

Aus der Rheinischen Landesklinik für Hirnverletzte in Bonn a. Rh.
(ehem. Direktor: Prof. Dr. F. PANSE)

EEG und Elektrotrauma*

Von

ANTON LEISCHNER

Mit 3 Textabbildungen

(Eingegangen am 7. April 1956)

Wenn man das EEG-Schrifttum durchsieht, dann fällt auf, wie wenig Arbeiten sich mit den Folgen der direkten und indirekten Hirnschädigungen durch Elektrotraumen beschäftigen. Auch in den großen zusammenfassenden Übersichten von GIBBS u. JUNG werden EEG-Veränderungen bei Elektrotraumen des Hirnes nicht erwähnt. Wir konnten im gesamten Schrifttum nur zwei Arbeiten finden, welche sich mit dieser Frage auseinandersetzen.

PATERSON u. TURNER beschrieben (1944) einen 39 jährigen Mann, der vom *Blitz* getroffen worden war. Es trat Bewußtlosigkeit mit vorübergehender Bewußtseinsaufhellung ein. Neurologisch bestand ein schneller rhythmischer Tremor am re. Arme. In diesem Arme und in den Beinen fand sich ein Rigor und eine Flexibilitas cerea, aber keine Lähmung. Der Liquor war normal. Am nächsten Tage hellte sich das Bewußtsein auf und die Erscheinungen am re. Arme gingen zurück. Am dritten Tage war nur noch eine geringe Tonuserhöhung in den drei genannten Gliedmaßen festzustellen.

Im EEG fand sich am zweiten Tage ein paroxysmales Auftreten relativ hoher 7—8 sec-Wellen vom „epileptischen Typ“ über den vorderen Anteilen beider Hemisphären und niedrige 6 sec-Wellen in den Frontalabschnitten.

ALEKSANDROVA u. MAKAROVA haben 1950 über 5 Beobachtungen von Elektrotraumen mit Beteiligung des Hirnes bei peripherer Durchströmung näher berichtet, bei denen EEG-Veränderungen bestanden. Sie faßten die Ergebnisse ihrer Beobachtungen zusammen: man finde bei Elektrotraumen des Hirnes eine Desorganisation des Alpharhythmus (eventuell verschwinde dieser ganz), die Potentialspannungen würden niedrig, selten traten steile Wellen („stachelförmige scharfe Wellen“) auf und es komme auch zu regulären oder irregulären langsamem pathologischen Abläufen. Die Verschiedenartigkeit der Ausprägungen des Wellenablaufes über den einzelnen Hirnregionen verlöre sich, es zeige sich aber manchmal eine Seitenasymmetrie der Hirnrhythmen.

Im bisherigen Schrifttum bei Elektrotraumen mit cerebraler Beteiligung wurden also Grundrhythmusverlangsamungen (auch bei Kranken, welche keine Bewußtlosigkeit zeigten und bei denen der Stromweg anscheinend nicht durch das Hirn ging), Dysrhythmen und das Auftreten

* Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung des Bundesministeriums für Arbeit ausgeführt.

paroxysmaler Wellenverlangsamungen beobachtet. In einem Falle der beiden russischen Autorinnen, bei dem keine Bewußtlosigkeit bestanden haben soll, ging die Grundrhythmusverlangsamung nach dem Verschwinden der subjektiven Beschwerden zurück und in einem anderen Falle (bei dem der Stromkreis anscheinend auch nicht das Hirn getroffen hatte), war das EEG zunächst normal, klinisch entwickelte sich dann ein hypokinetisches Syndrom, wobei das EEG allmählich eine erhebliche

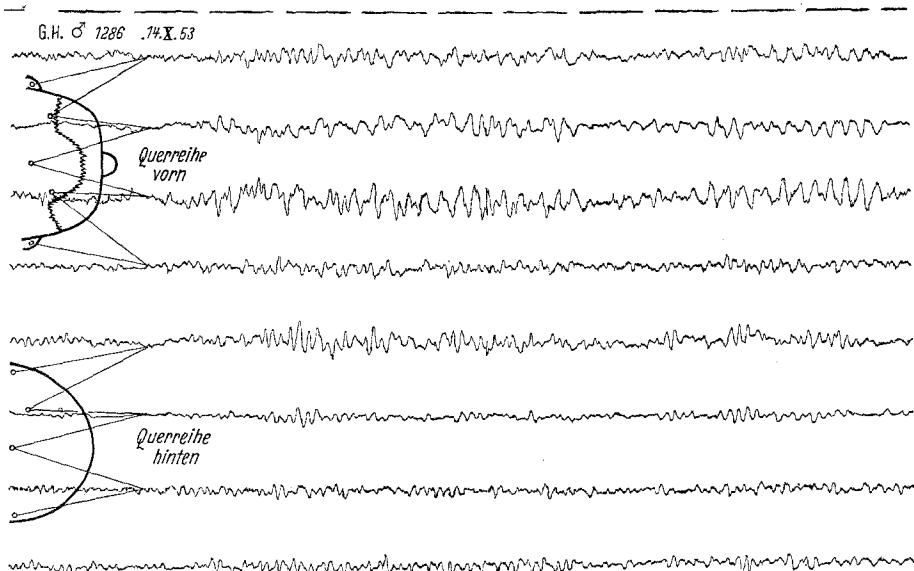


Abb. 1. Paroxysmales Auftreten synchroner Gruppen von 4,0—5,0 sec-Zwischenwellen und einzelner steiler Wellen über den vorderen Hirnabschnitten, temporo basal bds. und temporal re. hinten bei elektrischer Schädelverbrunnung über dem re. Scheitelbeine im Falle 1 H. G.

Allgemeinveränderung zeigte. Der letzte Fall ist allerdings als Folge eines Elektrotraumas nicht recht überzeugend.

Wir sind in der Lage, diesen wenigen Beobachtungen aus dem Schrifttum (6 Fälle), die *EEG-Befunde von 13 Kranken* gegenüberzustellen, die in den letzten Jahren in der Rheinischen Landesklinik für Hirnverletzte in Bonn zur Beobachtung gelangten. Das klinische Bild dieser Fälle und ihre Pathogenese findet sich in der Monographie von PANSE „Die Neurologie des elektrischen Unfalls und des Blitzschlags“ eingehend besprochen. An dieser Stelle soll nur auf den EEG-Befund näher eingegangen werden. Das Klinische wird in den folgenden Tabellen nur soweit erwähnt, als es zum Verständnis der Fälle unbedingt notwendig ist¹.

¹ In den Tabellen werden die folgenden Abkürzungen verwendet: Betaw. = Betawellen; ZW = Zwischenwellen; Deltaw. = Deltawellen; HV = Hyperventilation; front. = frontal; praec. = praecentral; par. = parietal; occ. = occipital.

Tabelle 1. *EEG-Befunde bei elektrischen*

Nr.	Name Alter Beruf	Anamnese	Neurologischer Befund
1	H. G. 19 J. Hilfs- arbeiter	1915 Kopf in stromführende Teile eines Transformatorenhauses (10000 V. Drehstrom). <i>Bewußtlosigkeit</i> unbekannter Dauer. Ausgedehnte Verbrennungen der Schädeldecke über dem re. Scheitelbein. Nekrose des Knochens.	Neur.: Zunächst o. B. 1931: li. BDR Ø. 1937: Re. Pupille enger als die li., BDR li. schwächer, BABINSKI li. fraglich. Psychogene Versagensneigung. Stat. Untersuchg. 1953 (Prof. PANSE). Neur.: Große Narbe über dem re. Scheitelbein (10 x 7 cm). Tric. und Bic. R. li. > re., BDR li. schwächer, BABINSKI li. pos., OPPENHEIM li. angedeutet, GORDON re. pos
2	H. H. 38 J. Elektro- monteur	1936 auf einem Transistor in 10000 V. Drehstrom, von der re. Kopfseite zum re. Schulterblatt, zur li. Hand und zu beiden Füßen. 1-2 min <i>bewußtlos</i> . Schwere Verbrennungen an der re. Scheitelseite und am re. Schulterblatt. Schädelknochen über dem re. Scheitelbeine frei-liegend. Abstoßung eines großen Sequesters.	Neur.: Bds. erschöpfbarer Fußklonus, ROSSOLIMO re. Stat. Untersuchg. 1951 (Prof. PANSE). Neur.: Über dem re. Scheitelbein Knocheneindellung. Im Narbenbereiche Hyperaesthesia mit Hyperalgesie. RPR re. > li. TRÖMNER u. Knipsreflex re. pos. Dysdiadochokinese li. BDR li. Ø PSR re. > li. Fußklonus re. konstant, li. erschöpflich, ROSSOLIMO re. pos., CLAUSS re. pos., Gang leicht spastisch. Schädel-R.: Über dem re. hinteren Scheitelbeine dreieckige Aufhellung. Pneumoenceph.: Keine Füllung der Ventrikel.
3	E. F. 28 J. Monteur	1950 in 15000 V. Drehstrom. Stromweg: vom Schädel über beide Arme durch die Füße zur Erde. Verbrennungen am li. Scheitelbein, am li. Arm, an beiden Händen und der re. Fußsohle. <i>Tiefe Bewußtlosigkeit von 5 Std.</i> Hochgradige Unruhe, schwere Kreislauf- und vegetative Störungen.	Handtellergroße Verbrennung über dem li. Scheitelbein. Ein großer Teil des Knochens bis auf die Dura entfernt. Stat. Beobachtg. 1952 (Prof. PANSE). Neur.: Über dem li. Scheitelbein eingesunkener Narbenbezirk, Mimisch wenig belebt. Lidschlag selten. Geruch bds. fast aufgehoben. Hypalgesie im V 2 und V 3 re. Zunge nach re. abweichend. Tonus im re. Arm erhöht. Diadochokinese re. schlechter. ATR: Ansteigen des re. Armes. Beim RZV re. Überkreuzen. FNV re. unsicher, BDR re. schwächer. PSR und ASR li. > re. MINGAZZINI- und BARRÉ-Stellung: leichtes Absinken li. Hemihypästesie re. Stereognose re. verlangsamt. Gang: re. Arm kaum mitbewegt. Blindgang: Abweichen nach re. Psychisch: depressiv, klagsam.

Schädelverbrennungen (Fall 1—6)

EEG-Befund	Neurologischer Kontrollbefund	EEG-Kontrollbefund	Zweite EEG-Kontrolle
(1953): Gut ausgeprägter, etwas unregelmäßiger Alpharhythmus (Grundrhythmus 8—10 sec-Wellen). Eingestreute Betaw. und kleine ZW. Paroxysmales Auftreten synchroner Gruppen von 4—5 sec-ZW und einzelner steiler Wellen, vor allem über den vorderen Hirnabschnitten, temporobasal bds. u. temporal re. hinten (s. Abb. 1). Kein Herdbefund. Leichte HV-Veränderung (leichte Zunahme der beschriebenen Veränderungen).			
(13. 9. 1951): Etwas unregelmäßiges EEG von meist langsamem Alpharhythmus (front., praec. und temp. 8—9, par. und occ. 8—10 sec-Wellen). Wenig Betaw. Eingestreute ZW par. und praec., die praec. bis Alphaneveau reichen. Keine Seitendifferenz. Kein Herdbefund.		1. 12. 1953: Gut ausgeprägter, ziemlich regelmäßiger, langsamer Alpharhythmus (front. und praec. bds. 8 sec-Wellen, par. und occ. bds. 8 bis 9 sec-Wellen). Wenig Betaw. Über den vorderen Hirnabschnitten ZW über Alphaneveau und seriенweises Auftreten von 7 sec-Wellen. Über den anderen Ableitungen eingestreute kleine ZW. Kein Herdbefund. Der Grundrhythmus hat sich demnach im Verlauf von 2 Jahren verschlechtert.	
Okt. 1952. Gut ausgeprägter, etwas unregelmäßiger Alpharhythmus (Grundrhythmus front. und praec. 8—10 sec-, par. und occ. bds. 10 sec-Wellen.) Eingestreute Betaw. und ZW, die praec. bds., par. und occ. li. Alphaneveau erreichen, sonst kleine ZW. Leichte Dysrhythmie mit ZW und vereinzelten 3 sec-Deltaw. temporobasal bds. Ange deutete Dysrhythmie temp. vorn bds. (Ganz vereinzelte 3 sec-Deltaw. bei HV. Occ. li. mehr ZW als re.)	1953 Verstimmungszustand deutlich aufgehellt. Noch etwas antriebsarm.	Juni 1953: Gut ausgeprägter, etwas unregelmäßiger Alpharhythmus (front. u. praec. bds. 8—10 sec-, par. u. occ. bds. 10 sec-Wellen). Eingestreute Betaw. Eingestreute kleine ZW über beiden Hemisphären. Bei HV nur leichte Zunahme der ZW. Gegenüber dem letzten EEG also deutliche Besserung.	Mai 1954: Gut ausgeprägter, ziemlich regelmäßiger Alpharhythmus mit stetiger occipitaler Frequenzdifferenz (front., praec. und par. bds. 9 bis 10 sec-Wellen, occ. li. 9—11 sec-Wellen, occ. re. 10—11 sec-Wellen). Wenig Betaw. Eingestreute kleine ZW. Bei HV nur leichte Zunahme der ZW. Demnach deutliches Anwachsen der Frequenz des Grundrhythmus.

Tabelle 1.

Nr.	Name Alter Beruf	Anamnese	Neurologischer Befund
4	J. P. 21 J. Elektriker	1934 in Hochspannung (Gleichstrom). Stromweg vom li. Hinterkopf über das Gesicht zum li. Handrücken und über die Füße zur Erde. <i>Bewußtlosigkeit</i> . Sehr starke motorische Unruhe. Am 2. Tage vorübergehendes Nachlassen der Sehkraft re. Ödem der re. Papille. Große Wunde im Nacken und kleinere Wunde an der Nasenspitze. Die Lamina ext. stieß sich teilweise ab. 4 Wochen nach dem Unfall Anfälle von Kopfschmerzen mit Erbrechen, Aufregungszustände und Temperatursteigerungen durch etwa 6 Wochen. Am re. Auge entwickelte sich eine Cataracta elektrica. Visus li. herabgesetzt.	1936 (Befund Prof. PANSE). Große Narbe am li. Hinterkopf und Nacken. Reifer elektrischer Linsenstar. Zunge weicht nach li. ab. Langsamer Tremor der re. Hand. Schädelrtg.: Etwa 5-markstückgroße Aufhellung im Bereich des li. Hinterhauptbeines infolge Abstoßung der Lamina ext. Psych.: etwas matt u. klagt. 1939 Staroperation re. Opticusatrophie re. Netzhautablösung re., praktisch Amaurose re.
5	W. L. 42 J. Elektriker	1949 in einer Hochspannungsquelle zunächst 220 V. Wechselstrom, der wahrscheinlich von der re. Hand durch die Füße zur Erde floß. L. zuckte reflektorisch und berührte dabei einen 10 000 V Drehstrom. Stromweg: vom Kopf zu beiden Händen und wahrscheinlich durch die Füße zur Erde. <i>Bewußtlos</i> . Verbrennung des Schädelns. Keine Erinnerung an das Vorgefallene. Am Schädel stieß sich die Tabula ext. des re. vorderen Scheitelbeines in Daumenballengröße ab.	Am vorderen Teil des re. Scheitelbeines und an der Außenseite des li. Vorderarmes Brandverletzungen III. Grades. An der Beugeseite des re. Handgelenkes Brandwunde, vorwiegend II. Grades. Kopfschmerzen, 1951: Neur. o. B. (Prof. PANSE) Intern: leichter Myokardschaden.
6	F. I. 50 J. Freileitungs-monteur	1948 in 5000 V. Drehstrom. Stromweg von der Scheitelhöhe und li. Brustseite durch beide Füße zur Erde. Nicht sofort bewußtlos, aber „wie gefühllos“. Beim Herablassen vom Mast <i>bewußtlos</i> . An der Scheitelhöhe kleine Brandwunde, am li. Brustkorb eine, und an beiden Füßen zwei tiefe Brandwunden. Dauernd Kopfschmerzen. In der Scheitelhöhe Abstoßung eines Sequesters der Lamina ext. Ende 1948: Kopfschmerzen, öfters Orientierungsverlust. Stat. Beobachtg. 1953: Kopfschmerzen, bes. in der Stirnregion und anfallsweise Leeregefühl im Kopf.	1949: Mantelkantensyndrom mit bds. Lähmung der Fußheber und Herabsetzung der Hautempfindung an beiden Unterschenkeln.

¹ Aus dem Krankenhaus Bergmannsheil, Gelsenkirchen-Buer, welches uns freundlicherweise im

(Fortsetzung)

EEG-Befund	Neurologischer Kontrollbefund	EEG-Kontrollbefund	Zweite EEG-Kontrolle
1954: Gut ausgeprägter, etwas unregelmäßiger, ziemlich schneller Alpharhythmus (front. bds. 9—10, sonst 10—11 sec-Wellen) mit deutlicher Alphavermindezung (22% Alphadifferenz) und Amplitudenminderung re. occ. (s. Abb. 2). Wenig Betaw. Eingestreute kleine ZW (über der re. Hemisphäre etwas häufiger). Temporobasal bds. unregelmäßiger Wellenverlauf mit ZW. Bei HV Auftreten synchroner kleiner Gruppen von 7 sec-Wellen in den vorderen Hirnabschnitten.	1949: Mißempfindungen im Bereich des li. Occipitalis. Zunge weicht nach li. ab. Gaumensegel bleibt li. etwas zurück. Psychisch weniger depressiv als früher. Erhöhte Ermüdbarkeit.		
1951 ¹ : Gut ausgeprägter, regelmäßiger Alpharhythmus (prae. 8—9, front. 9, par. und occ. bds. 9—10 sec-Wellen). Eingestreute Betaw. Praec. bds. vereinzelte kleine ZW. Keine HV-Veränderung.			
1953: Langsamer, etwas unregelmäßiger Alpharhythmus (front. und prae. bds. 8 sec-, par. und occ. bds. 8—9 sec-Wellen). Wenig Betaw. Eingestreute ZW, die nur prae. Alphaniveau erreichen. Bei HV leichte Zunahme der ZW prae. bds. und an vielen Stellen Serien von 7 sec-Wellen u. Gruppen von 6 sec-Wellen.	1953: Neur. (Prof. PANSE) Angedeutet spastische Reflexe an d. li. Hand mit Schwächer der Handhebung, Steigerung des li. ASR. Hebung beider Füße, bes. li., stark abgeschwächt (Verbrennung beider Füße). Psych.: Verlangsamung der geistigen Abläufe, erschwerter Auf-fassung und deutliche Ermüdbarkeit.	1955: Gut ausgeprägter, etwas unregelmäßiger, meist langsamer Alpharhythmus, (front. bis occ. bds. 8—12 sec-Wellen). Stellenweise Einstreuung kleiner Gruppen von 12 sec-Wellen. Nur vereinzelte Betaw. Eingestreute ZW, über den vorderen Hirnabschnitten auch kleine Gruppen von 7 sec-Wellen. Keine sichere Seitendifferenz.	

Original zur Verfügung gestellt wurde.

Bei der zusammenfassenden Betrachtung der mitgeteilten Fälle wird man sich einige grundsätzliche Fragen vorlegen müssen. Zunächst wird man feststellen müssen, ob bei elektrischen Hirntraumen überhaupt pathologische EEG-Veränderungen vorkommen, und wenn dies der Fall ist, wird man die Frage stellen müssen, ob es für das Elektrotrauma spezifische EEG-Veränderungen gibt. Wenn aber verschiedene

Tabelle 2. *EEG-Befunde bei elektrischer Durchströmung*

Nr.	Name Alter Beruf	Anamnese	Neurologischer Befund
7	A. N. 55 J. Elektriker	1950 in Stromkreis von 380 V. Wechselstrom. Stromweg von Hand zu Hand. <i>Mehrständige Bewußtlosigkeit</i> . Nachher Sensorium leicht getrübt. Artikulatorische Erschwerung der Sprache. Re. Mundwinkel hing herab, schlaffe Lähmung der Extremitäten li. Tonisch-klonische Krampfzustände der re. seitigen Gliedmaßen mit völliger Bewußtlosigkeit. Nachher Verstärkung der li. seitigen Lähmung.	Stat. Beobachtg. Aug. 1951 Neur.: (Prof. PANSE). Re. Mundwinkel etwas zurückbleibend. Hypotonie der li. Gliedmaßen mit erheblicher Parese. BDR li. schwächer als re. Gang: geringe Mitbewegungen des li. Armes.
8	A. Sch. 27 J. Kranführer	1953 für einige Sekunden in 220 V. Wechselstrom. Stromweg von Hand zu Hand. <i>Etwas 10 min bewußtlos</i> und nach Aufhellung des Bewußtseins nochmals für kurze Zeit bewußtlos. Nachher Unwohlsein, dumpfes Brummen im Kopf und Erbrechen. Am nächsten Tage heftige Hinterkopfschmerzen, zum Nacken ausstrahlend. 5 Wochen später neur. o. B. Verdacht auf elektrisches Hirnödem. Kopfschmerzen, Geräuschüberempfindlichkeit, leichtes Schwitzen und rasche Ermüdbarkeit.	Stat. Beobachtg. 1953 (Befund Prof. PANSE), Neurol. o. B. Liquor: Deutliche Eiweißvermehrung. Gesamt-EW: 39 mg-%, 12/3 Ly. Normomasitix: kleine Linkszacke.
9	E. R. 48 J. Elektromonteur	1953 in einem 10000 V Drehstromkreis. Stromweg von der re. Hand zum Rücken und zum Gesäß. Große Brandwunden II. bis III. Grades am re. Handgelenk, unterhalb beider Schulterblätter und an beiden Sitzhöckern. <i>Bewußtlosigkeit etwa 15 min</i> . Nachher Zustand von Verkrampfung, dann psychomotorische Unruhe und langanhaltendes Angstgefühl. Durch einige Wochen auffallend nervös.	Stat. Beobachtg. 1952 (Befund Prof. PANSE): Leichtemotorische und sensible Schädigungen im Bereich des re. Ulnaris, distal von der Brandwunde.

EEG-Veränderungen zu beobachten sind, dann wird man noch zusätzlich fragen müssen, unter welchen Bedingungen jeweils bestimmte EEG-Veränderungen eintreten.

Wir haben unser Krankengut zunächst nach einem klinischen Gesichtspunkte in zwei *Gruppen* unterteilt, nämlich *erstens* in die Fälle, bei denen nach dem Unfallgeschehen und den klinischen Erscheinungen mit

peripherer Körperteile mit Hirnbeteiligung

EEG-Befund	Neurologischer Kontrollbefund	EEG-Kontrollbefund
(Febr. 1952) Gut ausgeprägter, ziemlich regelmäßiger Alpharhythmus (9—10 sec-Wellen über allen Ableitungen). Eingestreute Betaw. u. kleine ZW. Keine Seitendifferenz. Kein Herdbefund. Der Befund ist nicht pathologisch wertbar.	Dez. 1951 und 1952: Konjugierte Blickbewegungen nach li. weniger ausgiebig. CR re. herabgesetzt. Mot. N. 5 re. schwächer. Hemihypästhesie der re. Kopfhälfte. (mit Einschluß von C 1 bis C 3). Gekreuzte Hemihypästhesie und Hypalgesie li. von C 3 abwärts. Tiefenempfindung li. gestört. Zunge schwer beweglich, li. Arm paretisch. Finger 2—5 li. in Beugestellung. M. add. poll. li. leicht atrophisch. BDR li. herabgesetzt. Am li. Bein Tonus schlaff, Muskulatur leicht atrophisch. Oberschenkel konnte nicht gebeugt werden. PSR li. > re., ASR li. < re.	
(Nov. 1953) Gut ausgeprägter, unregelmäßiger, großer Alpharhythmus mit geringer Amplitudenverminderung occ. re. (front. bds. 8—10, praec. bds. 8—11, par. bds. 9—11 und occ. bds. 9—10 sec-Wellen). Wenig Betaw. Eingestreute kleine ZW. Vom li. Ohr eingestreute synchrone steile Wellen und 3 sec-Deltaw. In den Querreihen temporale Dysrhythmie (unregelmäßiger Wellenverlauf mit ZW und 2—3 sec-Deltaw., (s. Abb. 3). Bei HV paroxysmales Auftreten von Serien großer, ziemlich steiler Alphawellen, zwischen welche manchmal große ZW eingestreut sind.		(August 1955) Gut ausgeprägter, ziemlich regelmäßiger Alpharhythmus. (front. und praec. 9—11, par. und occ. 10—11 sec-Wellen) Eingestreute Betaw. Eingestreute ZW, die nur front. bds. Alphaniveau erreichen. Keine sichere Seitendifferenz. Gegenüber dem EEG von 53 weitgehende Normalisierung des Befundes.
(Jan. 1954) Gut ausgeprägter, etwas unregelmäßiger, langsamer Alpharhythmus. (front. und praec. bds. 8—9 sec., par. und occ. bds. 8—10 sec-Wellen.) Wenig Betaw. Eingestreute ZW bis Alphaniveau. Keine HV-Veränderung.		(Mai 1955) Gut ausgeprägter, ziemlich regelmäßiger, meist langsamer Alpharhythmus (front. bis occ. 8—10 sec-Wellen). Wenig Betaw. Eingestreute kleine ZW. Keine sichere Seitendifferenz.

Tabelle 2.

Nr.	Name Alter Beruf	Anamnese	Neurologischer Befund
10	A. V. 37 J. Soldat (Kassen-beamter)	1945 Berührung eines durch Hochspannungsleitung mit 5000 V Drehstrom induzierten Zaundrahtes. „Klebte“ mit der li. Hand am Draht, konnte den Rumpf vom Draht nicht lösen, wurde aus dem Stromkreise gerissen. 2 Std bewußtlos. Nachher Kopfschmerzen, Benommenheitsgefühl und Gefühl des Gedächtnisverlustes. Leichte Verbrennungen an der li. Hand. Kopfschmerzen ließen nach. Nachlassen der Leistungsfähigkeit, leichte Ermüdbarkeit und Vergeßlichkeit.	Stat. Beobachtg. 1952 (Befund Prof. PANSE): AWR: Abweichen nach re. Narbe an der Beugeseite derli. Hand. Im BÁRÁNY leichtes Vorbeizeigen nach außen. Mittlere BDR re. > li., CR re. schwächer. Suspekter OPPENHEIM und GORDON re.
11	J. B. 19 J. Maschinen-schlosser	1952 in einem 220 V Wechselstrom. Stromweg von der re. Hand über beide Füße in die Erde. Kontakt 3—4 min. War kurze Zeit bewußtlos und dann längere Zeit benommen. Verbrennungen an der Streckseite des re. Unterarmes. Kleinere Strommarken an Handinnenfläche und Fingerbeeren re. Taubheitsgefühl in den Fingern 1 u. 2 re. und Bewegungsbehinderung in der re. Schulter.	Leichter Horner re. Leichte Sensibilitätsstörung von C 6 bis C 8, sowie Muskelschwund im re. Arm.

einer *direkten Durchströmung des Hirnes* gerechnet werden muß und *zweitens* in die Fälle, bei denen der Stromkreis nur durch *extracraniale* (bzw. *extracerebrale*) *Körpergegenden* verlief, bei denen also keine direkte Hirnschädigung angenommen werden kann, wobei allerdings die Frage offenbleibt, ob nicht durch Anoxämie auf indirektem Wege eine solche verursacht worden ist.

Zur ersten Gruppe, bei der eine direkte Hirndurchströmung vorlag, gehören die Fälle 1—6. Bei ihnen fand sich im Fall 1 ein paroxysmales Auftreten synchroner 4—5 sec-Zwischenwellen und einzelner steiler Wellen, vor allem über den vorderen Hirnabschnitten, im Fall 2 ein seriенweises Auftreten von 7 sec-Wellen über den vorderen Hirnabschnitten mit Zwischenwellen über Alphaniveau, im Fall 3 eine leichte temporobasale Dysrhythmie beiderseits, eingestreute Zwischenwellen, die Alphaniveau praecentral beiderseits, parietal und occipital links erreichten (die Stromeinwirkung war parietal links) und bei Hyperventilation ein vermehrtes Auftreten von Zwischenwellen occipital, links mehr als rechts, im Falle 4 eine deutliche Alphaverminderung occipital rechts (22% Alphadifferenz) und bei Hyperventilation ein Auftreten synchroner

(Fortsetzung)

EEG-Befund	Neurologischer Kontrollbefund	EEG-Kontrollbefund
(1952) Gut ausgeprägter, unregelmäßiger Alpharhythmus mit geringfügiger Amplitudenverminderung occ. li. (front. bds. 9—11, praec. bds. 10—11, par. und occ. bds. 10—12 sec-Wellen). Eingestreute Betaw. Eingestreute kleine ZW. Ver einzelte 3 sec-Deltaw. praec. und par. bds. Leichte tempora le Dysrhythmie, temp. vorn. bds. mit vereinzelten fraglichen, temporobasal bds. mit vereinzelten sicheren 3 sec-Delta wellen. Bei HV gruppenweises Auftreten von 6 sec-ZW praec. bds. ,li. deutlicher als re. und vereinzelten 3 sec-Deltaw. occ. bds.		
Gut ausgeprägter, ziemlich regelmäßiger Alpharhythmus. (front. und praec. bds. 8—10 sec, par. und occ. bds. 9—10 sec-Wellen). Wenig Betaw. Eingestreute kleine ZW. Bei HV treten bds. Gruppen von 7 sec-ZW auf.	Stat. Beobachtg. 1953: Rtg.: Abriß eines Teiles des Tuber culum majus des re. Humerus. Neur.: (Prof. PANSE) Leichte Atrophie des Deltoides re. und starke Atrophie des M. pect. maj. re. Horner re. BDR re. unten abgeschwächt. PSR re. leicht gesteigert. An den Fingern 1—3 re. Reste einer Sensibilitätsstörung.	(Aug. 1955) Gut ausgeprägter, ziemlich regelmäßiger Alpharhythmus. (front. und praec. bds. 9—10, par. u. occ. bds. 9—11 sec-Wellen). Wenig Betaw. Eingestreute kleine ZW. Keine sichere Seitendifferenz.

kleiner Gruppen von 7 sec-Wellen über den vorderen Hirnabschnitten. Bei diesem Kranken hatte die Stromeinwirkung am linken Hinterkopf stattgefunden. Im Falle 5 bestand kein pathologisch wertbarer Befund, es lag im vorderen Teil des rechten Scheitelbeines eine Verbrennung 3. Grades vor. Im Falle 6, wo ein 5000 Volt Drehstrom in der Scheitelhöhe eingetreten war, bestand neben einem langsamem Alpharhythmus und einem Auftreten von eingestreuten Zwischenwellen in Alphaniveau praecentral beiderseits und bei Hyperventilation praecentral beiderseits eine Zunahme dieser Zwischenwellen und ein vielfaches Auftreten von Serien von 7 sec-Wellen und Gruppen von 6 sec-Wellen.

Neben diesen recht verschiedenartigen Veränderungen fand sich aber bei den erwähnten sechs Fällen noch ein gemeinsames Merkmal, nämlich ein langsamer Grundrhythmus. Er wird in Tab. 4 übersichtlich dargestellt (S. 106).

Diese Tabelle zeigt, daß die fünf Fälle, bei denen die Stromeinwirkung am Scheitelbein, (dem Knochen nach) erfolgte, einen langsamem Alpharhythmus über den vorderen Hirnabschnitten hatten, während der eine Fall, in welchem der Strom in der linken Hinterkopfgegend eintrat, eine

Alphaverminderung auf der Gegenseite, aber keine Verlangsamung des Alpharhythmus zeigte. Daß die thermoelektrische Hirnschädigung in der

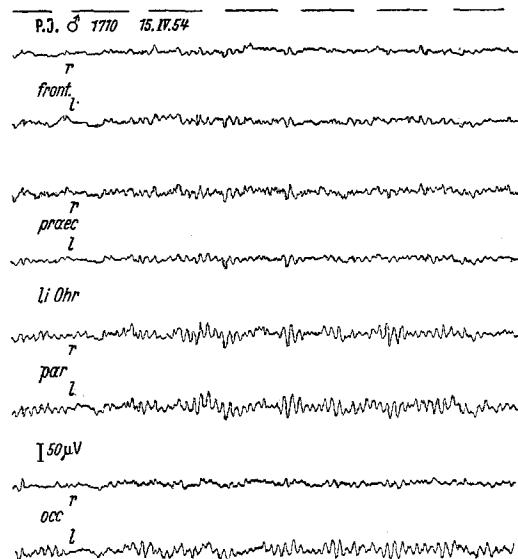


Abb. 2. Occipitale Alphaverminderung re. bei elektrischer Schädelverbrennung in der li. Hinterhauptsgegend. (Fall 4 J. P.)

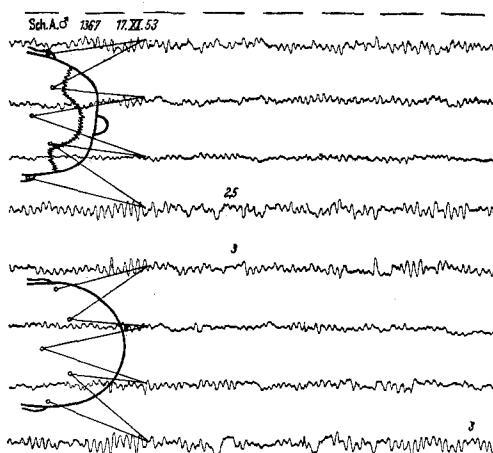


Abb. 3. Temporale Dysrhythmie (temporobasal und temporal hinten) bei einer peripheren elektrischen Durchströmung mit Hirnbeteiligung (Bewußtlosigkeit) im Falle 8 A. Sch.

Lage ist, den Grundrhythmus zu verlangsamen, zeigt besonders eindrucksvoll der Fall 3, den wir durch lange Zeit beobachteten und wiederholt ableiten konnten. Im ersten EEG-Befunde (der aus der Heil- und

Pflegeanstalt Grafenberg stammt, Dr. Enste) wird von einem auffallend langsamem Alpharhythmus gesprochen. Bei den ersten beiden Ableitungen, welche wir selbst machen konnten, war der Grundrhythmus frontal und praecentral beiderseits tatsächlich langsam (8—10), bei der dritten Ableitung war er aber an diesen Stellen deutlich schneller geworden (9—10, bzw. 10—11). Merkwürdig war es, daß sich dann eine occipitale Frequenzdifferenz fand (links occipital 9—10 und rechts occipital 10—11). Andererseits konnte im Falle 2 im Laufe der Beobachtung eine noch etwas fortschreitende Verlangsamung des Grundrhythmus festgestellt werden, auf deren mögliche Verursachung noch weiter unten eingegangen werden wird. Beim Falle 5 ist bemerkenswert, daß sich der langsame Alpharhythmus nur praecentral beiderseits fand. Es ist wohl kein Zufall, daß die Stromeinwirkung bei diesem Falle in der rechten vorderen Scheitelgegend, also vom Hirn aus gesehen, wahrscheinlich in der Praecentralregion erfolgte. Im Falle 6 war der abnorm langsame Alpharhythmus besonders über den vorderen

Tabelle 3. Durchströmung von Extremität ohne erkennbare cerebrale Beteiligung

Nr.	Name Alter Beruf	Anamnese	Neurologischer Befund	EEG-Befund
12	H. N. 34 J. Metallarbeiter	1953 in einem 220 V Drehstrom. Hauptanteil des Stromweges von den Fingern zu den Handballen der li. Hand, ein kleiner Anteil von Hand zu Hand. Kontaktzeit etwa 10 sec. <i>Nicht bewußtlos</i> . Erhebliche Verbrennungen am 3. und 4. Finger li., leichte Verbrennungen am Daumenballen und am ulnaren Knöchel li. Li. Zeige- und Mittelfinger wurden amputiert.	Stat. Beobachtung 1954. Prof. PANSE: Leichte sensible Schädigung des li. Ulnaris distal von der Brachiarbe.	Gut ausgeprägter, unregelmäßiger Alpharhythmus (9—10 sec-Wellen über allen Ableitungen). Einzelstreute ZW in Alphaneiveu. Über den hinteren Hirnabschnitten auch vereinzelte 3 sec-Deltaw. In den Querzellen temporobasal bis, unregelmäßiger Wellenverlauf mit ZW. Bei HV gruppenweises Auftreten von ZW und Auftreten von 3 sec-Deltaw. in allen Ableitungen.
13	H. J. 29 J. Elektro- monteur	1952 in einem 220 V Wechselstrom. Stromweg von Hand zu Hand, berührte nur eine Phase des Wechselstromes, effektive Spannung 127 V. Konnte sich etwa 4—5 min. lang unter Verkrampfung beider Hände nicht vom Kontakt lösen. <i>Nicht bewußtlos</i> . Hatte etwa 3 Std. in den Unterarmen und Händen kein richtiges Gefühl und das Empfinden des Eingeschlaftenseins.	Stat. Beobachtung 1954: Neuro.: o. B.	(Februar 1954) Gut ausgespägter, etwas unregelmäßiger, stellenweise etwas langsamer, occ. bds. großer Alpharhythmus. (front. und praec. bds. 8—9 sec-Wellen par. und occ. bds. 9—10 sec-Wellen). Wenig Betaw. Einzelne kleine ZW. Bei HV leichte Zunahme den ZW, die über den vorderen Hirnabschnitten auch synchron auftreten und Alphaniemeu übertragen.

Tabelle 4. *Grundrhythmus des EEG bei den Fällen mit cerebraler Durchströmung*

Fall	Ort der Schädigung	Jahre nach dem Elektro- trauma	front. bds.	praec. bds.	par. bds.	occ. bds.
1	re. Scheitel	38	8—9	8—9	8—10	9—10
2	re. Scheitel	15	8—9	8—9	8—10	8—10
		17	8	8	8—9	8—9
3	li. Scheitelbein	2	8—10	8—10	10	10
		3	8—10	8—10	10	10
		4	9—10	10—11	10—11	9—11 (li.) 10—11 (re.)
4	li. Hinterkopf	20	9—10	10—11	10—11	10—11
5	re. vord. Scheitel- bein	2	9	8—9	9—10	9—10
6	Scheitelhöhe	5	8	8	8—9	8—9
		7	8—12	8—12	8—12	8—12

Hirnabschnitten auffallend. Bei einer Kontrolluntersuchung, die 2 Jahre später ausgeführt wurde, beherrschten die 8 sec.-Wellen nicht mehr so den Grundrhythmus, es traten sogar stellenweise Gruppen von 12 sec.-Wellen auf.

Man wird einwenden können, daß diese Grundrhythmen alle noch im normalen Frequenzbereich der Alphawellen liegen. Abgesehen davon, daß 8 sec.-Wellen selbst vielfach als unter der Norm liegend betrachtet werden (besonders in den Fällen 2 und 6 erscheint das ausschließliche Vorkommen von 8 sec.-Wellen frontal und praecentral beiderseits pathologisch), ist vor allem das Schnellerwerden des Grundrhythmus mit zunehmendem zeitlichen Abstand vom Schädel-Hirntrauma in den Fällen 3 und 6, und das Auftreten des 8 sec.-Wellenrhythmus nur in der Praecentralgegend, an der Stelle der Stromeinwirkung im Falle 5 (allerdings beiderseits) ein Hinweis, daß man dem verlangsamten Grundrhythmus in den Fällen von Elektrotrauma künftighin wird besondere Beachtung schenken müssen. Übrigens weist auch im Falle 3 das Auftreten von Zwischenwellen in Alphaniveau in der Gegend der Stromeinwirkung auf eine Disposition zu Wellenverlangsamungen an diesen Stellen hin. Die in der eingangs besprochenen Arbeit von ALEKSANDROVA u. MAKAROVA als wichtigste Erscheinung des cerebralen Elektrotraumas beschriebene „Desorganisation des Alpharythmus“, bestärkt uns in dieser Annahme.

Das paroxysmale Auftreten synchroner 4—5 sec.-Zwischenwellen im Falle 1 und das serienweise Auftreten von 7 sec.-Zwischenwellen im Falle 2 ist möglicherweise der Ausdruck einer Stammhirnschädigung. Beide Kranke kamen mit dem Kopf in einen 10000 Volt-Drehstrom. Klinisch könnte man allerdings nur das beiderseitige Auftreten von

Pyramidenzeichen, im Falle 2 als für eine Schädigung tiefer Teile zeugend anführen.

Nun muß man die Fälle 7—11, bei denen der Strom also nicht direkt durch das Hirn floß, einer gemeinsamen Betrachtung unterziehen.

Der Fall 7 (A. N.) nimmt innerhalb dieser Gruppe insofern eine Sonderstellung ein, als er als einziger mit großer Wahrscheinlichkeit bei peripherer Durchströmung von Hand zu Hand eine nachdauernde *Schädigung der Pons, bzw. der Medulla oblongata* erlitten hat. Die artikulatorische Spracherschwerung in Verbindung mit den rechtsseitigen Hirnnervenerscheinungen, der linksseitigen schlaffen Extremitätenlähmung und die gekreuzte Sensibilitätsstörung sprechen für eine Schädigung der tiefen Anteile des Hirnstammes. Daß in diesem Falle keine pathologischen Veränderungen im EEG zu finden sind, nimmt nach den sonstigen Erfahrungen des EEG bei derartig lokalisierten Prozessen nicht Wunder. Betont muß werden, daß bei diesem Falle auch kein verlangsamter Grundrhythmus festzustellen war.

Der Fall 8 (A. Sch.), bei dem der Strom von Hand zu Hand floß, war 10 min bewußtlos und fiel später nochmals in kurze Bewußtlosigkeit. Es wurde bei ihm der Verdacht auf ein elektrisches Hirnödem geäußert. Es fand sich jetzt noch eine Eiweißhöhung im Liquor. Im EEG fiel eine deutliche temporale Dysrhythmie (mit 2—3 sec-Deltawellen), vom li. Ohr eingestreute steile Wellen und 3 sec-Delta-wellen und bei Hyperventilation ein paroxysmales Auftreten von Serien großer, ziemlich steiler Alphawellen, zwischen denen manchmal große Zwischenwellen eingestreut waren, auf. Man muß diesen Befund wohl als pathologisch bezeichnen und in ihm einen Hinweis auf eine cerebrale Schädigung bzw. eine Bestätigung sehen, daß tatsächlich ein Hirnödem vorlag. Sehr bemerkenswert ist es nun, daß auch in diesem Falle sich über den vorderen Hirnabschnitten ein langsamer Alpharhythmus fand (frontal 8—10, praecentral 8—11 sec.-Wellen). Bei der 2 Jahre später durchgeführten Kontrolluntersuchung war das EEG weitgehend normalisiert. Es waren insbesondere die temporale Dysrhythmie und die vom li. Ohr eingestreuten pathologischen Wellen verschwunden. Die HV-Veränderung war nur andeutungsweise noch vorhanden. Der Grundrhythmus war etwas frequenter geworden.

Ähnlich gelagert erscheint der Fall 9 (E. R.). Auch er war, obwohl der Schädel selbst keine Verbrennung erlitt, durch etwa 15 min bewußtlos. Nachher bestand eine Verkrampfung und eine psychomotorische Unruhe. Neurologisch fanden sich aber nur peripherie Ausfallserscheinungen. Auch in diesem Falle bestand ein auf-fallend langsamer Alpharhythmus (front. und praec. 8—9 sec., par. und occ. bds. 8—10 sec.-Wellen). Es lagen klinisch Anhaltspunkte vor, daß auch bei ihm ein Hirnödem bestand. Der Schluß, daß der verlangsame Alpharhythmus noch Ausdruck einer stattgehabten Hirnschädigung ist, erscheint daher gerechtfertigt. Bei einer Kontrolluntersuchung nach einem Jahr war der Alpharhythmus über den vorderen Hirnabschnitten stellenweise frequenter geworden, denn es traten hier jetzt auch 10sec.-Wellen auf.

Im Falle 10 (A. V.), in dem der Strom von der li. Hand zum Bauch abfloss, war der Kranke 2 Std bewußtlos und klagte später über heftige Kopfschmerzen. Neurologisch fanden sich nur geringe Ausfallserscheinungen. Die psychologische Untersuchung zeigte eine organische Hirnleistungsschwäche. Im EEG fand sich eine leichte temporale Dysrhythmie, besonders temporobasal, mit 3 sec-Deltawellen, in den vorderen Hirnabschnitten vereinzelte 3 sec-Deltawellen und bei Hyperventilation ein gruppenweises Auftreten von 6 sec.-Wellen praecentral bds., li. deutlicher als re. und vereinzelter 3 sec-Deltawellen occipital bds. Dieser Befund erscheint in Berücksichtigung der klinischen Gegebenheiten doch bereits als pathologisch

wertbar und er kann wohl im Rahmen des klinischen Befundes als Hinweis auf eine stattgehabte Hirnschädigung verwertet werden.

Im Falle 11 (J. B.), verließ der Strom von der re. Hand über die beiden Füße zur Erde. Es bestand eine kurze Bewußtlosigkeit und anschließend eine längere Benommenheit. Neurologisch fanden sich cervikale Ausfälle. Im EEG bestand wieder über den vorderen Hirnabschnitten ein langsamer Alpharhythmus (8—10 sec-Wellen) und bei Hyperventilation traten praecentral bds. Gruppen von 7 sec-Zwischenwellen auf. Die Bewußtlosigkeit gibt einen Hinweis auf das Vorhandensein einer cerebralen Mitbeteiligung, das EEG ergab nur geringe Veränderungen. Immerhin fiel der langsame Alpharhythmus und ein gruppenweises Auftreten von 7 sec-Wellen bei der Hyperventilation auf.

Tabelle 5. *Grundrhythmus des EEG bei den Fällen mit peripherer Durchströmung, aber cerebraler Mitbeteiligung (Bewußtlosigkeit)*

Fall	Ort der Schädigung Stromverlauf	Jahre nach dem Elektro- trauma	front. bds.	prae. bds.	par. bds.	occ. bds.
7	Hand — Hand Pons, Med. (Stromsleife?)	2	9—10	9—10	9—10	9—10
8	Hand — Hand	1/3	8—10	8—11	9—11	9—10
		2	9—11	9—11	10—11	10—11
9	Re. Hand — Rücken Gesäß	1	8—9	8—9	8—10	8—10
		2	8—10	8—10	8—10	8—10
10	Li. Hand — Bauch	7	9—11	10—11	10—12	10—12
11	Re. Hand — Füße	1	8—10	8—10	9—10	9—10
		3	9—10	9—10	9—10	9—10

Die Tab. 5 zeigt eine Übersicht über den Grundrhythmus bei den Fällen mit peripherer elektrischer Durchströmung, bei denen eine Hirnbeteiligung klinisch angenommen werden muß. Es fällt auf, daß bei 3 von diesen 5 Fällen (Fall 8, 9 und 11) ein langsamer Alpharhythmus, zumindest über den vorderen Hirnabschnitten bestand. Bei den beiden Fällen (Fall 8 und 11), in denen nach 2 Jahren Kontrolluntersuchungen durchgeführt werden konnten, zeigte sich, daß die 8 sec-Wellen über den vorderen Hirnabschnitten verschwunden waren. Im Falle 9, bei dem die Nachuntersuchung nach einem Jahr stattfand, hatte sich die Grundfrequenz nur insofern beschleunigt, als über den vorderen Hirnabschnitten nun auch 10 sec-Wellen auftraten. Die Nachuntersuchungen weisen darauf hin, daß auch bei den Fällen, bei denen der Stromweg nicht durch das Hirn ging, aber eine cerebrale Mitbeteiligung wahrscheinlich ist, eine zeitweise Verlangsamung des Alpharhythmus bestand. Ein Vergleich mit der Tab. 4 zeigt allerdings, daß dieser verlangsamte Alpharhythmus bei den Fällen mit direkter cerebraler Durchströmung viel deutlicher in Erscheinung tritt.

Die Fälle 12 und 13 bilden die 3. Gruppe, bei der eine *Hirnbeteiligung klinisch nicht in Erscheinung trat*.

Im Falle 12 (H. N.) erlitt der Kranke Verbrennungen an den Fingern. Er war nicht bewußtlos. Neurologisch fanden sich nur sensible Störungen vom peripheren Verteilungstyp. Im EEG fielen über den hinteren Hirnabschnitten eingestreute Zwischenwellen in Alphaniveau und auch vereinzelte 3 sec-Deltawellen auf. In den Querreihen zeigte sich ein unregelmäßiger Wellenverlauf mit Zwischenwellen, besonders temporobasal bds. und bei Hyperventilation traten gruppenweise Zwischenwellen und vereinzelte 3 sec-Deltawellen in Erscheinung. Dieser Befund könnte bereits pathologisch sein. Bei ihm könnte aber nur eine Nachuntersuchung, wenn sie eine Normalisierung des Befundes ergäbe, das Krankhafte desselben sicher nachweisen. Man wird nämlich in diesem Falle, in welchem sich klinisch kein Anhaltspunkt für eine cerebrale Beteiligung ergab, in der Bewertung des EEG besonders vorsichtig sein müssen. Bemerkenswert ist jedenfalls, daß sich bei ihm keine Verlangsamung des Alpharhythmus fand.

Im Falle 13 (H. J.) war der Kranke, bei dem der Stromweg von Hand zu Hand lief, auch nicht bewußtlos. Neurologisch fanden sich keine Ausfälle. Im EEG fiel frontal und praecentral bds. ein langsamer Alpharhythmus (8—9 sec-Wellen) auf. Bei Hyperventilation war über den vorderen Hirnabschnitten ein synchrones Auftreten von Zwischenwellen über Alphaniveau zu beobachten. Bei diesem Falle sind die EEG-Veränderungen zu gering, um daraus allein eine Hirnschädigung beweisen zu können. Da sich klinisch dafür auch kein Anhaltspunkt ergab, wird man eine solche nicht annehmen dürfen. Man wird allerdings eine Kontrolle des EEG empfehlen müssen, denn der langsame Alpharhythmus über den vorderen Hirnabschnitten und das gruppenweise Auftreten von Zwischenwellen bei Hyperventilation erweckt doch einen gewissen Verdacht auf eine cerebrale Schädigung.

Tabelle 6. *Grundrhythmus des EEG bei den Fällen mit peripherer Durchströmung ohne erkennbare cerebrale Beteiligung*

Fall	Art der Schädigung	front. bds.	praec. bds.	par. bds.	occ. bds.
12	Hand — Hand	9—10	9—10	9—10	9—10
13	Hand — Hand	8—9	8—9	9—10	9—10

Die Tab. 6 zeigt, daß auch in einem Fall von peripherer elektrischer Durchströmung ohne erkennbare Hirnbeteiligung ein langsamer Alpharhythmus über den vorderen Hirnabschnitten bestand. Es wäre natürlich möglich, daß der Kranke anlagemäßig einen solchen langsamem Alpharhythmus hatte, wenn es auch nicht ausgeschlossen erscheint, daß es ein Hinweis auf eine doch stattgehabte cerebrale Schädigung wäre (denn es wäre eine solche ja auch ohne Bewußtseinsverlust an sich möglich). Diese Frage könnte aber nur durch Kontrolluntersuchungen geklärt werden.

Wenn man diese Untersuchungen überblickt, kann man feststellen, daß in den Fällen 1—6 sicher eine cerebrale Durchströmung mit hochgespannten elektrischen Strömen stattgefunden hat, und daß sich in diesen Fällen pathologische EEG-Veränderungen fanden. Im Falle 7, bei dem das Pons-Medullagebiet von dem elektrischen Trauma betroffen wurde,

fanden sich keine pathologischen Veränderungen. In den Fällen 8—10 war keine direkte cerebrale Durchströmung erfolgt, es fanden sich aber sowohl klinisch, als auch im EEG Hinweise auf eine cerebrale Schädigung. Wahrscheinlich war es zu einem vorübergehenden Hirnödem gekommen. Im Falle 11 bestand klinisch nur ein gewisser Verdacht auf eine cerebrale Beteiligung. Im EEG fanden sich nur geringe Veränderungen, die eine solche allein auch nicht beweisen konnten. In den Fällen 12 und 13 war klinisch kein Anhalt für eine cerebrale Schädigung gegeben. Im EEG zeigte sich im Falle 12 zwar ein Verdacht auf eine cerebrale Beteiligung, er könnte aber nur durch Verlaufsuntersuchungen bewiesen werden. Im Falle 13 war auch im EEG kein Beweis für eine cerebrale Schädigung zu erbringen, wenn auch der langsame Alpharhythmus über den vorderen Hirnabschnitten erwähnenswert ist.

In den EEG-Befunden war am auffälligsten die *Verlangsamung des Alpharhythmus*. Von den 6 Fällen mit klinisch sicheren Hirnschädigungen fanden wir sie bei 5 Kranken. Bei den 5 Fällen, bei denen zwar keine direkte Hirndurchströmung stattgefunden hatte, in denen aber sowohl klinisch wie auch im EEG Hinweise auf eine cerebrale Schädigung vorhanden waren, bestand sie nur in 3 Fällen. Selbst bei den beiden Fällen, bei denen sich klinisch kein Anhaltspunkt für eine Hirnschädigung fand und bei denen das EEG nur gewisse Verdachtsmomente dafür ergab, fand sich einmal ein langsamer Alpharhythmus. Im Ganzen bestand er also unter unseren 13 Kranken bei 9 von ihnen. Dieser langsame Alpharhythmus war in allen diesen Fällen über den vorderen Hirnabschnitten und nur in einem Teil derselben über der ganzen Hirnoberfläche vorhanden. In einem Falle war er nur über dem Ort der Schädigung zu sehen. Noch beweisender als das häufige Vorkommen eines langsamen Alpharhythmus, ist aber die regelmäßig zu beobachtende Zunahme der Grundfrequenz bei den 6 Fällen, in denen wir eine Kontrolluntersuchung vornehmen konnten. (Bei dem Falle, bei dem die Nachuntersuchung bereits nach einem Jahr erfolgte, war sie am geringsten.) Durch diese Beobachtungen glauben wir uns zur Annahme berechtigt, daß die *Verlangsamung des Alpharhythmus für die elektrische Hirnschädigung charakteristisch, aber nicht spezifisch ist*. Die Alphaverlangsamung im EEG kommt nämlich auch nach mechanischen Hirntraumen vor, dauert aber offenbar dabei nur kürzere Zeit (MEYER-MICKELEIT). Es ist bemerkenswert, daß dies sowohl für die direkten thermoelektrischen Hirnschädigungen wie auch für die Fälle mit peripherer Durchströmung mit Hirnbeteiligung in Form von initialer Bewußtlosigkeit gesagt werden kann. ALEKSANDROVA u. MAKAROVA haben auch Frequenzverlangsamungen des Grundrhythmus bei ihren Elektrotraumen mit Hirnbeteiligung beobachten können. Sie sprachen sogar von einer Desorganisation des Alpharhythmus.

Von besonderem Interesse ist die Frage, wodurch bei den elektrischen Hirntraumen die Grundrhythmusverlangsamung zustandekommt. JUNG hat vor kurzem gezeigt, daß die Hypoxie sowohl im Tierexperiment wie auch bei menschlichen Erkrankungen, die mit Zirkulationsstörungen im Hirne einhergehen, eine derartige Verlangsamung der Hirnrhythmen bedingen kann. Er vermutet, daß es dabei sich um eine direkte Funktion verminderter Stoffwechselvorgänge der Neurone handelt. Er erwähnt auch Versuche von KORNMÜLLER, PALME u. STRUGHOLD, welche bei künstlicher Hypoxie (Einatmen von O_2 armer Luft), Grundrhythmusverlangsamungen auf 6 sec-Wellen und bei eintretender Bewußtseinsstörung sogar 3 sec-Wellen beobachteten. Derartige schwere Verlangsamungen der Hirnrhythmen konnte JUNG auch bei einem synkopalen Anfall und bei einem Adams-Stöcke-schen Anfall registrieren. Es wäre durchaus denkbar, daß beim Elektrotrauma die Grundrhythmusverlangsamung nach initialer Bewußtlosigkeit bei peripherer Durchströmung der Ausdruck oder die Folge einer vasomotorisch bedingten Hypoxie ist. Bemerkenswert ist jedenfalls, daß sich auch bei direkter thermoelektrischer Hirnschädigung solche Grundrhythmusverlangsamungen finden, so daß sich die Frage erhebt, ob nicht auch hierbei anoxämische Begleiterscheinungen der thermoelektrischen Wirkung die Grundlage dieser Rhythmusverlangsamungen sind.

In mehreren unserer Fälle war auch ein *paroxysmales Auftreten von Zwischenwellen*, entweder spontan oder bei Hyperventilation zu sehen. Im Schrifttum wurden von PATERSON u. TURNER ähnliche Erscheinungen bei cerebralem Elektrotrauma beobachtet.

In einem Falle, bei dem der Hinterkopf vom Strom getroffen worden war, konnte eine deutliche occipitale Alphaverminderung, allerdings an der Gegenseite, gefunden werden.

Zusammenfassung

1. Bei 13 Fällen von Elektrotraumen konnten folgende Beobachtungen gemacht werden:

- a) Bei den elektrischen Schädelverbrennungen mit thermoelektrischer Tiefeneinwirkung auf das Gehirn fand sich meist eine *Verlangsamung des Alpharhythmus*, manchmal ein *paroxysmales Auftreten von Zwischenwellen* (ohne oder mit Hyperventilation) und in einem Falle von occipitaler Schädigung auch eine *Alphaverminderung* auf der Gegenseite.
- b) Bei peripherer elektrischer Durchströmung mit initialer Hirbeteiligung in Form von Bewußtlosigkeit konnte in einem Teil der Fälle ebenfalls ein langsamer Alpharhythmus sowie einmalig eine leichte temporale Dysrhythmie und eine leichte Hyperventilationsveränderung beobachtet werden.

c) Bei peripherer elektrischer Durchströmung ohne erkennbare Hirnbeteiligung waren nur geringfügige EEG-Veränderungen, die man als Grenzbefunde bezeichnen kann, und die nicht sicher pathologisch gewertet werden können, zu sehen.

2. Die Unterschiede der EEG-Befunde bei den erwähnten 3 Gruppen sind mehr quantitativer als qualitativer Natur. Der meist beobachtete langsame Grundrhythmus, der, wie Kontrollbefunde ergaben, allmählich wieder in seiner Frequenz zunimmt, wird mit einer durch das elektrische Hirntrauma indirekt bedingten cerebralen Hypoxie zu erklären versucht.

3. Elektrotraumen des Gehirnes können also zu einem pathologischen EEG-Befund führen. Das EEG ist in der Lage, beim Nachweis einer elektrischen Hirnschädigung wesentlich mitzuhelfen.

Literatur

ALEKSANDROVA, L. J., u. L. G. MAKAROVA: Die Dynamik der neurologischen Symptome und Aktionspotentiale des Gehirnes bei Kranken mit Elektrotrauma. Nevropat. i. psikhiat. **19**, 17—22 (1950). — GIBBS, F. A., and E. L. GIBBS: Atlas of Electroencephalography I u. II. Cambridge: Addison Wesley Press Inc. 1952. — JUNG, R.: Hirnelektrische Befunde bei Kreislaufstörungen und Hypoxieschäden des Gehirnes. Verh. dtsch. Ges. Kreislaufforsch. **19**, 170—196 und 212—214 (1953). — Neurophysiologische Untersuchungsmethoden. — Handbuch der Inneren Medizin V. Bd. Neurolog. I. Teil I206—1420, Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953. — KORNMÜLLER, A. E., F. PALME u. H. STEUHOLD (zit. nach JUNG). — MEYER-MICKELEIT, R. W.: Das Elektroenzephalogramm nach gedeckten Kopfverletzungen. Dtsch. med. Wschr. **1953** I, 480—484. — PANSE, F.: Die Neurologie des elektrischen Unfalls und des Blitzschlags. Schriftenreihe „Arbeit und Gesundheit“. Stuttgart: Thieme 1955. — PATERSON, J. E., and J. W. A. TURNER: Lightning and the central nervous system. J. Roy. Army Med. Corps **82**, 73—75 (1944).

Doz. Dr. A. LEISCHNER, Bonn a. Rh., Rheinische Landesklinik