

Wozu braucht man überhaupt eine Impedanzmeterfunktion?

Die Voraussetzung für eine erfolgreiche Neurofeedbacksession ist ein gutes EEG Signal. Ist es gestört, ist die EEG Aufnahme wie leise Musik hören neben einer lauten Baustelle. Eine wesentliche Voraussetzung für ein störungsfreies EEG ist ein guter Kontakt der EEG Elektroden zur Kopfhaut.

Ein Impedanzmeter hilft bei der Impedanzmessung, um einen solchen guten Kontakt herzustellen.

Wichtig ist hier, dass das Gerät einfach zu bedienen ist, das Display leicht abzulesen ist und die Elektroden nicht umgesteckt werden müssen. Zusätzlich können alte oder beschädigte Elektroden hohe störsignalbehaftete Spannungen abgeben, die die Qualität der EEG Signale drastisch beeinträchtigen können.

Der **NeuroAmp** hat nicht nur einen Impedanzmesser eingebaut, sondern er überwacht auch die galvanischen Elektrodenspannungen. Sind diese zu hoch, gibt es ein Warnsignal.

In letzter Zeit erreichen uns immer wieder Hilferufe, der Impedanzmesser im NeuroAmp sei defekt. Entweder wurde gar keine Impedanz angezeigt, obwohl die Elektroden gut angebracht wurden, oder die Impedanzanzeige blinkt und das Gerät piepst. Ursache war tatsächlich bislang nie der NeuroAmp, sondern jeweils defekte Elektroden. Im ersten Fall (keine Anzeige) war das Kabel einer Elektrode gebrochen, im zweiten die galvanische Spannung zu hoch. Dies zeigt den großen Wert dieser Impedanzmessung - die Fehler wären sonst wahrscheinlich nicht aufgefallen. Ein EEG sieht auch bei schlechten Elektroden aus wie ein EEG. Selbst bei einer fehlenden Elektrode kann es normal aussehen.

Warum spielen die Impedanzen der Elektroden überhaupt eine Rolle?

Moderne EEG Verstärker haben derartig hohe Eingangsimpedanzwerte, dass an sich der Widerstand zwischen EEG Elektrode und Kopfhaut keine Rolle spielt, solange die Elektrode irgendeinen Kontakt hat.

Das ist aber nur die halbe Wahrheit.

Tatsache ist, dass die EEG Elektroden neben dem EEG Signal auch noch den uns allgegenwärtig umgebenden Elektromog aufnehmen. Die größte und wichtigste Störquelle ist unser elektrisches Stromversorgungsnetz, welches elektromagnetische Schwingungen mit 50 Hertz (oder 60Hz) abstrahlt. Die Störungen, die eine typische EEG Elektrode aufnimmt, ist in der Regel wesentlich größer als das EEG Signal, das uns interessiert. Typische Werte sind: EEG Signal: 10 bis 100 Mikrovolt, Störungen vom Stromversorgungsnetz bei 50Hz: 10 Millivolt bis 1 Volt; also Faktor 1.000 bis Faktor 100.000 größer. Typische EEG Verstärker begegnen diesem Problem mit einem einfachen Trick, nämlich das EEG mit zwei Elektroden zu messen: 'Active' und 'Reference', oder '+' und '-'. Beide Elektroden nehmen etwa die gleichen Störungen auf, aber unterschiedliche EEG Signale, da sie an unterschiedlichen Stellen am Kopf angebracht sind. Der Verstärker subtrahiert nun die beiden Signale, sodass nur noch das EEG Signal übrigbleibt, sich aber die Störungen von beiden Elektroden gegenseitig aufheben.

Diese Subtraktion funktioniert allerdings nur dann wie gewünscht, wenn die Störung an beiden Elektroden genau gleich groß ist. Und hier kommt nun der Übergangswiderstand der Elektroden zum Kopf zum Tragen: Die Größe des Störsignals ist nämlich stark von diesem Übergangswiderstand abhängig.

Generell gilt, je kleiner der Übergangswiderstand, umso kleiner das Störsignal.

Mit der **Impedanzmessung** können wir während des Anbringens der Elektroden unmittelbar verfolgen, wie gut die Kontakte sind. Generell kann man versuchen, sehr niedrige Übergangswiderstände zu erzielen. Dies erfordert in der Regel eine gute Reinigung der Stelle und/oder die Verwendung eines Peeling-Gels. Mit dem Wissen, dass das Störsignal von dem Übergangswiderstand abhängt, UND dass beide Störsignale gleich groß sein müssen, wird klar, dass noch wichtiger als der Übergangswiderstand selbst ist, dass beide Übergangswiderstände gleich groß sind.

Ist die Impedanzmessung gefährlich?

Nein. Die Impedanzmeterfunktion von EEG Geräten verwendet eine kleine Messspannung, um die Übergangswiderstände (Impedanzen) der Elektroden zu bestimmen. Dieses Signal ist aber so klein, dass es nicht spürbar ist. EEG Geräte müssen der Norm zur elektrischen Sicherheit von Medizinprodukten IEC 60601-1 genügen. Andere Geräte, die ähnliche Messverfahren anwenden sind Körperfettmessgeräte oder Waagen mit eingebauter Körperfettmessung.

Stört die Impedanzmessung die EEG Messung?

Das kommt auf das Verfahren der Impedanzmessung an. Es gibt EEG Verstärker, die während der EEG Aufnahme die Übergangswiderstände messen. Dies erfolgt in der Regel mit einer im Vergleich zum EEG Frequenzbereich hohen Frequenz, sodass sich die beiden Bereiche nicht in die Quere kommen. Andere Geräte müssen vom EEG Verstärker getrennt werden, entweder durch Umstecken oder interne Relais-Schalter.

Was ist ein DC Offset, und warum interessiert der überhaupt?

EEG Elektroden wirken manchmal wie eine kleine Batterie - sie erzeugen eine Gleichspannung. Ursache dafür ist eine Kombination des Elektrodenmaterials mit der Chemie auf der Kopfhaut (Haut, Schweiß, Fett, Ten20 Paste, Goldauflage Elektrode, etc.). An sich stört sich der ein EEG Verstärker nicht an solchen sog. 'Offset' Spannungen, obwohl diese wesentlich höher als die EEG Signale sein können, da er so gebaut ist, dass er nur Wechselfspannungen verstärkt und verarbeitet. Werden diese galvanischen Spannungen aber zu groß, kann aber die Eingangsverstärkerstufe des EEG Verstärkers übersteuert werden, so dass kein EEG Signal mehr verstärkt wird. Weiterhin hat sich gezeigt, dass diese galvanischen Spannungen oft Schwankungen aufweisen, die in Größe und Frequenzbereich den EEG Signalen sehr ähnlich sind.

Wir empfehlen, nur Elektroden aus gleichem Material zu verwenden und beschädigte Elektroden auszutauschen.

Was kann man gegen Netzeinstrahlungen tun?

Gute Elektrodenkontakte sowie gute Balancierung sind die Voraussetzung für optimale Störunterdrückung. Auch sollten die Elektrodenkabel möglichst lange parallel geführt werden, z.B. durch Führen in einem Spiralschlauch oder durch Verflechten. Trotz dieser Maßnahmen werden Sie in manchen Fällen immer noch eine starke Störung bei 50Hz (oder 60Hz) sehen. Wir empfehlen generell nicht, diese 50 oder 60Hz Linie mittels Notchfilter oder anderen steilflankigen Filtern zu unterdrücken. Erstens fügen solche Filter große Phasenverzerrungen und Verzögerungen zu, und zweitens ist die Beobachtung dieses 'Signals' ein sehr gutes und einfaches Hilfsmittel, um festzustellen, wenn der Kontakt einer oder mehrerer Elektroden sich stark verschlechtert hat und die Situation nochmals mittels der Impedanzmeterfunktion überprüft werden sollte.

Für Neurofeedbacktraining ist Netzeinstrahlung in der Regel kein Problem, weil die Schwellen dynamisch nachgeführt werden. Für eine Pegelanzeige ist keine Echtzeiteigenschaft erforderlich, sodass hier ein steiler Tiefpass- oder Notchfilter vorgeschaltet werden kann, um diese Anzeige unabhängig von der Netzeinstrahlung zu machen.