

Aus der Psychiatrischen- und Nervenklinik der Städt. Krankenanstalten Essen  
(Chefarzt: Ob.-Med.-Rat Prof. Dr. LAUBENTHAL).

## Elektrencephalographische Untersuchungen bei traumatischen Anfallsleiden.

Von  
**NORBERT MÜLLER** und **MAX ROMMELSPACHER**.

Mit 2 Textabbildungen.

(Eingegangen am 15. August 1951).

Die Frage der elektrencephalographischen Befunde bei traumatischen Krampfleiden ist nicht nur von wissenschaftlichem Interesse, sondern besitzt darüber hinaus eine große praktische Bedeutung für die Beurteilung und Begutachtung der Hirnverletzten. Ein großer Teil der zur Begutachtung kommenden Schädel- und Hirnverletzten gibt an, an Anfällen zu leiden. Die Schilderung der Anfälle allein erlaubt oft nicht eine sichere Abgrenzung eines cerebralen Anfallgeschehens von anderen, vor allem psychogenen Anfällen. Eine ärztliche Anfallbeobachtung ist bei der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit nur in einem verschwindend kleinen Teil der Fälle möglich. Des weiteren gilt es, traumatisch bedingte Anfallsleiden von anderen Anfallskrankheiten abzugrenzen, etwa von der Erbepilepsie oder sonstigen organischen Anfallskrankheiten nichttraumatischer Genese.

Unser ausgewähltes Krankengut, das diesem Bericht zugrunde liegt, umfaßt insgesamt 92 Fälle, davon 51 von klinisch zweifelsfrei gesicherten traumatischen Anfallsleiden sowie 41 Fälle von Hirnverletzten, bei denen klinisch ein erheblicher Verdacht auf das Vorliegen eines traumatischen Anfallsleidens bestand und ein solches sehr wahrscheinlich war. Als gesicherte Fälle galten Kranke mit einer sicheren Hirnverletzung, bei denen entweder Anfälle ärztlicherseits beobachtet worden waren oder bei denen einwandfreie und durch Zeugen bestätigte Anfallschilderungen vorlagen, die sich mit den klinischen Befunden zwanglos in Einklang bringen ließen. Bei keinem dieser Fälle bestanden Hinweise auf hereditäre Belastung. Die zweite Gruppe umfaßt dagegen Fälle gesicherter Hirnverletzungen, bei denen jedoch keine Anfallbeobachtung durch Ärzte vorlag und die Anfallschilderung uncharakteristisch oder, bei typischer Schilderung, nicht durch Zeugen bestätigt war. Der größte Teil der Patienten bestand aus Hirnverletzten der beiden Weltkriege, die uns zur Begutachtung eingewiesen wurden. Es wurden Patienten aller Altersklassen untersucht.

Die elektrencephalographischen Untersuchungen wurden mit dem Elektrencephalographen der Firma Elektrofrequenz *Schwarzer* durchgeführt. Es wurde

gewöhnlich beiderseits von vier Ableitepunkten (occipital, temporal, parietal und frontal) unipolar gegen das linke und rechte Ohr abwechselnd abgeleitet.

In vielen Fällen wurden zusätzliche Ableitungen von der Umgebung von Knochendefekten, über Narben usw. vorgenommen. Im allgemeinen reichte, im Gegensatz zu den Hirntumoren, die unipolare Ableitung zur Lokalisation aus. Bipolare Reihenableitungen wurden nur in einzelnen Fällen, vor allem bei fraglichem Delta-wellenfokus vorgenommen. In jedem Fall wurde an die Standardableitung eine Ableitung unter Hyperventilation von mindestens 3 min Dauer angeschlossen. Bei den Fällen, bei denen die erste Ableitung einen negativen Befund ergab, wurde eine Kontrolluntersuchung in den folgenden Tagen durchgeführt, oder es wurde ein provoziertes EEG nach einem Tonephin-Wasserstoß oder nach einer intravenösen Injektion von 1—2 cm<sup>3</sup> Cardiazol abgeleitet.

Wenn wir die Ergebnisse der Untersuchungen des erwähnten Krankengutes zunächst im ganzen überblicken und mit den Ergebnissen elektrencephalographischer Untersuchung bei 578 Hirnverletzten einer früheren Untersuchungsserie (ROMMELSPACHER) *ohne* Anfälle vergleichen so fällt bei den *gedeckten* Hirnverletzungen auf, daß Hirnkontusionen ohne Anfälle nur in 30% positive EEG-Befunde aufwiesen, während sich bei den Kontusionen mit nachfolgendem traumatischen Anfalleiden in 66% ein pathologisches EEG fand. Anders liegen die Verhältnisse bei den *offenen* Hirnverletzungen. Hier ist der Unterschied wesentlich geringer. 76% der Fälle ohne Anfälle und 81% der Fälle mit Anfällen hatten ein pathologisches EEG. Bei den Hirntraumatikern ohne Anfälle, die pathologische oder abnorme EEG-Befunde aufwiesen, fanden sich in 38% Herdbefunde, in 47% eine leichte und in 15% eine schwerere allgemeine Dysrhythmie. Krampfpotentiale wurden hier nicht beobachtet. Die Herdbefunde bestanden in einer Differenz der Amplitude und prozentualen Ausprägung des Alpharhythmus mit und ohne geringe örtliche Vermehrung von kleineren Zwischenwellen. Nur in einem Falle einer schweren Kontusion fand sich ein Deltafokus. Von der Gesamtzahl der gesicherten traumatischen Krampfleiden, gleichgültig ob nach offener oder gedeckter Hirnverletzung aufgetreten, war in 28% der Fälle zur Zeit der Untersuchung klinisch kein sicher pathologischer Befund zu erheben, während das EEG insgesamt in 29,5% einen normalen Kurvenverlauf zeigte. Von den erwähnten 28%, bei denen klinisch Symptome einer Hirnverletzung nicht festzustellen waren, obwohl es sich um ein traumatisches Anfalleiden handeln mußte, wiesen 90% einen pathologischen EEG-Befund auf. Damit hat sich die Elektrencephalographie als eine diagnostisch besonders wertvolle Untersuchungsmethode erwiesen.

Von großem Interesse ist die *Art* der gefundenen EEG-Veränderungen. Von den 36 gesicherten Fällen traumatischer Anfalleiden mit pathologischem EEG-Befund wiesen 44% allgemeine Dysrhythmen ohne eindeutige Bevorzugung einer bestimmten Hirnregion auf, 83% zeigten Herdbefunde und in 36% fanden sich Krampfpotentiale. Reine Herdbefunde ohne lokalisierte Krampfpotentiale fanden sich in 47%.

Eine geringe Vermehrung kleiner Zwischenwellen über den vorderen Hirnabschnitten mit geringer Zunahme nach Hyperventilation wurde von uns nicht als Zeichen einer traumatischen Hirnschädigung bewertet, da sie oft als Abnormalität bei Gesunden oder bei vegetativ Labilen ohne Hirnschädigung gefunden wird.

*Krampfwellen* (spikes and waves) traten bei unseren traumatischen Anfallkranken nicht in der Form auf, wie sie bei genuiner Epilepsie mit kleinen Anfällen oder bei Pyknolepsien beobachtet werden, nämlich als regelmäßige Gruppen mit synchronem Ablauf, sondern als atypische Krampfwellen mit unregelmäßiger Frequenz, meist zwischen 2—3 pro Sekunde, unter Bevorzugung einer bestimmten Hirnregion (petit mal — Varianten nach GIBBS). Als Krampfpotential wurde auch das paroxysmale Auftreten gruppierter, großer Deltawellen gewertet. Die Abb. 1 und 2 geben Beispiele solcher EEG-Befunde.

Auffallend ist bei unserem Material das relativ seltene Vorkommen von Krampfspitzen (spikes) sowie das Fehlen von steilen Wellen (flat — topped — waves, psychomotorischen Wellen).

Die Art der EEG-Veränderungen ist von Bedeutung bei der Abgrenzung der traumatischen Anfallsleiden von der Erbepilepsie. Das Vorkommen von Herdbefunden und von lokalisierten Krampfpotentialen spricht im allgemeinen gegen eine genuine Epilepsie. Auch die Art der Verteilung der Dysrhythmie gibt noch wichtige Hinweise für die Differentialdiagnose.

*Typische Krampfwellen* fanden sich bei unseren traumatischen Anfallkranken nicht und sprechen daher nach unseren Erfahrungen, wenn sie beobachtet werden, eher gegen ein traumatisches Anfallsleiden. Bei unseren Traumatikern zeigte die allgemeine Dysrhythmie im allgemeinen nicht die Betonung über den vorderen Hirnabschnitten und auch nicht regelmäßig eine Zunahme nach Hyperventilation, wie das bei erblicher Fall sucht nach unseren Beobachtungen der Fall ist.

Darüber hinaus besitzen diese Ergebnisse noch ein theoretisches Interesse, weil sie zeigen, daß zwischen einem traumatischen Krampfleiden und einer Erbepilepsie elektrophysiologische Unterschiede bestehen. Der Begriff der iktaffinen Konstitution als Grundlage auch der traumatischen Anfallsleiden findet in unseren elektrencephalographischen Befunden keine Bestätigung.

Tabelle 1. Art der Anfälle und EEG-Veränderung.

Art der Anfälle	Gesamtzahl	EEG-Befund negativ	EEG-Befund positiv	Allgem. Dysrhythmie	Herd-befund	Krampfpotentiale		
						Krampf-spitzen	Atypische Krampf-wellen	grup. δ Wellen
generalisiert . . .	19	4	15	6	13	—	1	3
fokal . . . . .	18	7	11	4	10	1	2	3
psychomotorisch .	6	1	5	2	3	—	—	2
synkopal . . . . .	4	1	3	2	2	—	2	—
andere Arten . . .	4	1	3	1	4	—	—	—

Wenn wir die verschiedenen Anfallsformen traumatischer Anfalleiden mit den dabei gefundenen EEG-Veränderungen in Beziehung setzen, so fällt zunächst ganz allgemein auf, daß bei jeder Anfallsform normale EEG-Befunde vorkommen. Soweit die relativ kleine Zahl der verschiedenen Anfallsarten Schlüsse zuläßt, kann gesagt werden, daß bei Kranken mit fokalen Anfällen relativ am häufigsten kein krankhafter EEG-Befund gefunden wurde. Auch das Vorkommen von umschriebenen Krampfpotentialen ist bei fokalen Anfällen verhältnismäßig gering. JUNG, der bei seinem Material dieselbe Feststellung machte, spricht die Vermutung aus, daß Krampfpotentiale hier deshalb selten seien, weil man nicht immer genau über dem Krampffokus ableite. Wir können diese Feststellungen auf Grund unserer Untersuchungen bestätigen, möchten darüber hinaus aber noch annehmen, daß außer den Krampfpotentialen auch andere Herdbefunde, z. B. umschriebene Verminderungen der Alphaprozentzahl und Amplitude, hier deshalb häufig fehlen, weil diese ebenfalls nur an eng begrenzter Stelle abzuleiten sind. Bei den Patienten mit synkopalen Anfällen überrascht die Beobachtung von 2 Fällen, bei denen sich im EEG Krampfpotentiale fanden. Es ist dies insofern bemerkenswert, als wir sonst bei synkopalen Anfällen ohne Hirntrauma niemals Krampfpotentiale fanden.

Bei der letzten Gruppe der Tab. 1 handelt es sich um 2 Patienten mit „extrapyramidalen“ Anfällen nach Hirntraumen, darunter einem Fall mit einseitigem Tonusverlust und 2 Patienten mit vegetativen Anfällen. Bei Dämmerzuständen oder sonstigen Äquivalenten fanden wir außerhalb dieser Zustände nicht die sonst hier häufig vorkommenden steilen Wellen (typische psychomotorische Wellen), dagegen zweimal paroxysmales Auftreten großer, gruppiert Deltawellen ohne Plateaubildung.

Ganz allgemein kann gesagt werden, daß zwischen der Art der EEG-Veränderungen und der Form des Anfallen keine eindeutigen Beziehungen bestehen. Wir finden Patienten mit generalisierten Anfällen, die im EEG nur einen Herdbefund aufweisen und andererseits Patienten mit fokalen Anfällen, deren EEG nur eine allgemeine Dysrhythmie zeigt. Aus der Art der electrencephalographisch gefundenen Veränderungen läßt sich also nichts sicheres über die Form der vorkommenden Anfälle sagen. Vor allem kann man, wie unsere Aufstellung zeigt, aus dem Auftreten von Herdbefunden oder lokalisierten Krampfpotentialen nicht auf das Vorkommen von fokalen Anfällen schließen, da sich Herdbefunde und umschriebene Krampfpotentiale bei allen Anfallsgruppen in etwa der gleichen Häufigkeit finden.

Sucht man sich ein Bild zu machen über die Beziehungen zwischen dem Ort der Verletzung und dem Auftreten krankhafter EEG-Befunde, so fällt auf, daß Occipitalverletzte immer positive Befunde zeigten, die sich auch in der Form von Herdbefunden genau lokalisieren ließen. Diese

Tatsache entspricht den Befunden bei Kontusionen dieser Hirnregion, die ebenfalls elektrencephalographisch am leichtesten faßbar sind wohl wegen der meist guten Ausprägung des Alpharhythmus in dieser Region. Verhältnismäßig häufig lassen sich auch bei den Anfällen nach offenen Frontalhirnverletzungen pathologische EEG-Befunde erheben, im Gegensatz zu den Kontusionen, die hier relativ selten Kurvenveränderungen verursachen. Insgesamt fand sich bei Anfallkranken mit Verletzung der Frontalregion in 73%, der Parietalregion in 50%, der Temporalregion in 86% und der Occipitalregion in 100% ein pathologischer EEG-Befund.

Hierbei möchten wir noch erwähnen, daß wir eine Übereinstimmung der klinisch und electrencephalographisch festgestellten Herde in 75% der Fälle fanden, während in einem Viertel die Lokalisation differierte. Interessant ist auch die Frage, ob das Alter der Patienten zur Zeit des Hirntraumas für die EEG-Veränderungen von Bedeutung ist (Tab. 2). Trotz der verhältnismäßig kleinen Zahl in den verschiedenen Altersgruppen zeigt sich bei unserem Material doch ganz eindeutig, daß pathologische EEG-Befunde um so häufiger gefunden werden, je jünger die Kranken zu der Zeit waren, als sie das Hirntrauma traf. Demgegenüber kommt nach unseren Erfahrungen dem Alter der Kranken zur Zeit der Ableitung nicht die Bedeutung zu, die man erwarten könnte. Wie die Tab. 3 zeigt, war der prozentuale Anteil der negativen EEG-Befunde — abgesehen von der kleinen Gruppe der Kranken unter 20 Jahren zur Zeit der Ableitung — in den übrigen Altersschichten annähernd gleich. Es ist dies ein sehr auffallender Befund, der unseres Erachtens nachgeprüft zu werden verdient.

Tabelle 2. Alter bei Erleidung des Traumas und EEG-Veränderung.

Alter in Jahren	Gesamtzahl	EEG-Befund negativ	EEG-Befund positiv	Allgem. Dysrhythmie	Herdbefund	Krampfpotentiale
Unter 20	8	0	8	3	7	4
20—30	26	5	21	8	18	6
30—40	13	7	6	4	6	1
Über 40	4	3	1	0	1	0

Tabelle 3. Alter bei der Ableitung und EEG-Veränderung.

Alter in Jahren	Gesamtzahl	EEG-Befund negativ	EEG-Befund positiv	Allgem. Dysrhythmie	Herdbefund	Krampfpotentiale
Unter 20	3	0	3	2	1	2
20—30	12	4	8	3	8	1
30—40	18	5	13	5	13	7
Über 40	18	6	12	5	10	1

37\*

Dagegen scheint, wie die Tab. 4 zeigt, die Zeit, die zwischen dem Trauma und der EEG-Untersuchung verstrichen ist, keinen bedeutenden Einfluß auf die Häufigkeit pathologischer EEG-Befunde zu haben. Die Fälle, bei denen das Hirntrauma schon

viele Jahre zurückliegt, zeigen etwa die gleiche Häufigkeit wie die verhältnismäßig frischen Fälle, wobei allerdings Kranke, die das Trauma erst vor wenigen Wochen erlitten hatten, in unserer Zusammensetzung nicht erscheinen.

Überblicken wir nun die Gruppe der Hirnverletzten, bei denen ein organisches Anfalleiden klinisch nicht ausreichend gesichert wer-

den konnte, so fällt zunächst auf, daß hier die Zahl der positiven EEG-Befunde geringer ist. Immerhin wiesen auch von diesen 50% pathologische EEG-Veränderungen auf. Von 21 Patienten mit klinisch normalem Befund zeigten 9 ein pathologisches EEG. Bei 5 dieser Patienten konnte die Diagnose eines traumatischen Anfalleidens durch den Nachweis lokalisierter Krampfpotentiale im EEG gesichert werden. Aber auch bei den anderen Fällen, die lediglich einen Herdbefund oder allgemeine Dysrythmien aufwiesen, lassen sich aus der Art des

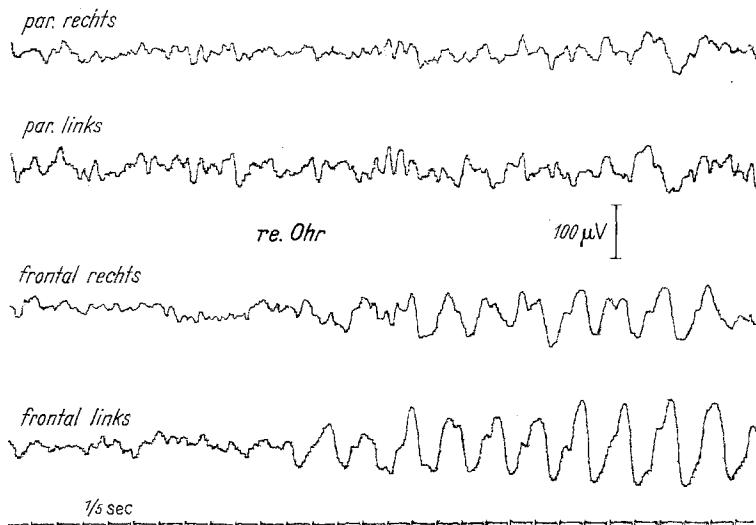


Abb. 1. W. Sch., geb. 19. 12. 23 Granatsplitterverletzung li. Stirn 1942. Seit Februar 1949 Anfälle mit Zuckungen im re. Arm. Neurol. und psych. o. B. Encephalogramm: Ausweitung des li. Vorderhorns. EEG.: Herdbefund frontal li. mit vereinzelten atypischen Spitzenwellen und großen Deltawellen. (In der Reihenabteilung Deltafokus frontal links.)

vorliegenden Befundes noch Anhaltspunkte für die Diagnose gewinnen. So sprechen z. B. schwere allgemeine Dysrhythmen oder Herdbefunde in der Form eines Deltafokus doch sehr für das Vorkommen organischer Anfälle, auch wenn keine Krampfpotentiale gefunden werden, vor allem dann, wenn es sich um eine Kontusion und nicht um eine offene Hirnverletzung gehandelt hat. Es kommt auch hier darauf an, die EEG-Befunde sinnvoll innerhalb des gesamten klinischen Bildes zu verwerten, wie überhaupt zu fordern ist, daß die Beurteilung des EEG in der Hand des Klinikers bleibt. Bezuglich des EEG-Befundes kann gesagt werden, daß nach Kontusionen ohne nachfolgende Anfälle die Herdbefunde meist in Form einer einfachen Seitendifferenz des Alpharhythmus mit oder ohne lokale Dysrhythmie geringer Art auftreten und daß schwerere allgemeine Dysrhythmen gewöhnlich fehlen. Ferner muß daran gedacht werden, daß die EEG-Veränderungen nach gedeckten Hirnverletzungen im allgemeinen um so schwerer sind, je jünger der Patient zur Zeit des Hirntraumas gewesen ist. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte wird man auch dann noch aus dem EEG wertvolle diagnostische Hinweise erhalten, wenn kein für ein Krampfleiden pathognomonischer Befund vorliegt.

Als ein recht eindrucksvolles Beispiel aus unserer zweiten Gruppe sei ganz kurz ein Hirntraumatischer erwähnt, bei dem nach einem Schlag gegen das rechte Scheitelbein eine vorübergehende linksseitige Lähmung aufgetreten war.

Zur Zeit der Untersuchung war klinisch kein krankhafter Befund zu erheben. Der Patient gab an, daß er unter einem anfallsweise auftretenden „Leeregefühl“ im Kopf leide. Das Elektrencephalogramm zeigte, bei sonst im allgemeinen normalem Kurvenverlauf gruppierte, paroxysmal auftretende langsame Wellen über der Occipital- und Temporalregion. Nach dem Befund muß mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß es sich bei den von dem Patienten geschilderten Zuständen von „Leeregefühl“ — mehr berichtete er nicht — um kurzdauernde psychische Ausnahmezustände handelte. Das EEG stellte hier die einzige

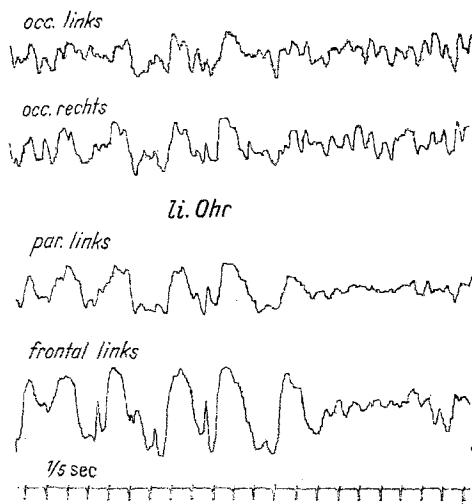


Abb. 2. A. K. 27 Jahre alt. 9. 1. 45. Granatsplitterschädelverletzung li. Stirn. Zwei Monate später fokale Anfälle. Neurol.: Hyperreflexie re. Arm. PSR re. gesteigert. Psychisch: Deutliche Wesensveränderung. Im Encephalogramm Ausweitung des li. Vorderhorns. EEG: Paroxysmales Auftreten gruppierter Deltawellen frontal li. mit Übergreifen auf die anderen Gehirnregionen.

Objektivierungsmöglichkeit dar, und war ausschlaggebend für die Diagnose eines traumatischen Anfalleidens.

In den Fällen, bei denen klinisch ein begründeter Verdacht auf ein Anfalleiden bestand, das EEG jedoch auch nach Hyperventilation einen negativen Befund aufwies, erweiterten wir die Untersuchung durch Ableitung eines provozierten EEG's nach Tonephin-Wasserstoß oder nach intravenöser Cardiazol-Applikation. Im Gegensatz zu amerikanischen Autoren, v. a. WALKER, dem es in rund 70% seiner Fälle gelang, mit Hilfe der Cardiazolmethode einen Krampffokus nachzuweisen, hatten wir mit dieser Technik keinen nennenswerten Erfolg. Wohl fanden sich bei unseren provozierten EEG's verschiedentlich schwere allgemeine Dysrhythmien, dagegen waren lokalisierte Krampfpotentiale sehr selten.

#### Zusammenfassung.

Es wird über elektrencephalographische Untersuchungen bei 92 Kranken mit traumatischen Anfalleiden berichtet, von denen 51 klinisch zweifelsfrei gesichert waren, während bei den restlichen 41 Fällen ein erheblicher klinischer Verdacht bestand. In rund 70% aller Fälle fand sich ein pathologischer EEG-Befund. Bei offenen Hirnverletzungen mit nachfolgendem Anfalleiden war mit größerer Häufigkeit (81%) ein pathologischer EEG-Befund zu erheben als bei gedeckten Hirnverletzungen mit nachfolgenden Anfällen (66%).

In einer Vergleichsuntersuchung (578 Verletzte) ergab sich in 30% der Fälle mit Hirnkontusionen ohne Anfallskomplikation ein krankhafter EEG-Befund, während bei offenen Hirnverletzungen ohne Anfälle in 76% der Fälle ein solcher Befund zu erheben war. Während also bei gedeckten Hirnverletzungen ein erheblicher Unterschied zwischen den Fällen mit und ohne Anfälle besteht, ist dies bei offenen Hirnverletzungen nicht der Fall.

Auf den Unterschied der Art der pathologischen EEG-Befunde bei Hirnverletzten mit und ohne Anfälle wird näher eingegangen. Die Art der EEG-Veränderungen läßt keinen Schluß auf die Form der Anfälle zu.

Die Zahl der krankhaften EEG-Befunde zeigt eine bemerkenswerte Abhängigkeit vom Alter des Patienten zur Zeit der Erledigung des Traumas, so daß eine Nachprüfung dieses Befundes angeregt wird.

Bemerkenswert ist die Häufigkeit, mit der EEG-Veränderungen bei gesicherten traumatischen Anfalleiden auch dann zu beobachten sind, wenn klinisch-neurologisch kein krankhafter Befund zu erheben ist.

#### Literatur.

<sup>1</sup> JUNG, R.: Med. Klin. 1950, 257, 289. — <sup>2</sup> ROMMELSPACHER, M.: Vortrag, gehalten auf der Tagung der Gesellschaft Dt. Neurologen u. Psychiater 1950 in Bonn. — <sup>3</sup> WALKER, A. E.: J. Nerv. Dis. 109, 383 (1949).

Dr. N. MÜLLER,  
(22a) Essen, Städt. Krankenanstalten, Psychiatrische und Nervenklinik.