

7. Empfehlungen zur Beschreibung und Beurteilung des EEG

Die Befundung eines EEGs teilt sich in **Beschreibung** (auch: Befund) und **Beurteilung** (Interpretation im klinischen Kontext). Die Verwendung einer einheitlichen Nomenklatur ist für die Vergleichbarkeit von Befunden entscheidend.

Die Terminologie für klinische Elektroenzephalographie wurde ins Deutsche übertragen (Glossar; Noachtar et al. Klin Neurophysiol 2004, 35: 5-21 oder Z Epileptol 2005, 18: 78-97). Seit diesen grundlegenden Bearbeitungen sind noch die Nomenklatur der EEG-Muster bei kritisch kranken Patientinnen und Patienten (Version 2021 Hirsch et al. J Clin Neurophysiol 2021;38:1-29. Deutsche Übersetzung der Terminologie: Rémi&Noachtar 2020; 51(04): e1-e17) und eine Empfehlung der IFCN zur systematischen Beschreibung hinzugekommen (Beniczky et al Clin Neurophysiol 2017;128:2334-2346).

Die Terminologie dieser Empfehlungen soll verwendet werden. Ältere, noch teils verwendete Begriffe wie „Allgemeinveränderung“ oder „Herd“ sollen nicht mehr verwendet werden.

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.

A. Beschreibung des EEG

Die Beschreibung des EEG erfasst alle unten aufgeführten Bereiche und wird entweder frei formuliert oder verwendet ein vorgegebenes Schema. Letzteres bietet den Vorteil einer knappen und damit übersichtlichen Notation und erleichtert die systematische Berücksichtigung aller Kriterien (s. u., IV Schema zur EEG Beschreibung).

→ I) Allgemein

Die Grundaktivität (Synonym: Grundtätigkeit, Grundrhythmus; obsolet: Hintergrundaktivität) des normalen EEG in allen Altersstufen reicht vom Beta- bis Deltabereich. 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:

- (1) Frequenz
- (2) Amplitude
- (3) Lokalisation (Verteilung, Distribution)
- (4) Morphologie (einschließlich Symmetrie und Modulation)
- (5) zeitliches Verhalten / Häufigkeit (Ausprägung)
- (6) Reagibilität (Reaktivität)

Anmerkungen

AD (1) 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.

AD (2) 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 Amplituden-Minima und -Maxima der jeweiligen Frequenzbereiche, wobei seltene Abweichungen vernachlässigt werden können.

AD (3) LOKALISATION

Die Lokalisation kann sehr ausgedehnt über alle Hirnregionen oder sehr umschrieben auf ein Hirnareal beschränkt sein. Generalisierte 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 (der Deskriptor „Fokal“ ist für invasives EEG reserviert) 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, so dass die Lokalisation anatomisch-topographisch (fronto-zentral links, biokzipital) oder unter Verwendung der Elektrodenbezeichnungen (F3/C3, O1/O2) erfolgen kann.

AD (4) 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 auf Grund 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 u. U. auch bizarre Konfiguration aufweisen können.

Epilepsietypische Spitzen (Spikes) und scharfe Wellen (Sharp Waves) haben eine spitze Konfiguration und negative Polarität, durchbrechen die Grundaktivität und sind i.d.R. von einer langsamen negativen Welle gefolgt.

Unter Symmetrie versteht man die Übereinstimmung der Amplitude von EEG-Aktivitäten über homologen Hirnregionen zur gleichen Zeit. Stellt die Polarität ein wesentliches Charakteristikum einer Aktivität dar, sollte sie ebenfalls erwähnt werden (wie 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.

AD (5) 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 Zügen (Gruppierungen, Paroxysmen) erscheinen. Bei bilateralem Auftreten kann dies synchron, d. h. gleichzeitig über der rechten und linken Hemisphäre (Alpha-Rhythmus), oder asynchron (μ -Rhythmus) geschehen. Unter Ausprägung wird der prozentuale zeitliche Anteil einer Aktivität in einem repräsentativen Kurvenabschnitt verstanden, z. B. Alphaaktivitätsindex: gut ($>60\%$), mäßig ($30-60\%$) oder gering ($<30\%$).

AD (6) 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 Alpha-Rhythmus durch Augenöffnen
- Blockieren des μ -Rhythmus durch Bewegungen der kontralateralen Extremitäten (v.a. kontralaterale Hand)

Sie umfasst außerdem:

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

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

→ II) Beschreibung normaler Aktivität

Jede EEG-Befundung sollte die Beschreibung physiologischer Aktivitäten und Muster unter Verwendung o.a. Parameter beinhalten:

1. Im Wachen:

- Alpha-Rhythmus (okzipitaler Grundrhythmus – bei Kindern altersabhängig im Delta-Theta-Bereich)
- μ -Rhythmus
- Lambda-Wellen
- entsprechen weitere Aktivitäten wie Beta- und Theta-Aktivität einem normalen Befund (insbesondere die Ausprägung von Theta-Aktivität weist eine starke Altersabhängigkeit im Kindes- und Jugendalter auf)
- bei Kindern und Jugendlichen: okzipitales Delta der Jugend

2. Im Schlaf:

- Vertex-Wellen
- Schlafspindeln
- K-Komplexe
- POSTS
- Arousal
- bei Kindern: hypnagoges Theta/Delta

3. Unter Provokationsmaßnahmen:

- photic driving als normale Reaktion während Fotostimulation
- generalisierte Verlangsamungen oder FIRDA als physiologische Reaktion unter Hyperventilation

→ III) Beschreibung pathologischer Aktivität

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

1. 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.

2. 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 Spitze-Wellen-Komplexe (Spike-Wave-Komplexe).

3. Besondere Muster

Diese EEG-Muster sind bevorzugt bei bestimmten Syndromen oder klinischen Konstellationen anzutreffen.

- Triphasische Wellen
- Periodische Muster
- LPD (lateralisierte periodische „Discharges“, früher „PLED“), BiPD (früher „BiPLEDs“)
- Asymmetrien (beruhen auf einer pathologischen Erhöhung der Amplitude der gleichen Aktivität beider Hemisphären, z.B. bei Knochenlücken oder Erniedrigung, z.B. bei subduralem Hämatom/Hygom oder kortikalen Resektionen der Amplitude physiologischer Aktivität).

4. Koma-Muster

→ IV) Schema zur EEG Beschreibung

	Aktivität	Frequenz (pro s)	Amplitude (µV)	Lokalisation	Morphologie
Ausprägung					
Reagibilität					
Wach (%)					
Schlaf (%)					
Hyperventilation					
Fotostimulation					

B. 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.

Es sollen dabei die Kategorien Normales EEG / Pathologisches EEG Grad I, II, III oder artefaktreiches / artefaktüberlagertes EEG verwendet werden. Bei artefaktüberlagertem EEG kann ggf. eine klinische Beurteilung stattfinden, welche durch die verminderte Aussagekraft durch die Artefakte eingeschränkt wird (z.B. „pathologisches EEG Grad I mit milder diffuser Enzephalopathie soweit bei artefaktüberlagertem EEG beurteilbar“)

Oktober 2024 (überarbeitete Fassung)

Die Mitglieder der Kommission Elektroenzephalografie der DGKN e.V.

Jan Rémi (V), Thomas Bast, Hajo Hamer, Soheyl Noachtar, Oliver Pogarell, Rainer Surges, Frithjof Tergau, Regina Trollmann, Yvonne Weber