



Begleittext zum Video

EEG – Spikes erkennen

Joachim Opp
Neuro- und Sozialpädiatrie
Evangelisches Krankenhaus Oberhausen
Vichowstr. 20, 46047 Oberhausen
<http://spz.eko.de>
Joachim.opp@eko.de

Einleitung

Die häufigste Frage, die an ein EEG gestellt wird, ist die Frage, ob in diesem EEG epilepsietypische Potenziale zu sehen sind. Diese Frage ist manchmal nicht einfach zu beantworten, weil nicht alles, was in einem EEG spitz oder steil aussieht, automatisch ein epilepsietypisches Potenzial ist. Ein Kriterium für epilepsietypische Potenziale ist, dass epilepsietypische Potenziale immer oberflächennegativ sind.

Das Video „EEG – Erklärung der Polaritätskonvention“ und dieser Text wollen erklären, wie man herausfindet, ob ein Ausschlag, den man im EEG sieht, oberflächennegativ ist oder nicht.

Ein epilepsietypisches Potenzial

- ... hat eine Dauer von 20-80ms (Spike) bzw. 80-200ms (Sharp wave)
- ... ist größer als $>30-50\mu\text{V}$
- ... ist **oberflächennegativ**
- ... hat eine langsame Nachschwankung / unterbricht die Grundaktivität
- ... hat ein physiologisches Feld
- ... ist weder physiologische Normvariante noch Artefakt
- ... (Nicht offiziell, aber oft hilfreich: ... tritt mehrfach auf und sieht immer gleich aus)

Welche Polarität hat ein Ausschlag im EEG?

Um zu belegen, dass Artefakte und epilepsietypische Potenziale sehr ähnlich aussehen können, dient die folgende Abbildung 1. Sie zeigt 2 EEG-Beispiele mit spitzen Ausschlägen und langsamer Nachschwankung. Mit Hilfe des Videos und dieses Textes sollen sie lernen die Polaritätsregeln anzuwenden. Sie können dann herausfinden, dass der spitze Ausschlag im linken EEG oberflächennegativ ist, also ein epilepsietypisches Potenzial sein kann, während der spitze Ausschlag im rechten EEG oberflächenpositiv ist, also kein epilepsietypisches Potenzial sein kann. (detaillierte Erklärung des rechten Beispiels siehe Abbildung 8)

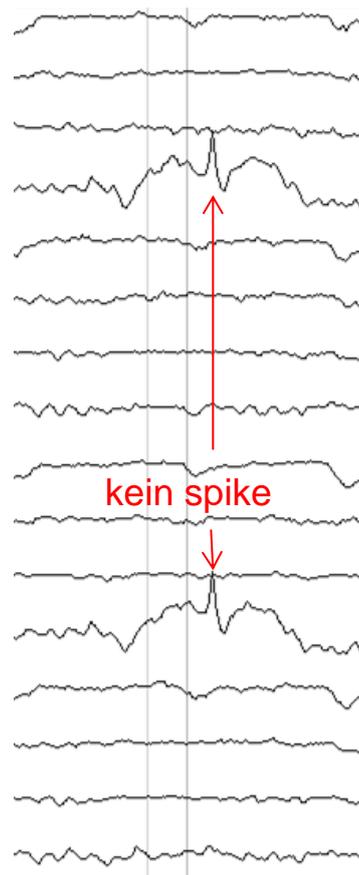
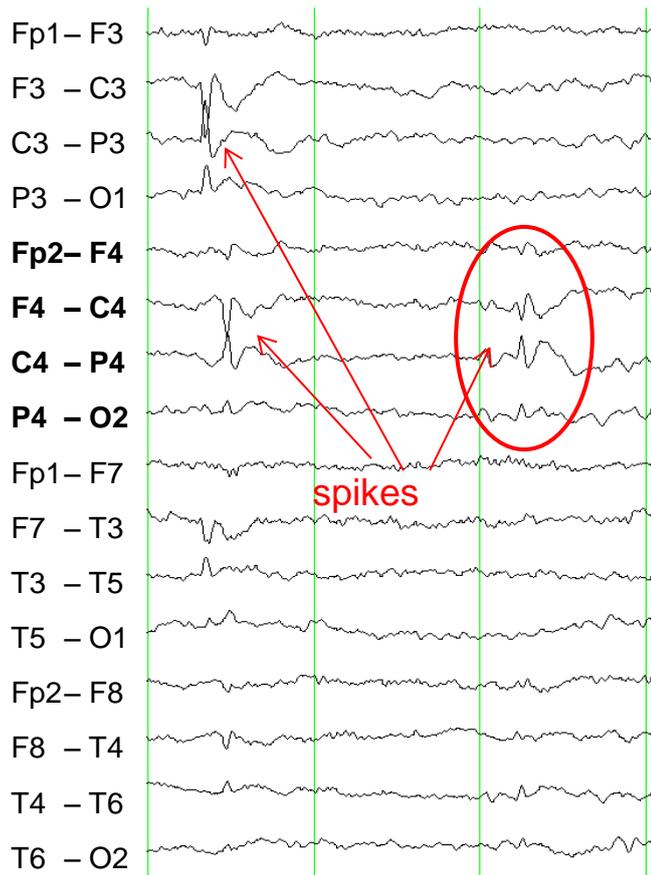


Abbildung 1: 2 EEGs mit spitzen Ausschlägen

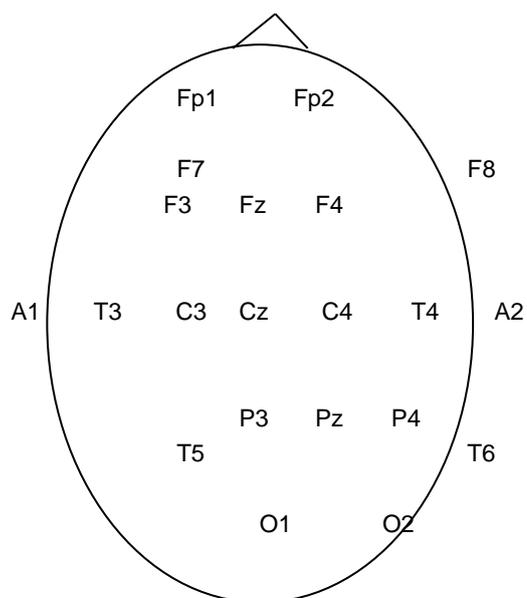


Abbildung 2: Elektroden im 10-20-System

Cortikale Aktivität und Oberflächen-EEG

Epilepsietypische Potenziale entstehen dadurch, dass im Cortex große Neuronenverbände gleichzeitig eine tetanische Erregung zeigen. Diese gleichzeitigen Aktionspotenziale machen das Zelläußere negativ, in der Summe wird die Hirnoberfläche negativer. Durch den Liquor und die Schädelkalotte breitet sich das elektrische Feld dieser Entladung bis zu den EEG-Elektroden aus, wo die Spannung abgegriffen wird und zum EEG-Verstärker geleitet wird.

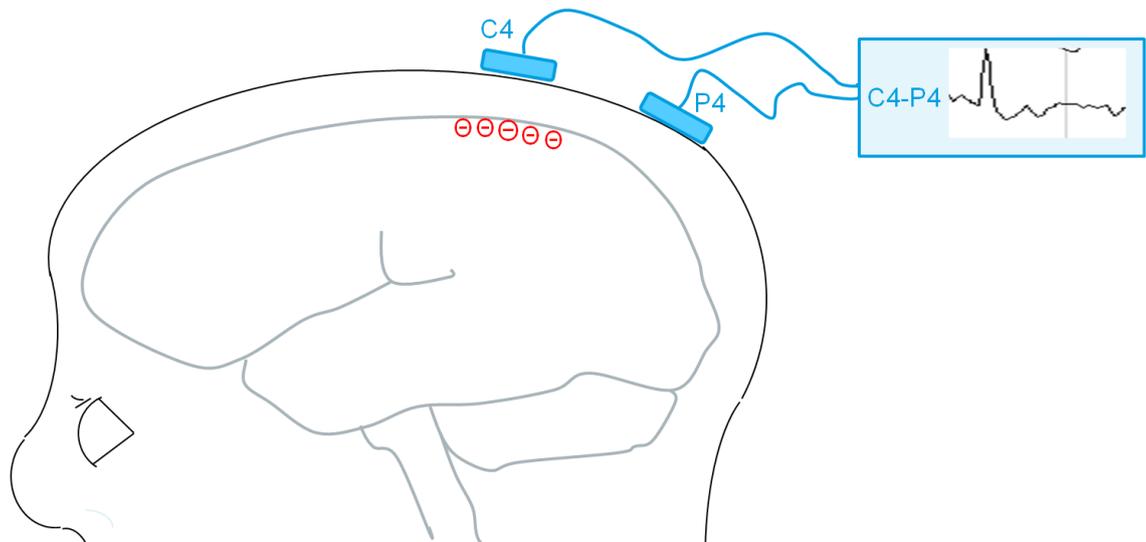


Abbildung 3: Cortikale Aktivität und Oberflächen-EEG

Das EEG ist ein Differenzverstärker, das heißt, dass niemals die Spannung an einer einzelnen Elektrode gemessen werden kann, sondern immer nur eine Spannungsdifferenz zwischen 2 Elektroden. Hierbei wird immer die Spannung, die an der zweitgenannten Elektrode anliegt, von der Spannung abgezogen, die an der erstgenannten Elektrode anliegt. In Abbildung 3 also wird im Kanal C4-P4 die Spannung an P4 von der Spannung abgezogen, die an C4 anliegt.

Ist die Spannung an C4 negativ, z.B. $-100\mu\text{V}$ und an P4 neutral, also $0\mu\text{V}$, so zeigt der Verstärker als Ergebnis $-100\mu - 0\mu\text{V} = -100\mu\text{V}$.

Ist dagegen die Spannung an P4 mit $-100\mu\text{V}$ negativ und an C4 neutral, so zeigt der EEG-Verstärker als Ergebnis $0\mu\text{V} - (-100\mu\text{V}) = +100\mu\text{V}$.

Auf der folgenden Seite ist dargestellt, wie sich positive und negative Spannungen an den beiden Elektroden, zwischen denen gemessen wird, als Ausschlag nach oben oder unten auf dem EEG-Monitor zeigen.

Die Polaritätskonvention besagt, dass eine positive Spannung als Ausschlag nach oben und eine negative Spannung als Ausschlag nach unten dargestellt wird. Dies ist genau andersherum als bei den meisten Kurven im sonstigen Leben, wie z.B. Aktienkurse, wo positive Entwicklungen nach oben und negative nach unten gehen.

Die Polaritätskonvention

Achtung: Gemäß der Konvention bedeutet eine **positive** Spannung einen Ausschlag nach **unten** und eine **negative** Spannung einen Ausschlag nach **oben**!

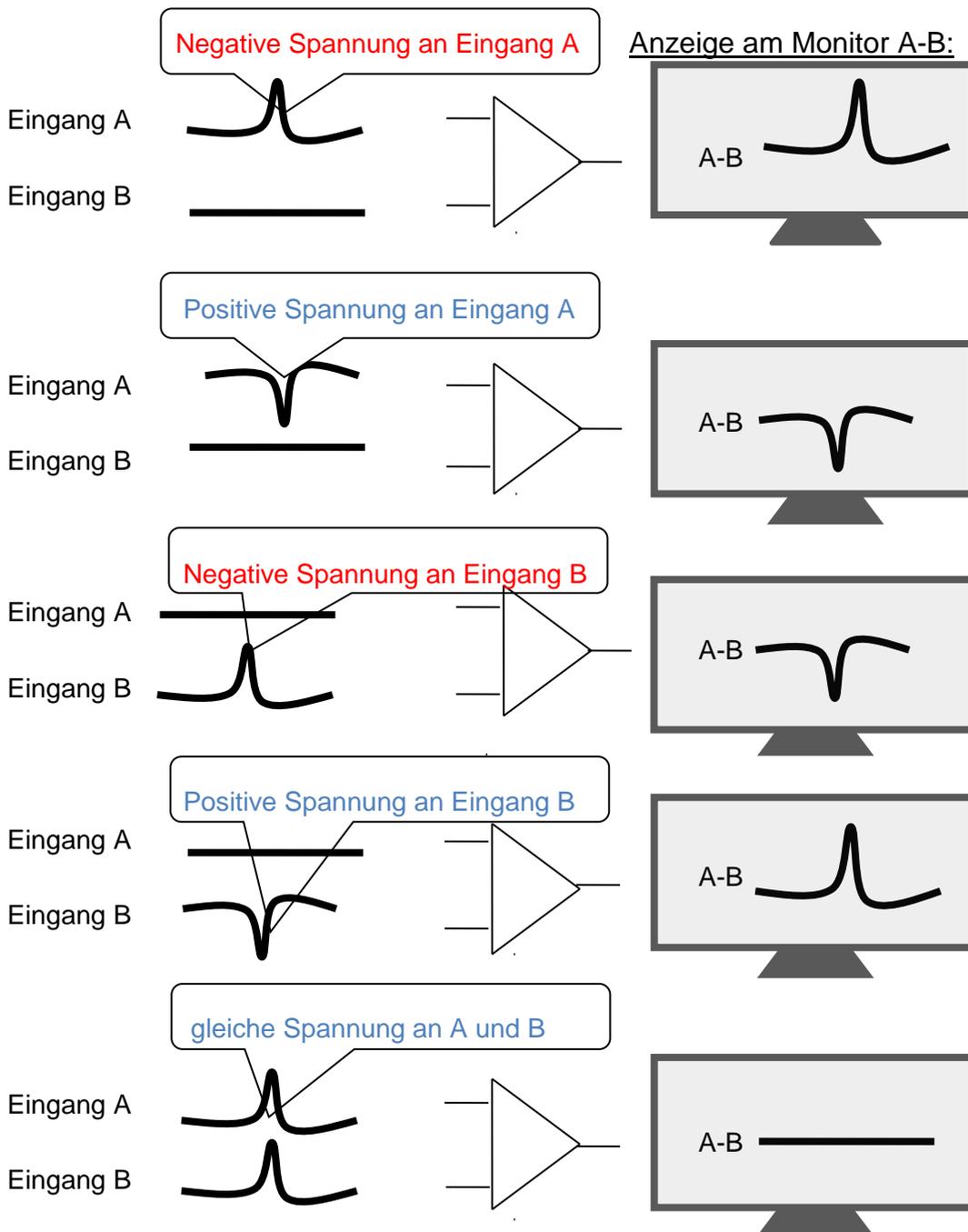


Abbildung 4: Polaritätskonvention: Links die Spannung an Eingang A und B, rechts der Ausschlag, den der Monitor zeigt. (in Anlehnung an Dr. F. Bösebeck mit freundlicher Genehmigung)

Merke:

- Ein spike zeigt am Monitor nach oben, wenn er an Eingang A anliegt
- Ein spike zeigt am Monitor nach unten, wenn er an Eingang B anliegt

Reihenschaltung

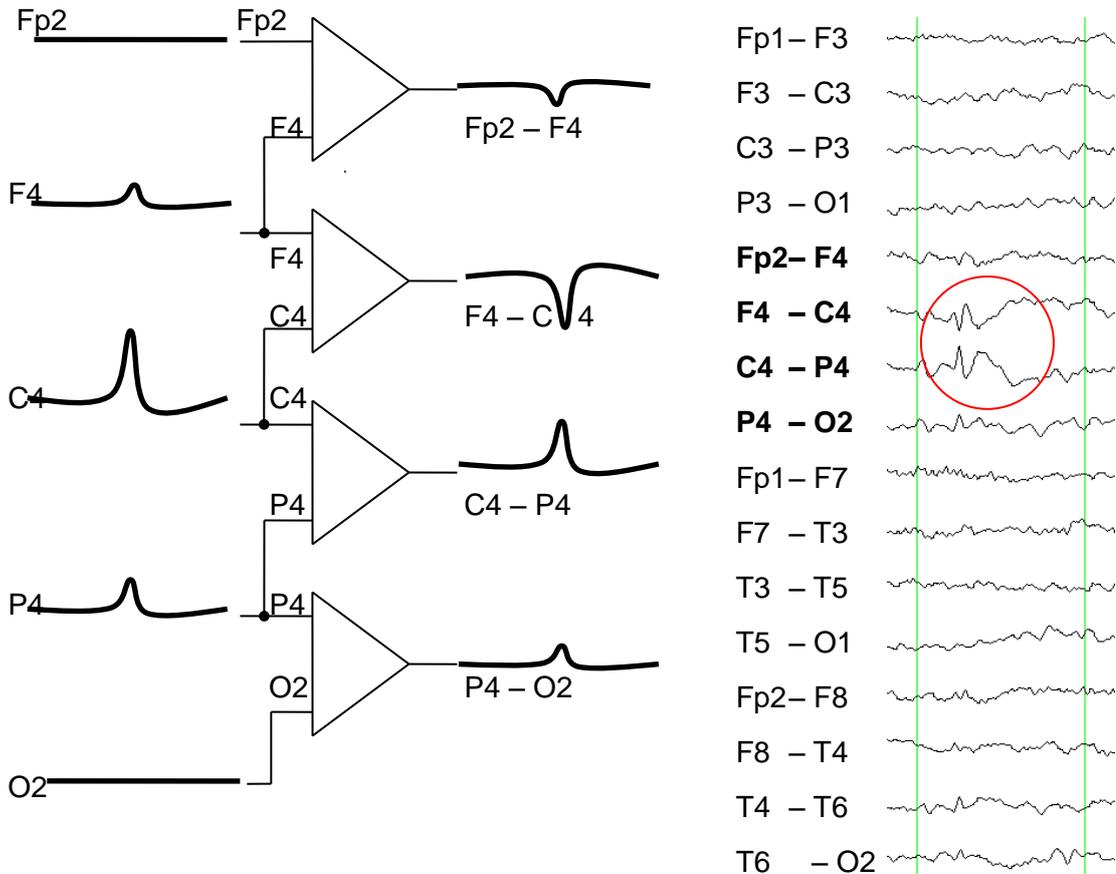


Abbildung 5: Reihenschaltung. Im EEG-Beispiel rechts sieht man, wie die sharp wave im Kanal F4-C4 nach unten zeigt, da die Elektrode C4 im Moment der sharp wave negativer ist als F4. Im Kanal C4-P4 ist die C4 negativer als die P4, der Monitor zeigt also einen Ausschlag nach oben.

Merke: In der Reihenschaltung zeigen oberflächennegative Potentiale aufeinander. Dies nennt man Phasenumkehr.

Vorteile

- Im allgemeinen deutlich weniger artefaktanfällig
- Wenn Artefakte auftreten, bleiben diese auf die beteiligte Elektrode beschränkt
- Bessere visuelle Darstellung umschriebener Potentiale durch Nutzung der Phasenumkehr

Nachteil

- Potentialhöhen können täuschen:
- Wenn ein Potenzial in 2 Elektroden in gleicher Stärke einstrahlt, so zeigt die bipolare Differenzschaltung zwischen diesen beiden Elektroden kein Potenzial an, da ja immer nur Differenzen gemessen werden. Liegt zB das Maximum eines Potentials genau zwischen F3 und C3, so zeigt die Ableitung F3 – C3 dieses Potenzial nicht an
- Generalisierte Potentiale sind in ihrer Ausbreitung kaum einschätzbar, so zeigen generalisierte Spike-wave-Komplexe insbesondere in den posterioren Ableitungen oft kaum Ausschläge, wenn diese Potentiale an den betroffenen Elektroden die gleiche Höhe haben
- Phasenverschiebungen der Wellen zwischen 2 Eingängen verfälschen die Potentiale erheblich

Referenzschaltung

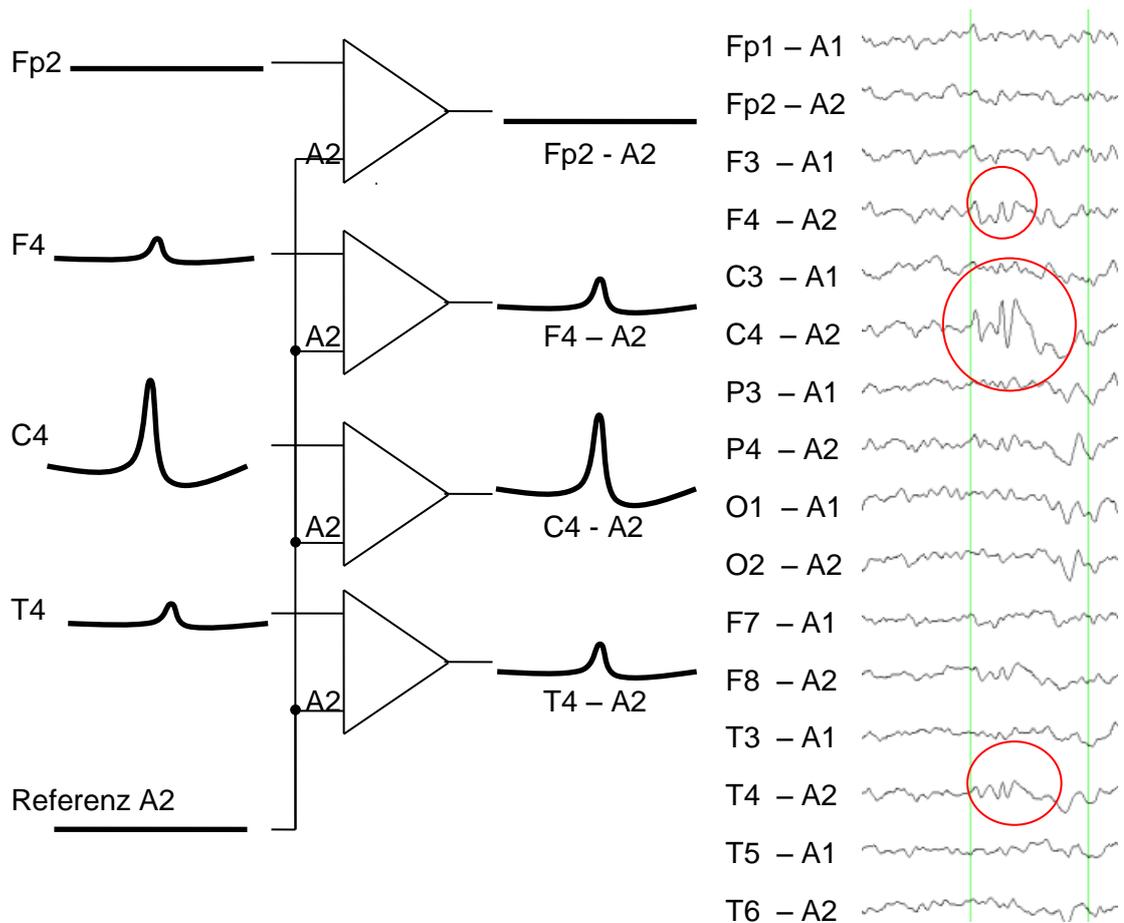


Abbildung 6: Referenzschaltung. Das Beispiel rechts zeigt die sharp wave aus Abbildung 1 rechts zentral (höchste Amplituden C4 und etwas kleiner F4 (mit kleiner Ausbreitung nach T4). Die Ohrelektroden sind nicht im Feld, sie sind also eine gute Referenz

Merke: Gegen eine neutrale Referenz zeigt ein negatives Potenzial nach oben: „Ein spike tut weh, wenn man sich draufsetzt“

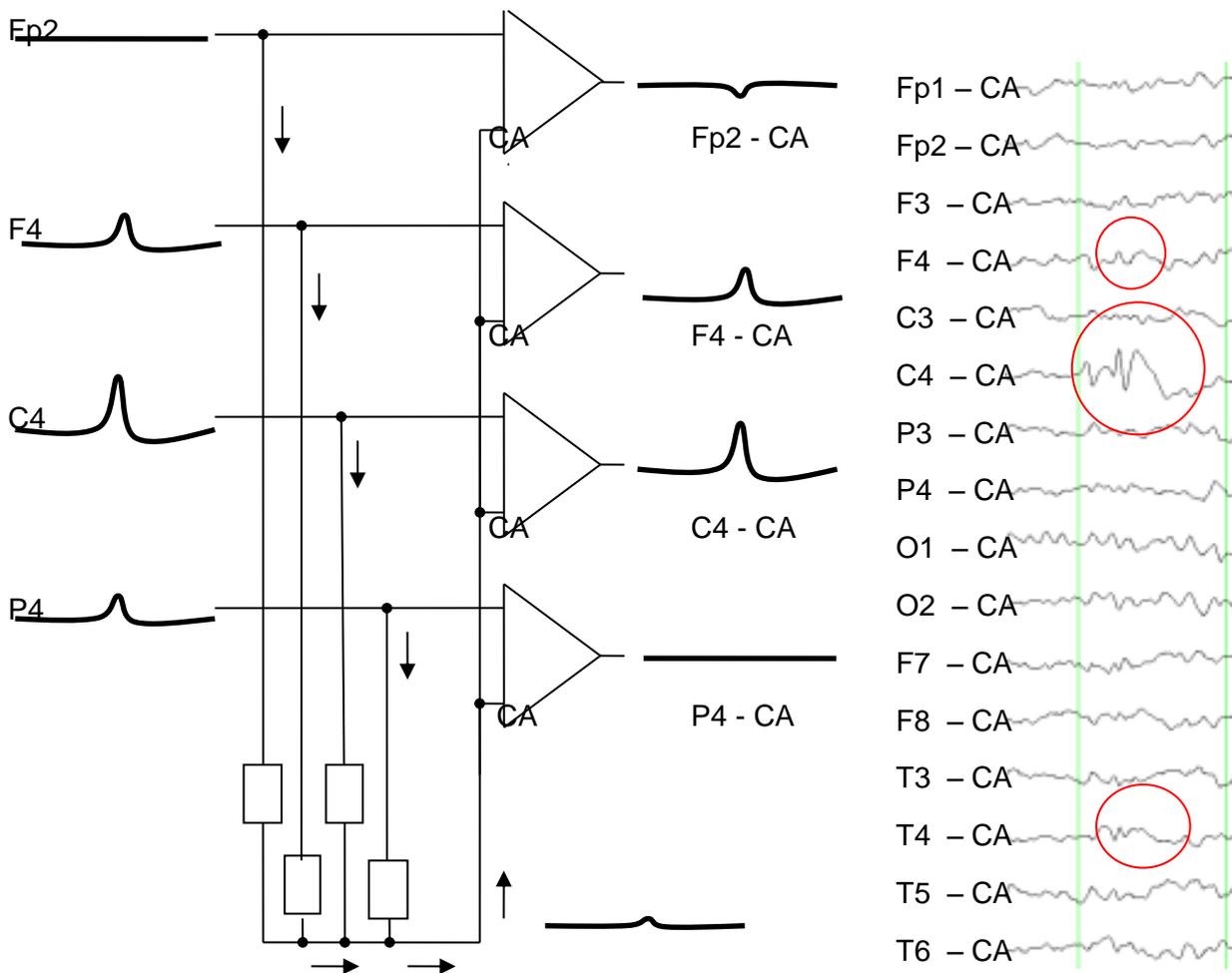
Vorteile

- Bei neutraler Referenz werden EEG Potentiale hinsichtlich Polarität, Topografie und Amplitude korrekt dargestellt, das heißt: Wenn ich eine neutrale/ideale Referenz habe, ist das, was ich sehe, auch das, was an der gemessenen Elektrode tatsächlich vorliegt („what you see is what you get“)
- Die Ohrreferenz ist gut für generalisierte Potentiale

Nachteile

- Artefakte und alle anderen Potentiale in der Referenzelektrode werden in alle EEG Kanäle übertragen. Artefakte, die in der Referenzschaltung wie generalisierte, epilepsietypische Potentiale wirken können, sind insbesondere
 - Ekg-Artefakt bei Messung gegen die Ohrelektroden A1/A2
 - Vertexwellen im Schlaf bei Messung gegen die zentralen Elektroden Fz, Cz, Pz
- Potentiale in der Referenzelektrode werden von der Spannung an der interessierenden Elektrode abgezogen und dann mit umgekehrter Polarisierung dargestellt. Wenn beispielsweise der Grundrhythmus bis in die Ohrelektrode einstrahlt und gegen die Ohrelektrode als Referenz gemessen wird, erscheint dieser Grundrhythmus (mit umgekehrter Polarität) in den frontalen Ableitungen

Durchschnittsreferenz CA



Durchschnittsreferenz „CA“:

Abbildung 7 links: Durchschnittsreferenz („common average“ CA oder GO für „Goldmann-Offner“).

Rechts der gleiche spike wie in Abbildung 6. Der spike zeigt erneut die höchsten Amplituden in C4 und nur angedeutet in den angrenzenden Elektroden F4 und T6.

Merke: Durchschnittsreferenz nur bei eng umschriebenen Potenzialen

Vorteil

- Im Vergleich zu einer einzelnen kopfbezogenen Referenz meist weniger Artefakte
- fokale Entladungen, die nur an wenigen Elektroden anliegen, werden hinsichtlich Polarität, Topografie und Amplitude korrekt dargestellt

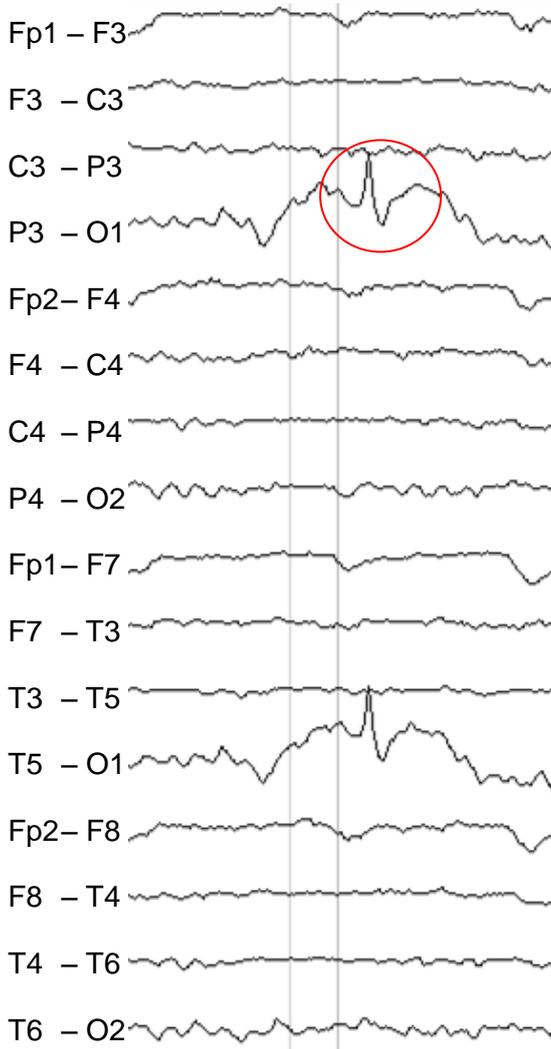
Nachteil

- Regional betonte kortikale Aktivität und Artefakte werden abgeschwächt auch in Ableitungen anderer Regionen projiziert, wo sie real nicht vorkommen
- Generalisierte Entladungen werden erheblich verfälscht dargestellt.
- Ein Artefakt, das in einem Kanal mit sehr großer Amplitude einstrahlt, kann wie ein generalisiertes Potenzial wirken

Spitz, aber kein spike

Warum ist das spitze Potenzial aus Abbildung 1 rechts kein epilepsietypisches Potenzial?

Doppelbanane



Ohrableitung

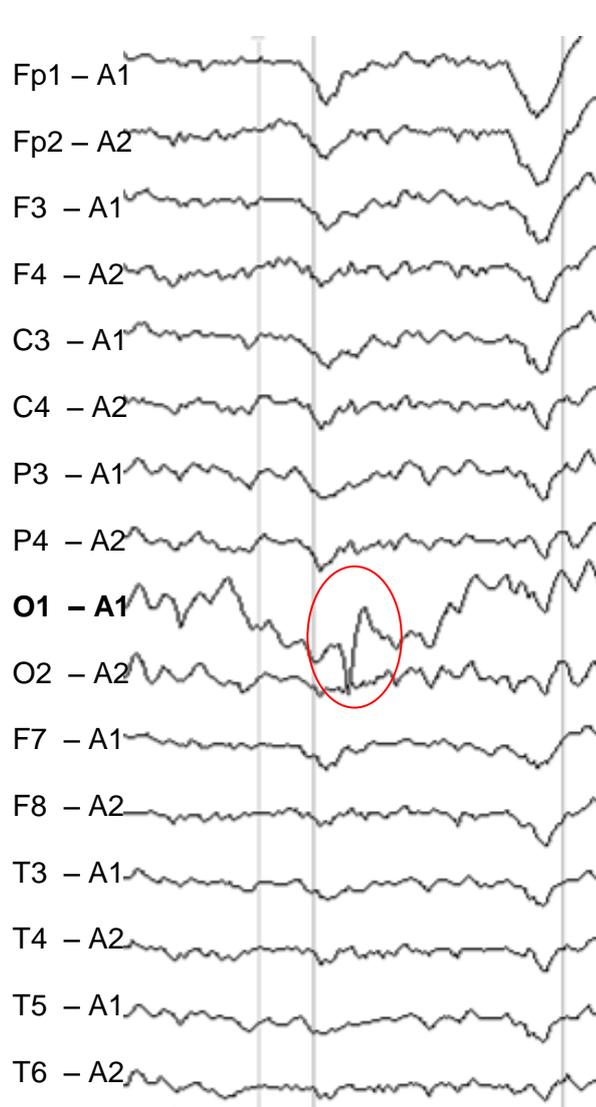


Abbildung 8: Das Spitzenpotenzial aus Abbildung 1 rechts in Reihen- und Referenzschaltung.

Wenn man die ersten 4 Kanäle der Doppelbanane der Reihe nach durchgeht, so sieht man im Kanal Fp1-F3 keinen Ausschlag, auch in F3-C3 und C3-P3 nicht. Damit ist Kanal P3 wahrscheinlich neutral und das Spitzenpotenzial, das man im Kanal P3-O1 sieht, stammt von der O1. Wenn es von der O1 stammt, so ist die O1 im Moment der Spitze positiver als die P3. Diese Hypothese bestätigt sich, wenn man in die Ohrableitung schaut: Im Kanal O1 – A1 zeigt sich eine Spitze nach unten, die O1 ist somit positiver als die A1.

Die dargestellte Spitze ist **kein spike, da sie oberflächenpositiv ist!**

Im Übrigen hat dieses Potenzial auch kein logisches Feld: Wenn das Potenzial tatsächlich seinen Ursprung im Cortex hätte, müsste es sich am Weg zur Kopfoberfläche so verteilen, dass es zumindest mit einem kleinen Ausschlag auch in den Nachbarelektroden T5 und P3 zu sehen sein müsste. Es bleibt aber streng auf die eine Elektrode O1 begrenzt.