

EEG

Sonderdruck

EMG

Zeitschrift für
Elektroenzephalographie
Elektromyographie
und verwandte Gebiete

11. Jahrgang

Dezember 1980

Heft 4

Z. EEG-EMG 11 (1980) 183-188
© Georg Thieme Verlag, Stuttgart • New York

Rechnerunterstützte Analyse des EEG während Transzendentaler Meditation und Schlaf

D. Wachsmuth, G. Dolce

Zentrum der Physiologie und Zentrum der Neurologie und Neurochirurgie
der Universität Frankfurt

Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages gestattet

Georg Thieme Verlag, Herdweg 63, 7000 Stuttgart 1

Rechnerunterstützte Analyse des EEG während Transzendentaler Meditation und Schlaf

D. Wachsmuth, G. Dolce

Zentrum der Physiologie und Zentrum der Neurologie und Neurochirurgie
der Universität Frankfurt

Visual and computerized analysis of EEG during transcendental meditation and sleep

Polygraphic records (EEG, EOG, heart rate) were obtained of 5 subjects during and after transcendental meditation (TM) as well as during night sleep. The records were analyzed twice. During TM the amplitude of the α -waves was higher as before TM and appeared continuously. Bilateral θ -bursts were also observed. The same EEG changes were seen during relaxation with closed eyes. The discriminance-analysis of 5 frequency-bands of the EEG recorded from C3 showed either no differences in dominant frequency, power and variancy. No differences were observed between the flat EEGs recorded during TM or sleep. The heart rate was significantly slower during meditation or light sleep – when a flat EEG (stage 1) was recorded – as when the recording showed an α -rhythm.

The vigilosomnograms of all our subjects were normal. The subjects reported that they experienced an increased relaxation, alertness and floating consciousness.

They were able to maintain themselves for unusually long time in a state of decreased alertness (stages W_1 ; 10).

Key-Words: EEG – Transcendental meditation – Psychophysiology

Die „Transzendente Meditation“ (TM) induziert eine *Entspannungsreaktion des gesamten Organismus* (10, 15, 18, 22, 23), relaxation response nach Benson u. Mitarb. (3) und wird deshalb als Umkehrung des Adaptionssyndroms angesehen (17). Die während der Praxis der TM beobachteten physiologischen Veränderungen (Übersicht in 10 und 18) sind den während Zen (11) und während Standardübungen des autogenen Trainings (6, 9, 14) beschriebenen vergleichbar (5). Im EEG sehen wir während der TM vorwiegend eine Frequenzverlangsamung, Amplitudenzunahme und Synchronisation des α -Rhythmus und das Auftreten von frontalen θ -Wellen (2, 7, 12, 13, 19, 20, 23).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, durch eine rechnerunterstützte Analyse des EEG zu untersuchen, ob sich die während der TM-Ausübung registrierten EEG-Muster von denen des Einschlafens, des 1-Stadiums (Stadium B nach Loomis u. Mitarb.) und des paradoxen Schlafes (REM) unterscheiden lassen.

Zusammenfassung

Bei 5 Versuchspersonen (Vpn) wurden polygraphisch EEG, EOG und Herzfrequenz vor, während und nach der Transzendentalen Meditation (TM) und während des Nachtschlafes je zweimal analysiert.

Während der TM waren die α -Wellen höher als davor, kontinuierlich und es traten bilaterale Gruppen von θ -Wellen auf. Dieselben α -Veränderungen fanden sich während der Entspannung mit geschlossenen Augen. Auch die Diskriminanzanalyse aus den Spektralwerten ergab keine signifikanten Unterschiede der dominanten Frequenz, Intensität und Varianz von 5 festgelegten Frequenzbändern des von C3 abgeleiteten EEG gegenüber der TM.

Die Diskriminanzanalyse zeigte auch keine Unterschiede zwischen ähnlichen Abschnitten des während der TM und dem Einschlafen abgeleiteten niedrigen EEG.

Wenn ein flaches EEG (Stadium 1) während der Meditation oder während des Einschlafens auftrat, war die Herzfrequenz signifikant niedriger als während des α -Rhythmus.

Die Vigilo-Somnogramme ergaben bei allen Vpn einen normalen Verlauf.

Subjektiv erlebten die Vpn während der TM eine Zunahme an Entspannung, Wachheit und nicht objektbezogenen Bewußtheit.

Die Vpn konnten EEG-Stadien verringerter Vigilanz (W_1 ; 10) ungewöhnlich lange Zeit gleichförmig beibehalten.

Methodik

Für die Untersuchung stellten sich 5 männliche Studenten im Alter von 20 bis 30 Jahren zur Verfügung. Sie übten die transzendente Meditation bereits seit 8–36 Monaten zweimal täglich jeweils 20–30 Minuten aus. Alle Versuchspersonen (Vpn) wiesen im Leistungsspektrum des EEG einen α -Anteil von über 50% aus. Von jeder Vp wurde das EEG jeweils 5 Minuten vor und nach der Meditation sowie 30 Minuten während der Meditation im Sitzen bei geschlossenen Augen an drei verschiedenen Tagen registriert. Außerdem wurde von allen Vpn je dreimal das EEG des gesamten Nachtschlafes registriert. Die EEG der ersten Meditation und der ersten Eingewöhnungsnacht wurden nicht ausgewertet.

Das EEG wurde von F3/4; C3/4; O1/2 jeweils gegen A1 und A2 als Bezugs Elektrode abgeleitet (Zeitkonstante 0,3 s; obere Grenzfrequenz 70 Hz) und auf einem Magnetband (Philips Analog 7) gespeichert. Gleichzeitig wurden polygraphisch das Elektrokulogramm (EOG) und die Herzfrequenz registriert. Das EEG wurde visuell ausgewertet und der Verlauf graphisch dargestellt. Zusätzlich wurde von dem von der linken Zentralregion abgeleiteten EEG mittels PDP 12-Prozessrechners eine Spektralanalyse (Fast Fourier Transformation) durchgeführt. Hierbei wurden Leistungsspektren von je 8 Se-

kunden dauernden EEG-Abschnitten in einem Frequenzbereich von 0,5 bis 31,75 Hz Auflösung berechnet. Jeweils 20 solcher Spektren (dies entspricht einer Dauer der EEG-Registrierung von 160 Sekunden) wurden gemittelt.

In einem IBM 370-145 Computer wurden sodann Diskriminanzanalysen der Spektralwerte durchgeführt. Als Variablen dienen die absolute Intensität (W/Hz), die dominante Frequenz und die mittlere Breite des Frequenzbandes (Varianz, der 5 konventionellen Frequenzbänder: δ (0,5-3), θ (4-7), α (8-13), β_1 (14-16) und β_2 (17-22 Hz). Mit diesem Verfahren wurden visuell nicht unterscheidbare EEG-Abschnitte von jeweils zwei Sitzungen jeder Vp gesondert statistisch untersucht, und zwar wurden Abschnitte des α -EEG aus der 3.-5. Minute vor TM, der 4.-8. während TM und der 3.-5. nach TM sowie Abschnitte mit flachem EEG (soweit vorhanden) aus der Mitte der Meditation, aus dem Stadium 1 des ersten Schlafzyklus und aus einer Phase paradoxen Schlafes ausgewählt.

Die während der 2. und 3. Nacht abgeleiteten Kurven des EEG, der Herzfrequenz und des EOG wurden visuell ausgewertet und in Vigilosomnogrammen dargestellt. Die Signifikanz der Unterschiede der Herzfrequenz wurde statistisch mit dem t-Test berechnet.

Das subjektive psychische Befinden der Vpn unmittelbar vor und nach jeder Meditationsübung sowie während der Meditationen wurde durch zwei Fragebogen und durch Interview-Protokolle festgehalten.

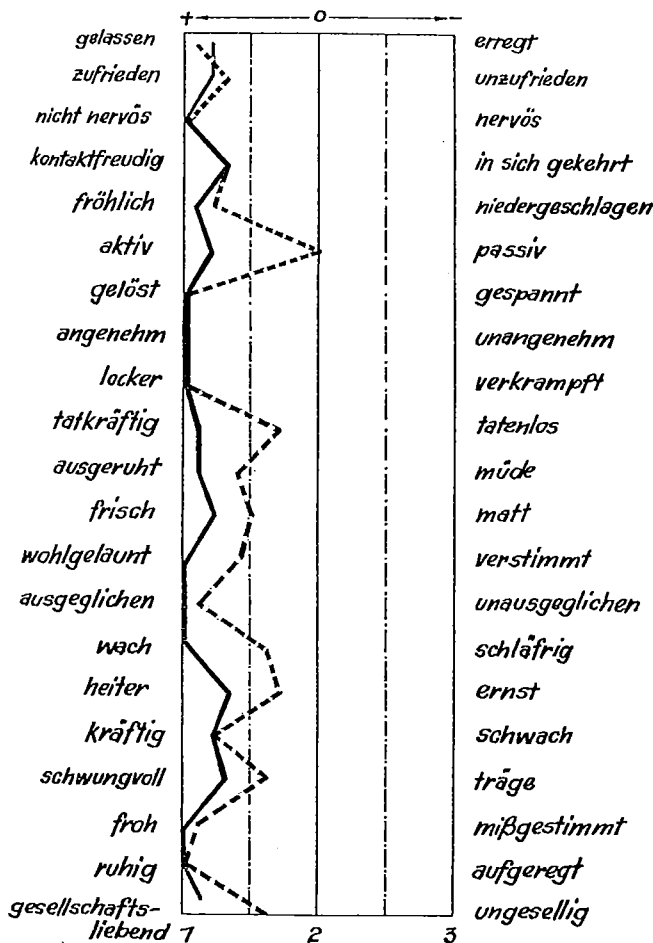


Abb. 1 Mittelwerte der augenblicklichen Stimmungslage von 10 Versuchspersonen. Vor TM - - -; nach TM ———.

Ergebnisse

Subjektives psychisches Befinden

Die Versuchspersonen (Vpn) hatten in den meisten Experimenten ihre gewohnten „klaren“ und „tiefen“ Erfahrungen der Transzendentalen Meditation (TM), die als ein entspannter ruhiger Zustand mit geistiger Wachheit empfunden wurden. Einige Vpn fühlten sich aber auch in einigen Experimenten „schläfrig“ oder „träumerisch“. Wachheit und Klarheit dominierten in den Meditationen, in denen ausschließlich ein α -Rhythmus registriert wurde. Verminderung bis Aufhören der spontanen Gedankenaktivität und das Gefühl von „Weite“ und „Schweben“ bestimmten das Erleben während solcher Meditationen bzw. Meditationsabschnitte, in denen das Muster eines niedrigen EEG (bei niedriger Herzfrequenz) vorkam.

Unabhängig von einem solchen Verlauf findet sich in den Fragebögen mit 21 Stimmungspolaritäten bei allen Vpn eine Verschiebung der inneren Gestimmtheit zu eher „gesellschaftsliebend“, „wach“, „heiter“, „tatkräftig“, „aktiv“, und „wohlgelaunt“ nach der Meditation, wogegen sie sich eher „ungesellig“, „schläfrig“, „ernst“, „tatenlos“, „passiv“ und „verstimmt“ vor der TM fühlten (Abb. 1). Einige Eigenschaften wie „locker“ und „nicht nervös“ wurden vor und nach TM gleichhäufig angegeben. In dem Fragebogen mit 12 Stimmungspolaritäten entlang einer fünfstufigen Skala veränderten sich alle Vpn in Richtung „klar“, „zuversichtlich“, „aufgeschlossen“ und „tatkräftig“. Nach der Meditationsübung wurde von allen Vpn in beiden Fragebogen weniger als halb so häufig die Spalte „weder-noch“ angekreuzt als vor der Meditation, d.h. die Vpn konnten sich für einen Wert der Polarität besser entscheiden.

Herzfrequenz

Die Veränderung der Herzfrequenz während der TM-Technik war uneinheitlich sowohl bei den verschiedenen Vpn als auch bei den verschiedenen Sitzungen derselben Vpn. Während der Phasen mit abgeflachten EEG war die Herzfrequenz signifikant niedriger als während der Phasen mit gut ausgeprägtem α -Rhythmus desselben Experiments, sei es während der Meditation oder während des Einschlafens. Die Herzfrequenz der zweiten Hälfte des Nachtschlafes war in allen Schlafstadien signifikant niedriger als die derselben EEG-Schlafstadien des ersten Schlafzyklus. (vergl. Abb. 4)

Visuelle Auswertung des EEG

Meditation

Während der Meditationsübung kamen folgende EEG-Muster vor:

1. Ein kontinuierlicher, regelmäßiger, hoher α -Rhythmus, der sich nicht von dem unmittelbar vor oder nach der Meditation unterschied (Abb. 2a und b) und

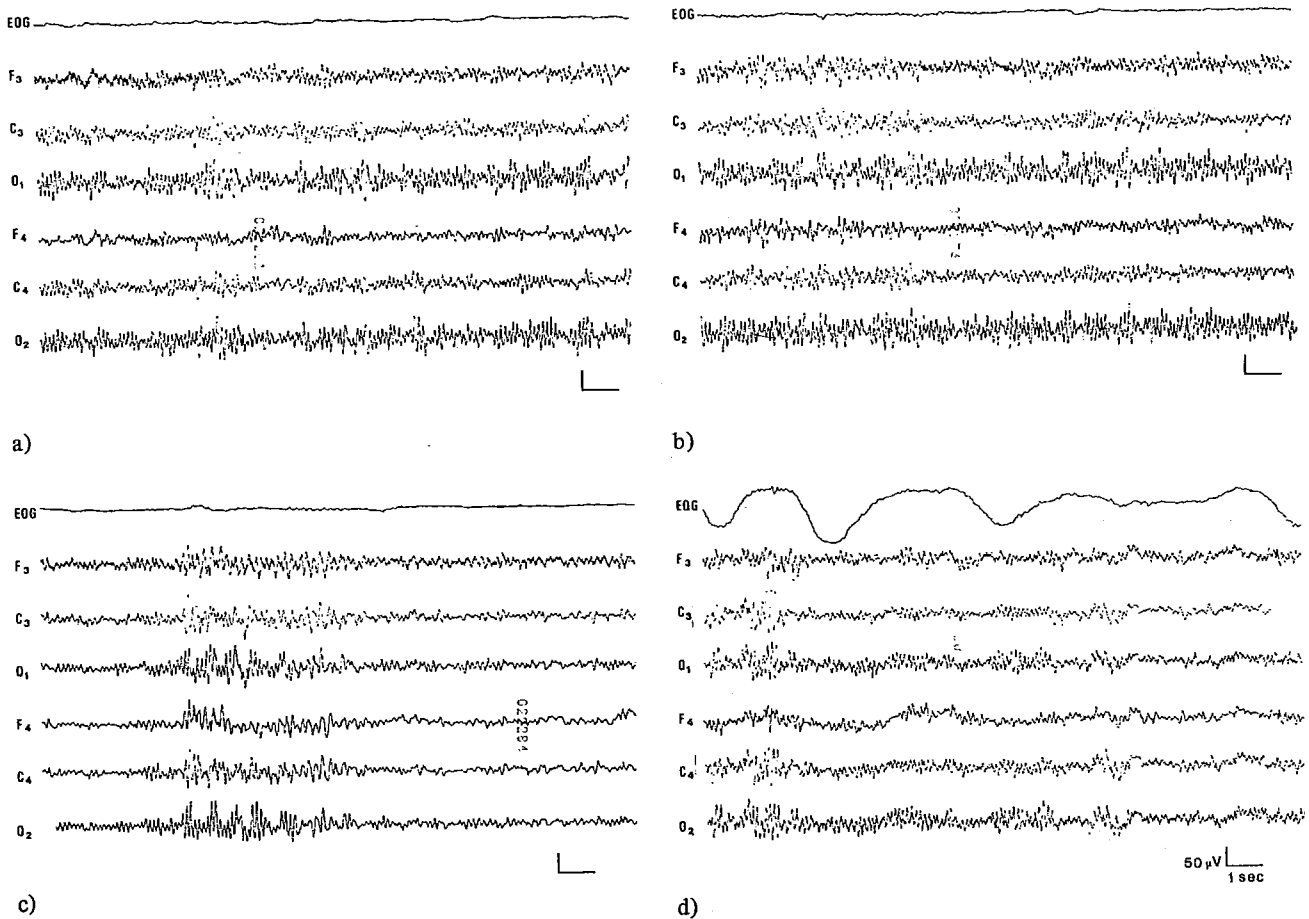


Abb. 2 EEG der Versuchsperson 5. a) Unmittelbar vor der transzendentalen Meditation. b) Während des Beginns der TM keine wesentliche Änderung. c) Synchroner θ -Gruppen während der TM. Keine Augenbewegungen. d) Langsame Augenbewegungen und fragmentierter α -Rhythmus beim Übergang zum Schlafstadium 1_b.

der während der TM über 30 Minuten gleichförmig beibehalten werden konnte.

2. Eine Abflachung und Verlangsamung des Grundrhythmus ähnlich der Aktivität zu Beginn des Einschlafstadiums 1_b und von dieser bei derselben Vp nicht zu unterscheiden, aber rasch eintretend und länger anhaltend (Abb. 2c, 3 oben).

3. Von Zeit zu Zeit (bei Vp 1 etwa alle 4 min), beim Einschlafen seltener als während der Meditation, bilateral synchroner θ -Gruppen von 50–200 μ V und 1–3 Sekunden Dauer (Abb. 2c, 3 oben und unten).

4. Bei einigen Übungen entwickelten sich während der Meditationsperiode nach Verschwinden des α -Rhythmus langsame Wellen, Sigma-Spindeln niedriger Amplitude (bis 10 μ V) und einzelne K-Komplexe.

Diese Muster ließen sich nicht von denen des langsamen Schlafes (Stadien 2–3) derselben Vp unterscheiden. Subjektiv wurde über Schlaferlebnisse berichtet.

Schlaf

Die aus den EEG-Registrierungen des Nachtschlafes angefertigten Vigilosomnogramme zeigten keine wesentlichen Veränderungen der Struktur des Schlafes

und der quantitativen Anteile der verschiedenen Schlafstadien. Auch das subjektive Erleben wies keine Besonderheiten auf (Abb. 4).

Computeranalysen des EEG (C₃A₁).

Die Diskriminanzanalysen ähnlicher α -Abschnitte vor, während und nach der Meditation trugen zu einer Differenzierung dieser Zustände nicht bei. In einzelnen Fällen fand sich jedoch eine signifikante Zunahme der dominanten Frequenz oder der Intensität im α -Bereich während der Meditation oder eine Zunahme der Intensität des β_1 - oder des β_2 -Bereiches nach der Meditation.

Das Verfahren der Diskriminanzanalyse ermöglichte in drei Stichproben keine Unterscheidung von visuell sehr ähnlichen Abschnitten eines flachen EEG, die während der Meditation und zu Beginn des Nachtschlafes (Stadium 1 bzw. 2b) abgeleitet worden waren. Das während TM und Einschlafen abgeleitete EEG zeigte in den Diskriminanzanalysen jedoch signifikante Unterschiede zum visuell ähnlichen EEG des paradoxen Schlafes. Die wichtigste Variable, die zu dieser Trennung beitrug, war die dominante Frequenz im

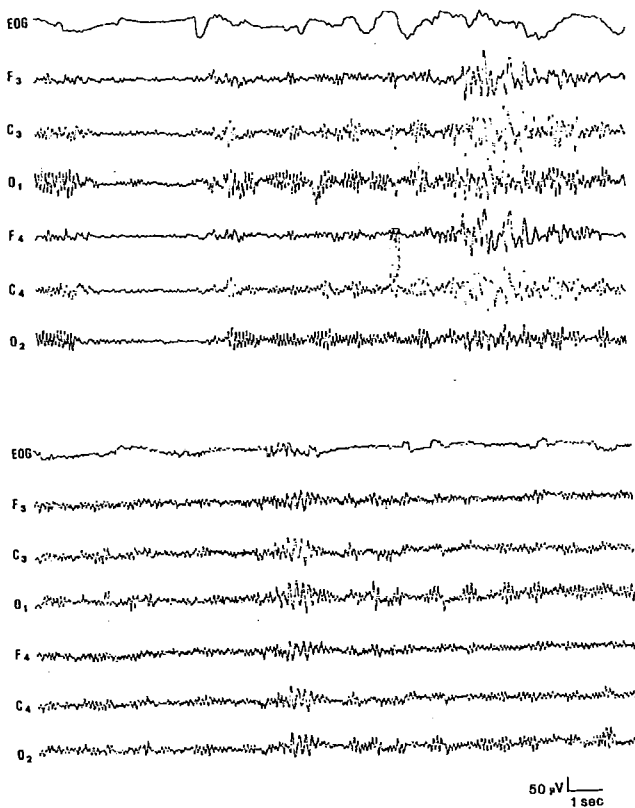


Abb. 3 oben: Synchroner θ -Gruppe in einem regelmäßigen Grundrhythmus bei der Versuchsperson 1. Links eine typische plötzliche Abflachung, wie sie bis zu Minutenlänge andauern und mit signifikanten Verlangsamungen der Herzfrequenz korrelieren kann. Unten: Synchroner θ -Gruppe mit flacherer, konstanter Grundaktivität bei der Versuchsperson 4.

α -Bereich, die im paradoxen Schlaf durchschnittlich 0,75 Hz niedriger war.

Diskussion

Die während Transzendentaler Meditation (TM) beobachteten Formen des EEG, in erster Linie die

gute Ausprägung des Grundrhythmus, jedoch auch die Abflachung des Grundrhythmus sowie das Auftreten von hohen θ -Gruppen sind als elektrophysiologische Korrelate eines subjektiv erlebten Zustandes tiefer Ruhe bei geistiger Wachheit und körperlichem Wohlbefinden anzusehen. Sehr ähnliche Muster wurden auch von *Wallace* (22, 23), *Banquet* (2), *Krahne* und *Taneli* (12), sowie *Glueck* und *Stroebel* (7) beschrieben. Wir konnten zeigen, daß die während der TM auftretenden EEG-Muster auch in Phasen des Einschlafens derselben Versuchspersonen (Vpn) vorkamen.

Eine besondere Bedeutung scheint das Auftreten von hohen θ -Gruppen während der TM zu haben. Ähnliche Muster wurden in der EEG-Literatur bisher nur von *Kasamatsu* und *Hirai* (11) beschrieben. Neuerdings beobachteten sowohl *Jovanovic* als auch *Kugler* (persönliche Mitteilungen) dieses EEG-Muster auch bei anderen entspannten Zuständen. *Herbert* und *Lehmann* (8) beschreiben solche θ -Gruppen mit Amplituden über 100 μ V bei 19 von 78 untersuchten Vpn, die seit mehreren Jahren die täglich TM praktizierten, nicht jedoch bei 54 Kontrollpersonen, die die TM nie erlernt hatten. Aufgrund des Verhaltens und Befindens deuten diese Autoren die synchronen Gruppen von θ -Wellen als Ausdruck tiefer Entspannung bei Wachheit: „ θ -bursts of high vigilance“. *Kugler* interpretiert die „bilateralen θ -Gruppen als Begleitzeichen von affektiven Zustandsänderungen“ während des Übergangs von „frei fluktuierender nicht objektbezogener zu gerichteter objektbezogener Aufmerksamkeit“ (persönliche Mitteilung). Wachheit und zerebrale Funktionsbereitschaft während der TM wird auch durch die Befunde von *Wandhöfer* und *Plattig* (24) angedeutet: bei TM-Ausübenden signifikant kürzere Latenzen auf auditiv evozierte Potentiale als während gewöhnlichen Dönsens nicht-meditierender Kontrollpersonen.

Die von uns bei einigen Personen beobachteten Diskrepanzen zwischen subjektiv erlebter Bewußtseinsveränderung während der Meditation einerseits und in

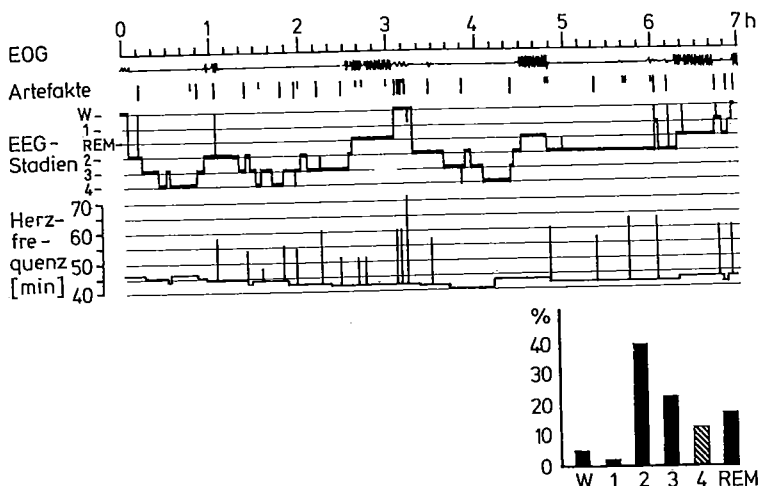


Abb. 4 Vigilo-Somnogramm der Versuchsperson 3. Polygraphische Nachtleitung. W, 1-4: Schlafstadien nach *Rechtschaffen* und *Kales*. REM: Paradoxe Schlafphasen.

der mathematischen Analyse nicht faßbaren EEG-Veränderungen andererseits können durch folgende Überlegung erklärt werden:

a) In dem EEG des links-zentralen Areals traten nur in einigen Fällen signifikante Veränderungen der untersuchten Variablen auf (dominante Frequenz und Intensität des α -Bandes; Intensität der β -Frequenzen). Weitere Veränderungen könnten uns durch die Beschränkung auf diesen Ableitpunkt und durch die Grenzen der angewandten Spektralanalyse entgangen sein, denn *Levine* u. Mitarb. (13) fanden bei der Untersuchung der Kohärenzfunktion des EEG Meditierender, daß bei verschiedenen Vpn in verschiedenen Hirnregionen Veränderungen im Sinne einer Zunahme der Kohärenz einer oder mehrerer Frequenzbereiche während der TM-Übung sichtbar wurden, auch wenn sich im Leistungsspektrum und im visuellen EEG kein Unterschied nachweisen ließ. Diese Kohärenzzunahme fanden sie bei allen 28 Vpn, wenn sie 4 Hirnregionen (frontal und zentral beidseits) untersuchten, aber nur bei der Hälfte der Vpn, wenn sie nur die frontalen Ableitpunkte berücksichtigten.

b) Es ist denkbar, daß tatsächlich keine Veränderungen des EEG-Musters unter der TM zu finden sind, weil nach langem Training eine Art Gewohnheitseffekt aufgetreten ist. Dafür sprechen die Arbeiten von *Vassiliades* (19) sowie *Glueck* und *Stroebel* (7), die wohl eine starke Zunahme des α -Rhythmus während der Ausübung der TM in den Wochen nach dem Erlernen dieser Technik beobachten konnten, aber nach 6 Monaten regelmäßiger TM-Praxis einen gleichermaßen stabilen Grundrhythmus vor, während und nach der Meditation sowie eine Vermehrung der α -Frequenzen bei geöffneten Augen registrierten. Entsprechendes berichten *Geismann* u. Mitarb. (6) vom autogenen Training. Auch das gehäufte Vorkommen der synchronen δ -Gruppen im regelmäßigen Grundrhythmus,

das bisher in diesem Ausmaß bei anderen Zuständen nicht beschrieben wurde, spricht für eine verändernde Wirkung der TM-Technik auf die Hirnfunktion.

Unsere Methoden reichten nicht aus, TM-spezifische EEG-Muster nachzuweisen oder auszuschließen. Bemerkenswert ist jedoch, daß alle Vpn in der Lage waren, ununterbrochen einen ausgeprägten α -Rhythmus über 30 Minuten und länger zu produzieren. Ebenso ungewöhnlich ist das bis zu einigen Minuten anhaltende flache EEG des Intermediärstadiums 1_0 . Beide Muster können als Ausdruck ordnender Vorgänge, formativer Tendenzen angesehen werden, wie durch die subjektiven Erfahrungen bekräftigt wird. Im Gegensatz dazu kann man den fragmentierten α -Rhythmus (W_2) und den unregelmäßigen δ -Rhythmus (B_{1-2}) als Belgeitphänomen der Ermüdung und Ausdruck formauflösender Tendenzen bewerten.

Im Vergleich zu anderen Meditationstechniken (1, 4) besteht das Prinzip der TM-Technik darin, ohne jede Anstrengung oder Konzentration einen physiologischen Bewußtseins- und Entspannungszustand zu erreichen (5, 15, 18, 20, 23). Die Diskriminanzanalysen der Spektralwerte des während der TM und der Schlafstadien W und 1 abgeleiteten EEG ergab keine signifikanten Unterschiede. Das weist zumindest darauf hin, daß die TM keinen aus dem Rahmen des Normalen fallenden Zustand erzeugt. Auch die quantitativ und qualitativ normalen Vigilosomnogramme von Vpn, die über Jahre TM ausübten, sind ein Hinweis, daß diese Technik nur normale physiologische Prozesse in Anspruch nimmt. Durch die Ausübung der TM scheint es möglich zu sein, den natürlich vorkommenden Übergang von Wachen und Schlafen zu verlängern und systematisch herbeizuführen. So soll nach *Maharishi* (15) transzendentales Bewußtsein spontan an diesem „Verbindungspunkt von Wachen und Schlafen“ erfahrbar sein.

Literatur

- 1 *Anand, B.K., G. Chhina, B. Singh*: Some aspects of EEG studies in yogis. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 13 (1961) 452–456
- 2 *Banquet, J.P.*: Spectral analysis of the EEG in meditation. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 35 (1973) 143–151
- 3 *Benson, H., H.P. Klemchuk, J.R. Graham*: The usefulness of the relaxation response in the therapy of headache. *Headache* 14 (1974)
- 4 *Das, N.N., H. Gastaut*: Variations de l'activité électrique du cerveau, du cœur et des muscles squelettiques au cours de la méditation et de l'extase yogique. *Electroenceph. clin. Neurophysiol. Suppl.* 6 (1955) 211–219
- 5 *Gastaut, H.*: Vom Berger-Rhythmus zum Alpha-Kult und zur Alpha-Kultur. *Z. EEG-EMG* 5 (1974) 189–199
- 6 *Geismann, P., A. Jus, W. Luthe*: Neurophysiologic and psychophysiological aspects of the autogenic state. In: *Proceed. Third Int. Congr. Psychiat., Montreal 1961, Autogenic State*, McGill Univ. Press, Toronto 1961, p 463
- 7 *Glueck, B., Ch. F. Stroebel*: Biofeedback and meditation in the treatment of psychiatry. *Comprehens. Psychiat.* 16 (1975) 303–321
- 8 *Hebert, R., D. Lehmann*: Theta bursts: an EEG pattern in normal subjects practising the transcendental meditation technique. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 42 (1977) 397–405
- 9 *Jus, A., K. Jus*: Some remarks on „passive“ concentration and autogenic shift. In: *Psychophysiological mechanisms of hypnosis*, 52–57, Hrsg.: L. Chertok Springer Verlag Heidelberg-Berlin-New York 1969
- 10 *Kanellakos, D.P., J.S. Lukas*: The psychobiology of TM—a literature review. A.W. Benjamin, Inc. Menlo Park, Cal. USA (1974)
- 11 *Kasamatsu, A., T. Hirai*: An EEG study on the Zen meditation *Folia psychiat. Neurol. Jap.* 20 (1966) 315–336
- 12 *Krahne, W., B. Taneli*: EEG and Transcendental Meditation *Pflügers Arch. Suppl.* 359 (1975) 191

- 13 *Levine, P., J.R. Herbert, Ch. T. Hayenes, U. Strobel*: EEG coherence during the transcendental meditation technique. Neurophysiol. Lab. MERU, Weggis/Schweiz 1975
 - 14 *Luthe, W.*: Autogenic training: method, research, and application in psychiatry. Dis. Nerv. System 23 (1962) 383–392
 - 15 *Maharishi Mahesh Yogi*: Die Wissenschaft vom Sein und die Kunst des Lebens. Intern. SRM Publ., Stuttgart 1969
 - 16 *Orme-Johnson, D.W., J. Farrow*: Scientific research on the transcendental meditation programm: collected papers. Vol. I, MIU Press, New York 1976
 - 17 *Selye, H.*: Eqilogue. In: The psychobiology of TM. 145; Hrsg. D. Kanellakos und S. Lukas, W.A. Benjamin Inc. Menlo Park 1974
 - 18 *Stutz, E.*: Transzendente Meditation in der Medizin Med. Klin. 72 (1977) 905–908
 - 19 *Vassiliades, A.*: Physiological effects of transcendental meditation – a longitudinal study. In: The psychobiology of TM; Hrsg.: D. Kanellakos und J. Lukas. W.A. Benjamin, Inc., Menlo Park 1974
 - 20 *Wachsmuth, D.*: Zur Psychophysiologie ruhevoller Wachheit. EEG und subjektives psychisches Befinden während der Ausübung Transzendentaler Meditation im Vergleich mit den Schlafstadien derselben Versuchspersonen. Inauguraldissertation, Frankfurt/Main 1978
 - 21 *Wachsmuth, D., G. Dolce, K. Offenloch*: Rechnerunterstützte Analyse des EEG während Transzendentaler Meditation (TM) und Schlaf. Z. EEG–EMG 8 (1977) 212
 - 22 *Wallace, R.K.*: Physiological effects of transcendental meditation. Science 167 (1970 a) 1751–1754
 - 23 *Wallace, R.K.*: The physiological effects of TM: a proposed forth major state of consciousness. Ph. D. Thesis, Dep. of Physiology, UCLA 1970 b
 - 24 *Wandhöfer, A., G. Kopal, K.-H. Plattig*: Latenzverkürzung menschlicher auditorisch evozierter Hirnpotentiale bei transzendentaler Meditation. Z. EEG–EMG 7 (1976) 99–103
-
- D. Wachsmuth, G. Dolce*: Rechnerunterstützte Analyse des EEG während Transzendentaler Meditation und Schlaf. Z. EEG–EMG 11 (1980) 183–188

Anschriften:

Dr. *D. Wachsmuth*, Höhenstr. 59, 5063 Overath,
 Prof. Dr. *G. Dolce*, Istituto San Giovanni Battista, Via della
 Magliana Vecchia 821, I 00148 Roma