

Herausgegeben von
Alois Ebner
Günther Deutsch

2., aktualisierte und
 erweiterte Auflage





Referenz-Reihe Neurologie

Reihenherausgeber

Hans-Christoph Diener

Günther Deuschl

Hanns Christian Hopf

Heinz Reichmann

EEG

Alois Ebner
Günther Deuschl

Mit Beiträgen von

Th. Bast	K. M. Klein
Chr. Baumgartner	G. Mayer
R. Besser	S. Noachtar
G. Deuschl	S. Pirker
A. Ebner	F. Rosenow
V. Faust	M. Scherg
W. Fröscher	R. Schulz
P. Gallmetzer	A. Schulze-Bonhage
G. Hagemann	B. Steinhoff
H. M. Hamer	F. Thömke
J. Haueisen	A. Todorova-Rudolph
H. Hinrichs	O. W. Witte
M. Hoppe	J. Zeitlhofer

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

190 Abbildungen
8 Tabellen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

*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.

1. Auflage 2006

© 2. Aufl., 2011 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
Deutschland
Telefon: +49/(0)711/8931-0
Unsere Homepage: www.thieme.de

Printed in Germany

Zeichnungen: Angelika Brauner, Hohenpeißenberg;
Heike Hübner, Berlin
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlagfoto Hintergrund: mauritius images/Phototake
Satz: Sommer Druck, Feuchtwangen
gesetzt in Arbortext APP-Desktop 9.1 Unicode M150
Druck: Offizin Andersen Nexö Leipzig GmbH, Zwenkau

ISBN 978-3-13-140102-1

1 2 3 4 5 6

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** 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 Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Geleitwort der Reihenherausgeber

Die Neurologie hat in den letzten Jahrzehnten große und teilweise spektakuläre Fortschritte in Diagnostik und Therapie wichtiger und häufiger Krankheiten gemacht. Beispiele dafür sind die Schichtbildgebung und funktionelle Bildgebung, die genetischen Grundlagen, die Ultraschall-diagnostik oder die verbesserten Labortests auf dem diagnostischen Sektor sowie die Behandlung mancher degenerativen Krankheiten, z. B. der Multiplen Sklerose oder der Epilepsien.

Für die einzelnen Krankheiten und Syndrome war die Dynamik der Weiterentwicklung unterschiedlich, und sie wird es auch in Zukunft sein. Bereiche mit langjährig gültigen Aussagen in Diagnostik und Therapie stehen andere mit fast explosionsartigem Wissenszuwachs gegenüber. Diese Besonderheiten unseres Faches müssen in der Vermittlung des aktuellen Wissensstandes heute und zukünftig berücksichtigt werden. Das lässt sich in einem Standardwerk nur realisieren, wenn wesentliche neue Erkenntnisse und vielversprechende Entwicklungen kurzfristig eingearbeitet werden können. Das erfordert überschaubare, mehr auf einzelne Krankheiten oder Krankheitsgruppen fokussierte Darstellungen, eine Betreuung durch kleine Gruppen auf dem Gebiet jeweils aktiv forschender Autoren und ein Gliederungskonzept nach mehr statischen und mehr dynamischen Thematiken. Derartige Überlegungen führten unmittelbar dazu, das klassische umfassende Werk über die gesamte Neurologie mit seinen Neubearbeitungen in periodischer Folge aufzugeben zu Gunsten einer Untergliederung in kleinere Einzelbände, welche die Möglichkeit zur themenzentrierten Überarbeitung und Neuauflage in variablen Zeitintervallen je nach Erfordernis bietet. Aus dieser Entscheidung folgert logisch auch die Zweiteilung in klinische und methodische Themenbände.

Der Leitgedanke der Referenzreihe Neurologie ist es, dem Neurologen in Praxis und Klinik ein Standardwerk der Neurologie mit unmittelbarem Praxisbezug, größtmöglicher Aktualität und damit Nutzbarkeit für den klinischen Alltag zur Verfügung zu stellen. Deswegen wird neben der Darstellung von Klinischem Bild, Pathophysiologie und Epidemiologie Wert gelegt auf Empfehlungen zu ökonomischer Diagnostik und Empfehlungen zur Therapie, abgestuft nach der Verlässlichkeit der zugrunde liegenden Studien (evidence based Kriterien) unter Berücksichtigung der verfügbaren Leitlinien. Die Realisierung der Einzelbände erfolgt durch die jeweiligen Bandherausgeber, welche die Planung und Abstimmung der Kapitel mit großer Sorgfalt übernommen haben.

Mit dem vorliegenden Band wird nach den Bänden über „EMG – NLG“ und „Ultraschall“ ein weiterer Band zu den Untersuchungsmethoden in der Neurologie vorgelegt. Die Elektroenzephalographie ist die älteste und am weitesten verbreitete unter den modernen elektrophysiologischen Untersuchungstechniken. Sie hatte sich zunächst einen sehr breiten Einsatz erobert und wurde teilweise auch in ihrer Aussagekraft überschätzt. Zwischenzeitlich machte sie dann eine Phase der Abwertung und Unterschätzung durch, die parallel zur Einführung von CCT und MRT für die Diagnostik der intrakraniellen Strukturen verlief. Heute erlebt sie gleichsam ihre Rehabilitation mit nunmehr realistischer Bewertung ihrer diagnostischen Einsatzmöglichkeit als Verfahren zur Erfassung gesunder und kranker Hirnfunktionen, das die bildgebenden Verfahren ergänzt und durch sie nicht ersetzt werden kann. Das Konzept dieses Bandes rückt ab von dem vieler früherer Bücher zur gleichen Thematik mit ihrer Auflistung von EEG-Veränderungen bei den verschiedensten Krankheiten. Es geht vielmehr von der EEG-Kurve, vom Graphoelement aus und legt damit das Hauptgewicht auf die Stärken der Methode, wie etwa die Erkennung pathologischer Potenzialabläufe oder die Einordnung diffuser Störungen der Hirnaktivität. Auch wird ausführlich eingegangen auf Bereiche mit erfahrungsgemäß großem Nachholbedarf in der praktischen Handhabung bei der Auswertung, wie die Möglichkeit der Herdlokalisation und die Phänomene von Müdigkeit und Schlaf. Die einzelnen Kapitel sind durch viele ausgezeichnete Abbildungen erläutert und können bestens als Grundlage zur Vertiefung der in der Weiterbildung erworbenen Kenntnisse genutzt werden. Die vorliegende Neuauflage bietet nach Überarbeitung den aktuellen Wissensstand an.

Unser besonderer Dank gilt den Bandherausgebern für Planung und Begleitung bei der Realisierung der Einzelbände, ihren Einsatz bei der Auswahl der geeigneten Autoren und ihre engagierte Kooperation. Den Autoren danken wir für die praktische Umsetzung der Vorgaben. Dem Georg Thieme Verlag danken wir für die überlegte und in bewährter Weise auch im Detail vorzügliche Ausstattung der Einzelbände dieser Reihe.

Essen, Mainz, Dresden, im September 2010

*Hans-Christoph Diener
Hanns Christian Hopf
Heinz Reichmann*

Vorwort der Bandherausgeber zur 2. Auflage

Mit der zweiten Auflage dieses Buches kommen wir der Bitte des Verlages um eine revidierte Version gerne nach. Es war und ist das Ziel dieses Buches, eine vollständige und dennoch kurze Darstellung der klinisch bedeutsamen Elektroenzephalographie vorzulegen, die darüber hinaus auch noch einfach zu lesen ist und auch als Nachschlagewerk vom Erfahrenen genutzt werden kann. Der große Erfolg des Buches scheint zu bestätigen, dass dies erreicht wurde.

Es hat sich schon kurz nach dem Erscheinen der ersten Auflage gezeigt, dass der Einsatz des EEG auf der Intensivstation zu kurz gekommen ist. Wir sind deshalb dankbar, dass wir dazu jetzt ein so aussagekräftiges Kapitel aufnehmen konnten, das auch die Hirntodbestimmung vollständig enthält. Leser haben uns dankenswerterweise darauf hingewiesen, dass sie gerne noch Übersichten zu den Verwechslungsmöglichkeiten der EEG-Muster und zur Befundgestaltung sehen würden. Dem Wunsch sind wir sehr gerne

nachgekommen und danken allen ‚Neuautoren‘ für Ihre hervorragende Arbeit.

Diese zweite Auflage ist aber auch in den schon bestehenden Kapiteln von den Autoren vollständig überarbeitet und auf Fehler bereinigt worden. Dafür danken wir den ‚Altautoren‘ ganz besonders.

Wie immer laufen alle Fäden beim Verlag zusammen und wir danken dem Thieme-Team und besonders Frau Ueckert für die tatkräftige Unterstützung, Verständnis und auch Nachdrücklichkeit. Wir hoffen, dass auch diese zweite Auflage gut aufgenommen wird und bitten um Rückmeldung seitens unserer Leser.

Bielefeld/Kiel, im August 2010

*Alois Ebner
Günther Deuschl*

Vorwort der Bandherausgeber zur 1. Auflage

Das Elektroenzephalogramm (EEG) ist die älteste aller neurophysiologisch-neurologischen Untersuchungsmethoden. Sein Entdecker war Hans Berger (1873–1941), ein deutscher Neurologe und Psychiater, der von 1897–1938 an der Nervenlinik in Jena gelehrt hat. Diese Untersuchungsmethode hat wie keine andere die funktionell-integrative Forschung am Nervensystem bei Mensch und Tier möglich gemacht. Auf der Grundidee von H. Berger basieren bis heute wichtige innovative neurowissenschaftliche Erkenntnisse wie die Gamma-Oszillationen, die die funktionelle Verbindung verschiedener Hirnareale vermitteln.

Das EEG hat als klinische Untersuchungsmethode nach wie vor große Bedeutung für die Diagnostik neurologischer Krankheiten. Die Erforschung dieser Anwendung des EEG wurde von H. Berger begonnen. Es war einer der Motoren seiner Forschungstätigkeit. Heute sind viele neue Untersuchungsmethoden hinzugekommen, wie die anderen elektrophysiologischen Untersuchungen und die Bildgebung. Dennoch bleibt das EEG der Goldstandard für zahlreiche Erkrankungen, die anders nicht oder nicht präzise diagnostizierbar sind. Die Methode ist für die klinische

Anwendung längst etabliert, und es gibt einen Facharztstandard. Es ist Ziel des Buches, diesen Facharztstandard zu vermitteln. Die Methodik, die den erforderlichen Qualitätsstandard definiert, wird getrennt von den krankheitsbezogenen Kapiteln abgehandelt. Die einzelnen Kapitel sind entsprechend der Methodikbände der Referenzreihe Neurologie aufgebaut. Die verwendete Terminologie entspricht den Richtlinien der Internationalen Föderation der Gesellschaften für Klinische Neurophysiologie und der Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie.

Wir danken unseren zahlreichen Autoren für ihre harte Arbeit und Geduld mit unseren Änderungswünschen. Frau Marion Ueckert und dem Redaktionsteam vom Georg Thieme Verlag danken wir für ihre hervorragende Unterstützung in allen Phasen der Planung und Produktion dieses Buches.

Bielefeld, Kiel, im März 2006

*Alois Ebner
Günther Deuschl*

Anschriften

Priv.-Doz. Dr. med. Thomas Bast
Epilepsiezentrum Kork
Epilepsieklinik für Kinder und Jugendliche
Landstraße 1
77694 Kehl

Univ. Prof. Dr. Christoph Baumgartner
Karl Landsteiner Institut für Klinische Epilepsieforschung
und Kognitive Neurologie
Krankenhaus Hietzing
mit Neurologischem Zentrum Rosenhügel
2. Neurologische Abteilung
Riedelgasse 5
1130 Wien
ÖSTERREICH

Prof. Dr. med. Roland Besser
HELIOS Klinikum Krefeld
Neurologische Klinik
Lutherplatz 40
47805 Krefeld

Prof. Dr. med. Günther Deuschl
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
Campus Kiel
Klinik für Neurologie, Neurozentrum
Arnold-Heller-Straße 3
24105 Kiel

Dr. med. Alois Ebner
Epilepsiezentrum Bethel
Klinik Mara
Maraweg 21
33617 Bielefeld

Prof. Dr. med. Volker Faust
Rudolfstraße 20
88214 Ravensburg

Prof. Dr. med. Walter Fröscher
Wilhelm-Gindele-Straße 9
88276 Berg

Dr. med. Paolo Gallmetzer
Karl Landsteiner Institut für Klinische Epilepsieforschung
und Kognitive Neurologie
Krankenhaus Hietzing
mit Neurologischem Zentrum Rosenhügel
2. Neurologische Abteilung
Riedelgasse 5
1130 Wien
ÖSTERREICH

Priv.-Doz. Dr. med. Georg Hagemann
Helios-Kliniken Berlin-Buch
Klinik für Neurologie
Schwanebecker Chaussee 50
13125 Berlin

Prof. Dr. med. Hajo M. Hamer
Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Standort Marburg, Klinik für Neurologie
Rudolf-Bultmann-Straße 8
35033 Marburg

Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Haueisen
Technische Universität Ilmenau
Institut für Biomedizinische Technik und Informatik
PF 100565
98684 Ilmenau

Prof. Dr. Hermann Hinrichs
Universitätsklinikum Magdeburg
Universitätsklinikum für Neurologie
Leipziger Straße 44
39120 Magdeburg

Dr. med. Matthias Hoppe
Epilepsiezentrum Bethel
Abteilung für EEG-Video-Diagnostik
Maraweg 21
33617 Bielefeld

Dr. med. Karl Martin Klein
Epilepsy Research Centre, Department of Medicine
The University of Melbourne, Austin Health
Waterdale Road 300
3081 Heidelberg West, VIC
AUSTRALIEN

Prof. Dr. med. Geert Mayer
Hephata Klinik
Neurologische Klinik
Schimmelpfengstraße 6
34613 Schwalmstadt

Prof. Dr. med. Soheyl Noachtar
Epilepsie-Zentrum
Neurologische Klinik und Poliklinik
Klinikum der Universität München-Großhadern
Marchioninistraße 15
81377 München

Dr. med. Susanne Pirker
Karl Landsteiner Institut für Klinische Epilepsieforschung
und Kognitive Neurologie
Krankenhaus Hietzing
mit Neurologischem Zentrum Rosenhügel
2. Neurologische Abteilung
Riedelgasse 5
1130 Wien
ÖSTERREICH

Prof. Dr. med. Felix Rosenow
Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Standort Marburg, Klinik für Neurologie
Interdisziplinäres Epilepsiezentrum
Rudolf-Bultmann-Straße 8
35039 Marburg

Dr. rer. nat. habil. Michael Scherg
Wessobrunner Straße 10
82166 Gräfelfing

Dr. med. Reinhard Schulz
Epilepsiezentrum Bethel
Klinik Mara
Maraweg 21
33617 Bielefeld

Prof. Dr. med. Andreas Schulze-Bonhage
Universitätsklinikum Freiburg
Epilepsiezentrum im Neurozentrum
Breisacher Straße 64
79106 Freiburg

Prof. Dr. med. Bernhard Steinhoff
Epilepsiezentrum Kork
Landstraße 1
77694 Kehl-Kork

Prof. Dr. med. Frank Thömke
Universitätsmedizin der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Klinik und Poliklinik für Neurologie
Langenbeckstraße 1
55131 Mainz

Dr. med. Anelia Todorova-Rudolph
Vitos Weilmünster gemeinnützige GmbH
Klinik für Neurologie
Weilstraße 10
35789 Weilmünster

Prof. Dr. med. Otto W. Witte
Universitätsklinikum Jena
Klinik für Neurologie
Erlanger Allee 101
07747 Jena

Prof. Dr. Dr. Josef Zeitlhofer
Allgemeines Krankenhaus Wien
Universitätsklinik für Neurologie
Währinger Gürtel 18–20
1090 Wien
ÖSTERREICH

Inhaltsverzeichnis

1 Physiologische Grundlagen des EEG · 1

O.W. Witte, G. Hagemann u. J. Haueisen

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Einleitung · 1 1.2 Terminologische Anmerkungen · 1 1.3 Generatoren des EEG · 1 <ul style="list-style-type: none"> 1.3.1 Aktionspotenziale · 1 1.3.2 Synaptische Potenziale · 2 1.3.3 Gliazellverbände und sonstige Membranen · 4 1.4 Offene und geschlossene Felder · 4 | <ul style="list-style-type: none"> 1.5 Stromstärkedichteanalysen und Lage der Quellen im Kortex · 5 1.6 Potenziale und Magnetfelder · 5 1.7 Radiale und tangentielle Quellen · 5 1.8 Generatoren rhythmischer EEG-Aktivität · 7 1.9 Funktion der Hirnrhythmen · 8 1.10 Ausblick · 8 |
|--|---|

2 Technik · 10

H. Hinrichs

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Apparetekunde · 10 2.2 Elektroden · 11 2.3 Verstärker · 11 2.4 Filter · 13 | <ul style="list-style-type: none"> 2.5 Schreibsystem und Bildschirmdarstellung · 15 2.6 Digitalisierung · 15 2.7 Elektrische Sicherheit · 16 |
|---|--|

3 Montagen · 18

M. Hoppe

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Einleitung · 18 3.2 Prinzipien der Erstellung von Montagen (Ableitprogrammen) · 18 <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1 Referenzmontage · 19 3.2.2 Bipolare Montage · 22 3.2.3 Laplace-(Quellen-)Ableitung · 24 | <ul style="list-style-type: none"> 3.3 Praktische Bemerkungen und Empfehlungen zu Montagen · 24 <ul style="list-style-type: none"> 3.3.1 Ableitung des EEG · 24 3.3.2 Befundung des EEG · 25 |
|--|---|

4 Lokalisationsregeln · 28

S. Noachtar

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 4.1 Einleitung · 28 4.2 Polaritätskonvention · 28 4.3 Lokalisationen hirnelektrischer Aktivität · 29 <ul style="list-style-type: none"> 4.3.1 Bipolare Ableitung · 30 4.3.2 Referenzielle Ableitung · 31 4.3.3 Weite Phasenumkehr · 32 4.3.4 Wahl der Referenzelektrode · 33 4.3.5 Potenzialfeldkarte · 36 | <ul style="list-style-type: none"> 4.3.6 Bipolare versus referenzielle Ableitung · 37 4.3.7 Methoden zur Polaritätsbestimmung von Potenzialgeneratoren · 39 4.3.8 Potenzialfeldkarten zur Identifikation von Artefakten und Montagen · 39 4.3.9 Potenzialfelder durch Dipole · 40 4.3.10 Multiple Potenzialgeneratoren · 41 |
|---|--|

5 Normales EEG der Erwachsenen und Kinder · 42

M. Hoppe

- 5.1 **Einleitung** · 42
- 5.2 **Normales EEG der Erwachsenen** · 42
 - 5.2.1 Normales EEG im Wachen · 42
 - 5.2.2 Normales EEG bei Aktivierungsmaßnahmen · 44
 - 5.2.3 Normales EEG bei Ermüdung und im Schlaf · 45
- 5.3 **Normales EEG der Kinder** · 47
 - 5.3.1 1. Lebensjahr ab dem 3. Lebensmonat · 48
 - 5.3.2 2. Lebensjahr · 49
 - 5.3.3 3.–4. Lebensjahr · 49
 - 5.3.4 5.–10. Lebensjahr · 50
 - 5.3.5 11.–15. Lebensjahr · 51

6 Aktivierungsmethoden · 52

F. Rosenow, H. M. Hamer u. K. M. Klein

- 6.1 **Einleitung** · 52
- 6.2 **Hyperventilation** · 52
 - 6.2.1 Durchführung und Indikationsstellung · 52
 - 6.2.2 Wirkungsweise · 52
 - 6.2.3 Normale HV-Reaktion · 53
 - 6.2.4 Pathologische Befunde · 53
- 6.3 **Fotostimulation** · 53
 - 6.3.1 Durchführung und Indikationsstellung · 53
 - 6.3.2 Normale Phänomene bei Fotostimulation · 53
 - 6.3.3 Pathologische Befunde · 56
- 6.4 **Schlaf** · 61
 - 6.4.1 Durchführung und Indikationsstellung · 61
 - 6.4.2 Wirkungsweise · 61
 - 6.4.3 Normale Phänomene im Schlaf · 61
 - 6.4.4 Pathologische Befunde · 61
- 6.5 **Schlafentzug** · 62
- 6.6 **Andere Methoden** · 62
 - 6.6.1 Medikamentenentzug · 62
 - 6.6.2 Gabe provozierender Substanzen · 63
 - 6.6.3 Spezifische Auslöser bei „Reflexepilepsien“ · 63
- 6.7 **Zusammenfassung** · 64

7 Langzeit-EEG · 67

B. J. Steinhoff, A. Schulze-Bonhage

- 7.1 **Einleitung** · 67
- 7.2 **Nichtinvasive Techniken** · 67
- 7.3 **Invasive Techniken** · 68

8 Artefakte · 73

R. Schulz

- 8.1 **Erkennen von Artefakten** · 73
- 8.2 **Technische Artefakte** · 73
- 8.3 **Biologische Artefakte** · 74
 - 8.3.1 Augen · 74
 - 8.3.2 Zunge · 75
 - 8.3.3 Herz · 75
 - 8.3.4 Muskel · 76
 - 8.3.5 Haut und Knochen · 76
 - 8.3.6 Komplexe biologische Artefakte · 76
- 8.4 **Zusammenfassung** · 77

9 Fokale Störungen · 79

H.M. Hamer, A. Todorova-Rudolph u. F. Rosenow

- 9.1 **Einleitung** · 79
- 9.2 **Fokale, nichtepileptiforme EEG-Veränderungen** · 79
 - 9.2.1 Fokale Verlangsamungen · 79
 - 9.2.2 Veränderungen des Alpha-, Beta- und My-Rhythmus · 81
 - 9.2.3 Periodische lateralisierte epileptiforme Entladungen („periodic lateralized epileptiform discharges“) · 83
- 9.3 **Hirntumoren** · 84
- 9.4 **Hirngefäßerkrankungen** · 84
 - 9.4.1 Zerebrale Ischämie · 84
 - 9.4.2 Intrazerebrale Blutung, Subarachnoidalblutung und subdurales Hämatom · 85
- 9.5 **Hirntraumata** · 85
- 9.6 **Entzündungen** · 85
 - 9.6.1 Enzephalitis · 85
 - 9.6.2 Hirnabszess · 85
- 9.7 **Zusammenfassung** · 85

10 Diffuse Störungen · 89

R. Besser

- 10.1 Einleitung · 89**
- 10.2 Delir · 93**
 - 10.2.1 Definition und Krankheitsprozesse · 93
 - 10.2.2 EEG-Befunde beim Delir · 93
- 10.3 Metabolische Enzephalopathien · 96**
 - 10.3.1 Definition und Krankheitsprozesse · 96
 - 10.3.2 EEG-Veränderungen bei metabolischen Enzephalopathien · 97
- 10.4 Reversible Komazustände · 99**
 - 10.4.1 Grad der EEG-Verlangsamung · 100
 - 10.4.2 Amplitudenverhalten · 100
 - 10.4.3 Reagibilität · 100
 - 10.4.4 Epilepsietypische Potenziale · 100
- 10.5 Demenzielle Prozesse · 101**
 - 10.5.1 Definition und Krankheitsprozesse · 101
 - 10.5.2 EEG-Veränderungen bei Demenzen · 102
- 10.6 Medikamentenwirkungen · 104**

11 EEG in der Intensivmedizin einschließlich Hirntodbestimmung · 107

F. Thömke

- 11.1 Einleitung · 107**
- 11.2 Ableittechnik · 107**
 - 11.2.1 Häufig auftretende Artefakte · 108
- 11.3 Wichtige EEG-Muster bei Patienten auf der Intensivstation · 109**
 - 11.3.1 Isoelektrisches EEG · 109
 - 11.3.2 Flaches EEG · 109
 - 11.3.3 Burst-Suppression-EEG · 110
 - 11.3.4 Epileptiforme und periodische EEG-Muster · 111
 - 11.3.5 Alpha-(Theta)-Koma-EEG · 115
 - 11.3.6 Delta-Koma-EEG · 116
 - 11.3.7 Triphasische Wellen · 116
 - 11.3.8 Mischformen und Koexistenz verschiedener EEG-Muster · 117
- 11.4 Prognostische Bedeutung bestimmter EEG-Muster · 119**
- 11.5 Bedeutung der EEG-Reaktivität auf Außenreize · 120**
- 11.6 Das EEG bei der Hirntod-Diagnostik · 120**

12 Epilepsie · 124

A. Ebner

- 12.1 Einleitung · 124**
- 12.2 Epilepsietypische EEG-Aktivität · 124**
 - 12.2.1 Epilepsietypische Potenziale (ETP) – Definition · 124
 - 12.2.2 Interiktale epilepsietypische Potenziale · 125
 - 12.2.3 Iktale epilepsietypische Aktivität · 126
- 12.3 Wertigkeit der EEG-Befunde · 127**
- 12.4 Beispielabbildungen · 129**
 - 12.4.1 EEG-Beispiele von primär und sekundär generalisierten epileptischen Erkrankungen · 129
 - 12.4.2 EEG-Beispiele von fokalen Epilepsien · 132

13 EEG-Muster, die mit epilepsietypischer Aktivität verwechselt werden können · 137

C. Baumgartner, P. Gallmetzer, S. Pirker, J. Zeitlhofer

- 13.1 Einleitung · 137**
- 13.2 Benigne Muster mit epileptiformer Morphologie · 137**
 - 13.2.1 Wicket-Spikes · 137
 - 13.2.2 Benigne epileptiforme Transienten des Schlafes · 137
 - 13.2.3 14 & 6 Hz positive Spikes · 139
 - 13.2.4 6-Hz-Spike-Wave-Komplexe · 140
 - 13.2.5 Breach-Rhythmus · 141
- 13.3 Rhythmische Muster · 141**
 - 13.3.1 Rhythmisches temporales Theta der Schläfrigkeit (rhythmic temporal theta bursts of drowsiness) · 142
 - 13.3.2 Alpha-Varianten (α -variant rhythms) · 142
 - 13.3.3 Theta-Mittellinienrhythmus (midline theta rhythm) · 143
 - 13.3.4 Frontaler Arousal-Rhythmus (frontal arousal rhythm, FAR) · 144
 - 13.3.5 Subklinische rhythmische elektroenzephalographische Entladungen des Erwachsenen (subclinical rhythmical electroencephalographic discharges of adults, SREDA) · 144

14 Schlaf und Schlafstörungen im EEG · 147

G. Mayer

- 14.1 Methodik der Polysomnographie · 147**
 - 14.1.1 Neue Regeln für die Schlaflauswertung · 147
 - 14.1.2 Multipler Schlaflatenztest (MSLT) · 151
 - 14.1.3 Maintenance-of-Wakefulness-Test (MWT) · 151
- 14.2 Polysomnographische Charakteristika der Schlafstörungen · 152**
 - 14.2.1 Insomnien · 152
 - 14.2.2 Schlafbezogene Atmungsstörungen · 153
 - 14.2.3 Hypersomnien zentralnervösen Ursprungs · 154
 - 14.2.4 Zirkadiane Schlaf-Wach-Rhythmusstörungen · 155
 - 14.2.5 Parasomnien · 156
 - 14.2.6 Schlafbezogene Bewegungsstörungen · 159

15 Einsatz des EEG in der Psychiatrie und bei Einnahme von Psychopharmaka · 162

W. Fröscher, V. Faust

- 15.1 Anwendung des EEG in der Psychiatrie · 162**
 - 15.1.1 EEG bei organischen, einschließlich symptomatischer psychischer Störungen (ICD-10, F0) · 162
 - 15.1.2 EEG bei Schizophrenie (ICD-10, F2 bzw. F20) · 164
 - 15.1.3 EEG bei affektiven Störungen (ICD-10, F3) · 165
 - 15.1.4 EEG bei neurotischen, Belastungs- und somatoformen Störungen (ICD-10, F4) sowie bei Persönlichkeits- und Verhaltensstörungen (ICD-10, F6) · 166
 - 15.1.5 EEG bei Autismus (ICD-10, F84.0) · 166
 - 15.1.6 EEG bei Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen (ADHS, ICD-10, F90.0) · 166
- 15.1.7 EEG bei Epilepsiepatienten (ICD-10, G40) mit psychischen Störungen · 166**
- 15.2 EEG bei Einnahme von Psychopharmaka und Antiepileptika · 169**
 - 15.2.1 Antidepressiva · 169
 - 15.2.2 Neuroleptika · 171
 - 15.2.3 Antidementiva · 172
 - 15.2.4 Tranquilizer vom Benzodiazepintyp (z. T. auch als Antiepileptika eingesetzt) · 172
 - 15.2.5 Antiepileptika · 172
 - 15.2.6 Andere psychotrope Pharmaka · 174

16 Befundung von EEG-Kurven · 177

M. Hoppe

- 16.1 Einleitung · 177**
- 16.2 Systematik · 177**
 - 16.2.1 Frequenz · 177
 - 16.2.2 Amplitude · 177
 - 16.2.3 Lokalisation · 178
 - 16.2.4 Morphologie · 178
 - 16.2.5 Zeitliches Verhalten · 178
- 16.2.6 Reagibilität · 179**
- 16.3 Pathologische Befunde · 179**
- 16.4 Praktische Hinweise · 179**
 - 16.4.1 Befundung · 179
 - 16.4.2 Beurteilung mit klinischer Korrelation · 180
 - 16.4.3 Beispiel · 181

17 Computergestützte EEG-Auswertung · 184

M. Scherg, Th. Bast

- 17.1 Einleitung · 184**
- 17.2 Digitale Filterung · 187**
- 17.3 Mapping · 188**
- 17.4 Quellenmontagen · 189**
- 17.5 Artefaktkorrektur · 193**
- 17.6 Mustersuche und Mittelung · 193**
- 17.7 Spektralanalyse · 193**
- 17.8 Diskussion und Ausblick · 196**