

Aus der Abteilung für Klinische Neurophysiologie der Universität Freiburg i. Br.
(Prof. R. JUNG)

Das Einschlaferleben und seine neurophysiologischen Korrelate

Von

WOLFGANG KUHLO und DIETRICH LEHMANN

Mit 6 Textabbildungen

(Eingegangen am 1. Oktober 1963/11. Juni 1964)

Nachdem DEMENT u. KLEITMAN die Träume einem bestimmten EEG-Stadium des Schlafes zuordnen konnten⁴, lag es nahe, auch die *Einschlafphänomene*, insbesondere die oft beschriebenen* *hypnagogischen Halluzinationen* (h. H.) mit EEG-Veränderungen zu korrelieren. DAVIS u. Mitarb. haben zuerst 1938 berichtet^{3,3a}, daß mit dem EEG-Einschlafstadium B Bewußtseinsveränderungen und „fantasies“ eng verbunden sind. Sie haben bereits enge Korrelationen zwischen der EEG-Abflachung und der subjektiven Wahrnehmung kurzer „floating“ genannter Wachheitsminderungen festgestellt. Die Beziehungen zwischen EEG, Einschlafphänomenen und h. H. wurden aber noch nicht durch Weckversuche und systematisches Befragen studiert. Ohne EEG sind systematische Einschlafstudien mit Weckreizen zuerst von MAYER-GROSS²⁴ (zusammen mit BERINGER) durchgeführt worden, nachdem schon im 19. Jahrhundert zahlreiche gute Beschreibungen^{22,25} vorlagen.

Seit JOHANNES MÜLLERS²⁵ Buch „Über die phantastischen Gesichtserscheinungen“ 1826 sind die Vorgänge beim Einschlafen Gegenstand der verschiedensten Untersuchungen und theoretischen Deutungen gewesen. Beschreibung und Interpretation der psychischen Veränderungen des Einschlafstadiums wurden oft durch die wissenschaftstheoretische Grundhaltung des Autors beeinflußt. Eine Übersicht dieser Untersuchungen hat SCHMITZ 1961 in diesem Archiv²⁸ gegeben. SCHMITZ versucht eine einheitliche Interpretation der Einschlafphänomene: In Anlehnung an die Schichttheorien LERSCHS^{19a} und ROTACKERS^{26c} deutet er die Einschlaferlebnisse als sukzessive „Demaskierung“ der Schichten des Psychischen.

Uns geht es in der vorliegenden Arbeit nur um *Darstellung und Korrelationen der neurophysiologischen und phänomenologischen Aspekte des Einschlafens*. Der Einschlafvorgang ist als Modell einer physiologischen Regulation von besonderem Interesse, weil hier bei

* 1,3,3a,11,18,19,22,23,25,26,32.

Gesunden Bewußtseinsveränderungen einerseits subjektiv erfahrbar und signalisierbar sind, andererseits eine objektive Registrierung der neurophysiologischen Korrelate dieser Bewußtseinsveränderungen im EEG möglich ist.

Unsere Versuche zeigen, daß diejenigen Einschlaferlebnisse bestimmten EEG-Veränderungen zugeordnet werden können, die mit Veränderungen des Bewußtseins und mit einer dieser Bewußtseinsstörung entsprechenden, veränderten Erlebnisweise einhergehen. Dies war zu erwarten, da das EEG Beziehungen zu Bewußtseins- und Aufmerksamkeitsfunktionen hat, nicht aber zu einzelnen psychischen Inhalten⁸.

Das EEG des Einschlafstadiums unterscheidet sich wenig von dem EEG der Traumstadien, den sogenannten paradoxen Schlafphasen, die mehrmals periodisch während einer Nacht auftreten und in der nach DEMENT u. KLEITMAN⁴ bevorzugt Träume vorkommen. Dennoch bestehen zwischen Einschlaf- und Traumstadien deutliche *Unterschiede* in der Form der begleitenden unwillkürlichen Augenbewegungen und der Art des subjektiven Erlebens. Die psychischen Einschlafänderungen sollen zusammen mit dem EEG und den Augenbewegungen im folgenden genauer studiert und soweit möglich mit den objektiven Registrierungen korreliert und mit dem Traumerleben verglichen werden. Während frühere Untersucher, vor allem C. SCHNEIDER²⁹, die Einschlafveränderungen der höheren psychischen Funktionen wie Denken und Urteilen in Analogie zum schizophrenen Denkzerfall analysierten, haben wir unser Augenmerk mehr auf Änderungen des raum-zeitlichen und des leiblichen Erlebens gerichtet. Insofern soll diese Arbeit gleichzeitig ein Beitrag zur Phänomenologie des Einschlafens sein.

Methodik

Mit 16 männlichen und 5 weiblichen gesunden Versuchspersonen (Vpn.) im Alter von 18—51 Jahren machten wir insgesamt 42 *Schlafversuche* (meist nachts, wenige auch in der Mittagszeit), davon 36 unter gleichzeitiger EEG-Ableitung und 30 mit Registrierung der Augenbewegungen.

Die *Dauer* der Versuche betrug bis zu 6, meistens nur 2—3 Std, da wir unsere Untersuchungen auf die Einschlaf- und oberflächlichen Schlafstadien beschränkten und die Bereitschaft wieder einzuschlafen nach mehrfachen Unterbrechungen nachzulassen pflegt. Nur 4 Versuche wurden auf die ganze Nacht ausgedehnt, um tiefere Schlafstadien und die Schlafperiodik vergleichen zu können.

Die Vpn. lagen mit Schlafkleidung auf einer Couch in einer kleinen Kabine getrennt vom Versuchsleiter und EEG-Gerät. Es wurden in der Regel 4 „unipolare“ *EEG-Ableitungen* von einer Hemisphäre (frontal, praecentral, parietal, occipital) und eine Ableitung vom Frontalpol der gegenseitigen Hemisphäre jeweils gegen das gleichseitige Ohr vorgenommen. Verwendet wurden ein EEG-Schwarzer 8fach-Schreiber und Klebeeletroden Typ „Mayo-Clinic“. Papiergeeschwindigkeit meist 1,5 cm/sec, zeitweise 3 cm/sec. Eine Markierung im 6. Kanal wurde durch geringen Druck auf einen kleinen Gummiballon, in der Hand der Vpn., betätigter. Die horizon-

talen und vertikalen *Augenbewegungen* registrierten wir über 2 weitere Kanäle langsafter Zeitkonstante (0,3 sec) mit bitemporalen und supra- und infraorbitalen Klebeelektroden.

Die Vpn. erhielten die Instruktion, nach subjektiv bemerkten Bewußtseinsveränderungen oder nach auffälligen subjektiven Einschlafphänomenen (etwa nach Auftreten von h.H.) die *Markierung* zu betätigen. In anderen Fällen wurden sie bei Auftreten bestimmter EEG-Veränderungen vom Versuchsleiter durch ein Klopfzeichen „geweckt“. Anschließend berichteten die Vpn. spontan über ihre Erlebnisse oder beantworteten Fragen des Versuchsleiters.

Wir verwendeten ein Standardprogramm an Fragen. Darüber hinaus ergaben sich noch besondere Fragestellungen, wobei wir tunlichst Suggestivfragen vermieden. Die Unterhaltung zwischen Vl. und Vp. wurden auf Tonband aufgenommen.

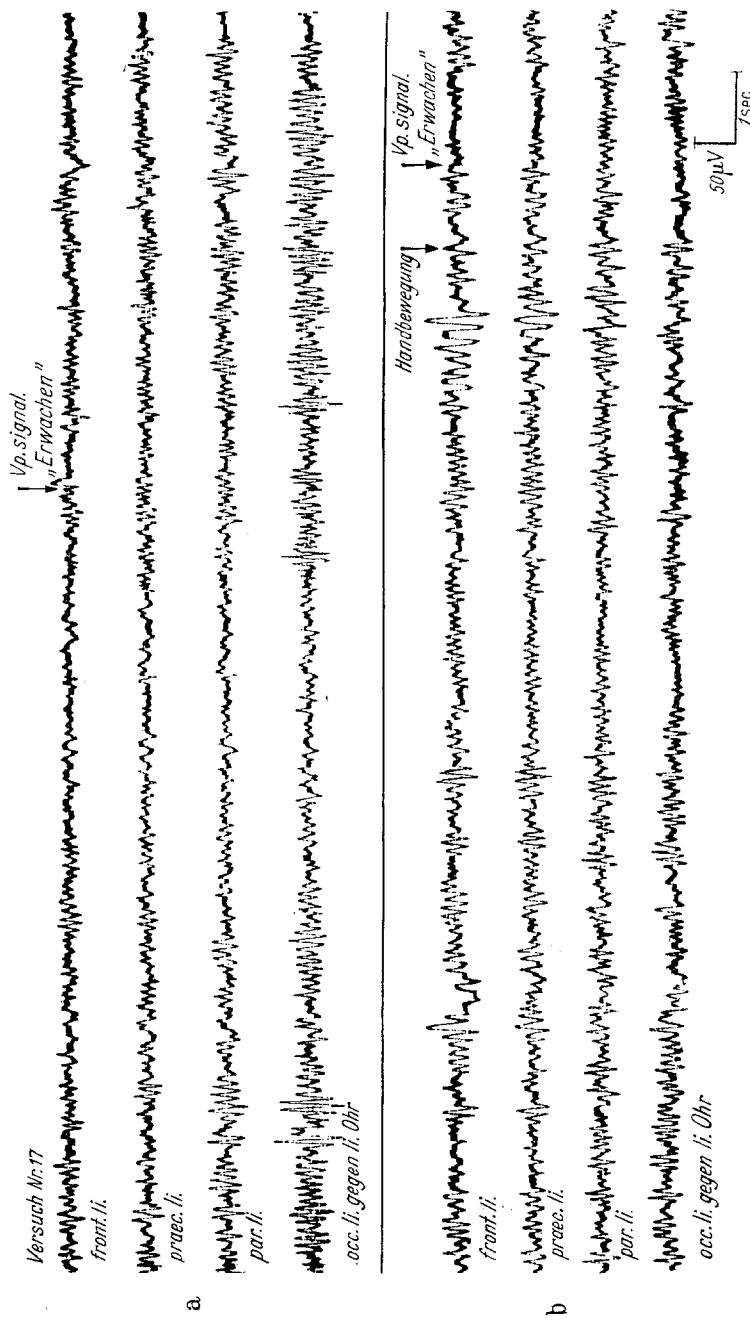
Ergebnisse

1. EEG-Veränderungen beim Einschlafen

Bei 36 unter EEG-Kontrolle durchgeführten Versuchen konnten bei allen 21 Versuchspersonen (Vpn.) mehrfach Einschlaferscheinungen im EEG registriert werden. Diese Einschlafstadien, die seit LOOMIS²¹ *B-Stadium* und nach DEMENT u. KLEITMAN^{4,11a} Stadium I des Schlaf-EEG genannt werden, können von den Vpn. auch bei kurzem leichtem Auftreten als *Verminderung der Wachheit* empfunden werden. Das erste kurze Einschlafstadium mit *Verlangsamung und Verschwinden der α -Wellen* dauert in der Regel nur wenige Sekunden (ca. 1–20 sec) und wiederholt sich unterschiedlich häufig, bevor es zu einem kontinuierlichen, eigentlichen *Schlafzustand* kommt. Es wurden 224 derartige Bewußtseinsveränderungen im EEG abgeleitet, die von den Vpn. nachträglich mit Hilfe der oben angegebenen Methode registriert wurden.

Das Hauptmerkmal der beim Einschlafen zu beobachtenden EEG-Veränderung ist die *Verlangsamung des α -Grundrhythmus*. Die Verlangsamung ist zunächst meistens kurz (1–2 sec Dauer). Als Kriterium wurde die *occipitale* Ableitung von mindestens 1 sec Dauer ausgezählt. Entweder zeigt die Verlangsamung einige langsamere α -Wellen, die sich nur in der Frequenz, aber wenig in der meist kleineren Amplitude von den vorangehenden α -Wellen des Wach-EEG unterscheiden, oder es erscheint eine kurze Gruppe größerer Wellen, die mit 6–8/sec meist schon Zwischenwellenfrequenz (ϑ) zeigen. Diese charakteristische α -Verlangsamung als Einschlafkriterium wurde zuerst klar von DAVIS u. Mitarb.³ 1938 mit Herausfilterung verschiedener Wellenfrequenzen erkannt. DAVIS u. Mitarb. deuteten die α -Verlangsamung zunächst als Zeichen „echten“ Schlafes und betrachteten als EEG-Kriterium des fluktuierenden Zwischenstadiums (floating stage of sleep) die α -Abflachung.

Die *Zwischenwellen* von 6–8/sec (ϑ) sind frontal immer größer und häufiger als occipital (Abb. 1 b und c). Frontale Zwischenwellen bilden



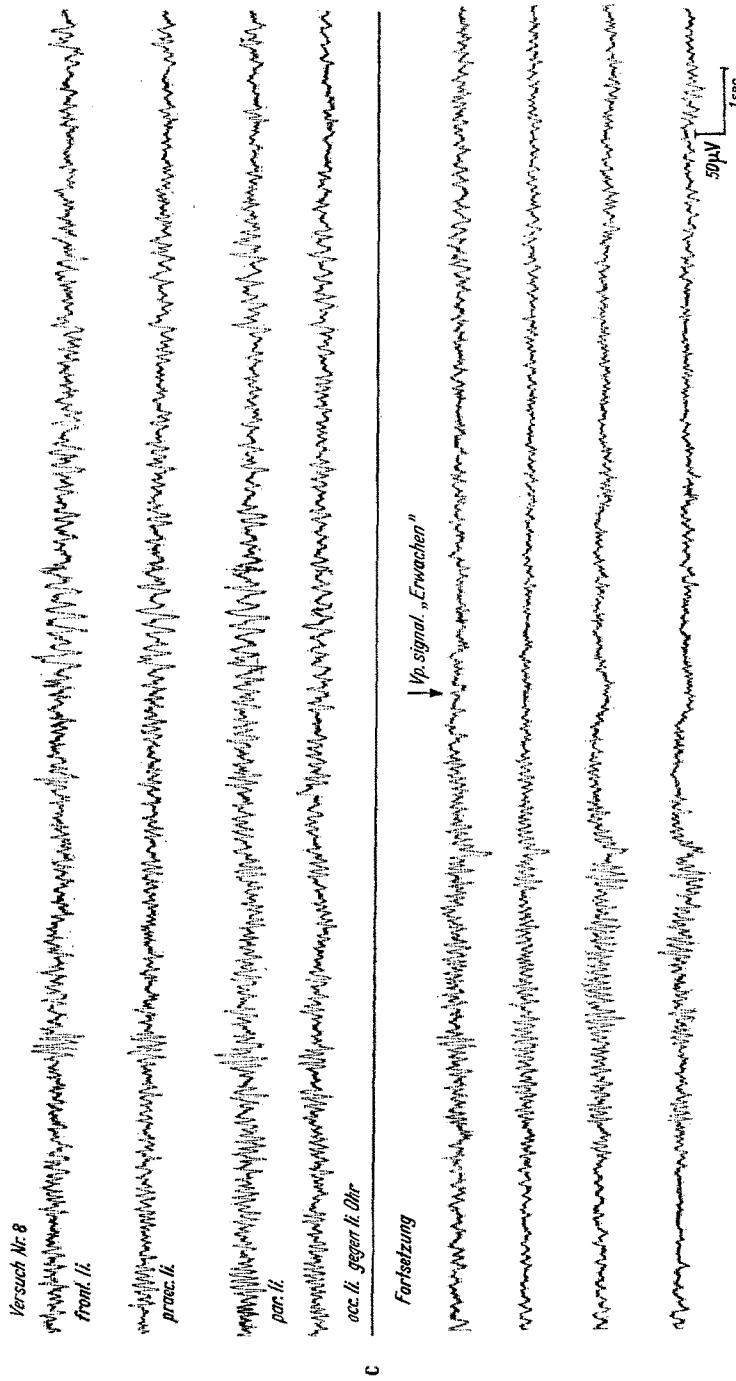


Abb. 1 a—c. Drei verschiedene Typen der EEG-Veränderungen, die von den Versuchspersonen als Bewußtseinsveränderung signalisiert wurden: a) Etwa 4 sec dauernde Abflachung der α -Wellen (Nr. 16); b) Abflachung mit Verlangsamung der α -Wellen und großen Zwischenwellen frontal für 2—3 sec; c) Nach Verlangsamung des Grundrhythmus mit frontalen Zwischenwellen erscheint eine Strecke mit Abflachung des Kurvenbildes, die beim Erwachen in α -Wellen und „arousal“ übergeht

jedoch ein weniger verlässliches Kriterium des Einschlafens. Große Zwischenwellen erscheinen bei *Ermüdung* sogar bei offenen Augen. Sie sind auch bei geschlossenen Augen fast immer früher über der vorderen Schädelhälfte erkennbar als über der hinteren⁸. Diese frontalen Zwischenwellen sind oft, aber nicht regelmäßig mit dem Einschlaferleben verbunden. Bei allen subjektiv registrierten Einschlaf-Bewußtseinsveränderungen wurde eine *occipitale α -Verlangsamung* mit oder ohne deutliche Abflachung registriert. Abb. 4 zeigt eine solche occipitale Ableitung von einer Vp. mit ausgeprägtem α -Rhythmus. Die Verlangsamungen betragen nur 10–20%, meist von 11,5 bis 10/sec reichend, ohne wesentliche Amplitudenminderung.

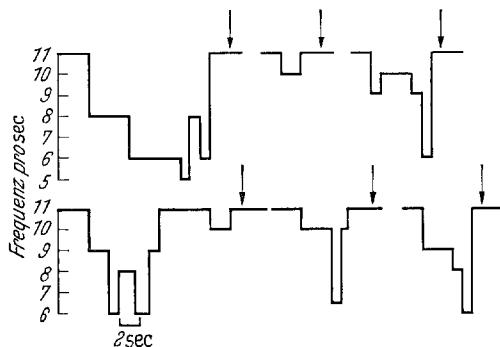


Abb. 2. Auswertung des Grundrhythmus sechs aufeinanderfolgender kurzdauernder *Verlangsamungen des EEG im Einschlafstadium*, die von einer Versuchsperson signalisiert wurden (Pfeile). Bei dieser Registrierung wurden nur kurze Handsignale der leichten Bewußtseinsänderungen (*floating*) aufgenommen, aber nicht nach dem Einschlaferlebnis gefragt, um den wechselnden Einschlafvorgang nicht durch sprachliche Äußerungen zu stören. Später bezeichnete die Versuchsperson diese Zustände als kurzes „Wegsein“, „floating“, aber nicht als echten Schlaf

Zusammen mit der occipitalen α -Verlangsamung kommt es oft zu einer *Abflachung des EEG* mit mehr oder weniger deutlichem B-Stadium. Diese Abflachung erscheint erst *nach* der α -Verlangsamung. EEG-Abflachungen allein sind ein weniger sicheres Einschlafkriterium, weil sie nur in EEGs mit gut ausgeprägtem α -Rhythmus eindeutig erkennbar sind und vom „arousal“ oft nicht deutlich unterschieden werden können. Nur wenn Weckreize einen α -Rhythmus auslösen, ist die Abflachung „Dösen“ oder Einschlafen. Die Abflachung kann von ebenso kurzer Dauer sein wie die α -Verlangsamung. Nach wenigen Sekunden können α -Wellen wieder auftreten, entweder spontan oder nach Weckreiz. Beim endgültigen Einschlafen geht dieses EEG-Muster kontinuierlich in die weiteren Schlafphasen C und D mit größeren langsameren Wellen und Schlafspindeln über.

Die Abb. 1–4 geben einen Überblick über die verschiedenen Formen der EEG-Veränderung beim Einschlafen.

2. Langsame Pendeldeviationen der Augen im Ermüdungs- und Einschlafstadium

ASERINSKY u. KLEITMAN² beschrieben 1955 in den *Traumstadien des Schlafes rasche binocular-koordinierte Augenbewegungen* mit unregelmäßigen Frequenzen von 5–10/sec. Diese raschen Augenrucke erscheinen im Schlaf während flacher EEG-Strecken, die dem B-Stadium ähneln, aber erst dann, wenn „tiefere“ Schlafstadien vorausgegangen sind. Die Traumstadien mit raschen Augenbewegungen werden auch als „paradoxes Schlafstadium“ bezeichnet oder als A–B (mo) nach FISCHGOLD⁵ (mo = *Mouvements oculaires*) = rem nach DEMENT u. KLEITMAN⁴ (*rapid eye movements*). Im Gegensatz zu den schnellen Augenbewegungen der Traumstadien sind für das *Einschlafstadium langsame, sinusähnliche, konjugierte horizontale Augenbewegungen* typisch. Sie haben Frequenzen von ca. 0,2–0,6/sec und Amplituden von 20–60 Grad Blickwinkel (Abb. 3).

Unregelmäßige, langsame, horizontale Augenbewegungen können schon bei noch erhaltenem Wach-EEG und geschlossenen Augen vorkommen. Im Moment des Einsetzens der ersten EEG-Veränderungen in Form der Abflachung des Kurvenbildes bzw. des Auftretens verlangsamter α - und Zwischenwellen verlaufen sie meist regelmäßiger mit sinusartigen Wellen und zeigen eine größere Amplitude. Meist werden sie für die Dauer der EEG-Abflachung oder Verlangsamung kontinuierlich und verschwinden beim Wiedereinsetzen des α -Rhythmus, wenn die Vpn. wieder „wach“ wird (siehe Abb. 3). Diese Phasen mit langsamem Augenbewegungen können sich mehrmals wiederholen zusammen mit dem periodischen Auftreten der EEG-Abflachung bzw. -Verlangsamung. Sie hören ebenfalls auf, wenn die Vp. in tiefere Schlafstadien gerät, beim Auftreten von Schlafspindeln im EEG, also im C-Stadium des EEG. Von 15 gesunden Vpn. ohne Hirntraumen in der Vorgesichte, bei denen wir die Augenbewegungen registrierten, hatten 11 Vpn. die beschriebenen Pendeldeviationen, und zwar in enger zeitlicher Beziehung zu den EEG-Veränderungen.

Die Augendeviationen werden von den Vpn. selbst nicht bemerkt. Vertikale Augenbewegungen haben wir im Einschlafstadium nicht registrieren können. Die schnellen Augenbewegungen, wie sie von ASERINSKY u. KLEITMAN² für die sekundären Traumstadien des Schlaf-EEG beschrieben wurden, zeigen dagegen horizontale und vertikale Richtungskomponenten.

3. Korrelation von EEG und Bewußtseinsveränderungen

Die subjektiv empfundenen leichten Bewußtseinsveränderungen werden von den Vpn. als „Dösen“, „Wegsein“ oder mit den Worten „ich

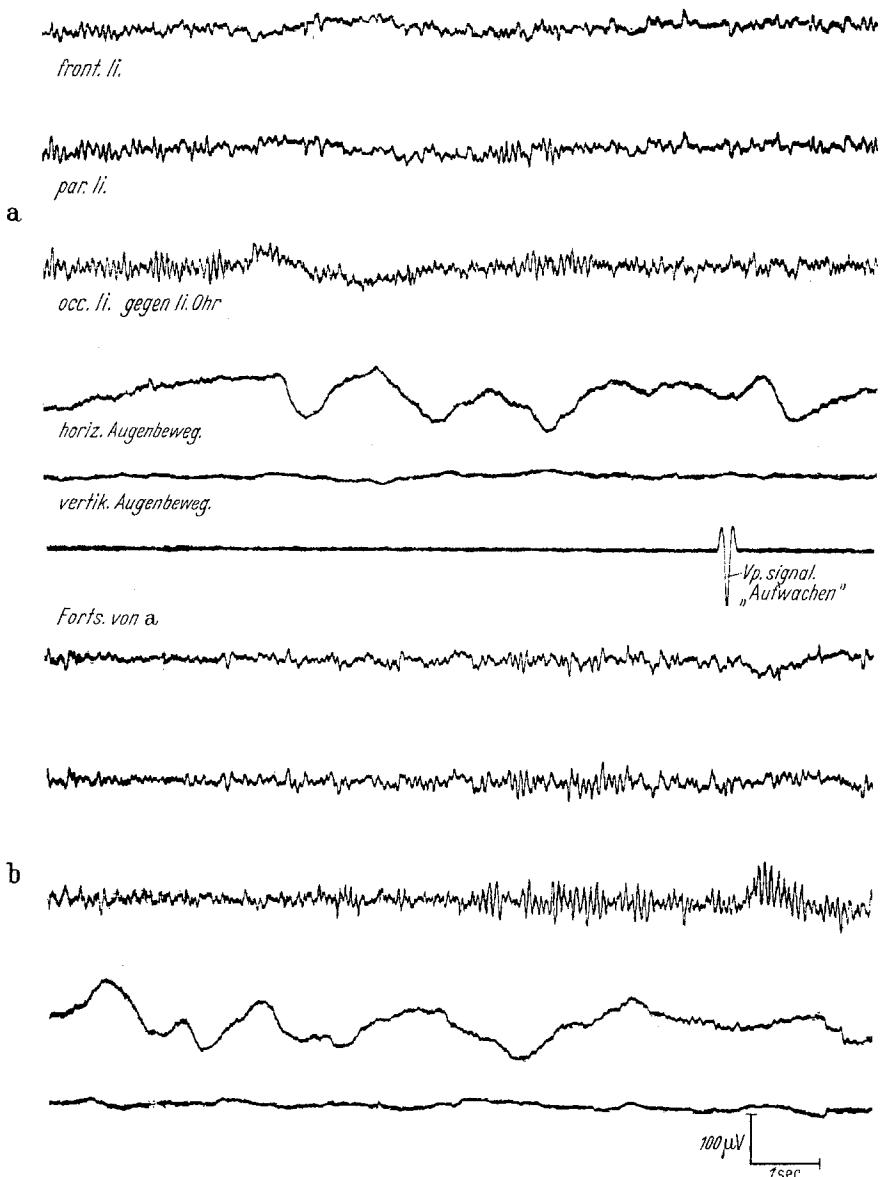


Abb. 3. Horizontale langsame Pendeldeviationen der Augen im Einschlafstadium: mit der Abflachung des EEG im B-Stadium erscheinen unregelmäßige rhythmische Augenbewegungen von 0,3—0,5 pro sec. 2 sec vor der Markierung des spontanen Aufwachens werden die Augenbewegungen vermindert und durch kurze, rasche Augenzuckungen unterbrochen. (Vp. Dich. Nr. 39)

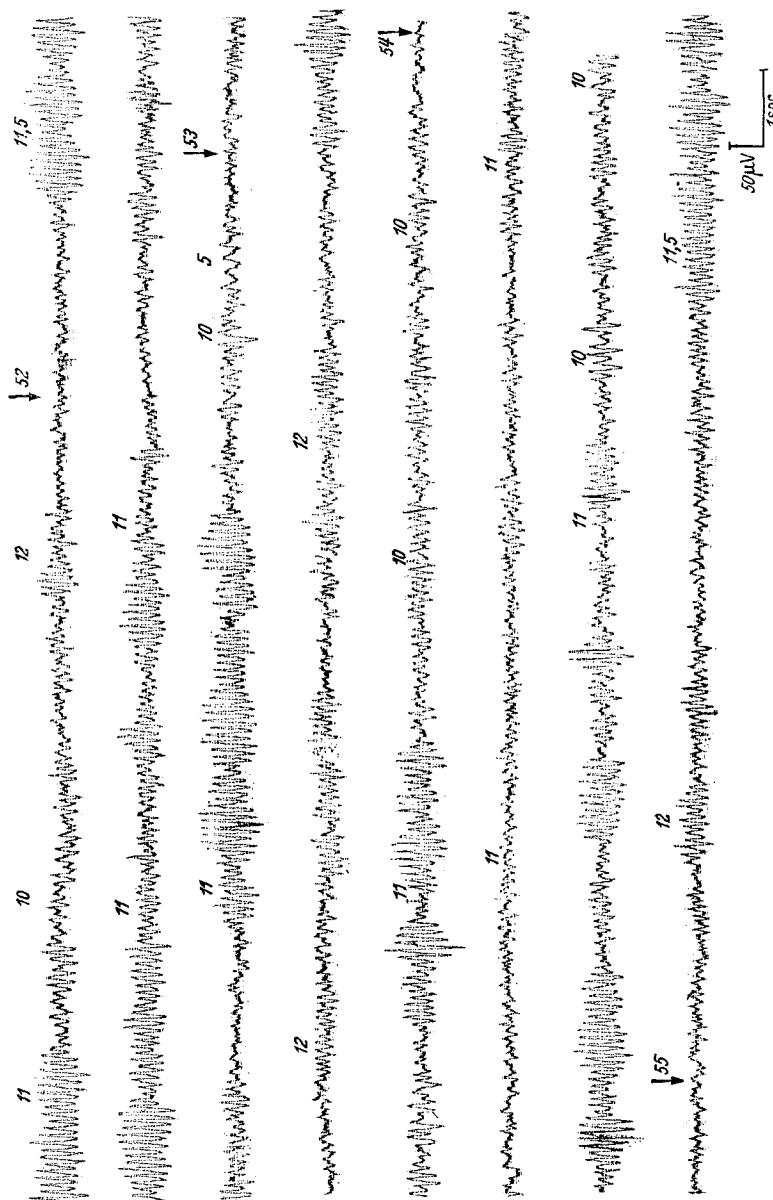


Abb. 4. Fortlaufende Registrierung der Frequenzen des occipitalen α -Rhythmus (Ziffern) bei mehreren kurzen Unterbrechungen des Wachzugs.
 ↓ Signalisierung der Bewußtseinsänderungen. Diese erscheinen mit leichter α -Verlangsamung vor dem echten Einschlafen in der besonderen Versuchssituation. Die Signalisierung ist meist mit EEG-Abfachung des spontanen „arousal“ verbunden. α -Verlangsamungen von ca. 10% und 1—2 sec Dauer wurden von der Versuchsperson als subjektive Bewußtseinsveränderung bemerkt und signalisiert (Pfeile)

bin einen Moment nicht ganz dagewesen“ bezeichnet und mit der oben beschriebenen Markierung registriert. Sie korrelieren zeitlich mit jeder Form der α -Verlangsamung und α -Abflachung, die in Abb. 1, 3 und 4

dargestellt und auf S. 689 beschrieben sind. Eine Zuordnung bestimmter EEG-Muster zu bestimmten Weisen der erlebten Bewußtseinsveränderung ließ sich nicht finden. Geübtere Vpn. konnten lediglich die zeitliche Dauer der im EEG sichtbaren Veränderungen ungefähr richtig schätzen oder auch Unterschiede in der „Tiefe“ der Bewußtseinsveränderung angeben, die mit dem „Ausmaß“ der EEG-Veränderung in etwa übereinstimmten. Längere Folgen von Zwischenwellen mit einer Zunahme ihrer Amplituden wurde als deutlichere Bewußtseinsveränderung empfunden als reine EEG-Abflachungen. Andererseits genügte bei geübten

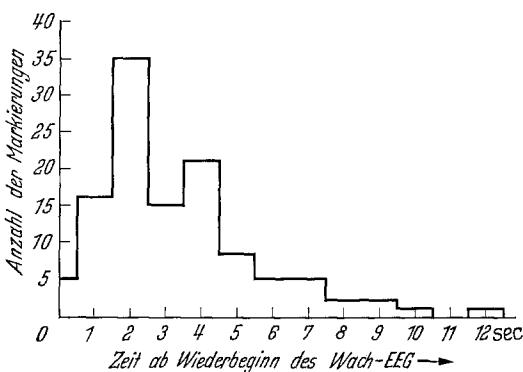


Abb. 5. Latenzzeit zwischen Wiedereinsetzen des Wach-EEG bis zur Markierung der subjektiven Bewußtseinsänderung verminderten Wachseins. Zehn Versuchspersonen mit 116 Signalisierungen. Als Zeitgrenze des Wach-EEG wurde das Wiedererscheinen des normalfrequenten α -Rhythmus gewählt

Vpn. eine α -Verlangsamung von nur 10% des Grundrhythmus und 1,5 sec Dauer, um sie auf Grund der damit einhergehenden Bewußtseinsveränderungen in 8 von 10 Fällen innerhalb einer Serie richtig zu signalisieren (siehe Abb. 4).

Gingen wir umgekehrt vor und „weckte“ der VI. mittels eines Klopfzeichens die Vp. während oder nach einer Abflachung bzw. Verlangsamung, so fühlten sich die Vpn. überrascht oder sogar erschreckt. Sie hatten in diesem Moment die Versuchssituation meist vergessen oder jedenfalls nicht mehr voll gegenwärtig und hatten das Gefühl des „Zusichkommens“. Sie bezeichneten meistens diesen Zustand *noch nicht als Schlaf*. Bei Gegenproben mit Klopfen bei noch erhaltenem Grundrhythmus waren die Vpn. in Gedanken mit dem Versuch oder mit Tagesresten beschäftigt oder sie machten Pläne für die Zukunft.

Die Zeit zwischen Wiederbeginn des Wach-EEG und Markierung des „Wieder-Zu-Sich-Kommens“ durch die Vp. schwankt zwischen 0 und 12 sec. In den meisten Fällen liegt sie bei 2 sec. Abb. 5 gibt die Häufigkeitsverteilung von 116 Markierungen (10 verschiedene Vpn.) während 17 Versuchen wieder.

Auffällig ist die oft relativ *lange Latenzzeit*, die nach Wiedereinsetzen des Wach-EEG bis zur Markierung des „Wachwerdens“ durch die Vp. vergeht (siehe Abb. 1–4 und Auswertung in Abb. 5). Wie aus den Angaben der befragten Vpn. zu schließen ist, bedingen offensichtlich folgende Momente eine verzögerte Markierung: Im Einschlafstadium ist die Fähigkeit, einen Entschluß zu fassen — nämlich die Markierung zu betätigen — und in die Tat umzusetzen, erschwert. Die subjektive Beurteilung der oft nur geringen Bewußtseinsschwankungen kann unsicher und Zweifeln ausgesetzt sein, was zusätzlich die „Reaktionszeit“ verzögert.

Perioden von subjektiven Bewußtseinsveränderungen waren immer mit EEG-Veränderungen verbunden und umgekehrt. Die typischen, weiter unten zu beschreibenden Einschlaferlebnisse mit Veränderungen des Gedankenablaufes und hypnagogogen Halluzinationen korrelierten in der Regel zeitlich mit diesen subjektiv empfundenen und durch das EEG objektivierbaren Bewußtseinsveränderungen wurden aber erst später signalisiert. Mitteilungen über solche Sensationen erhielten wir spontan oder auf Befragen am häufigsten dann, wenn eine EEG-Abflachung oder -Verlangsamung vorausgegangen war und der Wach-Grundrhythmus bereits wieder eingesetzt hatte. Seltener wurde über typische Einschlaferlebnisse berichtet, wenn wir bereits während einer Verlangsamung oder Abflachung des EEG „weckten“.

Übermüdungserscheinungen. Übermüdung stört die Fähigkeit zur Beurteilung der eigenen Bewußtseinssituation. Echtes im EEG deutliches Einschlafen wird dann nicht bemerkt. Bei einer unserer Vpn. machten wir den ersten Versuch im stark übermüdeten Zustand. Sie zeigte bereits kurz nach Beginn des Versuches (nachdem etwa $\frac{1}{2}$ Std durch Elektrodensetzen etc. vergangen war) im EEG Schlafspindeln, also ein C-Stadium, in das sie auch trotz mehrfachen Weckens nach wenigen Sekunden wieder verfiel. Beim Wecken gab sie jedesmal an, nicht geschlafen zu haben und noch völlig wach zu sein. Vor dem C-Stadium waren kurze Perioden von α -Verlangsamung und B-Abflachung im EEG erkennbar, welche die Vp. trotz entsprechender Instruktionen nicht registrierte. Wir haben dann die Vp. etwa 1 Std tiefer schlafen lassen (D-Stadium). Erst danach fühlte sie sich ausgeruht und war jetzt in der Lage, leichte EEG-Veränderungen des B-Stadium wiederholt richtig zu signalisieren.

4. Die hypnagogogen Halluzinationen

Die eindrucksvollsten Phänomene des Einschlafens sind die sogenannten hypnagogogen Halluzinationen (h. H.). Es handelt sich um optische und akustische Sinneserlebnisse ohne äußerer Reiz, die während der veränderten Bewußtseinslage des Einschlafens auftreten können. 15 unserer

21 Vpn. haben mindestens einmal, in der Regel jedoch mehrfach typische h.H. mitgeteilt. Noch häufiger war die Angabe, „irgend etwas Halluzinatorisches“ erlebt zu haben, sich aber an den Inhalt nicht mehr erinnern zu können, da die Eindrücke zu flüchtig und zu wenig faßlich gewesen seien.

Einige unserer Vpn. wurden erstmalig durch diese Versuche darauf aufmerksam gemacht, daß es h.H. überhaupt gibt und daß auch sie selbst sie erleben. Sie meinten, daß sie wahrscheinlich auch vorher solche Erlebnisse gehabt hätten, sie aber vergessen hätten. Dieses *Vergessen* ist in der natürlichen Einschlafsituation die Regel, da der Schlaf den Einschlafstadien mehr oder weniger schnell folgt und die kurzen Momente, in denen die h.H. auftreten, am nächsten Tag wieder vergessen sind, mit anderen Worten, durch den Tiefschlaf amnesiert werden. Eine ähnliche Amnesie gibt es offenbar auch für Traumerlebnisse, da manche Menschen behaupten, niemals zu träumen. 6 unserer 21 Vpn. (ca. 28%) haben auch in unseren Versuchen *keine h.H.* beobachten können, obwohl im EEG Einschlafveränderungen registriert wurden. Sie konnten sich auch beim Wecken im Einschlafstadium nicht an h.H. oder angedeutete Sinneserlebnisse erinnern.

Die h.H. erscheinen im Strom der Gedanken und Erinnerungen des Einschlafenden *plötzlich und unabhängig vom Willen ohne sinnvollen Zusammenhang mit den vorangehenden Vorstellungen*. Sie zerreißen den Denkzusammenhang. Hierzu ein Beispiel aus unseren Protokollen: „Dieser lose Fluß der Gedanken und Bilder wurde plötzlich unterbrochen, indem plötzlich ein etwas fester umrissenes Bild vor mir stand, und zwar ein Bild eines Patienten und die Angehörigen waren dabei . . .“

Nicht nur das zeitliche Auftreten der h.H. wird als unvorhergesehen empfunden, auch *inhaltlich* sind sie oft überraschend und *meistens nicht in vorangehende Erlebnisse einzubeziehen*. Nur selten läßt sich ein plötzlich aufgetauchtes Bild als *Visualisierung eines vorausgehenden oder gleichzeitigen Gedankens* identifizieren. Doch wird auch hier die Verbindung nicht als sinnvoll erlebt: „ . . . das war einfach eine völlig sinnlose Fortführung des Gedankens über die Noten, die ich mir besorgen wollte für heute abend zum Quartett spielen . . . Gleichzeitig habe ich meinen Geigenkasten gesehen und diese Noten, es war völlig sinnlos hintereinander her, aber so ungefähr, wie wenn man ein Lexikon aufschlägt.“

Die spontan auftretenden Bilder sind sehr *flüchtig* und nicht willkürlich lenkbar. *Sie verschwinden, sobald man die Aufmerksamkeit auf sie richtet*. Hierdurch unterscheiden sie sich von den weiter unten zu beschreibenden sogenannten phantastischen Gesichterscheinungen und von peripher-optischen retinalen Reizerscheinungen.

Die Bilder sind oft *bruchstückhaft*. Es wurden häufig nur *Teile von größeren Gestalten* gesehen, z. B. Körperteile von menschlichen Figuren,

etwa nur Beine, eine Faust oder ein Teil von einer Kirche, ein Stück eines Hauses, einer Landschaft etc. Die normale räumliche Anordnung bleibt innerhalb des Bildes im allgemeinen bewahrt, jedoch sind die Bilder oft *instabil* und zerfließlich. Weiter können noch elementarere Halluzinationen erscheinen, die keinen Bildcharakter mehr haben, in denen Gestalthaftes nur noch angedeutet ist und die gleichsam visuelle „*Elemente*“ zu sein scheinen wie z. B. geometrische Figuren (mit Vorliebe Kreise, Spiralen, wellenförmige Linien). Auch *schattenhafte Gebilde* wie Nebelfetzen, ein Gewoge, etwas Metallenes und dergleichen kommen vor, die sich kaum von der normalen Unruhe des visuellen Eigengrau unterscheiden. *Seltener* wurden *komplexere bildhafte Vorgänge*, ja *Szenen* mit Unterhaltungen und Handlungen mitgeteilt, die aber auch nur sehr kurzdauernd sind und sich von zusammenhängenden Traumbildern mit Handlungscharakter und Affektstärke durch ihre *emotionale Indifferenz* unterscheiden; z. B.: ein Auto fährt auf einer Straße vorüber, Menschen sitzen in einem Café und dergleichen. Immer behalten die h.H. ihren bildhaften Charakter als visuelle Sensationen im optischen Vorstellungsräum. Sehr selten gibt es auch *Übergänge von komplexeren h.H. in ein traumähnliches Erleben* (vgl. S. 701).

Akustische Halluzinationen sind sehr viel seltener als optische. Die *akustischen Erlebnisse* unterscheiden sich nur durch die Sinnesmodalität aber nicht in formaler Hinsicht von den optischen Halluzinationen. Auch akustische h.H. erscheinen ohne inhaltlichen Zusammenhang mit vorhergehenden Gedanken spontan und unvorhergesehen, sind flüchtig und nicht lenkbar. Sie bieten ebenfalls die ganze Skala von einfachen akustischen „*Elementen*“ (Geräusche, Töne) über einzelne Worte bis zu ganzen Sätzen, ja kurzen Unterhaltungen.

Hierzu wieder einige Beispiele aus unseren Protokollen: „da war plötzlich ein Wort zu hören ‚Neptun‘, wo das herkam, weiß ich nicht.“ Oder: „Es war ein Dialog. Ich weiß nicht mehr genau was es war, ich weiß nur, daß ein Mensch, ein Mann einem anderen über jemandem sagte: ‚wenn du so dumm wärst wie der‘.“

Die akustischen Halluzinationen haben meistens den Charakter des *Stimmenhörens*. Die Stimme konnte nur in einzelnen Fällen von den Vpn. identifiziert werden. Meistens wird die sinnliche und spezifische Qualität der Stimmen sehr dürftig empfunden.

Optische und akustische Halluzinationen können *gleichzeitig* auftreten. Inhaltlich stimmen sie dabei oft nicht überein:

„Ja, es war ein Bild, das nicht zu dem Satz gepaßt hat: ‚der Chef hat gesagt, für sie ist ein Affentheater los‘. Das Bild war aber was anderes, es hatte damit nichts zu tun.“

Es besteht also in solchen Fällen eine *Dissoziation* der einzelnen Sinnesgebiete trotz des synästhetischen Charakters.

Versuch Nr. 12

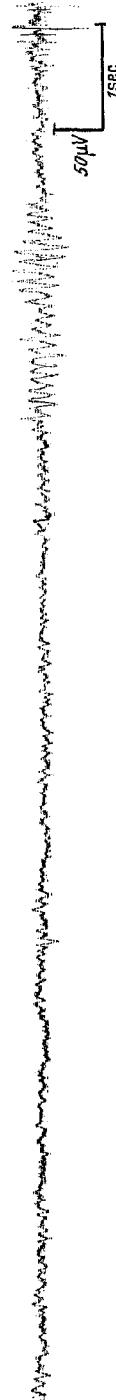
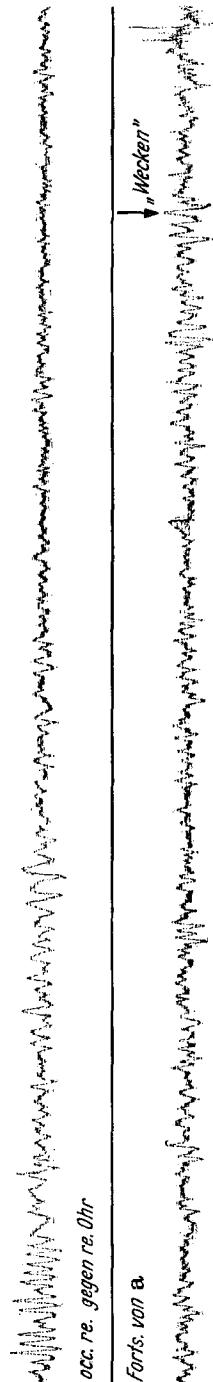


Abb. 6. Weckversuch nach einem B-Stadium mit k. H. (a b kontinuierliche Registerung). Nach einer 20 sec dauernden Abflachung mit kurzer Verlangsamung des α -Rhythmus am Anfang (siehe occipitale Ableitung), wurde die Versuchsperson 2 sec nach spontanem Wiedereinsetzen des α -Rhythmus durch Konfettiwagen geweckt und befragt. Versuchsperson berichtet: „Also, gerade 2 sec, bevor Sie geklopft haben, bin ich so etwas zu mir gekommen. Als ich da so einen Moment weg war, da war so ein optisches Bild von zwei übereinandergeschlagenen Beinen, die kamen ins Gesichtsfeld hinein und wieder heraus,

Unsere Beobachtungen unter EEG-Kontrolle zeigten, daß typische h.H. nur dann auftauchten und von den Vpn. mitgeteilt wurden, wenn deutliche *EEG-Veränderungen* und damit Bewußtseinsveränderungen vorausgegangen waren. Dazu ein Beispiel, das eine klare Zuordnung von EEG- bzw. Bewußtseinsveränderung mit dem Auftauchen einer h.H. erkennen läßt. „Also gerade 2 sec, bevor sie geklopft haben, bin ich so etwas zu mir gekommen. Als ich da so einen Moment weg war, da war so ein optisches Bild von zwei übereinandergeschlagenen Beinen, die kamen ins Gesichtsfeld hinein und wieder hinaus, die sind so vorbeigezogen.“ Die Vp. war nach einer ca. 20 sec dauernden Abflachung, der eine α -Verlangsamung vorausging, 2 sec nach Wiedereinsetzen des normalen α -Rhythmus „geweckt“ worden (siehe Abb. 6). Weckreize störten die h. H.

5. Phantastische Gesichterscheinungen und EEG

Zwei unserer weiblichen Vpn. hatten seit der Kindheit zwar keine eidetische Fähigkeit zur getreuen Bildvorstellung optischer Wahrnehmungen, aber lebhafte „phantastische Gesichterscheinungen“ der von MÜLLER²⁵ beschriebenen Art. Diese phantastischen Gesichterscheinungen (ph. G.) erschienen auch am Tage bei geschlossenen Augen, seltener im Dunkeln bei offenen Augen. Die abendlichen Gesichterscheinungen begannen jeweils *vor* dem eigentlichen Einschlafen, konnten lange Zeit dauern und wirkten eher *einschlafhindernd*. Erst wenn sie langsam blasser wurden, kam es zum Einschlafen. In dem Vorstadium vor dem Einschlafen erschienen in diesen Fällen bei geschlossenen Augen oft lebhafte, meist farbige Bilder und auch zusammenhängende Szenen. Die Phänomene erscheinen mit *sinnlicher Lebhaftigkeit leuchtend im Dunkelfeld des optischen Vorstellungsräums*. Es handelt sich zum Teil um Bilder früher gesehener Vorgänge, oft Tagesreste, manchmal aber auch um phantastische Erscheinungen, unabhängig von früheren Wahrnehmungen, meist Fratzen, Masken und völlig irreale Gestalten. Die Bilder sind besonders lebhaft und *aufdringlich bei Übermüdung*. Stundenlang dauernde, meist affektiv stark besetzte, oft erschreckende ph. G. waren in Zeiten *ungelöster emotionaler Spannungen* am häufigsten. Eine der beiden Vpn. litt an solchen Tagen wegen der Lebhaftigkeit und Aufdringlichkeit der Bilder unter Einschlafstörungen.

Im Gegensatz zu den h.H. werden die ph.G. *bei erhaltenem Wachbewußtsein erlebt*. Die Vpn. gaben an, daß sie die Bilder wie einen Film betrachten können, daß sie andererseits aber auch einen gewissen Einfluß auf die Phänomene nehmen können. Durch erhöhte Aufmerksamkeit konnten sie die Intensität und Häufigkeit der Bilder steigern oder ihren Ablauf durch lebhafte Vorstellungsinention abändern.

Während des Auftretens der ph.G. zeigte das EEG immer einen Wachgrundrhythmus. Typische langsame oder rasche Augenbewegungen fehlten

während der ph.G. — Langsame Pendeldeviationen erschienen erst im Einschlafstadium nach Abklingen der ph.G. mit dem B-Stadium des EEG und verschwanden wieder im C-Stadium. Beide Vpn. hatten einen nur gering ausgeprägten α -Rhythmus. Die Ausprägung des α -Rhythmus nahm in einem Fall zu, als die ph.G. in ihrer Häufigkeit und Lebhaftigkeit im Laufe des Versuches nachließen und sich die Vp. zunehmend entspannte.

Erst *danach* setzten auch die ersten Einschlaferscheinungen ein mit Verlangsamung des EEG und mit typischen langsamen Pendeldeviationen der Augen.

Bei einer Vp. verschwanden die ph.G. mit den ersten EEG-Einschlafveränderungen. Typische h.H. konnten dann *nicht* mehr beobachtet werden. Bei der anderen Vp. erschienen *nach den ph.G. noch h.H.*, vielleicht mit fließenden Übergängen. Die h.H. erschienen erst mit leichten Einschlafmustern des EEG. Bei Kombination mit h.H. wurden die ph.G. nach den Angaben der Vp. in der Intensität erheblich schwächer, flüchtiger, unzusammenhängender und verloren ihre Steuerbarkeit. Sie schienen dann durch das Gesichtsfeld nur noch „hindurchzuschwimmen“ und ähnelten damit den h.H. Die Vp. hatte während des Einschlafens weder häufigere noch lebhaftere h.H. als andere Personen.

Besprechung der Ergebnisse

1. EEG-Veränderungen beim Einschlafen

DAVIS u. Mitarb.³ haben 1938 das Stadium der fluktuierenden Bewußtseinslage, das wir im EEG nach der Einteilung von LOOMIS²¹ B-Stadium des Schlaf-EEG nennen, genauer untersucht und die Veränderungen des EEG, die in diesem Stadium auftreten, eingehend beschrieben. Sie unterschieden dabei folgende Möglichkeiten der Veränderung des Kurvenbildes bei zunehmender Bewußtseinsänderung in Richtung Schlaf: 1. Modulation des α -Rhythmus mit an- und abschwel-lenden Amplituden (in manchen Fällen bereits im Wachen als konstitutionelle Eigenart des α -Rhythmus vorhanden). 2. Amplituden-Ver-minderung des α -Rhythmus. 3. Kurze Unterbrechungen des α -Rhythmus von 1—5 sec Dauer oder nur noch kleine unregelmäßige α -Wellen. 4. Längere Unterbrechungen des α -Rhythmus mit Auftreten von 4—5/sec-Zwischenwellen mit Amplituden um 50 μ V. 5. Langsamere Wellen um 4/sec und darunter und größere Amplituden (150 μ V und größer). 6. Verlangsamte α -Wellen. 7. Übergang in das C-Stadium des Schlaf-EEG mit 14/sec Schlafspindeln.

Unsere Untersuchungen entsprechen diesen Ergebnissen. Über DAVIS' Untersuchungen hinaus konnten wir zeigen, daß schon kur-

dauernde α -Verlangsamungen von 10—20% occipital bei geübten Vpn. regelmäßig bemerkbar sind.

Für die mit subjektiven Bewußtseinsschwankungen einhergehenden EEG-Veränderungen ist also diese α -Verlangsamung ein sicheres Korrelat der ersten Bewußtseinsänderung im Einschlafzustand. Auch dort, wo es scheinbar nur zu einer Unterbrechung des α -Rhythmus kommt, zeigt die genauere Analyse der abgeflachten Kurvenstrecke, daß langsamere Wellen in ihnen enthalten sind, oder daß die in den letzten 1—2 sec vor der Abflachung auftretenden α -Wellen um mindestens 1/sec langsamer sind als die vorhergehenden (Abb. 6).

Die Tatsache, daß Grundrhythmusverlangsamungen von nur 10% und 1,5 sec Dauer als subjektive Bewußtseinsveränderung bemerkt und nachträglich registriert werden können, zeigt, daß in der Übergangsphase vom Wachen zum Schlaf eine enge Korrelation zwischen EEG und Bewußtsein besteht. Wie weit diese Verlangsamung des im Wachzustand sehr stabilen α -Rhythmus auch eine cerebrale Regulation biochemischer Veränderungen anzeigt, muß offenbleiben. Die Biochemie des Schlafes bleibt vorläufig noch eine terra incognita.

2. Langsame Pendeldeviationen der Augen

Soweit bekannt, beschrieben RAEHLMANN u. WITKOWSKI 1877^{26b} erstmals Beobachtungen über Augenbewegungen bei schlaftrigen Vpn. Diese Befunde bestätigte später PIETRUSKY^{26a} an 300 Vpn. Langsame rhythmische Pendeldeviationen der Augen nach Lidschluß hat JUNG 1953¹⁰ objektiv registriert und im Wachzustand vorwiegend bei Hirntraumatikern gefunden. KORNHUBER¹⁶ machte darauf aufmerksam, daß Pendeldeviationen eine physiologische Bewegungsrhythmik des menschlichen Blickapparates sind, die besonders beim Einschlafen scheinbar spontan auftreten oder häufiger durch vestibuläre oder optokinetische Reize in Gang gebracht werden können. Bei unseren Einschlafversuchen zeigte sich, daß häufig eine enge zeitliche Korrelation zwischen langsam horizontalen Pendeldeviationen und EEG-Form besteht. Die langsamen Pendeldeviationen unterscheiden das primäre B-Stadium von den mit raschen Augenbewegungen einhergehenden sogenannten paradoxen Schlafstadien (Traumstadien). Nach TRINCKER u. Mitarb.³¹ ist anzunehmen, daß es sich bei den sinusförmigen, rein horizontalen Pendeldeviationen um einen Eigenrhythmus der Steuerungssysteme des Hirnstamms handelt, die im Einschlafen von den übergeordneten, die intentionalen Blickbewegungen steuernden Mechanismen losgelöst werden. Bei den raschen Augenbewegungen der Traumphase könnte es sich um einen von anderen Funktionszentren gesteuerten Mechanismus handeln (Suchbewegungen?), was auch KLEITMAN^{11a} annimmt.

3. Die hypnagogischen Halluzinationen und ihre Korrelation zum EEG

Der Ausdruck „hypnagogische Halluzinationen“ wurde erstmalig von MAURY (1848)²² gebraucht. Auch später haben sich vor allem französische Autoren für diese eigenartlichen Phänomene zwischen Wachen und Schlafen interessiert (LEROY¹⁸; ROUQUÈS²⁷), im deutschen Schrifttum TRÖMNER³², MAYER-GROSS²³, SCHNEIDER²⁹. — Über die Häufigkeit des Auftretens von h.H. gibt es, soweit uns bekannt, nur wenige genaue Angaben auf Grund größerer Beobachtungszahlen. McKELLAR u. SIMPSON (1954)¹¹ fanden an Hand einer Umfrage, daß unter 110 Studenten 67 berichteten, h.H. gehabt zu haben, also etwa 61% (bei unserer kleineren Serie 72%). Die Fähigkeit und Bereitschaft zur Selbstbeobachtung ist individuell sicher sehr unterschiedlich und vor allem in der Ermüdung erheblich herabgesetzt. Es ist daher nicht verwunderlich, daß über ein Viertel der Vpn. solche Phänomene nicht bemerkt haben.

Nach allen bekannten Erfahrungen sind h.H. weit verbreitete und häufige Phänomene, die, wenn auch oft in geringem Ausmaß, bei fast allen Menschen vorkommen. In einigen Fällen nahm die Ausbeute an Mitteilungen über h.H. mit der Zahl der Versuche deutlich zu. Auch KLUGE u. THREN (1950)¹² machten bei ihren Untersuchungen zum Bildstreifendenken die Erfahrung, daß die Vpn. bei häufiger Wiederholung der Versuche mehr produzierten. Bei unseren Untersuchungen müssen wir offenlassen, ob durch die Wiederholung nur die Fähigkeit zur Selbstbeobachtung geschult wird oder ob tatsächlich öfter h.H. produziert werden, wenn die Aufmerksamkeit eigens auf sie gerichtet ist.

Ein Hauptanliegen unserer Untersuchung war es, mit Hilfe des EEG zu klären, in welchem *Zeitpunkt* des Einschlafstadiums die h.H. auftreten. Subjektiv gaben fast alle Vpn., die über h.H. berichteten an, daß sie im Moment der h.H. „gedöst“ hätten oder „nicht ganz bei sich“ gewesen wären. Andere glaubten, den Kontakt zur Umwelt noch nicht völlig verloren gehabt zu haben. Niemand bezeichnete den Zustand in dem die h.H. auftraten, als „richtigen Schlaf“. ROUQUÈS (1946)²⁷ führt aus, daß er zwar nicht völlig wach, aber noch fähig gewesen sei zu rechnen oder sich mit anderen Dingen zu beschäftigen, während er die h.H. beobachten konnte.

VIHVELIN (1948)³³ meinte in einer längeren Diskussion über die Frage, ob die h.H. sich wesentlich von Träumen unterscheiden, daß er während der h.H. „wach“ sei. Ein echter Wachzustand scheint aber nur bei den von MÜLLER²⁵ beschriebenen phantastischen Gesichterscheinungen vorzukommen, deren Bilder sich von den h.H. vor allem durch Lebhaftigkeit, Komplexität, Steuerbarkeit, Abhängigkeit von vorangehenden Sinneswahrnehmungen und durch stärkere affektive Tönung unterscheiden. Nach einzelnen unserer Versuche ist allerdings anzunehmen,

daß phantastische Gesichterscheinungen gelegentlich in h. H. übergehen können. MÜLLER²⁵ schrieb 1826, daß seine selbstleuchtenden Phantasmen sich in Träume verwandeln. — Andere spontan auftauchende Bilder gibt es im Stadium der bloßen Entspannung in Form eines lebhaften bildlichen Erinnerns. Eine weitere Art von lebhaften, sich im Einschlafen aufdrängenden Bildern treten z. B. nach intensiven optischen Leistungen, wie nach angestrengtem Mikroskopieren oder nach Sehen häufiger gleichförmiger Dinge auf. Diese Bilder sind ebenfalls nicht von Schlaf-EEG-Veränderungen begleitet.

Die typischen h. H. jedoch zeichnen sich durch die Besonderheit der Bewußtseinssituation aus und unterscheiden sich vom Wacherleben. Unsere EEG-Registrierungen zeigen, daß die h. H. neurophysiologisch mit einer cerebralen Funktionsänderung einhergehen, die in der EEG-Veränderung zum Ausdruck kommt (Abb. 6, S. 700).

Der exakten zeitlichen Zuordnung von Einschlaferlebnissen und EEG-Muster sind methodische Grenzen gesetzt. Die Betätigung der Markierung für subjektive Erlebnisse wie h. H. setzt immer ein arousal voraus. Einschlaferlebnisse können erst im Wachen rückblickend mitgeteilt oder registriert werden, nicht gleichzeitig, da die Bewußtseinslage der Einschlaferlebnisse ein gleichzeitig reflektierendes Verhalten nicht zuläßt. Die zeitliche Zuordnung von Einschlaferlebnis und EEG-Veränderung ist daher mit einem subjektiven Faktor belastet. Denkbar sind drei Möglichkeiten: 1. die h. H. treten im Moment auf, wo sich das EEG abflacht oder langsamer wird, 2. während der Verlangsamung bzw. Abflachung und 3. im Moment des Wiedereinsetzens des Wachrhythmus. Wir halten die 2. Möglichkeit für die wahrscheinlichste, da die nicht selten mitgeteilten komplexeren und szenenhaften Einschlaferlebnisse zeitlich nur nach längeren Strecken mit EEG-Abflachung bzw. -Verlangsamung berichtet wurden. Auch die Tatsache, daß h. H. angegeben werden, wenn während einer abgeflachten EEG-Strecke die Vp. geweckt wurde, spricht für die 2. Annahme.

4. Abgrenzung der hypnagogen Halluzinationen von Träumen

Die Untersuchungen von DEMENT u. KLEITMAN⁴ ergaben, daß Träume von Vpn. vorwiegend dann berichtet wurden, wenn sie in Stadien mit flachem EEG und schnellen Augenbewegungen geweckt wurden, denen „tiefere“ Schlafstadien vorausgegangen waren. Wir erhielten aber in einigen Fällen Angaben über längere Handlungsabläufe mit deutlich traumhaftem Charakter bei Wecken im ersten Spindelstadium C, d. h. nach dem initialen B-Stadium ohne Vorangehen eines sogenannten paradoxen Schlafstadiums. In den übrigen Fällen, bei denen wir im C-Stadium weckten, waren kaum Angaben über irgendwelche Einschlaferlebnisse oder Träume zu bekommen. Die Einschlaferlebnisse können

offensichtlich im C-Stadium bereits nicht mehr erinnert werden und Träume sind in diesem Stadium entweder selten oder werden rasch vergessen. Komplexere Einschlafhalluzinationen mit szenischem Charakter können wahrscheinlich Vorstufen zu Träumen sein.

Die Einschlaflebnisse, speziell die h.H. sind vom Wacherleben und von Träumen zu unterscheiden. Eine solche Abgrenzung hat unseres Wissens LEROY¹⁸ erstmals durchgeführt. Die Vpn. selbst machten auf Befragen spontan einen Unterschied zwischen h.H. und Traum, oft ohne dies näher begründen zu können („es sei eben anders“) oder mit der Bemerkung, daß Träume nur im echten Schlaf auftreten und sie noch nicht richtig geschlafen hätten. Ein allgemeiner Unterschied könnte darin liegen, daß wir im Einschlafen noch erleben, daß wir einschlafen. Das Einschlafen ist noch in irgendeiner, wenn auch verschwindenden Form, selbst gegenwärtig. So wie wir im Wachen wissen, daß wir wach sind, wenn wir auch nicht eigens daran denken. Im Traum wissen wir mit seltenen Ausnahmen (vgl. BROWN^{2a} u. MOERS-MESSMER^{24a}) nicht, daß wir träumen oder schlafen. Wir machen im Schlaf keinen Unterschied mehr zwischen Traum und Wirklichkeit (STRAUS³⁰).

Darüber hinaus gibt es noch einige speziellere Kriterien zur Unterscheidung von h.H. und Traum: In der Erinnerung werden die h.H. immer als bildhaft (oder „stimmhaft“) oder gar als *Sensationen eines Sinnes* empfunden. h.H. haben daher in der nachträglichen Betrachtung einen *geringeren Realitätscharakter als das Traumerleben*, dessen Inhalte als leibhaftige Vorgänge ähnlich der Wirklichkeit erscheinen. Bei den h.H. bleibt das Subjekt Zuschauer, erlebt sich nicht leiblich handelnd oder leidend und gewinnt ihnen gegenüber kein zeitlich und räumlich gegliedertes Verhältnis. Auch haben die h.H. im Gegensatz zu Träumen kaum eine affektive Tönung. H. H. sind daher *affektloser, isolierter, kürzer und zusammenhangsloser als die Träume*.

Wegen dieser Unterschiede hat bereits TROEMNER³² das Einschlafen als Dissoziation bezeichnet. SCHMITZ²⁸ sprach von Desintegration und nannte im Gegensatz dazu die Traumphase Reintegration der psychischen Abläufe. Die von uns herausgestellten Phänomene des Schwindels und des gestörten Leibbewußtseins (S. 710) sind weitere Argumente für die allgemeine Instabilität der Einschlafphase gegenüber der Traumphase. Schließlich ist der Unterschied der im B-Stadium auftretenden Pendeldeviationen der Augen gegenüber den raschen Augenbewegungen im paradoxen Schlafstadium auffällig.

5. Abwandlungen des Erlebens im B-Stadium des Schlaf-EEG und Beziehungen zu pathologischen Einschlafphänomenen

In Übereinstimmung mit den Untersuchungen von DAVIS u. Mitarb.^{3,3a} hatten wir zeigen können, daß die meisten Vpn. in der Lage sind

kürzere oder längere Perioden mit Verlangsamung oder Unterbrechung des EEG- α -Ruhegrundrhythmus (B-Stadium des Einschlaf-EEG) als verminderte Wachheit subjektiv zu empfinden und nachträglich zu markieren. Die Vp. schilderten bestimmte Abwandlungen des Erlebens, die als subjektives Kriterium dienten, um Phasen verminderter Wachheit, die mit EEG-Veränderungen einhergingen, gegenüber Abschnitten mit normalem Ruhe-EEG abzugrenzen.

Solange die Vpn. bei noch erhaltenen α -Wellen oder während des unveränderten Ruhegrundrhythmus „geweckt“ wurden, waren sie meist mit Tagesresten, vielleicht mit einem in die Zukunft gerichteten planendem Denken oder auch mit der gegenwärtigen ungewohnten Versuchssituation beschäftigt. Mit zunehmender Entspannung, aber bei noch erhaltenem α -Rhythmus waren sie eher geneigt, sich in der Vergangenheit liegenden Erinnerungen oder einem freien, mehr oder weniger ungesteuerten und gelockerten assoziativen Gedankenspiel zu überlassen. Dieses Erleben unterscheidet sich zwar von einem handelnd-tätigen Erleben, behält aber weitgehend die Eigenschaften des Wacherlebens. Es bleibt in die zeitlichen Erstreckungen Vergangenheit, Zukunft, Gegenwart eingespannt und seine Inhalte haben innerhalb dieser zeitlichen Erstreckungen einen bestimmten Zeitpunkt und damit einen Ort innerhalb der subjektiven Zeitlichkeit z.B. bei planendem Denken in der Zukunft, bei Erinnerungen in der Vergangenheit. Auch in räumlicher Hinsicht bleiben die psychischen Inhalte eingeordnet in ein Näher oder Ferner, als dessen Bezugspunkt sich das Subjekt erlebt. Schließlich haben die Inhalte ihren bestimmten persönlichen Bedeutungsgehalt und sind mehr oder weniger affektiv getönt. Sogar die Verbindung zur Außenwelt bleibt erhalten in Form der wenn auch verblasenden Gegenwärtigkeit der Versuchssituation. Das Subjekt bleibt als der Einschlafende, Erinnernde usw. sich gegenwärtig in einer geordneten und gegliederten (Gedanken-)Welt und erlebt sich als Urheber seiner Gedanken.

Die neurophysiologisch in einem plötzlichen Wechsel des EEG-Musters zum Ausdruck kommende Änderung der Hirntätigkeit geht subjektiv mit einer Bewußtseinsänderung und Abwandlung der Erlebnisweise einher, die die folgenden Auszüge aus unseren Versuchsprotokollen veranschaulichen sollen. Es war den Angaben jeweils eine Phase mit verlangsamtem oder abgeflachtem EEG-Muster vorausgegangen, die die Vpn. selbst markiert hatten, oder die Vpn. waren während einer solchen Phase bzw. kurz nach Wiedereinsetzen des Ruhegrundrhythmus angesprochen und befragt worden:

„Ich bin für einen ganz kurzen Moment ‚eingeschlafen‘, und zwar merkte ich das daran, daß ein Satz, ein Gedankensatz in der Mitte etwas abbrach, irgend etwas, irgendwie weitergeführt wurde, aber ich weiß nicht wie.“

Der Gedankensatz brach in der Mitte ab. Hier ist die *Zäsur in der Kontinuität der psychischen Akte* festgehalten, wie sie in gleicher Weise beim Einbrechen der h.H. in den Strom der Gedanken zu verzeichnen ist. Trotz der oben dargelegten methodischen Grenzen ist es naheliegend, diese Zäsur der psychischen Akte der Änderung im EEG-Muster zeitlich zuzuordnen. Überzeugende und eindrucksvolle Beschreibungen dieser Erlebnisse erhielten wir immer nur im zeitlichen Zusammenhang mit

EEG-Veränderungen, nicht dagegen bei Gegenproben während noch erhaltenem Ruhe-Grundrhythmus. Dem Erlebnis der Kontinuitätsunterbrechung psychischer Akte entsprechen wahrscheinlich folgende Formulierungen:

,,da war ein Gedanke, der nicht beabsichtigt war“, „eine meiner Kontrolle entzogene gedachte Geschichte“, „Bruchteile von Gedankengängen, die von selbst kamen, es war nichts Zusammenhängendes“, „ein Gedanke der so durchschwimmt“. „Eine Geschichte, die sich plötzlich nicht mehr verfolgen ließ, da kam etwas Unvorhergesehenes herein“, „es kamen plötzlich Gedanken, die nicht dazugehörten“, oder: „man muß die Gedanken bewußt zurückholen“.

Außer auf die Kontinuitätsunterbrechung weisen die Zitate auf ein weiteres Moment der Veränderung des Wacherlebens: das Gefühl, Urheber und Richtungsgeber seiner Gedanken zu sein geht der Vp. im Augenblick des Hereinbrechens der „unkontrollierten“, „sich verselbständigen“ Gedanken oder auch der h.H. verloren. Das Denken, das normalerweise als ein aktiver Vorgang erlebt wird und das Erinnern, das in Form eines freien assoziativen Spiels zwar schon eine geringere Aktivität bedeutet aber doch noch ein gerichteter Vorgang ist, wird abgelöst durch ein völlig *passives Erleben*.

Passivität ist immer noch auf ein erleidendes Subjekt bezogen. Gegenüber den Einschlafexperienzen, im Augenblick des Übergangs von Wachheit zu Schlaf scheint aber *das Subjekt selbst in seiner Eigenwahrnehmung unbestimmter zu werden* und sich selbst zu entgleiten. Hierzu ein Beispiel aus den Protokollen:

,,Ich war einen Moment völlig an die Gedanken verloren . . . auf einmal fehlt dann die eigene Selbstwahrnehmung.“

C. SCHNEIDER²⁹ und MAYER-GROSS²⁸ haben erstmals auf formale Analogien zwischen Einschlafdenken und schizophrenem Denken hingewiesen. Wir möchten folgende Unterschiede zwischen Einschlafexperienezen und schizophrenem Erleben betonen. Die „Ohnmacht“ des Einschlafenden gegenüber seinen psychischen Inhalten (wozu auch seine Selbstwahrnehmung gehört) muß von der Ich-Störung des schizophrenen Erlebens abgegrenzt werden. Niemals wurden die unkontrollierten „Einschlafgedanken“ und die spontan auftretenden h.H. als „gemacht“ empfunden. Das Gefühl der „Jemeinigkeit“ geht nicht verloren.

Die sich verselbständigenden, unkontrollierten Einschlafgedanken und h.H. unterbrechen den Zusammenhang einer zeitlich und räumlich gegliederten Welt. Sie imponieren als isolierte Vorstellungen und Sinnesphänomene, denen das Subjekt, das seine Kohärenz mit der Welt im Übergang von Wachheit zu Schlaf verliert, ausgeliefert ist. Erst im Traum kommt es zu einer neuen Reorganisation des Bewußtseinsfeldes mit einer traumspezifischen subjektiven Räumlichkeit und Zeitlichkeit. SCHNEIDER hat in den einleitenden Kapiteln zur Psychologie der Schizophrenen als „Gliederungsverluste“ die Formen der Veränderungen der psychischen Akte im Einschlafen analysiert. Es wäre ein zusätzlicher Gesichtspunkt

zu beschreiben. In Anlehnung an ZUTT³⁵ kann man einen anderen methodischen Zugang zu den gleichen Sachverhalten verwenden, der auch den Erfahrungen unserer Vpn., in den Protokollen entspricht. Nicht selten berichteten die Vpn., daß sie im Moment des Einschlafens von einem leichten *Schwindel* befallen wurden. Schwindel pflegt dann aufzutreten, wenn man, aus welchen Ursachen auch immer, in Gefahr gerät, den Halt zu verlieren, wie umgekehrt ein labyrinthärer Schwindel Ursache eines Haltverlustes sein kann. Die untereinander und in Hinsicht auf das Subjekt beziehungslosen Einschlafgedanken und h.H. eröffnen keine räumlich gegliederte Welt, innerhalb derer das Subjekt einen bestimmten Standort hätte, und Zukunft und Gegenwart schrumpfen zeitlich zu einem bloßen punktuellen, beziehungslosen Jetzt, mit Ausgeliefertsein an die sich verwirrenden Gedanken und unkontrollierten h.H. Das Subjekt ist im Übergang von Wachheit zu Schlaf ohne festen Standort gegenüber den Dingen (seien es reale Dinge oder Vorstellungen). „Ich war einen Moment nicht ganz da.“ Diese scheinbar banale Formulierung, die die Vp. sehr häufig für das Einschlafgefühl wählten, ist zugleich die treffendste und den Sachverhalt am vollsten zum Ausdruck bringende Aussage. „Nicht ganz da sein“ wurde gesagt, obgleich vielleicht im selben Moment h.H. erlebt wurden. „Ich war völlig an meine Gedanken verloren . . . , es fehlte die eigene Selbstwahrnehmung“, diese oben bereits angeführte Formulierung dürfte auf der gleichen Erfahrung beruhen. TRÖMNER³² drückt denselben Sachverhalt mit den Worten aus: „Mein Selbstbewußtsein schwindet etwas schneller als die einzelnen Akte meines Objektbewußtseins.“

An der Schwelle zum Schlaf hängt das Subjekt gleichsam für einen Moment in der Luft. Für dieses *Ohne-festen-Punkt-Sein* finden sich in den Protokollen die verschiedensten Formulierungen, die Ausdruck eines *Schwindelerlebnisses* sind: „Ich habe gemerkt, daß ich so abrutsche — Ein Gefühl des Absinkens; als ob ich in etwas eintauche — Es ging so ein bisschen auf und ab — Ich kam sozusagen ins Schwimmen dabei, es wird mir so leicht dabei — Es war, als ob ich den Halt verliere, es war so ein leichtes Schwanken, ein leichter Schwindel, der einen überfällt — Ich hatte das Gefühl, daß es sich ein bißchen dreht manchmal“ etc.

„Nicht ganz da sein“, „den Halt verlieren“ und „Schwindel“ entsprachen sich. Das in dieser Weise in der Möglichkeit, einen Standort zu haben, beeinträchtigte Subjekt *verliert* damit auch gleichzeitig die *Fähigkeit zur Reflexion*. Reflexion hat einen Standort zur Voraussetzung von dem aus und zu dem hin etwas reflektiert werden kann. Die h.H. verschwinden sofort, wenn das Subjekt in einer Anstrengung der Selbst- und Standortgewinnung über sie reflektieren will, mit anderen Worten sie zum Gegen-Stand bringen will.

Wenn im Einschlafen der Standort gegenüber den Dingen unbestimmt wird und dieser durch unsere Leiblichkeit bestimmt ist, dann ist es nicht verwunderlich, wenn im Einschlafen auch *eine Abwandlung des Erlebens des Leiblichen* auftritt. Dies kommt in einigen Aussagen unserer Vpn. auch zum Ausdruck: „Ich habe das Gefühl, daß die Körperecken verschwimmen“ oder ähnliches. Im Wachen erleben wir unseren Leib als begrenztes Gegenüber zur Umwelt. Im Einschlafen verschwimmt mit der Welt unser leiblich bestimmtes Gefühl inmitten der Vielzahl der Dinge doch zugleich unterschieden von ihnen an einem Ort zu sein.

Inmitten des Ausgeliefertseins an die beziehungslosen Einschlafgedanken und h.H. bin ich „nirgends“, „Nicht da“, „An die Gedanken verloren“. Nirgends sein kann ich nur, wenn ich meinen Leib vergessen habe. Die gleiche Erfahrung liegt wahrscheinlich folgenden Angaben einer Vp. zugrunde: „Irgendwie wird man leichter beim Einschlafen, wenn man zu sich kommt, wird man plötzlich wieder schwerer . . . als ob man mit einem Male auf Widerstand käme.“ Die Schwere und Widerständigkeit des Leibes entschwindet im Einschlafen und macht sich aufdringlich bemerkbar im Augenblick des „Wieder-zu-sich-Kommens“.

Die Besonderheit der Versuchssituation ist sicher nicht ohne Einfluß auf die Erlebnisse und Aussagen unserer Vpn. Normalerweise ist beim Einschlafen die Aufmerksamkeit gerade *nicht* auf die damit verbundene Bewußtseinsänderung gerichtet. Der gesunde Schläfer bringt als Voraussetzung zum Einschlafen die Bereitschaft mit, sich der Auflösung des Bewußtseins ohne Vorbehalt zu überlassen, auf das Festhalten an Dingen, an Kritik und Vorstellung zu verzichten und in den Schlaf „zu versinken“. Der durch die Versuchssituation gegebene Zwang, die Bewußtseinsschwankungen und die Einschlaferlebnisse zu registrieren, stört das nahtlose Hinübergleiten in den Schlaf. Wir möchten annehmen, daß insbesondere die Änderung des Leib-Erlebens und die Angaben über Schwindel zum Teil durch die besondere Einschlafsituation bedingt sind. Trotz dieser wahrscheinlich richtigen Annahme behalten die durch unsere Versuche gewonnenen Ergebnisse über das Einschlaferlebnis für die Erforschung der Psychologie des Einschlafens ihre Gültigkeit. Oft ist es gerade die gestörte Funktion, die einen Einblick in einen Sachverhalt ermöglicht.

Von hier aus ergeben sich einige Ausblicke auf pathologische Phänomene des Einschlafens. Nicht selten erfährt man von Patienten, die an Einschlafstörungen leiden, daß sie an der Schwelle zum Schlaf immer wieder plötzlich *aufschrecken*. Auch einige unserer Vpn., die sich sehr bemühten, die Bewußtseinsveränderung des Einschlafens fehlerlos zu registrieren, berichteten nach mehrfacher Wiederholung der Einschlafsignalisierung innerhalb einer Serie, daß die Zäsur der Kontinuitätsunterbrechung der psychischen Akte und der Selbstwahrnehmung ein

leichtes Erschrecken auslösen kann, welches sie wieder vollends wach macht. Wir möchten annehmen, daß hier eine Parallele zu dem Einschlaferschrecken neurasthenischer Patienten mit vermehrter Selbstbeobachtungstendenz und leichter leiblicher Irritierbarkeit besteht. Zum Einschlafen gehört die Fähigkeit, sich selbst, die Umwelt und den Leib zu vergessen. Einschlafzuckungen können daher auch wecken.

Eine unserer Vpn. wurde am Einschlafen durch lebhafte „phantastische Gesichterscheinungen“ gestört. Sie berichtete, daß nach ereignisreichen Tagen und bei erhöhter affektiver Belastung diese Phänomene besonders eindrücklich und störend sind. Hierzu paßt unsere Beobachtung, daß bei dieser Vp. der α -Rhythmus gering und unregelmäßig ausgeprägt war, solange Bilder auftraten, und daß erst mit zunehmender Entspannung im Laufe eines Versuches zusammen mit dem Nachlassen der Bilder sich auch der α -Rhythmus besser ausprägte. Sichere Einschlaferscheinungen im EEG traten bei dieser Vp. erst auf, nachdem die phantastischen Bilder völlig verschwunden waren. Die phantastischen Gesichterscheinungen unterscheiden sich also hinsichtlich des Zeitpunktes ihres Auftretens und ihrer Beziehung zur Affektivität deutlich von den h.H.

6. Korrelationen von Einschlaferlebnissen, Schlafstadien und EEG

Versuchen wir abschließend die Einschlafphase psychologisch und neurophysiologisch zu korrelieren. Im EEG ist eine Verlangsamung und ein Verschwinden des occipitalen α -Rhythmus typisch. Da die α -Wellen bei den meisten Vpn. im Wachzustand bei geschlossenen Augen von occipital bis frontal eine konstante Frequenz haben, kann man hirn-elektrisch die Ermüdungs- und Einschlafphase als eine Umschaltphase bezeichnen, die wahrscheinlich mit einer *Verselbständigung von Einzelfunktionen und verminderter allgemeiner Koordination* einhergeht. Auf der psychologischen Ebene entspricht dieser Umschaltphase einer *Auflösung koordinierter biologischer Leistungen* (Bewußtsein, Wahrnehmen, Bewegen und Erleben), die mit individuellen Variationen in der Beziehungslosigkeit der Einschlafgedanken, in der Verselbständigung sensorischer Phänomene, in der Form der h.H. und schließlich im Einschlafschwindel und in der Störung des Leibbewußtseins zum Ausdruck kommt.

In der Tabelle geben wir zusammenfassend eine schematische Übersicht der neurophysiologischen und psychologischen Korrelationen in Wach- und Schlafstadien.

In Erweiterung der Ergebnisse von DAVIS u. Mitarb.^{3,3a} konnte gezeigt werden, daß im Einschlafen eine enge zeitliche Korrelation zwischen EEG und Bewußtseinsänderung besteht, die von längeren bis zu kurzen Zeiten von 1,5 sec und Änderungen um 10% der EEG-Frequenz erfaßt

Tabelle. Schema der neurophysiologischen und psychologischen Korrelationen
in Wach- und Schlafstadien

Die Schlafstadien von LOOMIS, DAVIS u. Mitarb. B, C, D und E entsprechen den Nummern 1–4 von KLEITMAN^{11a}, das Traumstadium entspricht dem Stadium REM der amerikanischen Literatur bzw. AB mo von FISCHGOLD

	Wachzustand			Schlafstadien	
EEG-Stadien	Arousal	A	B	C D E	Traumstadium „paradoxes“ Stadium
EEG-Muster	flach	Alpha	verlangsamt abgeflacht Zwischen-W.	Spindeln K-Kompl. Delta-W.	niedrig unregelmäßig
Aufmerksamkeit	aktiv, vorwiegend nach außen gerichtet (offene Augen)	diffus, vorwiegend nach innen gewendet (geschlossene Augen)	fluktuerend, vermindert	fehlend	passiv von Traumbildern angezogen
Wahrnehmung und Vorstellung	Zieldenken	partiell gesteuerte Vorstellung freie Assoziationen	ungesteuerte Vorstellung Visualisierung. Hypnagog. Halluz. Sinneselemente spontane Bilder	Szenen u. Traumfragmente	Träume mit gestalteten Handlungen
Ordnungsgrad der psychischen Inhalte	geordnet		ungeordnet		oneiroide Traumordnung
Erinnerbarkeit psychischer Inhalte	selektiv	gut	flüchtig oder fehlend	fehlend	partiell. selektiv oder fehlend
Affektstärke					
Aktivitätsbewußtsein	aktiv	nachlassend	passiv		traumhaft modifiziert
Situative Orientierung	real	real	dissoziiert oder fehlend	fehlend	irreal
Weckschwelle					
Augenbewegungen	willkürlich seltene kleine Deviationen	unwillkürlich, rhythmische langsame, große horizontale Pendeldeviationen		keine	unregelmäßige rasche Augenbewegungen in allen Richtungen

werden kann. *Der Moment des verminderten Wachseins im Übergang zum Schlaf ist wohl die einzige kurzdauernde physiologische Zustandsänderung des Bewußtseins, die wir in enger Korrelation zum EEG wahrnehmen können.* Doch bleibt einschränkend zu sagen, daß „Bewußtsein“ ein sehr komplexes Phänomen ist und das EEG nur einen begrenzten Ausschnitt der elektrischen Tätigkeit des Gehirns darstellt. Die Korrelation zwischen EEG und Bewußtsein ist nur relativ und innerhalb gewisser Grenzen feststellbar.

Zusammenfassung

42 Einschlafversuche bei 21 gesunden Vpn. wurden 36mal mit dem EEG und 30mal mit den Augenbewegungen registriert. Die Vpn. konnten subjektiv bemerkte Bewusstseinsveränderungen im Einschlafstadium signalisieren und Einschlaferlebnisse auf Tonband sprechen. Die Untersuchungen wurden durch systematische Weckversuche ergänzt.

1. Beim Einschlafen, auch bei kurz dauernder Bewusstseinsveränderung vor dem eigentlichen Schlaf, fand sich immer eine leichte *Verlangsamung des EEG-Grundrhythmus*. Eine solche α -Verlangsamung occipital kann mit und ohne Abflachung (B-Stadium) auftreten. Langsamere α -Wellen fronto-parietal können schon früher bei Ermüdung auftreten.

2. Im Einschlafstadium besteht eine *enge Korrelation zwischen EEG-Veränderung und subjektiv bemerkbarer Bewusstseinstrübung*. Eine geübte Vp. war in der Lage, α -Verlangsamungen von 10% des Grundrhythmus und 1,5 sec Dauer in 80% innerhalb einer Serie richtig als „Einschlafen“ oder kurzes „Wegsein“ (floating) zu signalisieren.

3. Im Einschlafstadium (B-Stadium des Schlaf-EEG) entstehen *langsame, konjugierte horizontale Augenbewegungen* mit einer Frequenz von ca. 0,2—0,6/sec und 20—60 Grad Blickwinkel. Diese werden als Eigenrhythmisik des Hirnstamms gedeutet, der im Einschlafen von höheren, die intentionale Blickmotorik regelnden Funktionen frei wird. Schnelle Augenbewegungen mit einer Frequenz von 5—10/sec und allen Richtungskomponenten wie sie im paradoxen Schlafstadium (= Traumstadium des Schlaf-EEG) beschrieben wurden, konnten in Einschlafstadien nicht registriert werden.

4. 15 unserer 21 Vpn. berichteten über *hypnagogic Halluzinationen* (h.H.) mit flüchtigen optischen oder akustischen Sinnesphänomenen. Das Auftreten von typischen h.H. ist an Bewusstseinsveränderungen gebunden. Sie wurden von den Vpn. nur dann mitgeteilt, wenn EEG-Veränderungen vorausgegangen waren.

5. *Phantastische Gesichterscheinungen* (MÜLLER²⁵) wurden nur von zwei Vpn. berichtet. Sie erscheinen vor den h.H. meistens bei noch erhaltenem *Wach-EEG*, können aber in h.H. übergehen. Sie unterscheiden sich von h.H. durch ihre Eindrücklichkeit, Komplexität und stärkere

affektive Tönung. Sie werden durch Einschlafveränderungen unterbrochen. Im Gegensatz zu Traumhalluzinationen oder h.H. sind die phantastischen Gesichterscheinungen nicht mit raschen oder langsamem Augenbewegungen korreliert.

6. Hypnagogic Halluzinationen unterscheiden sich durch affektive Indifferenz, mangelnde Ordnung und fragmentarische Sinneselemente von Träumen. H.H. haben lediglich Bildcharakter im Gegensatz zum wirklichkeitsähnlichen Charakter der Trauminhalte. Das Subjekt bleibt den h.H. gegenüber unbeteiligter Zuschauer (nicht Akteur), d. h. erlebt sich nicht leiblich handelnd.

7. Schwindelerlebnisse und Störungen des Leibbewusstseins im Einschlafen entsprechen dem Bewusstseinszerfall und dem Standortverlust gegenüber den sich verwirrenden Einschlafgedanken und hypnagogogen Halluzinationen.

8. In Anlehnung an frühere Autoren wird das Einschlafen als eine Umschalt- und Desintegrationsphase mit einer vorübergehenden *Ver-selbständigung neurophysiologischer Einzelfunktionen* bezeichnet, der auf psychologischer Ebene eine Auflösung komplexer Leistungen (wie Bewusstsein, Wahrnehmen, Denken) entspricht.

Literatur

- ¹ AHLENSTIEL, H., u. R. KAUFMAN: Vision und Traum. Stuttgart: Enke 1962.
- ² ASERINSKY, E., and N. KLEITMAN: Two types of ocular motility occurring in sleep. J. appl. Physiol. 8, 1–10 (1955).
- ^{2a} BROWN, A. E.: Dreams in which the dreamer knows he is asleep. J. abnorm. Soc. Psychol. 31, 59–66 (1936).
- ³ DAVIS, H., P. A. DAVIS, A. L. LOOMIS, E. N. HARVEY, and G. HOBART: Human brain potentials during onset of sleep. J. Neurophysiol. 1, 24–38 (1938).
- ^{3a} — — — Changes in human brain potentials during the onset of sleep. Science 86, 448–450 (1937).
- ⁴ DEMENT, W., and N. KLEITMAN: The relation of eye movements during sleep to dream activity, an objective method for the study of dreaming. J. exp. Psychol. 53, 339–446 (1957).
- ⁵ FISCHGOLD, H., and B. A. SCHWARTZ: A clinical, electroencephalographic and polygraphic study of sleep in human adult. In: The nature of sleep, Ciba Symposium, p. 209–236 (eds. G. E. W. WOLSTENHOLME). London: J. & A. Churchill 1960.
- ⁶ HOCHÉ, A.: Das träumende Ich, 1. Aufl. Jena: Fischer 1927.
- ⁷ JASPER, K.: Allgemeine Psychopathologie, 6. Aufl. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1953.
- ⁸ JUNG, R.: Das Elektrencephalogramm und seine klinische Anwendung II. Das EEG des Gesunden, seine Variationen und Veränderungen und deren Bedeutung für das pathologische EEG. Nervenarzt 14, 57–70, 104–117 (1941).
- ⁹ — Correlation of bioelectrical and autonomic phenomena with alterations of consciousness and arousal in man. In: Brain mechanisms and consciousness, Symposium (ed. DELAFRESNAYE et al.) p. 310–344. Oxford: Blackwell Publ. 1954.

- ¹⁰ JUNG, R.: Nystagmographie. Zur Physiologie und Pathologie des optisch-vestibulären Systems beim Menschen. In: Handbuch der Inneren Medizin, V/1, S. 1325—1379 (Hrsg.: G. v. BERGMANN, W. FREY, H. SCHWIEGK). Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1953.
- ¹¹ MCKELLAR, P., and L. SIMPSON: Between wakefulness and sleep: hypnagogic imagery. Brit. J. Psychol. **45**, 266 (1954).
- ^{11a} KLEITMAN, N.: Sleep and wakefulness. 2. ed. Chicago: Univ. of Chicago Press 1963.
- ¹² KLUGE, E., u. R. THREN: Untersuchungen zum Bildstreifendenken. Arch. Psychiat. Nervenkr. **185**, 474—481 (1950).
- ¹³ KORNHUBER, H. H.: Zur Neurologie unwillkürlicher Augendeviationen. Klin. Mbl. Augenheilk. **131**, 846 (1957).
- ¹⁴ KRUMP, J. E.: Polygraphic investigation in states of diminished awareness. Electroenceph. clin. Neurophysiol. **12**, 257 (1960).
- ¹⁵ KUHLO, W., u. D. LEHMANN: Bewußtsein, Gedächtnis, Orientierung und EEG beim Einschlafen. Zbl. ges. Neurol. Psychiat. **169**, 219 (1963).
- ¹⁶ LANGE, G., u. H. KORNHUBER: Zur Bedeutung peripher- und zentral-vestibulärer Störungen nach Kopftaumen. Arch. Ohr-, Nas., u. Kehlk.-Heilk. **179**, 366—385 (1962).
- ¹⁷ LEHMANN, D., u. W. KUHLO: EEG und subjektive Phänomene beim Einschlafen und in frühen Schlafstadien. Vortrag gehalten auf der Tagung der Deutschen EEG-Gesellschaft in Bad Nauheim, 1962 (im Druck).
- ¹⁸ LEROY, E. B.: Les visions du demi-sommeil. Hallucinations hypnagogiques, Vol. 1. Paris: Alcan 1926.
- ¹⁹ LHERMITTE, J., et J. SIGWALD: Hypnagogisme, hallucinose et hallucinations. Rev. neurol. **73**, 225—238 (1941).
- ^{19a} LERSCH, PH.: Der Aufbau der Person, 6. Aufl. München: Barth 1956.
- ²⁰ LINSCHOTEN, J.: Über das Einschlafen. — I. Einschlafen und Erleben. Psychol. Beitr. **2**, 70—97 (1955). — II. Einschlafen und Tun. Psychol. Beitr. **2**, 266 bis 298 (1955).
- ²¹ LOOMIS, A. L., E. N. HARVEY, and G. A. HOBART: Cerebral states during sleep, as studied by human brain potentials. J. exp. Psychol. **21**, 127—144 (1937).
- ²² MAURY, A.: De certains faits observés dans les rêves et dans l'état intermédiaire entre le sommeil et la veille. Ann. méd. psychol. **3**, 157—163 (1857).
- ²³ MAYER-GROSS, W.: Zur Struktur des Einschlaferlebens. Zbl. ges. Neurol. Psychiat. **51**, 246 (1928).
- ²⁴ — Einschlafdenken und Symptome der Bewußtseinsstörung (nach gemeinsamen Versuchen mit BERNINGER und BÜRGER). Arch. Psychiat. Nervenkr. **78**, 425 (1926).
- ^{24a} MOERS-MESSMER, H. von: Träume mit der gleichzeitigen Erkenntnis des Traumzustandes. Arch. ges. Psychol. **102**, 291—318 (1938).
- ²⁵ MÜLLER, J.: Über die phantastischen Gesichterscheinungen. Coblenz: Jacob Hölscher 1826.
- ²⁶ OSWALD, J.: Sleeping and waking. Amsterdam, New York: Elsevier Publ. Comp. 1962.
- ^{26a} PIETRUSKY, F.: Das Verhalten der Augen im Schlafe. Klin. Mbl. Augenheilk. **68**, 355—360 (1922).
- ^{26b} RAEHLMANN, E., u. L. WITKOWSKI: Über atypische Augenbewegungen. Arch. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt. **1877**, 454—471.
- ^{26c} ROTHACKER, E.: Die Schichten der Persönlichkeit, 2. Aufl. Leipzig: Barth 1941.
- ²⁷ ROUQUÈS, L.: Les images prémonitoires du sommeil. Rev. neurol. **78**, 371—372 (1946).

- ²⁸ SCHMITZ, E.: Die Psychologie des Einschlafens in Beziehung zur Schichttheorie. Arch. Psychiat. Nervenkr. **202**, 616—633 (1960/61).
- ²⁹ SCHNEIDER, C.: Psychologie der Schizophrenen. Leipzig: Thieme 1930.
- ³⁰ STRAUS, E.: Über das Wachsein. In: Sinn der Sinne, 2. Aufl. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1956.
- ³¹ TRINCKER, D., J. SIEBER u. J. BARTUAL: Schwingungsanalyse der vestibular optikinetisch und durch elektrische Reizung ausgelösten Augenbewegungen bei Menschen. Kybernetik **1**, 21—28 (1961).
- ³² TRÖMNER, E.: Vorgänge beim Einschlafen. J. Psychol. Neurol. **17**, 343—363 (1911).
- ³³ VIHVELIN, H.: On the differentiation of some typical forms of hypnagogic hallucinations. Acta psychiat. (Kbh.) **23**, 359—389 (1948).
- ³⁴ WEST, L. (ed.): Hallucinations. New York and London: Grune and Stratton 1962.
- ³⁵ ZUTT, J.: Über Daseinsordnungen. Nervenarzt **24**, 177—187 (1953).

Dr. W. KUHLO, 78 Freiburg/Br.,
Abt. f. Klinische Neurophysiologie d. Univ., Hansastr. 9a

Dr. D. LEHMANN,
z. Zt. California Inst. of Technology, Pasadena/Calif. (USA)