



Hubertus Kursawe

Übungsbuch Klinisches EEG

Atlas mit 280 Beispielen

Übungsbuch Klinisches EEG

Hubertus Kursawe

Übungsbuch Klinisches EEG

Atlas mit 280 Beispielen

Unter Mitarbeit von Isolde Flemming und St. Karol Kubicki

Mit einem Geleitwort von Karl M. Einhäupl

Mit 316 Abbildungen

Hubertus Kursawe
Berlin, Germany

ISBN 978-3-662-56755-5 ISBN 978-3-662-56756-2 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-56756-2>

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

Springer

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2004, 2008, 2018

1. und 2. Auflage erschienen bei DESITIN ARZNEIMITTEL GMBH, Hamburg

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Fotonachweis Umschlag: © yacobchuk/istockphoto.com, Symbolbild mit Fotomodell

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Geleitwort

Ein wesentliches Ziel jeder medizinischen Aus- und Weiterbildung ist es, das diagnostische Urteil zu schärfen. Am erfolgreichsten hat sich dabei eine höchstmögliche Praxisnähe erwiesen, die sich in vielen Komplexvorlesungen und interaktiven Seminaren vermitteln ließ.

Insofern ist es sehr zu begrüßen, dass mit diesem Übungsbuch der klinischen Elektroenzephalographie eine Sammlung vorgelegt wird, die dazu beiträgt, klinisch relevante Situationen mit dem EEG zu analysieren und diese Analyse didaktisch zu vermitteln. Dabei wird nicht in erster Linie der Schwerpunkt auf methodische Spezialitäten gelegt, sondern vielmehr der Beitrag des EEG als diagnos-

tischer Mosaikstein zwischen klinischer Situation, Bildgebung und Neurophysiologie herausgearbeitet. Die Erfahrung der Autoren aus über 30 Jahren Weiterbildungstätigkeit trägt dazu wesentlich bei. Besonders wichtig finde ich die Erweiterung des Atlas um ein Kapitel, das sich vor allem mit Fällen aus der neurologischen Intensivmedizin befasst. So wünsche ich dem Werk eine möglichst breite Anwendung und Vermittlung.

Karl M. Einhäupl

Vorstandsvorsitzender der Charité –
Universitätsmedizin Berlin
Berlin im Februar 2018



Kopf – Innenansicht. Öl auf Nessel, Anna-Maria Kursawe (2001)

Geleitwort zur ersten Auflage des Atlas zur Einführung in das EEG 2004

Die erfolgreichste Fortbildung ist die praxisnahe. Die Deutsche Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie hat das schon sehr früh – als sie noch den Namen Deutsche EEG-Gesellschaft trug – erkannt und umgesetzt. Doch zeigt sich im Rückblick, dass die Fortbildung ganz erheblich von der aktuellen Vervielfältigungstechnik abhängig war.

Erste Ansätze zu gemeinsamen Übungen von Teilnehmern an EEG-Kongressen machte Mitte der 1950er-Jahre Richard Jung – Genius, Spiritus movens und erster Ehrenpräsident der Deutschen EEG-Gesellschaft. Er projizierte EEG-Epochen per Dia an die Leinwand, und die Versammelten begannen, die Ausschnitte zu beschreiben, zu interpretieren und zu diskutieren. Ein großer Nachteil dieser Methode war, dass die Teilnehmer keine Gedächtnisstützen – also die Kurvenbeispiele – mit nach Hause nehmen konnten, um dort in Ruhe die geäußerten Meinungen noch einmal zu überdenken, denn diese waren nicht selten durchaus divergent.

In unseren Kursen an der Universität, mit Teilnehmerzahlen um die 20 bis 30 herum, behalfen wir uns zunächst damit, von relativ kontinuierlichen und stabilen oder sich wiederholenden EEG-Veränderungen lange Ableitungen zu machen, um jedem Teilnehmer einen signifikanten Abschnitt in die Hand zu geben. Dieses Verfahren schloss naturgemäß seltene Ereignisse aus, aber auch Besonderheiten innerhalb der kontinuierlichen Veränderungen. Die Begrenztheit der Möglichkeiten war evident. Es wurde schnell klar: Wirklich annehmbar ist es nur, wenn jeder Teilnehmer exakt die gleiche Vorlage in der Hand hält. Die Abhängigkeit vom technischen Stand des Kopierens war also offensichtlich. Eine zufriedenstellende Form wurde erst mit dem Aufkommen der Trockenkopierer erreicht.

Die ersten Versuche mit Kopien machten wir in den EEG-Kursen der Fortbildungskongresse der Bundesärztekammer, in denen wechselnd zwischen 20 und 40 Teilnehmer saßen. Jetzt hatte jeder den gleichen EEG-Abschnitt vor sich, der zugleich über ein Dia an die Wand geworfen wurde und gemeinsam diskutiert werden konnte; die Teilnehmer konnten sich in ihre Kurvenvorlage Notizen hineinschreiben und die Blätter später noch einmal in Ruhe durcharbeiten. Ein großer Vorteil war zudem,

dass die Kopien im Verhältnis 1:1 vorlagen und die Kollegen sich auch im Messen üben konnten.

Die Erfolge ermutigten uns, die Methode auf die Fortbildungskurse der Gesellschaft im Rahmen der Jahrestagungen mit bis zu 250 Teilnehmern zu übertragen. Der Erfolg war bemerkenswert. Der Dozent trug seine Interpretation vor, ein Kodozent die seine. Nicht selten war man sich uneinig, was für lebhaftere Diskussionen sorgte, die den Teilnehmern die ganze Palette der Interpretationsmöglichkeiten offenbarte.

Zudem konnte die Gesellschaft auf diesem Wege auch die Terminologie vereinheitlichen – mit dem Ziel einer gemeinsamen Sprachregelung für die elektroenzephalographischen Phänomene. Außerdem setzten sich über die Ableitungsbeispiele die optimalen Elektrodenschaltungen durch.

Über die didaktische Anordnung von Themen nahmen die Vorlagenhefte mehr und mehr den Charakter von Lehrbuchabschnitten an, und manche Kollegen legten sich ganze Sammlungen solcher Kursvorlagen zu. Womit wir beim Kern der vorliegenden Präsentation sind: Hier bieten wir ein Heft mit Übungsvorlage für die Themen „Vigilanzinflüsse auf das EEG“, „epileptische Phänomene“ und „Veränderungen bei intensivmedizinischen Behandlungen“ an, in der Hoffnung, dass diese Form für die Teilnehmer eine Erfolg steigende Erweiterung des Kurses darstellt.

St. Karol Kubicki

Berlin im Frühjahr 2004

Vorwort

Der vorliegende Atlas ist ein Praxis- und Übungsbuch und soll dem klinisch tätigen Arzt und der neurophysiologischen Funktionsassistentin dazu dienen, die in der Weiterbildung erworbenen Kenntnisse zum EEG zu vertiefen und selbst zu überprüfen. Es entstand aus der langen Tradition der Berliner und Potsdamer EEG-Seminare, bei denen die Autoren in drei aufeinander aufbauenden Veranstaltungen im Jahr die Befundung und Bewertung des klinischen EEG vermittelten. Die Sammlung enthält ein breites Kurvenmaterial in einer thematischen Reihenfolge vom normalen bis zum pathologischen EEG. Eine Vollständigkeit wird allerdings nicht näherungsweise erreicht, da es ja vorrangig als Übungsbuch zur Einführung in die klinische Elektroenzephalographie gedacht ist. So sind bei drei Autoren und Kurven aus drei Laboren Überschneidungen und im Einzelfall sogar Doppelungen nicht zu vermeiden – sie waren hingegen ausdrücklich erwünscht, um die „EEG-Handschrift“ der Interpreten erkennen zu lassen. Dies betrifft vor allem Beispiele mit Provokationsmethoden, mit epilepsietypischer Aktivität sowie Herden bzw. regionalen Funktionsstörungen und soll helfen, die Flexibilität in der Auswertung zu schulen.

Auf methodische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen wurde bewusst verzichtet. Der EEG-Sammlung wurde lediglich ein alphabetisches Glossar für die wesentlichen Begriffe angefügt, die bei den Kurzbefunden unter den Abbildungen verwendet wurden. Ebenfalls im Anhang finden sich EEG-Epochen, an denen der Leser seine eigenen Fähigkeiten anhand eines Kurvenquiz überprüfen kann.

Alle Kurven wurden nach dem 10:20-System von Jasper abgeleitet. Wenn die Montage nicht besonders vermerkt wurde, handelt es sich um bipolare zentrale alternierende Längsreihen. Einzelne Beispiele bei fokalen Epilepsien wurden unter zusätzlicher Ableitung mit den tiefen Temporalektroden T1 und T2 erstellt, die vom EEG-Computer als Pg1 und Pg2 gekennzeichnet wurden. Die Frequenzfilterung erfolgte bei einem Großteil der EEG abweichend vom üblichen Verfahren mit einer oberen Grenzfrequenz von 30 Hz, was nur in Einzelfällen extra vermerkt ist.

Das Buch basiert auf dem 2004 erstmalig im Desitin-Verlag erschienenen „Atlas zur Einführung in das EEG“, der nach einer über vier Jahre

erprobten Praxis in einer korrigierten zweiten Auflage herausgegeben wurde. Da es eine überwiegende Zustimmung der Kollegen in der EEG-Ausbildung gegeben hatte, wurden das Konzept des Buches beibehalten und die Kapitel meiner Mitautoren zwar ergänzt, aber nicht verändert. Die durch den Springer-Verlag möglich gewordene Erweiterung betrifft vor allem die insgesamt 114 neuen Abbildungen, die überwiegend im neuen Kapitel „EEG bei speziellen Syndromen, Intoxikationen und postiktualen Zustandsbildern“ enthalten sind. Hier geht es um die für den klinischen Neurologen wichtigen Fallbeispiele zu Enzephalitiden, Enzephalopathien, Hypoxien und medikamentösen Einflüssen bis zur Narkose. Auch werden die Variabilität und diagnostische Ausdruckskraft des EEG nach epileptischen Anfällen paradigmatisch gezeigt.

Die vorgenommenen Korrekturen und Verbesserungen betreffen vor allem die Abbildungsunterschriften und die Beispiele zu Normvarianten, die ergänzt wurden. Für die Korrekturen an den vormaligen Ausgaben danke ich vorrangig Prof. Dr. Rabending und Prof. Dr. Noachtar sowie den inzwischen verstorbenen Kollegen Prof. Dr. Kugler und Privatdozent Dr. Zschocke. Die Erweiterungen entstanden überwiegend in den gemeinsamen Kursen mit Privatdozent Dr. Hoffmann in Potsdam.

Mein großer Dank gilt in erster Linie meinen Mitautoren und deren Mitarbeitern im Labor. Für die Ableitungen aus Potsdam waren die EEG-Assistentinnen Frau Busch und Frau Johl, der ich auch für die ausgezeichnete Auf- und Nacharbeitung danke, verantwortlich. Die sorgfältigen Sekretariatsarbeiten verdanke ich meiner Sekretärin Frau Plötz. Besonderer Dank gilt auch Frau Dr. Lerche und Frau Conrad vom Springer-Verlag für die Anregungen bei der Erstellung und Verwirklichung dieses von mir für die weitere EEG-Ausbildung angestrebten Projekts sowie Frau Bahle für das Lektorat.

Ich wünsche mir insbesondere von unseren Seminarteilnehmern eine rege Diskussion und Hinweise zu möglichen Verbesserungen.

Hubertus Kursawe
Berlin im April 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Empfehlungen zur Beschreibung und Beurteilung des EEG	1
1.1	Beschreibung des EEG	2
1.1.1	Allgemein	2
1.1.2	Beschreibung normaler Aktivität	3
1.1.3	Beschreibung pathologischer Aktivität	3
1.1.4	Schema zur EEG-Beschreibung	4
1.2	Beurteilung des EEG	4
2	Das normale EEG	5
3	EEG bei Müdigkeit und im Schlaf	25
4	EEG unter Hyperventilation und Fotostimulation	37
5	Artefakte im EEG	49
6	EEG bei diffusen und lokalen Hirnfunktionsstörungen	71
7	EEG bei Epilepsien	95
8	EEG bei speziellen Syndromen, Intoxikationen und postiktualen Zustandsbildern . . .	125
8.1	Metabolische Enzephalopathien	126
8.2	Enzephalitis	133
8.3	PLED und BiPLED	145
8.4	EEG bei postiktualen Zustandsbildern	148
9	Kurvenquiz	161
9.1	Auflösung	177
	Serviceteil	179
	Glossar	180
	Literatur	183
	Quellenverzeichnis	183
	Sachverzeichnis	184

Autor

Kursawe, Hubertus, Prof. Dr. med.

Studium der Philosophie und Medizin, Facharzt für Neurologie und Psychiatrie, Leiter der Abteilung für Klinische Neurophysiologie der Nervenlinik der Charité von 1987–1991, von 1994–2009 Chefarzt der Klinik für Neurologie des Alexianer St. Josefs-Krankenhauses Potsdam

Mitarbeiter

Flemming, Isolde, Prof. Dr. med. em.

Fachärztin für Anästhesiologie und Intensivmedizin, von 1964–1999 an der Charité Berlin, bis 1999 Leiterin der EEG-Abteilung (Charité-Neubau)

Kubicki, St. Karol, Prof. Dr. med. em.

Facharzt für Neurologie und Psychiatrie, Leiter der Abteilung für Klinische Neurophysiologie und Geschäftsführender Direktor der wissenschaftlichen Einrichtung Neurochirurgie, Neurologie der FU Berlin bis 1991, Sekretär der Deutschen Gesellschaft für klinische Neurophysiologie (Deutsche EEG-Gesellschaft) von 1963–1993. Initiator und Herausgeber der Zeitschrift EEG-EMG (heute: Zeitschrift für klinische Neurophysiologie) und Mitherausgeber des EEG-Labor (heute: Das Neurophysiologie-Labor).



Empfehlungen zur Beschreibung und Beurteilung des EEG

- 1.1 Beschreibung des EEG – 2**
 - 1.1.1 Allgemein – 2
 - 1.1.2 Beschreibung normaler Aktivität – 3
 - 1.1.3 Beschreibung pathologischer Aktivität – 3
 - 1.1.4 Schema zur EEG-Beschreibung – 4

- 1.2 Beurteilung des EEG – 4**

Die folgenden Empfehlungen zur Beschreibung und Beurteilung des EEG wurden von der Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie und funktionelle Bildgebung (DGKN) im Mai 2006 herausgegeben.

Die Internationale Föderation der Gesellschaften für Klinische Neurophysiologie (IFCN) hat 1999 eine Reihe von Überarbeitungen und neuen Empfehlungen herausgegeben (Deuschl und Eisen 1999). Die Terminologie für klinische Elektroenzephalographie wurde als „Glossar der meistgebrauchten Begriffe in der klinischen Elektroenzephalographie und Vorschläge für die EEG-Befundung“ ins Deutsche übertragen (Noachtar et al. *Klin Neurophysiol* 2004, 35: 5–21 oder *Z Epileptol* 2005, 18: 78–97). Inzwischen sind auch eine Reihe von Neuerungen in die klinische Elektroenzephalographie eingeführt worden, wie z. B. das digitale EEG, die eine Überarbeitung der von der Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie in den 1980er-Jahren herausgegebenen Empfehlungen erforderlich machten.

Vor dem Hintergrund, die Terminologie international zu vereinheitlichen, sind einige lokale, in der deutschen Tradition verwurzelte Begriffe nicht mehr in der Empfehlung abgebildet, sodass vertraute Begriffe wie die „Allgemeinveränderung“ und der „Herd“ jetzt fehlen. Sie sind unter dem Oberbegriff „Verlangsamungen“ zu finden. Diese umfassen (1) Verlangsamung des okzipitalen Grundrhythmus (Grundrhythmusverlangsamung) und (2) Verlangsamungen (θ - und δ -Aktivität), die entweder intermittierend oder kontinuierlich auftreten. Der Begriff der „Allgemeinveränderung“ subsumierte diese Kategorien, wenn die Verlangsamungen generalisiert waren. Treten Verlangsamungen regional (fokal) auf, wurde bisher meist der Begriff „Herd“ benutzt. Dabei blieb im Alltag oft unklar, ob damit lediglich regionale (fokale) Verlangsamungen oder epilepsietypische Veränderungen gemeint waren. Verlangsamungen sind aber im Gegensatz zu epilepsietypischen Potenzialen unspezifisch und haben keine Assoziation zur Epilepsie. Deshalb wird jetzt auf der ersten Ebene zwischen „Verlangsamungen“ und „epilepsietypischen Mustern“ unterschieden, ehe eine Unterscheidung nach der Lokalisation (generalisiert vs. regional [fokal]) erfolgt.

Die in den folgenden Richtlinien zur Beschreibung und Beurteilung des EEG vorgeschlagenen Formulierungen sollen als allgemeine Anleitung gelten und können zur Erfassung besonderer Situationen entsprechend angepasst werden.

1.1 Beschreibung des EEG

Die Beschreibung des EEG erfasst alle unten aufgeführten Bereiche, entweder frei formuliert oder unter Verwendung eines vorgegebenen Schemas. Letzteres bietet den Vorteil einer knappen und damit übersichtlichen Notation und erleichtert die systematische Berücksichtigung aller Kriterien (► Abschn. 1.1.4).

1.1.1 Allgemein

Die Grundaktivität (Synonym: Grundtätigkeit, Grundrhythmus; obsolet: Hintergrundaktivität) des normalen EEG in allen Altersstufen reicht vom β - bis δ -Bereich. Sie ist über den verschiedenen Kopf-(Hirn-)Regionen unterschiedlich zusammengesetzt und beinhaltet dabei charakteristische Aktivitäten (Muster), die kontinuierlich, intermittierend oder als einzelne Wellen auftreten können. Diese unterschiedlichen Aktivitäten sollten sorgfältig erfasst und anhand folgender Merkmale charakterisiert werden:

- Frequenz
- Amplitude
- Lokalisation (Verteilung, Distribution)
- Morphologie (einschließlich Symmetrie und Modulation)
- zeitliches Verhalten / Häufigkeit (Ausprägung)
- Reagibilität (Reaktivität)

Frequenz

Sie wird als Zahl der Wellen pro Sekunde oder in Hertz angegeben. Bei singulären Potenzialen wird die Dauer (Wellenlänge) gemessen und daraus als Reziprokwert die dazugehörige „Frequenz“ errechnet. Anzugeben sind die unteren und oberen Grenzen der jeweiligen Frequenzbereiche, wobei seltene Abweichungen vernachlässigt werden können. Einzelne Wellen oder Komplexe können repetitiv in Intervallen von längerer Dauer als ihrer Wellenlänge auftreten und werden dann periodisch genannt, wobei als Periode das Zeitintervall zwischen ihnen bezeichnet wird.

Amplitude

Ihre Höhe hängt entscheidend von der benutzten Montage ab, weshalb bei jeder absoluten Angabe in μV die zur Messung benutzte Montage mit angegeben werden muss. Die Messung erfolgt über die gesamte vertikale Ausdehnung eines Potenzials, d. h. von Maximum bis Minimum. In der klinischen Praxis ist oftmals eine semiquantitative Abschätzung ausreichend (niedrig, mittel, hoch). Anzugeben sind die Amplitudenminima und -maxima der jeweiligen Frequenzbereiche, wobei seltene Abweichungen vernachlässigt werden können.

Lokalisation

Die Lokalisation kann sehr ausgedehnt über alle Hirnregionen oder sehr umschrieben auf ein Hirnareal beschränkt sein. Generalisierte oder diffuse Aktivität tritt nahezu gleichzeitig überall auf der Kopfoberfläche auf, kann dabei aber ein umschriebenes Maximum aufweisen. Lateralisierte Aktivität ist auf eine Hemisphäre beschränkt. Regionale bzw. fokale Aktivität tritt nur an einigen oder wenigen Elektroden auf. Ist sie auf eine Elektrode beschränkt, muss sie differenzialdiagnostisch von einem Elektrodenartefakt abgegrenzt werden. Sind die Elektroden nach dem 10/20-System gesetzt, gewährleistet die definierte Lage der involvierten Elektroden eine topographische Zuordnung zu den verschiedenen Hirnarealen, sodass die Lokalisation anatomisch-topographisch (frontozentral links, biokzipital) oder unter Verwendung der Elektrodenbezeichnungen (F3/C3, O1/O2) erfolgen kann.

Morphologie

Die Wellen werden monophasisch, bi-, tri- oder polyphasisch genannt, wenn sie die Grundlinie nicht, einmal, zweimal oder mehr als zweimal kreuzen. Wenn die Wellen uniform sind, d. h. annähernd gleiche Frequenz, Amplitude und Form aufweisen, wird die Aktivität als regelmäßig, regulär oder rhythmisch (Sonderform sinusoidal) bezeichnet. Wenn die Wellen morphologisch unähnlich aufgrund unterschiedlicher Frequenz, Amplituden und Form sind, ist die Aktivität unregelmäßig, irregulär oder arrhythmisch. Monomorph bzw. polymorph beschreiben den gleichen Sachverhalt. Lagern sich einzelne Wellen zu kurzen Abfolgen zusammen, bilden sie Komplexe, die wiederum eine reguläre oder unter Umständen auch bizarre Konfiguration aufweisen können.

Scharfe oder steile Transienten haben eine spitze Konfiguration und heben sich klar von der Grundaktivität ab. Unter Symmetrie versteht man die Übereinstimmung der EEG-Aktivitäten über homologen Hirnregionen zur gleichen Zeit. Stellt die Polarität ein wesentliches Charakteristikum einer Aktivität dar, sollte sie ebenfalls erwähnt werden (z. B. POSTS, 6 Hz positive Spitzen). Modulation betrifft das Anwachsen und Abnehmen der Amplituden, z. B. spindelförmig, und bisweilen auch Frequenzen im Bereich von Sekunden.

Ausprägung (zeitliches Verhalten)

Aktivität kann entweder kontinuierlich während einer Ableitung oder intermittierend auftreten. In letzterem Fall kann dies rhythmisch, periodisch oder irregulär geschehen. Sie kann als einzelne intermittierende Wellen oder einzelne Komplexe oder in kurzen Ausbrüchen (Gruppierungen, Paroxysmen) erscheinen. Bei bilateralem Auftreten kann dies synchron, d. h. gleichzeitig über der rechten und linken Hemisphäre (α -Rhythmus) oder asynchron (μ -Rhythmus) geschehen. Unter Ausprägung wird der prozentuale zeitliche Anteil einer Aktivität in einem repräsentativen Kurvenabschnitt verstanden, z. B. α -Aktivitätsindex: gut (>60 %), mäßig (30–60 %) oder gering (< 30%).

Reagibilität

Sowohl physiologische als auch pathologische Aktivitäten können evoziert oder blockiert werden durch spezielle Sinnesreize oder Manöver. Diese Reagibilität sollte bei der EEG-Registrierung nachgewiesen werden:

- Blockieren des α -Rhythmus durch Augenöffnen
- Blockieren des μ -Rhythmus durch Fingerbewegungen

Sie umfasst außerdem:

- Auslösen von K-Komplexen durch akustische Stimuli
- Auslösen von λ -Wellen durch horizontale, abtastende Augenbewegungen

Bei komatösen Patienten kann das Verhalten pathologischer, langsamer Aktivität auf verschiedene Stimuli wie akustische, taktile oder Schmerzreize wichtige prognostische Hinweise geben.

1.1.2 Beschreibung normaler Aktivität

Jede EEG-Befundung sollte die Beschreibung physiologischer Aktivitäten und Muster unter Verwendung der angegebenen Parameter beinhalten:

- Im Wachen:
 - α -Rhythmus (okzipitaler Grundrhythmus – bei Kindern altersabhängig im δ - θ -Bereich)
 - μ -Rhythmus
 - λ -Wellen
 - Entsprechen weitere Aktivitäten wie β - und θ -Aktivität einem normalen Befund (insbesondere die Ausprägung von θ -Aktivität weist eine starke Altersabhängigkeit im Kindes- und Jugendalter auf)
 - bei Kindern und Jugendlichen: okzipitales Delta der Jugend
- Im Schlaf:
 - Vertexwellen
 - Schlafspindeln
 - K-Komplexe
 - POSTS
 - Arousal
 - bei Kindern: hypnagoge θ -Gruppen
- Unter Provokationsmaßnahmen:
 - „photic driving“ als normale Reaktion während Fotostimulation
 - diffuse Verlangsamung als physiologische Reaktion unter Hyperventilation

1.1.3 Beschreibung pathologischer Aktivität

Pathologische Aktivitäten werden nach genau den gleichen Kriterien wie physiologische Muster analysiert und beschrieben. Pathologische Aktivitäten werden folgendermaßen unterteilt:

- **Verlangsamungen:** Sie manifestieren sich erstens in Form einer intermittierenden oder kontinuierlichen Verlangsamung und zweitens in einer Verlangsamung des okzipitalen Grundrhythmus. Diese Verlangsamungen können generalisiert oder regional (fokal) auftreten. Hiermit sollen die Begriffe Allgemeinveränderung und Herdbefund ersetzt werden.
- **Epilepsietypische Muster:** Diese EEG-Veränderungen sind bis auf einige wenige typische Ausnahmen häufig mit Epilepsie assoziiert und umfassen Wellenformen wie Spitzen („spikes“), scharfe Wellen („sharp waves“), Polyspikes und Spitzen-Wellen-Komplexe (Spike-wave-Komplexe).
- **Besondere Muster:** Diese EEG-Muster sind bevorzugt bei bestimmten Syndromen oder klinischen Konstellationen anzutreffen.
 - triphasische Wellen
 - periodische Muster
 - PLED, BiPLED

- Asymmetrien (beruhen auf einer pathologischen Erhöhung, z. B. bei Knochenlücken oder Erniedrigung, z. B. bei subduralem Hämatom/Hygom oder kortikalen Resektionen der Amplitude physiologischer Aktivität)
- **Komamuster**

1.1.4 Schema zur EEG-Beschreibung

Ein Schema zur EEG-Beschreibung zeigt ■ Tab. 1.1.

1.2 Beurteilung des EEG

Die Beurteilung des EEG berücksichtigt alle EEG-Aktivitäten im Hinblick auf die klinische Fragestellung. Ist der Befund normal, d. h. alle sorgfältig protokollierten Aktivitäten stellen einen altersentsprechenden Befund dar, genügt eine kurze entsprechende Bemerkung. Anderenfalls werden die pathologischen Befunde aus der Beschreibung extrahiert und in der Reihenfolge ihrer klinischen Bedeutung im Hinblick auf die klinische Fragestellung vor dem Hintergrund anamnestischer und klinischer Daten beurteilt.

■ Tab. 1.1 Schema zur EEG-Beschreibung

	Aktivität	Frequenz [Hz]	Amplitude [μ V]	Lokalisation	Morphologie, Ausprägung, Reagibilität
Wach [%]					
Schlaf [%]					
Hyperventilation					
Photostimulation					

Darmstadt, Mai 2006

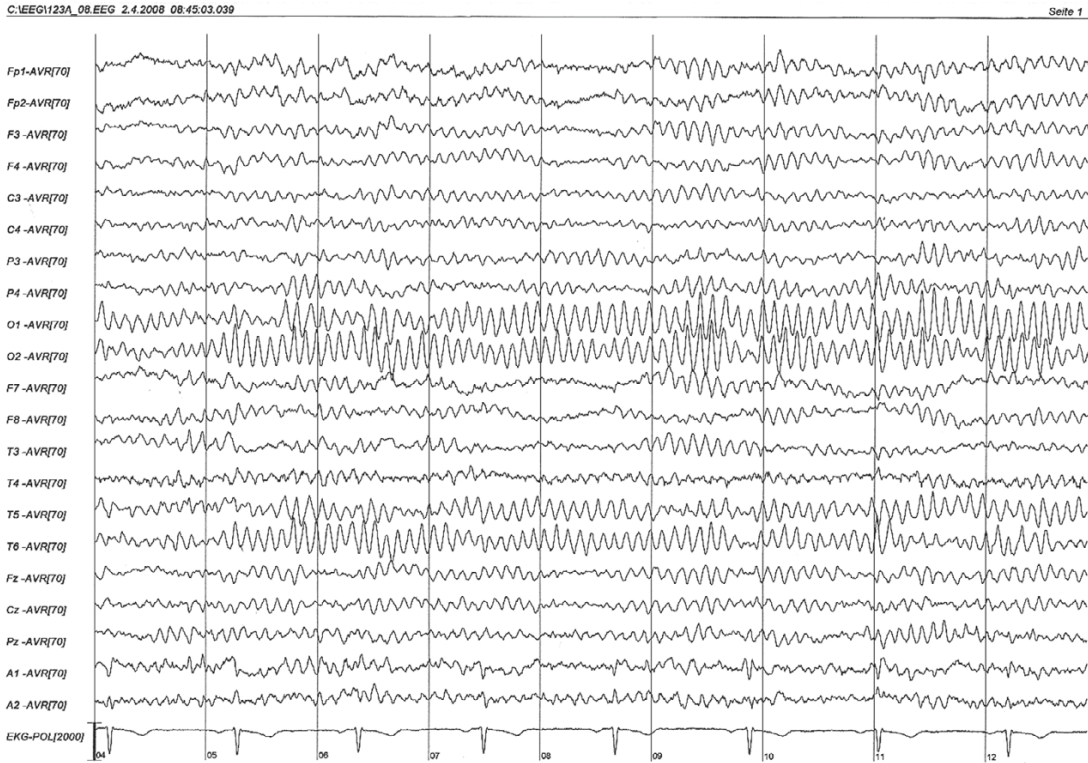
Die Mitglieder der Kommission:

R. Besser, A. Ebner, U. Hegerl, R. Korinthenberg, S. Noachtar, B. J. Steinhoff, F. Tergau, K. J. Werhan

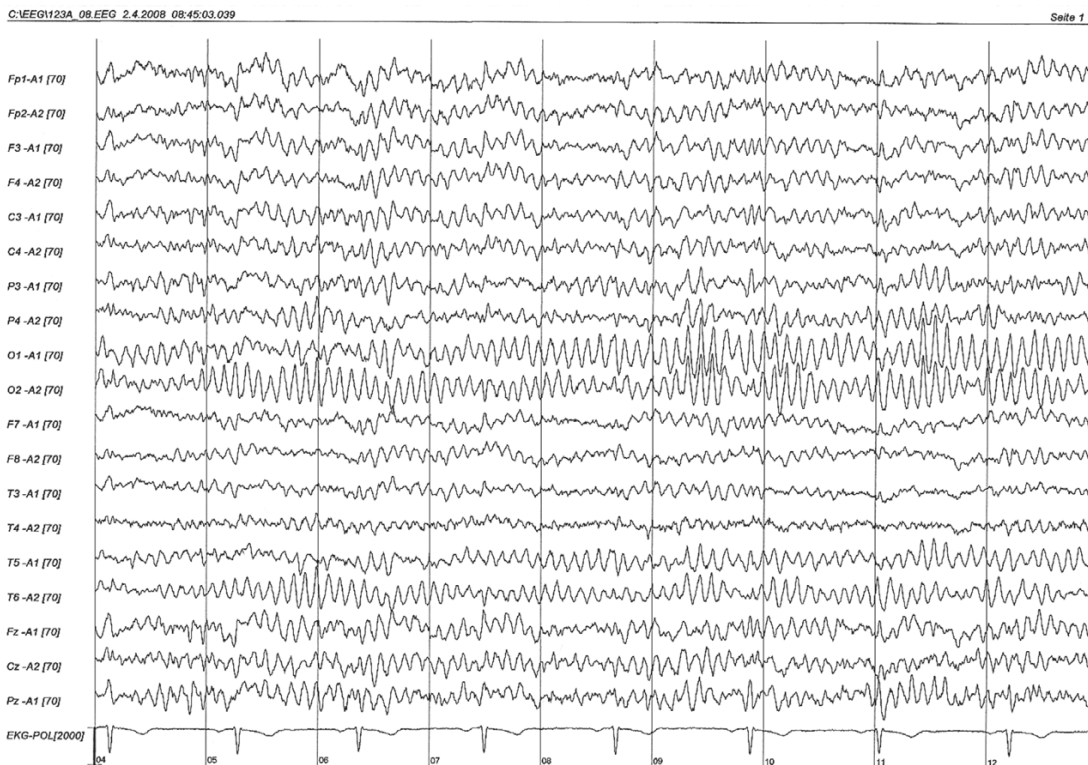


Das normale EEG

■ ■ Normales EEG in verschiedenen Montagen

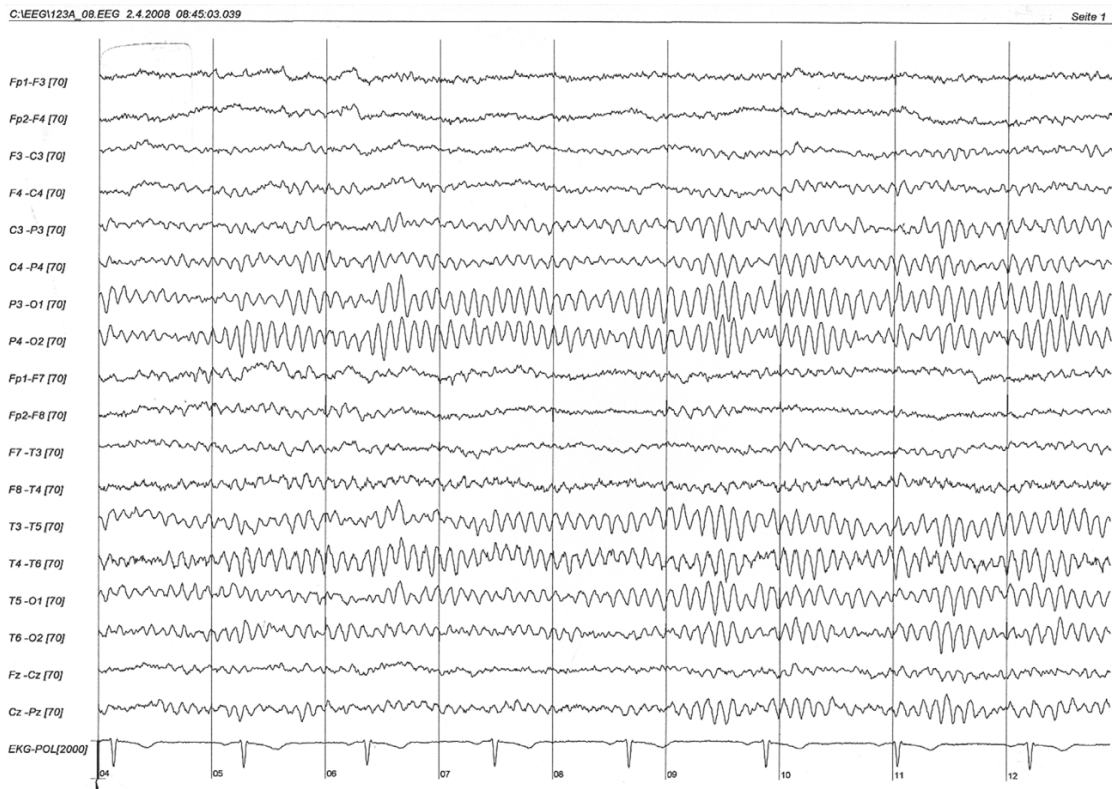


■ **Abb. 2.1** 30-jähriger gesunder Proband. Ableitung gegen die Mittelwertreferenz: Das EEG ist artefaktfrei und gibt die okzipitale Betonung des α -Grundrhythmus korrekt wieder. Aufgrund der Mittelwertbildung erscheint der α -Rhythmus jedoch nach frontal projiziert, was die Echtheit mindert (sog. glättender Effekt)

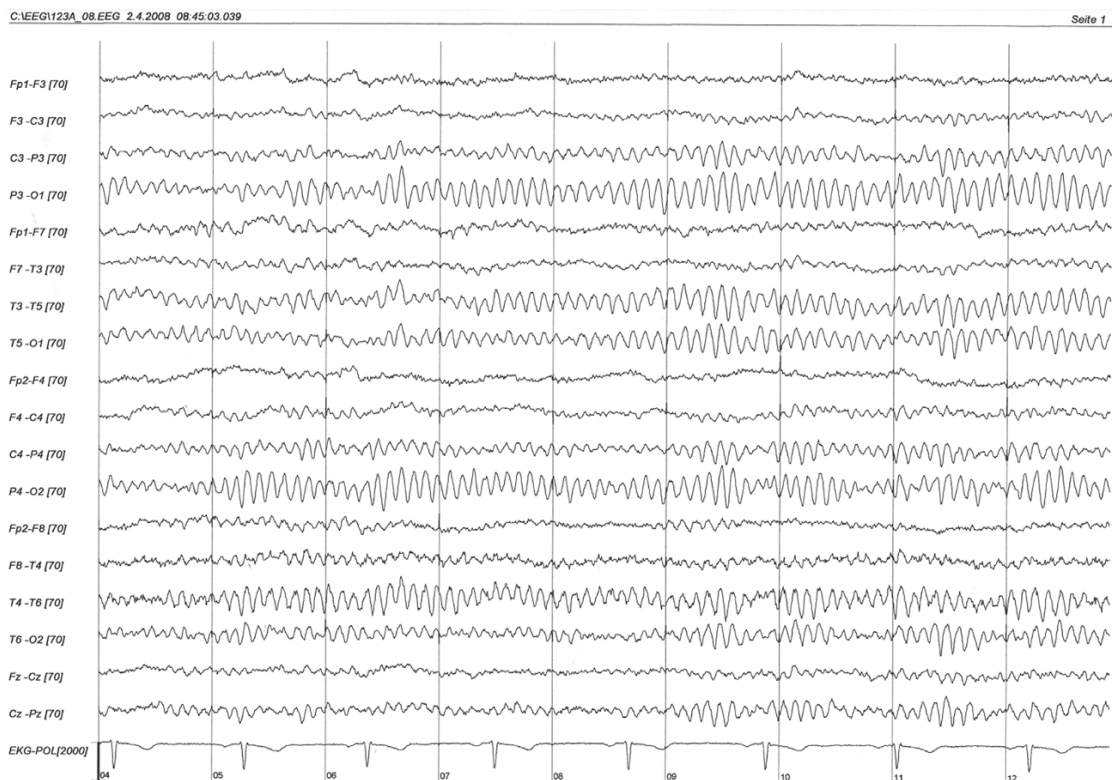


■ **Abb. 2.2** Selber Proband wie in ■ Abb. 2.1. Ableitung gegen die Ohrreferenz: Der α -Grundrhythmus wird in Frequenz und Spannungshöhe exakt wiedergegeben, jedoch zeigen sich deutliche hochfrequente Muskelverspannungsartefakte und initial einige von temporoanterior in die Ohrreferenz einstrahlende θ -Wellen

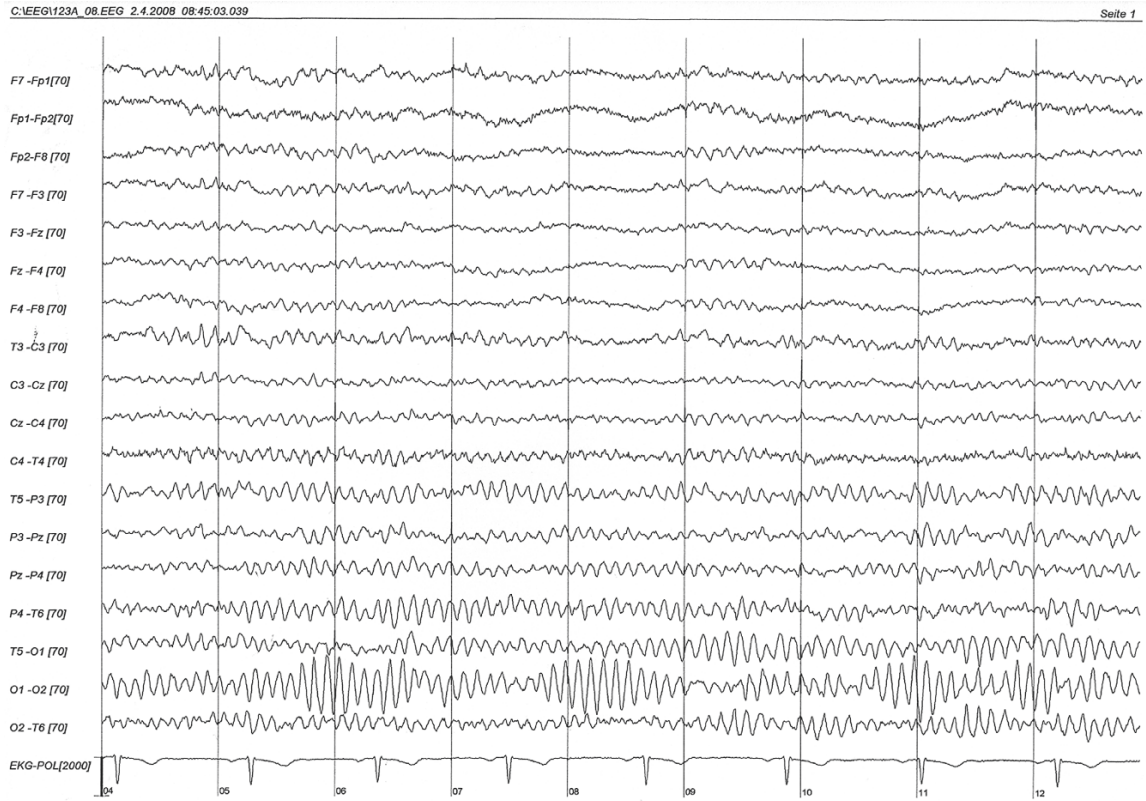
2



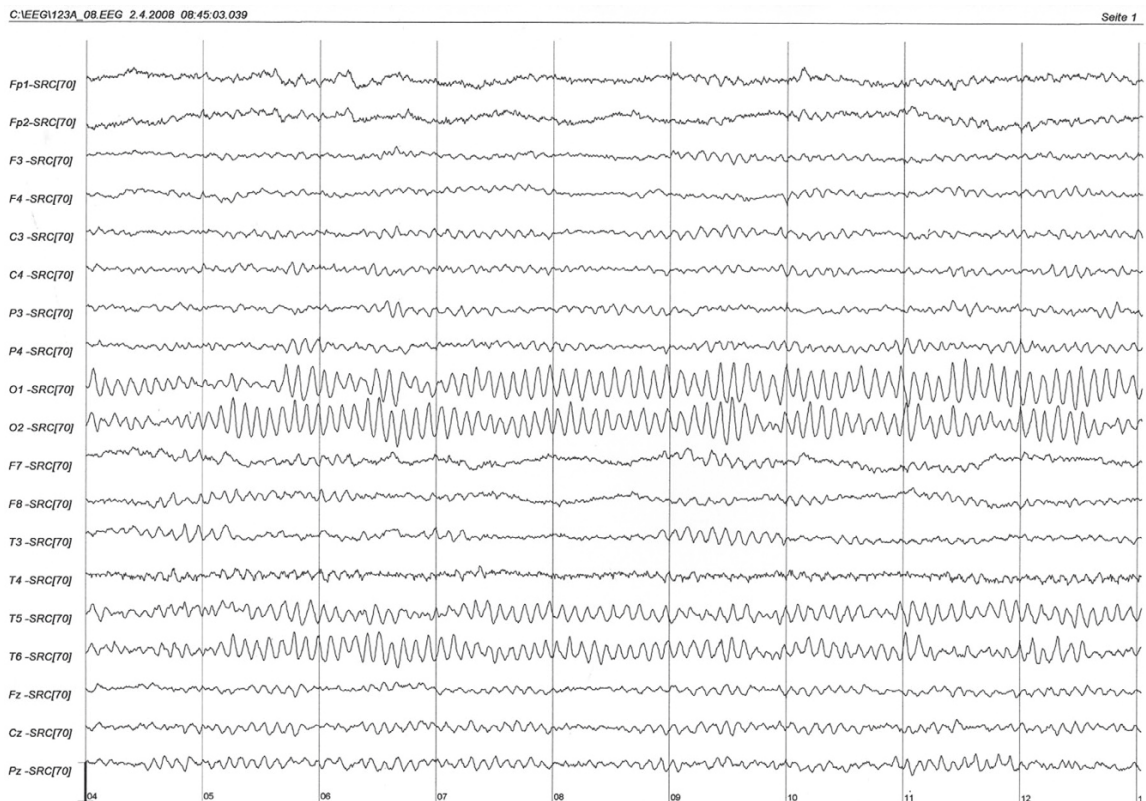
■ **Abb. 2.3** Selber Proband wie in ■ Abb. 2.1. Ableitung in alternierender zentraler Reihenschaltung: Korrekte Wiedergabe des Grundrhythmus, das α -Feld dehnt sich aber bis zur hinteren temporalen Elektrode aus, was größere Amplituden zwischen T3-T5 und T4-T6 verursacht, aber wegen der geringen Spannungshöhe zwischen T5-O1 und T6-O2 dort nur flache α -Wellen ermöglicht



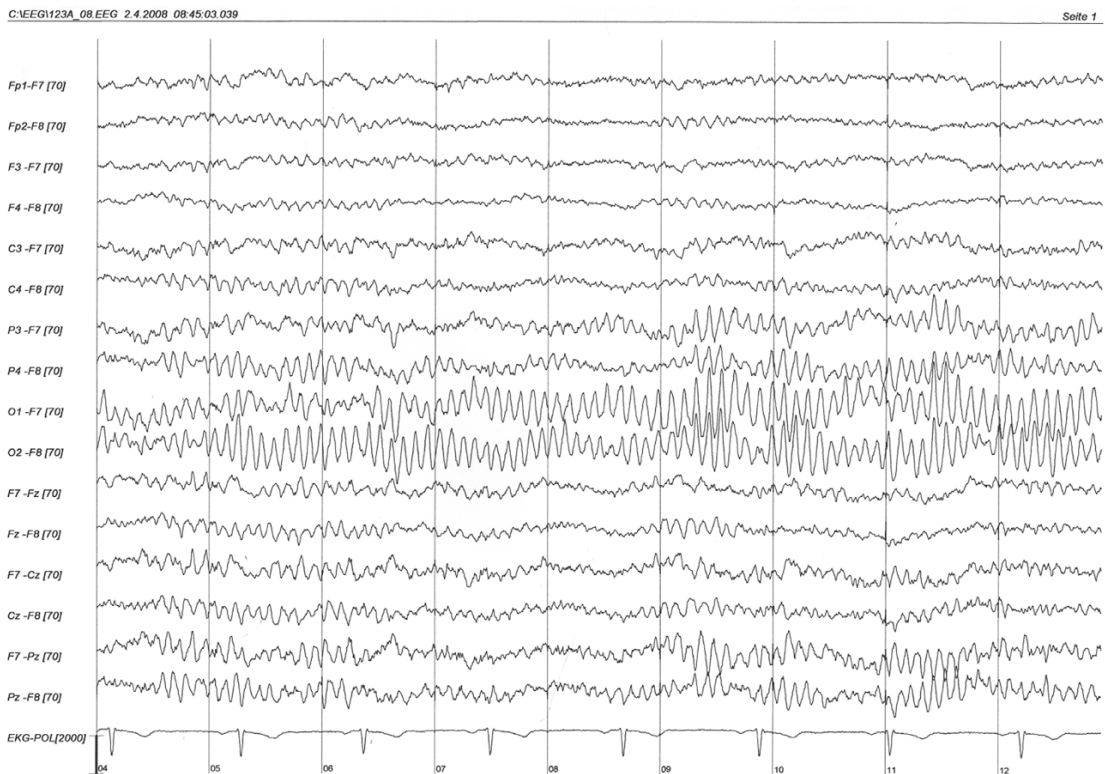
■ **Abb. 2.4** Selber Proband wie in ■ Abb. 2.1. Ableitung in temporaler Reihenschaltung: Durch die Viererreihung der „temporalen Banane“ erscheint ein differenziertes Bild, welches vor allem sehr gut den optischen Vergleich zwischen linker und rechter Hemisphäre erlaubt und bei Halbseitenprozessen zu empfehlen ist



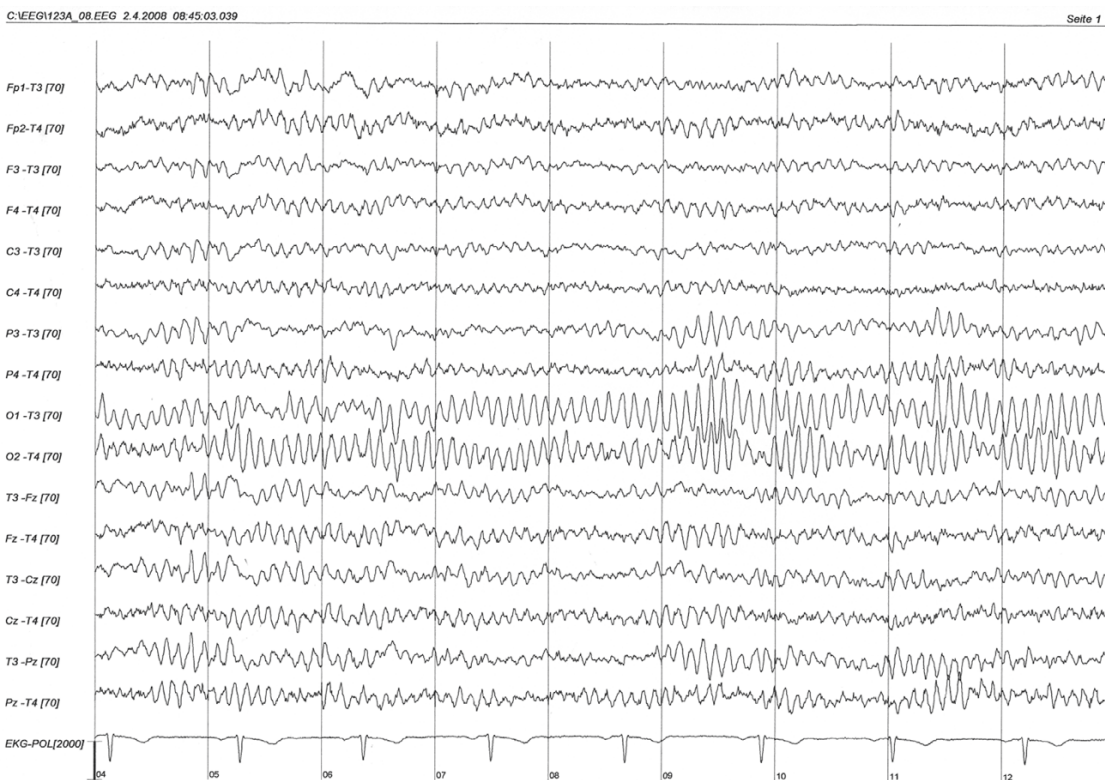
■ Abb. 2.5 Selber Proband wie in ■ Abb. 2.1. Ableitung in Querreihenschaltung: Die Spannungshöhe ist wegen der Querreihe geringer, deutlicher zeigen sich regionale Verlangsamungen hier in Form von temporoanterior und links betonter θ -Aktivität



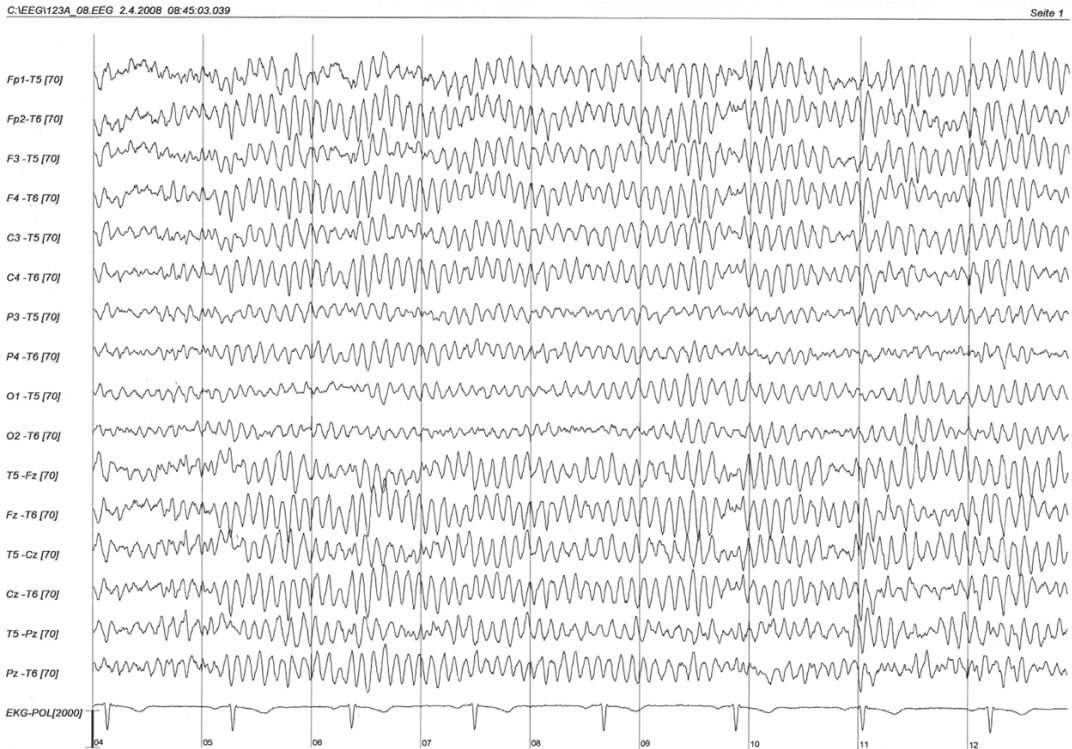
■ Abb. 2.6 Selber Proband wie in ■ Abb. 2.1. Quellenableitung: Artefaktfreie Darstellung des Grundrhythmus mit besonderer Herausarbeitung regionaler Funktionsstörungen. Hier zeigen sich die frontopolar und temporal vorn mit Linksbetonung eingelagerten θ -Wellen deutlicher



■ **Abb. 2.7** Selber Proband wie in ■ Abb. 2.1. Referenzschaltung gegen temporoanterior (F7 und F8): Hierbei werden vor allem die temporoanterioren langsamen Wellen mit der vorhandenen Linksbetonung herausgearbeitet, was eine ergänzende Anwendung bei temporalen Prozessen nützlich werden lässt



■ **Abb. 2.8** Selber Proband wie in ■ Abb. 2.1. Referenzschaltung gegen tempromedial (T3 und T4): Hierbei werden vor allem die mittleren temporalen langsamen Wellen mit der vorhandenen Linksbetonung herausgearbeitet, was die ergänzende Anwendung bei temporalen Prozessen nützlich werden lässt



■ **Abb. 2.9** Selber Proband wie in ■ Abb. 2.1. Referenzschaltung gegen temporoposterior (T5 und T6): Die Ableitung ist durch ein großes α -Feld mit Einbeziehung der hinteren temporalen Bereiche gekennzeichnet und zeigt eine frontale Amplitudendominanz, da der Elektrodenabstand hier im Gegensatz zum geringen Abstand bei T5-O1 und T6-O2 am größten ist

■ ■ **Regelrechte Berger-Reaktion in verschiedenen Montagen**



■ **Abb. 2.10** 30-jähriger gesunder Proband. Ableitung gegen die Mittelwertreferenz: Der rechts etwas amplitudenbetonte α -Grundrhythmus wird durch Augenöffnen (► Abschn. „Negativität des Öffnungsartefakts“) vollständig blockiert und von β -Aktivität abgelöst. Bis zum Augenschluss (► Abschn. „Positivität des Augenschlussartefakts“) finden sich 3-mal Lidschlagartefakte mit ihren prägnanten Auslenkungen, die durch die Mittelwertreferenz in allen anderen Bereiche eingeleitet werden