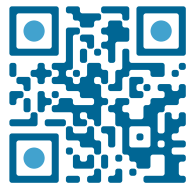


aEEG

KOMPENDIUM



www.hypothermieregister.de



DEUTSCHES
HYPOTHERMIE
REGISTER

ukb universitäts
klinikumbonn

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

die objektive Beurteilung des neurologischen Zustandes unserer neonatologischen Patienten kann eine Herausforderung sein. Das amplituden-integrierte Elektroenzephalogramm (aEEG) ist eine sehr nützliche Hilfe, den neurologischen Status des Patienten zu beurteilen. Gerade bei Neugeborenen mit neonataler Enzephalopathie durch Hypoxie-Ischämie, ist das aEEG in den letzten Jahren zu einem festen Bestandteil der Patientenüberwachung geworden. Wir können damit den Zustand des Gehirns auf einfache und objektive Weise beurteilen, Handlungskonsequenzen daraus ableiten und Prognosen abschätzen.

Im Rahmen des deutschen Hypothermieregisters haben wir diese Kurzanleitung in der aEEG Interpretation erstellt, welche dabei helfen soll, den neurologischen Zustand Ihres Patienten zu beschreiben und Ihnen die praktische Anwendung zu erleichtern.

Bei Fragen stehen wir Ihnen jederzeit unter www.hypothermieregister.de zur Verfügung.

Herzliche Grüße und viel Spaß bei der Anwendung des aEEG!

Hemmen Sabir

Till Dresbach

Andreas Müller

Dieses Kompendium entstand mit freundlicher Unterstützung von
Kindernotfall Bonn e.V.

www.kindernotfall-bonn.de

KINDER
NOTFALL
BONN

1. Inhalt

1. Bevor es losgeht – was brauche ich zur Anlage des aEEG.....	1
2. Korrekte Anlage.....	2
3. Basiswissen.....	5
4. Indikationen – Was kann ein aEEG und was nicht.....	7
5. Musterklassifikation des aEEG.....	8
6. Krampfanfälle.....	13
7. Artefakte.....	15
8. Befunddokumentation.....	16

Impressum

Deutsches Hypothermieregister
Universitätsklinikum Bonn
Prof. Dr. Hemmen Sabir
Dr. Till Dresbach
Prof. Dr. Andreas Müller

Eltern-Kind-Zentrum (ELKI), Gebäude 30
Neonatologie/Pädiatrische Intensivmedizin
Venusberg-Campus 1
53127 Bonn

Email: mail@hypothermieregister.de

Internet: www.hypothermieregister.de



Fotos: Till Dresbach, Deutsches Hypothermieregister
aEEG-Bilddateien: Natus Medical Incorporated

1. Auflage, September 2024

Die Inhalte dieser Broschüre dienen ausschließlich Informationszwecken und stellen keine medizinische Beratung dar. Medizinische Erkenntnisse unterliegen einem stetigen Wandel durch Forschung und klinische Erfahrungen. Daher sollten die hier enthaltenen Informationen nicht als alleinige Grundlage für die Behandlung von Patienten verwendet werden.

Bei konkreten medizinischen Fragestellungen stehen wir Ihnen gerne unter mail@hypothermieregister.de zur Verfügung.

1. Bevor es losgeht – was brauche ich zur Anlage des aEEG

Zur Anlage benötigen Sie folgendes Equipment:

- aEEG Gerät, inkl. Stromanschluß, Filterbox für Elektrodeneingang + Kabel
- Elektroden (Nadel- oder Klebeelektroden, Referenzklebelektrode)
- Material zur Hautdesinfektion
- Ggf. Salbe zur Behandlung der Kopfhaut, um Widerstand bei Klebeelektroden gering zu halten (z.B. Nuprep™)
- Material zur Elektrodenfixierung
- Schlauch zur Elektrodenkabelsortierung, z.B. Stück Absaugschlauch

2. Korrekte Anlage

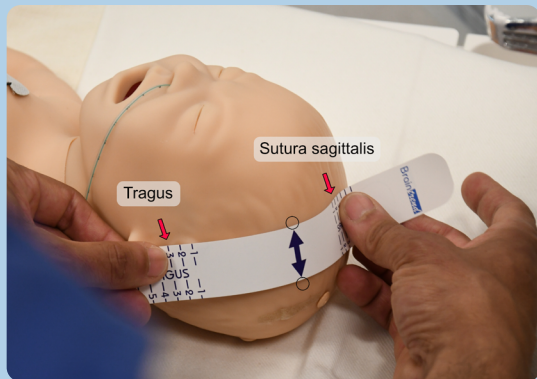
Die korrekte Elektrodenanlage ist essentiell zur Bewertung des aEEG. Eine nicht korrekt angelegte Elektrode kann den Zustand des Patienten nicht bewerten und somit ist kein Mehrwert durch das aEEG zu erreichen. Für die korrekte Elektrodenanlage sollte man sich Zeit nehmen.

Es werden durch die Gerätehersteller verschiedene Platzierhilfen angeboten. Diese dienen als Hilfe, sind jedoch für den geübten Anwender nicht obligat.

Für die Anlage der Elektroden sollte man zunächst überlegen, welche Ableitung man wählen möchte: 3-Elektroden (d.h. links gegen rechts abgeleitet) oder 5-Elektroden (linke und rechte Seite separat abgeleitet). Dementsprechend sollte man sich die Elektroden bereitlegen. Wir empfehlen wann immer möglich die 5-Elektroden Ableitung zu wählen. Man kann dann auch im Gerät von 5- auf 3-Elektrodenableitung umschalten, wenn man das möchte. Für Frühgeborene ab der 34+0 SSW empfehlen wir die Verwendung von Nadelelektroden, da hiermit eine bessere Ableitung gewährleistet wird. Bei Frühgeborenen < 34+0 SSW empfehlen wir Klebeelektroden. Hier muss ggf. vorher die Haut mit einer Creme behandelt werden (z.B. Nuprep™), damit der Widerstand gering gehalten wird.

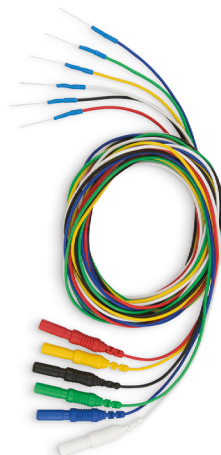
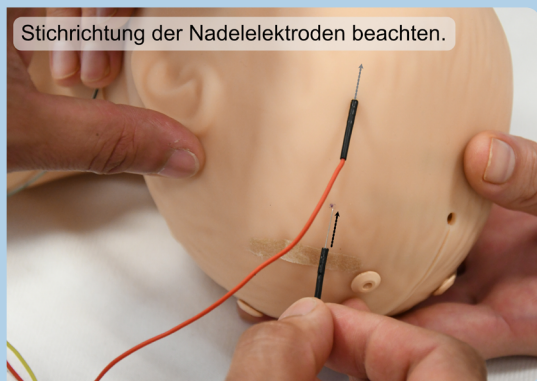


Für die korrekte Anlage der Elektroden ertastet man zunächst die Sutura sagittalis. Die zweite wichtige Stelle ist das Ohr des Kindes (links oder rechts). Die beiden Landmarken am Ohr sind der Tragus (vordere Elektrode) und der hintere Anteil der äußeren Helix (hintere Elektrode). Als nächstes stellt man sich eine gerade Linie vor, die vom Tragus, bzw. von der äußeren Helix, aus im 90° Winkel auf die Sutura sagittalis trifft. Auf Hälfte der

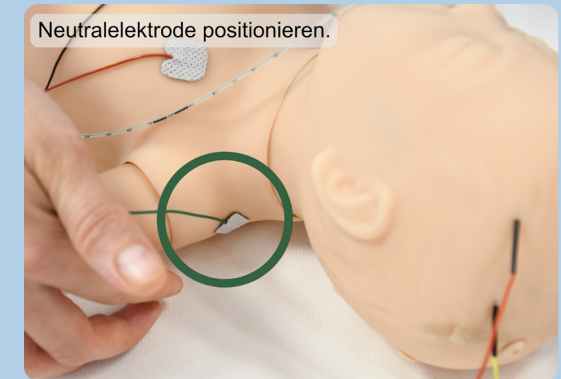


Strecke markiert man sich die Stelle mit einem Stift. Dies sind die beiden Stellen, an denen die Elektroden angebracht werden (5-Elektroden Variante). Sollte man sich für die 3-Elektroden Variante entscheiden, ist nur die Stelle zwischen äußerer Helix und Sutura sagittalis zu markieren.

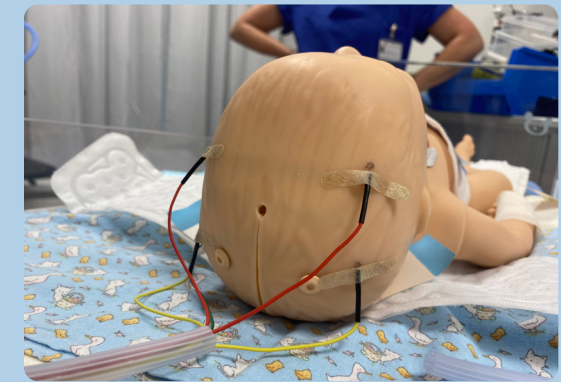
An den markierten Stellen werden jetzt die Elektroden nach lokaler Desinfektion angebracht. Bei den Nadelelektroden empfehlen wir die Nadelspitze in Stichrichtung der Nase, parallel zur Sutura sagittalis zu platzieren. Die Nadeln werden subkutan gestochen.



Bei Klebeelektroden muss die Haut vorher mit der Salbe gereinigt werden, um den Widerstand zu verringern. Nach Anlage der Nadelelektroden werden diese z.B. mit einem Steri-Strip™ fixiert. Nachdem alle Elektroden angebracht sind (2 oder 4 Elektroden), wird die Referenzelektrode angelegt. Dies sollte eine Klebelektrode sein, die z.B. an der Stirn oder der Schulter aufgeklebt werden kann.



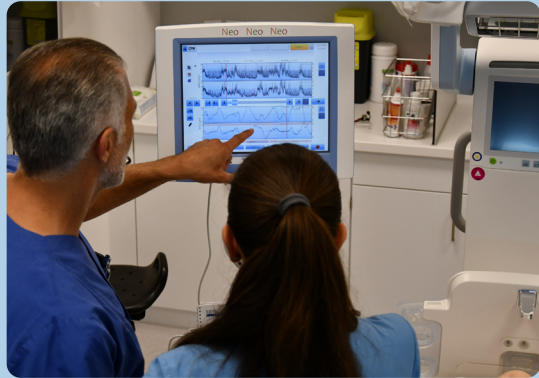
Sind alle Elektroden angelegt, empfehlen wir die Kabel zu bündeln. Hierfür kann z.B. ein aufgeschnittener Absaugschlauch verwendet werden.



Als letztes werden die Elektroden in die Filterbox eingesteckt. Hierfür ist eine Platzierhilfe auf der Filterbox aufgedruckt, so dass die Elektroden nicht vertauscht werden. Die korrekte Elektrodenanlage wird Ihnen angezeigt. Auch die Impedanz (zur Bewertung des Widerstands) wird Ihnen angezeigt und sollte beachtet werden.

3. Basiswissen

Für die Auswertung und Interpretation des aEEG gilt vor allem eins: Es ist noch kein Meister vom Himmel gefallen! „Learning by doing“ ist die Devise und diskutieren Sie intern Fälle und bewerten sie regelmäßig das aEEG.



Prinzipiell ist der Bildschirm so aufgeteilt, dass in einem Teil das roh-EEG läuft (wir empfehlen Ihnen die Laufgeschwindigkeit 15cm/sec) und im anderen Teil zeitkomprimierte und semi-logarithmisch aufgetragene aEEG angezeigt wird (wir empfehlen die y-Achse mit einer Skala von 100 μ V einzustellen).

Zunächst bewerten Sie das aEEG, um Auffälligkeiten leicht zu detektieren und die Hintergrundaktivität zu beschreiben. Wenn immer Sie den Verdacht haben, dass sich das aEEG verändert, bzw. es Ihnen pathologisch vorkommt, müssen Sie das roh-EEG betrachten und bewerten.

Dabei sollten Sie sich fragen:

- Ist das EEG auswertbar, oder handelt es sich um ein Artefakt? Ggf. wie ist die Impedanz?
- Liegt ggf. eine Seitendifferenz vor (bei der 5-Elektroden Ableitung)?
- Wie beschreibe ich das roh-EEG, d.h. was sehe ich?
- Wie lange ist die Veränderung zu sehen?
- Sind Maßnahmen getroffen worden (z.B. Medikation) und sind diese dokumentiert auf dem Gerät?
- Hat sich das roh-EEG durch die Maßnahmen verändert, bzw. was hat sich verändert?
- Sehe ich klare Hinweise auf einen Krampfanfall?

Das aEEG wird gemäß Mustern der Hintergrund-Gehirnaktivität beurteilt. Um das aEEG zu befunden, sollte man die 5 Kurvenmuster kennen und benennen können.

Um die Muster grundlegend zu definieren und eine „gemeinsame Sprache“ zu sprechen, werden dabei folgende Dinge beurteilt:

1. Oberer und unterer Grenzbereich des zentralen Bands, gemessen in Mikrovolt (μ V)
2. Schlaf-Wach-Zyklen (SWZ) - vorhanden oder nicht vorhanden?
3. SWZ sind glatte sinusförmige Variationen im unteren Grenzbereich. Der Zyklus dauert in der Regel zwischen 45-90 Minuten. D.h. pro Bildschirmgröße (3.5 Stunden) sind in der Regel 2-3 Zyklen sichtbar.
4. Schwankungen der Bandbreite – Beschränkt, erhöht oder deutlich reduziert?
 - Beschränkte Schwankungen der Bandbreite weisen möglicherweise bei höheren Spannungen auf koordinierte/kontinuierliche Gehirnaktivität oder bei niedrigeren Spannungen auf schwere Hirnverletzungen hin.
 - Erhöhte Schwankungen der Bandbreite weisen möglicherweise auf diskontinuierliche Gehirnaktivität hin.
 - Deutlich reduzierte Schwankungen der Bandbreite weisen möglicherweise auf schlechte Hintergrundaktivität hin, vor allem dann, wenn sowohl der obere als auch untere Grenzbereich $< 5 \mu$ V sind.

4. Indikationen – Was kann ein aEEG und was nicht

Das aEEG dient vor allem dazu, den neurologischen Funktionszustand in Echtzeit und einfach zu beurteilen. Dies ist vor allem auf der Intensivstation wichtig. Das aEEG ist einfach anzulegen und zu interpretieren. Es ersetzt jedoch nicht das klassische EEG.

Zu den häufigsten Indikationen gehören:

- Beurteilung einer Enzephalopathie, liegt eine Enzephalopathie vor?
- Monitoring von Patienten während der therapeutischen Hypothermie
- Monitoring von Krampfanfällen, z.B. bei neonataler Enzephalopathie, Stroke oder zerebraler Thrombose
- Monitoring und Steuerung von Sedierung
- Monitoring von Patienten mit zerebraler Auffälligkeit, z.B. intrazerebrale Blutung, Tumor, Stoffwechseldefekt, Fehlbildungen
- Monitoring von „der Patient gefällt mir nicht, ich glaube der zuckt so komisch“

Was das aEEG nicht kann:

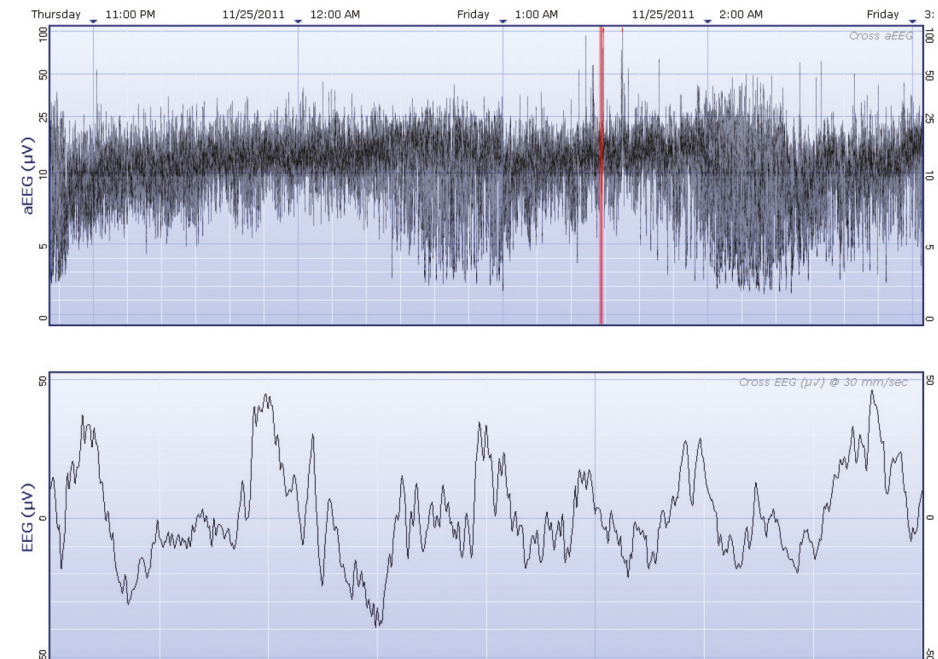
- Differenzierte Beurteilung der Gehirnaktivität einzelner Regionen
- Diagnostische Aussage über den Gesundheitszustand des Patienten

5. Musterklassifikation des aEEG

1. Continuous normal voltage (CNV)

Die CNV-Kurve ist eine schmale, wellige Kurve, die die festgelegten μV -Kriterien erfüllt:

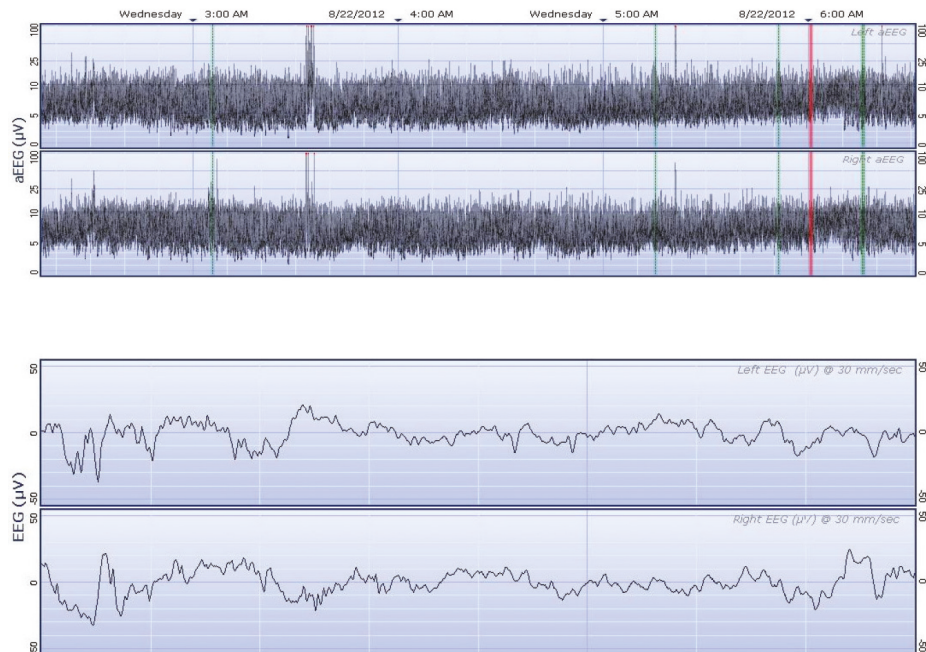
- Oberer Grenzbereich $> 10 \mu\text{V}$
- Unterer Grenzbereich $> 5 \mu\text{V}$
- SWZ vorhanden
- Schwankungen der Bandbreite sind beschränkt – gewöhnlich zwischen 5 und $15 \mu\text{V}$



2. Discontinuous normal voltage (DNV)

Die DNV-Kurve ist ein breitbandiges Muster, das einheitlich grau erscheint. Die verbreiterte Kurve weist auf erhöhte Schwankungen der Hintergrund-Gehirnaktivität hin, die durch eine zeitweise niedrigere Aktivität verursacht wird.

- Oberer Grenzbereich > 10 μV
- Unterer Grenzbereich < 5 μV
- SWZ nicht vorhanden
- Schwankungen der Bandbreite sind erhöht – gewöhnlich > 25 μV



3. Burst suppression (BS)

Das BS-Muster weist darauf hin, dass das Gehirn eine Reihe von Bursts der Gehirnaktivität durchläuft, gefolgt von Unterdrückungsperioden. Dies wird auch als Interburst-Intervall (IBI – die Zeit zwischen Bursts von Aktivitäten) bezeichnet.

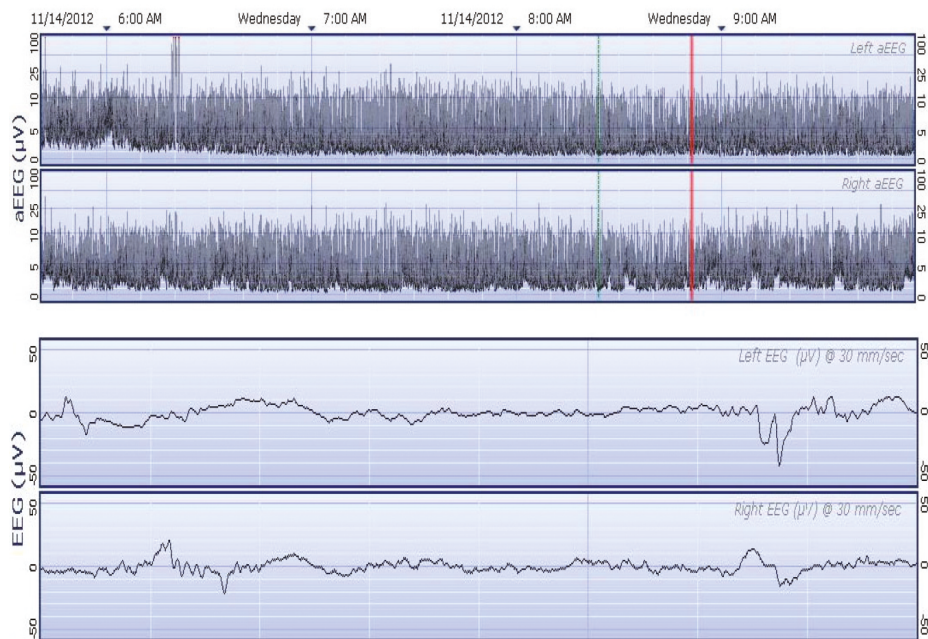
- Unterer Grenzbereich < 5 μV
- Oberer Grenzbereich > 10 μV
- SWZ nicht vorhanden
- Schwankungen der Bandbreite sind erhöht – gewöhnlich > 25 μV
- Schwankungen des unteren Grenzbereichs sind nicht vorhanden – der untere Grenzbereich ist flach.



4. Continuous low voltage (LV)

Das CLV-Muster weist darauf hin, dass der Großteil der Aktivität im Gehirn im sehr niedrigen Spannungsbereich stattfindet.

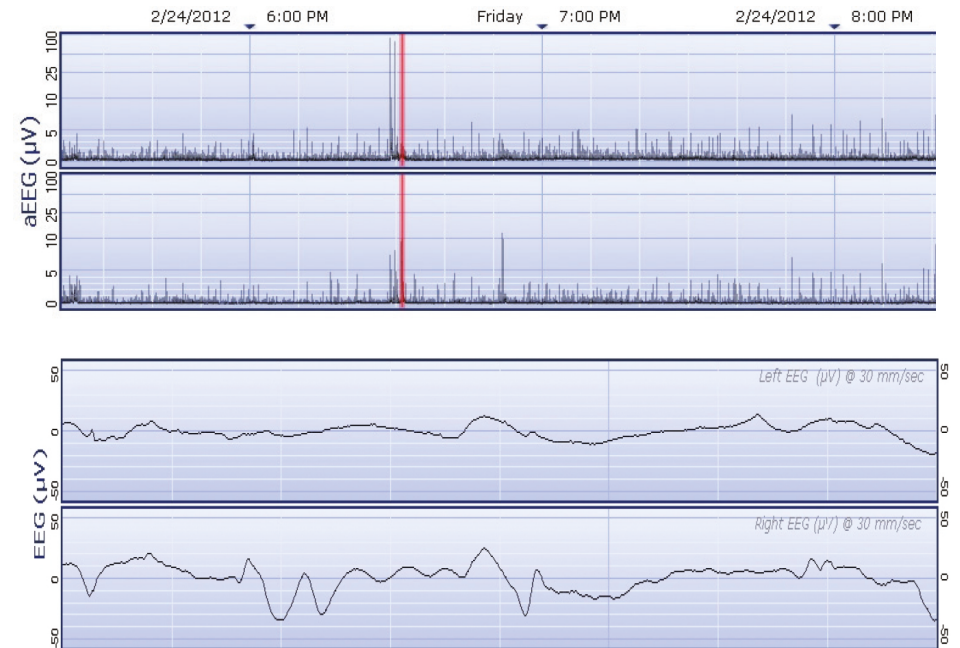
- Unterer Grenzbereich < 5 μV
- Oberer Grenzbereich < 10 μV
- SWZ nicht vorhanden
- Schwankungen der Bandbreite sind beschränkt – gewöhnlich zwischen 4 und 8 μV .
- Schwankungen des unteren Grenzbereichs sind nicht vorhanden – der untere Grenzbereich ist flach.



5. Flat trace (FT)

Das FT-Muster kann darauf hinweisen, dass fast die gesamte Aktivität im Gehirn in einem äußerst niedrigen μV -Bereich stattfindet bzw. dass überhaupt keine Aktivität stattfindet.

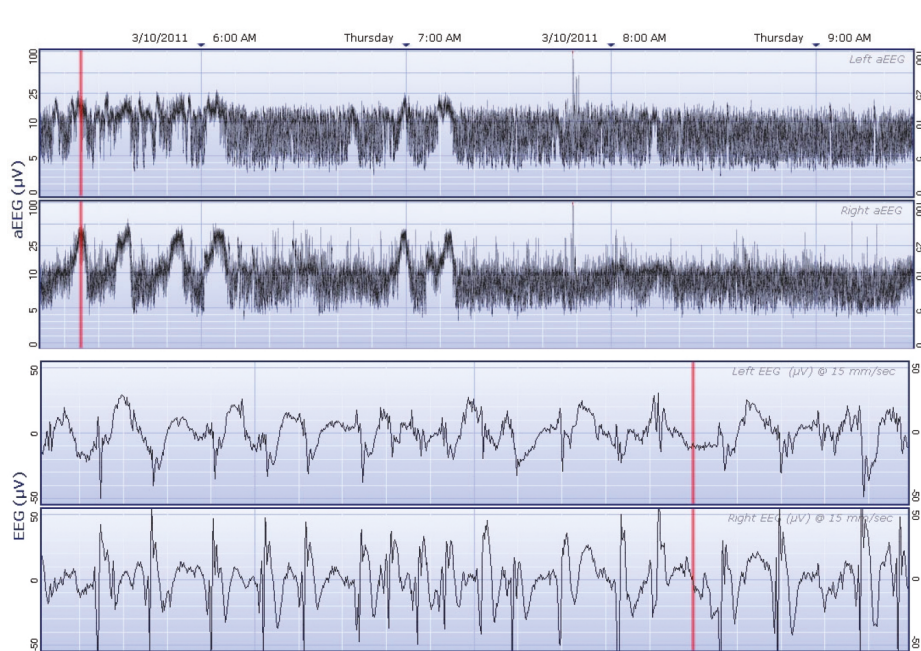
- Unterer Grenzbereich < 5 μV
- Oberer Grenzbereich < 5 μV
- SWZ nicht vorhanden
- Schwankungen der Bandbreite sind deutlich reduziert – gewöhnlich zwischen 1 und 2 μV .
- Schwankungen des unteren Grenzbereichs sind nicht vorhanden – der untere Grenzbereich ist flach.



6. Krampfanfälle

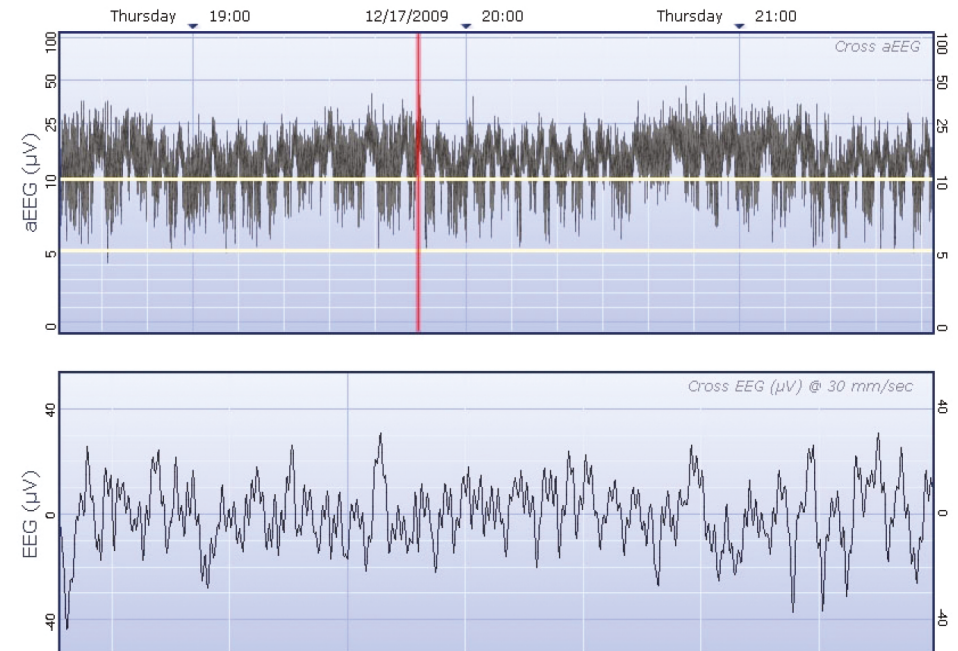
Werden durch einen plötzlichen Anstieg des unteren Grenzbereichs kategorisiert, der manchmal mit einem Anstieg des oberen Grenzbereichs einhergeht.

- Erscheinen häufig als rhythmische Entladungen auf dem Roh-EEG



Status epilepticus

- Kontinuierliche, unablässige Anfälle mit > 30 Minuten Dauer
- Wiederkehrende Anfälle, ohne Wiedererlangung des Bewusstseins zwischen den Anfällen
- Anfälle mit > 30 Minuten Dauer
- Erscheinen häufig als Sägezahnmuster auf dem aEEG

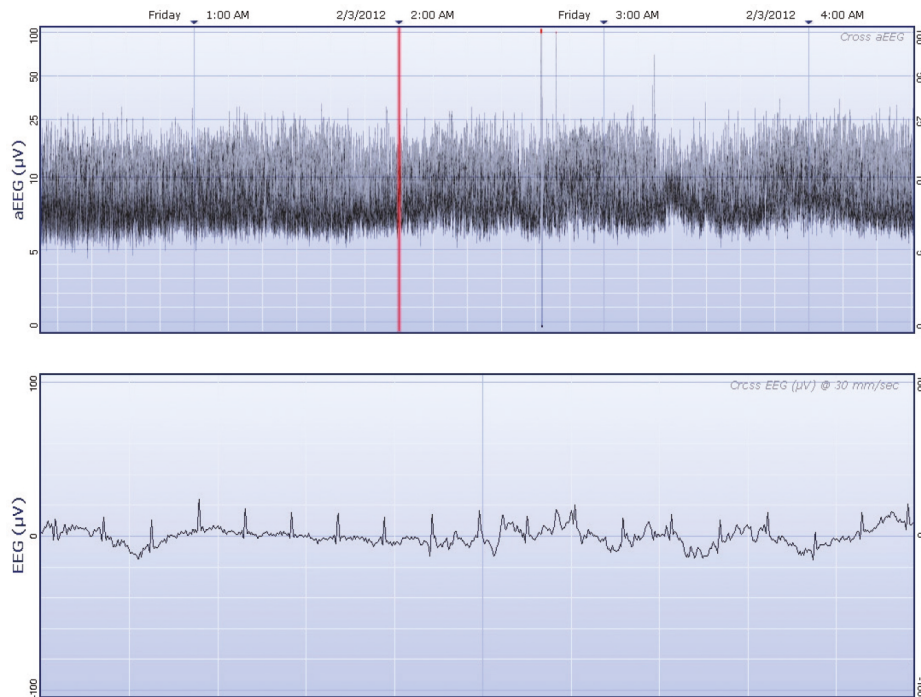


7. Artefakte

Je nachdem, wie supprimiert die Eigenaktivität des Gehirns ist, desto höher ist die Artefaktanfälligkeit. Dies kann gefährlich sein, da mitunter angenommen wird, ein aEEG sei „unauffällig“, obwohl eine starke Pathologie vorliegt.

Meist sind es andere elektrische Störsignale, welche die aEEG Aktivität artifizuell verändern und ein „unauffälliges Muster“ vortäuschen. Am häufigsten sind hierbei EKG, Beatmungsgeräte und Geräte zur invasiven Blutdruckmessung.

Falls der Verdacht auf ein Artefakt vorliegt, sollte zunächst geklärt werden, wo die Filterbox des aEEG Gerätes (dort gehen die Elektrodenkabel ein) sich befindet. Diese sollte nie auf einem anderen elektrischen Gerät (z.B. Beatmungsgerät) liegen, sondern im Bett liegen, oder z.B. am Bett aufgehängt werden. Artefakte können am Gerät in Form von Warnsignalen (z.B. bei erhöhter Impedanz) bewertet werden, oder im roh-EEG bewertet werden. Oftmals lohnt es sich, die Elektroden nochmals neu anzulegen.



Beispiel eines EKG Artefakts. Das EKG Signal wird hierbei von den EEG Elektroden abgeleitet und das aEEG Muster erscheint als „unauffällig (CNV)“. Hierbei empfiehlt sich eine Neuanlage der EKG und/oder EEG Elektroden.

8. Befunddokumentation

Die Befunddokumentation ist ein essentieller Bestandteil der Verwendung des aEEGs. Diese sollte mindestens 1x/Schicht erfolgen.

Hierbei sollte dokumentiert werden:

- Für welchen Zeitraum erfolgt die Dokumentation?
- War die Signalqualität für den Befundzeitraum ausreichend, um einen Befund zu dokumentieren? Wenn nein, welches Problem lag vor?
- Welches Hintergrundmuster lag vor? Veränderte sich dieses im Dokumentationszeitraum?
- Welche Ereignisse sorgten zu einer Musteränderung?
- Wurden Krampfanfälle aufgezeichnet?

Anbei ein Vorschlag zur Befunddokumentation als Textvorlage, welche abhängig von der Pathologie verändert werden kann:

Normalbefund:

„aEEG vom xx.xx.xx, Befundzeitraum xx:xx Uhr – xx:xx Uhr. Im gemessenen Zeitraum war die aEEG Hintergrundaktivität gut ableitbar. Es kam zu keinerlei Artefakten oder Problemen. Im gemessenen Zeitraum lag ein CNV mit SWC vor. Es wurden keine Krampfanfälle detektiert. Die durchgeführten Maßnahmen am Kind wurden entsprechend durch Marker gekennzeichnet.“

Pathologischer Befund:

„aEEG vom xx.xx.xx, Befundzeitraum xx:xx Uhr – xx:xx Uhr. Im gemessenen Zeitraum war die aEEG Hintergrundaktivität nur eingeschränkt gut ableitbar. Es kam zu Artefakten durch abgefallene Elektroden und Maßnahmen am Kind (Intubation, Lagerung, Extubation). Die Ereignisse wurden entsprechend im Gerät markiert. Es erfolgte mehrfach eine Neuanlage der EEG Elektroden. Im gemessenen Zeitraum lag zunächst ein BS Muster vor, welches dann im Verlauf in eine LV Aktivität wechselte. Um xx.xx h kam es zu repetitiven Krampfanfällen, welche durch Phenobarbital supprimiert wurden. Seither FT Aktivität.“

