

## Ein chronobiologischer Aspekt stereotypen Verhaltens

Alfred Meier-Koll, Peter Pohl, Christine Schaff und Christine Stankiewitz

Institut für Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin der Universität München

### One Chronobiological Aspect of Stereotyped Behaviour

**Summary.** The stereotyped behaviours of six institutionalized handicapped children were continuously observed during several days. Each child showed at least two forms of stereotyped behaviour. Using spectra of variance and cross-correlation analysis, the data were analysed with respect to underlying periodicities.

A 2.5-hour cycle was found in all observed stereotypies. Furthermore, stable phase relationships were found between the periodic variations of different stereotypies in one and the same child. The temporal courses of hand and oral stereotypies were synchronous but head and whole-body stereotypies were delayed by half a phase with respect to stereotypic handwaving.

A possible relationship is discussed between the 2.5-hour periodicity of stereotyped behaviour and Kleitman's "Basic Rest Activity Cycle."

**Key words:** 2.5-hour motility cycle – Manual and oral stereotypies – Gross motor stereotypies – Autoaggressions.

**Zusammenfassung.** An 6 mehrfach behinderten Kindern wurde unter stationären Pflegebedingungen das Auftreten verschiedener stereotyper Verhaltensweisen kontinuierlich über mehrere Tage beobachtet. Es wurden von jedem der Kinder mindestens zwei Formen motorischer Stereotypien in ihrem tageszeitlichen Verlauf protokolliert. Die Daten der Verhaltensbeobachtungen wurden einer mathematischen Periodikanalyse (Varianzspektren und Kreuzkorrelationen) unterzogen.

Die Tagesverläufe aller Stereotypieformen ließen eine ultradiane 2,5-Stunden-Periodik erkennen. Zwischen den periodischen Abläufen verschiedener stereotyper Aktivitäten ein und desselben Kindes wurden stabile Phasenbeziehungen gefunden. Dabei waren die Zeitverläufe der Handstereotypien

---

Sonderdruckanforderungen an: Dr. rer. nat. A. Meier-Koll, Inst. f. Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin der Universität München, Blutengburgstr. 71, D-8000 München 19, Bundesrepublik Deutschland

und oralen Stereotypien synchron, während die Kopf- und Körperstereotypien zur Handmotorik gegenphasig liefen.

Ein Zusammenhang der 2,5-Stunden-Periodik stereotyper Aktivitäten mit dem Kleitmanschen „Basic Rest Activity Cycle“ wird angedeutet.

**Schlüsselwörter:** 2,5-Stunden-Periodik – Hand- und orale Stereotypien – Ganzkörper-Stereotypien – Autoaggression.

## Einleitung

Eine der häufigsten Verhaltenspathologien psychiatrischer Patienten stellen motorische Stereotypien dar. Derartige Bewegungsmuster können bereits in der frühen Kindheit manifest werden (Kravitz and Boehm, 1971). So zeigt eine Reihe unterschiedlich behinderter Kinder motorische Stereotypien in Form von Körperschaukeln, Kopfstößen, Handfächern oder Knet- und Faltbewegungen der Finger (Berkson, 1967). Die genannten Formen stereotypen Verhaltens treten unabhängig von der Behinderungsform auf und werden beispielsweise häufig an geistig behinderten, autistischen und blinden Kindern wie auch an organisch gesunden Kindern mit Hospitalismusschäden beobachtet. Eine zusammenfassende Beschreibung der häufigsten Arten stereotyper Verhaltenweisen und Hypothesen zu ihrer ätiologischen Erklärung enthält ein Sammelreferat von Baumeister und Forehand (1973).

Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, daß exogene Einflüsse wie Belohnungen (Pohl, 1977) oder frustrierende Stimuli (Baumeister und Forehand, 1971) das Auftreten stereotyper Verhaltensweisen zu beeinflussen vermögen. Ungeachtet solcher exogener Faktoren scheinen dem stereotypen Verhalten auch endogene Mechanismen zugrundezuliegen. Dies wird insbesondere durch eine Arbeit von Sorosky et al. (1968) belegt, in der an Hand von Langzeitbeobachtungen unter kontrollierten Umweltbedingungen eine Konstanz stereotyper Aktivitäten nachgewiesen werden konnte.

Die vorliegende Studie trägt zu einem weiteren Verständnis möglicher endogener Mechanismen bei, indem sie zeitliche Strukturierungen der Tagesverläufe stereotyper Spontanaktivitäten von 6 behinderten Kindern darstellt.

## Methodik

### Kasuistik

Für die Auswahl der Patienten war von Bedeutung, daß jedes Kind im Laufe eines Tages mehrere der häufigsten Stereotypieformen in seinem spontanen Verhalten zeigte. Wiederholt wurden Körperschaukeln, Handfächern, Nesteln sowie orale Stereotypien (Schlecken) beobachtet. Bei fünf Kindern waren die genannten Stereotypien auch von autoaggressiven Verhaltensweisen begleitet. Obgleich das stereotype Verhaltensrepertoire der 6 Kinder ähnlich war, boten sie unterschiedliche klinische Bilder.

*S. W., 3;7jähriger Junge.* Diagnose: Perinatale organische Hirnschädigung mit Hydrocephalus internus e vacuo, motorische Retardierung und schwere geistige Behinderung. — Nach schwierig verlaufener Schwangerschaft kam das Kind 10 Tage zu spät auf die Welt. Im Alter

von 2 Jahren wurde eine Meningitis durchgemacht. Daraufhin entwickelten sich Autoaggressionen in Form von Faustschlägen gegen den Kopf.

*St. W., 7;2jähriger Junge.* Diagnose: Congenitaler Cerebralschaden mit starker geistiger Retardierung und autistischen Zügen, spastische Bewegungsstörung vor allem der unteren Extremitäten. Mäßiggradige Ventrikelerweiterung, geringgradiger Hydrocephalus internus *e vacuo*. — Frühgeburt (7. Monat). Neben Stereotypien treten Autoaggressionen (Faustschläge gegen das Kinn) auf.

*G. Chr., 6jähriger Junge.* Diagnose: Organischer Hirnschaden unklarer Genese (Verdacht auf Narkosefehler bei einer Leistenbruchoperation im 14. Lebensmonat), massive Verhaltensstörungen (Autoaggressionen und ruminierendes Erbrechen). — Schwangerschaft und Geburtsverlauf waren normal. Unauffällige frökhkindliche Entwicklung. Autoaggressionen in Form von Kopfstoßen gegen Boden, Wände und Möbel.

*B. G., 5;6jähriger Junge.* Diagnose: Geistige Behinderung mit Verdacht auf eine hirnorganische Schädigung (unbekannter Genese), Deprivation und Verhaltensstörungen. — Schwangerschaft und Geburtsverlauf waren normal, ebenso die frökhkindliche Entwicklung. Autoaggressionen in Form von Faustschlägen gegen den Kopf.

*D. C., 4;9jähriger Junge.* Diagnose: Hydrocephalus communicans bei Porencephalie und Verdacht auf Tumor im Bereich der hinteren Schädelgrube (Dandy-Walker-Syndrom), epileptische Anfälle seit dem 6. Lebensmonat, zentral bedingte Schalleitungsstörung. — Frühgeburt (7. Monat). Autoaggressionen in Form von Faustschlägen gegen das Kinn.

*G. R., 6;6jähriges Mädchen.* Diagnose: Prä- und perinataler Hirnschaden unklarer Genese (Drogenabhängigkeit der Mutter), Hydrocephalus internus *e vacuo*, Zwergwuchs, motorische Retardierung, geistige Behinderung mit autistischen Zügen und Deprivation. — Keine Angaben über Familiengeschichte, Schwangerschaft- und Geburtsverlauf. Das Kind lebt seit seiner Geburt in Heimen und klinischen Institutionen.

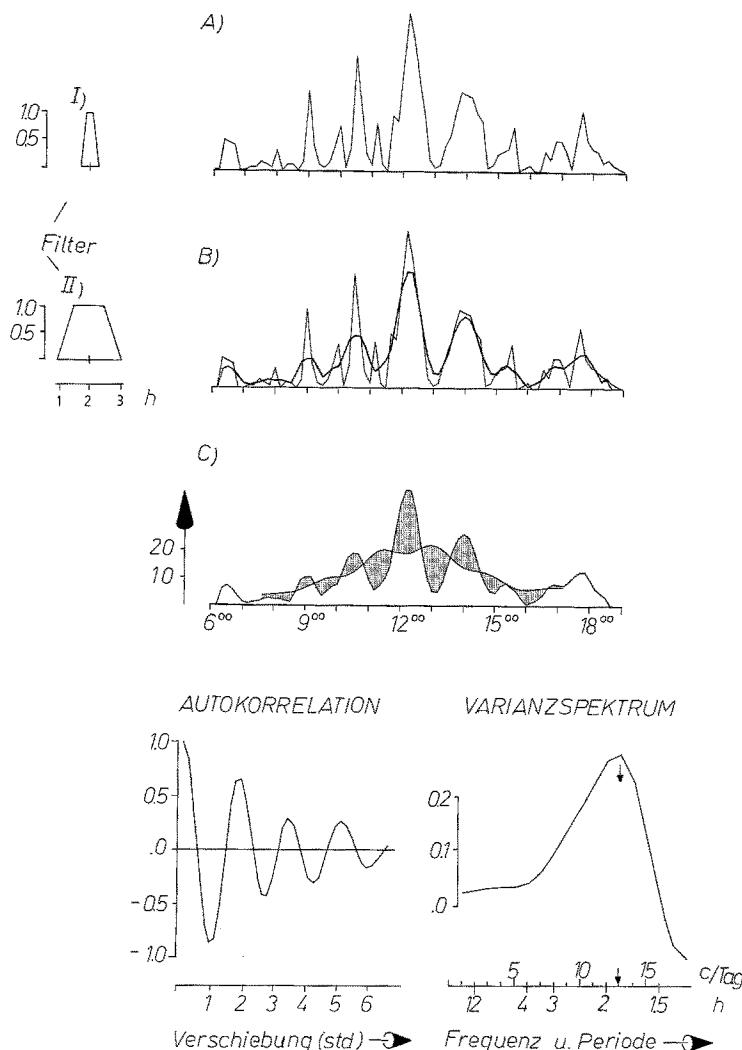
### *Verhaltensbeobachtungen*

Die Kinder wurden abwechselnd von drei Mitarbeitern, die über die Fragestellung der Studie nicht unterrichtet waren, in der vertrauten Umgebung der klinischen Station beobachtet. Da sich die Kinder in Räumen und Korridoren ungehindert bewegen sollten, hielten sich die Mitarbeiter als teilnehmende Beobachter in Sichtweite auf. Dabei wurde vermieden, die Kinder abzulenken. Abgesehen von den notwendigen Pflegemaßnahmen (Mahlzeiten, Körperhygiene) wurde alles unterlassen, was die Kinder in ihrem spontanen Verhalten hätte behindern können. Insbesondere erfuhren die Patienten während der Beobachtungstage keine therapeutische Intervention.

An 5 bis 9 aufeinanderfolgenden Tagen wurde in der Zeit zwischen 6.00 und 19.00 Uhr die Häufigkeit des Auftretens einer jeden Stereotypieform während angrenzender 10-min-Intervalle anhand von Strichlisten notiert. Auf diese Weise wurde ausschließlich festgehalten, wie oft das Kind innerhalb der 10-min-Intervalle eine stereotype Bewegungsfolge initiiert hatte, die mindestens zwei Bewegungseinheiten umfaßte. Diese Art der Quantifizierung ließ unbeachtet, wie lange das Kind in einer der stereotypen Bewegungsweisen verharrte. Es konnte jedoch festgestellt werden, daß die stereotypen Bewegungsfolgen meist nur für einige Sekunden anhielten. Ein Persistieren über mehrere Minuten war bei keinem Kind zu beobachten. Aufeinanderfolgende stereotype Handlungen mußten durch ein deutliches Innehalten von schätzungsweise 5 s Mindestdauer voneinander getrennt sein.

Wurden die Strichlisten als Aktivitätsdiagramme dargestellt (Abb. 1A), so zeigten sich meist deutliche Schwankungen der Häufigkeit stereotyper Bewegungsfolgen in Intervallen von einigen Stunden<sup>1</sup>. Im Hinblick auf eine mögliche periodische Gliederung dieser Aktivitätsschwankun-

<sup>1</sup> Die Aktivitätsmaxima konnten dabei pro 10-min-Intervall mehr als 50 Initialakte für stereotype Handbewegungen anzeigen



**Abb. 1A—C.** Mathematische Periodik-Analyse des Tagesverlaufs der stereotypen Handmotorik (Kind B. G.). A) Ursprüngliche Aktivitätskurve. B) Gefilterte Aktivitätskurve (Unterdrückung des Datenrauschen). C) Schwankungen der gefilterten Aktivitätskurve um eine Linie des mittleren Aktivitätsniveaus. Ordinatenskalierung in A, B und C: Anzahl der Salven stereotypen Handfächerns pro 10-min-Intervall. Die Periodizität der Aktivitätsschwankungen um die Linie des mittleren Niveaus wurde mit Hilfe der Autokorrelationsfunktion und des entsprechenden Varianzspektrums ermittelt

gen im Sinne einer Ultradianperiodik wurden die Daten einer mathematischen Analyse unterzogen, deren Einzelschritte anhand der Abbildung 1 veranschaulicht werden.

Abbildung 1A zeigt den Aktivitätsverlauf des stereotypen Handfächerns eines Kindes (B.G.) in der Zeit zwischen 6.00 und 19.00 Uhr. Durch eine gleitende Mittelung über je 5 benachbarte Beobachtungsintervalle (Filter I) entlang der Zeitachse wurde die ursprüngliche Aktivitätskurve geglättet (Abb. 1B). Die Glättung entspricht einer teilweisen Unterdrückung (Filterung) unsystematischer Aktivitätsschwankungen, deren Dauer in der Größenordnung einer halben Stunde liegt (Datenrauschen).

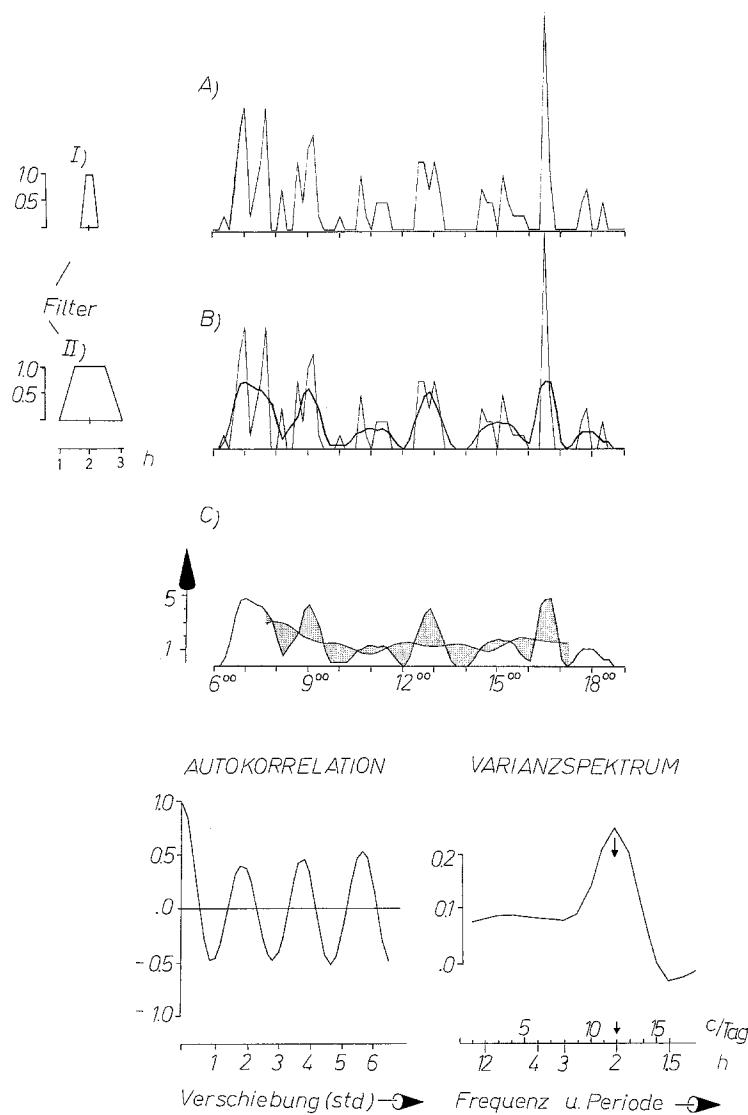
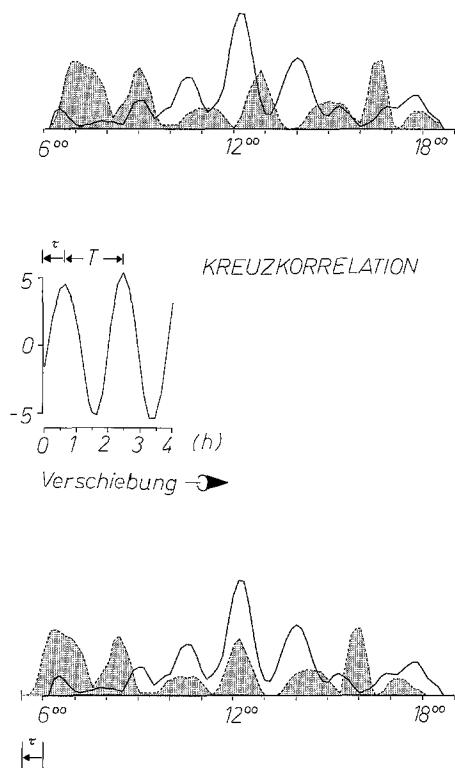


Abb. 2A-C. Mathematische Periodik-Analyse des Tagesverlaufs der stereotypen Rumpfmotorik (Kind B.G.). Erläuterungen wie in Legende zu Abbildung 1

In einem zweiten Filterungsprozeß wurde das ursprüngliche Aktivitätsdiagramm (Abb. 1 A) durch eine gleitende Mittelung über je 13 Beobachtungsintervalle (Filter II) geglättet. Dabei wurde die Zählrate eines jeden 10-min-Intervall mit den Zählraten der 6 vorausgegangenen und 6 nachfolgenden 10-min-Samples gemittelt. Die trapezartige Charakteristik des Filters II trägt dem Umstand Rechnung, daß den äußeren Samples ein geringeres statistisches Gewicht zukommt als den an das mittlere Sample angrenzenden Beobachtungsintervallen. Die gewählte Breite des Filters II umfaßt je 13 angrenzende Samples und gewährleistet, daß Aktivitätschwankungen der Größenordnung von 2 h unterdrückt werden. Die Anwendung des Filters II läßt schließlich aus dem ursprünglichen Aktivitätsdiagramm eine Trendkurve des mittleren Aktivitätsniveaus erstehen. Die stereotype Aktivität (Abb. 1 B) stellt sich dann als Schwankung um diese Trendkurve dar (Abb. 1 C).



**Abb. 3.** Kreuzkorrelation der Tagesverläufe von Hand- und Rumpfmotorik (Kind B.G.)

Die genannten Schwankungen der stereotypen Motorik um ihr mittleres Aktivitätsniveau wurden einer Autokorrelationsanalyse unterzogen. Durch die Bildung einer Autokorrelationsfunktion (Abb. 1) können periodische Anteile des Aktivitätsverlaufs gegenüber unsystematischen Schwankungen hervorgehoben werden. Enthält die ursprüngliche Aktivitätskurve eine periodische Komponente, so zeigt die gewonnene Autokorrelationsfunktion einen periodischen Ablauf derselben Periodizität. Wären die Aktivitätsschwankungen der stereotypen Handmotorik des Kindes (B.G.) zufallsbedingt und damit unsystematisch, so ließe auch die Autokorrelationsfunktion keine periodische Gliederung erkennen. Die Autokorrelationsfunktion läßt sich mathematisch als Überlagerung verschiedener Cosinusschwingungen darstellen (Fourier-Theorem). Die Gesamtheit derjenigen Cosinusschwingungen und deren Amplituden, die zur Darstellung der Autokorrelationsfunktion benötigt werden, kann als Varianzspektrum aufgezeichnet werden. In diesem Varianzspektrum sind folglich solche Cosinusschwingungen mit großer Amplitude vertreten, deren Frequenz der Periodizität der Autokorrelationsfunktion am nächsten kommt.

Das ausgewählte Beispiel des zeitlichen Aktivitätsverlaufs der stereotypen Handmotorik (Abb. 1) läßt innerhalb des 12stündigen Intervalls von 6.00 bis 18.00 Uhr sechs Perioden erkennen. Dementsprechend zeigt die Autokorrelationsfunktion eine periodische Gliederung mit einem Periodenintervall von ungefähr 2 h. Das Varianzspektrum schließlich stellt diese Periodizität durch ein Maximum dar, welches im Frequenzbereich von 12 Schwingungen pro Tag liegt und damit einer Periodenlänge von etwa 2 h entspricht.

Das gleiche Verfahren der Periodikanalyse ist in Abbildung 2 für das stereotype Körperschaukeln dargestellt, welches dasselbe Kind am gleichen Tag gezeigt hatte. Obgleich die Körpermotorik geringere Aktivitätsspitzen zeigte als die Handstereotypie, erkennt man, daß der Aktivitätsverlauf beider stereotyper Verhaltensweisen an ein und demselben Tag von einer 2-h-Periodik geprägt war.

Zeigen die Aktivitätsverläufe zweier Verhaltensweisen dieselbe Periodizität, so stellt sich die Frage nach einer Phasenbeziehung zwischen beiden zeitlichen Abläufen. In Abbildung 3 (oben) sind die genannten Aktivitätsverläufe von Handmotorik und Körperschaukeln in ihrer gefilterten Form auf derselben Zeitachse abgebildet. Es lässt sich dabei feststellen, daß Häufigkeitsmaxima der stereotypen Handmotorik zeitlich in etwa mit Häufigkeitsminima der stereotypen Körpermotorik zusammenfallen. Dieser Eindruck lässt sich anhand einer Korrelationsanalyse erhärten.

### Korrelationsanalyse

Ein mathematisches Maß für die mittlere Übereinstimmung beider Zeitverläufe lässt sich in Form eines Korrelationskoeffizienten  $KK$  angeben.

Zur Bestimmung des Korrelationskoeffizienten werden beide Zeitverläufe durch je eine Zeitfunktion  $f_1(t)$  und  $f_2(t)$  repräsentiert. Als Korrelationskoeffizient  $KK$  lässt sich dann der Integralausdruck

$$KK = \frac{1}{L} \int_0^L f_1(t) f_2(t) dt$$

verwenden. Wird die Funktion  $f_2(t)$  gegenüber  $f_1(t)$  um ein Zeitintervall verschoben, so ist der Korrelationskoeffizient eine Funktion dieses Verschiebungintervalls

$$KK(\tau) = \frac{1}{L-\tau} \int_0^{L-\tau} f_1(t) f_2(t-\tau) dt$$

$L$  bedeutet in beiden Formeln die Länge des Beobachtungszeitraums.

Wird die Aktivitätskurve des Körperschaukelns gegenüber derjenigen der Handmotorik nach links verschoben, so ändert sich das Maß der Übereinstimmung ( $KK$ ) beider Kurven in Abhängigkeit des Verschiebungintervalls (Abb. 3 Mitte). Der Korrelationskoeffizient  $KK$  nimmt ein erstes Maximum bei einem bestimmten Verschiebungintervall  $\tau$  an. Maxima der stereotypen Handmotorik fallen dann überwiegend mit Maxima des verschobenen Aktivitätsverlaufes der Körpermotorik zusammen (Abb. 2 unten).

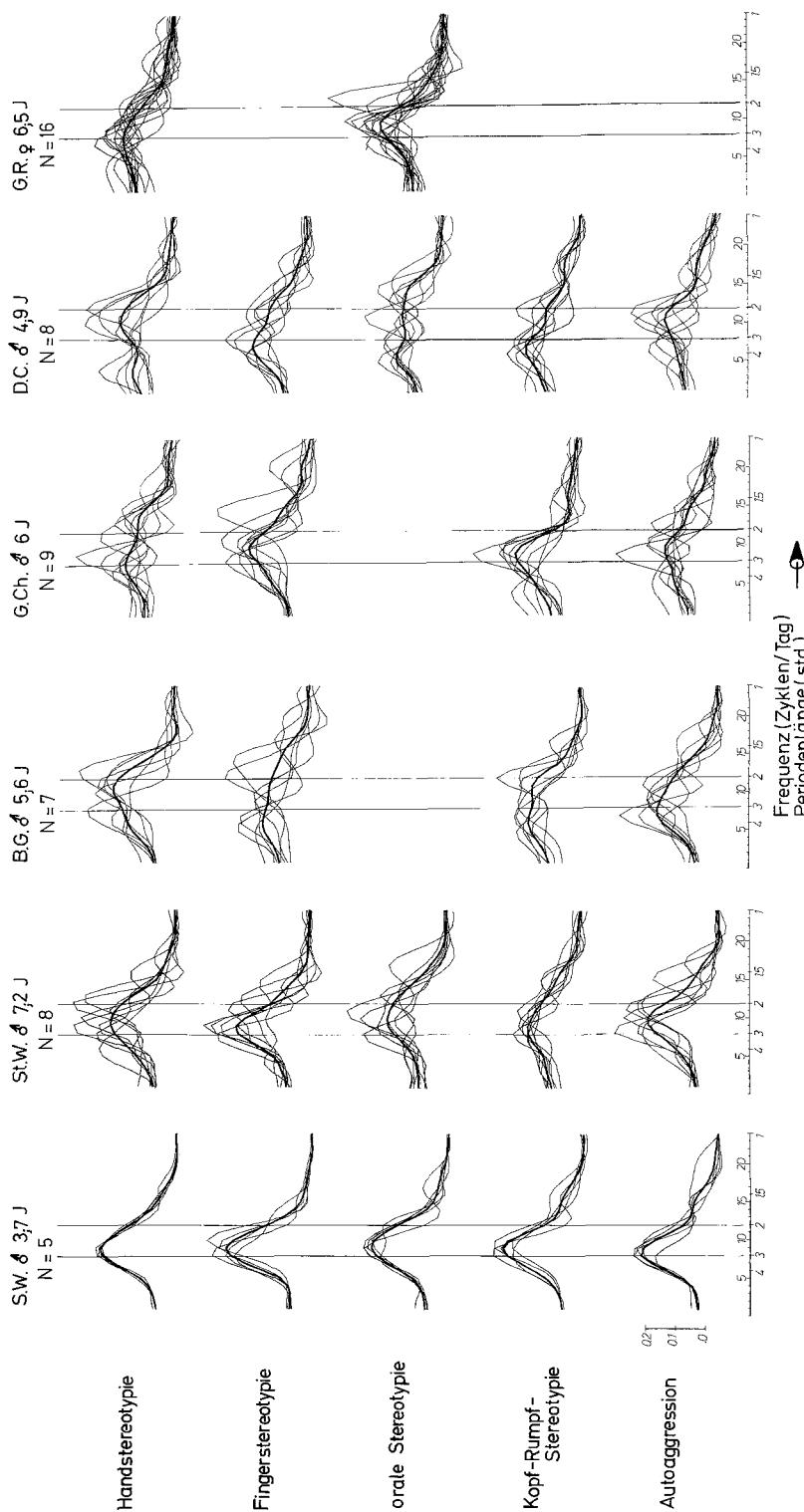
Das Verschiebungintervall  $\tau$  entspricht einer Phasenverschiebung zwischen den periodischen Aktivitätsverläufen von Körperschaukeln und Handfächern. Wird die Aktivitätskurve des Körperschaukelns noch weiter nach links verschoben, so nimmt der Korrelationskoeffizient  $KK$  ein weiteres Maximum bei einem Verschiebungintervall  $\tau + T$  an.  $T$  bezeichnet dabei die gemeinsame Periodenlänge (2 h) beider Aktivitätsverläufe.

Mit Hilfe der beschriebenen Kreuzkorrelation konnten Phasenbeziehungen zwischen den Aktivitätskurven verschiedener stereotyper Verhaltensweisen ermittelt werden.

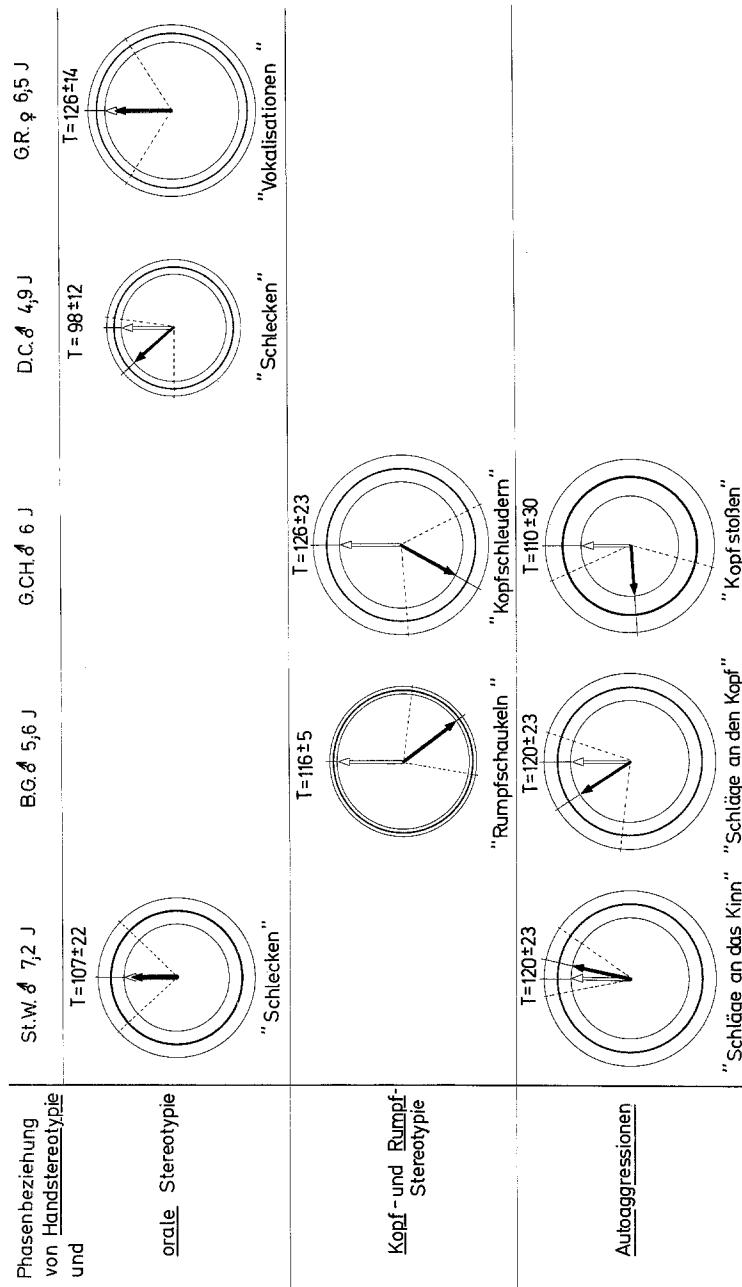
## Ergebnisse

### 1. Periodikanalyse

In Abbildung 4 sind Varianzspektren der einzelnen Verhaltensweisen aller 6 beobachteten Kinder zusammengestellt. Dabei entsprechen die dünnlinigen Kurven Varianzspektren der einzelnen Beobachtungstage. Die dicklinigen Kurven repräsentieren jeweils ein mittleres Spektrum aus allen Beobachtungstagen. Man erkennt, daß fast alle stereotypen Verhaltensweisen der 6 Kinder eine mittlere Periodizität von etwa 2,5 h aufwiesen. Faßt man die Höhe der Maxima in den Spektren sowie die Variabilität der einzelnen Tagesspektren ins Auge, so lässt sich feststellen, daß das stereotype Verhalten der Kinder S. W. und St. W. die deutlichste Periodizität erkennen ließ. Anhand eines Vergleichs mit der Kasuistik dieser Kinder lässt sich aussagen, daß beide Patienten die größte geistige bzw. motorische Behinderung aufwiesen.



**Abb. 4.** Zusammenstellung der Varianzspektren aller beobachteten stereotypen Aktivitäten von sechs behinderten Kindern ( $N$  = Anzahl aufeinanderfolgender Beobachtungstage). Beachte: Die Mehrzahl der stereotypen Aktivitäten zeigt eine ultradiane Periodizität mit Periodenlängen zwischen 2 und 3 h



**Abb. 5.** Phasenbeziehungen zwischen dem Zeitverlauf von Handstereotypien und anderen stereotypen Verhaltensweisen. Beachte: Orale Stereotypien und Autoaggressionen, die von Hand ausgeführt werden, sind mit der stereotypen Handmotorik in Phase. Demgegenüber können die Zeitreihen von Kopf- und Körperstereotypien gegenüber dem Tagesverlauf der Handmotorik um die Größenordnung einer halben Periodenlänge der ultradaueren Zyklus verschoben sein

## 2. Korrelationsanalyse

Mit Hilfe der Kreuzkorrelation wurden die Phasenbeziehungen zwischen dem Aktivitätsverlauf des stereotypen Handfächerns und den Aktivitätsverläufen aller übrigen Stereotypieformen für jedes der 6 Kinder bestimmt.

Der Aktivitätsverlauf der Handstereotypie wurde als Referenzzyklus gewählt, da Handstereotypien bei allen 6 Kindern zu beobachten waren. Jede andere stereotype Aktivität hätte ebenso als Referenzzyklus dienen können. Zur Veranschaulichung der gefundenen Phasenbeziehungen wurden Zeigerdiagramme erstellt (Abb. 5). Jedes Zeigerdiagramm kann als eine Uhr aufgefaßt werden, deren Umlauf (dicker Kreis) einer mittleren Periode  $T$  der korrelierten Aktivitätsverläufe entspricht. Die Streuung dieser Perioden wird durch je einen äußeren und einen inneren Kreis veranschaulicht. Zumeist ergaben sich anhand der Korrelationsanalysen in Übereinstimmung mit den Varianzspektren Periodenlängen um 120 min.

In jedem Zeigerdiagramm repräsentiert der weiße Zeiger die Phase der stereotypen Handmotorik, die als Referenzaktivität gewählt wurde. Entsprechend stellt der weiße Zeiger einen Referenzzeiger dar, der willkürlich auf 12 Uhr gestellt werden konnte. Die Stellung der schwarzen Zeiger gegenüber den weißen repräsentiert jeweils die mittlere Phase, welche die einzelnen motorischen Stereotypien gegenüber der Handmotorik gezeigt hatten. Diese Phasen stellen Mittelwerte aus den jeweiligen Beobachtungstagen dar. Die Winkelbereiche, die von gestrichelten Linien eingefaßt werden, begrenzen den Streubereich dieser Phasen.

Die Zeigerdiagramme der ersten Reihe in Abbildung 5 lassen erkennen, daß orale Stereotypieformen (Schlecken, Vokalisationen) synchron mit stereotypen Handbewegungen einhergehen. Aufgrund der zeitlichen Parallelität beträgt der Phasenwinkel zwischen den entsprechenden Zeigern Null oder befindet sich innerhalb des Streubereiches.

Im Gegensatz zu den oralen Stereotypien ließ sich anhand zweier Patienten zeigen, daß die Aktivitäten von Kopfschleudern und Körperschaukeln einen deutlichen Phasenunterschied zur stereotypen Handmotorik aufwiesen (Abb. 5, 2. Reihe). Die Phasenunterschiede zwischen Hand- und Kopf- bzw. Körperstereotypien lagen bei beiden Patienten in der Größenordnung einer halben Periodenlänge.

Zwei der Kinder, welche autoaggressive Verhaltensweisen gezeigt hatten, lassen aufgrund der entsprechenden Zeigerdiagramme (Abb. 5, untere Reihe) einen synchronen Verlauf von Autoaggressionen und Handstereotypien annehmen. In beiden Fällen bestand die autoaggressive Handlung in wiederholten Faustschlägen gegen Kopf und Kinn. Ein drittes Kind (G. Ch.), dessen Autoaggressionen in einem Kopfstößen bestanden, ließ eine derartige Parallelität zur stereotypen Handmotorik vermissen.

## Diskussion

An allen 6 beobachteten Kindern ließ sich anhand von Spektralanalysen nachweisen, daß der stereotypen, motorischen Aktivität eine zyklische Organisation mit Periodenlängen von ungefähr 2,5 h unterlag. Es stellt sich damit die Frage,

inwieweit eine solche Periodizität durch äußere Vorgänge aufgeprägt oder durch einen endogenen, biologischen Rhythmus bedingt ist.

Während der mehrtägigen Beobachtungen wurde abgesehen von Pflegemaßnahmen alles unterlassen, was die Kinder in ihrem spontanen Verhalten systematisch beeinträchtigt hätte. Den Kindern wurden im Laufe des Tages 3 Mahlzeiten in der Zeit von 8.00—8.20, 11.00—11.20 und 16.50—17.10 Uhr angeboten. Die Verteilung der Mahlzeiten kann nicht in Zusammenhang mit der 2,5-h-Periodik gebracht werden.

Die 3 Beobachter wechselten unregelmäßig meist um die Mittagszeit ab. Das Pflegepersonal versah den Dienst ganztägig. Insofern scheidet auch ein Personalwechsel als Zeitgeber für die Periodizität des stereotypen Verhaltens der Kinder aus. Auch dürften die protokollierten Aktivitätsschwankungen nicht auf Vigilanzschwankungen der Beobachter zurückzuführen sein. Es ließe sich schwer erklären, wie sich die individuellen Aufmerksamkeitsschwankungen von 3 Beobachtern in den Protokollen als einheitlicher Zyklus darstellen. Daneben spricht die 90%ige Beobachtungsreliabilität zwischen je zwei Beobachtern für einen vernachlässigbaren Einfluß von Vigilanzschwankungen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich unter den genannten Bedingungen kein exogener Faktor finden ließ, auf den die 2,5-h-Periodik der stereotypen Aktivität zurückgeführt werden könnte.

### *Mögliche endogene Mechanismen*

In der Literatur wurden eine Reihe ultradianer Zyklen mit Periodenlängen von wenigen Stunden beschrieben (Kripke, 1974). So unterliegt bekanntlich die Folge der Schlafstadien einem zyklischen Wechsel von 1,5—2 h. Dies gilt für den Erwachsenen wie für Kinder im Alter der untersuchten Patienten (Roffwarg et al., 1966). Wie erstmals von Kleitman (1969) angenommen und von zahlreichen Autoren (Globus et al., 1973; Sterman, 1970) bestätigt, bezieht sich die genannte Ultradianperiodik nicht allein auf die nächtlichen Schlafstadien, sondern beeinflußt auch das Verhalten während des Wachens. Bestimmungen der oralen Aktivität (Friedman und Fisher, 1967) und Untersuchungen anderer motorischer sowie kognitiver Funktionen (Globus et al., 1971) ließen eine Zyklik um 2 h erkennen. Aufgrund solcher Befunde liegt es nahe, die beobachtete 2,5-h-Periodik der stereotypen Motorik mit dem von Kleitman beschriebenen Basic Rest Activity Cycle (BRAC) zu erklären. Von diesem Grundzyklus wird angenommen, daß er sich mit Periodenlängen zwischen 1,5—2,5 h kontinuierlich über Tag und Nacht fortsetzt. Dies wird u. a. durch Untersuchungen der Phasenverschiebung von REM-Stadien aufeinanderfolgender Nächte nahegelegt (Schultz et al., 1975).

Ein Zusammenhang der ultradianen Periodik stereotypen Verhaltens mit dem BRAC wird auch in einer Fallstudie belegt (Meier-Koll et al., 1977). Die zyklischen Schwankungen der stereotypen Handmotorik eines geistig behinderten Kindes und dessen Schlafstadienzyklus konnten durch ein und denselben Grundrhythmus, der sich Tag und Nacht fortsetzt, beschrieben werden. Es zeigte sich dabei, daß diejenigen Phasen des Grundzyklus, die nachts den REM-Stadien entsprachen, am Tag überwiegend mit Phasen vermehrter stereotyper Hand-

motorik zusammenfielen. Hingegen entsprachen diejenigen Phasen des Grundzyklus, die mit Stadien des NON-REM-Schlafes (synchrone EEG) einhergingen, am Tag den Minima der stereotypen Handmotorik.

Ein Einwand gegen die Gleichsetzung der ultradianen 2,5-h-Periodik des stereotypen Verhaltens mit dem Zyklus der Schlafstadien könnte vorgebracht werden, da die Periodik des Schlafstadienzyklus durchschnittlich bei 1,5 h liegt. Die Annahme eines einheitlichen Grundzyklus setzt damit voraus, daß dieser Zyklus am Tag etwas langsamer schwingt als in der Nacht (Mittermaier, 1975). Eine derartige Frequenzmodulation wurde von Kripke et al. (1976) nachgewiesen. Durch polygraphische Messungen am Rhesusaffen wurde gezeigt, daß dessen homologer Aktivitätszyklus während künstlicher Tagesphasen mit der doppelten Periodenlänge auftrat als während der Nachtpasen. Man wird daher auch für den Menschen einen ultradianen Grundrhythmus der Motorik annehmen können, dessen Frequenz dem natürlichen Tag-Nacht-Wechsel entsprechend moduliert wird. Damit könnte erklärt werden, daß der beschriebene Aktivitätszyklus der stereotypen Motorik längere Perioden aufwies, als dies für die Schlafstadienzyklus von Kindern im Alter der beobachteten Patienten zuträfe.

Die periodischen Zeitverläufe verschiedener stereotyper Aktivitäten ließen bei fünf Kindern stabile Phasenbeziehungen erkennen. Dabei verliefen orale Aktivitäten (Schlecken und Vokalisationen) synchron zum Zeitverlauf des stereotypen Handfächerns. Desgleichen traten autoaggressive Akte, soweit sie mit der Hand ausgeführt wurden (Faustschläge gegen Kopf und Kinn) in zeitlicher Parallelität zur stereotypen Handmotorik auf. Demgegenüber zeigten sich signifikante Phasenunterschiede zwischen den Zeitreihen von Handmotorik und Kopf- bzw. Rumpfstereotypien. Diese Phasenunterschiede lagen in der Größenordnung von 180° (s. Abb. 5). Bezeichnenderweise ließ sich ein signifikanter Phasenunterschied auch zwischen den Zeitreihen der Handmotorik und der Autoaggressionen des Kindes G. Ch. nachweisen.

Die autoaggressiven Handlungen dieses Kindes bestanden in heftigen Kopfstoßen gegen Fußboden, Wände und Möbel und zeigten damit eine gewisse Verwandtschaft zu stereotypen Kopf- und Körperbewegungen.

Die beschriebenen Phasenbeziehungen lassen ein zeitliches Organisationsprinzip der ultradianen 2-h-Periodik vermuten. Es scheint, als würden in einer Halbphase dieses Grundzyklus überwiegend stereotype Verhaltensweisen initiiert, denen orale Mechanismen und rasche, distale Extremitätenbewegungen (Handfächern, Nesteln) zugrunde liegen. Demgegenüber häufen sich in der entgegengesetzten Halbphase Initialakte zu den langsamen Massenbewegungen der Kopf- und Körperstereotypien.

Die vorliegende Arbeit macht deutlich, daß Langzeitbeobachtungen des stereotypen Verhaltens psychiatrischer Patienten in Verbindung mit mathematischen Analysen zeitliche Gesetzmäßigkeiten (Periodizitäten und Phasenbeziehungen) aufzudecken vermögen, die auf endogene Mechanismen dieser Verhaltenspathologie hinweisen.

## Literatur

- Baumeister, A. A., Forehand, R.: Effects of extinction of an instrumental response on stereotyped body rocking in severe retardates. *Psychol. Rec.* 21, 235—240 (1971)

- Baumeister, A. A., Forehand, R.: Stereotyped acts. In: N. R. Ellis (Ed.), *Intern. Rev. Res. in Mental Retardation*, Vol. 6, pp. 55—96. New York: Academic Press 1973
- Berkson, G.: Abnormal stereotyped motoracts. In: J. Zubin, H. Hunt (Eds.), *Comparative Psychopathology. Animal and Human*, pp. 76—94. New York: Grune and Stratton 1967
- Friedman, St., Fisher, Ch.: On the presence of a rhythmic diurnal, oral instinctual drive cycle in man. A preliminary report. *J. Am. Psychoanal. Ass.* **15**, 317—343 (1967)
- Globus, G., Drusy, R., Phoebus, E., Boyd, R.: Ultradian rhythms and performance. *Percept. and Mot. Skills* **33**, 1171—1174 (1971)
- Globus, G., Phoebus, E., Humphries, J., Boyd, R., Sharp, R.: Ultradian rhythms in human telemetred gross motor activity. *Aerospace Med.* **44**, 882—887 (1973)
- Kleitman, N.: Basic-rest-activity-cycle in relation to sleep and wakefulness. In: A. Kales (Ed.), *Sleep physiology and pathology*, pp. 39—52. Philadelphia: J. B. Lippincott 1969
- Kravitz, H., Boehm, J. J.: Rhythmic habbit patterns in infancy. Their sequence, age of onset and frequency. *Child. Development* **42**, 399—413 (1971)
- Kripke, D. F.: Ultradian rhythms in sleep and wakefulness. In: E. D. Weitzman (Ed.), *Advances in Sleep Research*, Vol. 1, pp. 305—325. New York: Spectrum Publ. 1974
- Kripke, D. F., Halberg, F., Crowley, J., Pegram, V.: Ultradian spectra in monkeys. *Intern. J. Chronobiology* **3**, 193—204 (1976)
- Meier-Koll, A., Fels, Th., Kofler, B., Schulz-Weber, U., Thiessen, M.: Basic rest activity cycle and stereotyped behavior of a mentally defective child. *Neuropädiatrie* **8**, 172—180 (1977)
- Mittermaier, J.: Ultradiane Biorhythmk in der Körpermotorik. Unveröffentlichte Diplom-Arbeit. Univ. Freiburg, 1975
- Pohl, P.: Voluntary control of stereotyped behaviour in mentally retarded children: Preliminary experimental findings. *Developmental Med. Child Neurol.* **19**, 811—817 (1977)
- Roffwarg, H. P., Muzio, J. Y., Dement, W.: Ontogenetic development of the human sleep-dream cycle. *Science* **152**, 602—619 (1966)
- Schulz, H., Dirlich, G., Zulley, J.: Phase shift in the REM sleep rhythm. *Pflügers Arch.* **358**, 203—212 (1975)
- Sorosky, A. D., Ornitz, E. M., Brown, M. B., Ritvo, E. R.: Systematic observations of autistic behavior. *Arch. Gen. Psychiat.* **18**, 439—449 (1968)
- Sterman, M. B.: The basic rest activity cycle and sleep developmental considerations in man and cats. In: C. D. Clemente, D. P. Purpura, F. E. Mayer (Eds.), *Sleep and the Maturing Nervous System*, pp. 175—197. New York: Academic Press 1972

Eingegangen am 30. Dezember 1977