

Elektroenephalographie (EEG) und Anwendung mit dem Brain Control Interface (BCI):

I. Begriffserklärung:

Messung natürlicher elektrischer Spannungsschwankungen größerer Neuronengruppen der Gehirnrinde zwischen einzelnen Elektroden

II. Kurze Geschichte des EEG:

1875 wurde das erste Mal durch Richard Caton beschrieben, dass elektrische Phänomene am Gehirn festgestellt werden konnten. Bei ihm waren die Versuchsobjekte Affen und Kaninchen.

Es dauerte lange, bis die Untersuchungen am Gehirn weitergeführt wurden.

Erst 1924 wurde von Hans Berger das erste EEG am Menschen durchgeführt.

Dieses EEG wurde jedoch an einem Menschen mit Schädeldeckendefekten durchgeführt. Der Patient hatte Löcher in der Schädeldecke und das EEG wurde über Nadelelektroden, die in das Gehirn gestochen wurden, gemessen.

Daher musste Berger die Messmethode noch verbessern.

Ein Jahr später (1925) wurde das erste EEG am intakten Schädel aufgenommen.

1926-1929 nahm man die ersten gut ausgebildeten α -Wellen auf. Dies ist ein Wellentyp, dem ein bestimmter Zustand des Patienten zugeordnet werden kann.

III. Methode des EEG:

Auf die Kopfhaut werden Metallplättchen (Elektroden) aufgesetzt (meist 16 oder mehr).

Zwischen jeweils zwei Elektroden werden in verschiedenen Kombinationen die elektrischen Spannungsunterschiede gemessen, mit einem speziellen Gerät verstärkt und schließlich als Hirnstromwellen aufgezeichnet.

Dieses elektrische Potenzial bauen die Nervenzellen selbst auf. Es ist Zeichen ihrer Aktivität und Funktionstüchtigkeit.

Die Hirnstromwellen werden anhand ihrer Frequenz, Wellenhöhe (Amplitude), Steilheit und Lokalisation auf der Gehirnoberfläche. Wichtig ist auch die Symmetrie zwischen den beiden Gehirnhälften.

Das normale EEG variiert in seiner Amplitude (Größenordnung im Normalbereich bis zu etwa 150 μV) und wird hinsichtlich seiner Frequenz klassifiziert (siehe Abbildung 1), wobei man die folgenden (klassischen) Frequenzbänder unterscheiden kann:

Delta-Wellen (δ): Frequenz 0,5–3 Hz. Vorkommen im Kleinkind- und Säuglingsalter auch bei Wachheit sowie in den Tiefschlafphasen des Erwachsenen.

Theta-Wellen (θ ; auch Zwischenwellen genannt): Frequenz 4–7 Hz. Vorkommen im Kleinkind- und Säuglingsalter, beim Erwachsenen im Übergang vom Wach- in den Schlafzustand sowie im Schlaf.

Alpha-Wellen (α): Frequenz 8–13 Hz. Normalerweise der physiologische Grundrhythmus des ruhenden Gehirns, stärkste Ausprägung über okzipitalen Gebieten.

Beta-Wellen (β): Frequenz 14–30 Hz. Im normalen Ruhe-EEG deutlich kleinere Amplitude als Alpha-Wellen, hauptsächliche Ausprägung fronto-zentral. Zunahme durch Öffnen der Augen, Einwirkung von Sinnesreizen oder geistige Tätigkeit.

Elektrische Hirnaktivität mit Frequenzen über 30 Hz werden als Gamma-Wellen (γ) bezeichnet. Diese werden in Zusammenhang mit gespannter Aufmerksamkeit und Informationsverarbeitung interpretiert.

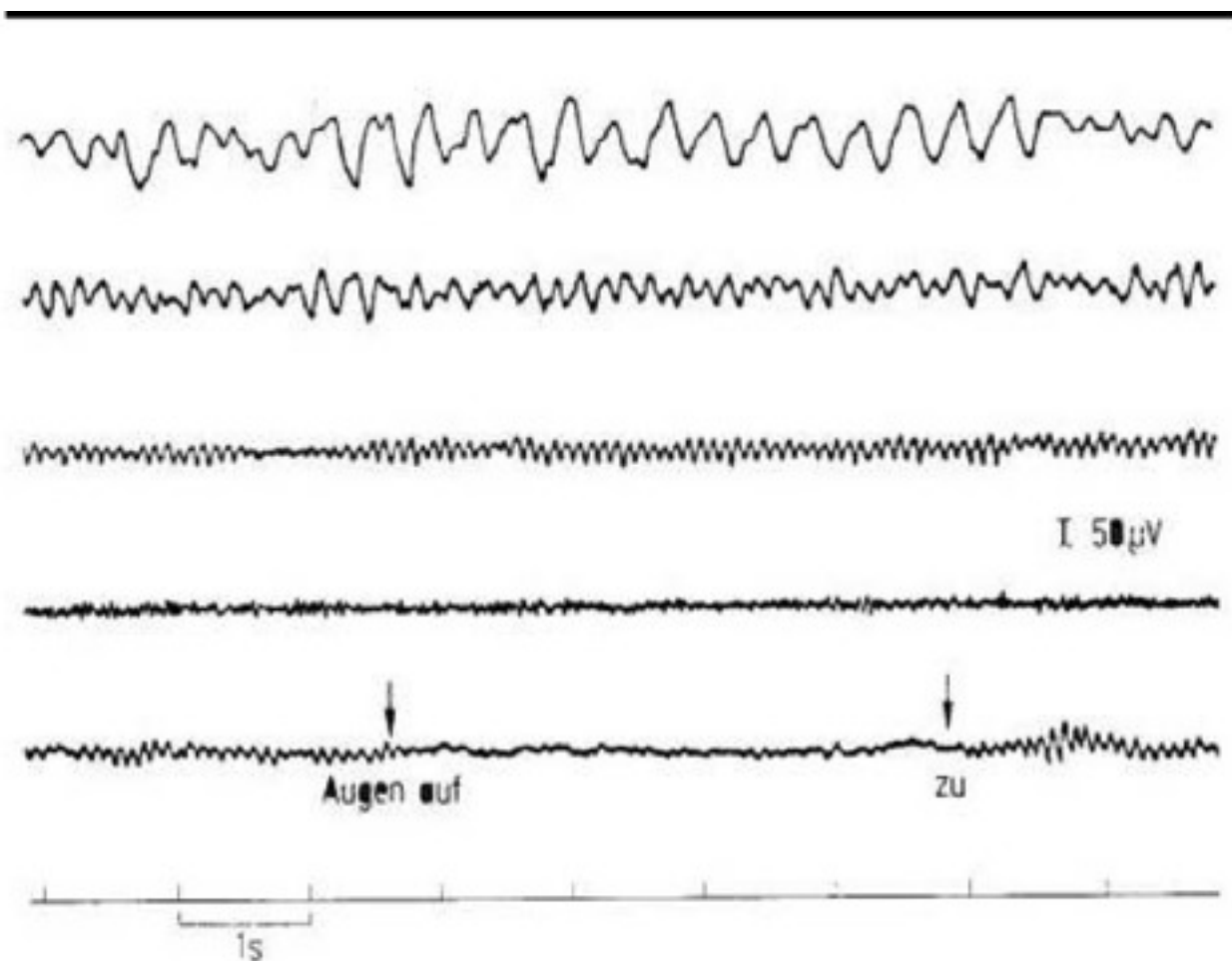


Abb1: Verschiedene EEG-Wellen. Von oben nach unten: δ -, θ -, α -, β - Aktivität. In der untersten Kurve ist die α -Blockade durch das Öffnen der Augen illustriert.

IV. Elektrodenarten:

Um die Ortsabhängigkeit des EEG über die Kortexoberfläche mit möglichst hoher räumlicher Auflösung erfassen zu können, finden bei EEG-Ableitungen verschiedene Elektrodenformen mit kleiner Oberfläche, wie Napfelektroden oder Elektroden-Hauben

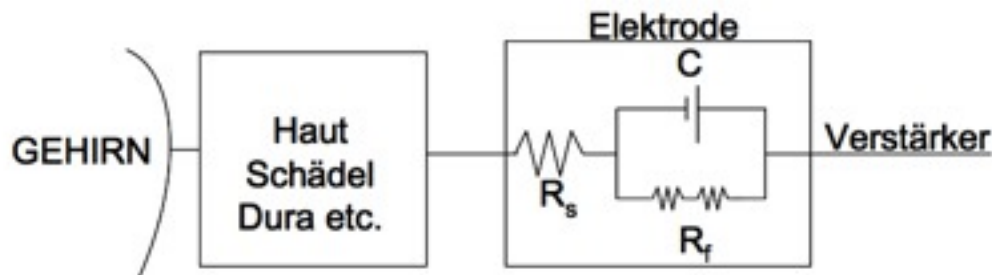


Abb. 2: Elektrodenersatzschaltbild mit:

R_s - Ohmscher Widerstand der Elektrodenpaste und Elektrode,

C - Kapazität der elektrischen Doppelschicht der Elektroden,

R_f - Faraday-Widerstand der chemischen Prozesse, die bei Stromfluß vor sich gehen.

V. Probleme bei der Messung:

Es ist mit Schwierigkeiten verbunden, diese meist sehr kleinen Potenzialveränderungen zu messen. Durch Hornhaut, Epidermis, Fettgewebe sowie andere Zwischenschichten werden die Signale abgeschwächt.

Es ergeben sich aus den verschiedenen Schichten unterschiedliche Widerstände und Kapazitäten.

Aus allen zusammen ergibt sich ein Übergangswiderstand, der sich aus zwei Arten von Widerständen zusammensetzt.

Zum einen dem Gleichstromwiderstand (ohmscher Widerstand), dieser behindert jedoch lediglich die freie Bewegung der Ionen.

Wichtiger hier ist der kapazitive Widerstand, dieser kann an Gewebsstrukturen (-membranen), aber auch an elektrischen Doppelschichten unterhalb der Elektrode auftreten.

Dieser wirkt wie ein Kondensator, den die elektrischen Ladungsträger, wie Ionen, nicht überwinden können.

Diese Einflüsse können auf zwei verschiedene Arten minimiert werden. Entweder wird der Übergangswiderstand erniedrigt, indem die Hornhaut mit einem Elektrolyten durchfeuchtet.

Diese erhöht die Leitfähigkeit und minimiert so den Übergangswiderstand.

Die andere Möglichkeit ist, dass man die obere Hornhautschicht entfernt, indem man diese abkratzt.

VI. Analyse der EEG Daten:

Eine häufig eingesetzte Methode zur EEG-Auswertung ist die Spektralanalyse.

Durch Anwendung der Fourier-Transformation wird das aufgezeichnete EEG-Signal in definierten Zeitabschnitten in seine Frequenzanteile zerlegt.

Das Ergebnis einer EEG-Spektralanalyse wird auch als Powerspektrum bezeichnet.

Die Analyse eines EEG-Signals in Bezug auf seine Frequenzen kann auf verschiedene Arten sinnvoll eingesetzt werden.

Das EEG kann in seinem Verlauf einer Trendanalyse unterzogen werden. Sie erlaubt einen schnellen Überblick über dominante Frequenzbänder, länger anhaltende periodische Aktivitäten sowie unter Umständen auch über eventuell vorhandene Anfallsmuster.

Eine weitere wichtige Anwendung der Spektralanalyse bei der EEG-Diagnostik ist Untersuchung eines auffälligen Abschnitts in einer Aufzeichnung.

So können schnell die Eigenschaften sowie die Lokalisation eines atypischen Musters ermittelt werden.

Die Spektralanalyse kann auch gut genutzt werden, um über einen definierten Zeitabschnitt gemittelte Energie- und Amplitudenspektren zu berechnen

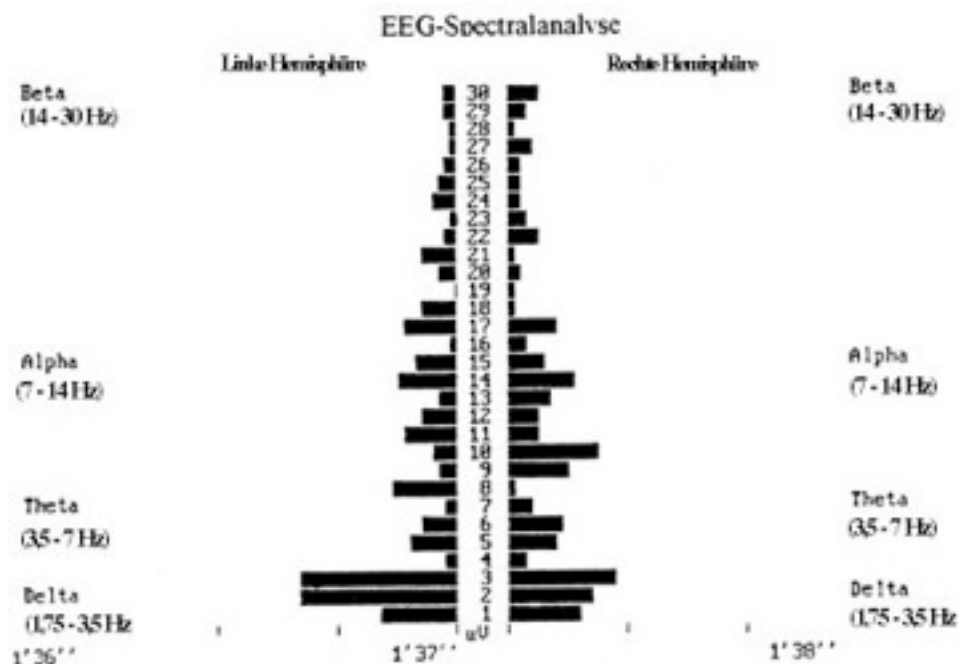


Abb. 3 EEG-Spektralanalyse

L=linke Hemisphäre, R=rechte Hemisphäre, Frequenzen in Hertz (Hz)

VII. Erfassung und Verarbeitung des EEG Daten mit dem BCI:

ein Brain Control Interface wandelt Gehirnwellen mit Hilfe von Methoden zur Mustererkennung in Steuersignale um. Die auf diesem Gebiet tätigen Forscher erhoffen sich von dieser Technologie eine Verbesserung der Lebensqualität für Menschen, die gelähmt sind oder Sinnesverluste erlitten haben

VIII. Echtzeit-Klassifizierung von Gehirnsignalen:

Ein Bestandteil des BCI ist System zur Erfassung von Biosignalen, das die Signalkonditionierung übernimmt und die Elektrodensignale verstärkt, filtert und digitalisiert.

Es verfügt über ein modulares Mehrkanalsystem, mit dem sich wahlweise gleichzeitig Elektroenzephalogramme (EEG), Elektromyogramme (EMG), Elektrooculogramme (EOG) und Elektrokardiogramme (EKG) aufzeichnen lassen.

Mit Zusatzmodulen können die gesammelten Daten außerdem in Echtzeit analysiert werden.

Funktionsweise:

Das BCI sammelt Daten an verschiedenen Stellen des Kopfes und bestimmt daraus die Gehirnaktivität. Das BCI verstärkt die im Mikrovoltbereich liegenden Spannungen der Gehirnsignale, wandelt sie in digitale Signale um und übergibt sie über eine USB 2.0-Schnittstelle an einen PC oder ein Notebook, wo sie analysiert werden. Das BCI enthält unter den SDK ausgeführte Module, eine bestimmte EEG-Muster im Echtzeit- oder Hochgeschwindigkeits-Modus, die erkennen und umwandeln die Rohdaten in Steuersignale.

Um verschiedene Signalverarbeitungs-Prozeduren und Regelungsstrategien einfacher implementieren zu können werden Signale im Spannungsbereich von ± 250 mV können mit Abtastraten von einem Hertz bis hinauf zu 38 kHz erfasst und zusätzlich einer Hochpass- oder Tiefpassfilterung unterzogen werden.

Um das BCI zu trainieren, müssen die Nutzer charakteristische Merkmale der EEG-Signale durch Schätzung der Amplitudenverteilung des EEG in festgelegten Frequenzbändern extrahieren.

quelle :

[-http://www.hirnwellen-und-bewusstsein.de/hirnwellen_1.html](http://www.hirnwellen-und-bewusstsein.de/hirnwellen_1.html)

[-http://www.physiologie.uniklinikum-jena.de/physiologie_media/Lehre/Praktikumsskripte/Aufgabe+XIV++EEG+2012.pdf](http://www.physiologie.uniklinikum-jena.de/physiologie_media/Lehre/Praktikumsskripte/Aufgabe+XIV++EEG+2012.pdf)

[-http://www.uni-due.de/fb8/fbphysik/Hauptseminar/SS06/Hauptseminar_Ausarbeitung_Reckers.pdf](http://www.uni-due.de/fb8/fbphysik/Hauptseminar/SS06/Hauptseminar_Ausarbeitung_Reckers.pdf)

Abb1:

[-http://www.med.uni-giessen.de/physio/docs_lehre/vorlesung_physiologie_eeg.pdf](http://www.med.uni-giessen.de/physio/docs_lehre/vorlesung_physiologie_eeg.pdf)

Abb2:

[-http://www.physiologie.uniklinikum-jena.de/physiologie_media/Lehre/Praktikumsskripte/Aufgabe+XIV++EEG+2012.pdf](http://www.physiologie.uniklinikum-jena.de/physiologie_media/Lehre/Praktikumsskripte/Aufgabe+XIV++EEG+2012.pdf)

Abb3: <http://www.haffelder.de/allgemein3.html>