

Information über neurowissenschaftliche Methoden

Elektroenzephalographie (EEG)

Funktionsweise

Die Elektroenzephalographie, kurz EEG, ist eine Methode zur Messung der elektrischen Aktivität des Gehirns. Es handelt sich dabei um eine nicht-invasive Methode, bei welcher Spannungsschwankungen an der Kopfoberfläche der untersuchten Person abgeleitet werden.

Die Ursache für die gemessenen Spannungsschwankungen bilden physiologische, bioelektrische Vorgänge in den Gehirnzellen, die während der Verarbeitung von Informationen im Gehirn auftreten. Zur Registrierung des EEG werden Elektroden mit einer dafür geeigneten Kappe auf der Kopfoberfläche angebracht. Die Elektrodenpositionierung erfolgt entsprechend einer internationalen Konvention (10-20-Elektrodensystem, Abb. 1) und beruht auf vier Bezugspunkten: der Nasenwurzel (Nasion), dem Knochenvorsprung am Hinterhaupt (Inion) und den beiden knöchernen Vertiefungen vor den Ohren (präauriculäre Punkte). Die Anzahl der Elektroden richtet sich nach der spezifischen Forschungsfrage und der angestrebten räumlichen Auflösung der Gehirnaktivität. In unseren Studien werden meist zwischen 32 und 64 Elektroden verwendet. Jede EEG-Messung erfolgt in Abhängigkeit zu einem Referenzpunkt. Häufig verwendete Referenzpunkte sind dabei einzelne Elektroden (z. B. hinter den Ohren, den sogenannten Mastoiden) oder die Durchschnittsreferenz aus allen Elektroden.

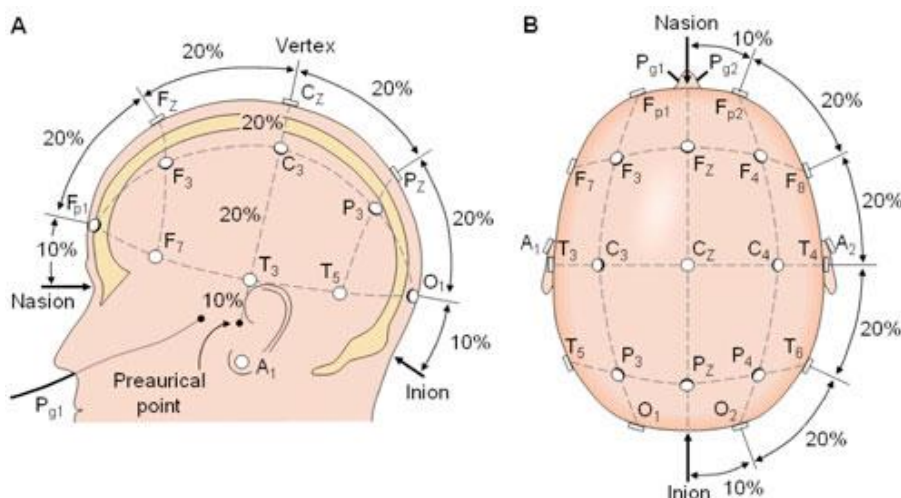


Abbildung 1: Schematische Darstellung des internationalen 10-20-Systems der Elektrodenanordnung;
Quelle: nach Jasper 1958

Die zu messenden Spannungsschwankungen sind sehr klein (im Mikrovolt-Bereich) und können durch die an der Kopfoberfläche angebrachten Elektroden nur dann angezeigt werden, wenn mehrere 10'000 Zellen synchron aktiv sind. Die untersuchten Personen befinden sich während der Messung in einem speziellen Raum, in dem elektrische Signale aus der Aussenwelt abgeschirmt werden. Zudem wird ein empfindlicher Messverstärker benötigt, um die elektrischen Signale des Gehirns zu verstärken.

Die gemessenen Spannungsschwankungen werden in Form des Elektroenzephalogramms aufgezeichnet und am Computer weiterverarbeitet. Grundsätzlich können zwei verschiedene Arten der Auswertung voneinander unterschieden werden. 1.) Durch die Mittelung von EEG-Abschnitten, die bestimmten Reizen folgen, können ereigniskorrelierte Potenziale (EKPs) bestimmt werden. Die EKPs enthalten Informationen über die Verarbeitung der entsprechenden Reize im Gehirn. 2.) Die spektrale Analyse des EEG-Signals liefert für einen definierten Zeitabschnitt eine Zerlegung des EEG-Signals in seine zugrundeliegenden Frequenzkomponenten. Bestimmte Frequenzkomponenten werden mit gewissen Bewusstseins- oder Aktivitätszuständen in Verbindung gebracht.

Untersuchungsablauf

Während einer EEG-Untersuchung des Gehirns sitzen die untersuchten Personen auf einem Stuhl vor einem Computerbildschirm, auf welchem eine Aufgabe präsentiert wird (z. B. eine Gedächtnisaufgabe). Ausserdem erhalten sie eine Tastatur, auf der sie Antworten eingeben sollen (z. B. Drücken der Taste «J», wenn das Bild identisch ist mit dem zuvor gezeigten). Vor dem eigentlichen Beginn der Untersuchung werden die Elektroden mit Hilfe einer speziellen Kappe auf der Kopfhaut angebracht (Abb. 4).



Abbildung 2: Beispiel einer Versuchsperson mit Elektrodenkappe; Quelle: © JD Howell



Zu Beginn der EEG-Untersuchung wird für einige Minuten das sogenannte Spontan-EEG aufgezeichnet. Es handelt sich dabei um die an der Schädeloberfläche registrierbaren Spannungsschwankungen, die nicht durch äussere oder innere Ereignisse hervorgerufen werden, also die gewöhnliche Aktivität des Gehirns. Im Anschluss daran wird dann die Gehirnaktivität aufgezeichnet während die Teilnehmenden mit bestimmten Aufgaben (z. B. dem Lösen einer Gedächtnisaufgabe) beschäftigt sind.

Das EEG-Signal ist sehr anfällig für Artefakte (d.h. Störeinflüsse), die die Datenqualität beeinträchtigen. Biologische Artefakte, beispielsweise verursacht durch Lid- und Augenbewegungen bzw. durch die Anspannung von Gesichts- und Nackenmuskeln, spielen hierbei eine grosse Rolle. Augenbewegungen und Blinzeln sollten daher während der Untersuchung auf ein Minimum beschränkt werden. Ausserdem sollte auf eine bequeme Haltung geachtet werden, die über die gesamte Zeit der Aufgabe aufrechterhalten werden kann.

Um äussere (nicht biologische) Störeinflüsse zu minimieren, findet die EEG-Untersuchung in einer gegen elektromagnetische Strahlung abgeschirmten Kabine statt. Während der Untersuchung wird die Datenaufnahme durch den Studienleiter/ die Studienleiterin von ausserhalb der Kabine gesteuert, wobei die Studienteilnehmenden durch ein Mikrophon mit dem Studienleiter / der Studienleiterin sprechen können und dieser sich durch eine installierte Kamera versichern kann, dass es ihnen in der Kabine gut geht.

Risiken

Das EEG-Verfahren ist nicht-invasiv (keine Spritzen oder ähnliches) und mit keinerlei Schmerzen verbunden. Das Verfahren wird routinemässig in der medizinischen Praxis und für Forschungszwecke eingesetzt. Bisher ist kein schädigender Einfluss dieses Verfahrens auf die menschliche Gesundheit bekannt. Es lassen sich zwar elektrische Spannungen messen, diese kommen aber natürlicherweise im Gehirn vor. Vom Messgerät selbst geht keine Spannung aus.



Teilnahmekriterien für EEG-Studien

Für eine Studienteilnahme müssen folgende Kriterien mit «Nein» beantwortet werden können:

	Ja	Nein
• Gibt es Gründe, dass Sie nicht längere Zeit still sitzen können (Niesen, Husten, starkes Jucken, Zittern, unwillkürliche Bewegungen, Schmerzen)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Haben Sie Epilepsie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Hatten Sie einen Schlaganfall in der Vergangenheit?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Hatten Sie je eine Hirnverletzung oder –entzündung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Hatten Sie eine Gehirnerschütterung mit längerer Bewusstlosigkeit?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Konsumieren oder konsumierten Sie regelmässig Drogen (Alkohol, Cannabis, Heroin, Kokain, Amphetamine etc.) über einen Zeitraum von über sechs Monaten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Haben oder hatten Sie eine psychische Erkrankung (z. B. Schizophrenie, wahnhaftige Störung, Depression, manische Störung)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bei einer Studienteilnahme sollten folgende Hinweise beachtet werden:

- 48 h vor und während des Experimentes keine Drogen einnehmen
- 24 h vor und während des Experimentes keinen Alkohol einnehmen

Die Untersuchung wird nur durchgeführt, wenn der / die Studienteilnehmende nicht unter Erkältung, Heuschnupfen, Kopfweg, Magenschmerzen etc. leidet. Ist dies der Fall, so wird die Untersuchung verschoben.

Haarspray oder Gel sollte am Untersuchungstag nicht verwendet werden. Die Haare sollten weder fettig noch ganz frisch gewaschen sein.