

Statistische und Verlaufs-Untersuchungen zur 4/s-Variante der EEG-Grundaktivität

Wolfgang H. Zangemeister und Walter Bushart

Neurologische Universitätsklinik Hamburg-Eppendorf, Martinistraße 52, D-2000 Hamburg 20,
Bundesrepublik Deutschland

Statistics and Reinvestigation of the 4/s Variant of Basic EEG Activity

Summary. We selected our patients from 1961 to 1973 (60 500 patients, 66 661 EEG recordings) for the 4/s variant of EEG activity according to the characteristics described in the literature. In 1.9‰ (115 patients) this EEG variant was evident. In addition, 25 out of 50 variant patients from this group were reexamined. In regard to amplitude, local distribution, frequency concentration around 4/s, our findings concur with those of other authors. Slower frequencies of the 4/s variant occur more often at advanced age. The age median was 32.7 years compared with 42.5 years in the rest of the cases examined in the clinic and out patient clinic over a period of 15 years. This age difference is significant ($P < 0.001$). The 4/s variant did not occur more often in men than in women. Only the most common clinical diagnosis, vascular headache or migraine (36%), occurred with significantly higher incidence in 4/s variant patients ($P < 0.001$). Other clinical diagnoses showed the same distribution in EEG variant patients and other patients of this clinic. EEG reexaminations carried out over a long period of time are an important criterion in evaluating 4/s activity in the posterior regions of the cranium as a—possibly constitutional—4/s variant of basic cerebroelectric activity.

Key words: EEG variant, 4/s – Age – Sex – Diagnoses – Statistic investigations.

Zusammenfassung. Entsprechend den in der Literatur mitgeteilten Merkmalen überprüften wir unser Patientengut der Jahre 1961 bis 1973 (60 500 Patienten, 66 661 EEG-Ableitungen) auf das Vorliegen einer 4/sec-Grundaktivitäts-Variante. 1,9‰ (115 Patienten) zeigten diese EEG-Variante. Zusätzlich konnten wir 25 von 50 wiedereinbestellten Merkmalsträgern dieser Gruppe untersuchen. Hinsichtlich Amplitudenhöhen, örtlicher Verteilung, Frequenzausprägung um 4/s stimmen unsere Befunde mit denen anderer Autoren überein. Ein signifikanter Zusammenhang besteht zwischen langsamer Frequenz der 4/s-Variante und fortgeschrittenem Alter des Merkmalsträgers. Der Altersmedian lag bei 32,7 Jahren im Verhältnis zu 42,5 Jahren im übrigen Unter-

suchungsgut der Klinik und Poliklinik über 15 Jahre. Dieser Altersunterschied ist signifikant ($P < 0.001$). Männer hatten nicht wesentlich häufiger als Frauen eine 4/s-Variante. Lediglich für die häufigste klinische Diagnose vasomotorischer Kopfschmerz oder Migräne (36%) ergab sich ein signifikant häufigeres Vorkommen bei 4/sec-Variante-Trägern ($P < 0.001$). Bei den übrigen klinischen Diagnosen fand sich kein besonderer Unterschied zwischen EEG-Merkmalsträgern im Vergleich zum übrigen Untersuchungsgut der Klinik. Langfristige Verlaufsuntersuchungen weisen darauf hin, daß das Kriterium der Konstanz des Befundes von großer Bedeutung ist für die Bewertung einer 4/s-Aktivität über den hinteren Schädelregionen als — möglicherweise konstitutionelle — 4/s-Variante der hirnelektrischen Grundaktivität.

Schlüsselwörter: 4/s-EEG-Variante — Alter — Geschlecht — Diagnosen — Verlaufsuntersuchungen.

Einleitung

Pitot und Gastaut berichteten 1956 [20] ebenso wie Nayrac und Beassart [16] und Vallat und Petit [22] über eine besondere EEG-Aktivität um 4/s im Bereich der hinteren Schädelhälfte. Sie beobachteten diese Aktivität vorzugsweise bei Patienten mit Schädelhirntraumen und Symptomen diencephaler Störungen. Vogel beschrieb 1958 [23] erstmals ein eineiiges Zwillingsspaar, das im EEG über den hinteren Hirnregionen „seitengleiche träge Wellen großer Amplitude“ aufwies, die sich ähnlich wie die Alpha-Grundaktivität verhielten. Neben der definitiven Eingrenzung spielte in der folgenden Zeit die Frage einer genetisch bedingten konstitutionellen 4/s-Variante im EEG eine wesentliche Rolle [26, 24, 12, 11, 3, 25]. Psychische Auffälligkeiten bei 4/s-Variantenträgern konnten gelegentlich nachgewiesen werden [1, 4, 13, 14, 17, 18]. Auch ein Zusammenhang mit bestimmten Diagnosen, insbesondere vasomotorische Kopfschmerzen oder Migräne, wurde von den meisten dieser Autoren vermutet.

Wir überblicken an unserer Klinik mit derzeit 115 Fällen ein vergleichsweise großes Patientengut. Nach Vorberichten [2, 3] sichten wir jetzt dieses Material zusammenfassend. Außerdem führten wir bei 25 (22%) Patienten mit 4/s-Variante im Frühjahr 1976 eine Nachuntersuchung durch. Neben der Frage der Häufigkeit im eigenen Untersuchungsgut gingen wir dabei der Frage einer besonderen Alters- und Geschlechtsverteilung nach, welche von einigen Autoren beschrieben wurde. Außerdem beschäftigte uns die Möglichkeit einer Korrelation bestimmter Symptome/Syndrome mit diesem EEG-Merkmal.

Material und Methodik

Die Arbeit stützt sich auf die Untersuchung von 115 4/s-Variantenträgern mit 396 EEG-Ableitungen zwischen 1961 bis 1973. In dieser Zeit wurden insgesamt 60500 Patienten mit insgesamt 66661 EEGs untersucht. Von den 115 Merkmalsträgern wurden 29 einmal unter-

sucht, 62 zwei- oder dreimal in einem Zeitraum zwischen 1 und 3 Jahren, 23 Patienten mehr als dreimal (bis zu 13mal) in einer Zeit zwischen 4 und maximal 12 Jahren. 50 Merkmalsträger, welche in Hamburg oder Umgebung wohnten, forderten wir im Frühjahr 1976 zu einer Nachuntersuchung auf, zu welcher 25 kamen. Entsprechend diesen zusätzlichen Befundkontrollen werteten wir Befundkonstanz als notwendiges Definitionskriterium der 4/s-Variante. Für die EEG-Grundaktivität definierten wir als 4/s-Variante eine vorwiegend sinusförmige EEG-Grundaktivität um 4/s (± 1), welche temporal hinten, parietal und occipital abgeleitet werden kann. Sie wird durch Sinnesreiz ebenso blockiert wie die normale Alpha-Grundaktivität. Nach Augenschluß tritt sie über eine flüchtige Phase mit Alpha-Wellen wieder in den Vordergrund. Sie ist leicht stöbar durch vielfältige Sinnesreize und verschwindet bei Vigilanzminderung. Während Vigilanzminderung kann sie durch Sinnesreiz aktiviert werden — ähnlich einer paradoxen Alpha-Aktivierung [11]. Normalerweise ist sie bilateral synchron sinusförmig ausgeprägt. Seitenasymmetrien der Amplituden kann es geben. Einseitig „fokales“ Auftreten [14, 9] bewerteten wir ebenso nicht als 4/s-Variante wie ein Auftreten erst bei oder nach Hyperventilation [11, 12] oder bei Flickerlichtreizung [21]. Die EEG-Kurven wurden auf Zwölfkanalgeräten der Fa. Schwarzer abgeleitet. Die Elektroden wurden symmetrisch in 2 Reihen parasagittal und fronto-temporo-occipital gesetzt: Ableitung uni- und bipolar in Längs- und Querreihen [8].

Befunde

(Eine Übersicht gibt Tabelle 1).

Häufigkeit. Bei einer Gesamtzahl von 60500 zwischen 1961 und 1973 untersuchten Patienten (66661 EEG-Ableitungen) findet sich in 1,9‰ ($n = 115$) eine 4/s-Variante.

Amplitude und Frequenz: Selten überschreiten in unserer Serie die Amplituden 50 μ V. Auch während der Hyperventilation nahmen die Amplituden nicht wesentlich zu. Die Frequenz streute zwischen 3 und 5/s. Das Maximum liegt bei 4/s, mit einem Überwiegen von 3,5 bis 4/s. Harmonische Beziehungen zur Alpha-Aktivität fanden wir bei visueller Auswertung nicht. Teilt man die Merkmalsträger in 2 Altersgruppen ein, 15 bis 39 Jahre und über 40 Jahre, ergibt sich im Frequenz-Bereich 3 bis 3,9/s eine ausgeglichenes Verhältnis der Altersgruppen. Merkmalsträger mit einer Aktivität von 4 bis 5/s fanden sich hingegen häufiger in der Altersgruppe 15 bis 39 Jahre. Dieser Unterschied ist signifikant ($P < 0.001$, χ^2 -Test [27]).

Topik. Die örtliche Verteilung der 4/s-Aktivität zeigte häufig ein Maximum in der Ableitung temporal hinten und parietal. Ein Maximum über der Occipitalregion ist dagegen relativ selten zu finden. Weniger häufig zeigt sich 4/s-Aktivität in der Ableitung temporal vorne. Seitenasymmetrien der Amplituden sahen wir in 11,3% (13 Fälle), ganz überwiegend zugunsten der rechten Seite (10 Fälle).

Altersverteilung. Die Studie erfaßt ausschließlich Patienten jenseits des 15. Lebensjahres. Der Altersmedian der 4/s-Variantenträger lag bei 32,7 Jahren im Bereich zwischen 15 bis 77 Jahre gegenüber 42,5 Jahren im übrigen Untersuchungsgut der Patienten ohne EEG-Variante im Bereich von 15 bis 97 Jahren. Besonders deutlich tritt dieser Unterschied in der Gruppe der 15 bis 29jährigen hervor ($P < 0.001$, χ^2 -Test [27]).

Tabelle 1. Übersicht über die wesentlichen Daten der 4/s-Variante im Vergleich zum übrigen Untersuchungsgut

| | | 4/s-Variante (n = 115) | Total (n = 60 500) | Significant im χ^2 -Test |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Geschlecht | männlich | 59 (68) | 52 (31 460) | n. s. |
| | weiblich | 41 (47) | 48 (29 040) | n. s. |
| Altersverteilung | 15—29 | 49,5 (57) | 26 (15 730) | $P < 0.001$ |
| | 30—49 | 27 (31) | 40,5 (24 502) | $P < 0.001$ |
| | > 50 | 23,5 (27) | 33,5 (20 268) | $P < 0.001$ |
| Die häufigsten Diagnosen | Migräne und vasomotor. KS | 36,6 (43) | 11,5 (3 365) | $P < 0.001$ |
| | Syncopen | 13,9 (16) | * | |
| | Epil. Reaktionen | 10,4 (12) | 13 (3 804) | n. s. |
| | Schädelhirntraumen | 10,4 (12) | 10,4 (3 043) | n. s. |
| | Schwindel | 10,4 (12) | * | |
| | Psychasthenie | 9 (10) | * | |
| | Rest | 9 (10) | * | |
| Örtliche Amplitudenverteilung | Temporal vorn | 8,7 (10) | | |
| | Temporal hinten | 30,4 (35) | | |
| | Parietal | 44,3 (51) | | |
| | Occipital | 16,6 (19) | | |
| Frequenzverteilung | 3— 3,5 | 8,7 (10) | | |
| | 3,5— 4 | 40,8 (47) | | |
| | 4 — 4,5 | 32,2 (37) | | |
| | 4,5— 5 | 18,3 (21) | | |
| | | 15—39 Jahre | > 40 Jahre | |
| Frequenzverteilung und Alter | 3 — 3,9 | 26 (30) | 23,5 (27) | |
| | 4 — 5 | 38,3 (44) | 12,2 (14) | |

Zahlen in Klammern: Anzahl; Übrige Zahlen: Prozentangaben; Spalte 2 von oben nach unten: Geschlecht, Alter in Jahren. KS = Kopfschmerzen, Epil. = Epileptische Reaktionen, Frequenzangaben in s^{-1} ; n. s. = nicht signifikant im chi-quadrat-Test; * = dokumentationstechnisch nicht ausreichend erfaßt

Geschlechtsverteilung. Bei den Merkmalsträgern überwiegen die männlichen Patienten im Verhältnis 1,4:1 gegenüber den weiblichen. In der Gruppe ohne EEG-Variante besteht ein ausgeglicheneres Geschlechtsverhältnis männlich zu weiblich wie 1,1:1. Dieser Unterschied ist nicht signifikant.

Diagnosen. Vasomotorische Kopfschmerzen oder Migräne fanden sich mit 36,6% am häufigsten, darunter zeigten eine Neigung zu ungerichtetem Schwindel und vasomotorischer Dysregulation 22,6%. Bewußtseinsstörungen im Sinne von — vermutlich vasculär ausgelöst — Synkopen, ohne Kopfschmerzen, ohne Schwindel oder Zeichen einer vasomotorischen Dysregulation im sonstigen Befinden, fanden sich in 13,9%. Die übrigen Diagnosen verteilen sich ziemlich gleichmäßig auf den Rest der Variantenträger. Von den restlichen 10 Patienten (9%) hatten 4 eine gesicherte intracranielle Raumforderung, 2 den Verdacht auf eine intracranielle Raumforderung. 3mal Zustand nach Virusmeningitis und 1 Fall mit

frühkindlichem Hirnschaden. Aus dokumentationstechnischen Gründen überblicken wir die Gesamtzahl und Art der Diagnosen zwischen 1961 und 1973 nicht vollständig. Für einen diesbezüglich besser dokumentierten Zeitraum (1965 bis 1969) mit 29269 Patienten findet sich für die Diagnose vasomotorische Kopfschmerzen oder Migräne ein signifikant häufigeres Vorkommen bei den Trägern der EEG-Variante ($P < 0.001$, [27]). Für die beiden anderen ausreichend dokumentierten Diagnosen epileptische Reaktionen und Schädelhirntrauma fand sich kein besonderer Unterschied. 51 (43%) unserer Patienten wurden stationär, gegebenenfalls auch operativ diagnostisch (Angiographie, PEG, LP) untersucht. Lediglich in 10 Fällen (9%) fanden sich pathologische Befunde: 4mal eine intracraniellen Raumforderung, 2mal der Verdacht hierauf, 4mal Zeichen einer unterschiedlich ausgeprägten Liquorzirkulationsstörung.

Nachuntersuchungen und Verläufe. Von den 50 angeschriebenen Merkmalsträgern kamen 25 zur Untersuchung. Hiervon boten lediglich 16 eine eindeutige 4/s-Aktivität im EEG. Von diesen 16 litten 8 unverändert unter vasomotorischen Kopfschmerzen, 2 unter gelegentlich diffusum Schwindel ohne Kopfschmerzen, 5 waren beschwerdefrei (davon 2 seinerzeit Zustand nach Schädelhirntrauma), ein Patient hatte seit 5 Jahren unter Zentropileinnahme keine generalisierten epileptischen Reaktionen mehr.

Von den 9 Patienten, welche eine 4/s-Variante nicht mehr sicher erkennen ließen, litten 3 weiterhin unter diffusen Kopfschmerzen, 2 standen unter Antikonvulsiva bei seltenen generalisierten epileptischen Reaktionen, eine inzwischen gesicherte intracranielle Raumforderung, ein frühkindlicher Hirnschaden; 2 frühere Kopfschmerzpatienten waren beschwerdefrei.

Von den jetzt 25 nachuntersuchten Patienten war dies die erste Kontrolle nach 3 bis 12 Jahren bei 15, die zweite Kontrolle nach 2 bis 10 Jahren bei 9, die dritte Kontrolle nach 6 Jahren bei 1 Patienten. Aus dem *gesamten* Patientengut mit 115 Fällen sahen wir 74,8% (62) mit 2 oder 3maliger EEG-Ableitung in einem Zeitraum zwischen 1 bis 3 Jahren, 20% (23) sehr viel häufiger, 3 bis 13mal in einem maximalen Zeitraum von 12 Jahren. Eine wertbare Befundkonstanz zeigte sich danach erst bei mehrfachen Ableitungen (3 bis 5mal) über einen Mindestzeitraum von 3 Jahren.

Diskussion

Vergleichen wir unsere Befunde mit denjenigen der schon eingangs zitierten Autoren, so findet sich eine Reihe von Übereinstimmungen. Unterscheidet man die Häufigkeit der elektroencephalographisch Untersuchten von derjenigen aller elektroencephalographischen Untersuchungen, so findet sich bei dem für uns zutreffenden ersten Fall eine gute Übereinstimmung mit 1,9‰ im Vergleich zu anderen Untersuchern mit einer Schwankungsbreite zwischen 1,2 und 1,6‰. Die Frequenzverteilung mit einem Hauptteil der Frequenzen um 4/s entspricht den Angaben der Voruntersucher. Eine sich in unserem Untersuchungsgut abzeichnende Tendenz zu einem häufigeren Vorkommen der Frequenzen unter 4/s in der Gruppe der über 40jährigen (siehe Tabelle 1 unten) wurde bisher nicht beschrieben

und ließ sich statistisch belegen. Amplitudenhöhen und örtliche Verteilung der EEG-Variante entsprechen bei unserem Ableitungsmodus derjenigen normaler Alpha-Aktivität. Das von verschiedenen Autoren vermutete häufigere Vorkommen der 4/s-Variante bei jüngeren Altersgruppen, insbesondere bei Altersgruppen zwischen 20 und 29 Jahren konnten wir in unserem Untersuchungsgut im Sinne einer signifikanten Häufung bestätigen. Auch wenn sich die 4/s-Variante schon 7 oder 8 Jahre vor dem 15. Lebensjahr abzeichnen kann [5], sollte ihre Bewertung als Variante erst nach dem 15. Lebensjahr eindeutig erfolgen.

Häufigeres Vorkommen der 4/s-Variante bei Männern [18, 25, 12, 6] ließ sich in unserem Material nicht nachweisen.

Die Frage eines häufigeren Auftretens bestimmter Diagnosen wie vasomotorischer Kopfschmerz oder Migräne, psychischen Auffälligkeiten, Schädelhirntraumen, Tendenz zu vasomotorischer Dysregulation, konnten wir in unserem Material nur für den ersten Fall stützen. Dies bedeutet, daß die Erfahrungen anderer Autoren [1, 18, 6, 2, 3] sich nur teilweise bestätigen: vasomotorische Kopfschmerzen und Migräne finden sich hiernach signifikant häufiger bei 4/s-Variantenträgern. Andere Diagnosen hingegen lassen keine besondere Häufung bei solchen Merkmalsträgern erkennen. Auf das sehr seltene Zusammentreffen pathologischer Phänomene mit dem Vorkommen einer echten 4/s-Variante weisen die nur in 10 von 51 operativ diagnostisch untersuchten Fällen nachweisbaren pathologischen Befunde hin.

Entsprechend dem von uns verwendeten Ausgangskriterium einer über längere Zeit erhaltenen Befundkonstanz bestätigen die Mehrzahl der bei uns aufgefallenen Merkmalsträger die Auffassung, daß die 4/s-Variante, welche über einen Zeitraum von über 3 Jahren oder länger nachweisbar ist, ein konstantes individuelles Merkmal sein dürfte. Nach diesem Mindestzeitraum trat eine Rückbildung bei keinem der Patienten mehr ein. Die im Rahmen der oben analysierten Nachuntersuchung ausgeschiedenen Fälle weisen daraufhin, daß ein- oder mehrmalige Untersuchungen in einem zu kurzen Zeitraum noch keinen gültigen Aufschluß über das tatsächliche Vorliegen einer konstitutionellen Variante ergeben.

Seit Erstbeschreibung der 4/s-Variante [19] wurden verschiedene Vermutungen über die Entstehungsbedingungen dieser EEG-Variante geäußert: Darunter Schädelhirntraumen, diencephale Störungen [1, 19, 16] sowie für einen Teil der Fälle genetische Determinanten [25, 13, 17]. Neurophysiologische Untersuchungen zu dieser Frage wurden nur selten durchgeführt: Frequenzanalysen [10, 7], visuell evozierte Potentiale bei 4/s-Variantenträgern [28]. Wo der Schrittmacher der 4/s-Aktivität zu suchen ist, bleibt damit im Feld der Spekulation. Pathologische ZNS-Einwirkungen, insbesondere intracranielle Raumforderungen und Schädelhirntraumen stehen auch nach unseren Erfahrungen in keinem Zusammenhang mit einer 4/s-Variante. Die mögliche Verlangsamung der Alpha-Grundaktivität nach Contusio cerebri mit Normalisierung nach einem Jahr bei unbeeinflusster Frequenz der 4/s-Variante im selben Zeitraum [11] weist ebenfalls hierauf hin.

Insgesamt sehen wir eine echte 4/s-Variante der EEG-Grundaktivität lediglich als eine bis auf weiteres harmlos einzustufende Abnormität. Alter, Geschlecht oder besondere Diagnosen, mit Ausnahme vasomotorischer Kopfschmerzen oder

Migräne, haben nach unseren Erfahrungen in diesem Zusammenhang keinen besonderen Stellenwert. Neben den bekannten EEG-Merkmalen ist die Befundkonstanz über lange Zeiträume ein besonders zu beachtendes Kriterium der 4/s-Variante.

Literatur

1. Aird, R. B., Gastaut, Y.: Occipital and posterior electroencephalographic rhythms. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **11**, 637—656 (1959)
2. Bushart, W., Jannakis, C.: Grundaktivität um 3/s ohne erkennbare klinische Ursache. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **20**, 268 (1966)
3. Bushart, W.: Weitere Erfahrungen über den 4/s Rhythmus. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **26**, 445 (1969)
4. Dongier, S., de Tournandre, A., Naquet, R., Gastaut, H.: Etude psychologique de 34 sujets présentant un rythme postérieur à 4c/s. *Rev. neurol.* **11**, 345—352 (1964)
5. Doose, H., Gerken, H., Koenig, G., Völzke, E.: Occipitale Delta-Rhythmen im kindlichen EEG und ihre Beziehungen zur 4/s-Grundrhythmusvariante des Erwachsenen. 21. Jahrestagung der Deutschen EEG-Gesellschaft, 1976
6. Heintel, H.: Die 4/s EEG-Grundrhythmusvariante. *Z. EEG-EMG* **6**, 82—87 (1975)
7. Heintel, H., Künkel, H., Niethardt, P.: Spektralanalyse von EEG-Grundrhythmusvarianten. *Z. EEG-EMG* **6**, 98 (1975)
8. Janzen, R.: In: *Klinische Elektroencephalographie*, 7. Kongreß der Deutschen EEG-Gesellschaft, S. 79—80, Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1961
9. Jörg, J., Rabe, F.: Die einseitige abnorme Rhythmisierung im Hirnstrombild. *Nervenarzt* **46**, 695—697 (1975)
10. Künkel, H., Helmchen, H., Selbach, H.: Zur Entstehung der „rhythmischen Nachschwankung“ bei optisch ausgelösten Reizantworten im EEG des Menschen. 6th Internat. Congress of Electroencephalogr. and clin. Neurophysiol., Vienna 1965
11. Kuhlo, W.: Die 4—5/s EEG-Grundrhythmusvariante im Schlaf und nach Contusio cerbr. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **210**, 68—75 (1967)
12. Kuhlo, W., Heintel, H., Reichenmiller, H. E., Vogel, F.: Familienuntersuchung bei 4—5/s Grundrhythmusvariante. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **26**, 445 (1969)
13. Kuhlo, W., Heintel, H., Vogel, F.: The 4—5/s rhythm. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **26**, 613—618 (1969)
14. Lücking, C. H., Biel, M. L., Hoffmann, J., Meier-Ewert, K.: Abnorme Grundrhythmusvariante. *Z. EEG-EMG* **5**, 136 (1974)
15. Müller-Küppers, M., Vogel, F.: Über die Persönlichkeitsstruktur von Trägern einer seltenen erblichen EEG-Variante. *Jb. Psychol. Psychother. med. Anthropol.* **12**, 75—101 (1965)
16. Nayrac, P., Beaussart, M.: A propos des rythmes à 4 c/s postérieurs chez les anciens traumatisés craniens. *Rev. neurol.* **94**, 849 (1956)
17. Neundörfer, B.: Über die 4—5/s EEG-Grundrhythmusvariante. *Nervenarzt* **41**, 321—326 (1970)
18. Petersén, I., Sörbye: Slow posterior rhythm in adults *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **14**, 161—170 (1962)
19. Pitot, M., Gastaut, Y.: Aspects E. E. Graphiques inhabituels des séquelles des traumatismes craniens: II. Les rythms postérieurs à 4 cycles-seconde. *Rev. neurol.* **94**, 189—191 (1956)
20. Scherzer, E.: Über die gutachtliche Wertung des 4/s Rhythmus nach Schädeltraumen. *Psychiat. Neurol. (Basel)* **150**, 8—20 (1965)
21. Schindler, I.: Monomorphe occipitale Theta-Wellen-Serien im Elektroencephalogramm. *Med. Diss. München* 1964

22. Vallat, J. N., Lepetit, J. M.: Presentation de traces de traumatismes craniens avec rythmes posterieurs a quatre cycles-seconde. *Rev. Neurol.* **96**, 551—552 (1957)
23. Vogel, F.: Über die Erbllichkeit des normalen Elektroencephalogramms. Stuttgart: Thieme 1958
24. Vogel, F.: Genetische Aspekte des Elektroencephalogramms. *Dtsch. med. Wschr.* **88**, 1748—1759 (1963)
25. Vogel, F., Fujiya, Y.: The incidence of some inherited EEG-Variants in normal Japanese and German males. *Humangenetik* **7**, 38—42 (1969)
26. Vogel, F., Götze, W.: Familienuntersuchungen zur Genetik des normalen Elektroencephalogramms. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* **178**, 668—700 (1959)
27. Weber, E.: Grundriß der Biologischen Statistik, S. 493—496. Stuttgart: G. Fischer 1967
28. Zschocke, St., Zangemeister, W. H.: Visuell evozierte Potentiale bei 4/s-Variante des EEG. 21. Jahrestagung der Deutschen EEG-Gesellschaft, Bremen, 1976

Eingegangen am 18. Januar 1977