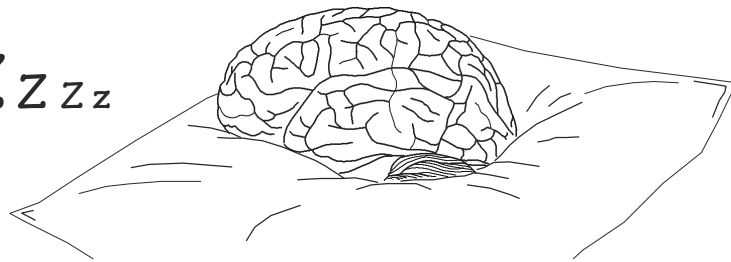


Schlaf

Z z z z



Jede Nacht ziehen wir uns in unsere Schlafzimmern zurück, klettern ins Bett und schlafen ein. Die meisten von uns schlafen etwa 8 Stunden, verbringen also rund ein Drittel ihres Lebens im Schlaf, zum Teil im Traum. Solltest du versuchen, diese Zeit anderweitig zu nutzen – nächtliche Partys oder Lern-Marathons vor der Prüfung – werden Kopf und Körper nicht lange mithalten können. Man kann es zwar herauszögern, aber nicht allzu lange. Der Schlaf-wach-Rhythmus ist einer von vielen Rhythmen des Gehirns und Körpers. Wozu dienen sie, welche Teile des Gehirns sind beteiligt und wie funktioniert es?

Im Takt Leben

Der Schlaf-wach-Rhythmus ist ein körpereigener Rhythmus, der innerhalb der ersten Lebensjahre mit dem Tag-Nacht-Zyklus verankert wird. Es ist eine **circadianer Rhythmus** – vom lateinischen *circa*, „ungefähr“, und *dies*, „Tag“. Es ist in jedem Lebensabschnitt wichtig: Babys schlafen phasenweise tagsüber und nachts, Kleinkinder machen oft ein Mittagsschläfchen und Erwachsene schlafen in der Regel nur nachts. Und Schlaf ist gesund – Winston Churchill, der britische Premierminister im Zweiten Weltkrieg, hat gerne mal 5-minütige Nickerchen gemacht – selbst während Kabinett-Besprechungen!

Die Verankerung von Schlaf-wach-Rhythmus und Tag-Nacht-Zyklus wird von einer kleinen Zellgruppe im Hypothalamus geregelt, die genau über dem Chiasma opticum liegt und **Nucleus suprachiasmaticus** heißt. Diese Neurone, die äußerst viele dendritische Synapsen haben, um alle gleichzeitig feuern zu können, sind Taktgeber der biologischen Uhr im Gehirn. Beim Menschen brauchen ihre „Zeiger“ etwas länger als einen Tag, um die Runde zu machen, aber Eingänge von den Augen rücken sie zurecht, indem sie Bescheid geben, wann Tag und Nacht ist. In Experimenten, in denen Probanden über längere Zeit in Höhlen gelebt haben, ohne zu wissen, welche Tageszeit gerade ist, pendelte sich ein Schlaf-wach-Rhythmus von etwa 25 Stunden ein.



SCN feuert tagsüber

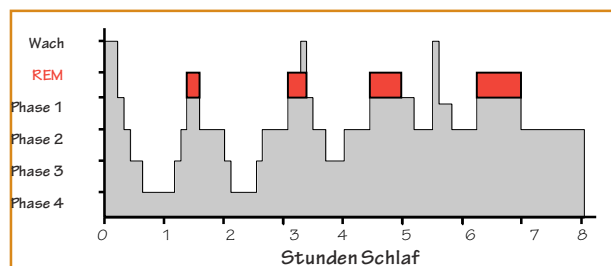
SCN ruht nachts

Der Nucleus suprachiasmaticus (SCN) ist die persönliche Uhr des Gehirns.

Die Schlafphasen

Schlaf ist nicht so ereignislos wie es scheint. Wenn bei einem Probanden im Schlaflabor (ein Labor mit Betten, nicht Werkbänken!) mittels Elektroden auf der Kopfhaut das Elektroenzephalogramm (EEG) abgeleitet wird, sieht man mehrere verschiedene Schlafphasen. Im Wachzustand ist die elektrische Hirnaktivität niedrigamplitudig. Beim Einschlafen wird das EEG zuerst flacher, dann werden mehrere Phasen des sogenannten **Tiefschlafs** durchlaufen, in denen die Schwingungsweite allmählich höher und die Frequenz geringer wird. Warum das so ist, ist noch nicht ganz klar. Man nimmt jedoch an, dass, wenn die Neurone im Gehirn weniger auf äußere Reize reagieren, sie sich zunehmend untereinander synchronisieren. Der Muskeltonus nimmt ab, da die verantwortlichen Neurone aktiv gehemmt werden, außer diejenigen, die für Atmung und Herzschlag verantwortlich sind – beides geht zum Glück normal weiter!

Die ganze Nacht hindurch durchlaufen wir abwechselnd die verschiedenen Schlafphasen. In einer der Phasen sieht das EEG wie im Wachzustand aus und die Augen bewegen sich unter den Lidern hin-und-her. Das ist der sogenannte **REM-Schlaf** (REM steht für „rapid eye movement“, was Englisch für „schnelle Augenbewegung“ ist), in dem wir am ehesten träumen. Wenn man jemandem im REM-Schlaf weckt, wird er fast immer über Träume berichten, selbst wenn er ansonsten sagt, er träumt nie (teste es doch einfach mal an jemandem aus deiner Familie!). Jeder von uns hat etwa 4 bis 6 kurze Episoden REM-Schlaf pro Nacht. Säuglinge haben noch mehr REM-Schlaf, und sogar Tiere haben REM-Schlaf.



Der normale nächtlich Schlaf von 8 Stunden besteht aus einem Muster verschiedener Schlafphasen, wobei etwa 4 REM-Phasen (rote Bereiche) auftreten.

Schlafentzug

Vor einigen Jahren hat sich der amerikanische Teenager Randy Gardner vorgenommen, ins Guinness Buch der Rekorde für den längsten Schlafentzug zu kommen. Er musste 264 Stunden ohne Schlaf auskommen – und hat es geschafft! Es war ein gut kontrolliertes Experiment,

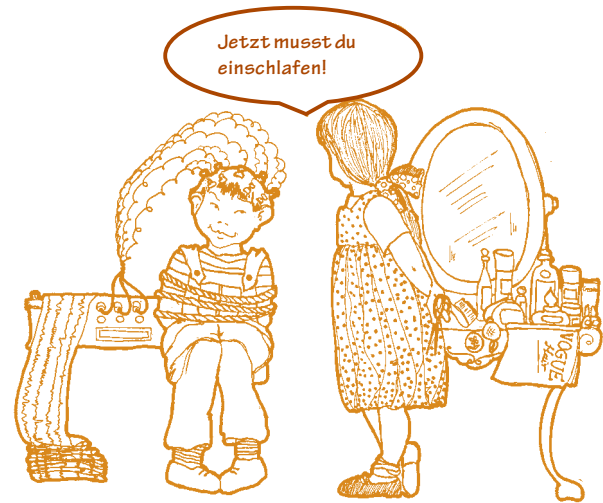
geleitet von Ärzten der amerikanischen Marine – wir würden es dir nicht empfehlen! Erstaunlicherweise hat er es sehr gut überstanden. Die Hauptschwierigkeiten, die er hatte, außer der großen Müdigkeit, waren Probleme mit dem Sprechen und der Konzentration, Gedächtnislücken und halluzinatorische Tagträume. Aber sein Körper blieb im exzellenten Zustand und er wurde nicht psychotisch oder verlor nicht den Bezug zur Realität. Als der Versuch beendet war hatte er einen kleinen Rückfall und schlief die nächste Nacht 15 Stunden und auch in den kommenden Nächten immer etwas länger. Dieser und ähnliche Versuche überzeugten Schlafforscher, dass Schlaf hauptsächlich dem Gehirn dient und nicht so sehr dem restlichen Körper. Solche Rückschlüsse wurden auch nach anderen vergleichbaren Versuchen, sowie kontrollierten Tierversuchen gezogen.

Warum schlafen wir?

Es gibt noch viele Rätsel in den Neurowissenschaften; Schlaf ist eines davon. Einige meinen, Schlaf sei bloß eine einfache Weise, Tiere unbeweglich zu halten und sie so nachts vor Gefahren zu schützen. Aber das kann nicht die ganze Wahrheit sein. Schlafentzug-Versuche deuten darauf hin, dass REM- und gewisse Phasen des Tiefschlafes dem Gehirn erlauben, sich zu erholen. Hauptsächlich geschieht dies in den ersten 4 Stunden des Schlafes. Möglicherweise erlaubt es dem Gehirn Sachen zurückzustellen und die beste Zeit dafür ist, wie bei einem Schiff, dass im Hafen Anker setzt, wenn das Gehirn gerade nicht aufmerksam und wachsam sein muss oder auf sensorische Reize eingehen oder Bewegungen regeln muss. Untersuchungen haben auch ergeben, dass wir im Schlaf das tagsüber Gelernte erhärten – ein wichtiger Vorgang des Lernens.

Wie funktionieren Rhythmen?

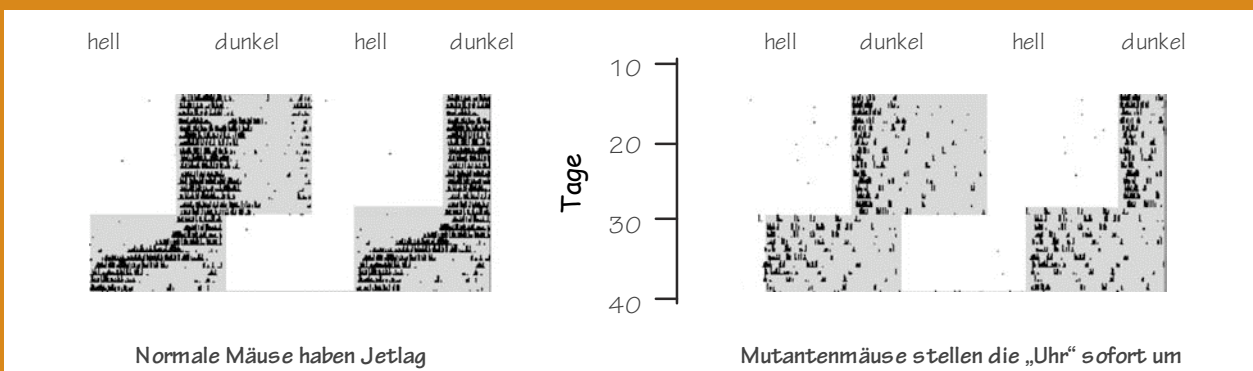
Man hat viel über die neuronalen Mechanismen rhythmischer Aktivitäten wie dem Schlaf gelernt, indem man beim Übergang zwischen den Schlafphasen die Aktivität von Neuronen in verschiedenen Hirnregionen abgeleitet hat. So hat man ein aktivierendes System im Hirnstamm gefunden, dass mithilfe von Neuromodulatoren, darunter auch



Adenosin, eine Art **molekularer Kettenreaktion** auslöst, die uns durch die unterschiedlichen Schlafphasen führt. Durch Synchronisation werden dann Netzwerke von einer in die nächste Phase geleitet.

Einen großen Fortschritt hat das Fach Neuro-Genetik gebracht. Mehrere Gene wurden gefunden die, wie die Zahnräder und Schrauben einer Uhr, die molekularen Bauteile des neuronalen Taktgebers sind. Man hat rausgefunden, dass in **Drosophila**, der Fruchtfliege, zwei Gene – **per** und **tim** – Proteine herstellen die in Wechselwirkung treten und ihre eigene Herstellung regulieren. Die Herstellung von mRNA und Proteinen fängt früh am Tag an; die Proteine sammeln sich an, verbinden sich und hemmen so die weitere Herstellung. Das Tageslicht trägt zum Abbau der Protein bei und so fällt deren Spiegel unter einem gewissem Niveau bis dann die Gene wieder ans Werk gehen PER- und TIM-Protein zu machen. Dieser Kreislauf wird stets durchlaufen, selbst wenn die Neuronen in einer Petrischale am Leben gehalten werden. Die innere Uhr der Säugetiere tickt auf ähnliche Art und Weise wie die der Fliegen. Circadiane Rhythmen sind aus evolutionärer Sicht sehr alt und so ist es nicht erstaunlich, dass die Uhren so unterschiedlicher Lebewesen von den gleichen Molekülen angetrieben werden.

An der Forschungsfront



Mäuse ohne Jetlag!

Um die molekularen Mechanismen circadianer Rhythmen besser zu verstehen, haben Neurowissenschaftler Mäuse gezüchtet, in denen die Gene im Nucleus suprachiasmaticus „ausgeschaltet“ wurden. Diesen VIPR2-Mäusen geht es gut und sie verhalten sich auch entsprechend der Tageszeit. Die schwarzen Punkte in den obigen Mustern zeigen die Aktivität der Mäuse – ein Tagesrhythmus mit nächtlicher Aktivität (graue Zonen). Wenn jedoch der Zeitpunkt des Tagesbeginns 8 Stunden nach vorn versetzt wird (am 25. Tag), brauchen normale Mäuse einige Tage um ihren Rhythmus umzustellen (Jetlag). Die „ausgeschalteten“ Mäuse stellen sich sofort um. Solche Studien helfen uns zu verstehen, durch welche molekularen Mechanismen Licht die circadianen Rhythmus-Gene regelt.