

Dr. Albrecht Vorster

Warum wir schlafen

Faszinierende Erkenntnisse
über den unbekannten
Teil unseres Lebens

Somnologie



DIE  ZEIT

WISSENSCHAFT FÜR EIN GUTES LEBEN

INHALT

VORWORT	11
----------------------	-----------

WARUM WIR SCHLAFEN

1 Warum Schnecken und Menschen schlafen	15
2 Im Halbschlaf	29
3 Schlaf mal drüber: Schlafen und Gedächtnis	33
4 Schlafen, damit das Gehirn nicht aus dem Gleichgewicht gerät	46
5 Nächtliche Gehirnwäsche	53
6 Schlaf dich gesund!	59
7 Den Winter verschlafen?	67
8 Schlaf zum Energiesparen?	70
9 Wie viel Schlaf brauche ich?	72

RUND UM DIE UHR

10 Alles läuft im Takt	83
11 Lichtverschmutzung raubt nicht nur uns den Schlaf	99
12 Die Nacht ist zum Schlafen da – Schichtarbeit	104
13 Gefährlicher Schlaf	117
14 Der inneren Uhr davongeflogen – Jetlag	123
15 Wer hat an der Uhr gedreht? – Zeitumstellung	129

WARUM WIR TRÄUMEN

16 Warum wir im Schlaf träumen	133
17 Wenn die Nacht zum Albtraum wird	146
18 Träume, was du träumen willst	152

SCHLAF IM LAUF DES LEBENS

19 Schlafen wie ein Baby – warum Kinder schlafen oder auch nicht	159
20 Lieber sechs Stunden Schule als gar keinen Schlaf	174
21 Wenn Frauen und Männer miteinander ins Bett gehen	181
22 Nur noch drei Nickerchen bis zur Schlafenszeit – Schlaf im Alter	186

SCHLECHT SCHLAFEN

23 Krankhaft schlaflos – Insomnie	197
24 Des Lebens müde – wie Schlaf und Depressionen miteinander verknüpft sind	216
25 Atemlos durch die Nacht – Schnarchen und Schlafapnoe	221
26 Warum zu wenig Schlaf zuckerkrank und dick machen kann	236
27 Zähne zusammenbeißen und durch – Zähneknirschen	244

WENN DER KÖRPER DEN SCHLAF VERDREHT

28 Abends sind meine Beine hellwach! – Restless legs	255
29 Wenn der Schlafschalter wackelt – Narkolepsie	267
30 Im Schlaf reden, kochen und morden – Schlafwandeln und Nachtschreck	280
31 Die eigenen Träume ausleben – REM-Schlafverhaltensstörung	289

DEN SCHLAF DRESSIEREN

32 Die Bändigung des Schlafes – Kaffee	293
33 Mother's little helper – Schlafmittel	301
34 Der Schlaf des Leonardo da Vinci	309
35 In den Schlaf wiegen	313
36 Mondfühlige	318
37 Elektrosmog: Wenn das Handy den Schlaf raubt	322
38 Wer besser schläft, siegt!	326

QUELLEN UND ANMERKUNGEN	330
DANK	351
WEITERFÜHRENDE LINKS UND INFORMATIONEN	352
ZEIT-BEITRAG: »ALBTRÄUME – WIE BEKÄMPFT MAN DIE ÄNGSTE UND MONSTER, DIE EINEN NACHTS HEIMSUCHEN?«	355

Vorwort

*»Where do you go to my lovely
When you're alone in your bed
Tell me the thoughts that surround you
I want to look inside your head.«**

(PETER SARSTEDT)

»Was ist Bewusstsein? – die Zeit zwischen den Nickerchen!«** Was zunächst nach einer platten Scherzantwort klingt, birgt einen wahren Kern in sich. Nur wenn wir schlafen, verlieren wir auf natürliche Weise unser Gefühl, in der Welt zu sein. Plötzlich sind wir weg. Eben war da noch das Bett, der Raum, vielleicht die Körperwärme des Partners, sein Geruch, seine Stimme. Und auf einmal Stille. Dunkelheit. Nicht mal die, einfach nichts. Werden wir aus dem Tiefschlaf geweckt und gefragt, was gerade in uns vorgegangen ist, ob wir etwas geträumt oder etwas gefühlt haben, lautet die Antwort in der überwiegenden Zahl der Fälle: Nein, nichts. Was passiert mit uns, wenn wir in den Schlaf fallen? Wohin gehen wir? Wozu müssen wir schlafen? Wozu unser Bewusstsein verlieren? Warum können wir nicht gemütlich auf der Couch sitzen und dann, während sich unsere Muskeln entspannen, zumindest die Augen offen halten, um sicherzugehen, dass nicht gerade ein Säbelzahn tiger um die Ecke biegt, um uns zu fressen? Warum übermannt uns der Schlaf in den ungünstigsten Momenten, wie beim Autofahren? Die größten vom Menschen verursachten Umweltkatastrophen nahmen ihren Ausgang in den Nachtstunden: die Katastrophe von Tschernobyl

* »Wohin gehst du mein Liebling, wenn du allein im Bett liegst. Erzähl mir, welche Gedanken dich begleiten. Ich möchte in deinen Kopf hineinsehen« (Peter Sarstedt).

** »Consciousness? – The time between naps!« (Unbekannt).

oder das Chemieunglück von Bhopal, die Tausenden von Menschen das Leben kosteten. Irgendjemand hat da geschlafen. Doch die Frage ist nicht nur wer, sondern warum?

Für Millionen von Menschen ist Schlaf nur ein notwendiges Übel: Augen zu und durch. In einem Zug tief durchschlafen, um am nächsten Morgen durch den Klang des Handyweckers wieder geweckt zu werden. Dabei ist der Schlaf ein Teil von uns. Der Mensch verschläft im Durchschnitt ein Drittel seines Lebens. Schlafen wir schlecht, ist der Tag hinüber, schlafen wir gut, können wir Bäume ausreißen. Unser Schlaf ist ein sicherer Spiegel unseres allgemeinen Gesundheitszustandes. Nach ein paar Jahren gestörten Schlafes treten meist schwere Krankheiten auf den Plan: Alzheimer, Parkinson, Depressionen. Alle psychischen und neurologischen Krankheiten gehen mit einer Veränderung des Schlafverhaltens einher. Ob Schlafprobleme diese Krankheiten auslösen oder diese Krankheiten Schlafprobleme verursachen, ist unklar. Unbestreitbar ist: Wenn es mit dem Schlaf nicht klappt, gehen wir die Wände hoch, sind übellaunig und unkonzentriert. Schlaf scheint so wichtig zu sein wie essen, trinken und atmen – nur, warum?

Wir wissen zumindest, dass es irgendwie mit unserem Gehirn zusammenhängt. Dort herrscht nachts reges Treiben: Während des Tages werden neue Verbindungen zwischen den Nervenzellen aufgebaut. In der Nacht finden dann Umbau- und Aufräumarbeiten statt. Alles, was im Eifer des Gefechts zu viel gebaut und verknüpft wurde, wird wieder zurückgestutzt. Der Schlaf ist also gar keine Zeit der Muße und Erholung. Im Gegenteil: Zu keiner anderen Zeit in unserem Leben wird in unserem Kopf mehr herumgeschraubt als in der Nacht. Dennoch haben sich die meisten Neurowissenschaftler in den vergangenen 50 Jahren kaum dafür interessiert, was in dieser Zeit im Gehirn vorstattengeht. Verstehen wir aber den Schlaf nicht, können wir nicht verstehen, wie unser Gehirn funktioniert, wir übersehen die Hälfte des Lebens, womöglich sogar die alles entscheidende Hälfte! Inzwischen wissen wir: Für das Erlernen von Sprachen, Vokabeln und fürs Fahrradfahren ist nicht nur wichtig, wie wir gelernt haben, sondern ob und wie wir danach geschlafen haben. Im Schlaf perfektionieren wir unsere Motorik, sortieren unser Gedächtnis und klären unsere Gefühle. Wir bereiten vor, was wir tagsüber tun, denken und fühlen. Ohne Schlaf

wären wir womöglich alle chronisch dement und kämen aus dem Entwicklungsstadium eines Dreijährigen nicht heraus.

Allzu lange dämmerte die Schlafforschung in einem obskuren Seitenzweig der Medizin. In deutschen Kliniken kümmert sich der Lungendoc um die Schnarcher, die Neurologin um die Restless-Legs- und Narcolepsiepatienten, die Psychologin um Albträume und in der Inneren Medizin oder beim Hausarzt werden Schlafmittel verschrieben. Kaum einer hat den Überblick, auch weil es bisher an keiner deutschen Universitätsklinik einen Lehrstuhl für Schlafmedizin gibt. Erst jetzt ist die Medizin dabei, den Schlaf als reichen, lebendigen Teil unseres Lebens zu entdecken, nicht weniger wichtig als der Wachzustand. Ich möchte mit Ihnen erkunden, wie der Schlaf maßgeblich darüber entscheidet, wie wir uns am Tag fühlen, und was des Nachts in unseren Gehirnen vorgeht.

Seit ich über Schlaf forsche, werde ich auf Partys, Familienfeiern und auch sonst bei jeder Gelegenheit mit Fragen zu meinem Forschungsthema gelöchert. Erst dadurch ist mir bewusst geworden, wie stark das Thema Schlaf jeden Einzelnen von uns beeinflusst und beschäftigt: Ist der Schlaf vor Mitternacht der beste? Darf ich Schlafwandler aufwecken? Hilft heiße Milch mit Honig wirklich beim Einschlafen? Ich habe gehört, man könne alle vier Stunden ein 20-minütiges Power-Nap halten und so mit nur vier Stunden Schlaf auskommen. Funktioniert das? Schläft man bei Vollmond schlechter? Ist Elektrosmog für meine Einschlafprobleme verantwortlich? Kann ich meine Träume beeinflussen?

Außerdem haben alle eine kuriose Geschichte zu erzählen oder verspüren das Bedürfnis, ihr Leid zu klagen: Träume, Schlafwandel-episoden, Schnarchen, Kampf mit dem Sekundenschlaf beim Autofahren. Alles Phänomene, die mich selbst faszinieren, und deren biologischen, medizinischen, aber auch psychologischen Hintergründen ich in diesem Buch nachgehe. Es ist quasi das Best of der am häufigsten gestellten Fragen und Alltagssituationen zum Thema Schlaf – und der Versuch, diesen wissenschaftlich und doch unterhaltsam auf den Grund zu gehen.

Das Buch ist dabei so geschrieben, dass Sie jedes Kapitel auch einzeln losgelöst lesen und sich Ihren drängendsten Fragen zuerst widmen

können, ehe Sie sich den Grundlagen zuwenden. Dies ist kein weiterer Ratgeber für »richtiges Schlafen«, obwohl der ein oder andere Schlaftipp fällt. Ich möchte mit Ihnen vielmehr ein wenig Licht in die Dunkelheit der Nacht bringen und damit in einen unbekannten, faszinierenden Teil unseres Lebens, den wir zu oft von der Bettkante stoßen.

Ich wünsche viel Vergnügen!

WARUM WIR SCHLAFEN

1 Warum Schnecken und Menschen schlafen

»Wenn Schlaf nicht eine absolut überlebenswichtige Funktion erfüllt, dann ist es der größte Fehler, den die Evolution je gemacht hat.«

(ALLAN RECHTSCHAFFEN)*

»Und was machst du so?«

Ich stehe auf irgendeiner Party und irgendwann kommt sie, die Frage.

»Ich beschäftige mich mit Schlaf.«

»Ah, spannend ...«

In den nächsten fünf Minuten fallen die Stichwörter Schnarchen, Träume, Kaffee, Schlafwandeln ... Und früher oder später fragt mein Gegenüber: »Und, was machst du da genau?«

»Ich beschäftige mich mit Schnecken, schlafenden Meeresschnecken.«

Mein Gesprächspartner schaut mich mit großen Augen an. Seinen entgeisterten Blicken ist zu entnehmen, dass er meinen Forschungsgegenstand für ein total weltentrücktes Thema hält, mit dem man außer einigen ebenso weltentrückten Wissenschaftlern niemanden hinter dem Ofen hervorlocken kann.

Schnecken-Schlaf – Wer kommt auf so eine Idee?

»Aber warum forschst du gerade mit Schnecken?«

Nun, die Schnecke besitzt sehr wenige Nervenzellen, nur 20 000, um

* »If sleep does not serve an absolutely vital function, then it is the biggest mistake the evolutionary process has ever made« (Allan Rechtschaffen).

genau zu sein. Schon eine Fruchtfliege, die auf dem etwas betagten Pfirsich in der Küche herumkrabbelt, hat 200 000 Nervenzellen, ein Fisch 1 Million, die Maus 100 Millionen und wir Menschen besitzen sage und schreibe 100 Milliarden Nervenzellen. Die Schnecke ist also ein vergleichsweise einfach konstruiertes Tier. Sie besitzt zudem unter allen Tieren die größten Nervenzellen. Bis zu einem Millimeter im Durchmesser und damit so groß, dass man einige davon mit bloßem Auge erkennen kann. Deshalb wurden an der Schnecke die Grundlagen von Lernen und Gedächtnis erforscht und im Jahr 2000 mit dem Nobelpreis für den Neurowissenschaftler Eric Kandel honoriert. Die gleichen Mechanismen, Gene und Proteine, die man in der Meeres-schnecke *Aplysia californica* entdeckte, fanden sich so in allen anderen Tieren auch.

Mit der Schnecke versuche ich der mysteriösen Frage nachzugehen, warum sich die Natur überhaupt solch einen Schlaf-Zustand ausgedacht hat. Was nützt es einem Tier, jeden Tag für mehrere Stunden nur eingeschränkt auf äußere Reize reagieren zu können und somit der Gefahr ausgesetzt zu sein, leichte Beute eines anderen hungrigen Tieres zu werden? Braucht es ein Hirn, und wenn ja, wie viel davon, damit ein Tier schläft? Und wenn es schläft, benötigt es den Schlaf für sein Hirn? – Wenn man eine Forschungsfrage hat, die grundlegend für alle Tiere gilt, dann kann man auch zur Erforschung den einfachsten zur Verfügung stehenden Organismus zurate ziehen, in diesem Fall eine Schnecke. Und ganz nebenbei, ein Tier, das so langsam ist, muss sich doch hervorragend für Schlafforschung eignen!

Wohin zieht sich eine Schnecke ohne Haus zurück, wenn sie schläft?

»Wie stellt man denn fest, ob eine Schnecke schläft?«

Zunächst mit Videoaufnahmen. Im Zeitraffer werden selbst die langsamsten Bewegungen einer Schnecke sichtbar. Der erste Schnecken-Forscher, den ich auf ein mögliches Schlafforschungsprojekt bei der Schnecke angesprochen hatte, hatte nur lapidar bemerkt: »Weißt du, die Tiere tun nicht viel. Wahrscheinlich schlafen die den ganzen Tag.« Er lag falsch, obwohl er sich in den 40 Jahren seiner Laufbahn allein

mit diesen Tieren beschäftigt hatte. Nie war es ihm anscheinend in den Sinn gekommen, eine Videoaufnahme von den Tieren zu machen. Denn auf den ersten Videos von Meeresschnecken, die ich in einem Labor in Tallahassee, Florida, machen durfte, bewegten sich meine Tiere immerzu, den ganzen Tag über.¹ Langsam, aber kontinuierlich. Der Spruch: »Wer rastet, rostet«, scheint auch für Schnecken zu gelten. Immer waren sie auf der Suche nach Futter, nach Artgenossen zur Paarung oder krochen einfach nur so herum, weil das Schnecken eben so tun. Erst ein paar Stunden nach Einbruch der Dunkelheit zogen sich die Tiere in die Ecken des Aquariums zurück, mit Vorliebe in Nischen, die gut mit frischem, sauerstoffreichem Wasser durchstrudelt wurden. Schlafen bedeutet für die Schnecke wie für alle anderen Tiere: Suche dir einen klimatisch günstigen Ort, an dem es sich sicher und ungestört ein paar Stunden aushalten lässt!

In ihren Schlafeccken angekommen, zogen sich die Schnecken zusammen, zuckten noch ein paarmal und verharrten dann regungslos für die nächsten ein bis drei Stunden. Während der Nacht wachten sie ab und an auf, wanderten ein bisschen umher, nur um nach kurzer Zeit wieder für weitere Stunden zu schlummern. So schliefen die Schnecken im Schnitt neun Stunden pro Nacht.

Schnecken wecken

»Aber schlafen die Schnecken wirklich oder ruhen sie sich nur aus?«

Um alle Zweifel auszuschließen, testete ich die Reaktionsfähigkeit der Tiere auf einen Nahrungsreiz hin mit ihrer Lieblingspeise Meeresalgen. Geringes Interesse. Gut, nachts haben auch wir weniger Lust, für etwas zu essen aus dem Bett zu krabbeln. Aber wenn Gefahr droht, sollten wir schnell auf den Beinen sein. Also Test 2 auf einen Fluchtreflex hin, mit einem leichten Salzreiz. Während Schnecken tagsüber schon bei leichten Anzeichen von einer zu hohen Salzkonzentration im Umgebungswasser die Flucht antreten, nötigte sie der gleiche Reiz in der Nacht lediglich dazu, ihr Schwanzende ein bisschen mehr einzuziehen. Nur in wenigen Fällen konnte der Salzreiz sie dazu bewegen, ihren Ruheort zu wechseln. Schnecken muss man nachts also genauso aufwecken wie Schulkinder, die den Schulbus nicht verpassen sollen.

Wenn Schnecken die Nacht durchmachen

»Aber vielleicht sehen die einfach nichts im Dunkeln und versuchen, die dunkle Periode nur möglichst energiesparend zu überbrücken?«

Schnecken haben Augen, die häufig auf ihren Fühlern sitzen, bei meinen jedoch knapp unterhalb auf der Haut. Und zugegeben, ihre Augen sind nicht besonders gut. Hell und Dunkel lassen sich damit unterscheiden, aber dann ist es auch schon vorbei mit der optischen Auflösung. Also unternahm ich ein weiteres Experiment. Sollte es sich bei der Nachtzeit nur um einen Überdauerungszustand handeln, dann gäbe es keinen Grund für die Schnecken, diesen am helllichten Tage nachzuholen, sollten sie einmal die Nacht durchfeiern.

Also bescherte ich meinen Schnecken im Labor eine Nachtclub-erfahrung der Extraklasse. Im Dunkeln, nur mit Dunkelkammerbeleuchtung und Radio machten wir gemeinsam die Nacht durch. Die Schnecken wurden durch behutsames zeitweiliges Anstupsen zum Mitmachen animiert. Auf dem Video zeigte sich später: Auch Schnecken schlafen nach einer durchzechten Nacht tagsüber prächtig. Also muss es sich bei ihrem Ruheverhalten um Schlaf handeln, denn Schlaf hat eine Batterie aufladende Eigenschaft. Je länger wir wach sind, desto größer wird der Drang, die Augen zu schließen und alle Glieder von uns zu strecken. Wachheit scheint unseren Körper zunehmend ins stoffliche Ungleichgewicht zu bringen. Gehen wir schlafen, ist am nächsten Morgen die stoffliche Ordnung wiederhergestellt. Verpasst unser Körper diese erholsame Schlafenszeit, holt er sie später nach.

Die drei getesteten Merkmale – vermindertes Reaktionsvermögen, Aufweckbarkeit und Aufholschlaf nach Schlafentzug – fanden sich bisher bei allen genauer untersuchten Tieren. Diese Charakteristiken wurden bereits vor hundert Jahren vom französischen Schlafforscher Henry Piéron beschrieben.² Sie haben Bestand bis heute. Schlaf ist ein universeller, essenzieller Bestandteil allen tierischen Lebens. Alle Tiere müssen schlafen, auch angeblich »hirnlose« Lebewesen wie Fadenwürmer und Quallen, denn auch sie haben Nervenzellen, die ihre Tätigkeiten koordinieren.³

Auf der Suche nach dem Schlafsinn

»Was bringt es dir jetzt zu wissen, dass die Schnecken schlafen, so wie alle anderen Tiere auch?«

Es ist quasi nur die Grundlage meiner Arbeit. Mein Ziel ist es, herauszufinden, *warum* diese Tiere – alle Tiere, und auch wir – schlafen. Denn im Gegensatz zu ebenso grundlegenden Bedürfnissen wie Essen, Trinken und Atmen ist erst ansatzweise geklärt, was der Sinn des Schlafes ist. Wie ich eingangs erwähnte, sind bei den Schnecken Lern- und Gedächtnisprozesse besonders gut erforscht. Ein heißer Kandidat für die zentrale Funktion des Schlafes ist sein Nutzen für das Gedächtnis. Sollte der Schlaf bei Schnecken also auch mit der Gedächtnisbildung zusammenhängen, dann böte uns das die Möglichkeit, diese elementaren Zusammenhänge zu studieren – in einem Tier, welches bedeutend einfacher gestrickt ist als der Mensch.

In einem nächsten Experiment ließ ich die Tiere zunächst etwas lernen. Wer jetzt an Schneckendressur mit Trillerpfeife und Sprung durch den Feuerreifen denkt, den muss ich leider enttäuschen. Lernaufgaben funktionieren immer gut mit Essen, und Meeresschnecken lieben Meeressalat (*Ulva lactuca*). Die Schnecken wachsen, bis sie die Größe von zwei Fäusten erreicht haben. Eine ausgewachsene Meeresschnecke (*Aplysia californica*) kann schon mal ein, zwei Kilo auf die Waage bringen. Klar, größere Tiere haben größere Münder und können auch größeren Meeressalat mit ihrer Raspelzunge abbeißen. Die Tiere lernen also im Laufe ihres Lebens beständig, welchen Meeressalat welcher Festigkeit sie schon zerkauen können. Ich entschied mich, die Schnecken Bekanntschaft mit extrem hartem Futter machen zu lassen, indem ich den leckeren Meeressalat in ein engmaschiges Plastiknetz verpackte. Die Schnecken stürzten sich auf das gut riechende Meeressalatbonbon, doch ohne jegliche Chance. Nach 30 Minuten gaben sie es auf, auf dem Bonbon herumzukauen. Anschließend durfte die eine Hälfte der Schnecken schlafen, die andere wurde wach gehalten. Würden die Schnecken nach einem ausgiebigen Schläfchen cleverer reagieren und ihre Schlüsse aus der Trainingseinheit gezogen haben? Am nächsten Tag bemühten sich die ausgeschlafenen Schnecken lediglich 10 Minuten lang, an den Inhalt des Meeressalatbonbons zu

kommen, ehe sie sich auf die Suche nach einer anderen Futterquelle begaben. Die Schnecken aber, die nicht über das Esstraining schlafen konnten und wach geblieben waren, versuchten sich annähernd doppelt so lange an der Aufgabe.⁴ Sie hatten nicht gelernt, dass Plastik zu hart für ihre Raspelzunge ist. Die Festigung des Gedächtnisses scheint also eine elementare Aufgabe des Schlafes zu sein. Auch für Schnecken lohnt es sich, über wichtige Entscheidungen erst einmal eine Nacht zu schlafen.

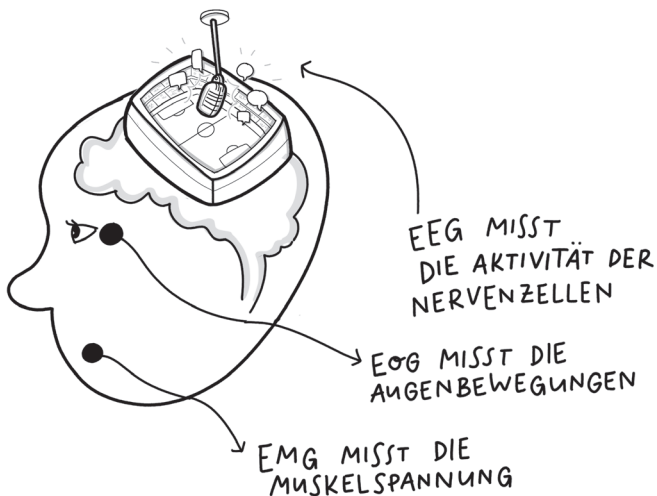
Gehirnströme und Schlaf – das EEG

Schlaf ist, wie wir mittlerweile wissen, für das reibungslose Funktionieren unseres Gehirns von zentraler Bedeutung. Kein Wunder also, dass wir in Schlaflaboren weltweit die Aktivität des Gehirns messen und aufzeichnen, um den Schlaf von Patienten zu bewerten.

Es war ein deutscher Arzt aus Jena, Hans Berger, der vor knapp hundert Jahren, im Jahr 1924, entdeckte, dass man den elektrischen Signalen der Nervenzellen unter der Schädeldecke lauschen kann, indem man kleine Silberplättchen mit Kabeln auf der Kopfhaut befestigt und diese mit einem Spannungsmessgerät verbindet. Aber was messen wir da eigentlich?

Nervenzellen leiten elektrische Ströme mittels geladener Teilchen (Ionen). Mit weitverzweigten Ärmchen (Dendriten) lauschen sie den Signalen ihrer Freunde und Nachbarn. Auf Basis dieser Signale und ihres eigenen Stimmungszustands geben sie ihre Meinung mit ihren Füßen (Axon) an Freunde und Verwandte weiter. Auf der Empfangsseite enthalten sie im Durchschnitt Informationen von 10 000 Nachbarn. Nervenzellen steht in der Kommunikation nicht viel mehr zur Verfügung als eine Art Morsecode. Sie können entweder feuern oder nicht feuern. Den genauen Code, mit dem Nervenzellen untereinander kommunizieren, versucht die Wissenschaft schon seit Jahrzehnten zu entschlüsseln.

Mit den Silberplättchen auf dem Kopf messen wir kleinste magnetische Veränderungen, die unter der Schädeldecke durch die Aktivität der Nervenzellen ausgelöst werden. Denn wenn Strom durch eine Leitung fließt, entsteht ein magnetisches Feld, wie bei einem Elektromagneten.



Leider vernehmen wir zunächst einmal ein lautes Gemurmel der Signale. Wir nehmen das Rockkonzert der Nervenzellen zwar wahr, sitzen aber nur vor dem Eingangstor. Denn zwischen Silberplättchen und Nervenzellen liegt, wie eine dicke Betonmauer, unsere Schädeldecke, nebst Kopfhaut, äußerer Hirnhaut, Spinnengewebshaut und innerer Hirnhaut, Hirnflüssigkeit und etwaigen Blutgefäßen. Wie beim Warten vor der Konzerthalle kommen die tiefen Bässe ganz gut durch, die hohen schnellen Vibrationen werden von den dicken Mauern aber herausgefiltert. Hinzu kommt: Nervenzellen sind extrem klein. Eine auf dem Gehirn platzierte Elektrode verhält sich wie ein Mikrofon über dem größten Fußballstadion Europas* mit dem Ziel, den Unterhaltungen der Besucher zu lauschen. Wenn die Besucher gerade ins Stadion strömen oder sich vor dem Spiel miteinander unterhalten, wird man durch das Stadionmikrofon nur ein Grundrauschen hören. Genau das erhalten wir mit der EEG-Elektrode im Wachzustand. Nur wenn etwas Aufregendes passiert, der Menge am Spannungshöhepunkt der Atem stockt oder ihr ein gemeinsames »Ahh« entfährt, wird man das mit dem Mikrofon

* Das Camp Nou in Barcelona bietet Platz für knapp 100 000 Besucher.

hören. Noch etwas wird man belauschen: gemeinschaftliche Euphorie nach einem Tor, insbesondere rhythmisches Klatschen zum Anfeuern der Spieler und La-Ola-Wellen, die kreisend durchs Stadium ziehen. Im Gegensatz zum Wachzustand ist der Schlaf voll von gemeinschaftlichen Feuermustern der Nervenzellen, die wir kategorisieren können und nach denen wir den Schlaf in Schlafstadien unterteilen. Man könnte sagen: Schlaf ist der Zustand des Gehirns, in dem die Nervenzellen gemeinsam leicht unterscheidbare Rhythmen klatschen.*

Hirnwellen

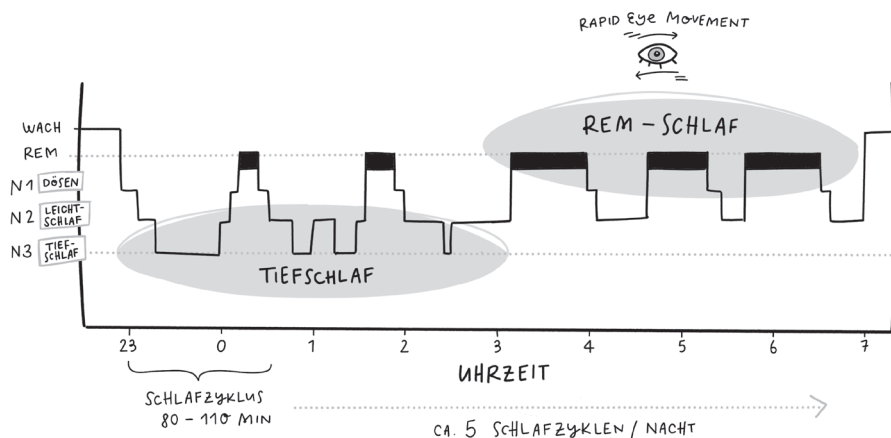
Jedes Mal, wenn das Publikum nach einem Konzert begeistert applaudiert, werde ich an die Aktivität meines Gehirns erinnert. Klingt ein bisschen nerdig, aber vielleicht geht es Ihnen nach dem Lesen dieses Buchs auch so. Denn Nervenzellen sind wie applaudierende Zuschauer. Ob Sie applaudieren oder nicht, hängt stark von Ihrem direkten Umfeld ab. Klatschen Ihre Nachbarn, werden Sie mitgerissen, je entfernter jemand klatscht, desto geringer die Wahrscheinlichkeit, dass Sie mitklatschen. Besonders fasziniert bin ich, wenn sich am Ende eines Konzertes ein rhythmisches ekstatisches Klatschen entzündet. Wumm – Wumm –

* Wir haben übrigens Glück, dass wir überhaupt etwas mit dem EEG hören können. Die außen gelegene menschliche Großhirnrinde ist im Gegensatz zu dem Hirn einer Fruchtfliege in sechs Schichten aufgebaut, wie bei einer Schwarzwälder Kirschtorte. In jeder Schicht stehen die Nervenzellen Spalier und sind wie Kompassnadeln in die gleiche Richtung ausgerichtet. Erst durch diese gleichförmige Anordnung entsteht ein einheitlich gepoltes elektrisches Feld mit Plus- und Minuspol und einem daraus entstehenden Magnetfeld, das mit der Elektrode messbar ist. Lägen die Nervenzellen kreuz und quer, würden sich die gegensätzlichen Ladungen aufheben. Die Nervenzellen könnten weiterhin arbeiten, wir könnten ihnen aber kaum mehr zuhören. Diese 6-stöckige Schichtung der Großhirnrinde findet sich in dieser Form nur bei Säugetieren. Weil sie sich bewährt hat, ist sie im Laufe der Evolution immer weiter gewachsen. Um 1800 cm² Hirnoberfläche, die etwa der Größe von drei DIN-A4-Blättern entspricht, trotzdem in einen geburtskanaltauglichen Schädel zu verpacken, liegt die Hirnrinde in Falten. Mit dem EEG lauschen wir daher im Grunde genommen überwiegend den Nervenzellen, die in den Gipfeln der Falten liegen (Gyri) und ein bisschen denen in den Tälern (Sulci). Von den innen liegenden Faltenwänden können wir mit dem EEG keine Signale empfangen.

Wumm. Etwa ein Klatscher pro Sekunde. Es ist unfassbar, aber genauso verhalten sich die Nervenzellen unserer Großhirnrinde im Tiefschlaf. Sie klatschen gemeinschaftlich mit ungefähr einem Schlag pro Sekunde (1 Hertz). Hirnoszillationen oder Hirnwellen sind das gemeinschaftliche rhythmische Klatschen (Feuern) von mehr als 10 000 Nervenzellen.

Rhythmusgymnastik im Schlaf

Die ersten regelmäßigen Hirnwellen, die Hans Berger damals mit seinem Elektroenzephalografen maß, hatten einen Rhythmus von acht bis 13 Schlägen pro Sekunde. Weil es die ersten Hirnwellen waren, die er sah, nannte er sie Alpha-Wellen. Sie treten vor allem beim entspannten Sitzen mit geschlossenen Augen auf, und auch während des ersten Schlafstadiums (N1), das mit Dösen gleichzusetzen ist. Je wacher das Gehirn, desto schneller die Rhythmen. Bei hoher geistiger Konzentration kommunizieren die Nervenzellen mit über 40 Schlägen pro Sekunde (Gamma-Wellen). Je schläfriger, desto langsamer. Das zweite Schlafstadium N2 zeichnet sich durch das Auftreten von sogenannten K-Komplexen aus. Das sind einzelne gemeinsame Schläge vieler Nervenzellen, erste, einzelne Tiefschlafwellen. Im Schlafstadium N3, dem eigentlichen Tiefschlaf, wird dann lang anhaltend im 1-Sekunden-Rhythmus geklatscht. Auf den K-Komplexen wie auch



auf den Tiefschlafwellen reiten wie kleine Surfer sogenannte Schlafspindeln. Das sind kleine, zehnmal so schnelle Zwischenwellen, auf die ich im nächsten Kapitel noch genauer eingehen werde.

Tiefschlafwellen

Der Schweizer Schlafforscher Alexander Borbély entdeckte in den 1980er-Jahren, dass die Stärke und Menge der Tiefschlafwellen davon abhängt, wie lange wir zuvor wach gewesen sind.⁵ Nach einem überlangen, geistig herausfordernden Tag fallen wir in einen besonders tiefen Schlaf mit besonders vielen langsamen Tiefschlafwellen. An ihnen können wir den Schlafdruck abmessen. Ihre Rolle scheint mit der sogenannten homöostatischen Funktion des Schlafes zusammenzuhängen, d.h. mit seiner Aufgabe, den Körper wieder ins stoffliche Gleichgewicht zurückzubringen.

Wenn einzelne Nervenzellgruppen übermüdet sind

Was passiert, wenn einzelne Nervenzellen übermüdet sind? Sie fallen bereits vorzeitig alleine in den langsamen 1-Sekunden-Feuer-Rhythmus. Schlaf kann also auch lokal in unserem Gehirn auftreten, während der Rest des Gehirns noch leidlich wach ist. In einem wegweisenden Experiment maß der Wissenschaftler Vlad Vyazovskiy die Hirnaktivität übermüdeten Ratten, während diese einen Hebelmechanismus drückten, um an ein Futterstückchen zu gelangen.⁶ Fielen während der Aufgabe einzelne Nervenzellgruppchen aufgrund von Übermüdung in den Tiefschlafmodus, gelang es den Ratten nicht, den einfachen Hebelmechanismus zu bedienen. Der Schlaf einzelner Nervenzellgruppen aufgrund von Übermüdung, während wir noch wach und bei Bewusstsein sind, lässt unsere Handlungen fahrig und unpräzise werden. Wir machen Fehler und vergessen, was wir eigentlich tun wollen. Bei Menschen lässt sich in übermüdeten Hirnregionen langsam-wellige Theta-Aktivität messen (5–9 Schläge pro Sekunde).⁷ Wenn wir anschließend in den Schlaf fallen, zeigen sich in den übermüdeten Regionen verstärkt langsame Tiefschlafwellen.

Unser Gehirn ist auch in der Lage, lokal tiefer zu schlafen, wenn einzelne Teile während des Tages besonders intensiv genutzt wurden. Nach intensiven Fingerübungen, wie beispielsweise nach stundenlangem Klavierspielen, treten solche Tiefschlafwellen vermehrt im rechten Parietallappen auf, der für die Fingermotorik von großer Bedeutung ist.⁸ Im Gegensatz dazu bewirkt eine Ruhigstellung des Armes durch eine Schiene eine Verminderung der Tiefschlafwellen im für Bewegungen zuständigen Bereich des Gehirns, dem sensomotorischen Kortex.⁹

Schlaf in der Petrischale

Langsamwellige Hirnaktivität scheint so etwas wie der Grundzustand von Nervensystemen zu sein. Lässt man junge Nervenzellen im Labor in einer Nährlösung wachsen, zeigen sie nach ein paar Tagen gemeinschaftliche An-Aus-Feuermuster im 1-Sekunden-Rhythmus.¹⁰ Es scheint, als würden die Nervenzellen eine Art Testsignal nutzen, um ihre Verbindungsstärke zu testen und einzustellen.

Ähnlich tritt langsamwellige Hirnaktivität nach großen Hirnschäden auf, beispielsweise nach Verkehrsunfällen oder Schlaganfällen. Je größer die geschädigten Bereiche, desto mehr Teile des Gehirns verharren im langsamen 1-Sekunden-Rhythmus. Nach meiner persönlichen Interpretation senden die Nervenzellen Testsignale, bis sich wieder eine normale Hirnaktivität entwickelt hat.

Zuckende Augen im Schlaf – die Entdeckung des REM-Schlafs

Erst 20 Jahre nach der Erfindung des Elektroenzephalografen (EEG) durch Hans Berger kam man dem letzten Schlafstadium auf die Schliche, dem sogenannten Rapid-Eye-Movement-Schlaf, kurz: REM-Schlaf. Er bezeichnet eine Phase, während der die Augen hinter den geschlossenen Lidern wild hin und her wandern.

Warum brauchte es so lange für diese Entdeckung? Ganz einfach: Die Hirnaktivität im REM-Schlaf unterscheidet sich nur minimal vom Wachzustand. Die ersten Wissenschaftler, die den Schlaf mittels EEG untersuchten, vermuteten zunächst, dass die Testperson,