

## Die Altersabhängigkeit der Lokalisation von EEG-Herden

H. HELMCHEN, S. KANOWSKI und H. KÜNKEL

Aus der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik der Freien Universität Berlin  
(Direktor: Prof. Dr. med. H. SELBACH)

Eingegangen am 17. Februar 1967

In den zahlreichen Arbeiten über fokale Störungen im EEG wurde nur selten darauf geachtet, ob EEG-Herde eine Hirnhälfte bevorzugen. Immerhin berichten einige Autoren, daß *linksseitige Herde häufiger* seien [2, 5, 14, 31—33, 35]. Dieses linksseitige Überwiegen wurde jedoch sehr unterschiedlich gedeutet.

SILVERMAN et al. [33], später besonders BRUENS et al. [5] beobachteten oft ziemlich regelmäßige paroxysmale  $\delta$ -Aktivität im vorderen Temporalbereich mit ausgeprägtem Linksüberwiegen bei Kranken mit vasculären Störungen. Bei dem Fehlen ernster organischer Läsionen sahen sie diese linksseitigen Temporal-Herde als Zeichen einer cerebralen Durchblutungsinsuffizienz an. BLANC [2] hingegen fand intermittierende linksseitige temporofrontal lokalisierte Herde besonders bei psychisch gestörten Kranken ohne jeden organischen Befund. Der Autor interpretierte diese Herde als lokalen Ausdruck einer allgemeinen funktionalen Regression, entweder dauerhaft bei alten Menschen oder vorübergehend bei neurotischen oder psychotischen Syndromen oder unter neuroleptischer Behandlung. Er stützte diese Deutung auch auf die Beobachtung von LAIRY u. NETCHINE [19], daß die Betonung von  $\theta$ -Rhythmen im linken Temporalbereich als vorübergehendes Phänomen in der physiologischen Entwicklung zwischen dem 5. und 9. Lebensjahr auftrate. Neben dieser Mitteilung über das Linksüberwiegen fokaler EEG-Phänomene im Kindesalter ist uns nur noch die Arbeit von TAKAHASHI u. KNOTT [34] bekanntgeworden. Diese Autoren fanden ein Linksüberwiegen von Herden bei kindlichen Linkshändern. Sie deuteten die Linkshändigkeit als Folge einer frühkindlichen Schädigung der linken, ursprünglich dominanten Hemisphäre. Alle anderen Autoren sahen ein Linksüberwiegen von Herden überwiegend im höheren Lebensalter [5, 31, 33].

Die Entwicklung fast ausschließlich im linken Temporalbereich gelegener Herde unter neuroleptischer Behandlung wurde auch von SCHNEIDER et al. [32] mitgeteilt. Im Gegensatz dazu fanden wir bei neurologisch unauffälligen paranoid-halluzinatorischen Frauen unter neuroleptischer Behandlung weitaus häufiger die Manifestation von rechtsseitigen Herden [11]. Diese rechtsseitigen Herde unterschieden sich in zweifacher Hinsicht von den linksseitigen Herden: Sie traten signifikant häufiger bei Kranken *unter* 40 Jahren auf und waren überwiegend im hinteren Temporalbereich und occipital lokalisiert. Dieser letzte Befund stimmt überein mit den Beobachtungen von HUGHES [14]. Danach sind linksseitige Herde bevorzugt über dem vorderen Temporalbereich, rechtsseitige Herde vor allem über der hinteren Hirnhälfte gelegen.

Diese bisher nicht ausreichend gesicherten und teilweise widersprüchlichen Angaben über elektrencephalographische Asymmetrien beider Hirnhälften gaben Anlaß, an einem großen Material:

1. Die Häufigkeit von EEG-Herden, ihre Seitigkeit und Topographie festzustellen und

2. Bedingungen der Herd-Lokalisation, ihre Korrelation mit anderen EEG-Phänomenen wie Allgemeinveränderung, Frequenz-Labilität, basale Dysrhythmie und mit klinischen Daten wie Alter, Geschlecht und Diagnose zu analysieren.

### Material und Methode

Die Untersuchungen stützen sich auf 8452 EEG-Ableitungen an einem gemischten psychiatrisch-neurologischen Krankengut. Von insgesamt 1583 EEG mit Herdbefunden bleiben nach Ausscheiden der zu Kontrollzwecken abgeleiteten EEG und derjenigen mit beidseitigen Herden noch 1062 EEG mit einseitigen Herden übrig. Die Altersverteilung der Patienten dieses Kollektivs zeigt Abb. 1. Der Median

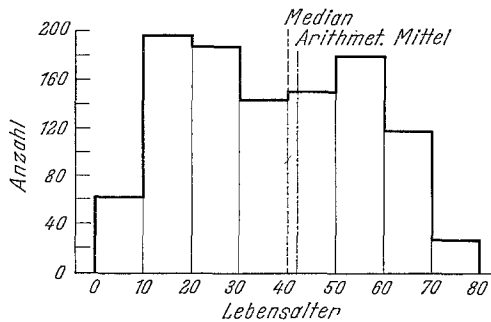


Abb. 1. Altersverteilung des Kollektivs mit einseitigen Herdbefunden ( $N = 1062$ )

der Altersverteilung liegt beim 40. Lebensjahr. In der Geschlechtsverteilung überwiegen die Frauen gegenüber den Männern (56 %:44 %). Die Altersverteilung ist für beide Geschlechter verschieden: in den Altersklassen unter 40 Jahren überwiegen Männer (57 %), in den Altersklassen über 40 Jahren dagegen Frauen (67 %).

Es wurde der Einfluß der EEG-Merkmale Allgemeinveränderung, Frequenz-labilität, basale Dysrhythmie und der klinischen Daten Alter, Geschlecht und Diagnose auf die Herdseitigkeit untersucht.

Zusammenhänge zwischen den Merkmalen wurden orientierend anhand von Vierfelder- $\chi^2$ -Tests, die Altersgänge der Merkmale und ihre Linearität mit Mehrfelder- $\chi^2$ -Tests geprüft. Schließlich wurden Varianz-Analysen durchgeführt, um den Einfluß von Wechselwirkungen der einzelnen Merkmale auf die Herdseitigkeit nicht zu übersehen [9].

### Ergebnisse

1. Wir finden unter den einseitigen EEG-Herden 548 (52 %) Linksherde und 514 (48 %) Rechtsherde. Somit läßt sich keine allgemeine Seitenbevorzugung von EEG-Herden nachweisen.

2. Ein wesentlich anderes Bild ergibt sich jedoch, wenn der *Einfluß des Alters* auf die Seitenverteilung der EEG-Herde berücksichtigt wird (Abb. 2). Dann zeigt sich nämlich, daß die relative Häufigkeit von Linksherden mit zunehmendem Alter linear ansteigt. In der Altersgruppe unter 20 Jahren liegt die relative Häufigkeit von Linksherden zwischen 30 und 40 %, über 70 Jahren dagegen zwischen 70 und 80 % (Abb. 3).

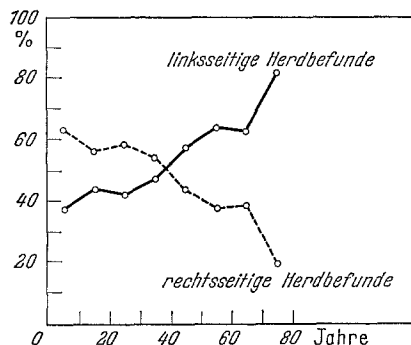


Abb. 2

Abb. 2. Alterseinfluß auf die Herdseitigkeit

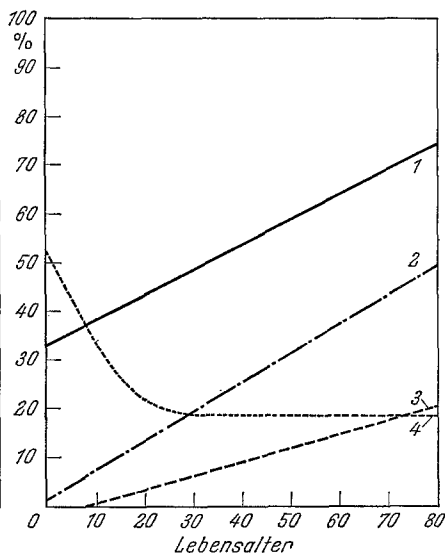


Abb. 3

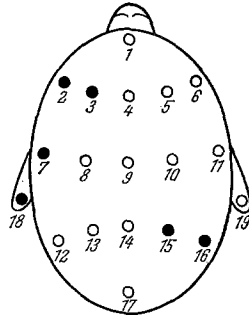
Abb. 3. Regressionslinien zur Altersabhängigkeit einzelner Merkmale, bezogen auf das Kollektiv von 1062 einseitigen Herdbefunden. 1 Anstieg des Anteils an Linksherden ( $p \ll 0,0005$ ), lineare Regression ( $0,7 > p > 0,6$ ); 2 Anstieg des Anteils an Gefäß-Syndromen ( $p \ll 0,0005$ ), lineare Regression ( $p = 0,99$ ); 3 Anstieg des Anteils an frequenzlabilen EEGs ( $p \ll 0,0005$ ), lineare Regression ( $0,5 > p > 0,4$ ); 4 Abfall des Anteils an EEGs mit Allgemeinveränderung ( $p \ll 0,005$ ), nichtlineare Regression ( $0,05 > p > 0,025$ )

3. Die *topographische Verteilung* der Herdbefunde läßt Unterschiede erkennen. Linksherde finden sich vornehmlich über den vorderen Hirnabschnitten, Rechtsherde überwiegend über den hinteren Hirnabschnitten (Abb. 4).

4. Unter den 1062 einseitigen Herdbefunden sind 231 EEG mit *Allgemeinveränderungen*. Der Alterseinfluß auf die Allgemeinveränderung ist Abb. 2 zu entnehmen. Die Häufigkeit von Allgemeinveränderungen nimmt bis zum 20. Lebensjahr ab und bleibt dann annähernd konstant. Trotz der gleichsinnigen Altersabhängigkeit von Rechtsherden und All-

gemeinveränderung läßt sich kein Zusammenhang zwischen beiden Merkmalen sichern.

5. Nur 84 der 1062 EEG mit einseitigen Herden weisen Zeichen einer *Frequenzlabilität* [15] auf. Die frequenzlabilen EEG nehmen mit höherem Lebensalter an Häufigkeit linear zu (Abb. 2). Sie verhalten sich hinsichtlich der Altersabhängigkeit damit ebenso wie die Linksherde, jedoch findet sich auch hier kein Zusammenhang beider Merkmale miteinander.



Ableitungsschema mit Elektroden-Positionen. Fokale Lokalisationen mit signifikantem Seitenüberwiegen sind hervorgehoben

Lokalisation der Ableitungs-Elektroden	Links	Rechts	Vertrauensgrenzen $2\alpha = 0,01$
Temporo-basal (Ohr: 18, 19)	<u>348</u>	201	243—306
Temporal vorn (2, 6)	<u>315</u>	153	205—263
Temporal mitte (7, 11)	<u>306</u>	213	229—290
Temporal hinten (12, 16)	243	<u>339</u>	259—323
Frontal (3, 5)	<u>96</u>	52	57—91
Präcentral (8, 10)	85	102	75—112
Occipital (13, 15)	123	<u>277</u>	173—227

Abb. 4. Topographie der EEG-Herde. Auf dem 1%-Niveau signifikante Seitendifferenzen sind dadurch gekennzeichnet, daß die Häufigkeit der überwiegenden Seite unterstrichen ist

6. Die *basale Dysrhythmie* wird aus dokumentationstechnischen Gründen nur an einem Teilkollektiv von  $N = 479$  erfaßt. Die Häufigkeit der basalen Dysrhythmie nimmt mit zunehmendem Alter ab, wie frühere Untersuchungen unseres Materials gezeigt haben [16, 17]. Dennoch hängt auch dieses Merkmal mit der Herdseitigkeit nicht zusammen.

7. Zwischen *Geschlecht* und Herdseitigkeit besteht ebenfalls kein Zusammenhang.

8. Aus den insgesamt 38 Diagnosegruppen, auf die sich die 1062 einseitigen EEG-Herde verteilen, wird die Gruppe der *cerebralen Durchblutungsstörungen* mit neurologischer Symptomatik herausgegriffen, weil

ihr bekannter positiver Altersgang einen Zusammenhang mit den ebenfalls im Alter zunehmenden Linksherden erwarten läßt. Aber auch diese Hypothese kann nicht bestätigt werden, da ein Zusammenhang zwischen cerebralen Durchblutungsstörungen und Herdseitigkeit nicht nachzuweisen ist.

Die Tatsache, daß also Allgemeinveränderung, Frequenzlabilität, basale Dysrhythmie und Gefäßsyndrome anscheinend keinen Einfluß auf die Seitenlokalisation von EEG-Herden haben, überrascht, weil alle diese Merkmale altersabhängig sind. Dieses Ergebnis zwingt dazu, mit Wechselwirkungen von Merkmalen zu rechnen, die einen Einfluß eines einzelnen Merkmals sowohl vortäuschen als auch verdecken können. Derartige Wechselwirkungen sowie die isolierten Wirkungen der Merkmale lassen sich varianzanalytisch untersuchen.

9. Die *Varianzanalysen* bestätigen mit einer verschwindend geringen Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p < 10^{-7}$ ) den positiven Alterseinfluß auf die Linkslokalisation von Herden im EEG. Weiterhin ergibt die Varianzanalyse, daß in den Altersklassen über 40 Jahren ein einseitiger Herd mit einer Wahrscheinlichkeit von 60 % links lokalisiert ist. Die übrigen, hier untersuchten Merkmale, wie auch deren Wechselwirkungen, haben demgegenüber keinen Einfluß auf die Herdseitigkeit. Schließlich ist es nach den Ergebnissen der Varianzanalyse unwahrscheinlich, daß außer dem Alter noch andere, hier nicht untersuchte Merkmale für die Herdlokalisation Bedeutung haben.

### Diskussion

Die hervorstechendsten Befunde sind die lineare Altersabhängigkeit der Seitigkeit (Abb. 2 und 3) und die asymmetrische Topographie der EEG-Herde (Abb. 4). Unsere Deutung dieser Befunde geht davon aus, daß auch die cerebrale Gefäßversorgung asymmetrisch ist und die cerebrale Durchblutung sich ebenfalls altersabhängig verändert.

Die komplizierte Entwicklung der cerebralen Gefäßversorgung kommt nicht nur in sehr zahlreichen, links häufigeren Varianten [24, 30], sondern auch in ihrer Asymmetrie zum Ausdruck. Die Asymmetrie der basalen Hirngefäße zeigt sich bevorzugt in der Achse links (antero-)lateral und rechts (latero-) caudal [24]. Nur die linke Art. carotis comm. geht direkt aus dem Aortenbogen hervor. Sie ist länger und hat bei gesunden Individuen häufiger ein größeres Kaliber [24] und im Alter stärkere Schlingungen [37] als die rechte Art. carotis comm. Auch die Art. vertebralis ist links weiter als rechts [6, 18]. Mit diesen anatomischen Besonderheiten wurde erklärt [4], daß lokalisierte Stenosierungen der A. carotis im Verlauf atheromatöser Gefäßerkrankungen und durchblutungsabhängige cerebrale Erkrankungen wie Embolien, Thrombosen, Hämorrhagien und vor allem Ischiämien links häufiger als rechts auftreten [5, 14, 22, 26, 33].

Trotz dieser eindeutigen morphologischen Befunde sind die Ergebnisse von Hirndurchblutungsmessungen noch widersprüchlich. Während MUNCK et al. keine Rechts-Linksdifferenzen nachweisen konnten, fanden FEINBERG et al. und OBRIST et al. ebenso wie jüngst MARX et al., links geringere Durchblutungsgrößen als rechts [10, 21, 27, 28]. Schon OBRIST et al. [28] wiesen darauf hin, daß diese Unterschiede zwischen einzelnen Autoren möglicherweise durch die verschiedene Alterszusammensetzung der Populationen bedingt seien. Daneben mögen diese Widersprüche an den verschiedenen Methoden der Hirndurchblutungsmessung liegen, die bisher eine eindeutige und exakte Trennung der Durchblutungsgrößen beider Hirnhälften noch nicht erlauben [10]. — Ähnlich unsicher sind die Verhältnisse hinsichtlich des venösen Abflusses. Obwohl anatomisch gesichert ist, daß der Sinus transversus in 60–70% der Fälle rechts stärker als links ausgebildet ist [3, 8, 37] und der Sinus sagittalis superior etwa dreimal häufiger zur rechten als zur linken Seite der Protuberantia interna ausweicht [37], fanden nur einige Autoren im Serien-Angiogramm einen bevorzugten Abfluß des Röntgen-Kontrastmittels über die rechte Seite [36], andere Autoren jedoch nicht [20, 37].

Die gleichsinnige Altersabhängigkeit von Herdseitigkeit im EEG und anatomisch begründeter asymmetrischer, linksbetonter Durchblutungsverminderung könnte demnach die Annahme stützen, daß cerebrale Durchblutungsstörungen die Manifestation linksseitiger EEG-Herde fördern. Allerdings bekräftigen unsere Befunde diese Hypothese nicht, möglicherweise, weil hier nur klinisch diagnostizierte Durchblutungsstörungen herangezogen werden konnten. Die Asymmetrie extrakranieller (meist atheromatöser) Stenosen im Carotisgebiet bei älteren Menschen führt weiterhin zu der Annahme, daß auch ein Teil der unter neuroleptischer Therapie sich entwickelnden linksseitigen Herde Ausdruck cerebraler Mangel durchblutung infolge der neuroleptisch induzierten orthostatischen Kreislaufregulationsstörung ist. An Einzelfällen wurde diese Wirkung der pharmakogenen Hypotension bis zum Auftreten neurologischer Symptome nachgewiesen [12]. Dagegen erscheint die Deutung dieser Herde ausschließlich als Manifestation funktionaler Regression zu einseitig [2].

Im Gegensatz zu den linksseitigen Herden sind die rechtsseitigen Herde mit dem Alter negativ korreliert und überwiegend posterior gelegen. Diese Verbindung ist bisher nicht beachtet worden. Denn nicht so unbekannt wie die negative Altersabhängigkeit rechtsseitiger Herde sind Beobachtungen, daß fokale Störungen im Kleinkindalter häufiger posterior lokalisiert sind als im Erwachsenenalter [23]. Die mit zunehmendem Alter anteriore Tendenz kommt auch in dem allerdings seltenen Phänomen der Focuswanderung (GIBBS) zum Ausdruck [23]. Unser Befund stellt somit die Verbindung her zwischen der Beobachtung bevorzugt posteriorer

Lokalisation bei Kindern und dem Befund von HUGHES [14] über die meist posteriore Lokalisation von rechtsseitigen Herden.

Über den Grund für dieses Überwiegen der rechtsseitigen Herde bei jungen Menschen können nur Vermutungen angestellt werden. Eine vielleicht weiterführende Beobachtung stammt von den Autoren, die sich mit dem occipitalen 3—4/sec-Rhythmus befaßt haben [1, 7, 29]. Ihnen wie auch uns ist eine eindeutige Rechtsbetonung dieser meist beidseitigen Aktivität aufgefallen. Diese Aktivität tritt überwiegend bei jungen Individuen auf, ihre Hirnstamm-Genese wird diskutiert. Nun gibt es anatomische Befunde, nach denen sich die Blutversorgung des Hirnstammes, des Occipital-Hirns und Kleinhirns in der Entwicklung von der A. carotis interna auf die A. vertebralis verlagert [24]. Diese Verlagerung ist rechts häufig nicht so weit vorangeschritten wie links, d. h. die A. cerebialis posterior hat rechts häufiger als links ihre Hauptquelle noch in der A. carotis interna, nicht jedoch schon in der A. vertebralis, die außerdem rechts häufiger als links enger ist [6, 18, 24]. Überwiegt nun, wie oben beschrieben, die linksseitige Gefäßversorgung und damit wahrscheinlich auch die Durchblutung der linken Hemisphäre, dann wird sich eine relative rechtsseitige Minderdurchblutung zuerst im Versorgungsgebiet der rechten A. cerebialis posterior bemerkbar machen.

Für die Annahme, über der rechten hinteren Hirnhälfte gelegene Herde als (sekundäres) Zeichen einer Entwicklungsverzögerung anzusehen, sprechen weiter folgende Befunde. HILL [13] hat die Verteilung pathologischer EEG-Phänomene bei verhaltensgestörten Kranken untersucht. Nur für temporal hinten (und occipital) lokalisierte Herde von Gruppen teilweise mono-frequenter und  $\delta$ -Wellen fand er eine Altersabhängigkeit: sie waren bei jungen Menschen häufiger, und er hat sie als Reifungsdefekte gedeutet. Wir stellten an einer Subpopulation des hier untersuchten Kollektivs eine positive Korrelation zwischen derartigen rechtsseitigen Herden und basaler Dysrhythmie fest [11]. Diese Korrelation stützt die These des Reifungsdefektes, da die basale Dysrhythmie ein Phänomen des Kindesalters ist, das sich mit der physiologischen Reifung des Adoleszenten zurückbildet [16].

Im vorliegenden Gesamtkollektiv ließ sich hingegen weder zwischen Herdseitigkeit und basaler Dysrhythmie noch auch zwischen Herdseitigkeit und Frequenzlabilität als Ausdruck cerebraler Durchblutungsstörungen ein Zusammenhang nachweisen. Dadurch wird deutlich, daß unsere Interpretation natürlich nur einen Teil der Herde trifft. Das aber ist nur zu verständlich bei der diagnostischen Heterogenität unserer unausgelesenen Population. Unsere Deutung, daß Seitigkeit und Topographie von EEG-Herden durchblutungsabhängig sind, trifft vor allem Herde, die durch episodisch oder gruppiert auftretende, eher regelmäßige, teilweise monofrequente, flache  $\theta$ - und  $\delta$ -Wellen beeindrucken. Gerade

diese Herde werden oft nur in jenen bipolaren Ableitungen, in denen die betreffenden Gebiete mit großem Elektrodenabstand abgeleitet werden und besonders während Hyperventilation deutlich.

Die Befunde scheinen Möglichkeiten für eine Untersuchung des Problems der Hemisphären-Dominanz zu eröffnen.

Die — wie eingangs erwähnt, mehrfach beobachtete — größere Häufigkeit von linksseitigen Herden wurde auch mit der Hemisphären-Dominanz zusammengebracht. Nach diesen Vorstellungen wäre die linksseitige Herd-Häufung Folge einer Selektion, indem linkshirnige Störungen schneller und häufiger klinisch relevant werden als Störungen in der „stummeren“ rechten Hirnhälfte. In diesem Sinne könnte dann auch die bevorzugte Rechtsseitigkeit von EEG-Herden bei Kindern und Jugendlichen verstanden werden, da hier Entwicklungsverzögerung und nicht-verbale Störungen des Verhaltens, die möglicherweise nicht an die dominante linke Hemisphäre gebunden sind, zur klinischen Untersuchung führen [25]. Jedoch sollte auch hier die Durchblutungsabhängigkeit aller cerebralen Funktionen nicht außer acht gelassen werden. Die beschriebene seitendifferente Entwicklung der cerebralen Gefäße könnte über eine wahrscheinlich bessere Durchblutung der linken Hemisphäre deren Dominanz bedingen, wodurch die rechte Hemisphäre als relativ reifungsverzögert erscheinen muß. Im Rückbildungsalter könnten dann die gleichen Voraussetzungen durch Kombination linksbetonter cerebraler Durchblutungsverminderung mit vermehrter Empfindlichkeit der dominanten Hemisphäre dazu führen, daß EEG-Herde bei Menschen über 40 Jahren bevorzugt links auftreten. In dieser Richtung können Befunde von FEINBERG et al. [10] interpretiert werden, nach denen psychomotorische Testergebnisse mit den Durchblutungsgrößen nur der linken Hemisphäre korrelieren. Darin ist ein Hinweis darauf zu sehen, daß die angewandten Tests (Wechsler-Intelligenz-Test und progressive Matrizen von RAVEN) nur spezielle Leistungen der linken Hemisphäre erfassen. Es zeichnet sich hier die Möglichkeit ab, bestimmte Leistungen bzw. Leistungsstörungen durch Korrelation mit der Seitigkeit von pathologischen EEG-Phänomenen als hemisphärenspezifisch zu erkennen.

Schließlich wurde für das Linksüberwiegen von EEG-Herden auch noch die asymmetrische Verteilung von geburts-traumatischen Schädigungen als Erklärungsmöglichkeit diskutiert [14]. Gegen diese Annahme spricht jedoch unser Befund eines rechtsseitigen Überwiegens von Herden bei Kindern und Jugendlichen. Die Diskussion macht aber deutlich, wie wichtig es wäre, langjährige EEG-Verlaufsuntersuchungen durchzuführen. Es wäre z. B. die Frage zu prüfen, ob die rechtsseitigen Herde mit zunehmendem Alter einfach verschwinden oder ob dieselben Patienten bevorzugt mit zunehmendem Alter linksseitige Herde entwickeln.

### Zusammenfassung

1. Rechtsseitige Herde und linksseitige Herde im EEG sind annähernd gleich häufig.

2. Linksseitige Herde werden mit dem Lebensalter häufiger, rechtsseitige dagegen seltener.

3. Linksseitige Herde finden sich bevorzugt über den vorderen Hirnabschnitten und im temporo-basalen Bereich, rechtsseitige Herde besonders über den hinteren Hirnabschnitten.



4. Es wird die Hypothese diskutiert, daß Seitigkeit und Topographie von EEG-Herden von der cerebralen Durchblutung abhängig sind.

### Literatur

1. AIRD, R. B., and Y. GASTAUT: Occipital and posterior electroencephalographic rhythms. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **11**, 637—656 (1959).
2. BLANC, CL.: Les foyers temporaux gauches dans les états névrotiques et dépressifs. *Rev. neurol.* **106**, 141—147 (1962).
3. BLUNTSCHLI, H.: Über die Asymmetrie der Sinus transversi bei Menschen und Affen. *Verh. Ges. Dtsch. Naturforsch. u. Ärzte*, 80. Verslg. Köln 1908, S. 361—362.
4. BREDT, H.: Morphologie und Pathogenese der Arteriosklerose. In G. SCHETTLER (Hrsg.): *Arteriosklerose*. Stuttgart: Thieme 1961.
5. BRUENS, J. H., H. GASTAUT, and G. GIOVE: Electroencephalographic study of the signs of chronic vascular insufficiency of the sylvian region in aged people. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **12**, 283—295 (1960).
6. BUSCH, W.: Beitrag zur Morphologie und Pathologie der Arteria basialis (Untersuchungsergebnisse bei 1000 Gehirnen). *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **208**, 326—344 (1966).
7. COHN, R.: On the significance of bioccipital slow wave activity in the electroencephalograms of children. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **10**, 766—768 (1958).
8. CORNING, H. K.: *Lehrbuch der topographischen Anatomie*. München u. Wiesbaden: J. F. Bergmann 1922.
9. DYKE, G. K., and H. D. PATTERSON: Analysis of factorial arrangements, when the data are proportions. *Biometrics* **8**, 1—12 (1952).
10. FEINBERG, I., M. H. LANE, and N. A. LASSEN: Senile dementia and cerebral oxygen uptake measured on the right and left sides. *Nature (Lond.)* **188**, 962—964 (1960).
11. HELMCHEN, H.: Bedingungs-Konstellationen paranoid-halluzinatorischer Syndrome. *Habil.-Schrift*, Freie Universität Berlin 1966.
12. —, u. H. HIPPIUS: Unerwartete neurologische Begleiterscheinungen der Pharmakotherapie von Psychosen. In KRANZ, H., u. K. HEINRICH (Hrsg.): *Neuroleptie und Schizophrenie*. Stuttgart: G. Thieme 1962.
13. HILL, D.: EEG in episodic psychotic and psychopathic behaviour. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **4**, 419—442 (1952).
14. HUGHES, J. R.: A statistical analysis on the location of EEG abnormalities. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **12**, 905—909 (1960).
15. JUNG, R.: Neurophysiologische Untersuchungsmethoden. In BERGMANN, G. v., W. FREY u. H. SCHWIECK (Hrsg.): *Handb. d. inn. Medizin*, Bd. V/1, S. 1206 bis 1420. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1953.
16. KANOWSKI, S.: Klinische und elektroencephalographische Untersuchungen zur basalen Dysrhythmie. *Inaug.-Diss.*, Freie Universität Berlin 1966.
17. —, u. H. KÜNKEL: Bedingungs-Konstellationen in der Manifestation der basalen Dysrhythmie. *Zbl. ges. Neurol. Psychiat.* **186**, 491—492 (1966).
18. KRAYENBÜHL, H., u. M. G. YASARGIL: *Die cerebrale Angiographie*. Stuttgart: G. Thieme 1965.
19. LAIRY, G. C., and S. NETCHINE: The age of 7 years; a transition stage in the ontogenesis of the EEG. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **14**, 787 (1962).
20. LINDGREN, E.: Röntgenologie, einschließlich Kontrastmethoden. In OLIVECRONA, H., u. W. TÖNNIS (Hrsg.): *Handb. d. Neurochirurgie*, Bd. II. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1954.

21. MARX, P., F. MOTZKUS u. S. WENDE: Bestimmung von cerebralem Blutvolumen-Index und Durchfluß-Äquivalent mit RISA. Dtsch. Z. Nervenheilk. **190**, 100—106 (1967).
22. MEYER, J. S., H. LEIDERMAN, and D. DENNY-BROWN: Electroencephalographic study of insufficiency of the basilar and carotid arteries in man. Neurology (Minneap.) **6**, 455—477 (1956).
23. MEYER-MICKELEIT, R.: Altersabhängigkeit pathologischer EEG-Befunde. Zbl. ges. Neurol. Psychiat. **184**, 6 (1965).
24. MITTERWALLNER, F. v.: Variations-statistische Untersuchungen an den basalen Hirngefäßen. Acta anat. (Basel) **24**, 51—87 (1955).
25. MNUCHIN, S. S., u. J. GINZBURG: Über epileptiforme Erscheinungen bei frühen rechts- und linksseitigen Verletzungen des Gehirns bei Kindern. Zh. nevropat. Psikhiat. **65**, 1073—1077 (1965).
26. MUMENTHALER, M., J. WELLAUER u. M. SCHAMANN: „Apoplexie“ bei vollständigen und unvollständigen Carotisverschlüssen. Helv. med. Acta **28**, 705—740, 808—830 (1961).
27. MUNCK, O., and N. LASSEN: Bilateral cerebral blood flow and oxygen consumption in man by use of krypton. Circulat. Res. **5**, 163—168 (1957).
28. OBRIST, W. D., L. SOKOLOFF, N. A. LASSEN, M. A. LANE, R. N. BUTLER, and I. FEINBERG: Relation of EEG to cerebral blood flow and metabolism in old age. Electroenceph. clin. Neurophysiol. **15**, 610—619 (1963).
29. PETERSÉN, J., and R. SÖBRYE: Slow posterior rhythm in adults. Electroenceph. clin. Neurophysiol. **14**, 161—170 (1962).
30. RAUBER-KOPSCH: Lehrbuch der Anatomie, Bd. 3. Leipzig: G. Thieme 1919.
31. SCHÄFER, K. P., u. I. KRAUSE: Über die Seitigkeit der hirnelektrischen Veränderungen bei alternden Menschen. Zbl. ges. Neurol. Psychiat. **184**, 9 (1965).
32. SCHNEIDER, J., G. THOMALSKE, J. PERRIN u. A. SIFFERMAN: Die Modifikationen des EEG unter der Behandlung mit Psychopharmaka. Langzeituntersuchungen an Geisteskranken. Nervenarzt **34**, 521—530 (1963).
33. SILVERMAN, A. J., E. W. BUSSE, and R. H. BARNES: Studies in the process of aging: electroencephalographic findings in 400 elderly subjects. Electroenceph. clin. Neurophysiol. **7**, 67—74 (1955).
34. TAKAHASHI, T., and J. R. KNOTT: Hand usage and lateralized EEG abnormality in children. Electroenceph. clin. Neurophysiol. **17**, 712 (1964).
35. — E. NIEDERMAYER, and J. KNOTT: EEG in younger and older adult groups with convulsiv disorder. Electroenceph. clin. Neurophysiol. **15**, 724 (1963).
36. TALAIRACH, J., M. DAVID, H. FISCHGOLD et J. ABOULKER: Falcotentorographie et Sinusgraphie basale. Presse méd. **53**, 724—727 (1951).
37. TÖNNIS, W., u. W. SCHIEFER: Zirkulationsstörungen des Gehirns im Serienangiogramm. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1959.

Priv.-Doz. Dr. H. HELMCHEN  
 Dr. S. KANOWSKI, Priv.-Doz. Dr. H. KÜNKEL  
 Psychiatrische u. Neurologische Klinik  
 der Freien Universität  
 1 Berlin 19, Nußbaumallee 30—38