

13. Berliner Kolloquium der Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung
am 27. Mai 2009
im Langenbeck-Virchow-Haus, Berlin

Konferenz Schlaf

Somnologie – Erkenntnisse einer neuen Wissenschaft

Leitung:
Prof. Dr. Thomas Penzel
Interdisziplinäres schlafmedizinisches Zentrum,
Charité Universitätsmedizin Berlin

Die wissenschaftliche Entdeckung des Schlafs

Einführung in das Thema

Kristina Vaillant, Berlin

Wenn wir eingeschlafen sind, sind wir plötzlich nicht mehr da. Unser Bewusstsein ist ausgeschaltet. Mit der Tatsache, dass wir im Schlaf träumen, hatten sich zwar bereits die antiken Philosophen auseinandergesetzt – die Hirnforschung ging jedoch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts davon aus, dass das In-den-Schlaf-fallen ein ähnlicher Mechanismus sei wie das Ausschalten einer Lampe. Erst mit der Erfindung der Enzephalographie (EEG) durch den Neurologen und Psychiater Hans Berger (1924) konnte wissenschaftlich nachgewiesen werden, dass der Schlaf – so wie das Wachsein – ein körperlich und seelisch aktiver Zustand ist.

In den 1930er-Jahren zeichneten Hirnforscher erstmals die Hirnströme während des Schlafs in einem Enzephalogramm (EEG) auf. In den Zickzacklinien, die die von den Elektroden auf der Kopfhaut abgeleiteten Spannungsschwankungen nachzeichneten, erkannten sie ein Muster, das charakteristisch für den Zustand des Schlafens war und einem eigenen Rhythmus folgte. Diese systematischen Untersuchungen des Schlafs mithilfe der Enzephalographie begründeten die moderne Schlafforschung. Als einer der ersten soll der Hirnforscher Alois Kornmüller 1937 am Kaiser-Wilhelm-Institut für Hirnforschung in Berlin-Buch die Veränderungen der Hirnströme während des Schlafs, bei Ermüdung und nach der Einnahme von Wachmachern wie Koffein untersucht haben.

Erst in den 1980er-Jahren geriet der Schlaf in das Blickfeld der Medizin. Auslöser war die erstmalige Beschreibung der weitverbreiteten und mit der Atmung in Zusammenhang stehenden Schlafstörung Schlafapnoe. Weil diese Störung auf eine organische Ursache zurückgeht, befassten sich nach Hirnforschern und Psychologen nun auch Kardiologen, Pulmologen und Neurologen mit dem Schlaf. In der Folge entstanden in Deutschland die ersten schlafmedizinischen Zentren zur Behandlung von Schlafstörungen.

Unser tägliches Schlafprogramm

Die Schlafforschung unterscheidet heute insgesamt fünf Schlafphasen. Jede dieser Schlafphasen wird im EEG mit einer charakteristischen Zickzacklinie abgebildet. Von Phase 1 bis Phase 4 nimmt die Frequenz der Hirnströme ab, während die Amplitude, also die Stärke des elektrischen Signals, steigt. Diese vier Phasen – vom leichten bis zum tiefen Schlaf – durchläuft ein Mensch etwa innerhalb der ersten 50 bis 60 Minuten nach dem Einschlafen. In Stufe 4 schlafen wir tief, bewegen uns aber noch. Danach durchläuft der Schlafende die Phasen in umgekehrter Reihenfolge, von Phase 4 nach Phase 1. Schließlich wird der sogenannte REM-Schlaf erreicht. Die nächsten Stunden folgen dem gleichen Muster, der Mensch pendelt zwischen Leicht- und Tiefschlaf hin und her, wobei die REM-Schlafphasen länger werden und sich die Tiefschlafphasen verkürzen, je näher der Morgen rückt.

Das als REM-Schlaf bekannte Phänomen wurde 1953 erstmals von einer Gruppe US-amerikanischer Forscher beschrieben. Die Abkürzung REM steht für Rapid Eye Movement und weist auf das schnelle Hin- und Herbewegen des Augapfels hin, das diese Schlafphase kennzeichnet. Ebenfalls charakteristisch für den REM-Schlaf ist die vollständige Lähmung des Bewegungsapparats sowie die Werte von Blutdruck und Puls, die denen des Wachzustands entsprechen. Das Gehirn ist in dieser Phase sogar stärker durchblutet als im Wachzustand. Es benötigt mehr Nährstoffe als sonst, was auf eine gesteigerte Aktivität hindeutet. Der REM-Schlaf wird auch als Traum-Schlaf bezeichnet, weil Menschen in dieser Schlafphase am ehesten träumen. Dies wurde seit den 1950er-Jahren mit zahlreichen Experimenten nachgewiesen, bei denen Probanden aus verschiedenen Schlafphasen geweckt und nach ihren Träumen befragt wurden. Weil der REM-Schlaf physiologisch gesehen ein einzigartiger Zustand ist, der sich sehr stark von den anderen Schlafphasen absetzt, fasst die Schlafforschung die Schlafphasen 1 bis 4 auch unter dem Begriff Non-REM-Schlaf zusammen. REM-Schlaf erscheint wie ein paradoxer physiologischer Zustand: Man ist hoch erregt und schläft zugleich sehr fest.

Funktionen des Schlafs: Warum schlafen wir?

Der Zweck des Schlafens – das weiß jeder aus eigener Erfahrung – ist das Ausruhen, das Auftanken von Energie für den nächsten Tag. Dass dies tatsächlich zutrifft, wurde in zahlreichen Experimenten nachgewiesen, in denen man Reaktionen von Probanden beobachtet hat, denen Schlaf vorenthalten wur-

de. „Unausgeschlafene fühlen sich unwohl, sie sind leicht reizbar und tagsüber schläfrig. Ihre Leistungsfähigkeit ist messbar reduziert, die Konzentrationsleistung lässt nach, Reaktionszeiten werden länger und Fehlreaktionen häufen sich“, sagt Prof. Thomas Penzel, Schlafforscher und wissenschaftlicher Leiter des schlafmedizinischen Zentrums am Universitätsklinikum Charité. Der Schlaf ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass wir am Tage leistungsfähig sind. Sowohl unsere körperliche als auch unsere emotionale Belastbarkeit hängen davon ab.

Energie sparen und Auftanken

Allerdings sollte dieses „Auftanken“ nicht einfach als das Gegenstück des „Verbrauchens“ der Energie am Tage verstanden werden. Im Schlaf folgt der Organismus eigenen Regelungsmechanismen. Nicht nur tagsüber werden die Energieressourcen des Körpers beispielsweise in Form von Glukose verbraucht, auch nachts werden diese Energiequellen angezapft. Wie der Neurobiologe und Schlafforscher Prof. Allan Pack von der University of Philadelphia anhand molekularbiologischer Untersuchungen an Gehirnzellen von Mäusen feststellte, werden während des Schlafs in den Gehirnzellen bestimmte Schlüsselbestandteile – wie Proteine, Membrane etc. – wiederhergestellt, um für den Tag vorzusorgen.

Lernen und Gedächtnis

Eine andere Funktion des Schlafs, mit der sich in erster Linie die Psychologie beschäftigt, sind die kognitiven Prozesse. Die psychologische Forschung geht heute davon aus, dass dem Schlaf bei der Konsolidierung von Gedächtnisinhalten eine bedeutende Rolle zukommt. Das heißt, was wir am Tage erlernen, wird erst während des Schlafs im Gehirn „festgeschrieben“. Diese Konsolidierungsfunktion wurde anhand zahlreicher Experimente seit Anfang des 20. Jahrhunderts nachgewiesen. Dabei mussten Testpersonen eine Lernleistung erbringen und wurden später zu den Lerninhalten befragt. Diejenigen, die vorher geschlafen hatten, konnten das Gelernte besser abrufen. Es wird vermutet, dass im Schlaf genau die Erregungsmuster, die in der Wachphase das Lernen ermöglichten, während des Schlafs reaktiviert werden. Allerdings sind die einzelnen neurophysiologischen Prozesse, die dahinter stehen, noch ungeklärt.

Während die gedächtniskonsolidierende Wirkung eher den Tiefschlafphasen zu Beginn des nächtlichen Schlafs (Phasen 3 und 4) zugeordnet wird, ist es der in der zweiten Hälfte des nächtlichen Schlafs auftretende REM-Schlaf, dem eine andere kognitive Funktion zugeschrieben wird: Die Fähigkeit, lebenswichtige Informationen neu zu bewerten, also zu neuen Einsichten zu gelangen. Tatsächlich zeigen bildgebende Verfahren wie die Magnetresonanztomographie (MRT), dass während des REM-Schlafs besonders die Teile des Gehirns stark aktiviert sind (Amygdala und limbisches System), die für das emotionale Lernen eine entscheidende Rolle spielen. Aus unserer Alltagserfahrung heraus sprechen wir möglicherweise deshalb davon, dass es hilfreich ist, eine Entscheidung zu „überschlafen“. Aus Sicht des Psychiaters und Schlafmediziners Prof.

Dr. Thomas Pollmächer (Klinikum Ingolstadt) modulieren „beide Schlafarten in sich ergänzender Weise verschiedene Aspekte der Erregungsübertragung zwischen den Nervenzellen des Gehirns und sind damit ganz wesentlich für das Lernen und das Gedächtnis“.

Die Bedeutung des Traums

Welche Bedeutung das Erlebnis des Traums im Schlaf hat, ist wissenschaftlich bis heute umstritten. So entwickelten die US-amerikanischen Forscher J. A. Hobson und R. W. McCarley in den 1970er-Jahren ein Modell, nach dem der mit dem Traum assoziierte REM-Schlaf im Hirnstamm, dem stammesgeschichtlich ältesten Teil des Gehirns, aktiviert und wieder deaktiviert wird. Daraus schlossen sie, dass der Traum rein physiologisch motiviert sei und daher die Traum Inhalte keinerlei psychologische Bedeutung hätten. „Liegt im Träumen tatsächlich der psychoanalytische Schlüssel zur Öffnung unseres Seelenlebens, oder zieht das Gehirn im Schlaf willkürlich beliebige ‚Erinnerungskarten‘ und macht sich einen – bedeutungslosen – Reim darauf?“, fragt der Mediziner Dr. Thorsten Schäfer (Ruhr-Universität Bochum). Seiner Meinung nach legen neuere Untersuchungen des REM-Schlafs nahe, dass das Gehirn im Traum ‚psychohygienische‘ Aufgaben zur Alltagsbewältigung übernimmt. Inzwischen konnte die neurologische Forschung auch belegen, dass REM-Schlaf nicht mit dem Träumen gleichzusetzen ist. So berichten Patienten, die aufgrund von Hirnverletzungen keinen REM-Schlaf haben, dass sie dennoch träumen. Es ist also davon auszugehen, dass Träume durch einen anderen Mechanismus ausgelöst werden als der REM-Schlaf, was wiederum erklären würde, warum der Mensch auch im Non-REM-Schlaf träumt.

Die Regulation des Schlafs

Auch wenn Schlafen und Wachen nicht mit einem Mechanismus des Ein- und Ausschaltens vergleichbar ist, so gibt es doch verschiedene Systeme im Körper, die die Phasen des Schlafens und Wachens regulieren. Eines davon ist das zirkadiane System, die Innere Uhr, die im Einklang mit dem 24-stündigen Tag- und Nachtzyklus elektrische Impulse an andere Areale des Gehirns weiterleitet und damit Organ- und Zellfunktionen im ganzen Körper steuert. Diesen Rhythmus können wir nicht beeinflussen, die Innere Uhr ist ein autonomes System. Sie kann, erblich bedingt, von Mensch zu Mensch variieren – deshalb gibt es Frühaufsteher und Langschläfer.

Andere Mechanismen können unabhängig von der Inneren Uhr die Schlaf-Wach-Regulation beeinflussen. Dazu gehört unter anderem die Ausschüttung von Zytokinen als Teil der Immunreaktion des Körpers. Die Botenstoffe des Immunsystems werden auch im Gehirn freigesetzt, wo sie an Rezeptoren auf den Nervenzellen andocken und dadurch den Schlaf regulieren. Dies erklärt, warum Infektionen mit Müdigkeit einhergehen. Das freigesetzte Zytokin steigert die Anteile des Non-REM-Schlafs, sodass man davon ausgehen kann, dass Non-REM-Schlaf die Immunabwehr unterstützt.

Während diese organisch bedingten Mechanismen von uns unbeeinflusst ablaufen, kann der Mensch auch durch sein Verhalten in die Schlafregulation eingreifen. Beide – organische wie verhaltensbedingte Faktoren – können daher auch Ursachen für Schlafstörungen sein.

Schlaf ist nicht gleich Schlaf: Krankheit und gestörter Schlaf

Neben einer angemessenen Länge des Schlafs, die individuell variieren kann, ist es vor allem die Qualität des Schlafs, die darüber entscheidet, ob der Schlaf körperlich und psychisch erholsam ist. Schlaf kann durch verschiedene Einflüsse gestört werden. Angefangen bei äußeren Einflüssen wie Lärm, verhaltensbedingten Faktoren wie beispielsweise Schichtarbeit, Alkoholkonsum, Stress oder Ernährungsgewohnheiten bis hin zu körperlichen Ursachen. Organisch verursachte Schlafstörungen können entweder von bestehenden Krankheiten herrühren (beispielsweise Schlaflosigkeit, die mit einer Krebserkrankung einhergeht), oder sie sind erblich bedingt wie beispielsweise die Narkolepsie.

Die bekanntesten Schlafstörungen sind Insomnie und Hypersomnie. Unter Insomnie, also Schlaflosigkeit, leiden 10–15 % der Bevölkerung. Zu den Hypersomnien, die sich in einem übermäßigen Schlafbedürfnis äußern, zählt die Schlafapnoe. Der Schlaf von Menschen, die unter Schlafapnoe leiden, ist durch Atemstillstände derart gestört, dass sie am Tag spontan und unkontrolliert einschlafen. Hinzu kommen schlafbezogene Bewegungsstörungen wie das Syndrom der Ruhelosen Beine (Restless Leg Syndrom, RLS), unter dem schätzungsweise 5–10 % der Bevölkerung in Deutschland leiden. Insgesamt verzeichnet die Internationale Klassifikation der Schlafstörungen 88 verschiedene Diagnosen.

Führt man sich die unterschiedlichen Funktionen vor Augen, die mit dem Schlafen einhergehen, wird offensichtlich, dass Störungen des Schlafs eine ganze Reihe von Auswirkungen haben müssen, nicht nur in der Nacht, sondern vor allem am Tag. „Genau das ist es, was wir unter Schlafmedizin verstehen: Die im Schlaf verursachten Erkrankungen zu finden und dann zu untersuchen, welche Auswirkungen sie am Tag haben“, sagt Thomas Penzel. Und da wir ein Drittel unseres Lebens mit Schlafen verbringen, hält der Schlafforscher es im Prinzip für möglich, dass auch ein Drittel aller Krankheiten aus dem Schlaf heraus generiert wird – solche, die wir bereits kennen und noch nicht mit dem Schlaf in Verbindung bringen, aber auch solche, die wir noch nicht kennen.

Schlafen in Schichten

„Die Aufmerksamkeit, die dem ‚Gut‘ Schlaf entgegengebracht wird, wächst in unserer Rund-um-die-Uhr-Leistungsgesellschaft langsam aber stetig“, sagt Dr. Ingo Fietze, Leiter des schlafmedizinischen Zentrums der Charité in Berlin. Derzeit untersucht er, welche Auswirkungen die Nacharbeit bei Mitarbeitern der Deutschen Bahn hat und wie ihre ärztliche Betreuung verbessert werden kann. Aus Sicht der Schlafforschung kann Schichtarbeit zu Schlafstörungen führen und das Risiko für Herz-Kreislauf- und Verdauungserkrankungen

erhöhen. „Um diesem Risiko gegenzusteuern, sollten Schichtpläne auf die biologische Uhr abgestimmt sein“, rät sein Kollege Thomas Penzel. Dr. Christian Gravert, Arbeitsmediziner bei der Deutschen Bahn AG, hält dagegen das Krankheitsrisiko insbesondere bei reiner Nachtarbeit für begrenzt: „Subjektiv sind unsere Mitarbeiter mit den Arbeitsbedingungen der Nachtarbeit sehr zufrieden. Nur wenige verlassen die Nachtarbeit auf eigenen Wunsch.“ Durch diese Selbstselektion bilde sich eine gut angepasste Mitarbeitergruppe heraus, so dass die Risiken einer gesundheitlichen Belastung gering seien.

Nacht- und Schichtarbeiter, die Fahrzeuge steuern oder Überwachungstätigkeiten ausführen, tragen nicht nur das Risiko eigener gesundheitlicher Belastungen, sie sind darüber hinaus gefährdet, Unfälle zu verursachen. Diese Gefahr kann steigen, wenn der Schlaf nicht erholsam ist. Aber auch Personen, die nicht unter Schlafstörungen leiden, können vom Schlaf „übermannt“ werden, wenn sie über einen längeren Zeitraum monotone Tätigkeiten ausführen. So belegen Verkehrsstatistiken, dass der Sekundenschlaf am Steuer zu den häufigsten Unfallursachen gehört, bei schweren Unfällen mit Personenschäden gilt er sogar als die häufigste Ursache – noch vor Alkohol und Drogen. Dr. Wilhelm E. Kincses arbeitet bei der Daimler AG an der Entwicklung von Fahrassistenzsystemen, die in Zukunft Fahrer alarmieren sollen – bevor sie die Kontrolle über ihr Fahrzeug verlieren. Die Fahrermüdigkeit wird bei dieser technischen Anwendung durch die Kombination von Fahrzeugdaten mit einem EEG des Fahrers bestimmt. Sein Kollege bei der Daimler AG, Siegfried Rothe, geht einen anderen Weg, um Lkw-Fahren sicherer zu machen. Er untersucht die Auswirkungen von Lärm auf die Schlafqualität und das Schlafverhalten von Berufskraftfahrern, um die Konstruktion des Fahrerhauses so zu verbessern, dass Lkw-Fahrer auf Autobahnraststätten besser schlafen können.

Ausblick

Die Regulation des Schlafs beim Menschen ist ein halb autonomes System. „Halb autonom heißt: Wir können eine Nacht durchmachen, wir können Schichtarbeit leisten, wir können Schlaf aber nicht erzwingen und schon gar nicht den inneren Ablauf des Schlafprogramms beeinflussen“, resümiert Prof. Thomas Penzel. Um die biologischen Grundlagen der Schlafregulierung und die vielen damit verbundenen kognitiven, psychischen, hormonellen und immunologischen Prozesse zu verstehen, ist die Schlafforschung deshalb auf die Beteiligung der verschiedensten wissenschaftlichen Disziplinen angewiesen: neben Medizin, Genetik, Molekularbiologie und Biochemie auch auf Psychologie und Psychiatrie. Allerdings ist die Schlafforschung im akademischen System noch nicht verankert. Die Ärztekammer bietet in Deutschland eine Fortbildung zum Schlafmediziner an, aber in ganz Deutschland gibt es derzeit nicht einen Lehrstuhl für Schlafforschung. Deshalb setzt sich Prof. Thomas Penzel für die Einrichtung eines zentralen Kompetenzzentrums ein. „Hier können Modelle entwickelt werden, wie die Somnologie in Ausbildung und Forschung an Universitäten verankert werden kann“, so Penzel. Wie man das machen kann, dafür gebe es Vorbilder – beispielsweise in den USA.