

Fortbildung

Der normale Schlaf und seine Funktion

Univ.-Prof. Dr. G. Harrer

Kurzfassung

Vortrag, gehalten anlässlich des
35. Österreichischen Ärztekongresses, Wien, 1981

Unsere Lebensqualität hängt nicht zuletzt auch von der Güte des Schlafes ab. So gesehen, sind Schlafen und Wachen qualitativ komplementäre Größen. Neue Ergebnisse der Rhythmuskforschung erhellen zunehmend auch die quantitative Komplementarität von Schlaf- und Wachzustand. Ihre Kenntnis ist auch für die Behandlung von Schlafstörungen von großer Bedeutung. Der Tagesablauf bleibt nicht ohne Auswirkung auf den Verlauf des Schlafes, daher muß es uns beim Schlafgestörten nicht nur interessieren, wie er schläft, sondern auch, wie er lebt.

Etwas weniger als ein Drittel seines Lebens, also durchschnittlich rund 24 Jahre, verbringt der Mensch im Schlaf, den Rest im Wachzustand.

Der Schlaf stellt eine besondere Form des menschlichen Seins dar, gleichsam eine Art alternativen und komplementären Lebenszustandes. So lebt der Mensch als Bürger zweier Welten, einmal alles sehr bewußt erlebend, dann wiederum in einer dem Bewußtsein entzogenen Seinsweise.

Ein Leben ohne Schlaf gibt es nicht. Könnten wir auf ihn verzichten, käme dies zumindest im Erleben einer Art Lebensverlängerung gleich, wie wir sie auf andere Weise nicht zu erreichen vermögen. Für eine lebenslange pausenlose Aktivität ohne Erholungsphasen scheinen jedoch lediglich die Herz- und Atmungsfunktion eingerichtet zu sein.

Der uns von unseren Vorfahren vererbte Schlaf-Wach-Zyklus ist wohl als ein entwicklungsgeschichtlich entstandener Anpassungsvorgang an die Zeitstruktur unserer Umwelt aufzufassen, dem wir uns nicht zu entziehen vermögen.

Wie wir aus den Untersuchungen von Wever (1979) und anderen wissen, ist für den 24stündigen Schlaf-Wach-Zyklus eine dauernde Synchronisation der von vielen inneren Uhren gesteuerten vegetativen Abläufe bzw. endogenen biologischen Rhythmen mit äußeren Zeitge-

bern erforderlich. Umwelteinflüsse mit Zeitgeberfunktion sind der Tag-Nacht- bzw. Hell-Dunkel-Wechsel, beim Menschen vor allem aber auch soziale Faktoren wie zum Beispiel Berufstätigkeit, Mahlzeiten, Freizeitverhalten u. a. m. Werden diese äußeren Zeitgeber experimentell ausgeschaltet, so kommt es zu einem anderen Rhythmus, zu einer vom 24-Stunden-Tag etwas abweichenden, zirkadianen, freilaufenden Periodik. Diese liegt im Durchschnitt bei 25 Stunden, kann aber auch kürzer oder deutlich länger sein. Die endogen erzeugte Rhythmik verläuft somit beim Menschen in Relation zur äußeren Tagesperiodik zu langsam und muß daher laufend durch äußere geophysikalische und soziale Zeitgeber beschleunigt werden.

In Anbetracht des mit der Umwelt synchronisierten 24stündigen Schlaf-Wach-Rhythmus erfolgt ein längerer Schlaf zwangsläufig auf Kosten eines verkürzten Wachzustandes und umgekehrt. Neben dieser komplementären quantitativen Beziehung gibt es aber auch eine enge qualitative Abhängigkeit: Schlaf- und Lebensqualität sind untrennbar miteinander verbunden. Eine Beeinträchtigung der einen Dimension zieht unabdingbar eine solche der anderen nach sich. So wurde der Wachzustand in verschiedener Hinsicht auch als „Spiegelbild“ des Schlafzustandes angesehen (Othmer, 1967).

Keineswegs alle Lebewesen schlafen so viel wie wir, manche allerdings noch viel länger.

Schlafzeit (% des 24-Stunden-Tages) verschiedener Tiere

Basierend auf Beobachtung		Basierend auf EEG-Registrierung	
Kuh	3	Esel	13
Elefant	19	Meerschweinchen	25-50
Pferd	29	Ratte	50
Gorilla	70	Katze	55-70
Igel	75	Kaninchen	60
Fledermaus	83	Opossum	80

(aus Koella, 1973)

Beim Menschen zeigt sich überdies eine weitgehende Abhängigkeit der Schlafdauer vom Alter. Benötigt das Neugeborene noch etwa 16 Stunden Schlaf, findet demgegenüber der Erwachsene in der Regel mit sechs bis acht Stunden das Auslangen. Das individuelle Schlafbedürfnis ist indes sehr unterschiedlich. Es gibt sogenannte „Kurzschläfer“, die mit fünf Stunden Nachtschlaf oder sogar weniger gut auskommen, und „Langschläfer“, für die acht Stunden Schlaf keineswegs ausreichend sind. Dabei sollen nach Untersuchungen von *Hartmann* (1971) die „Kurzschläfer“ im allgemeinen die tatkräftigen, effizienten, oft sogar hypomanischen, die „Langschläfer“ hingegen eher die ängstlichen, vorsichtigen, zögernden, deprimierten und zurückgezogenen Persönlichkeiten sein.

Während man früher annahm, im Schlaf „gingen alle Lichter aus“ (*Sherrington*), weiß man heute, daß der Schlafzustand keinen passiven Vorgang darstellt, sondern eine aktive Leistung bedeutet. Das Gehirn ist dabei jenes Organ des Schläfers, das offenbar am wenigsten ruht. Der Kontakt mit der Umwelt ist keineswegs völlig aufgehoben. Eine ständige Filterung der eintreffenden Signale, vor allem akustischer Art, ermöglicht es dem Schläfer, auch bei relativ schwachen, für ihn jedoch bedeutungsvollen (Schlüssel-)Reizen aufzuwachen. So weckt zum Beispiel das leise Wimmern des Säuglings die Mutter, während sie den viel lautereren Straßenlärm überhören kann. Umgebungslärm kann die Qualität des Schlafes allerdings auch dann beeinträchtigen, wenn der Schläfer trotz des Lärms nicht aufwacht und diesen somit gar nicht bewußt wahrnimmt.

Nachdem es gelang, verschiedene physiologische Vorgänge während des Schlafes, vor allem die Veränderungen der bioelektrischen Aktivität des Gehirns und die Augenbewegungen fortlaufend zu registrieren, erkannte man sehr bald, daß der Schlaf durch mehrere regelhaft auftretende Zyklen mit verschiedenen voneinander abgrenzbaren Schlafstadien gekennzeichnet ist.

Mit zunehmender Schlaftiefe wird das EEG immer langsamer, und zusätzlich treten besondere Gruppierungen wie Schlafspindeln und K-Komplexe auf. Das Tiefschlafstadium E schließlich ist durch langsame Delta-Wellen hoher Amplitude charakterisiert.

Von besonderem Interesse erscheint der sogenannte REM-Schlaf mit unregelmäßig auftretenden, raschen

horizontalen oder vertikalen Augenbewegungen (Rapid Eye Movements = REM). Die Hirnaktivität ist höher als in den übrigen Schlafstadien. Das EEG ist durch ein niederamplitudiges Wellengemisch von Beta- und Theta-Wellen und durch geringe Alpha-Aktivität gekennzeichnet. Da die Weckschwelle etwa so hoch wie im Tiefschlafstadium ist, das Hirnstrombild am ehesten jedoch dem Einschlaf-EEG beim ersten Durchlaufen des Schlafstadiums B entspricht, wird die REM-Phase auch als paradoxer Schlaf im Gegensatz zu den orthodoxen Schlafstadien bezeichnet. Während des REM- bzw. paradoxen Schlafes kommt es zu einer Tonusherabsetzung im Bereich der Skelettmuskulatur mit gelegentlichen kurzzeitigen Körperbewegungen sowie zu starken Schwankungen der Herz- und Atemfrequenz. Zudem sind regelmäßig Penis- und Clitoris-Erektionen zu beobachten. Das REM-Stadium gilt als „Traumphase“, da es (zumindest) in diesem Stadium zu nachweisbarem Traumerleben kommt. Während des REM-Schlafes scheint das Gehirn zu „trainieren“. Beim Säugling ist der paradoxe Schlaf möglicherweise für die Hirnreifung wichtig.

Der Anteil des REM-Schlafes an der Gesamtschlafdauer beträgt etwa 24 %. Er ist beim Säugling und Kleinkind besonders hoch und nimmt mit zunehmendem Alter ab. Die durchschnittliche REM-Schlaf- und Gesamt-Schlaf-länge ist unter anderem auch vom Körpergewicht abhängig. Der Adipöse schläft mehr als der Schlanke, und bei Fastenkuren verringert sich die Gesamt- und REM-Schlaf-länge. Zudem tritt der paradoxe Schlaf vormittags öfter auf als am Nachmittag, d. h. auch „der Zeitpunkt des Schlafes beeinflusst dessen Struktur“.

Wird der Schläfer jedesmal zu Beginn einer REM-Phase geweckt, kommt es zwar zu keinen überdauernden physischen und psychischen Folgen, doch scheint die Schlaf-Qualität unter einem solchen REM-Entzug besonders zu leiden. Kompensatorisch kommt es in den darauffolgenden Nächten zu einem „Nachholeffekt“, zu einem Rebound-Phänomen mit verlängerten REM-Phasen und intensiverem Träumen. Äußere Reize werden nicht selten in das Traumgeschehen aufgenommen. Systematische Untersuchungen mit Musik, die *L. R. Krysl* in unserem Schlaf-Labor durchführte, ergaben, daß diese in der Regel direkt, d. h. ohne Symbolverschlüsselung in den Traum Eingang findet. Dabei treten vielfach sehr lebhaft vegetative Veränderungen auf, wie wir sie auch im Wachzustand als Teil des emotionalen Musikerlebens zu beobachten gewohnt sind. Bei einer jüngst abgeschlossenen Untersuchungsserie (*Marchet-Witek*), in der den Schläfern Geruchsreize dargeboten wurden, kam es zum Beispiel nach Applikation von Duftstoffen aus Nadelhölzern zu Träumen, die ein Geschehen im Wald zum Inhalt hatten.

Die Frage, ob die im REM-Schlaf ablaufenden physiologischen Vorgänge Folge oder Ursache des Träumens

sind, oder ob der paradoxe Schlaf lediglich günstige Voraussetzungen für das Träumen schafft, erscheint letztlich noch ungeklärt. Ebenso unklar ist auch die Bedeutung des REM-Schlafes für Gedächtnis- und Lernprozesse. Schlafwandeln und Sprechen im Schlaf scheinen jedoch eher in den Non-REM-Phasen, also im orthodoxen Schlaf, und nicht in der Traumphase zu erfolgen.

Der REM-Schlaf stellt auch eine Art Wetterwinkel dar. Bei Patienten mit einem Hirntumor oder mit einem Hirnödem kann es als Folge der vermehrten Durchblutung und des damit verbundenen Anstiegs des Hirndruckes während der REM-Phase zur Dekompensation oder Einklemmung kommen (*Meier-Ewert*, 1980). Bekannt ist auch das nächtliche Auftreten von Migräneanfällen (*Kayed et al.*, 1978) und Attacken eines Bing-Horton-Kopfschmerzes (*Dexter et al.*, 1979) während eines REM-Stadiums. Zudem kann es im paradoxen Schlaf gelegentlich auch zu kardiorespiratorischen Störungen kommen, vor allem zum Auftreten von Angina-pectoris-Anfällen (*Novolin et al.*, 1965). Ähnliches gilt für nächtliche Asthma-Attacken (*Passouant*, 1974, *Ravenscroft et al.*, 1968). Bei Herzkranken ist das Auftreten verfrühter ventrikulärer Herzschläge insbesondere in den REM-Phasen zu beobachten (*Rosenblatt et al.*, 1973), während ventrikuläre Extrasystolen im orthodoxen Schlaf seltener sind. Die Abschirmung durch den Schlaf soll noch wirksamer sein als etwa die durch Antiarrhythmika (*Lown et al.*, 1973).

Während des Schlafes zeigen sich bei fortlaufender polygraphischer Registrierung verschiedener vegetativer Parameter sehr ausgeprägte Veränderungen vor allem der Atmung und des Kreislaufes. Der Grunderregungszustand des Atemzentrums, die zentrale Atemsteuerung, hängt bekanntlich sehr weitgehend auch vom Funktionszustand des retikulären Aktivierungssystems ab. Während im Schlaf die stimulierende Wirkung des Sauerstoffmangels voll erhalten bleibt, sinkt die Empfindlichkeit des Atemzentrums auf Kohlensäure deutlich ab. Dadurch kommt es zur bekannten Abflachung der Atmung bei gleichzeitiger Kontraktion der Bronchiolen. Zusätzlich zur verminderten Atemtiefe sinkt auch die Atemfrequenz von etwa 18 auf 15 pro Minute ab. Vereinzelt können sogar vorübergehende apnoische, tachypnoische und polypnoische Zustände beobachtet werden. Vor und in der Traumphase wird dann wieder deutlich schneller geatmet.

Wie wir zeigen konnten, dürfte die im Schlaf verlangsamte Atemfrequenz weniger auf eine Veränderung der Inspirationszeit als vielmehr auf eine verlängerte Expirationszeit zurückzuführen sein. Während der Tiefschlaf-Stadien besteht zudem eine relative „Starre“ der Inspirationszeit.

Im Schlaf ändert sich auch der Einfluß der Atmung auf die Pulsfrequenz. Während es bei zunehmender Schlaftiefe und verlangsamter Herzschlagfolge zu einer respiratori-

schen Pulsfrequenzbeschleunigung in der Einatmungsphase kommt, vermindert sich dieser respiratorische Einfluß während der REM-Phase.

Die bald nach dem Einschlafen auftretende Verminderung der Pulsfrequenz ist sehr ausgeprägt. Mit zunehmender Schlafdauer sinkt die Herzschlagfolge nicht selten bis auf Werte um 50 pro Minute ab. Während der Traumphase kann es dann – meist in zeitlicher Korrelation mit Salven schneller Augenbewegungen – zu kurzen Pulsbeschleunigungen (bis 150 pro Minute), aber auch zu Verlangsamungen kommen. Auch zwischen den K-Komplexen im EEG und der Labilität der Herzfrequenz scheint eine regelhafte Beziehung zu bestehen. Den während der Traumphasen, also durchschnittlich fünfmal pro Nacht, auftretenden Erektionen des Penis bzw. der Clitoris geht regelmäßig ein Pulsanstieg voraus. Mit seinem Abklingen ist auch die Erektionsphase zu Ende (*Jovanovic*, 1972).

Stärke und Dauer der durch zentralnervöse Einflüsse bedingten Erektionen werden nach Untersuchungen von *Jovanovic* (1972) auch durch die Schlafweise bzw. durch ein Schlafdefizit oder einen Schlafüberschuß, durch konstitutionelle Einflüsse, durch Angst, Alkohol, Medikamente und andere Faktoren mit beeinflusst.

Wenngleich im Schlaf eine Umschaltung des Vegetativums in trophotrope Richtung zu beobachten ist und die lebenswichtigen Funktionen im wesentlichen sozusagen auf „Sparflamme“ laufen, sind die Wechselwirkungen zwischen Schlaf und vegetativem System dennoch so vielfältig und variationsreich, daß keine allen Funktionen Rechnung tragende einheitliche Reaktionslage des Vegetativums im Schlaf zu finden ist.

Dies zeigt sich zum Beispiel auch hinsichtlich der Motilität und Säuresekretion des Magens. Nach Untersuchungen von *Baust und Rohrwasser* (1969) kommt es mit zunehmender Schlaftiefe zu einer Motilitätsverminderung, während die Acidität des Magensaftes zunimmt. Dieses dissoziierte Verhalten wird von *Stacher* (1975) auf eine aktive zentrale Beta-adrenär-wirksame Hemmung zurückgeführt.

Die Körpermotorik an sich ist im Schlaf weitgehend stillgelegt. Dieses Sistieren der aktiven Auseinandersetzung mit der Umwelt ist sogar als eines der charakteristischen Merkmale des Schlafzustandes anzusehen. Trotzdem können wir beim Schlafenden bestimmte motorische Entäußerungen beobachten und registrieren. Während die Bewegungen des Schläfers zunächst seltener und schwächer werden, kommt es kurz vor der ersten Traumphase zum Umdrehen, zum „Bequemmachen für die Bühne des Traumes“, wie *Kleitmann* einmal sagte. Bezüglich der Bewegungsabläufe im Bereich der Hände konnte *Jovanovic* (1974) beobachten, daß Rechtshänder die Finger der linken Hand zwei- bis dreimal so häufig bewegen wie die Finger der rechten Hand.

Die Körpermotorik im Schlaf können wir mittels der Aktographie leicht registrieren. Nach Untersuchungen von *Othmer* (1967) weisen psychisch stabile Personen eine stärkere Schlaf- und auch Wachmotorik auf als labile Menschen. Ein bestimmtes Mittelmaß an Motorik dürfte übrigens mit einer subjektiv positiven Schlafgüte-Beurteilung korrelieren, ein Zuviel oder ein Zuwenig an Motorik hingegen mit schlechtem Schlaf.

Wie die ärztliche Erfahrung vielfach lehrt, ist die subjektive Schlafbeurteilung meist äußerst unzuverlässig. Am eindrucksvollsten geht dies aus den Untersuchungen von *Wever* an freiwilligen Versuchspersonen hervor, die unter Ausschaltung aller äußeren Einflüsse und ohne Möglichkeit einer zeitlichen Orientierung sozusagen nur nach ihrer inneren Uhr lebten, nach eigenem Gutdünken arbeiteten, aßen und schliefen. Dabei kam es während eines Schlaf-Wach-Zyklus im einen Fall zum Beispiel zu lediglich 4,3 Stunden an zusammenhängender Schlafzeit, während sie bei einer anderen Person 20 Stunden betrug, ohne daß die Versuchsteilnehmer die extreme Änderung ihrer Schlafdauer registrierten. Andere Versuchspersonen schätzten

die Dauer ihres Mittagsschlafes auf etwa eine halbe Stunde, während sie zum Teil bis zu 15 Stunden geschlafen hatten. Dies zeigt das Unvermögen, die Schlafdauer auch nur einigermaßen sicher zu schätzen. Allein aus dem angeführten experimentellen Beispiel wird die große praktische Bedeutung objektiver Schlaf-forschung evident.

Es sollte unser ärztliches Anliegen sein, in jedem Einzelfall von Schlafstörungen nicht nur eine genaue Analyse der subjektiven Angaben über Schlafbedingungen und Schlaflosigkeit durchzuführen, sondern auch zu versuchen, zu objektiven Beurteilungskriterien zumindest in Form von außenanamnestischen Erhebungen zu gelangen.

Der Komplementarität von Schlafen und Wachen werden wir beim Schlafgestörten am besten gerecht, indem wir uns nicht nur dafür interessieren, wie er schläft, sondern ebenso auch dafür, wie er lebt.

Literatur beim Verfasser

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. G. Harrer, Ärztlicher Direktor der Landesnervenklinik, Ignaz-Harrer-Straße 79, A-5020 Salzburg.

Sonderdruck aus „Österreichische Ärztezeitung“