

Aus dem Elektro-Laboratorium der Psychiatrisch-Neurologischen
Universitätsklinik Wien
(Vorstand: Prof. Dr. H. HOFF)

**Ein Gerät zur gleichzeitigen
Frequenz- und Amplitudenanalyse von EEG-Kurven
bei frei wählbarer Zeitbasis**

Von
A. MARKO und H. PETSCHE

Mit 3 Textabbildungen

(Eingegangen am 17. Mai 1957)

Seitdem das EEG als eine Methode zur Erforschung der Hirntätigkeit bekannt ist, wurden zahlreiche Verfahren entwickelt, die komplizierten Hirnstromkurven in graphische Elemente zu zerlegen, die eine exaktere Klassifizierung und damit auch Beurteilung ermöglichen sollten. Derartige Meßmethoden können auf analytischer oder integrativer Basis beruhen. Als typischer Vertreter der ersten Art ist der von WALTER angegebene Analyssator anzuführen, bei dem die Hirnstromkurve einer Anzahl von abgestimmten Kreisen zugeführt wird, die durch sie je nach der Intensität der in ihr enthaltenen Komponenten zum Mitschwingen angeregt werden. Der Vorgang entspricht einer Fourierschen Analyse. Neben unbestreitbaren Vorteilen für die Aufdeckung rhythmischer evoked responses aus der allgemeinen diffusen Hintergrundsaktivität haften dieser Methode auch gewisse Nachteile an, u.a. der, daß die analytisch erhaltenen Komponenten nicht tatsächlichen bioelektrischen Phänomenen entsprechen müssen. Bei den integrativen Methoden (DROHOCKI) wird die gesamte Spannungsproduktion unter Verzicht auf die Wiedergabe des Frequenzspektrums über bestimmte, frei wählbare Zeitintervalle integriert. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die allgemeine Spannungsproduktion ziehen, womit diesen Verfahren besondere Bedeutung für pharmakologische Fragestellungen zukommt.

Beiden Verfahren haftet der Nachteil an, daß sporadische Vorgänge, wie Herdaktivität, einzelne Spitzen oder kurze Paroxysmen in der Analyse bzw. der Integration untergehen und aus dem Ergebnis nicht herausgelesen werden können. Die Autoren setzten sich deshalb zum Ziel, eine Methode zu verwirklichen, deren Zeitbasis frei gewählt werden kann und bei der sowohl Amplitude als auch Frequenz gleichzeitig registriert werden können, ohne daß die einzelnen Wellen ihre Individualität gänzlich verlieren.

Im Prinzip wird jede Welle des EEGs, die eine bestimmte, wählbare Spannung überschreitet, als Lichtpunkt auf einer Kathodenstrahlröhre wiedergegeben, dessen Koordinaten durch die Wellendauer (1/Frequenz) und durch die Amplitude gegeben sind. Das Schirmbild wird photographiert, die Belichtungszeit bestimmt die Analysendauer. In Abb. 1 ist das Blockschaltbild des Gerätes dargestellt. Das Gerät arbeitet wie folgt:

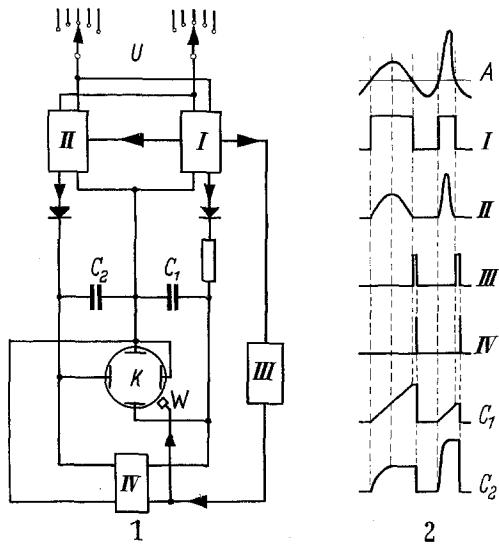


Abb. 1. Blockschaltbild des Gerätes

Der Umschalter U ermöglicht die Verbindung des Gerätes mit jedem einzelnen der 8 EEG-Verstärkerausgänge. Die verstärkte EEG-Spannung gelangt zunächst zur Umwandlerstufe I. Im wesentlichen besteht diese Stufe aus einer SCHMITT-Multivibratorschaltung und verwandelt die unregelmäßige EEG-Spannung in eine Folge gleich hoher Rechteckimpulse, deren Zeitdauer jeweils der Periodendauer einer positiven Halbwelle des EEGs entspricht. Der Anstieg eines Rechteckimpulses erfolgt immer zur Zeit des Nulldurchgangs der EEG-Kurve nach oben, der Abfall beim Nulldurchgang nach unten (Abb. 1; Ziffer 2; A: EEG-Kurve, I: Impulse der Einheit I). Die Impulse der Stufe I laden nun über einen Gleichrichter und einen Widerstand den Kondensator C₁ auf. Da die Höhe der Rechteckimpulse konstant bleibt, hängt die Größe dieser Aufladung nur von der Zeitdauer der Rechteckimpulse ab und ist praktisch dieser proportional (Ausnutzung des Beginns der exponentiellen Ladekurve). Die senkrechten Ablenkplatten liegen parallel zu C₁, so daß die Vertikalablenkung des Kathodenstrahles ein Maß für die Zeitdauer des Rechteckimpulses und damit für die Dauer der betreffenden EEG-Welle wird. Die abfallende Flanke des Rechteckimpulses von I löst einen gesperrten Multivibrator III aus, dessen Impuls für 10 msec den Kathodenstrahl über den WEHNELT-Zylinder W hell steuert. Die abfallende Flanke des Impulses von III steuert die Stufe IV (Verstärker und Entladeröhren) und bewirkt die totale Entladung von C₁ und C₂.

Parallel zu I wird auch II vom EEG gesteuert. Diese Stufe enthält einen Verstärker, der nur solange arbeitet, als der von I kommende Rechteckimpuls dauert. Die

verstärkte Spannung (Abb. 1, Ziffer 2) ladet über einen Gleichrichter den Kondensator C_2 auf, der mit den horizontalen Ablenkplatten der Kathodenstrahlröhre ver-

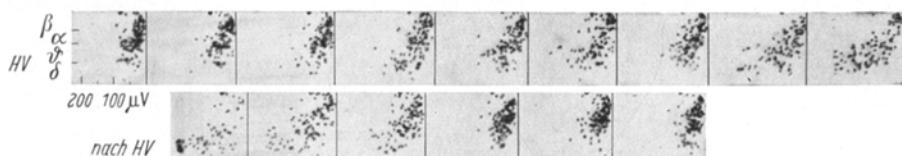
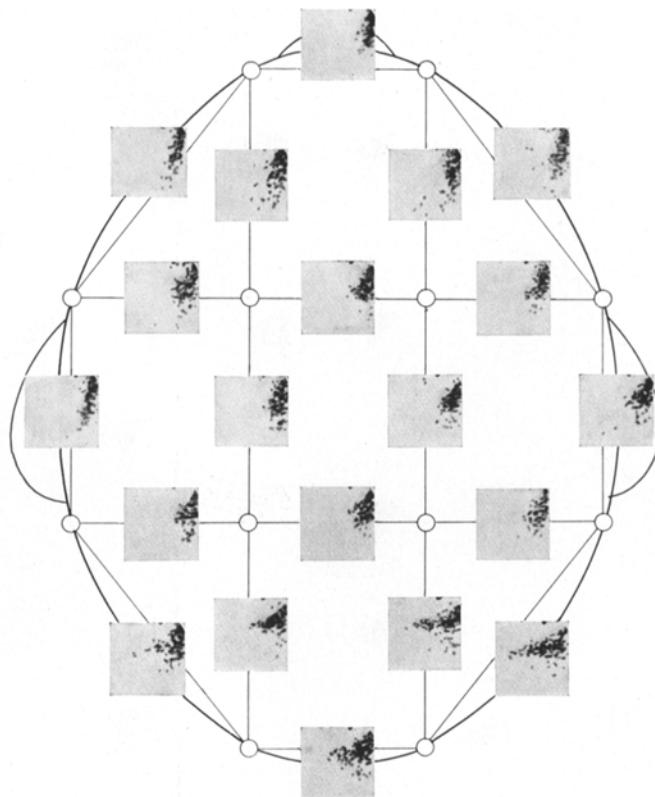


Abb. 2. 9jähriges Mädchen, leicht abnormes EEG mit links temporal etwas vermehrten Theta und gut ausgeprägter, rechts höherer, frequenzkonstanter Alphatätigkeit. Bipolare Analysen von je 30 sec. Unten: Fortlaufende Analysen der Tätigkeit links temporo-präzentral während und nach einer 3-min-Hyperventilation. (Jede Welle über 10 μ V ist durch einen Punkt wiedergegeben, dessen Abszisse der Amplitude der Welle und dessen Ordinate der Frequenz entspricht)

bunden ist. Die Aufladung von C_2 erfolgt also jeweils amplitudentreu bis zum Maximum der betreffenden Welle, so daß die horizontale Ablenkung des Kathodenstrahles ein Maß der jeweiligen Maximalamplitude ist. Nach Ablauf der Halbwelle und des Hellsteuerimpulses von III wird C_2 gleichzeitig mit C_1 entladen, der Kathodenstrahl

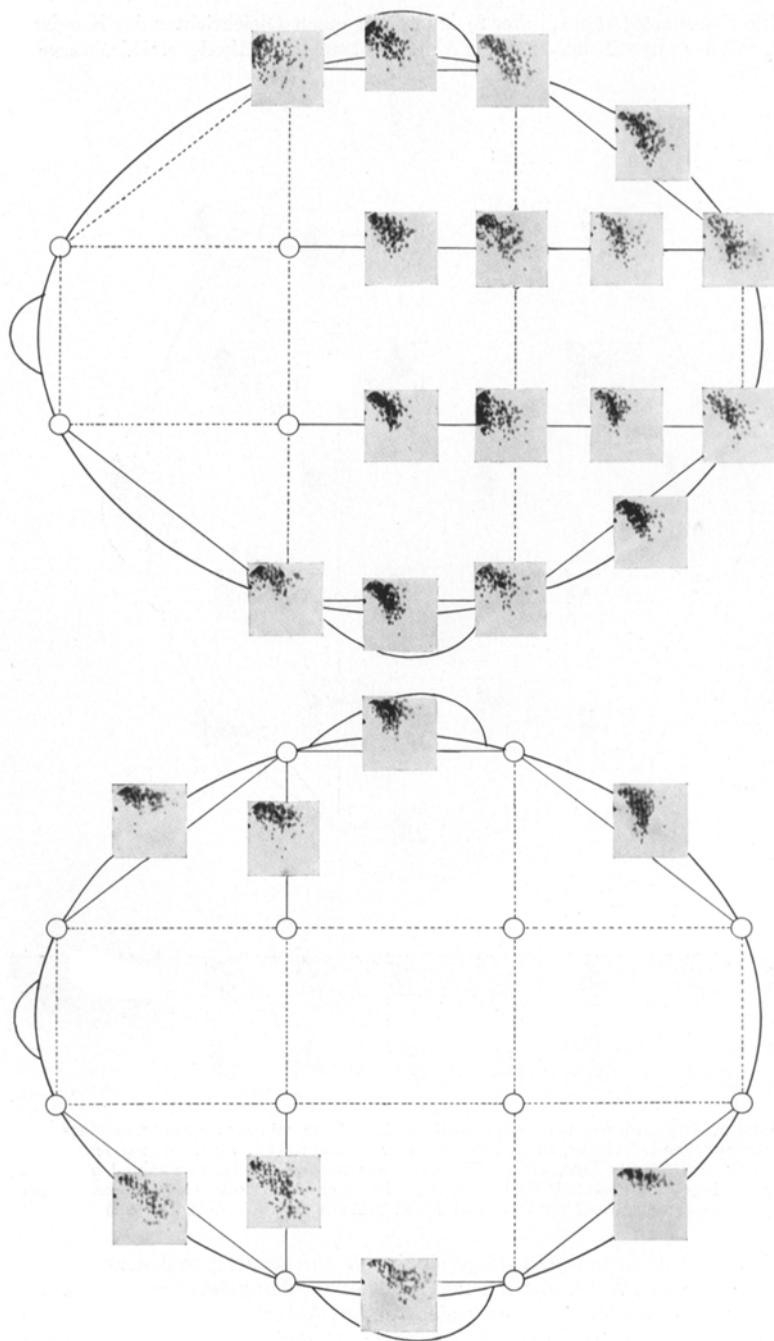


Abb. 3. Links: 52jährige Patientin, intracerebrale Blutung aus einem Aneurysma; Linkstemporal vorne langsame Deltaaktivität, occipitale Seitendifferenz mit links vermehrten Theta. Bipolare Analysen von je 20 sec. Rechts: 10jähriges Mädchen, raumbeengender Prozeß hinter der Schädelgrube. Maximale Delta-Theta-Tätigkeit über dem rechten rückwärtigen Quadranten. Bipolare und unipolare Analysen von je 30 sec.

kehrt in seine Ruhelage zurück. Nach Ablauf jeder Halbwelle des EEGs wird der Kathodenstrahl für 10 msec hellgesteuert und ist während dieser Zeit vertikal entsprechend der Zeitspanne und horizontal entsprechend der Maximalamplitude der EEG-Welle abgelenkt. Es entstehen somit am Schirm der Kathodenstrahlröhre einzelne Leuchtpunkte, deren Vertikalanstand von einem fixen Bezugspunkt proportional der Zeitspanne der Welle ist, während der horizontale Abstand ein Maß der Maximalamplitude gibt.

Um auf der Aufnahme einen fixen Bezugspunkt zu bekommen, wird vor jeder Belichtung mit Hilfe einer im Schaltplan nicht eingezeichneten Relaischaltung automatisch der Kathodenstrahl für etwa 0,3 sec hellgesteuert, während beide Ablenkplatten an einer fixen Spannung liegen.

Abb. 1 Ziffer 2 zeigt die zeitliche Koordination der einzelnen Impulse: A ist die verstärkte EEG-Kurve, I stellt die Rechteckimpulse gleicher Höhe nach Stufe I dar, II die Impulse, welche zur Aufladung von C_2 verwendet werden, III die Hellsteuerimpulse der Stufe III, IV die Entladungszeitpunkte der Kondensatoren C_1 , C_2 , während C_1 und C_2 den Spannungsverlauf an den Kondensatoren darstellen. (Die Zeitspanne des Hellsteuerimpulses ist in der Zeichnung bewußt vergrößert dargestellt.)

Das Gerät erwies sich nützlich für die Beobachtung medikamentöser Effekte auf das EEG, ferner für die Seitenlokalisation von Frequenzdifferenzen, etwa bei Tumoren, die im gewöhnlichen EEG oft nicht gut zur Ausprägung gelangen. Außerdem kommt ihm für die exakte Darstellung der Amplituden- und Frequenzschwankungen des Grundrhythmus eine Bedeutung zu, indem es die zeitraubenden numerischen Methoden der Kurvenauszählung unnötig macht. Mit einer Art Zeitraffereinrichtung, wobei fortlaufend Analysen mit Expositionen von $\frac{1}{2}$ —1 min aufgenommen werden, gelingt es ferner, einen Überblick über langdauernde EEG-Registrierungen zu erhalten, ohne daß während der ganzen Zeit das EEG auch mit der üblichen Tintenschreibung kontinuierlich registriert werden muß.

Zusammenfassung

Beschreibung eines Gerätes, durch welches jede Welle der EEG-Kurve ab einer bestimmten Spannung als Leuchtpunkt auf einer Kathodenstrahlröhre wiedergegeben wird, dessen Koordinaten durch die Größe der Welle und ihre Frequenz gegeben sind. Das Schirmbild kann mit beliebiger Belichtungszeit photographiert werden.

Literatur

DROHOCKI, Z.: L'intégrateur de l'électroproduction cérébrale pour l'électro-encéphalographie quantitative. Revue neur. 80, 619 (1948). — WALTER, W. G.: An automatic low frequency analyzer. Electronic Engineering 16, 9—13 (1943).

Ing. A. MARKO, Dr. H. PETSCHÉ,
Elektrolaboratorium der Universitäts-Nervenklinik Wien IX, Österreich