

Aus der Psychiatrischen Klinik der Medizinischen Akademie Düsseldorf
und dem Rheinischen Landeskrankenhaus Düsseldorf
(Direktor: Professor Dr. F. PANSE)

**Indicatoren zentraler Aktivierung
bei verhaltenschwierigen Kindern:
Bewegungsdynamik und Alpha-Rhythmus des EEG**

Von

G. GRÜNEWALD, J. BAUCKE, G. AMLER und E. ZUBERBIER

Mit 5 Textabbildungen

(Eingegangen am 2. Dezember 1963)

Graphomotorische Aktivität und Steuerung

Die vorliegende Studie knüpft an unsere Untersuchungen über die Graphomotorik verhaltenschwieriger bzw. verhaltengestörter Kinder an (vgl. GRÜNEWALD, ZUBERBIER u. BAUCKE 1961). Unter anderem wurde dort eine Gruppe von 30 Kindern aus einem Heim für Schwererziehbare mit einer altersentsprechenden Kontrollgruppe von 30 Kindern ohne besondere Verhaltensauffälligkeiten bezüglich verschiedener Kriterien der feinmotorischen Bewegungsdynamik statistisch verglichen. Die Heimkinder (Verhaltenschwierige) stammten durchweg aus ungeordneten Milieuverhältnissen, waren durch häufiges Fortlaufen aus Elternhaus und Schule, Herumstreunen, Diebereien und Aggressionen der verschiedensten Art auffällig geworden und wurden von den Heimerziehern in den meisten Fällen als unbeherrscht, erregbar und motorisch unruhig charakterisiert. Die unter standardisierten Bedingungen beobachtete Feinmotorik ließ eine funktionale Verwandtschaft mit diesen Zügen des Allgemeinverhaltens erkennen. Hier wie dort waren *Impulsivität* und *Zügellosigkeit* dominante Verhaltenscharakteristica.

Zur anschaulichen Demonstration des Testverhaltens sind in der Abb. 1 sowie in der in diesem Archiv [Bd. 201, 559 (1961)] publizierten Abb. 6 graphische Bewegungsweisen der Heimkinder und der jeweils altersmäßig zugeordneten Kontrollkinder einander gegenübergestellt. Die Proben der Abb. 6 unserer früheren Arbeit 1961 (S. 559) zeigen schreibzeilenweise ausgeführte Hin- und Herbewegungen. Die Abb. 1 demonstriert für jede der beobachteten Altersstufen Schriftproben eines auswendig wiederholt geschriebenen einfachen Testsatzes („Der Jäger schoß den Hasen auf dem Feld“). Bei vergleichender qualitativer Inspektion dieser Beispiele (sowie des Gesamtmaterials) fällt die impulsive und ungezügelte Bewegungsweise der verhaltenschwierigen Kinder drastisch

7 Jahre			
K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
H	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	H	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
8 Jahre		10 Jahre	
K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
H	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	H	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
9 Jahre		11 Jahre	
K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
H	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	H	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
10 Jahre		12 Jahre	
K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
H	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	H	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
11 Jahre		13 Jahre	
K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	K	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.
H	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.	H	Der Jäger schoß den Haren auf dem Feld.

Abb. 1. Schriftbeispiele für erhöhte Bewegungsaktivität und -varianzabilität bei verhaltensschwierigen Kindern. Außerdem: Ausschnitte aus rechenweisen Testsaufgaben.
H Heimkind; K Kontrollkind

ins Auge. Die *Bewegungsaktivierung* kommt in verstärkter vertikaler und horizontaler Bewegungsexpansion (bei mindestens gleich intensivem, in den meisten Fällen eher vermehrtem Schreibdruck) und ferner in

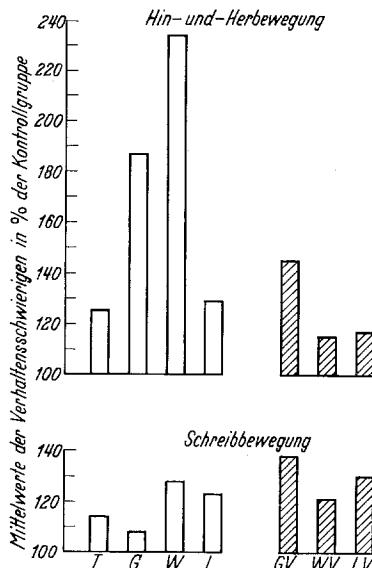


Abb. 2. Quantitative Kriterien der Bewegungsaktivität und -variabilität bei verhaltensschwierigen Kindern im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die an jeweils 30 Versuchspersonen ermittelten Kriterien beziehen sich auf die Abstriche von reihenweisen graphischen Hin- und Herbewegungen und auf die Abstriche der Buchstaben m, n, u eines mehrfach wiederholten Testsatzes. *Bewegungsaktivität*. T Bewegungstempo: Anzahl der Abstriche bzw. Buchstaben pro Sekunde (hier wurden sämtliche Buchstaben einbezogen); G Bewegungsgröße: Abstrichlänge; W Bewegungsweite: Abstrichabstand; L Rechtschräglage der Bewegung: Neigungswinkel der Abstriche zur Zeilenrichtung. *Bewegungsvariabilität*. VG Variabilität der Bewegungsgröße: Mittlere Abweichung der Einzelwerte vom individuellen Mittelwert dividiert durch den Mittelwert; VW Variabilität der Bewegungsweite: ebenso; VL Variabilität der Bewegungslage: Mittlere Abweichung der Einzelwerte vom individuellen Mittelwert

Tabelle 1. Bewegungsaktivität und -variabilität graphomotorischer Handlungen; Signifikanz der Unterschiede zwischen verhaltensschwierigen Kindern und Kontrollkindern (N jeweils = 30); t-Werte, bei Variabilität z-Werte (Mann-Whitney-U-Test; vgl. SIEGEL 1956)¹

	Tempo	Expansion		Rechtschräglage	Variabilität		
		Größe	Weite		Größe	Weite	Lage
Hin- und Herbewegung	2,09	4,85	4,94	4,45	2,32	0,94	0,73
Schreibbewegung	1,73	0,99	4,72	5,00	3,25	2,13	3,08

¹ In dieser Tabelle und in allen folgenden ist das Erreichen einer Zufallswahrscheinlichkeit < 5%, 1% oder 0,1% durch einfaches, zweifaches oder dreifaches Unterstreichen angezeigt.

zügiger, rechtsläufiger, d. h. bevorzugt in Schreibrichtung gehender Bewegungsführung zum Ausdruck. Symptom der Rechtsläufigkeit ist unter anderem die vergleichsweise rechtsschräge Lage der Hin- und Herbewegungsabstriche und der Buchstaben. Der *Mangel an aktiver Steuerung und Kontrolle* zeigt sich in einer erhöhten Variabilität der Bewegungsführung, vor allem bezüglich Expansion und Lage.

Abb. 2 und Tab. 1 fassen die Ergebnisse der quantitativen Ermittlung und des statistischen Vergleichs dieser Bewegungskriterien zusammen. Hin- und Herbewegung und Schreibbewegung werden durch vergleichbare Merkmale repräsentiert.

Die graphische Darstellung (Abb. 2) gibt die Merkmalsmittelwerte der verhaltenschwierigen Kinder in Prozent der Kontrollgruppe wieder. Ausführungstempo, Expansion und Rechtsschräglage (Rechtsläufigkeit) als Kriterien der Bewegungsaktivität, sowie räumliche Variabilität und Lageschwankungen der Bewegungsführung als Kriterien des Mangels an Steuerung und Kontrolle sind bei den verhaltenschwierigen Kindern statistisch mäßig bis stark erhöht. Aus Tab. 1 ist zu ersehen, daß 10 der 14 *t*- bzw. *z*-Werte signifikant, zum größten Teil hochsignifikant ($p < 0,001$) sind.

Die quantitative Analyse läßt aber auch Unterschiede zwischen den beiden Bewegungsvollzügen erkennen. So sind Tempobeschleunigung und vermehrte Bewegungsexpansion als Symptome der Aktivierung bei der Hin- und Herbewegung stärker ausgeprägt, während die Variabilitätsmerkmale als Symptome des Mangels an Steuerung bei der Schreibbewegung stärker in Erscheinung treten. Diese Unterschiede hängen vermutlich mit unterschiedlichen Graden der Kontrollanforderung zusammen. Die koordinativ unkomplizierte Hin- und Herbewegung verlangt nur geringe Bewegungssteuerung und -kontrolle und ermöglicht daher eine relativ freie Entfaltung der Bewegungsimpulse. Die Schreibbewegung des einfachen Testsatzes ist demgegenüber etwas komplizierter, sie stellt höhere Anforderungen an Steuerung und Kontrolle des Bewegungsvollzugs und muß daher auf einen Mangel an Steuerung mit vergleichsweise auffälligeren Störungen reagieren.

Was die *Bewegungsaktivierung* angeht, so haben wir in einer Reihe früherer Untersuchungen phänomenal ähnliche graphomotorische Erscheinungen als persönlichkeitspezifisches oder konditionell bedingtes Verhalten beobachtet und hinsichtlich der auslösenden Bedingungen näher zu analysieren versucht (siehe GRÜNEWALD u. MÜCHER 1964). In allen Fällen war die gesteigerte Bewegungsdynamik als Symptom *zentraler Funktionsaktivierung* aufzufassen, bei der aktive und spontane, psychologische und physiologische Momente der Aktivierung eine Rolle spielten. Persönlichkeitsspezifische Unterschiede in der schreibmotorischen Aktivität scheinen zum Beispiel als Auswirkung unterschiedlicher Grade relativ überdauernder individueller Leistungsmotivation und der damit verbundenen Bereitschaft zur Funktionsaktivierung aufzutreten. Das legen signifikante positive Korrelationen zwischen einem projektiven

Testkriterium der Leistungsmotivation (Häufigkeit erfolgs- und mißerfolgsbezogener Vorstellungen zu TAT-Bildern), einem physiologischen Indicator zentral ausgelöster, durch allgemeine psychische Aktivität bestimmter Funktionsaktivierung (Grundtonus der Skelettmuskulatur während geistiger Tätigkeit) und der Bewegungsaktivität beim Schreiben nahe.

Wir nehmen nun auch im vorliegenden Falle an, daß die verhaltensschwierigen Kinder durch eine noch genauer zu bestimmende persönlichkeitsspezifische Disposition zur zentralen Funktionsaktivierung gekennzeichnet sind, die sich unter anderem in den beobachteten graphomotorischen Aktivitätssteigerungen auswirkt. Es war unser Bestreben, diese Annahme unter Heranziehung geeigneter psychologischer und physiologischer Indikatoren zu prüfen und eventuell zu spezielleren Vorstellungen zu gelangen. Über erste Befunde dieser Art soll im folgenden berichtet werden.

Frequenz des Alpha-Rhythmus im EEG

Aus klinischem Interesse war sowohl von den verhaltensschwierigen als auch von verhaltensunauffälligen Kindern unter Standardbedingungen ein EEG abgeleitet worden (vgl. zu allen Punkten der EEG-Analyse JUNG 1963). Allerdings konnten aus äußereren Gründen (die keine systematische Auslese bedingen) nur 22 Heimkinder und 12 Kontrollkinder erfaßt werden. Auf die EEG-Registrierungen wurde unter dem Gesichtspunkt der zentralen Funktionsaktivierung zurückgegriffen.

Die Wahl eines in diesem Zusammenhang interessanten EEG-Kriteriums war durch Untersuchungen von MUNDY-CASTLE gegeben, nach denen signifikante positive Korrelationen zwischen der Frequenz des unter Ruhebedingungen registrierten Alpha-Rhythmus als Ausdruck zentraler physiologischer Aktivität und verschiedenen Kriterien allgemeiner Verhaltensaktivierung bestehen.

Der Autor resumiert (1958, S. 5): „Subjects rated as relatively quick, impulsive, variable and stimulable (primary functioning) possessed higher alpha frequencies than those rated as relatively slow, cautious, steady and hyporeactive (secondary functioning). Significant positive correlations were also found between alpha frequency and scores from tasks involving both motor and perceptual speed. These results were explained in terms of a central excitability factor, and it was proposed that the behavioural qualities in question are genetically influenced, forming a relatively enduring substrate of personality. As such they are believed to reflect a temperamental variable.“

Unabhängig davon kamen GASTAUT et al. 1951 zu übereinstimmenden empirischen Befunden und theoretischen Vorstellungen. Auch im Bereich abnormen Verhaltens fanden sich vergleichbare Differenzierungen, z.B. signifikante Zuordnungen relativ hoher durchschnittlicher Alpha-Frequenz zu Manisch-depressiv-Erkrankten mit bevorzugt manischen Phasen und relativ niedriger Alpha-Frequenz zu Manisch-depressiv-Erkrankten mit bevorzugt depressiven Phasen (DAVID 1941; HURST, MUNDY-CASTLE u. BEERSTECHER 1954).

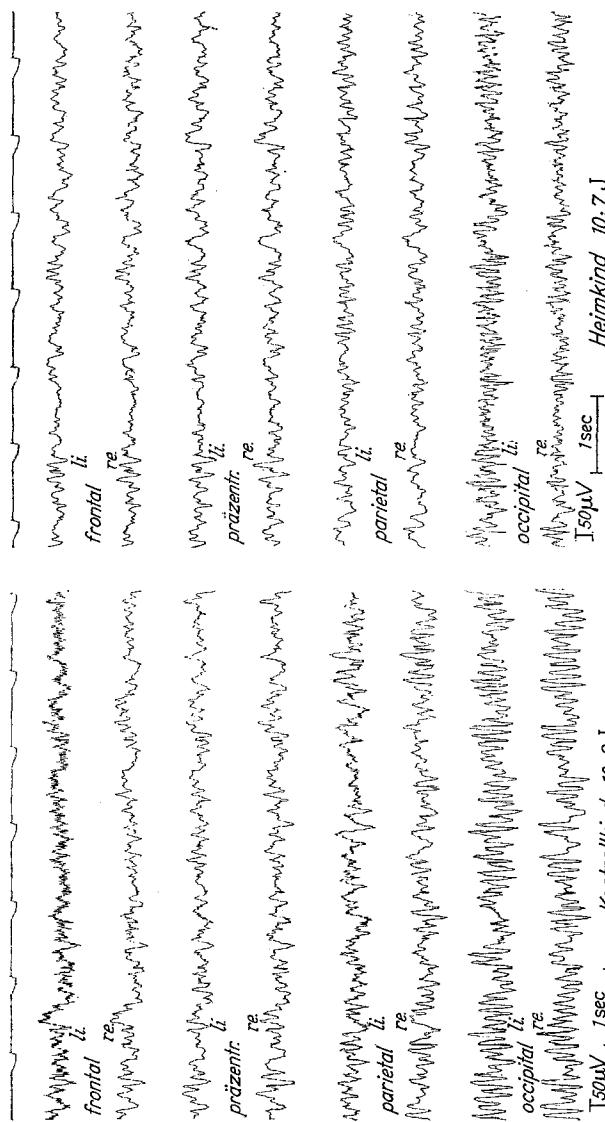


Abb. 3. EEG-Beispiel für die unterschiedliche Alpha-Frequenz bei verhaltensschwierigen Kindern und Kontrollkindern

Es konnte nach diesen Befunden angenommen werden, daß auch die in ihrem Verhalten aktivierten und enthemmten Heimkinder eine vergleichsweise *erhöhte durchschnittliche Alpha-Frequenz* aufweisen. Das ist, wie die statistischen Ergebnisse der Tab. 2 zeigen, in der Tat der Fall.

Der unter Ruhebedingungen registrierte und von einem von uns ohne die genannten theoretischen Vorstellungen ausgewertete occipitale Alpha-Rhythmus liegt bei den Heimkindern im Durchschnitt um etwa 1 c/sec höher als der Kontrollwert. Der Unterschied ist statistisch gut gesichert

Tabelle 2. *Alphafrequenz des EEG bei verhaltensschwierigen Kindern und Kontrollkindern; Mittelwerte, Streuungen und Signifikanz der Mittelwertsunterschiede*

Gesamtgruppen	N	Alpha-Frequenz		Signifikanz
		\bar{x}	s	
<i>Gesamtgruppen</i>				
Kontrollkinder	12	8,89	0,59	
Heimkinder	22	9,77	0,84	<u><u>4,15</u></u>
<i>Altersgleiche Gruppen</i>				
Kontrollkinder	11	8,84	0,58	
Heimkinder	11	9,89	0,99	<u><u>3,00</u></u>

Die Messungen beziehen sich auf eine individuelle Registrierdauer von 3–4 min und dabei auf sämtliche gut ausgeprägten Alpha-„Strecken“. Die intraindividuelle Variationsbreite der Alpha-Frequenz betrug maximal 2 c/sec.

und bleibt erhalten, wenn die Gruppen altersmäßig genau parallelisiert werden. Abb. 3 demonstriert zwei Registrierbeispiele, die den Frequenzunterschied deutlich erkennen lassen.

Hinsichtlich der Graphomotorik waren bei den in Tab. 2 angeführten altersgleichen Teilgruppen dieselben Differenzierungen festzustellen, wie bei den Gesamtgruppen der Abb. 2 ($N = 30$), wenn auch statistisch weniger signifikant.

Ergänzend sei angemerkt, daß unter den Gesichtspunkten routinemäÙiger klinischer EEG-Analyse bei 50% der Heimkinder gegenüber 20% der Kontrollkinder ein sogenanntes abnormes EEG diagnostiziert wurde. Maßgeblich für diese Qualifikation war das Auftreten längerer Gruppen von Zwischenwellen über vorderen und mittleren Hirnabschnitten sowie das eingestreute Vorkommen von Deltawellen.

Beziehungen zwischen Bewegungsdynamik und Alpha-Frequenz

Interindividuelle Zusammenhänge zwischen der durchschnittlichen Alpha-Frequenz und den verschiedenen Kriterien der Bewegungsaktivität wurden — getrennt für jede Untersuchungsgruppe — durch Berechnung der Korrelationskoeffizienten (r) ermittelt. Beeinflussungen der Koeffizienten durch eine Altersabhängigkeit von Alpha-Frequenz und motorischen Kriterien wurden durch *Partial-Korrelationen unabhängig vom Alter* ausgeschaltet. Abb. 4 zeigt, daß im Altersbereich unserer Versuchsgruppen eine klare Differenzierung der Alpha-Frequenz

relativ zum Alter nicht zu erwarten war, daß dagegen die Schreibdynamik in diesem Zeitabschnitt eine durch den Übungsfortschritt bedingte stetige Veränderung erfährt.

Auf Grund der in der Literatur mitgeteilten Korrelationsbefunde bezüglich Alpha-Rhythmus und Motorik (siehe DUFFY 1962, S. 139 ff.)

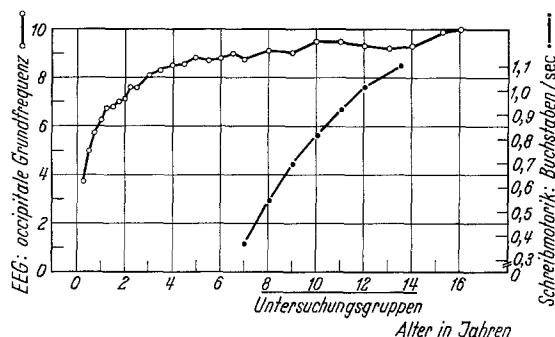


Abb. 4. Occipitale Grundfrequenz und Schreibtempo in Abhängigkeit vom Alter. (Nach Werten von SMITH 1941 und PISCART 1950)

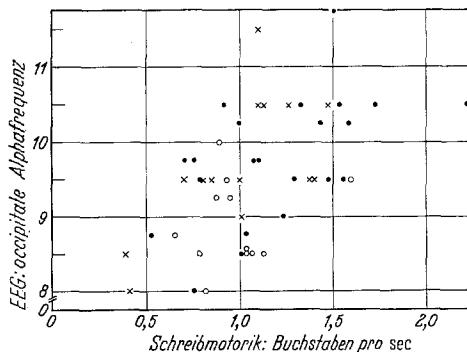


Abb. 5. Korrelation zwischen Alpha-Frequenz und Schreibtempo. ○ Kontrollkinder; ● Heimkinder; ✕ Erziehungsberatungskinder

konnte mit signifikanten positiven Zusammenhängen zwischen Alpha-Frequenz und Bewegungstempo gerechnet werden. Tatsächlich ist für das *Schreiben* bei der Heimkindergruppe ein solcher Zusammenhang festzustellen (auch dann, wenn die Altersabhängigkeit durch partielle Korrelation eliminiert wird), während der Koeffizient der Kontrollkindergruppe im insignifikanten Bereich bleibt.

Die Korrelationstafel der Abb. 5 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen Alpha-Frequenz und Schreibtempo (Anzahl der Buchstaben pro Sekunde); der Tab. 3 sind die zugehörigen Koeffizienten und deren

Signifikanz zu entnehmen. Neben den Kontrollkindern und Heimkindern ist noch eine Gruppe Erziehungsberatungs-(EB-)Kinder angeführt, deren Graphomotorik eine Ähnlichkeit mit der Symptomatik der Heimkinder zeigt (Aktivierung und Enthemmung) und die auch eine im Durchschnitt um etwa 1 c/sec höhere Alpha-Frequenz aufweist als die Kontrollkinder. Auch bei dieser Gruppe ist ein gesicherter positiver Zusammenhang zwischen Alpha-Frequenz und Schreibtempo festzustellen.

Tabelle 3
Korrelation zwischen Alpha-Frequenz, Schreibtempo und Lebensalter

		Kontroll-K. <i>N</i> = 12	Heim-K. <i>N</i> = 22	EB-K. <i>N</i> = 14
Alpha-Frequenz/ Schreibtempo	r_{12}	0,207	<u>0,504</u>	<u>0,619</u>
Alpha-Frequenz/ Lebensalter	r_{13}	0,276	0,213	0,348
Schreibtempo/Lebensalter	r_{23}	<u>0,613</u>	<u>0,699</u>	<u>0,722</u>
	$r_{12.3}$	0,050	<u>0,508</u>	<u>0,567</u>

Im Unterschied zum Schreibtempo liegen die Korrelationen zwischen Alpha-Frequenz und Hin-und-Herbewegungstempo sowie sämtlichen anderen Kriterien der Bewegungsdynamik bei allen Untersuchungsgruppen zwischen $\pm 0,25$ und sind also statistisch unerheblich.

Diskussion der Befunde unter dem Gesichtspunkt zentraler Funktionsaktivierung

Was tragen nun die angeführten EEG-Befunde zur näheren Bestimmung der auf Grund der motorischen Untersuchungsergebnisse bei den verhaltensschwierigen Kindern angenommenen besonderen Dispositionen zur zentralen Funktionsaktivierung bei?

Ausgangspunkt unserer diesbezüglichen Vorstellungen ist die Auffassung der Alpha-Frequenz als eines Indicators für den individuellen Status *zentralnervöser Erregbarkeit*, in dem Sinne, „that higher frequencies of alpha rhythm appear to reflect a higher degree of CNS excitability“ (MUNDY-CASTLE 1958, S. 25). Wir verweisen hinsichtlich dieser Auffassung und ihrer Begründung auf die zusammenfassenden Erörterungen bei MUNDY-CASTLE 1958 und DUFFY 1962. Hervorgehoben sei die von LINDSLEY ausgebildete theoretische Vorstellung, daß der Alpha-Rhythmus durch eine „alpha activity“, durch einen „basic metabolic or respiratory rhythm of the individual brain cell“ determiniert wird und „that the alpha activity cycle represents an alternating excitability cycle“ (zit. nach MUNDY-CASTLE 1958, S. 5).

Der danach bei den untersuchten verhaltensschwierigen Kindern anzunehmende *Status erhöhter zentralnervöser Erregbarkeit kann als persönlichkeitspezifische physiologische Disposition zur zentralen Funktionsaktivierung* aufgefaßt werden. Die graphomotorischen Aktivierungserscheinungen würden nach dieser Auffassung — zum Teil jedenfalls — durch eine gesteigerte Ansprechbarkeit der zentralneurologischen Systeme ermöglicht bzw. hervorgerufen, die der Motorik und ihrer Koordination dienen.

Einen solchen Zusammenhang wird man am unmittelbarsten und damit interindividuell am deutlichsten hinsichtlich der *spontan-dynamischen, d. h. automatisierten und rein physiologischen Anteile des motorischen Verhaltens* erwarten. Das scheinen die Korrelationsbefunde auch zu bestätigen. Denn nur zwischen Alpha-Frequenz und Schreibtempo, in dem nach unseren früheren Untersuchungen (siehe GRÜNEWALD u. MÜCHER 1964) die spontan bestimmte Dynamik bevorzugt Repräsentanz findet, ist eine interindividuelle Korrespondenz festzustellen. Die Expansion der Bewegungsführung, von der wir auf Grund empirischer Befunde vermuten, daß sie sowohl die spontane als auch die aktive (willentliche) Komponente der Dynamik ausdrücken kann — wobei letztere einen Vorrang einnimmt (siehe GRÜNEWALD u. MÜCHER 1964) —, zeigt keinen signifikanten interindividuellen Zusammenhang mit der Alpha-Frequenz.

Früher schon fanden BIESHEUVEL u. PITTE 1956 mit einer Anzahl motorischer Tempotests, daß Alpha-Frequenz und „unstructured motor speed“ signifikant positiv korrelieren. Gemeint sind offensichtlich Bewegungen, die keiner besonderen aktiven Steuerung und Kontrolle bedürfen, vielmehr zu einem wesentlichen Teil automatisiert und rhythmisiert vollzogen werden.

Damit stimmt überein, daß BIESHEUVEL and PITTE keinen bemerkenswerten Zusammenhang zwischen Alpha-Frequenz und der Zeit für die einmalige Abschrift eines bestimmten Zeitungsausschnittes fanden ($N = 40$; $r = 0,146$), DENIER VAN DER GON and VAN HINTE 1958 dagegen eine gesicherte positive Korrelation zwischen Alpha-Frequenz und der durchschnittlichen Zeit für die serienweise Niederschrift des einfachen Testwortes „momom“ feststellten ($N = 69$; $r = 0,476$). Der letztgenannte Koeffizient ist nach Werten der Autoren (Abb. 1) berechnet.

Auch unser Testsatz ist relativ zum durchschnittlichen Schreibgeläufigkeitsgrad der untersuchten Kinder koordinativ einfach und insbesondere durch seine häufig wiederholte reihenweise Niederschrift flüssig und rhythmisiert ausführbar. Als wesentlich muß aber in diesem Zusammenhang vermutlich die Tatsache angesehen werden, daß bei den verhaltensschwierigen Kindern auf Grund erheblich reduzierter aktiver Steuerung und Kontrolle beim Schreiben das Verhältnis von spontanen und aktiven Anteilen der Bewegungsdynamik zugunsten der spontanen Anteile verschoben ist.

Nach dem Gesagten ist es verwunderlich, daß Alpha-Frequenz und Hin- und Herbewegungstempo keinen signifikanten Zusammenhang zeigen. Wahrscheinlich hängt das mit der exzessiven vertikalen und vor allem horizontalen Bewegungsexpansion der verhaltenschwierigen Kinder bei dieser Bewegungsaufgabe zusammen, die in einem solchen Bereich die Anzahl der Abstriche/Sekunde wesentlich mitdeterminiert.

Ob und inwieweit der Mangel an Bewegungssteuerung (angezeigt durch die erhöhte Variabilität der Bewegungselemente) mit den diskutierten Zusammenhängen in Beziehung steht, bleibt dahingestellt. In einer folgenden Studie wird näher darauf eingegangen (ZUBERBIER u. GRÜNEWALD 1964).

Zusammenfassung

Verhaltenschwierige Kinder wurden mit einer altersentsprechenden Kontrollgruppe verhaltensunauffälliger Kinder bezüglich der Bewegungsdynamik bei graphischen Hin- und Herbewegungen und beim Schreiben und bezüglich der Alpha-Frequenz im EEG statistisch verglichen. Es zeigten sich folgende gesicherte Unterschiede:

1. Die verhaltenschwierigen Kinder weisen eine erhöhte Bewegungsaktivität und eine geringere Bewegungssteuerung auf.
2. Ihre durchschnittliche occipitale Alpha-Frequenz (Ruhebedingungen) liegt im Mittel um etwa 1 c/sec höher als bei den Kontrollkindern.
3. Alpha-Frequenz und Schreibtempo korrelieren bei den verhaltenschwierigen Kindern signifikant positiv miteinander.

Die Alpha-Frequenz wurde als Indicator für den individuellen Status zentralnervöser Erregbarkeit, und dieser als physiologische Disposition zur zentralen Funktionsaktivierung aufgefaßt, wie sie (unter anderem) in der motorischen Aktivität zum Ausdruck kommt.

Literatur

- BIESHEUVEL, S., and D. R. PITTS: Some tests of speed and tempo of behaviour as predictors of the primary-secondary function temperament variable. *J. Nat. Inst. Pers. Res.* (Johannesburg) **6**, 87–94 (1956).
- DAVIS, P. A.: Electroencephalograms of manic-depressive patients. *Amer. J. Psychiat.* **98**, 430–433 (1941).
- DENIER VAN DER GON, J. J., and N. VAN HINTE: The relation between the frequency of the alpha-rhythm and the speed of writing. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **11**, 669–674 (1959).
- DUFFY, E.: Activation and behaviour. New York, London: John Wiley & Sons, Inc. 1962.
- GASTAUT, H., Y. GASTAUT, A. ROGER, J. CARRIOL et R. NAQUET: Étude électrographique du cycle d'excitabilité cortical. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **3**, 401–428 (1951).
- GRÜNEWALD, G., u. H. MÜCHER: Über den Einfluß zentraler Funktionsaktivierung auf die Schreibmotorik. *Psychopharmacologia (Berl.)* **5**, 372–389 (1964).
- E. ZUBERBIER u. J. BAUCKE: Graphomotorische Untersuchungen an verhaltenschwierigen Kindern. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **201**, 549–564 (1961).

- HURST, L. A., A. C. MUNDY-CASTLE, and D. M. BEERSTECHER: The electroencephalogram in manic-depressive psychosis. *J. ment. Sci.* **100**, 220—240 (1954).
- JUNG, R.: Neurophysiologische Untersuchungsmethoden. Handbuch d. inneren Medizin, Bd. V., 1. Teil. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1953.
- MUNDY-CASTLE, A. C.: The relationship between primary-secondary function and the alpha rhythm of the electroencephalogram. *J. Nat. Inst. Pers. Res.* (Johannesburg) **6**, 95—102 (1956).
- An appraisal of electroencephalography in relation to psychology. *J. Nat. Inst. Pers. Res.* (Johannesburg) Monograph. Supplement No. 2 (1958).
- PISCART, R.: Échelle objective d'écriture pour écoliers belges d'expression française. Paris: E. Nauwelaerts, Louvain et J. Vrin 1950.
- SMITH, J. R.: The frequency growth of the human alpha rhythms during normal infancy and childhood. *J. Psychol.* **11**, 177—198 (1941).
- ZUBERBIER, E., u. G. GRÜNEWALD: Schreibmotorische Indicatoren mangelnder Kontrollanpassung bei verhaltensschwierigen Kindern. (Manuskript.)

Priv.-Doz. Dr. G. GRÜNEWALD,
4 Düsseldorf-Grafenberg, Bergische Landstr. 2, Psychiatrische Klinik