

Zirkadiane Schlafstörungen	50
Delayed Sleep Phase Syndrome (DSPS)	50
Schlaf und Depression.....	52
Schlafmittel und Stimulanzien	55
Hausmittel und alte Schlafmittel.....	55
Benzodiazepine und Analoga.....	58
Koffein und andere Stimulanzien.....	60
Schlaf von Tieren	61
Schlafstruktur und Schlafstadien	61
Schlafhomöostase.....	63
Zirkadianer Ruhe-Aktivitäts-Rhythmus.....	67
Schlaf von jungen Tieren	71
Die Suche nach der Funktion des Schlafs	72
Theorien und Spekulationen	72
Lokaler Schlaf.....	74
Schlaf und Lernen.....	76

VERTIEFUNGEN

Quantitative EEG-Analyse.....	79
Forcierte Desynchronisation und konstante Routine.....	81
Genauerer zum Zwei-Prozess-Modell der Schlafregulation	84
Schlaf und Gehirn.....	86
Schlafhygiene.....	89
Verhaltenstherapie bei chronischer Insomnie	91
Risiken des Schlafmangels	93
Schlafentzugstherapie bei Depression.....	96
Das Schlafverhalten von Tieren	98
Winterschlaf und Torpor.....	101
Elektromagnetische Felder von Mobilfunktelefonen	106

ANHANG

Glossar	114
Literaturhinweise	126

ANFÄNGE DER SCHLAFFORSCHUNG

Bereits im 19. Jahrhundert gab es Versuche, den Schlafvorgang wissenschaftlich zu untersuchen. Beispielsweise stellte der Physiologe Ernst Kohlschütter fest, dass sich die Schlaftiefe im Laufe der Nacht ändert und gegen Morgen abnimmt. Zur Untersuchung wurden im Laufe der Nacht Weckreize angewendet. Noch im Jahre 1930 veröffentlichten die Deutschen G. Endres und M. von Frey eine Arbeit über Schlaftiefe und Schlafmenge; sie berührten die Stirn von Schlafenden mit Reizhaaren und Stachelborsten um die Wahrnehmung von Druck und Schmerz zu untersuchen. Aus den so ermittelten Reaktionen ergab sich wiederum das typische Bild: Zu Beginn der Nacht war der Schlaf tief, gegen Ende dagegen oberflächlich.

Eine neue Ära der Schlafuntersuchungen wurde mit der ersten Anwendung der Hirnstromkurven (EEG) eröffnet. Pionierarbeit leistete dabei Hans Berger, der Vorsteher der Neurologischen Abteilung des Landeskrankenhauses Jena. Nach Beendigung seiner klinischen Aufgaben ging Berger am Abend seinen wissenschaftlichen Interessen nach. Mittels eines Galvanometers leitete er elektrische Hirnströme von der Schädeloberfläche ab. Zur Ableitung verwendete er Silberblechplättchen, die er auf die Kopfhaut aufklebte. Er konnte nachweisen, dass bei entspannten und wachen Versuchspersonen regelmäßige Wellen von ungefähr 10 Schwingungen pro Sekunde auftraten. Diese werden heute als Alpha-Rhythmus oder Berger-Rhythmus bezeichnet. Die bahnbrechenden Untersuchungen von Berger eröffneten die Möglichkeit, auch Hirnstromwellen im Schlaf zu untersuchen. Der amerikanische Wissenschaftler Alfred Loomis und Mitarbeitende versuchten bereits in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts die Hirnstromkurven im Schlaf in einzelne Stadien zu unterteilen. Die-

ses Loomis-System wurde längere Zeit beibehalten. Erst nach der Entdeckung des REM-Schlafs kam es zu einer Neuklassifizierung der Schlafstadien. Die Schlafforscher Allan Rechtschaffen und Anthony Kales veröffentlichten 1968 einen Atlas über die Stadieneinteilung des menschlichen Schlafs, der auch heute in der ganzen Welt verwendet wird.

Der Schweizer Schlafforscher Walter Rudolf Hess begann, sich in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts der Frage des Schlafs zu widmen. Seine tierexperimentellen Untersuchungen waren vor allem auf jene Zentren im Gehirn ausgerichtet, welche für die Schlafregulation verantwortlich sind. Hess schrieb 1931: »Unser eigener Versuch, die Frage nach dem Wesen und dem Mechanismus des Schlafes klar zu stellen, geht von der Auffassung aus, dass dieses Problem nicht für sich allein, sondern nur aufgrund einer Analyse der ganzen Funktionsstruktur des Organismus zu lösen ist.«

Sprachliche und kulturelle Aspekte des Schlafs

»Schlaf« ist ein Wort altgermanischen Ursprungs (Gotisch: sleps; Altmittelhochdeutsch: slaf). Verwandt sind auch das niederländische slaap und das englische »sleep«. Schlafen bedeutet ursprünglich schlapp werden und ist auch mit »schlaff« verwandt.

Von »Schlaf« leiten sich weitere Begriffe ab, wie beispielsweise »entschlafen«, das als ein Hüllwort für »sterben« steht. Das Wort »Beischlaf« stammt aus dem 15. Jahrhundert und wird für den Akt verwendet, bei welchem Mann und Frau »zusammen schlafen«. Auch die Schläfe leitet sich von Schlaf ab, da sie ein Teil des Kopfes ist, auf welchem Schlafende liegen.

In der griechischen Sagenwelt werden der Schlaf, Hypnos, und der Tod, Thanatos, als Brüder und Söhne der Nachtgöttin Nyx betrachtet. Der römische Dichter Ovid nannte den Schlaf »Abbild des Todes«. Er wohne in einer Höhle am Ufer des Lethe-Baches, wohin niemals die

Sonne gelange. Am Eingang seiner Höhle stünden Mohn und tausenderlei Kräuter, aus denen die Nacht ihre Schlummersäfte gewinne, um damit das Land zu befeuchten. Schlaf kann auf den ersten Blick leicht mit dem Tod verwechselt werden. Die Frage, ob und wie sich im konkreten Fall der Tod eines Menschen eindeutig vom Schlaf unterscheiden lässt, ist denn auch ein Thema, das in der Literatur (z.B. in Shakespeares Drama *Romeo und Julia*) und in Märchen (etwa *Schneewittchen*) häufig aufgegriffen wurde. Im Zusammenhang mit Organtransplantationen hat die Frage, wann der Tod unzweifelhaft eingetreten ist, ganz neu an Aktualität gewonnen.

Ebenso wie es sich beim Schlaf nicht um einen eindeutigen und einheitlichen Zustand handelt, ist der Wachzustand keineswegs klar definierbar.

Auch im Zusammenhang mit den unterschiedlichen philosophischen Denkrichtungen und großen Weltreligionen begegnen wir immer wieder den Begriffen Wachen und Schlafen, Leben und Tod. Sie verweisen auf die großen Sinnfragen der menschlichen Existenz; es geht um das Menschsein, das In-der-Welt-Sein, um die Transzendenz. Schlaf ist ein Zustand, der sich eindrücklich vom Wachzustand unterscheidet. In den altindischen Texten der Upanishaden werden folgende Seinsformen unterschieden:

1. der Wachzustand
2. der Zustand des Träumens
3. der Zustand des Tiefschlafs
4. der vierte (überbewusste) Zustand des eigentlichen Selbst

Im Tiefschlaf (Susubta) begehrt man nichts und träumt nicht. Dieser Zustand wird mit dem eigentlichen Selbst in Zusammenhang gebracht: »Wenn man tief schläft, ruhig und heiter und keinen Traum sieht, das ist das Selbst (Atman), das ist das Unsterbliche, Furchtlose, das ist Brahma.« Das Aufwachen aus dem Schlaf wird oft im übertra-

genen Sinne verwendet, wie z.B. der Name Buddha zeigt: Er wird als »der Erleuchtete, der Erweckte« bezeichnet, wobei sich das Wort Buddha von budh = wecken ableitet. Auch im Christentum wird dieser übertragene Sinn des Aufwachens sichtbar. Im Neuen Testament findet sich beispielsweise der Aufruf: »Wache auf, der Du schläfst, und stehe auf von den Toten, so wird Dich Christus erleuchten« (Epheser 5,14).

Erklärungsversuche für den Schlaf

Gemäß Empedokles von Agrigent ist der Schlaf eine Folge der mäßigen Abkühlung der im Blut befindlichen Wärme bzw. die Folge der Absonderung des Elements Feuer von den drei anderen: Luft, Wasser und Erde. Hippokrates hingegen war der Ansicht, dass der Schlaf auf der Flucht von Blut und Wärme ins Innere des Körpers beruhe. Auch Aristoteles suchte Erklärungen des Schlafs in der Wärme. Er nahm an, dass die aufgenommene Nahrung eine Ausdünstung in die Adern abgibt, welche dann von der Lebenswärme in den Kopf getrieben würde. Danach würde sie sich im Gehirn abkühlen, wieder in tiefere Körperteile zurück sinken und dabei dem Herzen Wärme entziehen. Dies führe schließlich zum Schlaf, der so lange andauere, bis die Nahrung verdaut sei und das für die oberen Körperregionen bestimmte reine Blut sich vom unreinen geschieden habe.

Im Mittelalter hat Hildegard von Bingen einiges zu den Schlaftheorien beigetragen. Sie war Benediktinerin und Verfasserin verschiedener medizinischer, naturkundlicher und mystischer Schriften. Franz-Josef Kuhlen schildert die Ansichten Hildegards von Bingen wie folgt: »Der Mensch bestehe aus zwei Teilen: aus Wachsein und Schlaf. So werde auch der menschliche Körper auf doppelte Weise ernährt, nämlich durch Speise und Ausruhen. Vor dem Sündenfall sei Adams Schlaf ein ›Schlaf zur Versenkung‹ (= ›sopor‹), also ein ›tiefer, kontemplativer Schlaf‹, und die Nahrung nur eine Nahrung zum Anschauen

gewesen – alles nur, um den Menschen geistig seelisch zu erfreuen und zu erbauen. Der Sündenfall habe seinen Körper schwach und gebrechlich gemacht, wie den eines Toten im Vergleich zu einem Lebenden. Jetzt habe der Mensch Stärkung durch Nahrung und Schlaf nötig. Der Schlaf sei zu einem normalen Zustand bei allen Menschen geworden. Wie die Nahrung das Fleisch wachsen lasse, so erhole sich und wachse das Mark (›Medulla‹), das durch Wachen verdünnt und geschwächt werde, im Schlaf wieder heran.«

Im 18. Jahrhundert kam es zu Verbindungen zwischen ersten wissenschaftlichen Erkenntnissen und einer Seelenlehre. So meinte der Schweizer Arzt und Naturforscher Albrecht von Haller, das im Kopf verdichtete Blut komprimiere das Gehirn und schneide dadurch den Weg des »Spiritus« in die Nerven ab. Aufgrund der weiteren Entwicklung der Naturwissenschaft im 19. Jahrhundert wurden ausschließlich physiologische und chemische Erklärungsversuche vorgeschlagen. So meinte Alexander von Humboldt, die Ursache des Schlafs liege in einem Sauerstoffmangel, während der Bonner Physiologe Eduard Friedrich Wilhelm Pflüger die verminderte Aufnahme von Sauerstoff in »lebende Gehirnmoleküle« verantwortlich machte. Diesen Theorien ist gemeinsam, dass sie zwar naturwissenschaftliche Konzepte zur Erklärung des Schlafs verwendeten, diese aber weder auf eindeutige Befunde stützen noch in wiederholbaren Versuchen überprüfen konnten. Dieser Ansatz blieb der Wissenschaft in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts vorbehalten.

Wann und wo schläft man?

Bei uns ist es selbstverständlich, dass Wohnungen und Häuser separate Schlafzimmer besitzen. Dies ist jedoch eine relativ neue Errungenschaft. Noch im späten Mittelalter schliefen mehrere Menschen gemeinsam im gleichen Raum, der nicht nur dem Schlaf, sondern auch anderen Zwecken diene. Ein eigentliches Schlafzimmer findet

sich erstmals an königlichen Höfen. Der französische König Ludwig der XIV. platzierte den Schlafraum in der Mitte des Palastes. Dieser war zugleich das Herrschaftszentrum des Königreichs. Berühmt war das morgendliche »Lever du roi« – der Empfang durch Seine noch im Bett ruhende Majestät – als das wichtigste gesellschaftliche Ereignis des Tages. Die adlige Oberschicht übernahm dann das Konzept des Schlafzimmers, welches später auch in bürgerlichen Häusern Eingang fand. Sogar in Gasthöfen waren Schlafgelegenheiten zuweilen ein Problem. Der Soziologe Peter Gleichmann berichtet von deutschen Badeorten des 17. Jahrhunderts, wo »aus Mangel an Schlafstellen die Hälfte der Gesellschaft nur bis Mitternacht schlief, während die andere Hälfte, die bis dahin den Vergnügungen nachging, alsdann zur Ablösung erschien«. Der gleiche Autor zitiert einen Bericht über bretonische Bauern im 19. Jahrhundert, dem zufolge alle Familienmitglieder und Bediensteten in einem einzigen großen Bett schliefen. Für durchreisende Besucher hatte man ebenfalls einen Platz im gemeinsamen Bett frei. Im 19. Jahrhundert kam es zur zunehmenden Trennung der Geschlechter, aber auch von Erwachsenen und Kindern. In besonders vornehmen Kreisen hatten der Herr und die Dame des Hauses ihr eigenes Ankleidezimmer, die Kinder ein Kinderzimmer und die Schlafräume galten mehr und mehr als abgeschlossener Intimbereich. Auch in Spitälern und Gasthäusern wurden Massenlager seltener und Einzelzimmer häufiger.

MODERNE SCHLAFFORSCHUNG

Polysomnographie

Eine schlafende Person liegt gewöhnlich während einigen Stunden ruhig im Bett, verändert hier und da die Körperstellung und kommuniziert nicht mit ihrer Außenwelt. So betrachtet erscheint der Schlaf

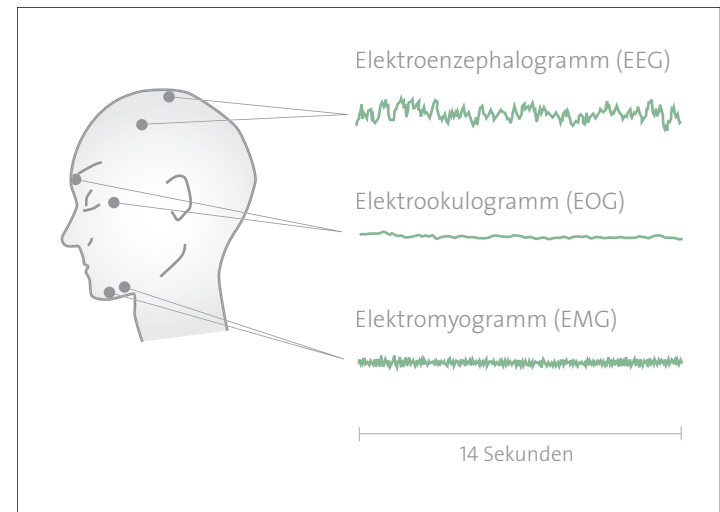


Abbildung 1: Die Aufzeichnung von Stromkurven gibt Aufschluss über den Schlaf (EEG: elektrische Hirnströme; EOG: elektrische Ströme, die durch Augenbewegung entstehen; EMG: Ströme, welche die Muskelspannung widerspiegeln).

als ein für die Forschung wenig inspirierender Zustand. Erst als man die Vorgänge im Gehirn aufgrund der elektrischen Hirnstromwellen erfassen konnte, begann die Ära der modernen Schlafforschung.

Die wichtigste Information liefert das Kurvenbild der Hirnstromwellen (Elektroenzephalogramm; EEG), welches man über Elektroden erfasst. EEG-Elektroden sind kleine tellerförmige Silberplättchen, die mit einem dünnen, flexiblen Kabel versehen sind und mit einer leitenden Paste gefüllt auf bestimmte Stellen der Kopfhaut aufgedrückt werden. Neben den EEG-Elektroden dienen zwei weitere Elektroden der Aufzeichnung der elektrischen Ströme der Kinnmuskulatur (Elektromyogramm; EMG). Das EMG gibt Aufschluss über die Spannung der Willkürmuskulatur im Schlaf. Schließlich werden noch Elektroden neben den äußeren Augenwinkeln angebracht; dieses so

auf. Auch bei Tieren kommt es zu einer allmählichen Entwicklung der zirkadianen Ruhe-Aktivitäts-Rhythmik. Schließlich ist auch der sehr hohe REM-Schlafanteil im frühen Lebensalter typisch. Die Ratte beispielsweise verbringt in den ersten zehn Tagen nach der Geburt 72% ihrer Schlafzeit im REM-Schlaf, im erwachsenen Alter dagegen nur 15–20%. Ähnliche Verhältnisse finden sich bei der Katze. Hingegen ist beim Meerschweinchen, das in einem viel reiferen Entwicklungszustand zur Welt kommt, der REM-Schlafanteil nach der Geburt viel kleiner als bei der Ratte oder der Katze und nimmt in den folgenden Wochen auch viel weniger ab. Doch muss auch bei diesen Tieren einschränkend festgestellt werden, dass die Schlafstadien nach der Geburt noch nicht so eindeutig und zuverlässig unterschieden werden können wie im erwachsenen Alter.

DIE SUCHE NACH DER FUNKTION DES SCHLAFS

Theorien und Spekulationen

Es ist immer noch unklar, wozu der Schlaf eigentlich dient, d.h. welche Funktion oder Funktionen er erfüllt. Allerdings gibt es dazu einige Theorien und zahlreiche Spekulationen. Wenn man den Schlaf evolutionsbiologisch betrachtet, so ist es wahrscheinlich, dass er eine für das Überleben wichtige Anpassung an die Umwelt darstellt. Der Schlaf als »erzwungene« Ruhe könnte es Tieren ermöglichen, Gefahren zu vermeiden, die zu bestimmten Tageszeiten durch die Umgebung (z.B. Dunkelheit, Kälte) oder durch die belebte Umwelt (z.B. Raubtiere) drohen. Indem der Schlaf zu bestimmten Tageszeiten erfolgt, kann ein Tier sein Versteck im günstigsten Zeitpunkt verlassen, um Nahrung zu suchen. Dies könnte der Grund sein, weshalb viele Nagetiere nachts oder zur Dämmerungszeit aktiv sind und tagsüber

schlafen, zu einer Zeit, da sie durch ihre Feinde besonders gefährdet sind. Bei Pflanzenfressern ist die Nahrung Tag und Nacht gleichermaßen verfügbar, so dass sich etwa der Schlaf der Kühe und Schafe über den ganzen Tag verteilt. Der amerikanische Schlafforscher Wilse Webb meint, dass dieses Schlafverhalten auch deshalb sinnvoll ist, weil sich die Tiere meist auf offener Weide bewegen, wo sich wenig Verstecke bieten. Die Beschaffenheit der pflanzlichen Nahrung zwingt die Tiere zudem zum fast ununterbrochenen Fressen. Der Umstand, dass sich die Tiere in Herden bewegen, erhöht wahrscheinlich ihre Sicherheit während des Schlafs, da immer einige Tiere wach sind und das Herannahen von Feinden signalisieren können.

Auch bei Menschen lässt sich eine Anpassung des Schlafs an die Umgebung beobachten. In südlichen Ländern ist die Siesta immer noch verbreitet und erlaubt es, zur unerträglich heißen Mittagszeit einen Teil des Schlafs zu absolvieren und dafür in den kühlen Abendstunden länger wach zu bleiben.

Wie der Schweizer Nobelpreisträger Walter Rudolf Hess ausführte, gehört der Schlaf zu den trophotropen Vorgängen im Organismus. Diese dienen der Restitution und Erholung und sind gekennzeichnet durch körperliche Ruhe, Muskelentspannung, verminderte Herz- und Atemtätigkeit und Verdauung der Nahrung. Es ist vor allem das parasympathische Nervensystem, das in diesen Phasen aktiviert ist, während die Aktivität des sympathischen Nervensystems vermindert ist.

Ein besonderes Rätsel stellt der REM-Schlaf dar. Da dieses Schlafstadium vor allem in frühen Entwicklungsstadien des Organismus ausgeprägt ist, hat der französische Schlafforscher Michel Jouvet vorgeschlagen, er diene der Programmierung von Vorgängen im Gehirn. Genetisch gesteuerte Aktivitäten im Gehirn würden entlang bestimmter Bahnen erfolgen und dadurch Funktionen »einüben«, die im Wachzustand noch nicht ausgeführt werden könnten. Die Hemmung der Willkürmuskulatur im REM-Schlaf würde dabei die Aktivierung motorischer Funktionen ohne nachteilige Wirkungen erlauben.

Experimentelle Untersuchungen dieser Hypothese lassen sich leider schwer konzipieren.

Der amerikanische Schlafforscher Fred Snyder vertrat die so genannte »Wächter-Hypothese« (sentinel hypothesis). Sie besagt, dass dank dem wachähnlichen EEG-Muster des REM-Schlafs sowie dem kurzen Erwachen, das häufig auf den REM-Schlaf folgt, eine periodische Überwachung der Umgebung erlaubt. Diese Hypothese lässt sich schwer experimentell überprüfen. Die Bedeutung des REM-Schlafs ist nach wie vor geheimnisvoll und ungeklärt.

Wenn man gut geschlafen hat, fühlt man sich erfrischt und erholt. Der Schlaf könnte daher vor allem der Erholung dienen, doch worin besteht dieser Vorgang? Im Jahre 1932 schrieb Walter Rudolf Hess: »Die speziellen Mechanismen, die im Schlaf Erholung bringen, sind in den Geweben verborgen und noch nicht vollständig erklärbar. Obwohl sich ihre Existenz bloß aus ihren Wirkungen ableiten läßt, bilden sie das Kernproblem des Schlafes. Das Ruhen der Sinnesorgane, Muskeln und psychischer Funktionen sind nur sekundäre Faktoren, welche die Erholung in den Geweben ermöglichen.« Leider sind wir in der Zwischenzeit der Lösung dieses Problems noch nicht viel näher gekommen. Allerdings stellt das Konzept des »lokalen Schlafes« einen vielversprechenden, neuen Ansatz dar, um diesen Fragen weiter nachzugehen.

Lokaler Schlaf

Dient der Schlaf der Erholung jener Hirnstrukturen, die während des Wachens besonders beansprucht worden sind? Diese Betrachtungsweise legt nahe, den Schlaf nicht nur als globalen Vorgang anzusehen, der das gesamte Gehirn erfasst, sondern als ein Geschehen, das in verschiedenen Hirnregionen in unterschiedlicher Weise auftritt. Erste Hinweise in diese Richtung stammten aus Untersuchungen am Delphin. Der Delphin ist ein Meeressäuger, der die typischen EEG-

Merkmale des Tiefschlafs aufweist. Das besondere ist allerdings, dass die langsamen Tiefschlafwellen im EEG jeweils nur in einer Hirnhälfte auftreten, während in der anderen Hirnhälfte ein Wach-EEG vorherrscht. Nach einiger Zeit kommt es zum Wechsel: Die zuvor »wache« Hirnhälfte zeigt nun die typischen Schlafwellen während die vormals »schlafende« Hirnhälfte ein Wach-EEG aufweist. Niemals treten die Tiefschlafwellen in beiden Hirnhemisphären gleichzeitig auf. Dieses außergewöhnliche Muster zeigt, dass der Schlaf nicht unbedingt das gesamte Gehirn gleichmäßig erfasst. Die langsamwellige EEG-Aktivität ist ein Indikator der Schlafhomöostase. Könnte auch der homöostatische Prozess nur einen Teil des Gehirns umfassen? Die russische Forschergruppe von Lev Mukhametov konnte tatsächlich nachweisen, dass die beiden Hirnhälften des Delphins unterschiedlich auf Schlafentzug reagieren. Wurde der Tiefschlaf selektiv in einer Hirnhemisphäre verhindert, so zeigte sich die Schlafintensivierung des EEGs nur in dieser Hemisphäre, nicht jedoch in der anderen.

Die Frage stellt sich, ob es einen vergleichbaren »lokalen Schlaf« auch beim Menschen gibt. Zusammen mit Herbert Kattler und Derk-Jan Dijk haben wir folgendes Experiment durchgeführt: Versuchspersonen wurde während sechs Stunden an einer Hand ein Vibrationsreiz appliziert. Man weiß, dass ein solcher Reiz die »Handregion« in der gegenseitigen Hirnrinde selektiv aktiviert. Nach dieser Stimulation gingen die Versuchspersonen schlafen und ihr Schlaf-EEG wurde registriert. Es zeigte sich, dass nach Stimulation der dominanten rechten Hand die langsamwellige Aktivität im Schlaf-EEG über der linken Hirnrinde zunahm. Dieser Effekt war nur in der EEG-Ableitung über der betreffenden Hirnregion zu beobachten und blieb auf die erste Stunde des Schlafs beschränkt. Das während der Wachzeit stark beanspruchte Hirngebiet schien also intensiver zu schlafen.

Neue Untersuchungen von Vlad Vyazovskiy und Irene Tobler haben dieses Phänomen auch bei Versuchstieren bestätigt. Der Schlaf scheint demnach nicht nur global aufzutreten, sondern auch eine lo-

kale Komponente aufzuweisen, die von der vorgängigen Beanspruchung der Hirnregion während des Wachens beeinflusst wird. Der Schlaf könnte also für die Gewährleistung von Hirnfunktionen auf der Ebene von Zellnetzwerken, ja vielleicht sogar von einzelnen Nervenzellen, erforderlich sein (**Schlaf und Gehirn**).

S. 86

Schlaf und Lernen

Schon lange wird diskutiert, ob der Schlaf bei Lern- und Gedächtnisprozessen eine günstige Wirkung ausüben könnte und das Interesse an diesen Fragen ist in den letzten Jahren sogar weiter gestiegen. Dies nachdem verschiedene Befunde veröffentlicht worden waren, die tatsächlich auf eine begünstigende Wirkung des Schlafs auf das Lernen und das Gedächtnisvermögen hinweisen. Eine wichtige Frage ist dabei, welche Art des Lernens betroffen ist. Ist es das prozedurale Lernen, das beim Einprägen von Bewegungsmustern ohne Einfluss des Bewusstseins vor sich geht? Zu dieser Art von Prozessen gehört beispielsweise das Erlernen des Radfahrens und der damit verbundenen körperlichen Bewegungsabläufe. Oder geht es um das deklarative Lernen, bei dem neue Inhalte bewusst memoriert und mit vorhandenem Wissen verknüpft werden müssen? Bei beiden Arten des Lernens könnte der Schlaf eine Reaktivierung und Verarbeitung neuer Informationen fördern. In einer kürzlich durchgeführten Untersuchung haben Julie Gottselig und Mitarbeitende in Zürich weiter abgeklärt, welche Mechanismen bei Schlafepisoden das Lernen begünstigen könnten. Im Mittelpunkt der Studie stand die Frage, ob sich nicht nur der Schlaf, sondern auch Ruheepisoden auf das Lernen positiv auswirken könnten. Versuchspersonen absolvierten eine Lernaufgabe, bei welcher es um die korrekte Erkennung von Tonfrequenzen ging. Wiederholte Tests ergaben eine Lernkurve. Nach einer Kontroll-Lernperiode, der sich alle Versuchspersonen unterzogen, wurden diese in verschiedene Gruppen aufgeteilt. Eine erste Grup-

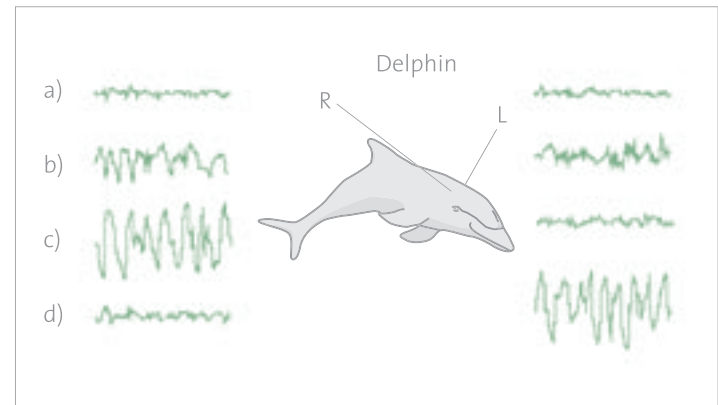


Abbildung 31: Der Delphin schläft abwechselnd mit der rechten und linken Hirnhälfte. (a) Wenn das Tier aktiv ist, weisen beide Hirnhälften rechts (R) und links (L) ein Wachmuster auf. (b) Wird der Delphin ruhiger, beobachtet man in beiden Hirnhälften eine Verlangsamung der EEG-Frequenzen und eine Erhöhung der Amplitude. (c und d) Im Tiefschlaf weist der Delphin jeweils nur in einer Hirnhälfte ein typisches Schlafmuster auf, während in der anderen Hälfte ein typisches Wachmuster auftritt.

pe hatte Gelegenheit zu einem Tagesschlaf, der im Mittel 77 Minuten betrug. Während derselben Zeit lag eine zweite Gruppe in einem verdunkelten Raum wach und eine dritte Gruppe schaute sich einen Film an. Nach einem weiteren, ca. einstündigen Intervall absolvierten alle Versuchspersonen eine zweite Session mit der Lernaufgabe. Die Gruppe, welche weder schlief noch ruhte, zeigte keine Veränderung der Lernleistung zwischen der ersten und zweiten Testperiode. Dagegen war sowohl bei der Schlaf- wie bei der Ruhegruppe eine Leistungsverbesserung zu beobachten. Die Schlafgruppe übertraf die Ruhegruppe, doch war der Unterschied statistisch nicht signifikant. Ebenso war eine Leistungsverbesserung in einer vierten Untergruppe zu beobachten, bei der sich die zweite Lernsession direkt an die erste anschloss.