

Untersuchungen zur Stabilität ultradianer Rhythmen beim Menschen

Von I. Schulz, G. Dirlich und J. Zullej

Zusammenfassung: Es wurde untersucht, ob der REM-NREM-Schlafzyklus (rapid eye movement-non REM) über einen langen Beobachtungszeitraum mit stabiler Periode abläuft. Sequenzen von 17—31 aufeinanderfolgenden Nächten von 6 Probanden und 1 Patienten wurden analysiert. Unter drei experimentellen Bedingungen wurde die Stabilität der Periode bestätigt:

- bei ungestörtem Nachtschlaf,
- bei einer Inversion des Schlaf-Wach-Zyklus und
- unter Bedingungen ohne externe Zeitgeber.

Die Periode des ultradianen REM-Schlaf-Rhythmus ist kein ganzzahliger Teiler von 24 h, daher bleibt ein Rest, der sich als konstante tägliche Verschiebung des REM-Schlaf-Rhythmus äußert. Es kann angenommen werden, daß der ultradiane Prozeß endogen gesteuert wird. Im Unterschied zur zirkadianen Periodik erscheint der ultradiane Rhythmus auch unter Bedingungen mit externen Zeitgebern freilaufend. Die Stabilität des ultradianen Rhythmus kann nur in sehr langen Beobachtungsreihen nachgewiesen werden.

1. Einleitung

Über die zeitliche Struktur ultradianer Rhythmen beim Gesunden ist wenig bekannt. Der am besten untersuchte ultradiane Rhythmus ist der Wechsel der REM (rapid eye movement)- und NonREM (NREM)-Schlafphasen. Die Verteilung der Perioden des REM-NREM-Zyklus hat einen relativ stabilen Mittelwert von 90—100 min, sie ist jedoch sehr breit gestreut.

95% der Meßwerte liegen in einem Bereich von 50—130 min (Lewis 1974). Außerdem konnte Brezinová (1974) zeigen, daß die Länge eines Schlafzyklus von seinem Ablauf abhängt und z. B. durch experimentelles Wecken verlängert werden kann. Andererseits ist das nahezu periodische Auftreten von REM-Schlaf viel weniger beeinflussbar als der prozentuale REM-Schlafanteil in einem Schlafzyklus (Hartmann 1968). Da REM-Schlafphasen (REMP) nicht durch ein einziges Maß, sondern durch die simultane Veränderung mehrerer physiologischer Parameter definiert sind, stellt sich die Frage, ob die Variabilität des REM-P-Rhythmus eine Variabilität des steuernden Systems widerspiegelt oder durch eine geringe Stabilität der einzelnen peripheren Parameter bedingt ist. Z. B. ist es möglich, durch MAO-Hemmer den REM-Schlaf zu unterdrücken (Dunleavy u. Oswald 1975), ohne daß alle Teilkomponenten, wie etwa tonische EEG-Veränderungen, unterdrückt werden (Lewis 1974).

Das alternierende Auftreten von REM-P und NREMP kann nur im Schlaf beobachtet werden. Damit ergibt sich die methodische Schwierigkeit, daß der ultradiane Rhythmus nur in kurzen Zeitabschnitten über 4—5 Perioden zu beobachten ist. Während des Tages ist der vermutete zugrundeliegende ultradiane Rhythmus sozusagen maskiert. In eigenen Untersuchungen haben wir den Schlaf in vielen aufeinanderfolgenden Nächten registriert (Schulz et al. 1975) und unter variierten Umgebungsbedingungen beobachtet (Dirlich et al. 1975), um durch Langzeitbeobachtungen den Nachteil der tagsüber fehlenden Beobachtungsmöglichkeit auszugleichen.

Mit diesen Versuchen wollten wir herausfinden, ob es für ultradiane Rhythmen ein zeitliches Ordnungsprinzip gibt, das länger als 24 h kontinuierlich wirksam ist.

2. Material und Methode

Für die vorliegende Untersuchung wurden Daten von 6 gesunden Probanden (Pbn) und einer Patientin (Pt) ausgewertet, von

Summary: Studies on the Stability of Human Ultradian Rhythms

It was investigated whether the REM-NREM (rapid eye movement-non-REM) sleep rhythm has a stable period during long-term observations. Sequences of 17 to 31 consecutive sleep records were analyzed for 6 test subjects and 1 patient. Period stability was confirmed for three experimental conditions:

- undisturbed night sleep,
- inversion of the sleep-waking cycle,
- absence of external timing mechanisms.

The period of the ultradian REM sleep rhythm is no integral submultiple of 24 h, so that the remainder causes a daily drift in the REM sleep rhythm. It is assumed that the ultradian process is controlled endogenously. In contrast to the circadian rhythm the ultradian rhythm appears to be free-running under normal conditions. The stability of the ultradian period has been shown in long-term observations.

denen zwischen 17 und 31 Schlafprotokolle vorlagen. Bei den Daten der Pbn handelt es sich jeweils um Protokolle aufeinanderfolgender Nächte, während zwischen den einzelnen Ableitungen der Pt jeweils etwa 1 Woche lag. In Tab. 1 sind die Angaben zu den Pbn und Versuchsbedingungen zusammengestellt.

Tab. 1: Angaben zu den Pbn und Versuchsbedingungen.

Pb/Pt	Sex	Alter	Anzahl der Nächte	Versuchsbedingung
BI	m	24	30	Ungestörter Nachtschlaf
KI	m	31	31	Ungestörter Nachtschlaf
SI	w	20	29	Ungestörter Nachtschlaf
LA	m	21	19	Ungestörter Tagschlaf
RO	m	21	19	Ungestörter Tagschlaf
FE	w	37	17	Ungestörter Nachtschlaf
CM	w	28	28	Ungestörter Schlaf, ohne Zeitgeber (Bunker)

Die Pbn BI, KI und SI sowie die Pt FE schliefen unter normalen, ungestörten Laborbedingungen. Bei den Pbn LA und RO handelt es sich um Schichtarbeiter, deren Schlaf-Wach-Rhythmus während der Untersuchung invertiert war. (Die Daten dieser beiden Pbn stellte uns freundlicherweise Herr Dr. Knauth vom Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund zur Verfügung). Pb CM verbrachte einen Monat im Forschungsbunker des MPI für Verhaltensphysiologie in Erling-Andechs. Während dieser Zeit lebte die Pb ohne externe Zeitgeber unter den Standardbedingungen dieses Labors (Aschoff 1966). In diesem Experiment wurde der Schlaf nach Standardbedingungen polygraphisch registriert. Die Körpertemperatur wurde kontinuierlich gemessen.

In allen Experimenten konnten die Pbn die Zeit des Zubettgehens selbst bestimmen. Alle Schlafprotokolle wurden in 30-sec-Abschnitten nach den standardisierten Kriterien (Rechtschaffen u. Kales 1968) visuell ausgewertet. Dann wurden die Schlafstadien in REM- und NREM-Schlaf zusammengefaßt. NREMP, die kürzer als 10 min waren, wurden in diesem Verarbeitungsschritt als REM-P bewertet.

In einer früheren Untersuchung wurden die Schlafregistrierungen als wiederholte Messungen desselben Prozesses behandelt und ein entsprechendes Summationsverfahren benutzt, um die rhythmische Organisation der REM-P darzustellen (Schulz et al. 1975). In der vorliegenden Arbeit wird über einen zweiten methodischen Ansatz berichtet.

Die über die gesamte Versuchsdauer gesammelten Daten werden dabei als eine zusammenhängende Zeitreihe dargestellt. Die Tage werden als Zeiträume ohne Beobachtungsdaten behandelt. Ein gedachter Prozeß, der aus zu äquidistanten Zeitpunkten

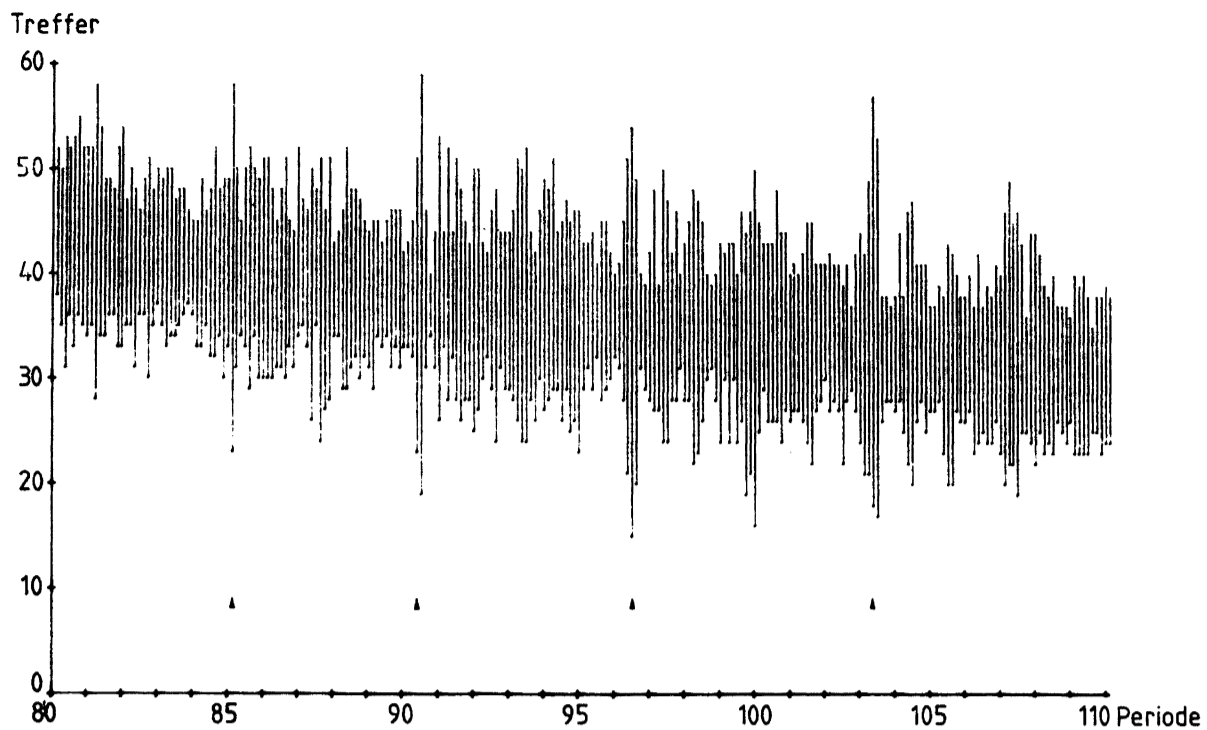


Abb. 1: Spannweite der Trefferzahlen bei Translation des Periodenrasters in Abhängigkeit von der Periode für 30 Nächte mit 117 REMP, Pb BI. x-Achse: Periode p; y-Achse: Trefferzahl H (t, p). Die Striche verbinden jeweils die maximalen und minimalen Trefferzahlen für ein gegebenes p.

auf tretenden Ereignissen besteht, soll mit der beobachteten Zeitreihe verglichen werden. Ziel des Vergleichs ist die Bestimmung der „Treffer“ zwischen beiden Prozessen, d. h. der REMP, die in die Ereignisse des gedachten Prozesses hineinfallen.

Ein solcher Prozeß kann durch die beiden Parameter „Anfangspunkt“ (t) und „Periode“ (p) charakterisiert werden. Die beim Vergleich mit der beobachteten Zeitreihe auftretende Trefferzahl sei H (t, p). Nun wird t von 0 bis p variiert und für jeden Wert die entsprechende Trefferzahl berechnet. So wird der bestangepaßte Ereignisraster für diese Periode bestimmt. Dazu werden in der Folge von Trefferzahlen das Minimum und das Maximum ermittelt. Für eine beobachtete streng periodische Zeitreihe würde sich bei der Wahl der richtigen Periode p ergeben, daß die maximale Trefferzahl gleich der Zahl der REMP ist und daß die minimale Trefferzahl gleich 0 ist. Wird nun p in dem interessierenden ultradianen Frequenzbereich von 80 min bis 110 min systematisch variiert, dann kann der dem beobachteten Prozeß am besten angepaßte Periodenraster gefunden werden. Einige Eigenschaften dieser Methode können erst im Zusammenhang mit den Ergebnissen diskutiert werden.

3. Ergebnisse

Die Auswertung der Schlafregistrierung der Pbn mit der Summationsmethode zeigte, daß die REMP-Rhythmen in aufeinanderfolgenden Schlafregistrierungen zusammenhängen. Dies zeigt sich in Form einer systematischen Zeitverschiebung der REMP in aufeinanderfolgenden Nächten. Die täglichen Zeitverschiebungen liegen im Bereich von wenigen Minuten und sind deshalb nur in langen Sequenzen von Nächten nachweisbar und statistisch zu sichern (Tab. 2).

Tab. 2: REM-Schlaf-Drift zwischen aufeinanderfolgenden Nächten bei 6 Pbn.

Pb/Pt	Phasenverschiebung (min/24 h)	Wahrscheinlichkeit
BI	+5,0	0,002
KI	+5,0	0,003
SI	+8,0	0,002
LA	+2,5	zu wenige Nächte
RO	+3,0	zu wenige Nächte
FE	-1,0	zu wenige Nächte

In einem weiteren Experiment sollte geprüft werden, ob das periodische Auftreten der REMP auch nach der Ausschaltung externer Zeitgeber beobachtet werden kann. Hierzu wurde die Pb CM einen Monat lang im Bunker beobachtet. Für diese Daten ließ sich das Summationsverfahren aus methodischen Gründen nicht anwenden, da aufgrund der zirkadianen Zeitverschiebung von rund 1 h/Tag die Schlafperioden in 30 Tagen über einen Bereich von mehr als 24 h

verteilt sind. Deshalb wurde die oben beschriebene Anpassungsmethode für einen Periodenraster benutzt. Um diese Methode zu validieren, wurde sie zuerst auf die Beobachtungsdaten des Pb BI angewendet, in denen die zeitliche Organisation des ultradianen REMP-Rhythmus am deutlichsten ausgeprägt war. Abb. 1 zeigt die Spannweite zwischen minimaler und maximaler Trefferzahl für jeden Wert der Periode zwischen 80 und 110 min bei einer Auflösung von 0,125 min. Die Trefferzahlen variieren zwischen 10 und 60. Zehn Treffer bedeutet, daß durchschnittlich in jeder zweiten Nacht eine REMP getroffen wurde. 60 Treffer entstehen, wenn im Durchschnitt jede zweite REMP getroffen wird. Der abnehmende Trend der Trefferzahlen erklärt sich durch das Anwachsen der Periode, wodurch die Wahrscheinlichkeit für Treffer absinkt.

Die vier größten Spannweiten sind in Abb. 1 markiert. Die entsprechenden Perioden sind in Tab. 3a angegeben. Zwischen diesen Werten besteht ein durch die Methode gegebener gesetzmäßiger Zusammenhang. Es sind nämlich, wie in Tab. 3b gezeigt, gewisse ganzzahlige Vielfache dieser Periode nahezu gleich (mittlere Spalte in Tab. 3b). Die vier Periodenraster fallen alle 1445,5 min zusammen. Wenn einer von ihnen dem beobachteten Prozeß gut angepaßt ist, dann sind es auch die anderen Periodenraster.

Die Vielfachen dieser ultradianen Perioden weichen um +5 bis +6 min von 24 h (1440 min) ab. Diese Abweichung

Tab. 3: a) Perioden mit maximaler Spannweite der Trefferzahlen für Pb BI. Anzahl der Nächte: 30, Anzahl der REMP: 117.

a)

Periode (min)	85,000	90,365	96,365	103,250
Treffer, max.	58	59	54	57
Treffer, min.	23	19	15	18
Differenz	35	40	39	39

b) Umrechnung des ultradianen Periodenrasters mit den höchsten Trefferzahlen auf zirkadiane Werte. Ganzzahlige Vielfache der Perioden in der Nähe von 1440 min (= 24 h).

Ultradiane Periode (min)	Umrechnung in zirkadiane Werte					
	mal	Summe	mal	Summe	mal	Summe
85,0	16	1360,00	17	1445,00	18	1300,00
90,365	15	1355,48	16	1445,84	17	1362,21
96,365	14	1349,11	15	1445,48	16	1318,84
103,250	13	1342,25	14	1445,50	15	1387,75
max. Differenz (min)		17,75		0,84		18,75

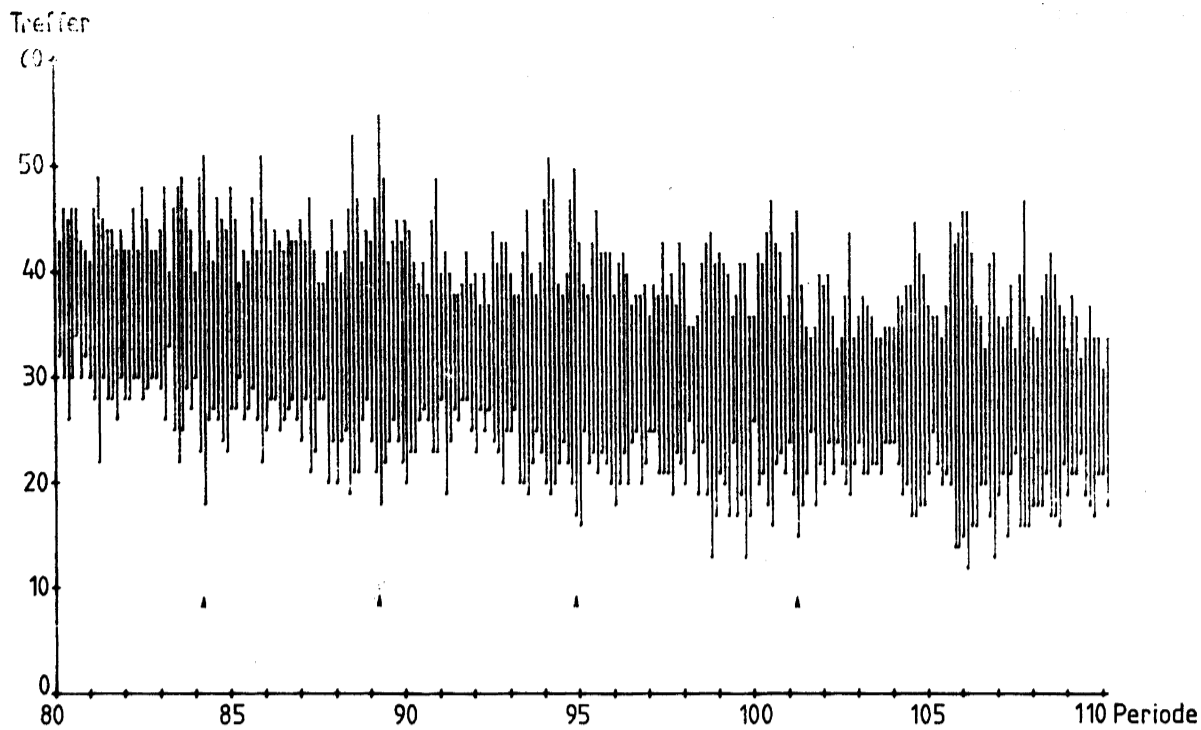


Abb. 2: Spannweite der Trefferzahlen bei Translation des Periodenrasters in Abhängigkeit von der Periode für 23 Nächte mit 110 REMP, Pb. CM.

ist der mit Hilfe der Summationsmethode bestimmte Phasendrift dieses Pb.

Die Ergebnisse der Anpassung eines Periodenrasters an die Beobachtungsdaten der Pb CM sind in Abb. 2 und Tab. 4 gezeigt. Die maximalen Spannweiten der Trefferzahlen des bestangepaßten Periodenrasters unterscheiden sich hier weniger stark von den im Mittel auftretenden Spannweiten.

Die Perioden für die größten Spannweiten sind in Tab. 4a angegeben.

Tab. 4: a) Perioden mit maximaler Spannweite der Trefferzahlen für Pb CM (Bunker), Anzahl der Nächte: 23, Anzahl der REMP: 110.

Periode (min)	84,125	89,125	94,750	101,125
Treffer, max.	51	55	50	46
Treffer, min.	18	18	17	15
Differenz	33	37	33	31

b) Umrechnung des ultradianen Periodenrasters mit den höchsten Trefferzahlen auf zirkadiane Werte. Ganzzahlige Vielfache der Perioden in der Nähe von 1440 min (= 24 h).

Ultradiane Periode (min)	Umrechnung in zirkadiane Werte					
	mal	Summe	mal	Summe	mal	Summe
84,125	17	1430,13	18	1514,25	19	1598,38
89,125	16	1426,00	17	1515,13	18	1604,25
94,750	15	1421,25	16	1516,00	17	1610,75
101,125	14	1415,75	15	1516,88	16	1618,00
max. Differenz (min)	14,38		2,63		9,62	

Für diese Perioden wurde als übereinstimmendes Vielfaches der Wert 1515 min ermittelt. Dieser Wert führt zur Verschiebung der Lage des Periodenrasters um 75 min in 24 h und entspricht damit der zirkadianen Zeitverschiebung dieses Pb.

4. Diskussion

In allen Experimenten wurde eine über die gesamte Versuchsdauer fortbestehende periodische Organisation des REM- und NREM-Schlafes nachgewiesen. Die Periodenschätzungen bei allen Pbn ergaben Werte, die keine ganzzahligen Teiler von 1440 min (= 24 h) sind. Dieser Befund stützt die Vermutung, daß der ultradiane Rhythmus endogenen Ursprungs ist. Während die endogene Steuerung zirkadianer Rhythmen erst bei Ausschaltung externer Zeitgeber nachweisbar ist, erscheint der hier behandelte ultradiane Rhythmus unter normalen Umgebungsbedingungen freilaufend.

Ähnliche Ergebnisse wurden von Ohlmeyer u. Mitarb. (1947) berichtet, die bei männlichen Pbn eine systematische Verschiebung der REMP-gekoppelten Erektionsperiodik in aufeinanderfolgenden Nächten beobachteten.

Wir nehmen an, daß der ultradiane Rhythmus einen stabilen Mittelwert und einen Mitnahmebereich hat, in dem REMP auftreten können. Wird dieser Mitnahmebereich überschritten, dann tritt eine REMP-Latenz von mindestens 60 min ein, bis die nächste REMP auftreten kann. Da der Mitnahmebereich im Verhältnis zur mittleren Periode von 90—100 min als relativ breit anzunehmen ist und pro Nacht nur 4—6 Perioden beobachtet werden können, ist eine minimale Beobachtungszeit von 20—30 Nächten erforderlich, um die Stabilität der ultradianen Periodik zufallskritisch absichern zu können.

Das Konzept eines stabilen ultradianen Periodenrasters im Organismus wird durch Experimente von Carskadon u. Dement (1975) gestützt, die 5 Pbn während 4—5 Tagen nach einem experimentellen 90-min-Tag leben ließen. Die Pbn blieben jeweils 60 min wach, schliefen dann 30 min und wiederholten danach denselben Ablaufplan von neuem. Zwei Ergebnisse aus diesen Experimenten mit drastisch veränderten Zeitplänen sind an dieser Stelle wichtig.

1. Die unter normalen Bedingungen zu beobachtende REM-Latenz von 50—90 min nach dem Einschlafen gilt unter diesem veränderten Zeitplan nicht. Zwei Drittel aller REMP sind unter diesen Bedingungen Einschlaf-REMP.

2. REMP wurde fast ausschließlich in alternierenden 90-min-Tagen beobachtet, d. h. das Inter-REMP-Intervall ist länger als 60 min und kürzer als 180 min. Die Autoren schließen daraus, daß der REM-Schlaf starr programmiert ist.

Wenn wir nach der Analyse aller Beobachtungen einen kontinuierlichen ultradianen Prozeß annehmen, dessen Periode über lange Zeiträume stabil ist, dann stellt sich die Frage nach der Nachweisbarkeit dieses Prozesses im Wachen. In den letzten Jahren wurde eine Reihe von Untersuchungen zu dieser Frage durchgeführt. Ultradiane Rhythmen mit einer mittleren Periode von 90—100 min konnten in verschiedenen physiologischen Variablen nachgewiesen werden; dazu gehören die Herzfrequenz (Orr u. Hoffmann 1974), die Magenmotilität (Hiatt u. Kripke 1975), die grobe Körpermotorik (Globus et al. 1973) und Frequenzbänder im EEG (Kripke 1972). Die Auswirkungen des ultradianen Prozesses auf langdauernde Vigilanzaufgaben (Globus et al. 1971; Orr et al. 1974) und auf die Wahrnehmung, geprüft mit dem spiralen Nacheffekt (Lavie et al. 1975), konnten bestätigt werden. Ebenso ist die orale Aktivität und die Nahrungsaufnahme unter ad-libitum-Be-

dingungen mit dem 90—100-min-Rhythmus synchronisiert (Friedman u. Fischer 1967; Oswald et al. 1970).

Damit ist der Weg eröffnet, ultradiane Rhythmen als fortlaufenden Prozeß im Schlaf und Wachzustand zu untersuchen. Mit unseren hier berichteten Untersuchungen haben wir versucht, die zeitliche Organisation ultradianer Rhythmen aufzuklären.

5. Literatur

Aschoff, J., Umschau **66**, 378—383 (1966) — Brezinova, V., Electroencephal. clin. Neurophysiol. **36**, 275—282 (1974) — Carskadon, M. A., Dement, W. C., Electroencephal. clin. Neurophysiol. **39**, 145—155 (1975) — Dirlich, G., Zully, J., Schulz, H., Chronobiologia (in press) — Dunleavy, D. L. F., Oswald, I., Arch. gen. Psychiat. **28**, 353—356 (1973) — Friedman, S., Fisher, C., J. Am. Psychoanal. Assoc. **15**, 317—343 (1967) — Globus, G. G., Drury, R. L., Phoebus, E. C., Boyd, R., Percept. Mot. Skills **33**, 1171—1174 (1971) — Globus, G. G., Phoebus, E. C., Humphries, J., Boyd, R., Sharp, R., Aerospace Med. **44**,

882—887 (1973) — Hartmann, E., Arch. gen. Psychiat. **18**, 280—286 (1968) — Hiatt, J. F., Kripke, D. F., Psychosom. Med. **37**, 320—325 (1975) — Kripke, D. F., Psychosom. Med. **34**, 221—234 (1972) — Lavie, P., Levy, C. M., Coolidge, H. L., Physiol. Psychol. **3**, 144—146 (1975) — Lewis, S. A., in: Scheving, Halberg and Pauly, Chronobiology, pp. 487—490, Igaku Shoin, Tokyo, 1974 — Orr, W. C., Hoffman, H. J., IEEE Transactions on Biomedical Engineering. **21**, 130—143 (1974) — Orr, W. C., Hoffman, H. J., Hegge, F. W., Aerospace Med. **45**, 995—1000 (1974) — Ohlmeyer, P., Brillmayer, H., Pflügers Arch. ges. Physiol. **249**, 50—55 (1947) — Oswald, I., Merrington, J., Lewis, H., Nature (Lond.) **225**, 959—960 (1970) — Rechtschaffen, A., Kales, A. (Ed.), Manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. Public Health Services, USA, NIH Publication No. 204, Government Printing Office, Washington, 1968 — Schulz, H., Dirlich, G., Zully, J., Pflügers Arch. **358**, 203—212 (1975)

Für die Verff.: Dr. Hartmut Schulz, Max-Planck-Institut für Psychiatrie, Abteilung Neurologie, Kraepelinstr. 10, 8000 München 40

Aus der Abteilung für Psychophysiologie der Freien Universität Berlin; Leiter: Prof. Dr. D. Bente

Elektroenzephalographische Gesichtspunkte zum Wach-Schlaf-Verhalten und zur Chronophysiologie endogener Depressionen

Von D. Bente

Zusammenfassung: 1. Die endogene Depression ist elektroenzephalographisch durch eine Vigilanzdämpfung charakterisiert, die sich in einer Vermehrung langsamer Alpha- und Subalphafrequenzen und einer dem A-Stadium analogen Veränderung der spatialen Organisation der Ruheaktivität äußert. Im freien Intervall bilden sich diese Veränderungen zurück.

2. Wird die Verlangsamung der Alphaaktivität durch die physiologische Tagesrhythmik, die zu einem abendlichen Anstieg der Alphafrequenz führt, kompensiert, so resultiert die typische depressive Tagesschwankung mit ihrem morgendlichen Stimmungstief.

3. Die für eine Defizienz der Vigilanzeinstellung sprechende Veränderung der hirnelektrischen Organisation der Ruheaktivität manifestiert sich bereits beim Erwachen. Sie steht in zeitlichem Zusammenhang mit einer spektralanalytisch faßbaren Verschiebung der REM-Aktivität, die wahrscheinlich auf einer Verminderung der phasischen REM-Anteile beruht.

4. Der polyphasische Zerfall der langsamen Schlafaktivität und die Art der beim Erwachen sich einstellenden Aktivitätsmuster lassen sich unter entwicklungsphysiologischen Gesichtspunkten als Ausdruck einer Regression auf immature

Organisationsformen des Wach- und Schlafverhaltens und der Vigilanzregulierung verstehen.

Summary: EEG Aspects of Waking-Sleep Behaviour and the Chronophysiology of Endogenous Depressions

1. The resting EEG in endogenous depressions, characterized by an increase of slow alpha- and subalphacomponents and a change of spatial organization of background activity, indicates a lowered level of vigilance. If the physiological diurnal increase of the dominant alpha-frequency compensates the described slowing of alpha-rhythm, the typical daily mood fluctuation of endogenous depressions will result.

2. Changes in the resting activity occurring during arousal are probably related to the functional alteration of the EEG-sleep activity, especially to the diminishing of phasic REM-activity.

3. It is suggested that the alterations in EEG pattern during sleep and wakeful state, indicating a dissolution of slow sleep activity and a deficiency of the arousal functions, represent a regression towards an immature functioning of the vigilance regulation.

Dem Thema Depression, Schlaf und Chronobiologie, das seit alters her die Psychiatrie bewegt, kann man sich von verschiedenen Seiten, mit verschiedenen Verfahren und unter verschiedenen Gesichtspunkten nähern. Selbst bei Verwendung des gleichen Methodeninventars, wie dem der Elektroenzephalographie, können daher in Abhängigkeit von der Wahl des Ansatzes, seiner methodologischen Perspektive und Orientierung ganz unterschiedliche Strategien resultieren, die wiederum zu verschiedenartigen, zunächst beziehungslos erscheinenden Gruppen von Aussagen führen und sich erst im Zuge geeigneter theoretischer Bemühungen miteinander verknüpfen und in eine angemessene Ordnung bringen lassen.

Im folgenden soll versucht werden, hierzu einen Beitrag zu leisten. Es erscheint dabei sowohl sinnvoll als auch notwen-

dig, primär von jenen Studien auszugehen, die sich mit der Frage der hirnelektrischen Korrelate endogener Depressionszustände beschäftigen. Derartige Untersuchungen, über die bereits früher ausführlich berichtet wurde, sind von Davis (1941), Hurst u. Mundy-Castle (1954), Blanc u. Lairy (1960), Bente (1961—1968), Brezinova u. Mitarb. (1966), Volavka, Grof u. Mrklas (1967) sowie neuerdings von Yamaguchi, Sato u. Iwamoto (1974) durchgeführt worden. Die Resultate dieser Studien, die z. T. mit quantitativen Verfahren erarbeitet wurden, sind recht konsistent und lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Morphologische und frequenzanalytische Untersuchungen zeigen, daß die Organisation der wachen Ruheaktivität bei endogenen Depressionen eine charakteristische Abwanderung erfährt, die den Ausdruck einer leichten Vigilanzminderung