

Zur Frage der Alters- und Diagnoseabhängigkeit der Links-Lateralisation und Lokalisation von EEG-Herden*

H. Koufen und C. Gast

Psychiatrische und Nervenklinik der Universität Freiburg i. Br. (Direktor: Prof. Dr. R. Degkwitz), Freiburg, Bundesrepublik Deutschland

Left-Sided Lateralisation and Localisation of EEG Foci in Relation to Age and Diagnosis

Summary. The retrospective evaluation of seven non-selective random tests of a total of 2543 continuously registered EEG foci shows the following results:

1. EEG foci on the left side: $1532 = 63.6\%$; foci on the right side: $875 = 36.4\%$.
2. Left preponderance in all decennia, significant from the second decennium onwards in nearly constant measurement.
3. Of all foci, 43.6% were exclusively located in temporal regions (71% on the left, 29% on the right). The foci of the occipital region decreased from 60% to 20% between the first decennium and involution, the foci of the temporal region increased from 26% to 54%.
4. Left preponderance occurred in all kinds of EEG foci, among the delta-foci only because of their accumulation in the temporal region.
5. In all diagnoses, the left side was more frequently affected, most distinctly among vascular disturbances, least distinctly among intracranial space-occupying lesions.
6. Six of seven EEG examiners showed significant left preponderance. The extent of left preponderance and the frequency of reductions of alpha waves, of focal dysrhythmias, and of theta wave foci were dependent on the examiner.
7. The authors discuss the connection between the general left preponderance of EEG foci, which is modified by but not basically dependent on sex, age, and diagnosis, and the greater possibility of disturbing the function of the hemisphere dominating speech development.

Key words: EEG foci – Left lateralisation – Dependence of age – Clinical diagnosis – EEG examiner.

* Herr Professor Degkwitz zum 60. Geburtstag

Sonderdruckanforderungen an: Prof. Dr. H. Koufen, Psychiatrische und Nervenklinik der Universität, Hauptstr. 5, D-7800 Freiburg, Bundesrepublik Deutschland

Zusammenfassung. Die retrospektive Auswertung von 7 auslesefreien Stichproben mit insgesamt 2543 fortlaufend registrierten EEG-Herdbefunden ergab folgendes:

1. Linksseitige Herde $1532 = 63,6\%$, rechtsseitige $875 = 36,4\%$. Bei Frauen Anteil linksseitiger Herde 4,1% größer als bei Männern.
2. Linksüberwiegen in allen Dezennien, vom 2. Dezennium an signifikant in etwa gleichbleibender Ausprägung.
3. Ausschließlich temporal lokalisiert 43,6% aller Herde (links 71%, rechts 29%). Herde der hinteren Hirnregionen nehmen vom 1. Dezennium bis zur Involution von 60 auf 20% ab, Herde der Temporalregion von 26 auf 54% zu.
4. Bei allen Herdarten Linksüberwiegen, bei den Deltaherden jedoch nur wegen ihrer Häufigkeit in der Temporalregion.
5. Bei allen Diagnosen linke Seite häufiger betroffen, am ausgeprägtesten bei den vasculären Störungen (70%), am geringsten bei den Raumforderungen (59%).
6. Bei 6 der 7 Untersucher Linksüberwiegen signifikant. Untersucherabhängig waren das Ausmaß des Linksüberwiegens und die Häufigkeit von Alphaverminderungen, focalen Dysrhythmen und Zwischenwellenfoci.
7. Es wird diskutiert, ob das durch Einflüsse von Geschlecht, Diagnose, Lebensalter und unterschiedlichen Untersuchermaßstäben zwar modifizierte, nicht aber allein erklärte Linksüberwiegen der EEG-Herde mit einer größeren funktionellen Störbarkeit der sprachdominanten Hemisphäre zusammenhängt.

Schlüsselwörter: EEG-Herde – Linkslateralisation – Altersabhängigkeit – Diagnose – Untersucher.

Einleitung

Schon bevor man vom EEG her darauf aufmerksam wurde, daß Herde über der linken Hemisphäre möglicherweise häufiger als rechts vorkommen, war bekannt, daß z. B. cerebrale Gefäßstörungen links bevorzugt manifest werden [23, 20, 32]. Das Linksüberwiegen von EEG-Herden hat bei alten Menschen und cerebralen Gefäßprozessen [48, 35, 16, 11, 7, 43], bei temporaler Epilepsie [3, 50, 26, 30] und Hirntraumen [12, 34, 44, 42, 29a] Beachtung gefunden. Ihr häufiges Vorkommen bei traumatischen Psychosen [45] gab Anlaß zu der Annahme, die lokale Funktionsstörung der dominanten Hemisphäre stelle einen pathoplastischen Faktor dieser Psychosen dar [26, 8, 39]; dieses Linksüberwiegen blieb übrigens nicht unbestritten [23, 10, 40].

Umfängliche allgemeine statistische Erhebungen zur Frage einer Seitenbevorzugung von EEG-Herden sind selten geblieben. Hughes [21] fand 1960 bei 1339 EEG-Herden die linke Seite mit 53,2% signifikant häufiger betroffen, Paolozzi [37] bei 4032 Herden mit 69,5% und Kunkel [29b] bei 2587 Herden sogar mit 71%. Helmchen et al. [18] registrierten unter 1062 Herden zwar nur 52% linksseitige, aber eine kontinuierliche Zunahme der linksseitigen Herde mit dem Lebensalter von unter 40% im 1. Lebensjahrzehnt auf ca. 80% im 8. Lebensjahrzehnt. Nach

ihren Beobachtungen sind linksseitige Herde vornehmlich über den vorderen, rechtsseitige vornehmlich über den hinteren Hirnregionen lokalisiert.

Die unterschiedlichen, z.T. widersprüchlichen Ergebnisse gaben Anlaß, anhand eines umfangreichen unausgelesenen Materials den Einflüssen von Lebensalter, Diagnose und Untersucher für die Linksseitenbevorzugung von EEG-Herden nachzugehen.

Methodik

Aus dem gemischt neurologisch-psychiatrischen ambulanten und stationären Krankengut wurden die von 7 verschiedenen EEG-Ärzten zu den verschiedenen Zeitpunkten aus 28933 EEGs fortlaufend erhobenen Herdbefunde bis zu einer Anzahl von 2543 jeweils nur einmal berücksichtigter Fälle (= 8,8%) registriert. Der Anteil der 7 Untersucher ist aus Abb. 7 ersichtlich. Die nach Aussonderung von 136 Fällen mit beidseitigen Herdbefunden verbliebenen 2407 EEG-Herde bilden die Grundlage der Berechnungen.

Das mittlere Lebensalter lag bei 38,9 Jahren. Das 1. Lebensjahrzehnt war mit 9% beteiligt, die älteste Gruppe ab 60 Jahren mit 18,3%. 61,7% waren männliche, 38,3% weibliche Patienten. Eine von Herdbefunden unabhängige Stichprobe von 1000 Patienten zeigte eine ähnliche Geschlechtsverteilung (58,8% männlich, 41,2% weiblich).

Die morphologische Beschreibung der EEG-Herde ist an der von Jung [25] angegebenen Klassifizierung in Alphaverminderung, Alphaaktivierung, focale Dysrhythmie, Zwischenwellen-Deltawellen- und Krampffocus orientiert. Die topographische Beschreibung erfolgte nach den Schwerpunkten fronto-präzentral, fronto-temporal, temporal und temporal-basal, temporo-occipital, parieto-occipital und ganze Hemisphere; von Fall zu Fall erfolgte die Zusammenfassung in die 3 Bereiche vordere, hintere und temporale Hirnregionen. Alle Kurven waren auf 8 Kanälen mit den von Jung [25] angegebenen 16 Elektrodenpositionen mit 3 unipolaren Schaltungen gegen Ohr und 5 bipolaren Reihenschaltungen abgeleitet.

Die klinischen Diagnosen wurden bei allen unklaren Fällen und bei allen Mehrfachdiagnosen anhand der Krankenblatt- und Ambulanzunterlagen überprüft; danach blieben noch 94 Fälle = 3,9% übrig, die unter der Rubrik „unklar, zusammengefaßt“ wurden. Die zusammengefaßten Diagnosengruppen sind aus Abb. 6 ersichtlich.

Ergebnisse

1. *Lateralisation der EEG-Herde.* Einseitige Herde 1532 (63,6%) links und 875 (36,4%) rechts. Es war somit ein deutliches Linksüberwiegen festzustellen.

2. *Geschlechtsverteilung.* Links bei Männern 62,1, bei Frauen 66,2%; rechts bei Männern 37,9 und bei Frauen 33,8. Das größere Linksüberwiegen bei Frauen ist signifikant ($\chi^2 4,178, f = 1, P < 0,05$).

3. *Lebensalter und Lateralisation.* Bereits im 1. Dezennium fand sich ein Linksüberwiegen, das mit ca. 55% aber weniger ausgeprägt als vom 2. Dezennium an war (von da an zwischen 63 und 66%), siehe Abb. 1.

Abweichend von der allgemeinen Tendenz zum Linksüberwiegen zeigten Rechtsüberwiegen: a) lebensalterabhängig im 1. Dezennium die Herde der vorderen Hirnregionen (72:28, $n = 29$), im 6. Dezennium die Herde der hinteren Hirnregionen (56:44, $n = 82$), b) herdartabhängig die Deltaherde der Occipito-Parietalregion (59,5:40,5, $n = 84$); angedeutet war dies auch bei den Krampffoci dieser Region (53:47, $n = 19$) der Fall.

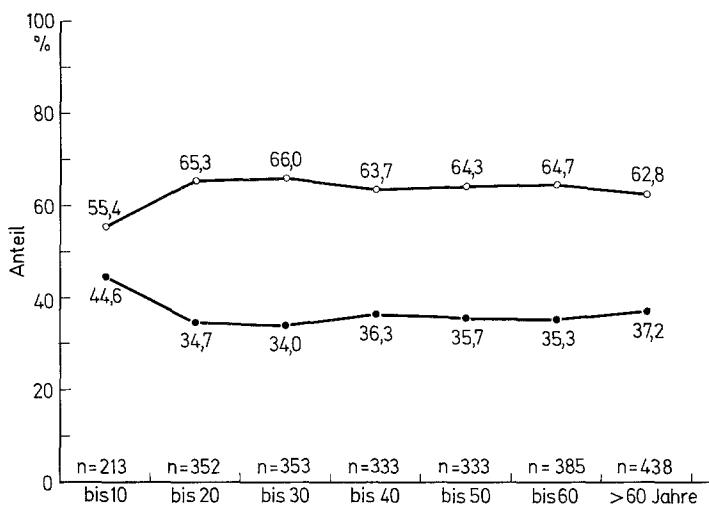


Abb. 1. Lateralisation der Herde in den einzelnen Dezennien. Abscisse: Dezennien. Ordinate: Prozentualer Anteil der Links- (-○-○-○-) und der Rechtsherde (-●-●-●-)

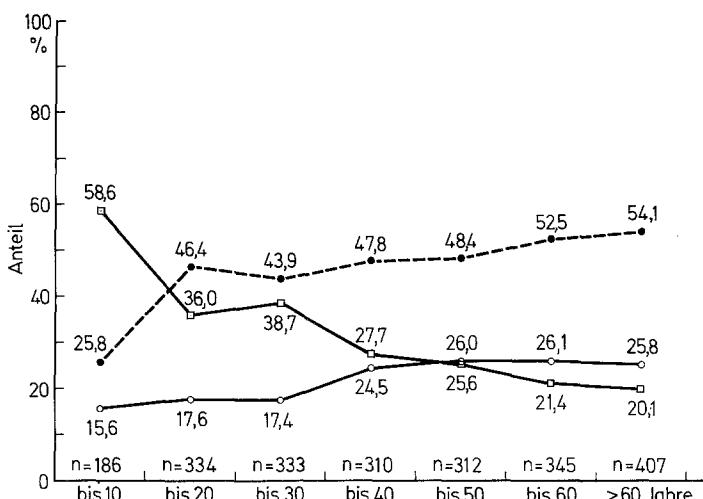


Abb. 2. Topographie der einseitigen Herde in den einzelnen Dezennien. Abscisse: Dezennien. Ordinate: Prozentualer Anteil der Herde mit Einbeziehung der Occipitalregion (-□-□-□-), der Frontalregion (-○-○-○-) und ausschließlicher Lokalisation in der Temporalregion (-●-●-●-)

4. *Topographie der Herde.* Ausschließlich temporal waren 43,6% der Herde lokalisiert, die ganze Hemisphäre war in 7,5% betroffen; parieto-occipital waren 15,6%, fronto-präzentral 9,3% der Herde gelegen, fronto-temporal 11,4%, temporo-occipital 12,6%.

Während die Herde der Occipitalregion mit dem Lebensalter von 58,6% im 1. Dezennium bis auf 20,1% kontinuierlich abnahmen, nahmen die Herde der Frontalregion von 15,6 auf 25,8%, die Herde der Temporalregion von 25,8 auf 54,1% zu, vgl. Abb. 2.

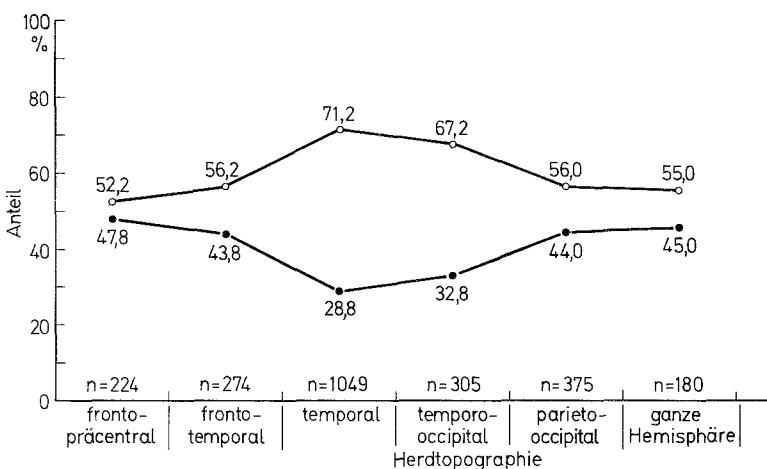


Abb. 3. Topographie der einseitigen Herde über der linken (-○-○-○-) und rechten (-●-●-●-) Hemisphäre. Abscisse: Topographie. Ordinate: jeweiliger prozentualer Anteil an Links- und Rechtsherden

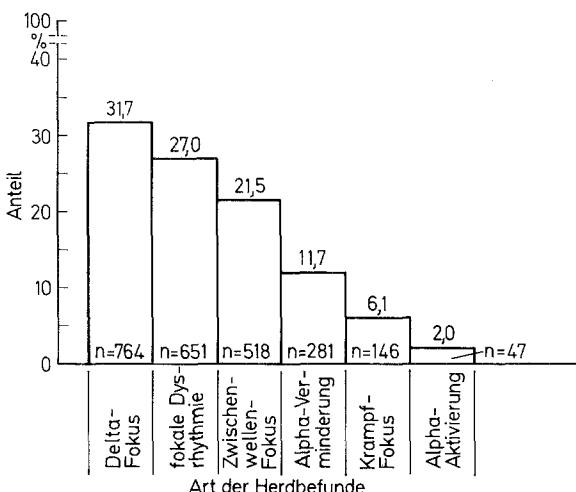


Abb. 4. Morphologie der einseitigen Herde im Gesamtkollektiv ($n = 2,407$). Abscisse: Art der Herdbefunde. Ordinate: jeweiliger prozentualer Anteil am Gesamtkollektiv der Herde

Die Links-lateralisation war bei den Herden der Temporalregion am ausgeprägtesten (71:29), bei den frontalen Herden am geringsten (52:48), vgl. Abb. 3. Bei den Herden der linken Hemisphäre hatte die Temporalregion einen Anteil von 48,8%, bei den der rechten Hemisphäre von 34,5%. Die links temporalen Herde machten 31% aller 2407 Herdbefunde aus.

5. Morphologie der Herde. Die Deltaherde hatten mit 31,7% den größten, die Alphaaktivierungen mit 2% den kleinsten Anteil (vgl. Abb. 4).

Bei allen Herdarten einschließlich der Deltafoci war die linke Hemisphäre häufiger betroffen (vgl. Abb. 5); mit Ausnahme der am schwächsten vertretenen

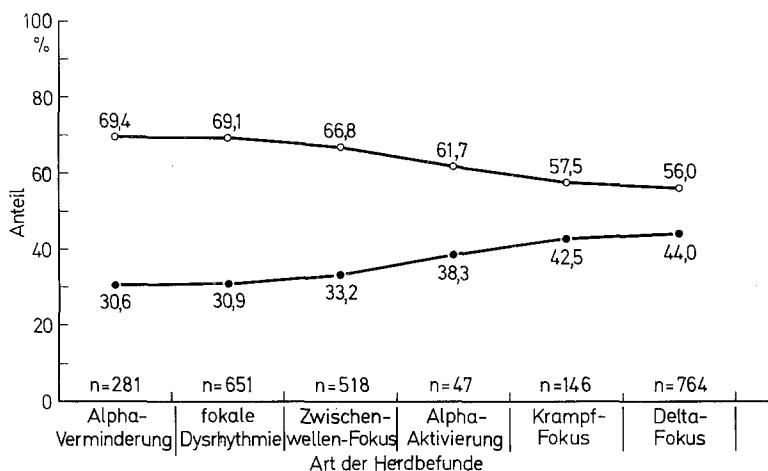


Abb. 5. Morphologie der Herde über der linken und rechten Hemisphäre. Abscisse: Art der Herdbefunde. Ordinate: jeweiliger prozentualer Anteil an Links- (-o-o-o-) und Rechtsherden (-●-●-●-)

Alphaaktivierungen und Krampffoci war dies auf dem 1%-Niveau signifikant¹. Bei den Deltaherden war das signifikante Linksüberwiegen aber nur auf die Verhältnisse der Temporalregion zurückzuführen (63:37), über den vorderen Hirnregionen (51:49) und den hinteren Hirnregionen (40,5:59,5) wichen die Seitenverteilung deutlich ab. Deltaherde und Krampffoci waren bei den rechtshemisphärischen Herden mit 45,5% relativ häufiger vertreten, unter den linkshemisphärischen Herden machten sie nur 33,4% aus; umgekehrt waren focale Dysrhythmien, Zwischenwellenherde und Alphaverminderungen rechts mit 52,5% relativ seltener als links, wo sie 64,7% aller Herde ausmachten.

Hoch signifikant war die mit dem Lebensalter gegenläufige Tendenz von Krampffoci und Deltaherden ($\chi^2 69,5, f = 1, P < 0,001$); Krampffoci machten im 1. Dezennium 17,4% aller Herde, in der Involution nur noch 1% aus; die Deltafoci stiegen im gleichen Zeitraum von 30 auf 47,5% an.

6. Klinische Diagnose und EEG-Herde. Bei allen Diagnosegruppen war die linke Hemisphäre häufiger von EEG-Herden betroffen als die rechte, bei den Gefäßprozessen und degenerativen Hirnerkrankungen war dies im Verhältnis von etwa 7:3 besonders ausgeprägt; aber auch bei den cerebralen Raumforderungen ergab sich noch ein Verhältnis von 59:41 ($P < 0,01$), vgl. Abb. 6.

7. Untersucher und Lateralisation. Die gesonderte Auszählung des Anteils der linksseitigen Herde bei den 7 Untersuchern zeigte mit den Extrempositionen von 73 und 54% eine deutliche Untersucherabhängigkeit (vgl. Abb. 7). Bis auf den Untersucher 4 mit der kleinsten Stichprobe war aber das Linksüberwiegen signifikant, überwiegend auf dem 1%-Niveau. Die Unterschiede beruhten in erster Linie auf der unterschiedlich häufigen Feststellung von Alphaverminderungen,

¹ Die statistischen Berechnungen stützen sich auf die aus den Geigy-Tabellen entnommenen Vertrauensgrenzen bei Binomialverteilung. Soweit die Abhängigkeit zwischen den Merkmalen statistisch überprüft wurde, geschah dies mit Vierfelder- χ^2 -Tests

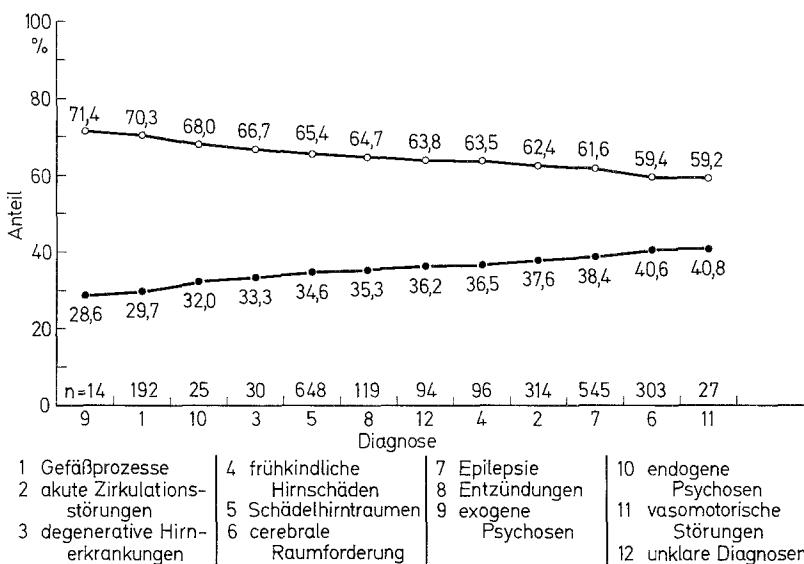


Abb. 6. Klinische Diagnose und Herdseitigkeit. Abscisse: Diagnosen. Ordinate: jeweiliger prozentualer Anteil der links- (-○-○-○-) und rechtsseitigen (-●-●-●-) Herde

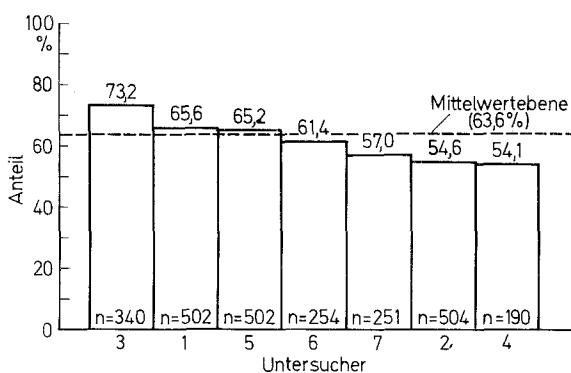


Abb. 7. Linkslateralisation der EEG-Herde insgesamt bei den einzelnen Untersuchern. Abscisse: Untersucher. Ordinate: jeweiliger prozentualer Anteil der linksseitigen Herde

focalen Dysrhythmien und Zwischenwellenherden (fast 30% Differenzen); bei den Deltaherden schwankte die Linkslateralisation zwischen 52 und 62%. Zu weiteren Einzelheiten wird auf die Dissertation von Gast [13] verwiesen.

Diskussion

1. Das herausragende Ergebnis ist die größere Vulnerabilität der linken Großhirnhemisphäre, insbesondere der Temporalregion, die trotz gewisser Modifikationen durch Geschlecht (bei Frauen etwas häufiger), durch die Diagnose (bei cerebralen Gefäßprozessen am ausgeprägtesten) und durch das Lebensalter (im 1. Dezennium am geringsten ausgeprägt) nicht allein erklärt werden kann. Auch die Untersucher-

einflüsse vermögen das Phänomen nicht zu erklären, da sie lediglich das Ausmaß, nicht aber die generelle Tendenz betreffen. Somit erweist sich die größere Vulnerabilität der linken Großhirnhemisphäre für mit dem EEG erfaßbare Funktionsstörungen als ein allgemeingültiges Phänomen. Im Grundsatz werden die statistischen Erhebungen von Hughes [21], Paolozzi [37] und Kunkel [29 b] bestätigt, nicht dagegen die von Helmchen et al. [18] beschriebene kontinuierliche Zunahme der linksseitigen Herde und das absolute Überwiegen rechtsseitiger Herde im Kindesalter. Das Linksüberwiegen bei Hirntrauma [12, 34, 45, 44, 42, 29a], Hirnabbau [47, 35, 15, 11, 7, 43] und temporaler Epilepsie [3, 26, 30] wird nicht im Sinne der Selektion, sondern nur als Teilerscheinung einer allgemeinen Gesetzmäßigkeit bestätigt. Die Generalisierung des Linksüberwiegens von EEG-Herden läßt diagnostisch spezifische Deutungen bei traumatischen Psychosen [26, 8, 39], schizophrenerieähnlichen Epilepsiepsychosen [9 im Gegensatz zu 54], bei organischen Psychosyndromen von Schizophrenen im Gegensatz zu Rechtsherden bei schizophrenen Defektzuständen [17], unter Lithium-Medikation [19] im Gegensatz zu Rechtsherden unter Perazin-Behandlung von Schizophrenen [53] oder unter Behandlung mit trizyklischen Psychopharmaka [46] nicht zu. Das Phänomen war bei unseren unklaren Fällen ebenso vorhanden wie z.B. bei Herdprovokation durch beidseitige Elektroschockbehandlung [1, 49]. Die besondere Häufung bei den cerebralen Gefäßerkrankungen, die pathologisch-anatomisch belegt ist [24, 21, 4, 33], und die wohl auch das wesentlich häufigere Vorkommen von linksseitigen Ventrikelerweiterungen [52] mitbedingt, schließt die Allgemeingültigkeit, die schon in den Altersbereichen vor der Manifestation von cerebralen Gefäßprozessen vorhanden ist, nicht aus.

2. Das Rechtsüberwiegen, das Helmchen et al. [18] für die ersten Lebensjahrzehnte beschrieben haben und das für kindliche Epilepsien [51] und Hirnkontusionen [27, 28] sowie für die occipitalen langsam Rhythmen [2, 38] von manchen bestätigt, von anderen nicht gesehen wurde [22, 30, 6, 31], zeichnet sich tendenziell an der geringeren Ausprägung des Linksüberwiegens im 1. Lebensjahrzehnt und der Rechtsbetonung der Herde der vorderen Hirnregionen ab. Daß aber die Rechtsherde bis zur Lebensmitte überwiegen [18], findet sonst in der Literatur keine Bestätigung.

3. Für die Lokalisation hat das Lebensalter offenbar eine größere Bedeutung als für die Lateralisation. So nehmen die Herde der hinteren Hirnregionen vom 1. Dezennium an kontinuierlich ab, während die der Temporalregion auf das Doppelte ansteigen. Die Bevorzugung der hinteren Hirnregionen bei EEG-Herden von Kindern ist wiederholt beschrieben worden [14, 22, 48, 27, 30]. Meyer-Mickeleit [32] hat am Beispiel der Residualepilepsie gezeigt, daß aber schon ab dem 13. Lebensjahr die temporal und basal lokalisierten Herde überwiegen. Ihr Überwiegen im Erwachsenenalter ist bekannt [20, 21] und von manchen mit 70–80% angegeben worden [12, 28, 29a, 47]. Da auch hier eine durchgehende Tendenz vorliegt, erscheint eine diagnostisch spezifische Interpretation [41, 9] wohl nicht zulässig; auf die besondere lokalisatorische Unzuverlässigkeit der temporalen Herde hat Hess [20] bei seinen Hirntumorbefunden hingewiesen. Eine generelle Rechtsbevorzugung von Herden der hinteren Hirnregion, wie sie Helmchen et al. [18] beschreiben, können wir nur für die Deltaherde bestätigen; im 1. Dezennium bezog sich die Rechtsbetonung gerade auf die vorderen Hirnregionen.

4. Die Untersucherabhängigkeit bei der Feststellung von Alphaverminde rungen dürfte sich damit erklären, daß ihre von Jung angegebenen Kriterien [25] und die physiologischerweise links geringere Ausprägung und Spannungshöhe des Alpharhythmus unterschiedlich berücksichtigt worden sind und daß Kontrollen zum Ausschluß von Artefakten nicht regelmäßig durchgeführt wurden. So sank der Anteil an Alphaverminderungen deutlich, seit die Feststellung einer solchen an die Bestätigung durch Kontrollableitungen gekoppelt wurde, wenn nicht gleichzeitig eine lokale Alphaverlangsamung vorliegt.

Für die Häufigkeit von focalen Dysrhythmien spielt sicher die unterschiedliche Bewertung leichter Seitendifferenzen von Unregelmäßigkeiten eine Rolle. Bei vermutlich nicht wesentlich verschiedener Patientenzusammensetzung haben wir in unseren EEG's 8,8% Herdbefunde, Helmchen et al. [18] 12,6%, Paolozzi [37] 19,9% und Kunkel [29b] 20,7% Herde festgestellt. Es liegt nahe, daß mit der prozentualen Zunahme von Herdbefunden zunehmend diskrete Seitendifferenzen berücksichtigt sind, was Vergleiche von Ergebnissen ohne genaue Beschreibung der Herdkriterien erschwert. In unseren 7 Stichproben weisen aber trotz offenbar unterschiedlicher Bewertungskriterien alle ein Linksüberwiegen auf, und dieses war nur bei der kleinsten Stichprobe noch nicht signifikant.

5. Die Ursache des Linksüberwiegens von EEG-Herden kann, wie schon gesagt, mit unterschiedlichen Durchblutungsverhältnissen und Alterungsvorgängen allein nicht erklärt werden. Es handelt sich offenbar um ein allgemeingültiges Phänomen, das eine allgemeine größere Vulnerabilität der linken Hemisphäre anzeigt, auf die Jung [26] bereits unter Verweis auf die Befunde bei alten Menschen und bei temporaler Epilepsie hingewiesen hat. Es bietet sich an, in der Sprachdominanz der linken Hemisphäre die Grundlage der im EEG deutlich werdenden größeren funktionellen Störbarkeit zu suchen. Die besondere Konzentration der linksseitigen Herde in der für die Sprachdominanz wichtigen Temporalregion (49% aller linksseitigen gegenüber 35% aller rechtsseitigen Herde waren ausschließlich temporal lokalisiert; die links temporalen Herde machten 31% aller Herde überhaupt aus) könnte diese Vermutung stützen. Dies gilt auch für die in den ersten Lebensjahren geringere Ausprägung des Linksüberwiegens. Bekanntlich wird die genetisch präformierte Sprachdominanz der linken Hemisphäre bei Rechtshändern erst mit dem Erlernen der Sprache fixiert und bei frühkindlicher Läsion der linken Hemisphäre auf die rechte Hemisphäre verlagert. Die erhöhte Vulnerabilität der linken Hemisphäre scheint um so größer zu sein, je fixierter die Sprachdominanz bereits ist. Es bedarf freilich noch weiterer Untersuchungen an Patienten mit rechtshemisphärischer Sprachdominanz, ob bei diesen ein Rechtsüberwiegen der Herde erkennbar ist. Hughes' [21] Mitteilung über das Linksüberwiegen von EEG-Herden bei 60 Linkshändern steht einer solchen Interpretation nicht unbedingt entgegen, da auch bei mehr als der Hälfte aller Linkshänder die linke Hemisphäre sprachdominant ist [39].

Literatur

- 1 Abrams R, Volavka J, Roubicek J, Dornbush R, Fink M (1970) Lateralized EEG changes after unilateral and bilateral electroconvulsive therapy. Dis Nerv Syst 31:28-33
- 2 Aird RB, Gastaut Y (1959) Occipital and posterior electroencephalographic rhythms. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 11: 637-656

- 3 Ajmone Marsan C, Ralston BL (1957) The epileptic seizure, its functional morphology and diagnostic significance. Thomas, Springfield, Ill., zit. nach Ulrich
- 4 Ameli NO, Ashby DW (1949) Non-traumatic thrombosis of the carotid artery. Lancet 1949/2:1078–1082
- 5 Blanc C (1962) Les foyers temporaux gauches dans les états névrotiques et dépressifs. Rev Neurol 106:141–147
- 6 Blanc C, Neyraut MT, Dreifus-Brisac C (1960) Note sur les localisations temporales chez l'enfant. Rev Neurol 103:256–260
- 7 Bruens JH, Gastaut H, Giove G (1960) Electroencephalographic study of the signs of chronic vascular insufficiency of the sylvian region in aged people. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 12:283–295
- 8 Faust C (1972) Die psychischen Störungen nach Hirntraumen: Traumatische Psychosen und Dauerschäden. In: Kisker KP, Meyer JE, Müller M, Strömgren E (Hrsg) Psychiatrie der Gegenwart, Band II, Teil 2. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 147–218
- 9 Flor-Henry P (1976) Lateralized temporal-limbic dysfunction and psychopathology. Ann NY Acad Sci 280:777–797
- 10 Flügel KA (1974) Die Elektroenzephalographie der Funktionspsychose. Thieme, Stuttgart
- 11 Frey TS, Sjögren H (1959) The electroencephalogram in elderly persons suffering from neuro-psychiatric disorders. Acta Psychiat Neurol Scand 34:438–450
- 12 Fünfgeld EW, Rabache R, Rabache C, Gastaut H (1957) Vergleichende hirnelektrische und klinische Untersuchungen bei Schädeltraumen. Erhebungen an einem größeren, unausgelesenen Krankengut. Zentralbl Neurochir 17:326–342
- 13 Gast C (1980) Untersuchungen zur Häufigkeit und Lokalisation linksseitiger EEG-Herde und ihrer Beziehungen zum Lebensalter, zur Diagnose und zum Untersucher. Diss. Freiburg i. Br.
- 14 Gibbs EL, Gillen HW, Gibbs FA (1954) Disappearance and migration of epileptic foci in childhood. Am J Dis Child 88:596–603
- 15 Gschwend J, Karbowski K (1970) Der Normbereich des Alters-Elektroenzephalogramms. Schweiz Arch Neurol Psychiat 106:269–281
- 16 Harvald B (1958) EEG in old age. Acta Psychiat Neurol Scand 33:193–196
- 17 Helmchen H (1968) Bedingungskonstellationen paranoid-halluzinatorischer Syndrome. Springer, Berlin Heidelberg New York
- 18 Helmchen H, Kanowski S, Kunkel H (1967) Die Altersabhängigkeit der Lokalisation von EEG-Herden. Arch Psychiat Nervenkr 209:474–483
- 19 Helmchen H, Kanowski S (1971) EEG-Veränderungen unter Lithium-Therapie. Nervenarzt 42:144–148
- 20 Hess R (1958) Elektroenzephalographische Studien bei Hirntumoren. Thieme, Stuttgart
- 21 Hughes JR (1960) A statistical analysis on the location of EEG-abnormalities. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 12:905–909
- 22 Isler W, Hess R (1960) Verlaufsuntersuchungen über Anfälle und EEG bei fokalen Epilepsien im Kindesalter. Arch Psychiat Nervenkr 200:257–266
- 23 Jenkner FL (1972) Grundsätzliche Überlegungen zur Diagnose und Therapie bei geschlossenen Schädel-Hirn-Traumen. Wien Klin Wochenschr 84:537–543
- 24 Jones E (1910) The question of the side affected in hemiplegia and in arterial lesions of the brain. Quart J Med 3:233–244
- 25 Jung R (1953) Das Elektrencephalogramm (EEG). In: Bergmann G v, Frey W, Schwiegk H (Hrsg) Handbuch der Inneren Medizin, 4. Aufl, Bd V/1. Springer, Berlin Göttingen Heidelberg, S 1216–1325
- 26 Jung R (1967) Neurophysiologie und Psychiatrie. In: Gruhle HW, Jung R, Mayer-Gross W, Müller M (Hrsg) Psychiatrie der Gegenwart, Bd I/1, Teil A. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 328–928
- 27 Kiene S, Külz J (1968) Das Schädelhirntrauma im Kindesalter. J. A. Barth, Leipzig
- 28 Koufen H (1977) Systematische EEG-Längsschnittuntersuchungen in der akuten Phase des kindlichen Schädel-Hirntraumas. EEG-EMG 8:29–35
- 29a Koufen H, Dichgans J (1978) Häufigkeit und Ablauf von traumatischen EEG-Veränderungen und ihre klinischen Korrelationen. Systematische Untersuchungen bei 344 Erwachsenen. Fortschr Neurol Psychiat 46:165–177

- 29b Kunkel H (1980) Elektroenzephalographie und Psychiatrie. In: Kisker KP, Meyer JE, Müller C, Strömgren E (Hrsg) Psychiatrie der Gegenwart, Bd I/2. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 115–196
- 30 Lässker G (1972) Die Bedeutung der Art und Lokalisation von elektroenzephalographischen Herdbefunden bei Kindern mit Epilepsie. Psychiat Neurol Med Psychol 24:572–580
- 31 Lairy GC, Netchine S (1962) The age of 7 years; a transition age in the ontogenesis of the EEG. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 14: 787
- 32 Meyer-Mickeleit R (1965) Altersabhängigkeit pathologischer EEG-Befunde. Zentralbl ges Neurol Psychiat 184: 6–7
- 33 Mumenthaler M, Wellauer J, Schamaun M (1961) „Apoplexie“ bei vollständigen und unvollständigen Carotisverschlüssen. Helv Med Acta 28: 705–740, 808–830
- 34 Nayrac P, Rabache R (1958) Les séquelles centrales des traumatismes craniens fermés. Etude des correlations électro-cliniques chez 250 traumatisés craniens. Rev Oto-Neuro-Ophthalmol 30: 103–111
- 35 Obrist WD, Henry CE (1958) Electroencephalographic findings in aged psychiatric patients. J Nerv Ment Dis 126: 254–267
- 36 Otto E, Kobryn U (1969) Asymmetrien der prozentualen Ausprägung und maximalen Spannungshöhe der 8/s–13/s-Wellen in homologen Ableitungsbereichen des EEG gesunder Menschen (Altersgruppe 21. bis 25. Lebensjahr). Psychiat Neurol Med Psychol 21: 287–298
- 37 Paolozzi C (1969) Dominanza emisferica ed asimmetrie di vulnerabilità degli emisferi cerebrali. Acta Neurol (Napoli) 24: 13–28
- 38 Petersen I, Sörbye R (1962) Slow posterior rhythm in adults. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 14: 161–170
- 39 Poeck K (1978) Einführung in die klinische Neurologie. Springer, Berlin Heidelberg New York
- 40 Reckel K (1971) Psychopathologie, Klinik und Therapie von Psychosen nach gedeckten Hirntraumen. Med Welt 22: 591–594
- 41 Roubicek J (1959) Psychiatric symptoms associated with EEG abnormalities in the temporal region. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 11: 176
- 42 Sachse J (1966) Die Stellung des EEG in der Spätphase stumpfer, gedeckter Schädeltraumen aus der Sicht des Gutachters. Dtsch Gesundh-Wes 21: 1804–1809
- 43 Schäfer KP, Krause I (1965) Über die Seitigkeit der hirnelektrischen Veränderungen bei alternden Menschen. Zentralbl ges Neurol Psychiat 184: 9
- 44 Scherzer E (1965) Wert der Elektroenzephalographie beim Schädeltrauma. Wien Klin Wochenschr 77: 543–547
- 45 Schneider E, Hubach H (1962) Das EEG der traumatischen Psychosen. Dtsch Z Nervenheilk 183: 600–627
- 46 Schneider J, Thomalske G, Perrin J, Siffrermann A (1963) Die Modifikationen des EEG unter der Behandlung mit Psychopharmaka, Langzeituntersuchungen an Geisteskranken. Nervenarzt 34: 521–530
- 47 Silverman AJ, Busse EW, Barnes RH (1955) Studies in the process of aging: electroencephalographic findings in 400 elderly subjects. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 7: 67–74
- 48 Smith JMB, Kellaway P (1964) The natural history and clinical correlates of occipital foci in children. In: Kellaway P, Petersen I (eds) Neurological and electroencephalographic correlative studies in infancy. Grune & Stratton, New York London
- 49 Strömgren LS, Juul-Jensen P (1975) EEG in unilateral and bilateral electroconvulsive therapy. Acta Psychiat Scand 51: 340–360
- 50 Takahashi T, Niedermeyer E, Knott J (1963) EEG's in younger and older adult groups with convulsive disorder. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 15: 724
- 51 Takahashi T, Knott JR (1964) Hand usage and lateralized EEG abnormality in children. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 17: 712
- 52 Voigt K, Bockenheimer S (1978) Neuroradiologische und klinische Korrelationen bei Asymmetrien der Seitenventrikel und Hinterhornanlagen im Pneumencephalogramm. Fortschr Neurol Psychiat 46: 440–451
- 53 Ulrich G (1979) Der Lateralitätsaspekt in der psychiatrischen Forschung. Fortschr Neurol Psychiat 47: 418–430
- 54 Wolf P (1977) Psychosen bei Epilepsie, ihre Bedingungen und Wechselbeziehungen zu Anfällen. Habil-Schrift, FU Berlin 1977, zit. nach Ulrich