

11 Abnorme EEG-Befunde

11.1 Vorbemerkung

Die Darstellung der abnormen EEG-Befunde erfolgt in gleicher Weise wie in den vorangegangenen Kapiteln. Die hier gewählte Systematik bietet keine ganz verlässliche Bewertung des Schweregrades der jeweiligen Pathologie, orientiert sich aber in der Reihenfolge der Darstellung schon an der Ausprägung der Funktionsstörung – soweit möglich. Die eigentlich qualitative Bewertung des Befundes hinsichtlich der Schwere der jeweiligen Pathologie erfolgt nach anderen Kriterien und wird in Kap. 16 für verschiedene Muster dargestellt. Des Weiteren wird – wie bisher – eine kurze Einschätzung der klinischen Bedeutung am Ende des Abschnitts abgegeben, wobei diese nicht auf Evidenzen, sondern eher auf allgemeinen klinischen Erfahrungen beruht und daher nur eine grobe Orientierung ermöglichen soll.

Zunächst geht es um die umschriebenen Störungen, im darauffolgenden Abschnitt um diffuse bzw. generalisierte Störungen der regulären EEG-Aktivität. Beide Konstellationen können über den zeitlichen Verlauf einer Ableitung jeweils sporadisch, intermittierend, rhythmisch, periodisch oder kontinuierlich auftreten.

11.2 Regionale (umschriebene) Störungen

Traditionell wird hier oft synonym auch der Begriff „fokal“ verwendet. Auf die richtige Verwendung der Begrifflichkeiten wird weiter unten eingegangen. Unter regionalen bzw. umschriebenen (herdförmigen) Störungen versteht man in der klinischen Elektroenzephalografie lokal begrenzte Veränderungen, die auf eine strukturelle oder zumindest funktionelle umschriebene Störung des Gehirns hinweisen können. Die leichteste Form der umschriebenen Funktionsstörung ist der Verlust bestimmter, im EEG sichtbarer physiologischer Reaktionsweisen. Hier ist zunächst eine Alteration der regionalen physiologischen Grundaktivität zu erwarten (d. h. des parietookzipitalen Grundrhythmus, der frontopräzentralen Betaaktivität, des [prä-]zentralen μ -Rhythmus oder auch der vigilanzabhängigen Muster in der Zentralregion). Diese Befunde werden in den folgenden Abschnitten nach o. g. Vorgehen zuerst beschrieben.

Ursprünglich wurde im Zusammenhang mit umschriebenen Störungen die traditionell geprägte Bezeichnung „Herd“ bzw. „Fokus“ benutzt. Dieser Begriff wird weiterhin im klinischen Sprachgebrauch noch sehr häufig verwendet, vermutlich weil er besonders „griffig“ ist und eine Funktionsstörung in Analogie zu den bildgebenden Verfahren sozusagen „greifbar“ macht.



Merke

Die Bezeichnung „Herd“ bzw. „Herdbefund“ wird nach den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie (DGKN) nicht mehr empfohlen und sollte daher nicht mehr verwendet werden.

Der Hintergrund dieser Empfehlung ist, dass dieser Begriff Erwartungen der Anwender an die Diagnostik weckt, die aus methodischen Gründen nicht erfüllbar sind. Zur Darstellung von „Herdbefunden“ im ZNS sind bildgebende Verfahren erforderlich.

Eine weitere Begründung dafür, diesen Begriff zu verlassen, ist die Tatsache, dass die toporegionale Auflösung des Oberflächen-EEGs nur sehr begrenzt ist und daher keine ausreichend präzise und verlässliche topografische Zuordnung der EEG-Befunde erlaubt. Die höchste topografische „Auflösungsstufe“ des EEG erlaubt allenfalls eine grobe regionale bzw. weniger präzisierende Zuordnung als umschriebener Befund. Das Problem wird allein schon dadurch deutlich, dass umschriebene Störungen der neuronalen Aktivität fortgeleitet bzw. projiziert werden können (s. a. Spiegelfokus).

Im Gegensatz zur älteren EEG-Literatur, in der häufig noch der Begriff „fokal“ (in Anlehnung an klinische Gesichtspunkte) verwendet wurde, ist es heute üblich, in diesem Zusammenhang eher von regionalen, besser: umschriebenen Störungen zu sprechen. Die höher auflösende Darstellung fokaler Veränderungen ist eine Domäne der invasiven Ableitmethoden (z. B. mittels Stereo-EEG oder Elektrokortikogramm). Wenn es um strukturelle oder klinisch-pathologisch nachweisbare bzw. funktionell beeinträchtigende Störungen (fokal eingeleitete Anfälle) des Gehirns geht (also nicht

primär in Bezug auf isolierte EEG-Veränderungen), wird der Begriff „fokal“ jedoch in gewohnter Weise weiterhin verwendet.

11.2.1 Flüchtige Veränderungen der physiologischen Grundaktivität

Muster

► **Bezeichnung.** Flüchtige Veränderungen der physiologischen Grundaktivität (GA).

Definition

Ein äußerst diskreter Hinweis auf eine umschriebene Funktionsstörung des Gehirns im EEG ist eine asymmetrisch ausgeprägte physiologische Grundaktivität (z. B. der Alphagrundrhythmus). Diese kann im Rahmen einer amplitudenbezogenen Verminderung oder gar Unterbrechung der Grundtätigkeit auftreten (in Abgrenzung zur umschriebenen Verlangsamung). Da Asymmetrien auch bei gesunden Individuen vorkommen, ist dieser Befund allerdings ein sehr unsicheres diagnostisches Zeichen. Eine einseitige amplitudenbezogene Betonung der Alphaaktivität in der bipolaren Reihemontage kann z. B. auch auf ein darstellungsbedingtes sog. „Resonanzphänomen“ zurückzuführen sein. Auch können ableitungsbedingt (unkorrektes Setzen der Haube) mit unterschiedlichen bzw. seitendifferenten Elektrodenabständen ursächlich für Asymmetrien verantwortlich sein. Dies sollte vor einer vorzeitigen Überinterpretation ausgeschlossen sein.

Lokalisation und geeignete Montagen

Die Veränderung der Grundaktivität kann sich auf jede hirnregionale physiologische Aktivität (z. B. auch den μ -Rhythmus) beziehen. Die Lokalisation der Veränderung ist damit abhängig von der Lokalisation der jeweiligen physiologischen Aktivität (Okzipitalregion bei Alphasaktivität, Zentralregion bei μ -Rhythmus, Frontopräzentralregion bei Betaaktivität) etc.

Eine geeignete Übersicht ermöglichen Ableitungen, die eine gute „räumliche Auflösung“ und somit einen guten Überblick bezüglich hirnregionaler Besonderheiten erlauben, z. B. die bipolare Reihenableitung (Längs- oder Querreihe) oder auch die Quellenableitung. Dabei ist jedoch zu beachten,

dass gerade bipolare Verschaltungen aufgrund der ableitungsbedingten Besonderheiten (Differenzbildung zweier „aktiver“ Elektroden) die Amplituden verfälschen können, daher sollte zusätzlich eine Referenzableitung zur Verifizierung gewählt werden. Hierbei sollte die Referenz nach Möglichkeit außerhalb des betroffenen Bereichs liegen. Alternativ eignet sich auch die Quellenableitung nach Laplace.

Differenzialdiagnose

Erster Schritt bei der differenzialdiagnostischen Abgrenzung der **flüchtigen Veränderungen der Grundaktivität** ist die Unterscheidung zwischen physiologischen (oder artifiziellen) und abnormen Asymmetrien. Eine Verminderung der Amplitude der Alphawellen $< 30\text{--}50\%$ im Seitenvergleich ist noch physiologisch. Auch eine Differenz der Grundfrequenz von bis zu 1 s im Seitenvergleich ist noch als Normalbefund einzuschätzen.

Abnorme Asymmetrien

Eine Verminderung der Amplitude der Alphawellen $> 50\%$ ist immer als pathologisch anzusehen. Frequenzunterschiede von mehr als 1/s im Vergleich zur Gegenseite sind ebenfalls als abnorm zu bewerten.

Asymmetrien können sich auch durch Knochendefekte (Knochenlückenrhythmus, Kap. 11.3.2) ergeben. Zur Abgrenzung helfen die Anamnese und der klinische Untersuchungsbefund (z. B. Hinweise auf eine durchgeführte Trepanation durch Abtasten des Schädels).

Im Falle einer abnormen Asymmetrie der Frequenz und Amplitude bei umschriebenen (strukturellen oder funktionellen) zerebralen Störungen sind meist zusätzliche Hinweise auf eine Funktionsstörung (wie z. B. intermittierende umschriebene Verlangsamungen) zu finden.

Interpretation und klinische Bedeutung

Diskrete Asymmetrien der Amplitudenhöhe, jedoch auch frequenzbezogene Asymmetrien sind leicht zu übersehen und können – zumindest in einem definierten Rahmen (s. o.) – physiologisch sein. Im Falle einer Überschreitung der o. g. Normgrenzen weist der Befund auf eine umschriebene Funktionsstörung hin. Dabei ist diese Veränderung

sehr unspezifisch, und ein Rückschluss auf die Schwere bzw. Ursache der Funktionsstörung ist in der Regel nicht möglich.

Klinische Relevanz



Gering bis mäßig (+ bis ++). Da es sich meist um sehr diskrete Veränderungen außerhalb der normalen Variationsbreite handelt, sind Veränderungen auch aufgrund der physiologischen Varianz leicht zu übersehen. Es muss schon sehr bewusst auf Asymmetrien geachtet werden. Es empfiehlt sich ein genaues Ausmessen von Frequenz und Amplitude (hier kann ein Auswertungsschema helfen, s. ► Abb. 16.3).

Aufgrund der geringen Spezifität und Aussagekraft der Veränderung ist der klinische Nutzen begrenzt.

11.2.2 Einseitig fehlende Blockierung bzw. paradoxe Aktivierung der Grundtätigkeit

Muster/Befund

► **Bezeichnung.** Einseitig fehlende Blockierung (einseitig fehlender Berger-Effekt) bzw. paradoxe Aktivierung der Grundtätigkeit (► Abb. 11.1, ► Abb. 11.2, ► Abb. 11.3).

Definition

Die fehlende Blockierung bzw. paradoxe Aktivierung drückt sich in einer fehlenden Reaktivität (z.B. Blockierung) des Grundrhythmus (durch Augenöffnen oder durch Ansprache) im Vergleich zur nicht funktionsgestörten Gegenseite aus. Meist ist dieses Phänomen in Analogie zu dem in Kap. 11.2.1 genannten Befund kombiniert mit einer

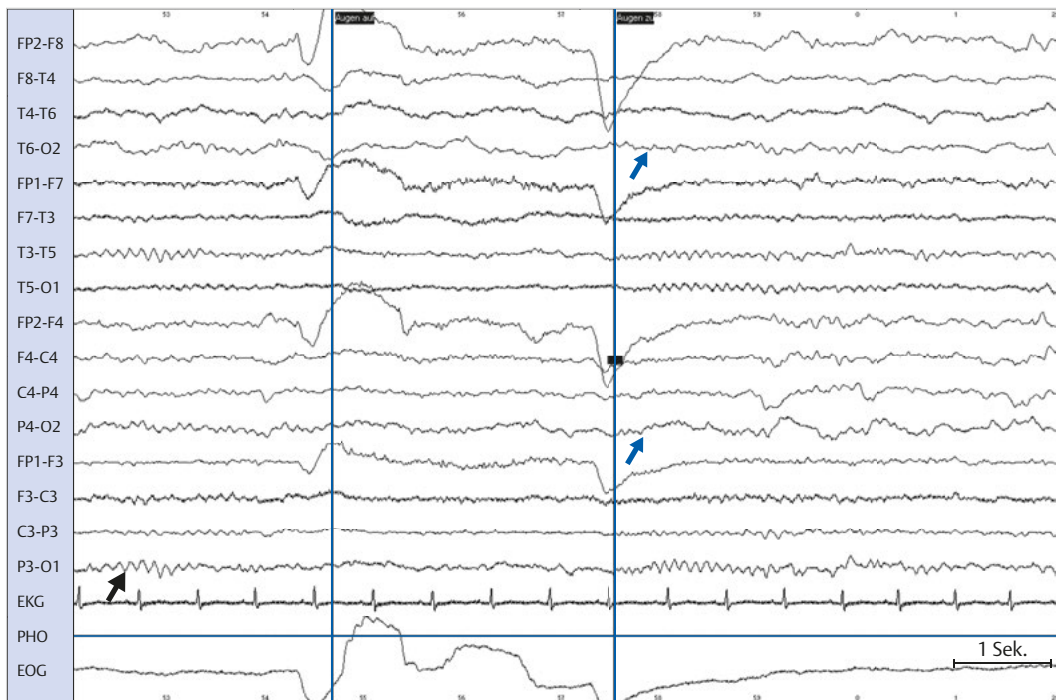


Abb. 11.1 Asymmetrische Aktivierung des Grundrhythmus nach Augenschluss. EEG mit Blockierungsmanöver in der bipolaren Längsreihe, veränderte Filtereinstellung (15 Hz). Bereits vor dem Augenöffnen erscheint der okzipitale Alphagrundrhythmus der linken Seite deutlicher ausgeprägt als auf der Gegenseite. Nach dem Augenschluss kommt es zu einer verminderten Aktivierung des Alphagrundrhythmus auf der rechten Seite. Dies kann bei entsprechender Anamnese und klinischer Symptomatik als diskreter Hinweis auf eine umschriebene zerebrale Störung der rechten Hemisphäre gewertet werden. Beachte auch die Einlagerung der langsamen Deltawellen in P4 als zusätzlichen Hinweis auf eine umschriebene (herdförmige) Störung.

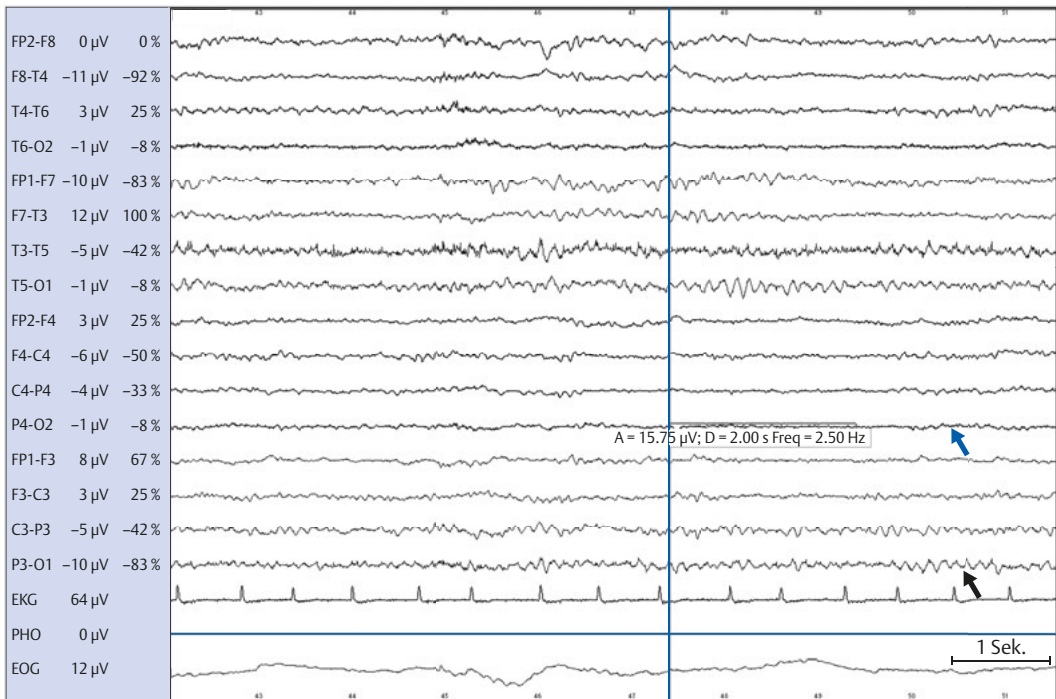


Abb. 11.2 Asymmetrie der Grundaktivität (EEG in der bipolaren Längsreihe) mit deutlich verminderter Amplitude über der rechten Hemisphäre. Eine Amplitudenminderung auf über 50 % gegenüber der kontralateralen Seite kann als abnorm bewertet werden. Dies könnte der Hinweis auf eine rechtszerebrale Funktionsstörung sein. Zu beachten ist, dass ein Amplitudenvergleich in der bipolaren Längsreihe gut dargestellt, aber aufgrund der Registrierbedingungen (z. B. durch ungleiche Elektrodenabstände) auch artifiziell bedingt sein kann. Ein Seitenvergleich der Amplituden sollte daher auch zusätzlich in einer referenziellen Montage vorgenommen werden.

leichten Verlangsamung im Seitenvergleich und einer Asymmetrie der Amplituden.

Paradoxe Alphaaktivierung hingegen bedeutet, dass z. B. eine gering ausgeprägte Alphasaktivität (entspannter Patient, geschlossene Augen) – häufig von Betaaktivität überlagert – nach dem Augenöffnen „paradoxe“ in gut ausgeprägte okzipitale Alphasaktivität konvertiert. Dieses Phänomen kann auch seitendifferent auftreten und kommt oft bei Müdigkeit vor (s. u.).

Lokalisation und geeignete Montagen

Störungen in der Reaktivität des Grundrhythmus finden sich typischerweise posterior oder in der Okzipitalregion lokalisiert bzw. haben dort in der Regel auch ihr Amplitudenmaximum. Daher eignet sich zur Beurteilung der Reaktivität eine Vielzahl von Montagen mit einer guten und realistischen Darstel-

lung dieser Region wie z. B. die bipolare Längsreihe, die Quellenableitung oder die Ohrreferenz.

Differenzialdiagnose

Leichtgradige diffuse Störungen und Müdigkeit

Ein **fehlender Blockierungseffekt** ist auch bei leichtgradigen diffusen zerebralen Störungen (leichte Allgemeinveränderung) zu finden. Hier ist die Störung jedoch typischerweise bilateral und nicht einseitig zu beobachten.

Ein **paradoxe Blockierungseffekt** ist häufig bei Müdigkeit anzutreffen, dann aber in der Regel auch beidseitig, nur gelegentlich lateralisiert. Bei der Abgrenzung helfen typische Zeichen der Müdigkeit (z. B. undulierende Abnahme der Alphaaktivität, diffuse Verlangsamungen, Bulbuswandern).

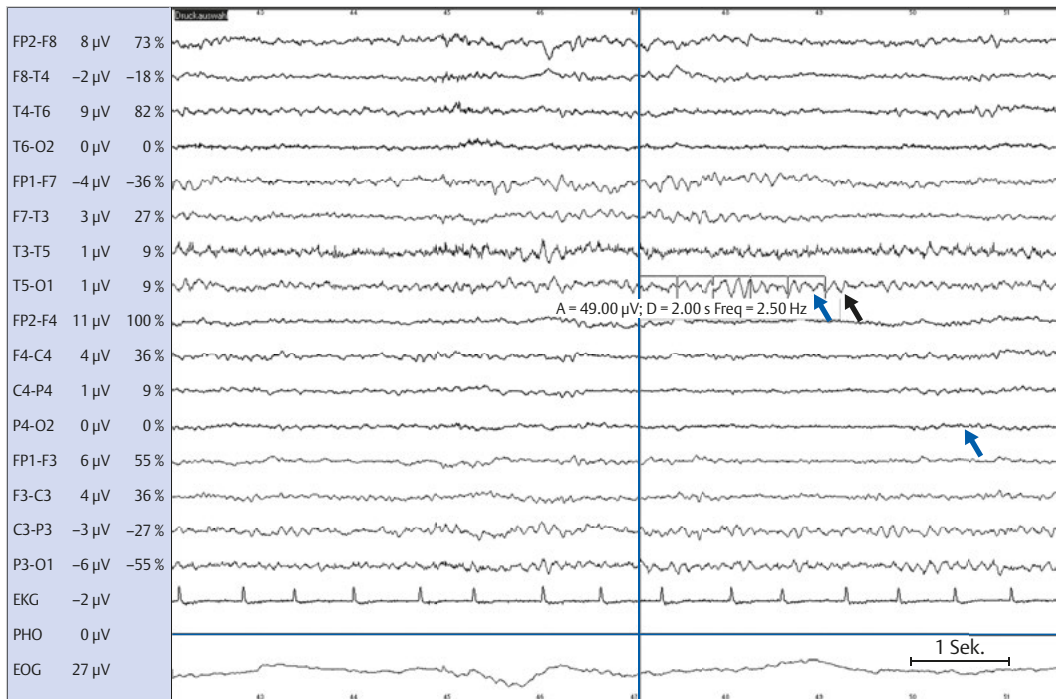


Abb. 11.3 Asymmetrie der Grundtätigkeit. Gleiche Ableitung desselben Patienten (» Abb. 11.2). Dargestellt sind die Amplituden der kontralateralen Hemisphäre. Hier zeigt sich eine unauffällige Darstellung der Amplituden der links-okzipitalen Alphawellen um 50 µV im Vergleich zur deutlich amplitudengeminderten Darstellung kontralateral.

Interpretation und klinische Bedeutung

Die Befunde eines einseitig fehlenden Blockierungs- bzw. Berger-Effektes und der paradoxen Aktivierung ist etwas unterschiedlich, was sich auch in der klinischen Bedeutung widerspiegelt. Eine einseitig fehlende physiologische Reaktion auf ein Blockierungsmanöver ist ein sehr diskreter Seitenhinweis, allerdings mit sehr geringer Spezifität bezüglich der Ursache.

Der Nachweis eines paradoxen Blockierungseffektes spricht hingegen eher für eine abnehmende Vigilanz.

Klinische Relevanz

Gering (+). Die Muster haben unterschiedliche Bedeutung. Spezifität und Aussagekraft sind eher gering.

11.2.3 Abnorme Asymmetrie physiologischer Muster: Schlafmuster

Muster/Befund

► **Bezeichnung.** Abnorme Asymmetrie physiologischer Muster (z. B. schlafspezifischer Muster wie Vertexwellen oder K-Komplexe).

Definition

Ein sehr diskretes elektroenzephalografisches Zeichen umschriebener zerebraler Störungen (umschriebene Läsionen, z. B. Läsionen durch Infarkte, Tumoren etc.) kann eine deutlich seitendifferente Ausprägung physiologischer schlafspezifische Muster sein. Da Schlafmuster in der Regel in der Vertex- oder Präzentralregion das Maximum der Ausprägung und ein typischerweise symmetrisches Potenzialfeld zeigen, deutet eine Asymmetrie auf eine einseitige Beeinträchtigung physiologischer Aktivitäten hin. Die abnorme Seite ist

dann in der Regel diejenige mit der verminderten Ausprägung oder gar dem Fehlen dieser Muster.

Lokalisation und geeignete Montagen

Asymmetrien schlafspezifischer Muster zeigen sich in der Regel im Vertexbereich bzw. in der Präzentral- oder Zentralregion. Zur Differenzierung der Aktivitäten in dieser Region eignen sich beispielsweise Referenzableitungen gegen CZ bzw. die Ohrreferenz (da hier die Referenzelektrode außerhalb der zu beurteilenden Region liegt, kommt es zu einer realistischeren Darstellung der Morphologie und Amplituden) oder bipolare Ableitungen.

Differenzialdiagnose asymmetrischer Schlafmuster

Asymmetrien schlafspezifischer Muster treten auch bei gesunden Individuen auf. Amplitudenminderungen um mehr als 50 % sind jedoch pathologisch. Meist finden sich in diesen Fällen ebenfalls weitere Hinweise auf eine umschriebene zerebrale Störung (regionale Verlangsamungen, kompromittierter Grundrhythmus).

Interpretation und klinische Bedeutung

Die asymmetrische Ausprägung physiologischer Schlafmuster ist ein sehr diskreter Hinweis auf eine einseitige Funktionsstörung des Gehirns. Ausgeschlossen sein sollten asymmetrische Elektrodenabstände als Ursache.

Klinische Relevanz



Gering (+). Die klinische Relevanz dieser Thematik ist gering, zumal schlafspezifische Muster ohnehin eher selten im Routine-EEG beobachtet werden und das Einschlafen des Patienten bzw. Müdigkeit zur Voraussetzung haben. Auch dieser Befund ist unspezifisch hinsichtlich möglicher Ursachen.

11.3 Abnorme Ausprägung weiterer physiologischer Muster und Rhythmen

11.3.1 Abnorme Betaaktivität

Muster/Befund

► **Bezeichnung.** Abnorme Betaaktivität, sog. „exzessives Beta“.

Definition

Abnorme Betaaktivität findet sich meist in unphysiologischer Lokalisation (außerhalb der im Rahmen der physiologischen Aktivität bevorzugten Frontopräzentralregion) und Konfiguration (physiologisch häufig spindelförmig). Oft ist die exzessive Betaaktivität irregulär bzw. unregelmäßig konfiguriert. Die Amplituden der abnormen Betaaktivität sind meist höhergespannt und liegen in einem Bereich von mehr als 25 μ V. Regionale Akzentuierungen und deutliche Asymmetrien der abnormen Betaaktivität, z. B. auch oft in Kombination mit intermittierenden Verlangsamungen, können ebenfalls wichtige Hinweise auf eine umschriebene zerebrale Störung darstellen.

Lokalisation und geeignete Montagen

Physiologische Betaaktivität findet sich vor allem in den frontalen und frontopräzentralen Ableitungen. Seitendifferenzen sind nicht zwangsläufig pathologisch. Die Lokalisation abnormer Betaaktivität ist abhängig von der Lokalisation der zugrunde liegenden Pathologie.

Es eignen sich zur Differenzierung prinzipiell alle zur Verfügung stehenden Montagen, insbesondere bipolare Ableitungen, Quellen- oder Referenzableitungen. Überlagerungen durch rasche Frequenzen lassen sich gut in referenziellen Montagen darstellen.

Differenzialdiagnose abnorme Betaaktivität

Der Nachweis von Betaaktivität weist nicht prinzipiell auf eine Pathologie hin. Bei niedrigamplitudiger, spindelförmiger Betaaktivität in der Frontopräzentralregion ist in der Regel von einer physiologischen Aktivität auszugehen. Beträgt die Diffe-

renz der Amplituden jedoch mehr als 1/3 im Seitenvergleich, so ist ein pathologischer Befund anzunehmen, insbesondere, wenn zusätzliche Hinweise auf eine regionale Störung (z. B. eingelagerte Verlangsamungen) vorliegen.

Grundrhythmusvariante

Atypisch lokalisierte Betaaktivität kann z. B. okzipital im Rahmen einer Grundrhythmusvariante (Beta-EEG oder Fast-Alpha-EEG) anzutreffen sein. Hier reagiert die Betaaktivität jedoch physiologisch, d. h. es ist definitionsgemäß eine spezifische Blockierungsreaktion nachweisbar.

Medikamenteneffekte

Medikamenteneffekte (vor allem Hypnotika, z. B. Benzodiazepine und Barbiturate) induzieren diffus eingelagerte, meist höhergespannte Betaaktivität.

Knochenlückerrhythmus

Eine regional akzentuierte Betaaktivität in Kombination mit schärfer konfigurierten Wellen anderer Frequenzbereiche ist besonders beim sog. Knochenlückerrhythmus zu finden und definitionsgemäß Ausdruck veränderter anatomischer Gegebenheiten, die zu einer verminderten „Filterung“ vor allem rascherer Frequenzen führt (Kap. 11.3.2). Hier hilft in der Anamnese die Angabe einer ipsilateralen Schädelverletzung bzw. Schädeltrepanation in der Vorgeschichte.

Zusammenfassung

Siehe ► Tab. 11.1.

Interpretation und klinische Bedeutung

Abnorm ausgeprägte Betaaktivität (exzessives Beta) kann – je nach Lokalisation – auf eine umschriebene Hirnfunktionsstörung hinweisen. Dies trifft insbesondere bei Asymmetrien zu. Eine andere Ursache sollte jedoch ausgeschlossen sein (z. B. ein Knochenlückerrhythmus).



Klinische Relevanz

Gering bis mäßig (+ bis ++). Übermäßige Betaaktivität im EEG ist relativ häufig und die Differenzierung kann u. U. schwierig sein. Erster Schritt ist die Abgrenzung physiologischer von abnormer Aktivität. Auch dieser Befund ist nicht spezifisch. Man kann zusammenfassen, dass je irregulärer, hochamplitudiger und asymmetrischer sowie von der üblichen frontopräzentralen Betonung abweichend der Befund ist, umso wahrscheinlicher ist es, dass eine Funktionsstörung vorliegt.

Tab. 11.1 Zusammenfassung (Erläuterungen im Text).

Abnormer Befund	Abzugrenzender Befund	Abgrenzung
Abnorme Betaaktivität	Grundrhythmusvariante	Reaktivität (Blockierungsreaktion), Amplituden, Feldverteilung (Asymmetrien, umschrieben/einseitig versus bilateral)
	Medikamenteneffekte	Feldverteilung, Medikamentenanamnese
	Knochenlückerrhythmus	Morphologie, Anamnese und klinischer Befund (Trepanation in der Vorgeschichte, Tastbefund im Bereich der betroffenen Kalottenregion)