Der Schlaf

Der Schlaf ist für den ganzen Menschen, was das Aufziehen für die Uhr.

Schopenhauer

Schlaf und Traum in der Geschichte

Schlaf: Schon von der Dauer her wichtiger Bestandteil unseres Lebens. 8760 Stunden zählt ein Jahr, nahezu 3000 davon verbringen wir im Schlaf. 24 Jahre seines Lebens verschläft der Durchschnittsmensch.

Wissenschaftliche Definition von Schlaf

Die Wissenschaft definiert Schlaf als einen periodisch auftretenden Zustand verminderter Empfänglichkeit für äußere Reize, der leicht aufzuheben und völlig normal ist. Die Sensitivität gegenüber der Umwelt ist heruntergeregelt; selbst wenn die Augen im Schlafe noch geöffnet sind, nimmt der Schlafende seine Umwelt nicht wahr.

Diese wissenschaftliche Definition des Schlafes fasst in Worte, was die Menschen seit jeher über den Schlaf wussten.

Griechischer Gott des Schlafs

Die Griechen, die schwierige und komplexe Natur- und Seelenzustände gern durch die Aktivitäten ihrer Götter erklärten und dabei eindrucksvolle Gleichnisse und Bilder schufen, hatten eine eigene Gottheit, die für den Schlaf zuständig war: *Hypnos* (die Römer nannten ihn *Somnus)*.

Thanatos

Nyx

Und so wie die Nacht und der Schlaf, das Träumen und das Vergessen zusammengehören und der Schlaf in mancher Hinsicht den Vergleich mit dem Tod herausfordert, dachte sich die griechische Mythologie Hypnos als Bruder des *Thanatos* (Tod) und Sohn der *Nyx* (Nacht). Thanatos lebte zusammen mit seinen

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

zahllosen Söhnen, den Träumen, auf der Insel Lemnos in einer Höhle, durch deren ewige Dunkelheit der Strom Lethe, der Strom des Vergessens, floss. Dass der Schlaf der Erholung dient, war den Menschen früherer Jahrhunderte augenfällig und schien keiner weiteren Erforschung zu bedürfen. Viel interessanter erschienen jedoch zu allen Zeiten die Träume mit ihren bunten, unwirklichen Bildern:

Homer

Glaubt man *Homer*, so erhielt König *Agamemnon*, der die Griechen zum Kampf nach Troja führte, seine Instruktionen direkt von Zeus, der ihm in einem Traum einen Boten mit seinen Anweisungen schickte.

Joseph

Das Alte Testament weiß zu erzählen, dass *Joseph* die Träume des Pharaos von sieben abgemagerten Kühen, die sieben fette Kühe fressen, als Vision einer kommenden Hungersnot deutete und kennt zahlreiche weitere prophetische Träume.

Auch aus der Neuzeit haben Träume Berühmtheit erlangt:

S. T. Coleridge

So der des englischen Dichters *Samuel Taylor Coleridge*, der angab, dass sein Werk »Kublai Khan« auf einen Traum zurückgehe. Ähnliches bekannte der

R. L. Stevenson

Novellist *Robert Louis Stevenson:* Für zahlreiche seiner Werke, unter anderem »Dr. Jekyll and Mr. Hyde« hätten Träume die Vorlage geliefert.

Selbst die Naturwissenschaft hat Träumen manche Erkenntnis zu verdanken: Die Idee, dass Benzol eine ringförmige Struktur haben könnte, kam dem Chemi-

F. A. Kekulé

ker *F. A. Kekulé von Stradonitz* 1865, nachdem er von einer Schlange geträumt hatte, die sich in den Schwanz biss.

Otto Loewi

Dem Physiologen *Otto Loewi* bescherte der Schlaf den Nobelpreis: Durch einen Traum wurde er zu seinem Experiment mit einem Froschnerven inspiriert, das ihm schließlich die begehrte Auszeichnung der Stockholmer Akademie eintrug.

Haben Träume einen Bezug zur menschlichen Wirk-

Plutarch

lichkeit? *Plutarch* zufolge war die Traumdeutung in der antiken Welt gang und gäbe.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Sumerer

Den Sumerern beispielsweise galten Träume vor etwa 5000 Jahren als göttliche Weisungen an ihre Könige. Versuche, sie zu enträtseln und ihre Bedeutung zu entschlüsseln, dürften so alt sein wie die Menschheit. Und dieses Wissen um die Bedeutung der Träume wurde von Generation zu Generation weitergereicht: Den Traumdeutern standen regelrechte Nachschlagewerke in Form von Traumbüchern und Traumtafeln zur Verfügung. Auf einer Papyrusrolle aus der 12. Dynastie (1976–1794 v. Chr.) beispielsweise entdeckten Ägyptologen eine Auflistung der wichtigsten Traumtypen.

Papurus Chester Beatty

Dieser sogenannte »Papyrus Chester Beatty«, benannt nach seinem früheren Besitzer, wurde in Deir el-Medineh gefunden. Der »Papyrus Chester Beatty« ordnet jedem Traumtyp eine Bedeutung zu. »Gute« Träume sind mit schwarzer, »schlechte« mit roter Farbe verzeichnet.

Ähnliche Werke sind aus anderen Kulturen bekannt: Bei Ausgrabungen in den Ruinen von Ninive entdeckte man unter den unzähligen Tontafeln aus der Bibliothek des Königs *Assurbanipal* (668–627 v. Chr.) ein assyrisches Traumbuch, das als erstes vollständig erhaltenes Werk dieser Art gilt. Auch die indische Atharvaveda aus dem 5. Jahrhundert v. Chr. enthält ein Kapitel zur Traumdeutung. Das berühmteste Traumdeutungsbuch ist jedoch das *Oneirokritika* (vom griechischen Oneiros = Traum) des *Artemidoros von Ephesos* (ca. 135–200 n. Chr.). In fünf Bänden ordnet er rund 1400 Träume nach Kategorien und versucht sie zu deuten.

Assurbanipal

Oreinokitika des Artemidoros von Ephesos

Aber das um sich greifende Unwesen der Traumdeutung bleibt nicht unwidersprochen: Cicero (106–43 v. Chr.) polemisiert in seiner Schrift »Über die Weissagung« gegen die »krummen Wege« der Traumdeuter. Und bei den arabischen Völkern hatte die Traumdeutung schließlich einen so großen Einfluss auf das tägliche Leben, dass sie von *Mohammed* (570–632) verboten wurde.

Mohammed verbot die Traumdeutung

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Sigmund Freud

Der Wunsch, Träume zu verstehen und über sie verborgene Seiten des Menschen zu entschlüsseln, hat auch in unseren »modernen« Zeiten nicht an Anziehungskraft verloren: Mit seinem Werk »die Traumdeutung« legte der Psychoanalytiker *Sigmund Freud* 1900 die erste umfassende Untersuchung des Träumens vor.

Die Gehirntätigkeit im Schlaf wird erforscht

Wenn wir schlafen, gehen im Gehirn die Lichter aus.
Nobelpreisträger Scott Sherrington, um 1900

Hans Berger konstruierte den Elektroenzephalographen

Den Weg zur Erforschung des Schlafes ebnete 1929 der Jenaer Psychiater *Hans Berger*. Er konstruierte eine Apparatur, mit der die Hirnströme gemessen werden können: den Elektroenzephalographen (EEG). Schon bald ließ sich nachweisen, dass Frequenz (Häufigkeit der Entladungen) und Amplitude (Stärke der Entladungen) der Hirnströme Rückschlüsse auf die Gehirnaktivität zuließen.

Alfred Loomis

1937 wandte *Alfred Loomis*, Physiologe an der Universität Princeton, diese Messmethode auf den Schlaf an. Dabei stellte sich heraus, dass Schlaf nicht nur ein einförmiger Zustand passiver Erholung, sondern ein komplizierter Ablauf verschiedenartiger Aktivierungszustände des Großhirns ist.

Das Elektroenzephalogramm (EEG)

Elektrische Spannungen zwischen Elektroden

Klebt man auf die Kopfhaut kleine Metallelektroden, so lassen sich zwischen diesen Elektroden winzige elektrische Spannungen ableiten. Diese elektrischen Spannungen zeigen Schwankungen mit einer Frequenz (Häufigkeit der Entladungen) zwischen 0 und 80

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Hertz (Entladungen pro Sekunde) und Spannungsamplituden (Stärke der Entladungen) zwischen 1 und 100 millionstel Volt, die durch die elektrische Aktivität der Grosshirnnervenzellen zustandekommen. Nach Verstärkung können diese elektrischen Spannungsschwankungen als Stromkurven aufgezeichnet werden.

Aufzeichnung als Stromkurven

Die Ableitung wird als Elektroenzephalogramm, als EEG, bezeichnet und spiegelt in den Frequenzen und Amplituden ihrer Wellen den Aktivitätszustand der Hirnrinde wider.

Spiegelt den Aktivitätszustand der Hirnrinde wider

Nach Frequenz und Amplitude lassen sich 4 verschiedene EEG-Grundtypen unterscheiden (Abb. 1):

Im wachen, aber unaufmerksamen Zustand (geschlossene Augen) zeigen die EEG-Wellen eine Frequenz von etwa 10 Hertz und eine kleine Amplitude. Diese Wellen werden *Alpha-Wellen* genannt.

Alpha-Wellen

Werden die Augen geöffnet, nimmt die Amplitude der Wellen noch einmal ab, während die Frequenz auf durchschnittlich 20 Hertz ansteigt: man spricht von *Beta-Wellen*. Einige Wissenschaftler grenzen von den Beta-Wellen die *Gamma-Wellen* ab, die beim konzentrierten Arbeiten und beim Lernen auftreten und Fre-

Beta-Wellen

Gamma-Wellen

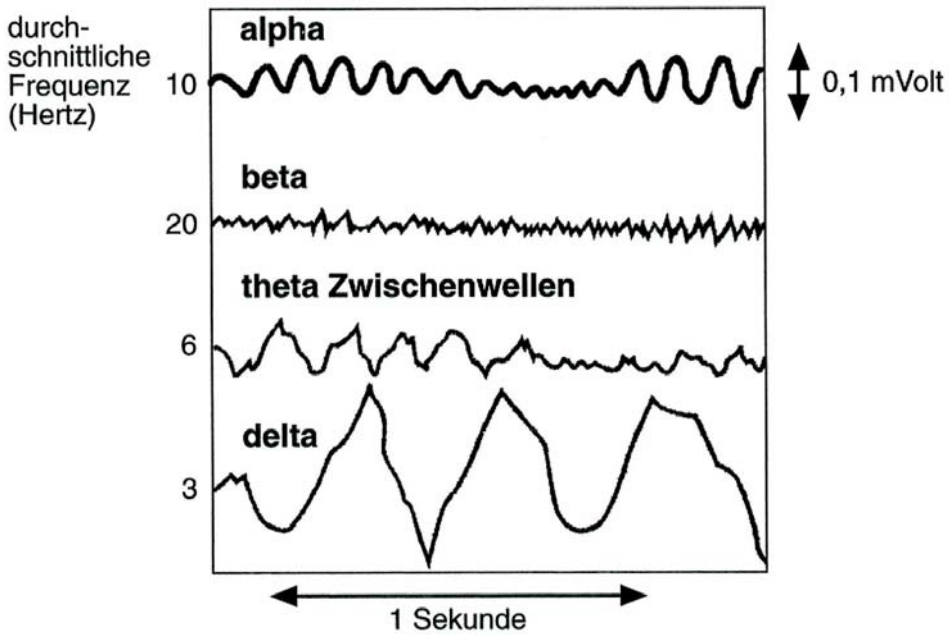

Abb. 1 Die verschiedenen Grundformen des EEG

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Beta-Wellen kommen nur im Wachzustand vor

quenzen über 30 Hertz zeigen. Beta-Wellen kommen nur im Wachzustand vor. Alpha-Wellen sind jedoch nicht nur für den Wachzustand, sondern auch für eine bestimmte Schlafphase, den REM-Schlaf, charakteristisch.

Theta- und Delta-Wellen

Darüberhinaus findet man im Schlaf zwei weitere EEG-Grundmuster, die beim gesunden Menschen im Wachzustand nicht auftreten: die *Theta-* und die *Delta-Wellen*. Beide EEG-Muster erscheinen im Vergleich zu Alpha- und Beta-Wellen relativ grob, weil die Frequenz abnimmt, während die Ausschlaghöhe, die Amplitude, größer wird. Theta-Wellen haben eine Frequenz von durchnittlich 6, Delta-Wellen nur noch von 3 Hertz. Die Amplitude erreicht bei Theta-Wellen fast 0,1 mVolt, bei Delta-Wellen bis zu 0,2 mVolt.

Das Elektrookulogramm (EOG)

Eugene Aserinsky

Nathaniel Kleitmann

An der Universität von Chicago hatte sich *Eugene Aserinsky,* ein junger Doktorand des Physiologen *Nathaniel Kleitman,* der Erforschung des Wach- und Schlafzustandes verschrieben. Ihm fiel 1951 auf, dass sich die Augen schlafender Kinder unter den geschlossenen Lidern häufig ruckartig bewegten, wenn sie in periodischen Abständen ihre Körperlage änderten. Um diese Phänomene studieren zu können, baute er eine Versuchsanordnung auf, die seitdem zum Standard der Schlafdiagnostik geworden ist:

Elektro-Okulogramm

Mit Elektroden an den Schläfen erfasste er die elektrischen Aktivitäten der kindlichen Augenmuskeln und erhielt als Aufzeichnung ein sogenanntes *Elektro-Okulogramm* (EOG), das die Augenbewegungen widerspiegelte. Gleichzeitig leitete er von der Kopfhaut ein Elektroenzephalogramm (EEG) ab, um Auskunft über die Gehirnaktivität zu erhalten.

Änderung des EEG-Muster während des Schlafs

Aserinsky fiel sofort auf, dass sich das EEG-Muster während des Schlafes periodisch änderte und in bestimmten Schlafphasen die Augenmuskeln aktiviert

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

wurden: Die Grundlagen für eine Beschreibung des Schlafes durch die Aktivität des Großhirns und der Augenmuskulatur waren erarbeitet und wurden 1953 in dem renommierten amerikanischen Wissenschaftsjournal Science veröffentlicht.

Das Schlafmuster

Apropos Schlaf: Ein Mann braucht sechs Stunden, eine Frau braucht sieben Stunden und ein Narr braucht acht Stunden. So sagte es Napoleon I. Bonaparte, der selbst mit 4 Stunden Schlaf auskam.
EEG und EOG einer einzigen Nacht füllen eine Papierbahn von 300 Meter Länge, für deren sorgfältige Auswertung auch der Geübte bis zu 2 Stunden benötigt. EEG und EOG erlauben, den Schlaf in verschiedene Phasen zu unterteilen (Abb. 2).

300 m Papier in einer Nacht

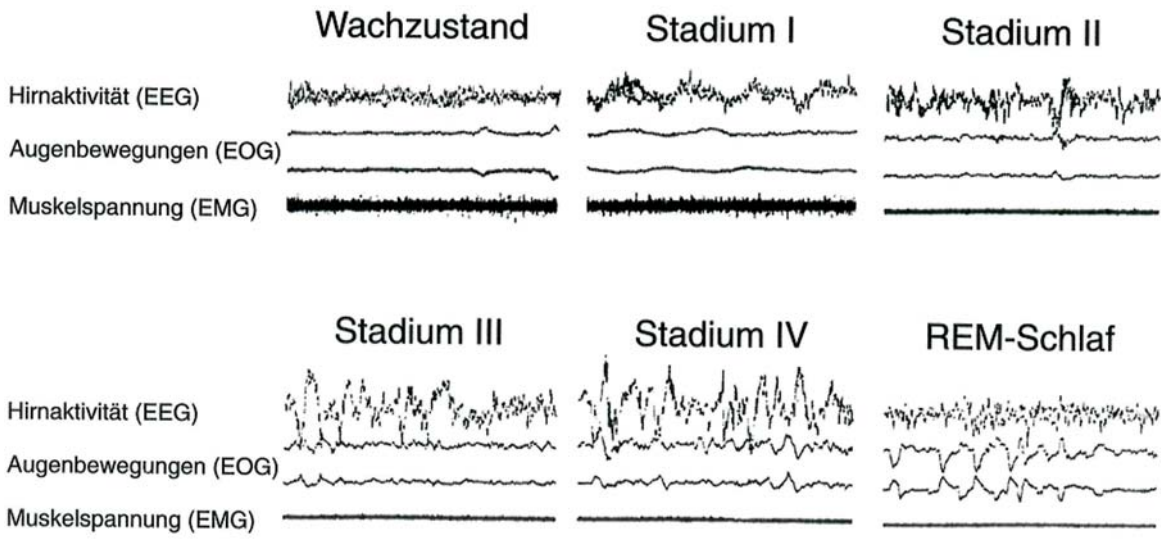

Abb. 2 Hirnaktivität (EEG), Augenbewegungen (EOG) und Muskelspannung (EMG) während der verschiedenen Schlafstadien
Vom Wachzustand bis zum Tiefschlafstadium IV wird das EEG-Muster zusehends gröber. Augenbewegungen treten immer seltener auf, und die Muskulatur entspannt sich, erkennbar daran, dass EOG- und EMG-Kurven immer ruhiger werden. Im REM-Schlaf ähnelt das EEG dem des Wachzustandes, die Augen bewegen sich lebhaft, während die Muskelspannung am niedrigsten ist.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Beim wachen Menschen zeigt das EEG je nach Aufmerksamkeitsgrad Alpha- oder Beta-Wellen, und das EOG erfasst unsere willkürlichen Blickwendungen (Abb. 3).

Beim Übergang vom entspannten Wachsein zum Schlaf verschwinden die Alpha-Wellen. An ihre Stelle tritt ein Theta-Rhythmus, der das *Schlafstadium I* cha-

Schlafstadium I

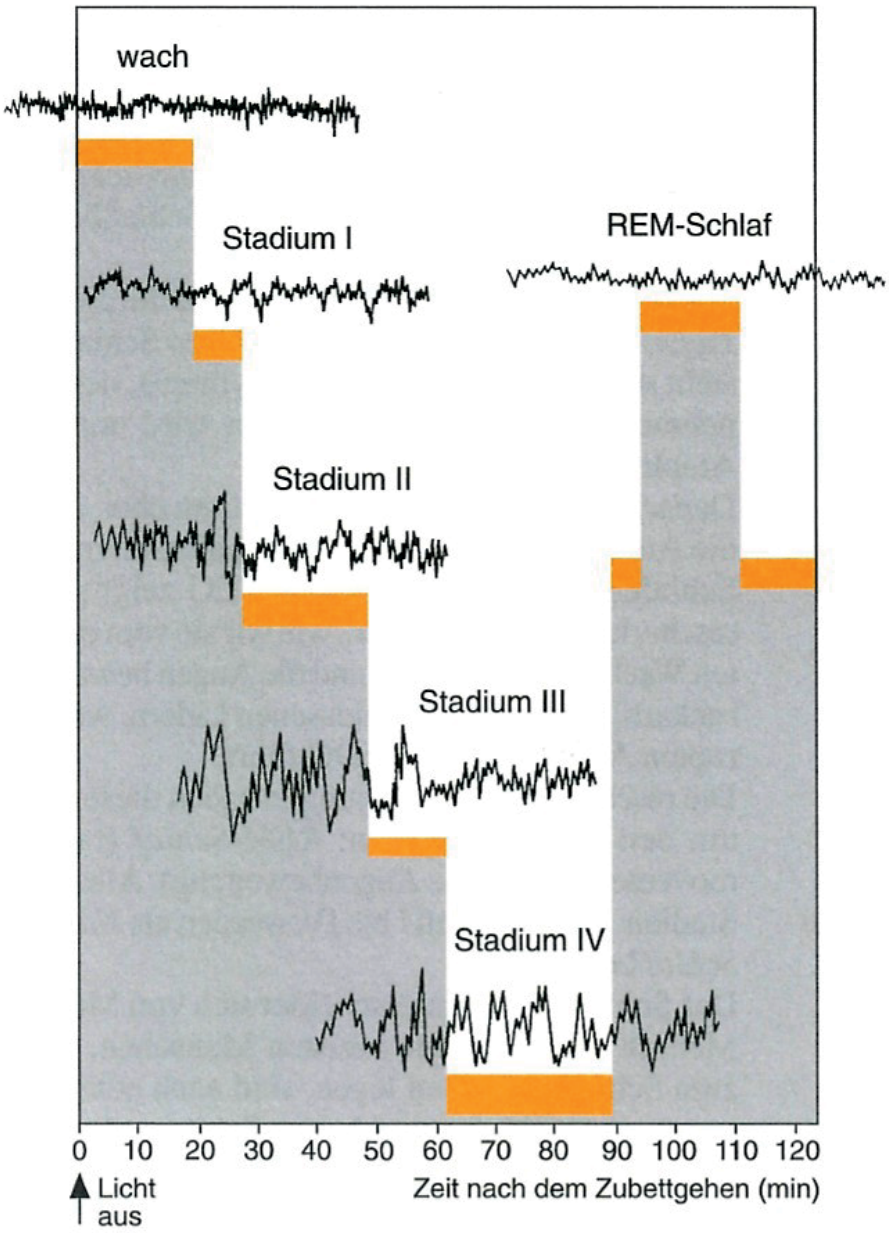

Abb. 3 Verlauf des ersten Schlafzyklus vom Einschlafen bis zur 1. REM-Phase mit den zugehörigen EEG- und EOG-Kurven

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

rakterisiert. Es ist die Phase, die wir als »Halbschlaf« bezeichnen: Man erlebt dieses Hineingleiten in den Schlaf als dösigen Zustand, der oft von optischen, traumartigen Eindrücken begleitet wird und von kurzen Wachepisoden durchsetzt sein kann.

Halbschlaf

Das Auftreten sogenannter Schlafspindeln und K-Komplexe innerhalb des Theta-Rhythmus zeigt an, dass mit *Schlafstadium II* der eigentliche Schlaf begonnen hat.

Schlafstadium II

Der Schlaf wird zusehends tiefer und durchläuft die *Tiefschlafstadien III und IV*. In diesen Schlafstadien sieht man im EEG einen Delta-Rhythmus, der mit zunehmender Schlaftiefe langsamer wird und höhere Amplituden zeigt.

Schlafstadium III und IV

Danach geht der Schlaf in das Stadium über, das 1951 die Aufmerksamkeit Aserinskys gefesselt hatte: der Schlafende wirkt unruhig, das EEG zeigt plötzlich rasche, kleine Alpha-Wellen, wie wir sie vom entspannten Wachzustand kennen, und die Augen bewegen sich ruckartig unter den geschlossenen Lidern, was zu abrupten Ausschlägen im EOG führt.

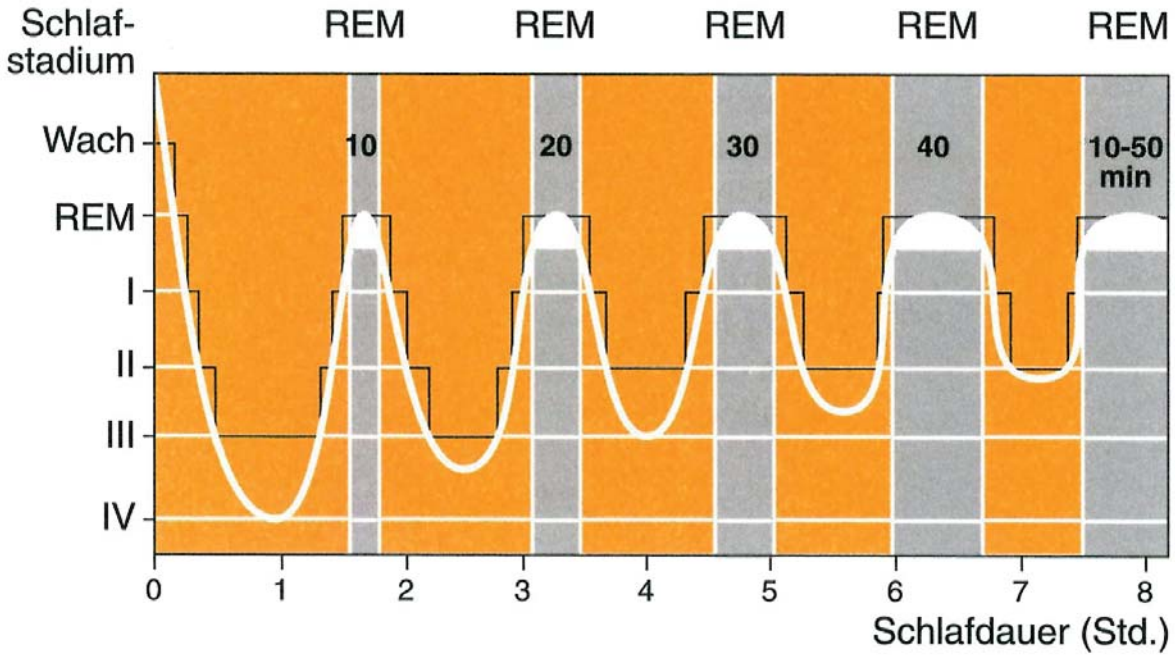

Abb. 4 Ablauf und Dauer der Schlafstadien während einer Nacht
Mit Fortschreiten der Nacht nimmt der Anteil der Tiefschlafstadien ab, während die REM-Phasen zum Morgen hin zunehmen.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

REM-Schlaf

Non-REM-Schlaf

Die raschen Augenbewegungen haben diesem Stadium den Namen gegeben: *REM-Schlaf* (rapid eye movement = schnelle Augenbewegung). Alle anderen Stadien, also Stadium I bis IV, werden als *Non-REM-Schlaf* bezeichnet.

Die meisten Menschen sind nach 15 Minuten eingeschlafen

Einschlaflatenz

Das Schlafmuster unterscheidet sich von Mensch zu Mensch (Abb. 4): Die meisten Menschen, die sich zum Schlafen ins Bett legen, sind nach etwa 15 Minuten eingeschlafen und haben Schlafstadium II erreicht: Diese Zeit wird als *Einschlaflatenz* bezeichnet. Die Schlafphasen I und II lässt der Schläfer bald hinter sich, um in den Tiefschlaf einzutreten: Über Stadium III, in dem er länger verweilt, erreicht er Stadium IV, das am längsten dauert. Dieser Weg durch die Schlafstadien I bis IV, die sogenannten Non-REM-Schlafphasen, dauert beim Gesunden etwa 70 bis 90 Minuten.

Die Non-REM-Schlafphasen dauern 70–90 Minuten

Ablauf der Schlafstadien

Anschließend wird derselbe Weg durch die Schlafstadien im Eiltempo wieder in umgekehrter Richtung durchlaufen, und der Schläfer tritt über das Schlafstadium II in die erste REM-Schlafphase dieser Nacht ein, die lediglich 5 bis 15 Minuten andauert.

Nach der ersten REM-Phase wiederholt sich dieser zyklische Ablauf der Schlafphasen, der jeweils etwa 90 Minuten dauert, von neuem; zum Morgen hin werden die Schlafstadien III und IV immer kürzer, bis sie schließlich ausbleiben, so dass der Schläfer insgesamt den größten Teil der Nacht im Schlafstadium II verbringt.

Der Schläfer verbringt die meiste Zeit im Schlafstadium II

25 % der Schlafzeit im REM-Schlaf

Die Dauer der REM-Phasen nimmt von Schlafzyklus zu Schlafzyklus zu. Insgesamt werden etwa 25 % der Schlafzeit im REM-Schlaf und etwa 75 % im Non-REM-Schlaf verbracht.

Durchschnittlich 7½ Stunden pro Nacht

Erwachsene schlafen durchschnittlich 7½ Stunden pro Nacht. Die Schlafdauer schwankt jedoch beträchtlich von Mensch zu Mensch: Auch 6 Stunden und 9 Stunden Schlaf pro Nacht sind noch normal. Nachdenklich stimmt jedoch, dass wir uns heute weniger Schlaf gönnen als unsere Ururgrosseltern: 1910 schlief der

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.