfenlappen und die *hintere* das Kleinhirn. Die Abgrenzung der vorderen von der mittleren Schädelgrube erfolgt seitlich durch den hinteren Rand des kleinen Keilbeinflügels (Ala minor ossis sphenoidalis) und zur Mitte durch das Jugum sphenoidale. Mittlere und hintere Schädelgrube werden lateral durch die obere Kante der Pyramiden des Schläfenbeins und medial durch das Dorsum sellae unterteilt.

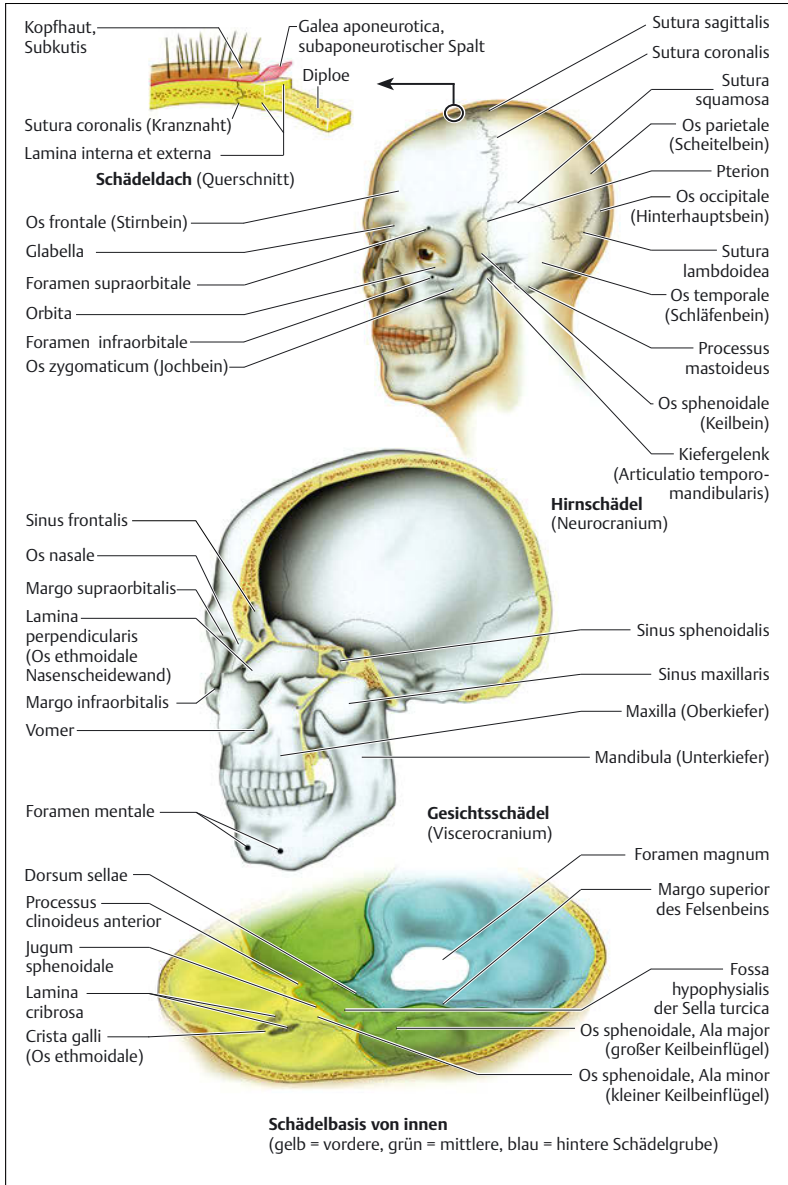


Abb. 1.2 Schädel und Schädelbasis.

### Dura mater cranialis (Pachymeninx)

Sie besteht aus einem äußeren Blatt, das als Periost mit dem Schädelknochen verbunden ist, und einem inneren Blatt, an das sich die Arachnoidea anschließt. Im äußeren Durablatt verlaufen zur Versorgung der Kalotte und der Dura arterielle Gefäße (Aa. meningae). Die Dura-Kapillaren sind teilweise fenestriert (fehlende Blut-Hirn-Schranke). Löst sich die Dura z. B. bei Blutungen (Epiduralhämatom ▶ Abb. 4.57) vom Knochen, so bildet sich ein normalerweise nicht vorhandener Raum (Epiduralraum, Spatium epidurale). Das innere Durablatt liegt dem Neurothel der Arachnoidea an. Durch Aufweitung in dieser Grenzregion, z. B. durch eine Blutung (Subduralhämatom, ▶ Abb. 4.57) aus den Brückenvenen, entsteht der gewöhnlich nicht vorhandener Subduralraum (Spatium subdurale).

Die klappenlosen venösen Blutleiter (Sinus durae matris) liegen zwischen den Durablättern (Sinus sagittalis, rectus und occipitalis) oder periostal (Sinus transversus und sigmoides).

Die Schädelhöhle wird von *Durasepten* unterteilt. Zwischen den Großhirnhemisphären ordnet sich die *Falx cerebri* an. Der Sinus sagittalis superior findet sich in ihrer oberen, der Sinus sagittalis inferior in ihrer unteren Begrenzung. Vorn ist die Falx an der Crista galli und hinten im Dachfirst des Tentorium cerebelli in Höhe des Sinus rectus befestigt. Unterhalb des Tentorium setzt sie sich als *Falx cerebelli*, die den Sinus occipitalis einschließt, zwischen den Kleinhirnhemisphären fort und ist hier am Os occipitale verankert. Das *Tentorium cerebelli* spannt sich zwischen den Hinterhauptslappen des Großhirns und der Kleinhirnoberfläche leicht zur Mittellinie ansteigend zeltdachähnlich auf. Nach medial grenzt es an den Hirnstamm (*Tentoriumschlitz*, Incisura tentorii). In seinem hinteren Anteil ist es am Sulcus sinus transversus fixiert. Die weiteren Befestigungen liegen lateral an den Pyramidenoberkanten der Schläfenbeine, rostral im Bereich des Processus clinoideus posterior des Dorsum sellae und am Processus clinoideus anterior des kleinen Keilbeinflügels. Vom Tentorium wird die Schädelhöhle in einen *supra*- und einen *infratentoriellen* Raum unterteilt. Unter dem *Diaphragma sellae*, einer horizontalen Duraplatte zwischen den Processus clinoidei, kommt die Hypophyse extradural zu liegen. Das Diaphragma besitzt im hinteren Anteil eine Öffnung, durch die Hypophysenstiel und Arachnoidea hindurch ziehen.

Die Rr. meningei der 3 Äste des *N. trigeminus* (*N. trigeminus* (S.98)) versorgen die Dura der Schädeldecke der vorderen und mittleren Schädelgrube sowie das Tentorium sensibel. Die Rr. meningei des *N. vagus*, *N. glossopharyngeus* und der ersten beiden *Zervikalnerven* innervieren die Dura der hinteren Schädelgrube sensibel. Diese Duraanteile sind im Gegensatz zum Gehirn schmerzempfindlich.

Die verschiedenen Hirnnerven und hirnerzeugenden Gefäße liegen je nach Austrittsregion aus dem Schädel und Durchtrittsort durch die Dura eine unterschiedlich lange Strecke *extradural* (aber intrakraniell). So ist z. B. das Ggl. trigeminale ohne Duraeröffnung zugänglich.

### Arachnoidea und Pia mater cranialis (Leptomeninges)

#### Arachnoidea mater cranialis (Spinnwebhaut)

Sie grenzt an das innere Blatt der Dura mit einer Schicht flacher Zellen (Neurothel). Der zwischen Neurothel und Pia mater entstehende *Subarachnoidalraum* (Spatium subarachnoideum) wird von zarten kollagenfaserartigen Bälkchen durchzogen und ist mit Liquor gefüllt. In ihm verlaufen die kortikalen Äste der Hirnarterien (Aa. encephali) und die *Brückenvenen* (Vv. cerebri superficiales). Wegen der unterschiedlichen Abstände von Schädelinnen- und Hirnoberfläche entstehen größere Räume, die Zisternen. Knötchenförmige Ausstülpungen in den Sinus sagittalis superior der Arachnoidea heißen *Arachnoidalzotten* (*Pacchionische Granulationen*).

#### Pia mater cranialis (weiche Hirnhaut)

Diese bedeckt die Hirnoberfläche und folgt ihr in allen Windungen und Furchen. In ihr verlaufen die Hirngefäße bis zur ihren Ein- bzw. Austrittsstellen an der Hirnoberfläche. Mit Ausnahme der Kapillaren werden die aus der Pia mater ins Gehirn eintretenden Gefäße von einer Piahülle, in ihrem weiteren Verlauf von einer Glimembran gegen das Neopil abgegrenzt. In den perivaskulären Räumen (*Virchow-Robin-Räume*) befindet sich Liquor. Die Pia bildet als gefäßführende Schicht (Tela choroidea) zusammen mit der Epithelschicht (Ependym) der Ventrikel den *Plexus choroideus* im Seitenventrikel sowie im Dach des 3. und 4. Ventrikels.

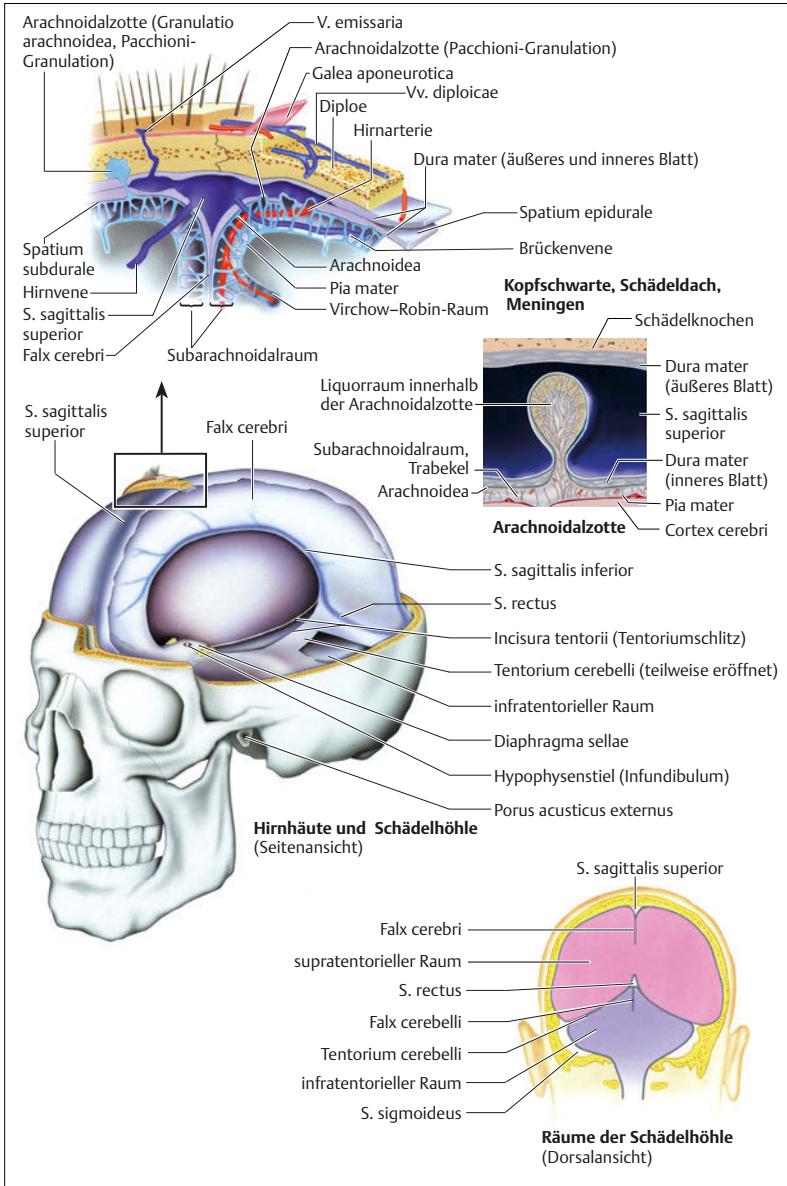


Abb. 1.3 Meningen und Kompartimente der Schädelhöhle.

## 1.4 Liquor cerebrospinalis

Das Gesamtvolumen an Liquor beim Erwachsenen beträgt etwa 150 ml. In 24 Stunden werden ca. 500 ml Liquor – entsprechend 21 ml/ Stunde – gebildet, somit wird der gesamte Liquor 3- bis 4-mal täglich ausgetauscht.

► **Liquorräume.** Zum *Ventrikelsystem* gehören der rechte und linke Seitenventrikel, die über das jeweilige *Foramen interventriculare* (Monroi) in den 3. Ventrikel überleiten, der sich wiederum über den *Aquädukt* (Aquaeductus cerebri) in den 4. Ventrikel fortsetzt. Die medial (Apertura mediana Magendii) und bilateral (Apertura lateralis Luschkae im Recessus lateralis) angelegten Öffnungen am kaudalen Ende des 4. Ventrikels verbinden das Ventrikelsystem (innerer Liquorraum) mit dem *Subarchnoidalraum* (äußerer Liquorraum). Mit *Cella media* (Pars centralis ventriculus lateralis) wird der Abschnitt des Seitenventrikels vom Foramen interventriculare bis zur Hinterhorngrenze (Trigonum collaterale) bezeichnet.

Zisternen sind regionale Erweiterungen des Subarchnoidalraums. Die *C. cerebello-medullaris* grenzt an die Hinterfläche der *Medulla oblongata*. Im *Kleinhirnbrückenwinkel* (► Abb. 1.11) ist die *C. pontocerebellaris* (Mündung der Apertura lateralis) lokalisiert. Lateral der Hirnschenkel in Höhe des Mittelhirns findet sich die *C. ambiens* (Inhalt: A. cerebri posterior, A. cerebelli superior, V. basalis Rosenthal, N. trochlearis). Die *C. interpeduncularis* liegt zwischen den Hirnschenkeln (Inhalt: N. oculomotorius, Aufzweigung der A. basilaris, Ursprung der A. cerebelli superior und A. cerebri posterior) hinter der *C. chiasmatica*, in der sich *Chiasma opticum* und *Hypophysenstiel* (Infundibulum hypophysis) befinden. Der Subarchnoidalraum vom Foramen magnum bis zum Dorsum sellae wird insgesamt als hintere, vom Dorsum sellae bis zur *Crista Galli* als vordere *basale Zisterne* bezeichnet.

► **Liquorbildung.** Hirnschrankensysteme (S. 130). Überwiegend wird der wässrig farblos-klare Liquor als Ultrafiltrat des Blutes von den Epithelzellen der fenestrierten Gefäße der Plexus choroidei gebildet. Weitere Liquorquellen sind die nicht fenestrierten Gefäße innerhalb der Arachnoidea und Pia mater, sowie die Extrazellularräume des Gehirnparenchyms. Daher sind im Liquor mit Ausnahme der im Gehirn selbst gebildeten Proteine, (s. ► Tab. 6.19) auch Inhaltsstoffe des Blutes zu

finden, allerdings in deutlich geringerer Konzentration. Folglich ist eine klinisch-chemische Beurteilung des Liquorbefundes ohne Kenntnis der Blutparameter wenig informativ.

► **Liquorfunktion.** Normalerweise enthält der Liquor keine roten und nicht mehr als 4/µl weiße Blutkörperchen. Seine Funktionen sind *physikalischer* (Druckverteilung, Ausgleich von Volumenschwankungen, Schutz vor venösen oder arteriellen Druckveränderungen, Gewichtsreduktion des Gehirns in situ infolge Auftriebs) und *metabolischer* (Abtransport von Stoffwechselprodukten, intrazerebrale Verteilung von Substanzen der extrazellulären Flüssigkeit und Hormonen) Natur.

► **Liquorströmung.** Durch Körperbewegungen, Volumenschwankungen der Hirngefäße sowie Atem- und Pressbewegungen entstehen *Liquor pulsationen* im kranialen und spinalen Raum, die eine wirksame Durchmischung des Liquors herbeiführen. Durch wechselnde Pulsationsausrichtungen in den unterschiedlichen Kompartimenten der Liquorräume werden wechselnde Flussrichtungen erzeugt. Der Netto-Fluss („bulk flow“), als Differenz des pulsierenden Liquorvolumens an einem Ort des Liquorraumes, ist regional variabel. So ist z. B. über der Hirnkonvexität kein, wohl aber an den Foraminae Magendii und Luschkae ein Netto-Fluss messbar. Die Liquorflussgeschwindigkeit variiert alters- und krankheitsabhängig. Sie ist ein bestimmender Faktor für die Höhe der Liquorproteinkonzentration, d. h. je höher die Flussgeschwindigkeit des Liquors, desto geringer seine Proteinkonzentration. Mit der Computer- und Magnetresonanztomografie sind die Folgen von Liquorzirkulationsstörungen (ICP (S. 132)) sichtbar, so z. B. Ventrikel-erweiterung oder transependymaler Liquorübertritt (Liquordiapedese).

► **Liquorresorption.** Bevorzugte Resorptionsorte des Liquors liegen in den Arachnoidalzotten (Granulationes arachnoideae, Pacchionische Granulationen), in der Region einiger Hirnnerven (Lamina cribrosa des N. olfactorius, N. opticus, N. vestibulocochlearis) und in spinalen Nervenwurzeln. Der Abtransport resorbierter Liquoranteile verläuft über das venöse und lymphatische System.

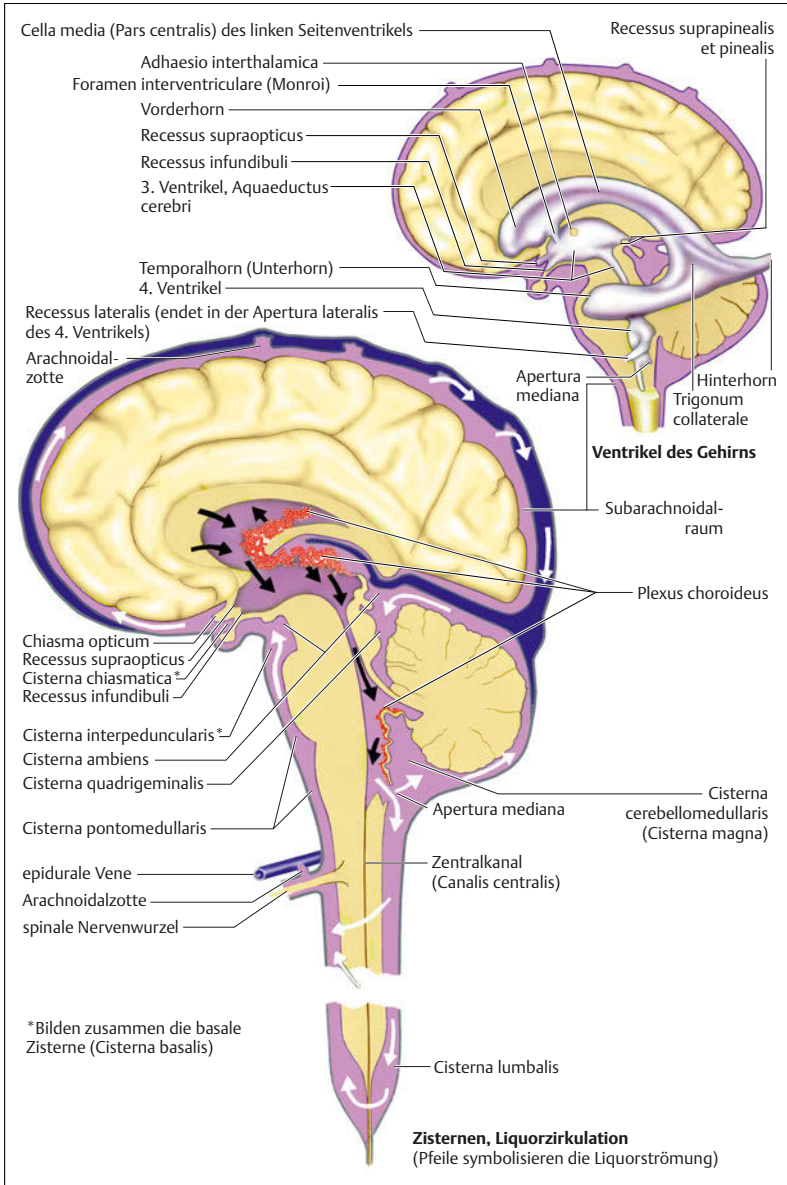


Abb. 1.4 Liquorzirkulation und Liquorräume.

Der Hirnstamm ist unterteilt in die Abschnitte Mittelhirn (Mesencephalon), Brücke (Pons) und Medulla oblongata (S. 14). Er wird von ab- und aufsteigenden Verbindungen zwischen Gehirn, Kleinhirn und Rückenmark durchzogen. Im Hirnstamm gelegene Zentren des vegetativen Nervensystems (S. 70) steuern die Funktion von Herz, Kreislauf, Atmung und Nahrungsaufnahme. Reflexsysteme regulieren die Informationsflüsse sowohl afferenter und efferenter Bahnen, wie auch akustischer und vestibulärer Informationen. Neben den Hirnnervenkernen enthält der Hirnstamm zahlreiche weitere, funktionell wichtige Kerngebiete, die z. B. in die motorische Koordination (Nucl. ruber, Substantia nigra) oder in autonome Funktionen (Formatio reticularis) eingebunden sind.

### Topografie

► **Ventral.** Äußerlich markant sind mesencephal die Hirnschenkel (Crura cerebri), pontin der Brückenfuß (Pars basilaris pontis) und medullär die Pyramiden (Pyramides) mit darunter liegender Pyramidenkreuzung (Decussatio pyramidum). Die Hirnnerven III und IV (von dorsal nach ventral ziehend) sind in Höhe des Mittelhirns, V, VI, VII und VIII im pontinen Bereich, sowie IX, X, XI und XII in der medullären Region sichtbar.

► **Lateral.** ► Abb. 3.22. In dieser Ansicht ist das Kleinhirn sichtbar. Nach dessen Entfernung sind die Hirnnerven in ihren Austrittszonen bis auf den seitlich verlaufendem N. trochlearis (IV) erkennbar. Die Hügel (Colliculus superior et inferior) sind mesencephal, die Kleinhirnstiele (Pedunculus cerebellaris superior, medius et inferior) sind pontin und die Olive ist medullär zu sehen.

► **Dorsal.** Unter dem Kleinhirn liegt der IV. Ventrikel (Rautengrube = Fossa rhomboidea), seitlich hierzu sind die Kleinhirnstiele angeordnet.

### Bahnen und Kerne

► **Projektionsbahnen.** Durch den Hirnstamm verlaufen motorische und sensible (S. 54) auf- und absteigende Faserverbindungen. Dabei gehen sie zahlreiche Beziehungen innerhalb des Hirnstamms ein. Die (zentrale) Sympathikusbahn hat ihren Ursprung (S. 96) im Hypothalamus.

► **Kerne.** Nucl. ruber und Substantia nigra sind mesencephal zu finden. Die Brückenkerne (Nuclei pontis) liegen verstreut zwischen Faserbündeln. In diesen Kernen liegt das 2. Neuron der Verbindung Großhirn – Brücke – Kleinhirn (S. 52)). Die Hirnnervkerne sind etagenartig angeordnet und lassen sich verschiedenen Abschnitten des Hirnstamms zuordnen:

- **mesencephal:** III mit Nucl. accessorius, IV, V (Nucl. mesencephalicus)
- **pontin:** V (Nucl. principalis et motorius), VI, VII mit Nucl. salivatorius superior, VIII (Nucl. vestibularis superior, Nucl. cochlearis anterior)
- **medullär:** VIII (Nucl. vestibularis inferior et lateralis, Nucl. cochlearis posterior), IX (Nucl. tractus solitarii, Nucl. salivatorius inferior, Nucl. ambiguus), X (Nucl. dorsalis, Nucl. ambiguus, Nucl. tractus solitarii), XI (Nucl. ambiguus), XII
- **spinal:** V (Nucl. spinalis), XI.

### Formatio reticularis

s. ► Tab. 6.2. Mit dieser Bezeichnung wird ein Netzwerk von Kernarealen und Faserverbindungen begrifflich zusammengefasst, das sich in Längsrichtung über den gesamten Hirnstamm ausdehnt. Kaudale Anteile der Formatio reticularis finden sich spinal in der Region des Hinterhorns. Kranial erreichen sie den medialen Thalamus.

Aus allen Regionen des ZNS erhält die Formatio reticularis afferente Zuflüsse. Efferente Projektionen verlaufen sowohl nach spinal wie nach kortikal. Wegen dieser reichhaltigen Vernetzung hat die Formatio reticularis eine herausragende Bedeutung in der reflektorischen Koordination sensibler, motorischer und vegetativer Reize bzw. Funktionen.

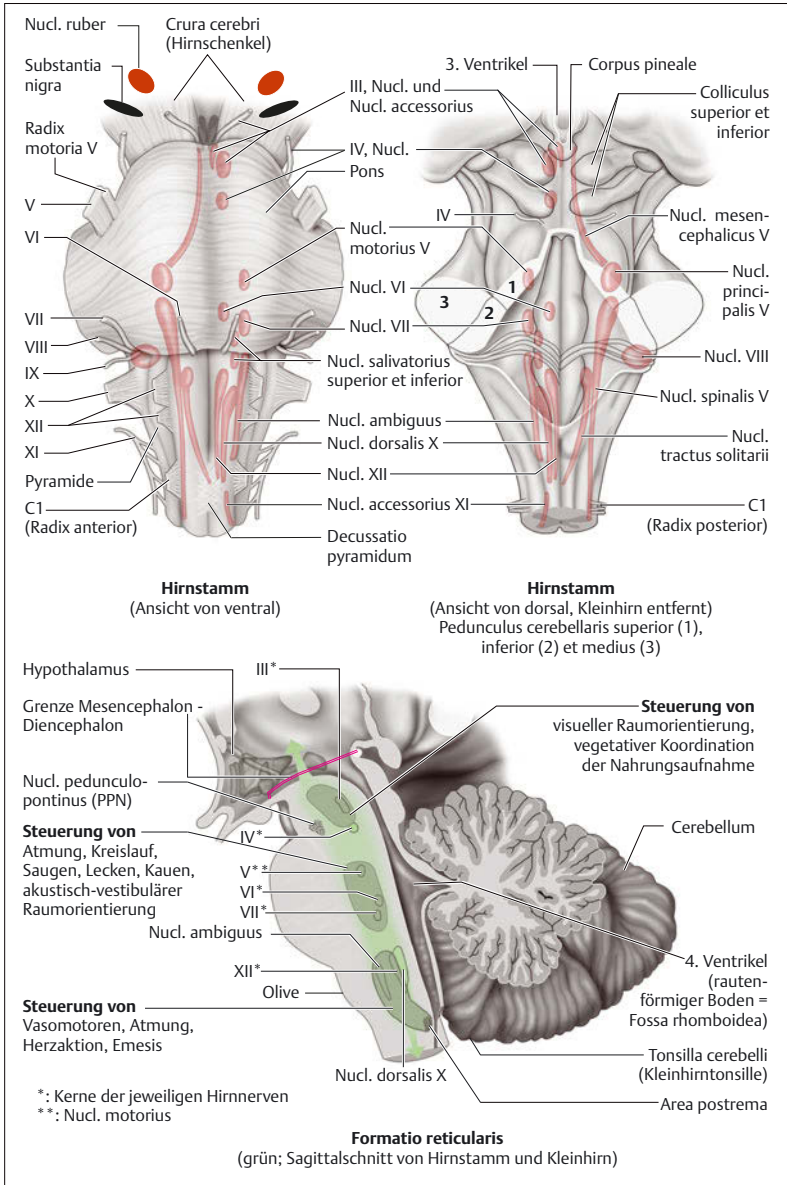


Abb. 1.5 Hirnstamm und Formatio reticularis.



## 1.6 Hirnnerven (Nervi craniales)

Die 12 Hirnnervenpaare gehören, bis auf die ersten beiden Hirnnerven, die wegen ihres Aufbaus dem ZNS zugeordnet werden, zum peripheren Nervensystem. Die Nummerierung I bis XII orientiert sich an der kraniokaudalen Anordnung der Hirnnerven in Bezug auf den Hirnstamm. Entsprechend ihrer Funktion ent-

halten die Hirnnerven afferente, efferente, somatische/motorische und viszerale/vegetative Fasern, ▶ Tab. 6.3. Ihr Ein- bzw. Austrittsort am Hirnstamm zeigt im Gegensatz zu den Spinalnerven keine Trennung in (sensible) Hinter- und (motorische) Vorderwurzel.

Tab. 1.1 Verlauf der Hirnnerven.

Hirnnerv	Ursprung/ Verlauf
I N. olfactorius (S. 174)	Nn. olfactorii ⇒ Lamina cribrosa ⇒ Bulbus olfactorius ⇒ Tr. olfactorius ⇒ Substantia perforata anterior ⇒ Stria olfactoria lateralis (⇒ Gyrus parahippocampalis) et medialis (⇒ limbisches System (S. 74))
II N. opticus (S. 90)	Retinale Ganglienzellen ⇒ Papilla nervi optici ⇒ N. opticus ⇒ Orbita ⇒ Canalis opticus ⇒ Chiasma opticum ⇒ Tr. opticus ⇒ Corpus geniculatum laterale (⇒ Sehstrahlung ⇒ Okzipitallappen) bzw. Colliculi superiores (⇒ Area praetectalis)
III N. oculomotorius (S. 92)	Mittelhirn ⇒ Fossa interpeduncularis ⇒ zwischen A. cerebelli superior und A. cerebri posterior ⇒ Tentoriumrand ⇒ S. cavernosus ⇒ medial Fissura orbitalis ⇒ R. superior (Mm. levator palpebrae superioris, rectus superior), R. inferior (Mm. rectus medialis, inferior, obliquus superior) und parasympathische Fasern ⇒ Ggl. Ciliare
IV N. trochlearis (S. 92)	Mittelhirn ⇒ dorsaler Hirnstamm unterhalb Colliculi inferiores ⇒ um den Pedunculus cerebri ⇒ laterale Wand S. cavernosus ⇒ Fissura orbitalis ⇒ M. obliquus superior
V N. trigeminus (S. 98)	Pons ⇒ ca. 50 Wurzelfäden (Radix sensoria = Portio major, Radix motoria = Portio minor) ⇒ Spitze der Felsenbeinpyramide ⇒ Durchtritt Dura ⇒ Ggl. trigeminale (V/1 ⇒ Fissura orbitalis, V/2 ⇒ Foramen rotundum, V/3 + Portio minor ⇒ Foramen ovale)
VI N. abducens (S. 92)	Hinterrand Pons ⇒ aufsteigend Clivus ⇒ Durchtritt Dura ⇒ Spitze Felsenbeinpyramide ⇒ lateral A. carotis interna im S. cavernosus ⇒ Fissura orbitalis ⇒ M. rectus lateralis
VII N. facialis (S. 100)	Pons (Kleinhirnbrückenwinkel) oberhalb Olive ⇒ Meatus acusticus internus ⇒ Felsenbeinpyramide (Canalis nervi facialis) ⇒ Geniculum nervi facialis (⇒ N. intermedius/N. petrosus major ⇒ Ggl. pterygopalatinum) ⇒ N. stapedius (⇒ M. stapedius) ⇒ Chorda tympani (⇒ Ggl. submandibulare, Geschmacksfasern) ⇒ Foramen stylomastoideum ⇒ Gesichtsmuskeln
VIII N. vestibulocochlearis (S. 102)	Lateral vom VII. HN ⇒ N. vestibularis, N. cochlearis
IX N. glossopharyngeus (S. 178)	Medulla oblongata ⇒ Foramen jugulare ⇒ zwischen A. carotis und V. jugularis interna ⇒ Zungenwurzel
X N. vagus (S. 178)	Medulla oblongata im Sulcus posterolateralis ⇒ Foramen jugulare ⇒ Kehlkopfmuskeln <sup>1</sup> , Organsysteme
XI N. accessorius, s. ▶ Tab. 6.3	Radices craniales + Radices spinales ⇒ Truncus n. accessorii ⇒ Foramen jugulare ⇒ M. trapezius, M. sternocleidomastoideus
XII N. hypoglossus (S. 178)	Medulla oblongata ⇒ Canalis hypoglossi ⇒ Zungenmuskulatur

<sup>1</sup> Alle Kehlkopfmuskeln bis auf M. cricothyroideus

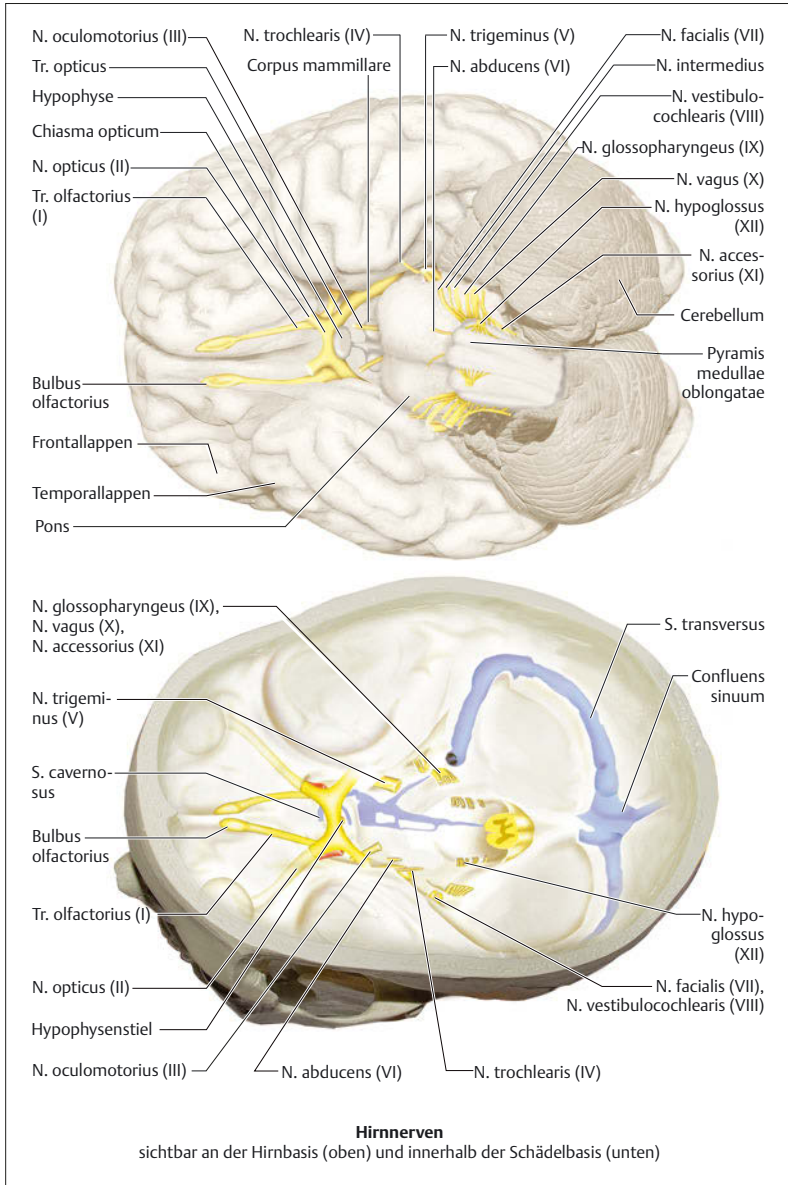


Abb. 1.6 Hirnnerven, in Bezug zur Schädelbasis.

## Hirnkreislauf

Der **arterielle Zufluss** verläuft vom linken Herzventrikel über den Aortenbogen zu den Hirnarterien. Die **extrakraniellen Hirnarterien** schließen alle Gefäße mit ein, die zwischen Herz und Schädelbasis dem Gehirn Blut zuführen. Von den **intrakraniellen Hirnarterien** durchbluten die **vorderen Hirnarterien** (S.28) Augen, Basalganglien, Anteile vom Hypothalamus, frontale und parietale Hirnregionen sowie große Bezirke der Temporallappen. Die **hinteren Hirnarterien** (S.30) führen Blut zum Hirnstamm, Kleinhirn, Innenohr, zu Abschnitten des Hypothalamus, Thalamus und Temporallappens sowie zu den Okzipitallappen.

Der **venöse Abfluss** erfolgt über die **oberflächlichen und inneren Hirnvenen** (S.36) zu den duralen Sinus, die in die rechte und linke V. jugularis interna münden. Aus der jeweiligen V. brachiocephalica strömt das Blut via V. cava superior zum rechten Herzvorhof.

## Karotisgefäße

► **Extrakraniell.** Vom **Aortenbogen** zweigt der Truncus brachiocephalicus hinter dem Manubrium sterni ab und teilt sich in Höhe des Sternokeykavikulargelenks in die rechte A. carotis communis und A. subclavia auf, ► Abb. 1.7. Die linke A. carotis communis entspringt meist direkt neben dem Truncus brachiocephalicus aus dem Aortenbogen, anschließend biegt die linke A. subclavia ab. Die A. carotis communis gabelt sich in Höhe des Schildknorpels in die Aa. carotides interna und externa. Hier liegt die A. carotis externa neben und medial zur A. carotis interna. In der variablen Höhe meist beim 4. Halswirbel – ihrer Teilungsstelle (**Bifurkation**) – ist die A. carotis communis bzw. die A. carotis interna erweitert (Sinus caroticus).

Im Verlauf gibt die A. carotis externa ihre weiteren Äste ab: Aa. thyroidea superior, lingualis, facialis und maxillaris in anteriorer, A. pharyngea ascendens in medialer, Aa. occipitalis und auricularis posterior in dorsaler Ausrichtung. Die Endäste der A. carotis externa sind A. temporalis superficialis und A. maxillaris. Die A. meningea media entspringt als kräftiges Gefäß aus der A. maxillaris.

Bis zur Schädelbasis gibt die A. carotis interna keine weiteren Äste ab. Sie verläuft im zervikalen Abschnitt (zervikales Segment, C1) lateral oder laterodorsal zur A. carotis externa, findet ihren Weg dorsomedial neben der Rachenwand (parapharyngealer Raum) vor den Querfortsätzen der 3 ersten Halswirbel und zieht in einer medial konvexen Krümmung zum Foramen caroticum.

► **Intrakraniell.** Im Canalis caroticus verläuft die A. carotis interna in der Schädelbasis ca. 1 cm vertikal (petröses Segment, C2) und biegt dann nach vorn medial in Richtung Felsenbeinspitze um. An der Pyramidenspitze tritt sie aus dem Kanal aus, liegt dem Foramen lacerum auf (Lacerum-Segment, C3) und zieht im S. cavernosus (kavernöses Segment, C4) weiter. Dort verläuft sie anfangs entlang der Seitenfläche des Keilbeinkörpers, biegt dann nach rostral um und ist so lateral von der Sella turcica an der Seitenwand des Keilbeinkörpers angelangt. Unterhalb der Wurzel des Processus clinoideus anterior nimmt die A. carotis interna einen stark gekrümmten, nach vorn konvexen Verlauf (Karotisknie, klinoidales Segment, C5), verlässt den S. cavernosus indem sie dessen durale Abdeckung durchbohrt und medial vom vorderen Klinoidfortsatz in okzipitaler Ausrichtung unter dem N. opticus (ophthalmisches Segment, C6) verläuft. Danach geht sie ihre Verbindung mit dem Circulus Willisii ein (terminales Segment, C7). Der **infraklinoidale** (extradurale) Abschnitt der A. carotis interna umfasst die Segmente C1–C5, der **supraklinoidale** (subarachnoidale) die Segmente C6 und C7. Die Segmente C4–C6 gehören zum Karotissyphon. Die intrakavernösen Segmente C4–C5 werden als **juxtavelläres** Segment bezeichnet.

Die A. ophthalmica zweigt meistens aus der A. carotis interna im Bereich des Duradurchtritts (C6) ab und verläuft im Spatium subdurale durch den Canalis opticus (► Abb. 2.5). Einer ihrer Äste, die A. centralis retinae, gelangt mit dem N. opticus zur Netzhaut und ist dort mit dem Ophthalmoskop sichtbar, ► Abb. 3.16. Kollaterale (Aa. supraorbitalis, supratrochlearis, angularis) zwischen A. ophthalmica und A. carotis externa sind bei Umgehungskreisläufen von hochgradigen Stenosen oder Verschlüssen der A. carotis interna wichtig (Untersuchung in der Dopplersonografie); normalerweise fließt hier Blut aus der A. carotis interna zur A. carotis externa (orthograde Flussrichtung).

Medial vom Processus clinoideus biegt von der Hinterwand der A. carotis interna die A. communicans posterior ab, die mit dem N. oculomotorius nach okzipital zieht und sich dort mit der A. cerebri posterior verbindet.

Gewöhnlich nimmt die A. choroidea anterior ihren Ursprung von der A. carotis interna (selten A. cerebri media). Sie kreuzt unter dem Tr. opticus, zieht seitlich am Crus cerebri und Corpus geniculatum laterale vorbei zum Unterhorn des Seitenventrikels in die Tela choroidea mit Richtung zum Foramen interventriculare.

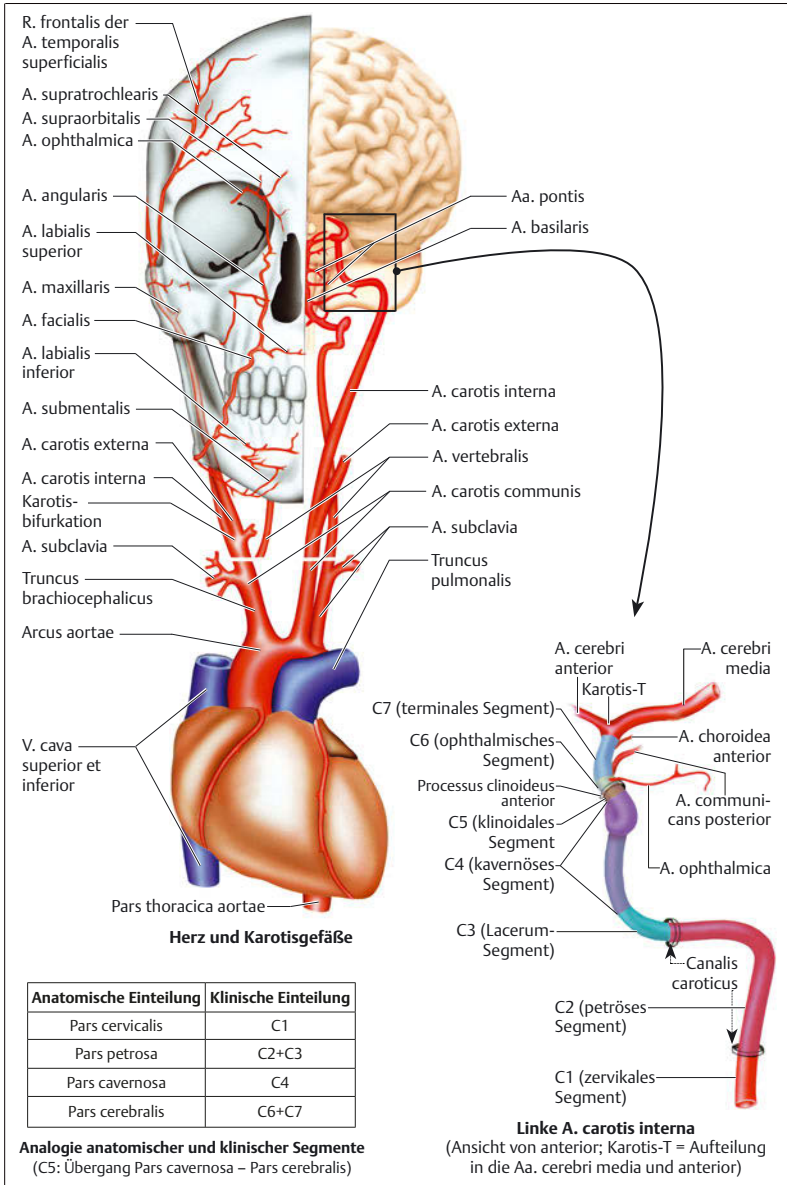


Abb. 1.7 Karotisgefäße, Segmentbezeichnungen der A. carotis interna.

Die Aa. cerebri anterior und media sind Endäste der A. carotis interna. Ihre Aufzweigung im Circulus Willisii liegt in Höhe des Processus clinoides anterior zwischen Chiasma opticum und temporalem Pol des Schläfenlappens.

### A. cerebri anterior

Sie entspringt medial zur A. cerebri media aus der A. carotis interna. Den Weg sucht das Gefäß nach kranial und seitlich vom Processus clinoides anterior. Es verläuft oberhalb vom N. opticus und Chiasma opticum bis zur Abzweigung der A. communicans anterior, die die beiden Aa. cerebri anteriores miteinander verbindet. Das Segment (A1) zwischen A. carotis interna und A. communicans anterior heißt *Pars praecommunicalis*. Die A. communicans anterior bildet mit der Pars praecommunicalis der jeweiligen Seite den vorderen Anteil des Circulus Willisii. Im A1-Abschnitt zweigen im Mittel 8 basale perforierende Äste (Aa. centrales anteromediales) im Gebiet der Substantia perforata anterior ab. Die A. centralis longa (*Heubner-Arterie*) hat ihren Ursprung häufiger im proximalen A2-, seltener im distalen A1-Segment.

Die *Pars postcommunicalis* (Segmente A2 bis A5) erstreckt sich aufsteigend zwischen den Frontallappen in der Fissura interhemisphaerica, biegt dann nach okzipital um und verläuft als A. pericallosa unter dem freien Rand der Falx cerebri. Die weitere Aufzweigung der A. cerebri anterior verläuft variabel: entweder nur aus der A. pericallosa oder aus einem zusätzlichen Hauptast, der A. callosomarginalis (im Sulcus cinguli gelegen).

► **Versorgungsgebiete.** Ausgehend von der *Pars praecommunicalis* versorgen die Aa. centrales die vorderen Kerngebiete des Hypothalamus und Anteile des Infundibulums. Die A. centralis longa zieht zum Caput nuclei caudati, zu dem rostralen Vierfünftel des Putamens, zum Globus pallidus und zur Capsula interna. Wechselnd ist der Verlauf von kleineren Gefäßen zum unteren vorderen Anteil des Cor-

pus callosum, zum Bulbus mit Tr. olfactorius und zum Trigonum olfactorium.

Von der A. communicans anterior treten einige Äste in die Hirnunterseite ein.

Aus der *Pars postcommunicalis* entspringen Gefäße zur Unterseite des Frontalhirns (A. frontobasalis), zur medialen Fläche und Mantelkante des Frontalhirns (A. callosomarginalis), zum Lobulus paracentralis (A. paracentralis), zur medialen Fläche, Mantelkante des Parietalhirns und Rinde im Gebiet des Sulcus parietooccipitalis (A. praecunealis).

### A. cerebri media

Dieses Gefäß setzt anfangs die Verlaufsrichtung der A. carotis interna über eine Strecke von 1–2 cm neben dem Processus clinoides anterior (*Pars sphenoidalis*, M1-Segment) fort, biegt dann von medial in den Sulcus lateralis cerebri ein und zieht in mehreren Ästen (überwiegende Aufteilung als Bi- oder Trifurkation) über die Inselregion (*Pars insularis*, M2-Segment). Anschließend nehmen die Gefäße eine starke Krümmung über die Opercula (*Pars opercularis*, M3-Segment) zum Sulcus lateralis, wo sie sich weiter über der Konvexität der Hirnoberfläche in die Endäste verzweigen (*Pars terminalis*, M4- und M5-Segment).

► **Versorgungsgebiete.** Von M1 zweigen die Aa. thalamostriatae et lenticulostriatae zu Capsula interna, Basalganglien, Capsula externa, Claustrum und Capsula extrema ab.

Von M2 und M3 werden Inselanteile (Aa. insulares), seitlicher G. orbitalis mit G. frontalis inferior (A. frontobasalis) und Operculum temporale einschließlich G. temporalis (Aa. temporales) durchblutet.

M4 und M5 führen Blut zu Teilen des Frontallappens (Aa. sulci praecentralis und triangularis), zum G. prae- und postcentralis mit angrenzendem Temporallappen (Aa. sulci centralis und postcentralis), zum Lobulus parietalis inferior (Aa. parietales anterior et posterior) und zum G. angularis (A. gyri angularis).

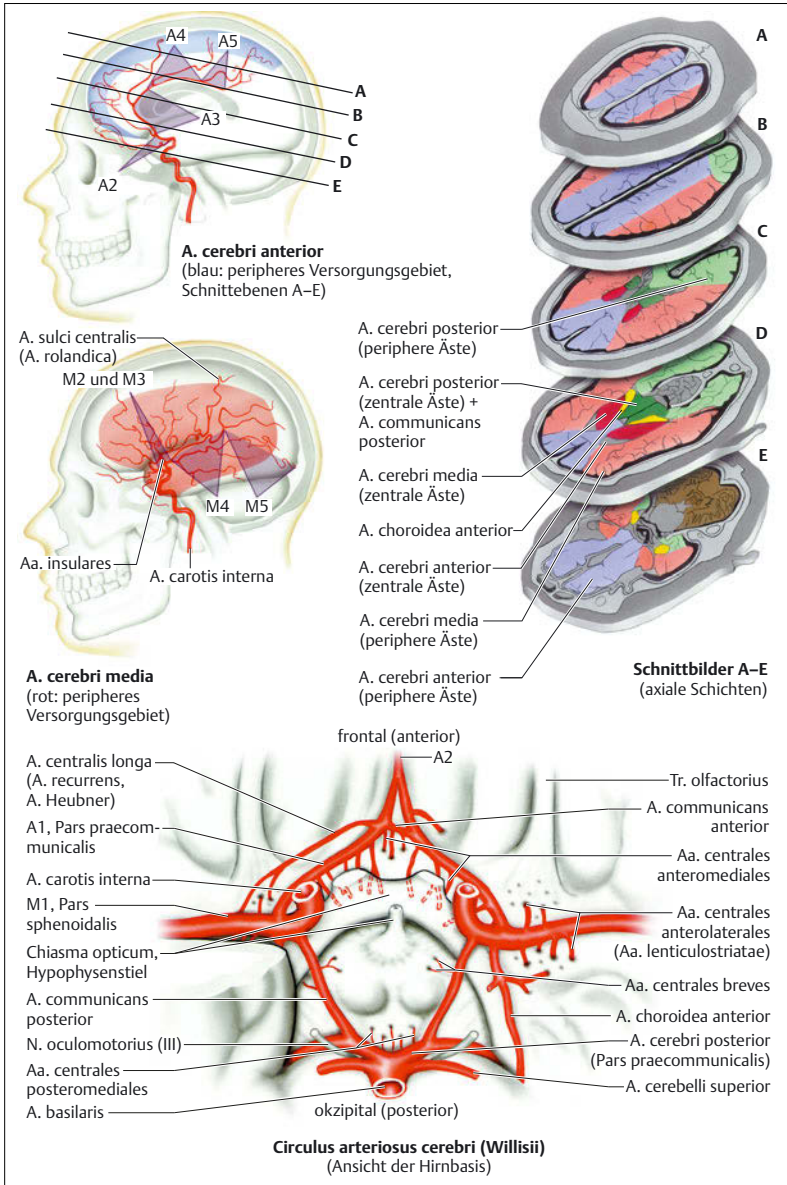


Abb. 1.8 Vordere Hirnarterien, Circulus arteriosus cerebri.