

# Schlafforschung Die Dramaturgie der Nacht

Im Schlaf räumt das Gehirn auf und festigt Erinnerungen. Schlafforscher erkunden, warum wir dabei so wirres Zeug träumen.

## 21.00 Uhr (*Müdigkeit*)

Die Nacht beginnt mit dem Lichtwechsel. Lichtempfindliche Zellen in der Netzhaut des Auges melden ans Gehirn: Schlafenszeit! Die Zellen stammen aus den Urzeiten der Evolution und dienen nicht dem Sehen, auch bei Blinden können sie intakt sein. Sie registrieren das Rot des Sonnenuntergangs. Blaues Bildschirmlicht verwirrt sie und behindert das Einschlafen.

Auf das Signal der Augen hin schüttet die Zirbeldrüse tief im Gehirn Melatonin aus, das Hormon der Nacht. Es macht schläfrig und sexuell träge und bereitet den Körper auf den Schlaf vor. Eine komplizierte Kaskade von Proteinen und chemischen Botenstoffen kommt in Gang. Manche dieser Stoffe vertiefen den Schlaf. Manche machen wach. Andere blockieren die Wachmacher. Koffein blockiert die Blockierer.

## 23.00 Uhr (*Einschlafen*)

Die Wirkung des Melatonins wird stärker, die Gedanken fließen langsamer, die Reaktionszeiten werden länger, die Muskelspannung sinkt. Man neigt zum Frösteln, die Körpertemperatur liegt ein halbes Grad Celsius unter ihrem Durchschnittswert. Mit der Temperatur sinkt auch die Stimmung. Melatonin macht melancholisch, daher kommt die Nacht uns manchmal düster vor.

Licht aus, der Kopf sinkt ins Kissen. Das Gehirn ist nun mit sich selbst beschäftigt. Sobald die Augen geschlossen sind, ebbt die schnellen Hirnstromwellen ab, die im Wachen vorherrschen. Stattdessen branden die gemächlicheren Alpha-Wellen auf, die allen Hirnarealen signalisieren, dass es Zeit zum Entspannen ist. Allerdings hören nicht alle Areale gleich schnell auf sie. Der Thalamus, eine evolutionär uralte Struktur mitten im Gehirn, dämmert etwa neun Minuten früher weg als die Großhirnrinde.

Diese neun Minuten versetzen das Bewusstsein in einen anderen Zustand, genannt »Hypnagogie«. Der Thalamus ist der Torwächter des Bewusstseins. Er entscheidet, welche Signale aus anderen Arealen zur Großhirnrinde dürfen. Was er für unwichtig befindet, hält er zurück. Beim Einschlafen bleibt die Großhirnrinde unbeaufsichtigt. Sie kann nach Belieben mit Bildern und Ideen spielen. Die Gedanken werden immer eigenartiger, ketten sich assoziativ statt logisch aneinander. Manche Menschen beginnen zu halluzinieren. Das kann ergiebig sein. Der Chemiker August Kekulé kam im Jahr 1865 beim Dösen am Kaminfeuer auf die lange gesuchte Struktur des Benzolmoleküls. Robert Louis Stevenson ließ sich von hypnagogen Fantasien zu seiner Geschichte *Dr. Jekyll and Mr. Hyde* inspirieren, Mary Shelley zu ihrer Gruselromanze *Frankenstein*, Paul Klee zu vielen Gemälden.

Nach einigen Minuten schließt sich das Hypnagogie-Fenster. An langsam rollenden Augenbewegungen erkennt der Mediziner vor dem Monitor im Schlaflabor, dass sein Proband gleich einschlafen wird.

### 23.30 Uhr (Tiefschlaf)

Jetzt ist das Bewusstsein ganz abgezogen von den Sinnen. In den folgenden Minuten sinkt der Schläfer stracks in den tiefsten Schlafzustand, den er in dieser Nacht erreicht. Kurz nach dem Einschlafen steigt der Pegel des Wachstumshormons Somatotropin auf sein 24-Stunden-Maximum. Es leitet Erholungsprozesse ein, repariert müde Muskeln, lässt Haut, Haare und Knochen nachwachsen, reguliert den Fettstoffwechsel und das Immunsystem, entsorgt den Abfall des Stoffwechsels, fördert die Wundheilung. Wer verletzt ist, sollte viel schlafen.

Im Gehirn geht es jetzt gemächlich zu. Es verbraucht um die Hälfte weniger Energie als im Wachen. Die Neuronen synchronisieren sich, sodass Wellen elektrischer Aktivität das Gehirn durchlaufen. Je müder der Schläfer vorher war, desto tiefer sinkt er jetzt: desto intensiver und länger wird sein Gehirn von diesen Delta-Wellen geflutet.

In den Delta-Wellen vermuten Forscher den Schlüssel zum Verständnis des Tiefschlafs, vielleicht sogar die Antwort auf die Frage, warum wir überhaupt schlafen. Giulio Tononi von der University of Wisconsin hat die heute vorherrschende Theorie dazu entwickelt, der zufolge die Delta-Wellen unser Gehirn entrümpeln: Während des Tages bilden sich durch jede Erfahrung neue Synapsen zwischen den Gehirnzellen. Viele davon sind überflüssig und stören die wirklich bedeutenden Erinnerungen. Die Delta-Wellen spülen sie weg und schaffen Platz für Neues. Die zugrunde liegenden elektrochemischen Prozesse beobachtete Tononi zuerst an Fruchtfliegen, auch deren Gehirne reorganisieren sich im Schlaf. Gleiches wurde an Ratten nachgewiesen. Und in den Gehirnen von Ratten und Menschen, das schließen Wissenschaftler aus den Aufnahmen mit Kernspintomografen, gehen während des Schlafs ähnliche Dinge vor.

#### Klarträumen: Regie führen im eigenen Traum

Es ist ein Zustand, den es nach Ansicht der traditionellen Psychologie gar nicht geben dürfte: luzides Träumen, auch Klarträumen genannt. Der Schlafende ist sich dabei seines Traumzustands bewusst. Dass so etwas überhaupt möglich ist, galt lange als Hirngespinnst von Okkultisten und Esoterikern – bis der amerikanische Psychologe [Stephen LaBerge](#) einen Klartraum im Labor nachwies. Inzwischen nehmen auch die Eminenzen des Fachs Klarträume ernst.

Fast jeder Mensch kann das Klarträumen lernen. Es gibt ausgeklügelte Protokolle dafür, man kann einwöchige Seminare buchen und teure Geräte kaufen, die dabei helfen sollen. Den meisten Menschen gelingt es aber auch mit weniger Aufwand: »Fragen Sie sich immer wieder, ob Sie gerade träumen«, empfiehlt der Münchner Schlafforscher und Psychiater Michael Wiegand, »irgendwann nehmen Sie die Frage vom Wachen in den Traum mit.« Spätestens nach einigen Wochen wird den meisten Menschen während eines Traums klar, dass sie gerade träumen. Oft können sie sogar die Regie übernehmen, den Traum nach ihren Wünschen gestalten.

Im Klartraum funktioniert das Bewusstsein fast genauso wie im Wachen, nur ist es ganz in sich gekehrt. Dem Physiker [Michael Czisch](#) vom Münchner Max-Planck-Institut für Psychiatrie ist das Kunststück gelungen, den Übergang vom normalen Traum in den Klartraum im Kernspintomografen einzufangen. »Das ist die einzige Möglichkeit, einen Übergang von einem basalen zu einem höheren Bewusstseinszustand unter kontrollierten Bedingungen zu messen«, sagt Czisch. Er sah, dass dabei genau jene Hirnzentren anspringen, die im Menschenhirn, verglichen

mit dem Denkorgan anderer Primaten, besonders stark vergrößert sind. Im Klartraum kann man den Unterschied zwischen Mensch und Affe erkennen.

Nach dem Ausmisten kommt das Aufräumen. Auch das geschieht im Tiefschlaf: Die Erinnerungen werden neu geordnet. Unser Gedächtnis muss im Alltag schwer zu vereinbarende Ansprüche erfüllen: Schnell aufnahmefähig soll es sein, schnell abrufbar, gleichzeitig von Dauer und zuverlässig. Wir wollen uns eine Telefonnummer nicht hundertmal durchlesen, bis sie im Gedächtnis bleibt, wir wollen uns schnell daran erinnern – und die Nummer vergessen, wenn wir sie nicht mehr brauchen. Zu viel für ein einzelnes System. Deshalb hat die Natur unser Gedächtnis aufgeteilt, in Zwischenspeicher und Langzeitspeicher. All die Informationen, die wir während des Wachlebens aufnehmen, landen vorläufig im Hippocampus, mitten im Gehirn. Dieser saugt Daten auf wie ein Schwamm. In den Synapsen der Großhirnrinde, unseres Langzeitspeichers, liegt unser Weltwissen. Sensible Daten also, die gut behütet werden müssen. Deshalb herrscht Wachstumskontrolle in der Großhirnrinde. Neue Neuronen und Synapsen wachsen dort eher selten und langsam. Unser Weltbild soll nicht bei jeder Kleinigkeit durcheinandergeraten.

### Alpträume

Die Hälfte aller Erwachsenen schreckt nachts hin und wieder aus **Alpträumen** hoch, oft hängen sie mit schlimmen Ereignissen oder unbewältigten Konflikten zusammen. Geschieht das mehrmals pro Woche, empfiehlt sich eine Psychotherapie.

### Jetlag

Wer mehr als zwei Zeitzonen überfliegt (besonders gen Osten), leidet meist unter **Jetlag**: Die innere Uhr hinkt hinterher. Therapie: Am Zielort den Tagesrhythmus konsequent einhalten. Oder weniger fliegen. Jahrelanges häufiges Ost-West-Jetten kann dauerhafte Insomnie verursachen.

### Schichtarbeit

Rund 15 Prozent aller Erwerbstätigen hierzulande arbeiten in Schichten. Drei Viertel all jener, die das länger als drei Jahre tun, erleiden irgendwann eine **Schicht-Schlafstörung**. Nach Nachtschichten finden sie kaum erholsamen Schlaf. Im Extremfall verliert ihr Körper ganz den Rhythmus, Herzkrankheiten oder andere Störungen drohen. Da helfen nur andere Arbeitszeiten.

### Schlafwandeln

Bei den rund drei Millionen **Schlafwandlern** aktiviert das Gehirn nachts die Muskeln – nicht aber das Bewusstsein. Meist ist der Spuk nach wenigen Minuten vorbei. Vorsicht vor Stürzen und Unfällen! Medikamente sind nur selten nötig.

### Restless Legs

Das **Restless-Legs-Syndrom** quält mehr als zwei Millionen Bürger. Sie spüren ein Kribbeln oder Brennen in den Unterschenkeln. Ursache kann Dopamin- oder Eisenmangel sein, Abhilfe verspricht hoch dosiertes Eisen.

Irgendwann müssen Großhirnrinde und Hippocampus sich abgleichen, und das geschieht im Schlaf. Wichtige Erinnerungen wandern vom Hippocampus in die Großhirnrinde, unwichtige werden verworfen. Jan Born und sein Forschungsteam an der Universität Lübeck haben mit dem EEG verfolgt, wie die Großhirnrinde dem Hippocampus Aufnahmebereitschaft signalisiert und wie im Hippocampus die frischen Erinnerungen reaktiviert und zur Großhirnrinde abgeschickt werden. Victor Spoormaker und seine Kollegen vom [Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München](#) sahen im Hirnscanner, wie sich das Synapsennetzwerk dabei umorganisiert. Die Fernverbindungen zwischen den Hirnarealen sind stillgelegt, stattdessen bilden sich lokale Cluster. Diese Areale koppeln sich ab aus dem gehirnweiten Netz, um in Ruhe die neue Information verarbeiten zu können. Auch Hippocampus und Großhirnrinde liegen in so einem Cluster.

Das große Reinemachen im Gehirn muss in der Abgeschiedenheit der Nacht stattfinden. Im Wachen würden sich die immer neu einlaufenden Wahrnehmungen und die reaktivierten Erinnerungen in die Quere kommen. Niemand würde wollen, dass sein Gehirn sich neu organisiert, während er Auto fährt.

### **0.30 Uhr (Träumen)**

Nach einer guten Stunde Tiefschlaf kommt Unruhe in die Hirnstromkurven. Die ruhige Dünung der Delta-Wellen weicht einem tosenden Durcheinander von Theta-, Alpha- und Beta-Wellen. Auf dem Monitor im Labor sieht es aus, als würde der Schläfer erwachen. Tatsächlich ist im Gehirn jetzt nicht weniger los als am Tag.

Für das Personal eines Schlaflabors sind diese Phasen eine spektakuläre Abwechslung in der nächtlichen Monotonie. Zuerst kündigen sie sich mit einem sanften Rollen der Augäpfel an. Dann beginnen die Augen, wild herumzuzucken. Dies sind die REM-Phasen (Rapid Eye Movement), in denen geweckte Schläfer fast immer von Träumen berichten.

### Narkolepsie

**Narkoleptiker** können [von einem Moment auf den anderen ganz plötzlich einschlafen](#). Ihnen fehlt ein Botenstoff, der den Schlaf-/Wachrhythmus regelt. Die rätselhafte Krankheit ist zwar nicht heilbar, mit Medikamenten aber beherrschbar.

### Apnoe

Bei der **Schlafapnoe** setzt die Atmung immer wieder komplett aus – für bis zu zwei Minuten. Die Folge: Sauerstoffmangel, langfristig drohen Herzinfarkt, Schlaganfall und geistige Störungen. Betroffen sind rund vier Millionen Menschen, am häufigsten Übergewichtige: zu viel Fett im Halsbereich verschließt die Atemwege. Sauerstoffgeräte helfen, vor allem aber ist Abnehmen nötig.

### Kleine-Levin-Syndrom

Das **Kleine-Levin-Syndrom** äußert sich durch extremes Schlafbedürfnis (»Hypersomnie«). Betroffene schlafen oft tagelang bis zu 20 Stunden täglich – in den kurzen Wachphasen sind sie meist verwirrt, sexuell enthemmt und essen übermäßig. Die Attacken können zwei Wochen lang dauern und alle paar Jahre wiederkehren. Das Syndrom ist sehr selten, seine Ursache unbekannt.

## Insomnie

Schlaflosigkeit (**Insomnie**) trifft rund fünf Millionen Menschen. Sie können abends regelmäßig nicht einschlafen, obwohl sie müde sind. Therapie: eine gute Matratze, ein dunkler Raum, Entspannungsübungen – und nicht so viel grübeln.

## Schlafmangel

Wer ständig zu wenig schläft, riskiert langfristig, am **Schlafmangelsyndrom** zu erkranken. Einige Hunderttausend Menschen in Deutschland leiden darunter, oft ohne es zu merken. Die Leistungsfähigkeit leidet – Gereiztheit, Konzentrationsstörungen und schließlich Burn-out-Syndrom können folgen. Therapie: konsequent auf genug Schlaf achten.

Das Startsignal zu jeder REM-Phase kommt aus dem Hirnstamm durch rhythmische elektrische Reize. Gleichzeitig strömt der anregende Botenstoff Acetylcholin durchs Gehirn. Teile der Großhirnrinde erwachen aus dem Tiefschlaf. Das Gehirn beginnt zu träumen.

Von außen betrachtet, herrscht jetzt Ruhe: Die tragenden Muskeln sind schlaff, die Weckschwelle ist hoch. Aber im Innern des Körpers geht es rund: Blutdruck und Herzfrequenz steigen, die Atmung geht schneller, Penis und Klitoris neigen zu Erektionen. Das Gehirn ist abgeschottet von der Welt, aber es bleibt wachsam. Im Hirnscanner kann man beobachten, wie es auf ein Geräusch hin kurz aufhorcht, den REM-Zustand unterbricht, das Geräusch bewertet und nur weiterschläft, wenn es keine Gefahr erkennt.

Träumen ist ein bewusster Zustand, aber ein anderer als Wachsein. Die logisch-analytischen Zentren gleich hinter der Stirn, die sonst unsere Triebe im Zaum halten, sind im REM-Schlaf außer Betrieb. Dafür laufen die visuellen und emotionalen Zentren auf Hochtouren. Daher sind Träume meist stark bildlich, sehr gefühlsbetont und oft unlogisch.

Wozu dieser seltsame Zustand? Manche Forscher halten REM-Phasen für nichts weiter als Aufwachversuche des Gehirns und Träume für sinnloses Geflimmer. Andere betrachten Träume als überlebenswichtig, sie glauben, dass wir im Traum unser genetisch programmiertes Trieb- und Instinktverhalten in einer selbst erzeugten virtuellen Welt erproben. Dafür spricht, dass Menschen im Embryonalstadium am meisten träumen, später immer weniger.

Womöglich geht die Bedeutung der Träume noch darüber hinaus. Sie könnten für unseren Gefühlshaushalt eine ähnliche Funktion haben wie der Tiefschlaf für unser sachliches Gedächtnis: Entrümpeln und Aufräumen. Das Erlebte wird emotional neu bewertet. Ein bisschen so, wie Sigmund Freud es sich einst vorstellte. Vermutlich reorganisiert sich im Schlaf auch das moralische Urteilsvermögen. Erste Studien, die dieser These nachgehen, laufen. Bereits erwiesen ist, dass Schlafmangel die moralische Urteilskraft und das Risikobewusstsein schwächt – zwei Fähigkeiten, die für Politiker und für Soldaten in Kriegsgebieten besonders wichtig sind. Dummerweise ist Schlafmangel unter beiden Berufsgruppen verbreitet.

Im REM-Schlaf ist das Gehirn ganz anders vernetzt als im Tiefschlaf, die Vernetzung ähnelt der im Wachen. Das Gehirn arbeitet nun »wie ein Webbrowser«, sagt Randy Stickgold von der Harvard University, »es gliedert neue Erfahrungen ein, indem es durch verschiedene Gedächtnissysteme surft, um Assoziationen und Verknüpfungen herzustellen, die uns helfen,

die Welt zu verstehen.« Der REM-Schlaf ist die Spielphase des Gehirns nach dem großen Aufräumen.

Die folgenden Stunden vergehen im Wechsel zwischen Tiefschlaf und REM-Schlaf. Im Lauf der Nacht wandelt sich allerdings das hormonelle Milieu des Gehirns. Das wach machende Stresshormon Cortisol übernimmt das Regime. Gegen Morgen verbringen wir immer mehr Zeit im REM-Schlaf.

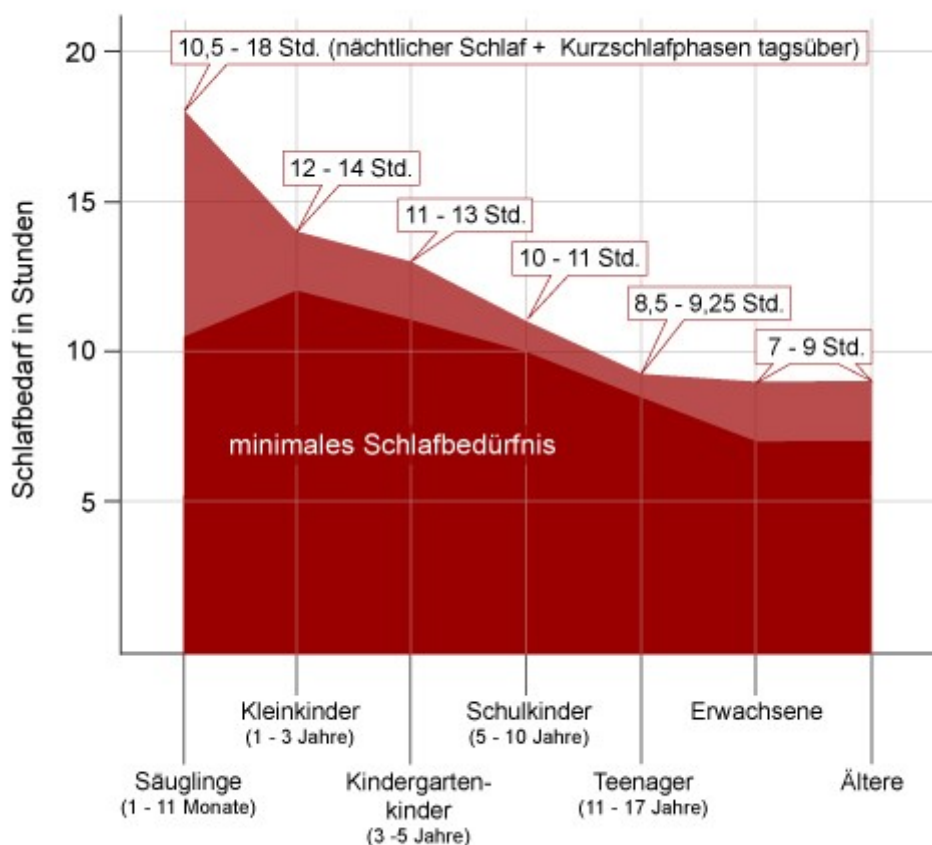
### Schlafphasen



Im Laufe einer Nacht durchwandern wir mehrere 90-minütige Zyklen aus verschiedenen Schlafstadien und dem sogenannten REM-Schlaf (Rapid Eye Movement), einer Schlafphase, in der wir besonders intensiv träumen. Mit zunehmender Schlafdauer wird der Schlaf insgesamt weniger tief, und die REM-Phasen werden länger. Ältere Menschen haben einen flacheren Schlaf und wachen häufiger für längere Zeit auf.

### Schlafbedarf

#### Schlafbedarf differenziert nach Alter/Lebensphase



Quelle: Sleepfoundation

© ZEIT ONLINE

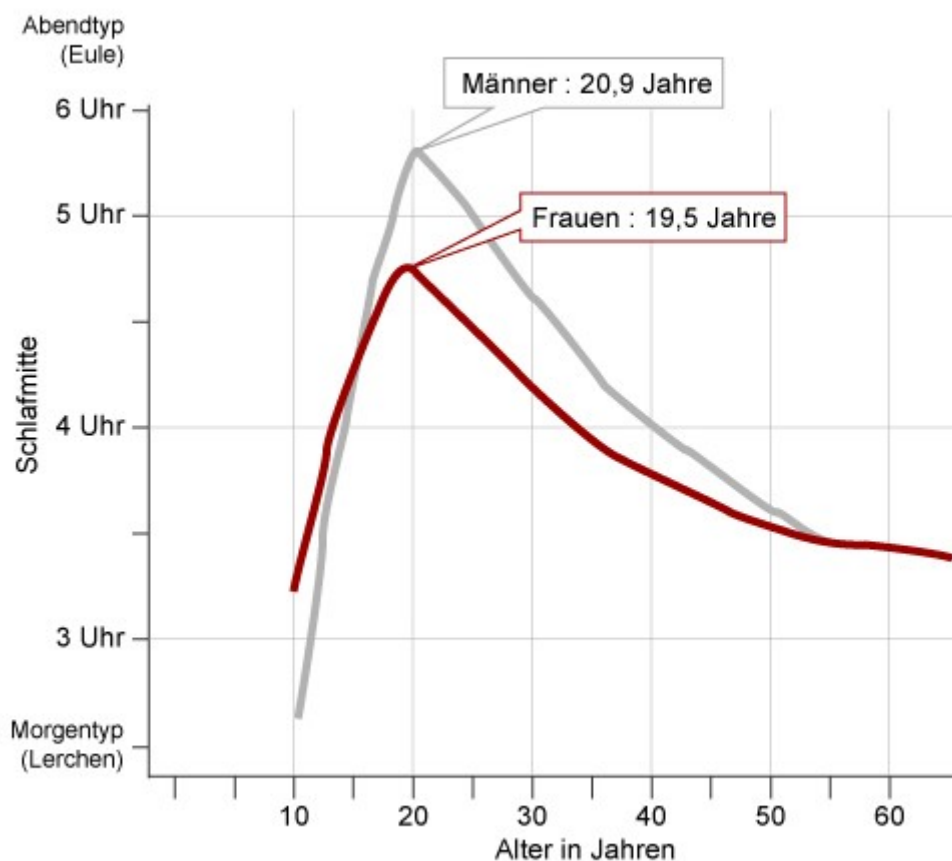
Diese Grafik zeigt den durchschnittlichen Schlafbedarf der allermeisten Menschen. Natürlich gibt es auch Menschen, die ihre optimale Erholung auch mit mehr oder weniger Schlaf bekommen.

## Schlafzeiten

Die Auswertung des Münchner Chronotyp-Fragebogens ergab, wie häufig welcher Chronotyp ist. Die hier aufgeführten Schlafzeiten geben die natürlichen Zubettgeh- und Aufstehzeiten an, also keine Uhrzeiten, die beispielsweise durch den Beruf vorgegeben sind.

## Chronotyp

### Altersentwicklung des Chronotyps



Quelle: Till Roenneberg, LMU München

© ZEIT ONLINE

Im Durchschnitt sind Jugendliche und junge Erwachsene so spät getaktet, wie nie wieder in ihrem Leben. Sie sind Spätschläfer und schlafen, sofern es die Umstände zulassen, morgens dafür länger. Für die Lernleistungen in der Schule wäre ein späterer Unterrichtsstart besser, da man die jungen Menschen wegen ihres Chronotyps quasi "nachts" zur ersten Stunde bittet. Erst mit Ende der Jugend kehrt sich dieser Trend schlagartig um.

### 4.00 Uhr (tiefste Nacht)

Physiologisch gesehen, ist jetzt allertiefste Nacht: maximaler Melatonin-Spiegel, minimale Körpertemperatur. 98 Prozent der Menschen schlafen, die höchste Quote im Tagesverlauf. Die restlichen zwei Prozent kämpfen mit der Schläfrigkeit. Schichtarbeitern unterlaufen jetzt die meisten Fehler, Autofahrern passieren die meisten Unfälle. In Labortests zeigen

Probanden schon nach drei Stunden simulierter Nachtfahrt so schlechte Werte in Aufmerksamkeits- und Reaktionstests wie mit 0,8 Promille Blutalkohol. Deshalb empfehlen Mediziner, nachts maximal zwei Stunden am Stück zu fahren.

### **7.00 Uhr (Aufwachen)**

Es lohnt sich, nach dem Weckerklingeln noch etwas liegen zu bleiben und das allmähliche Erwachen des Gehirns zu verfolgen. »Hypnopompie« heißt dieser Zwischenzustand: »am Ausgang des Schlafs«. Lange Zeit unterschieden Fachleute nicht zwischen Hypnagogie und Hypnopompie. Doch Aufwachen ist nicht umgekehrtes Einschlafen: Thalamus und Großhirnrinde wachen gleich schnell auf – oder besser gesagt: gleich langsam. PET-Scans zeigen, dass das Stirnhirn bei manchen Menschen mehr als 20 Minuten braucht, um aus dem Schlaf zu kommen. Die Folge: lange Reaktionszeit, schwache Konzentration. Unmittelbar nach dem Aufwachen aus acht Stunden gutem Schlaf arbeiten Gedächtnis und Kognition schlechter als nach 24 Stunden Schlafentzug.

Dagegen springt das vordere Cingulum, ein Areal gleich hinter dem Stirnhirn, sofort an. Es ist verantwortlich für die Willensfindung und die Selbstwahrnehmung. Als Mittler zwischen Verstand und Gefühl nimmt es die Signale aus den analytischen Arealen der Großhirnrinde und den emotionalen Zentren des Gehirns auf und wägt sie gegeneinander ab. Hellwaches vorderes Cingulum, schlaftrunkenes Stirnhirn – so kommt es, dass man sich morgens selbst ganz klar als benebelt wahrnehmen kann.

Jetzt ist das Gehirn in einem ähnlichen Zustand wie im REM-Schlaf: rege Gefühle, schlummernder Verstand. Nur dringt jetzt die harte Wachwelt ins verträumte Bewusstsein. Es ist der beste Moment, bewusst seine Gefühle wahrzunehmen. Wer sich ein paar Minuten Zeit lässt, hat die wichtigste Erkenntnis des Tages vielleicht schon vor dem Aufstehen.