

Spektrum
der Wissenschaft

KOMPAKT



SCHLAFEN & TRÄUMEN

Unser Körper im Ruhezustand

Klarträume

Auftauchen aus der
Traumwelt

Immunsystem

Guter Schlaf für
gute Gesundheit

Wahrnehmung

Der Duft
der Träume



Daniela Zeibig

Liebe Leserin, lieber Leser,
Menschen tun es, Katzen, Vögel, Kakerlaken und sogar Taufliegen: Ich rede natürlich vom Schlafen! Doch obwohl scheinbar alle Tierarten ein ausgeprägtes Ruhebedürfnis verspüren, gibt die Frage, warum wir eigentlich schlafen müssen, Forschern nach wie vor einige Rätsel auf. Klar ist nur: Gönnen wir uns auf Dauer zu wenig Nachtruhe, hat das in aller Regel ernsthafte Konsequenzen für unsere Gesundheit und unsere geistige Fitness. Dabei ist das Gehirn im Gegensatz zum restlichen Körper auch im Schlaf alles andere als untätig. Das zeigt sich am deutlichsten in der Phase des so genannten REM-Schlafs, in der wir oft auch lebhaft träumen. Manche Menschen können sich sogar darüber bewusst werden, dass sie gerade träumen und ihre Traum Inhalte willentlich steuern. Was genau hinter dieser Fähigkeit steckt – und wie man sie sogar erlernen kann –, ist ebenfalls ein Thema dieses Kompakts.

Eine spannende Lektüre wünscht Ihnen

CHEFREDAKTEURE: Prof. Dr. Carsten Könneker (v.i.S.d.P.), Dr. Uwe Reichert
REDAKTIONSLEITER: Christiane Gelitz, Dr. Hartwig Hanser, Dr. Daniel Lingenhöhl
ART DIRECTOR DIGITAL: Marc Grove
LAYOUT: Oliver Gabriel
SCHLUSSREDAKTION: Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
BILDREDAKTION: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
PRODUKTMANAGERIN DIGITAL: Antje Findekle
VERLAG: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Tiergartenstr. 15–17, 69121 Heidelberg, Tel. 06221 9126-600, Fax 06221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114, UStd-Id-Nr. DE147514638
GESCHÄFTSLEITUNG: Markus Bossle, Thomas Bleck
MARKETING UND VERTRIEB: Annette Baumbusch (Ltg.)
LESER- UND BESTELLSERVICE: Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ute Park, Tel. 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.de

Die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH ist Kooperationspartner der Nationales Institut für Wissenschaftskommunikation gGmbH (NaWik).

BEZUGSPREIS: Einzelausgabe € 4,99 inkl. Umsatzsteuer
ANZEIGEN: Wenn Sie an Anzeigen in unseren Digitalpublikationen interessiert sind, schreiben Sie bitte eine E-Mail an anzeigen@spektrum.de.

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung des Verlags unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt den Verlag zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2016 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bildnachweise: Wir haben uns bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar nachträglich gezahlt. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

FOLGEN SIE UNS:



04

NEUROWISSENSCHAFT

Warum wir schlafen

Während der Nachtruhe entfernt oder schwächt das Gehirn bestimmte Nervenzellverbindungen

FOTOLIA / AGSANDREW

13

IMMUNSYSTEM

Guter Schlaf für gute Gesundheit

Schlafmangel kann zu chronischen Krankheiten führen

FOTOLIA / ELIZABETH ENGLE

21

HIRNFORSCHUNG

Der Traumdetektor

Ein Computer erkennt Träume

ISTOCK / INA PETERS

23

WAHRNEHMUNG IM SCHLAF

Der Duft der Träume

Wie Sinnesreize das nächtliche Kopfkino beeinflussen

FOTOLIA / STEFAN KÖRBER

30

KLARTRÄUME

Auftauchen aus der Traumwelt

Taugen Klarträume als Bewegungstraining oder Therapie?

FOTOLIA / PATRIZIA TILLY

39

TRAUMFORSCHUNG

Den Nachtmahr verjagen

Gegen Alpträume gibt es einfache und wirksame Gegenmittel

FOTOLIA / ANDREIUC88

55

INTERVIEW

Vokabellernen mit Rosenduft

Wie Schlaf das Gedächtnis unterstützt

WOLFRAM SCHEIBLE, UNIVERSITÄT TÜBINGEN; MIT FRDL. GEN. DES ARCHIVS DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN

61

NA KLAR!

Wie lange kann man wach bleiben?

Stirbt man an zu wenig Schlaf?

FOTOLIA / ROSTISLAV SEDIACEK

The background is a complex, abstract composition. It features a central circular structure with a glowing yellow and orange core, surrounded by intricate, glowing green and yellow lines that resemble neural pathways or data connections. The overall color palette is dominated by dark blues, greens, and yellows, with a sense of depth and movement. The lines and structures appear to be layered, creating a three-dimensional effect.

NEUROWISSENSCHAFT

Warum wir schlafen

von **Giulio Tononi** und **Chiara Cirelli**

Während der Nachtruhe entfernt oder schwächt das Gehirn bestimmte Kontakte zwischen Nervenzellen. Dieses neuronale Ausmisten ist sinnvoll: Es spart Energie – und sorgt für ein gut arbeitendes Gedächtnis.

Schlafen ist schon etwas Seltsames – blind, stumm, wie gelähmt liegen wir im Bett. Das Gehirn ist jedoch sehr aktiv: Seine Nervenzellen feuern fast so häufig wie im Wachzustand. Wozu dient diese rastlose Aktivität in einer Phase, in der wir uns doch angeblich ausruhen? Und warum entkoppelt sich dabei das Bewusstsein von der Umwelt, während das Gehirn sozusagen Selbstgespräche führt?

Auf jeden Fall scheint der Schlaf äußerst wichtig zu sein – schließlich findet er sich nach heutigem Wissen wohl bei allen Tieren in irgendeiner Form. Und dies, obwohl sie im Zustand bewusstloser Reaktionsunfähigkeit dem Angriff eines Feindes leichter zum Opfer fallen können. Vögel schlafen, Leguane schlafen, Kakerlaken schlafen – und sogar Tauflieden, wie wir und andere Forscher bereits Anfangs des neuen Jahrtausends nachwiesen.

Um Schlaf auch unter erschwerten Bedingungen zu ermöglichen, entstanden im Lauf der Evolution einige erstaunliche Anpassungen. So bleibt bei Delfinen und anderen Meeressäugern, die zum Atmen immer wieder an die Wasseroberfläche

kommen müssen, abwechselnd jeweils eine ihrer beiden Hirnhälften wach.

Wissenschaftler fragen sich seit Langem, weshalb Schlaf für die unterschiedlichsten Kreaturen so wichtig ist. Schon etwa Anfang der 1990er Jahre, als wir beide gemeinsam an der Scuola Superiore Sant'Anna im italienischen Pisa arbeiteten, kam uns hierzu ein Gedanke: Möglicherweise versetzt die Hirnaktivität beim Schlafen all die Milliarden von Verbindungen zwischen einzelnen Nervenzellen, die sich wegen der vielfältigen Ereignisse und Eindrücke eines Tages verändert haben, wieder in eine Art Grundzustand zurück. Dieser Hypothese zufolge ermöglicht Schlafen einem Individuum, sein Leben lang neue Gedächtnisinhalte zu formen, ohne dass sich die Kapazität des Gehirns erschöpft oder ältere Erinnerungen verloren gehen.

So ließe sich auch erklären, weshalb die Wahrnehmung der Umwelt während des Schlafs abgeschaltet bleibt. Das unterbricht demnach die bewusste Erfahrung des Hier und Jetzt, damit das Gehirn neue und alte Gedächtnisinhalte zusammenführen kann. Für diesen Prozess bietet der Schlaf einen geschützten Raum.

AUF EINEN BLICK

Rastlose Ruhe

- 1 **Schlaf** tritt offenbar bei allen Tieren auf. Daher dürfte er eine **lebenswichtige Funktion** erfüllen.
- 2 Laut den Studien der Autoren und anderer Forscher schwächt Schlaf die Kontakte zwischen den Nervenzellen, die **Synapsen**. Dies überrascht zunächst, da Synapsen in Wachphasen gestärkt werden – was **Lernen und Gedächtnis** fördert.
- 3 Doch das Phänomen erweist sich als sinnvoll: Die **Schwächung** der Synapsen im Schlaf verhindert, dass die Hirnzellen mit tagsüber angesammelten Einflüssen überflutet werden und zu viel **Energie** verbrauchen.

Unter Forscherkollegen, die den Schlaf und seine Bedeutung für Lernen und Gedächtnis untersuchen, ist unsere Hypothese umstritten. Denn laut konventioneller Sichtweise verstärkt die Hirnaktivität während des Schlafs jene neuronalen Verbindungen, die an der Bildung neuer Gedächtnisinhalte mitwirken. Wir dagegen vermuten, dass Schlaf zum Wiederherstellen eines neuronalen Ausgangszustands die Kontaktstellen zwischen den feuernden Nervenzellen schwächt. Die Ergebnisse jahrelanger Forschungen an den verschiedensten Organismen, von Fliegen bis zum Menschen, stützen unsere Ansicht.

Ein kurzes Nickerchen fördert die Merkfähigkeit

Die Überlegung, Schlaf sei grundsätzlich für das Gedächtnis wichtig, kam erstmals vor etwa 100 Jahren auf. Zahlreiche Experimente zeigten seitdem, dass neue Inhalte nach einer durchgeschlafenen Nacht oder auch nur einem kurzen Nickerchen besser haften, als wenn die Versuchsperson die gleiche Zeit wach bleibt. Dies gilt sowohl für »explizite« Informationen wie Vokabeln und Orte als auch für das »prozedurale« Gedächtnis, das Fertigkeiten wie das

Spielen eines Musikinstruments zu Grunde liegt.

Ausgehend von dieser Erkenntnis suchen Forscher nach Anzeichen dafür, dass das Gehirn neu erworbene Gedächtnisinhalte nachts rekapituliert. Seit den 1990er Jahren führten sie eine Reihe von Studien zunächst bei Nagetieren und später bei menschlichen Probanden durch, laut denen tatsächlich manche neuronale Aktivitätsmuster während des Schlafs solchen ähneln, die zuvor im Wachzustand auftraten. Wenn zum Beispiel eine Ratte lernt, sich in einem Labyrinth zurechtzufinden, feuern bestimmte Nervenzellen im Hippocampus – einer für das Gedächtnis wichtigen Hirnregion – in charakteristischen Abfolgen. Schläft das Tier danach ein, wiederholen sich solche Sequenzen häufiger, als es zufällig zu erwarten wäre.

Daher vermuteten viele Forscher, dass dieses wiederholte nächtliche »Abspielen« neue Gedächtnisinhalte festigt, indem es gerade solche Nervenzellkontakte (fachlich: Synapsen) verstärkt, die bereits während der vorangegangenen Wachphase aktiver waren. In der Tat war von wachen Tieren her bereits bekannt: Nach wiederholtem Feuern miteinander verbundener Neuro-

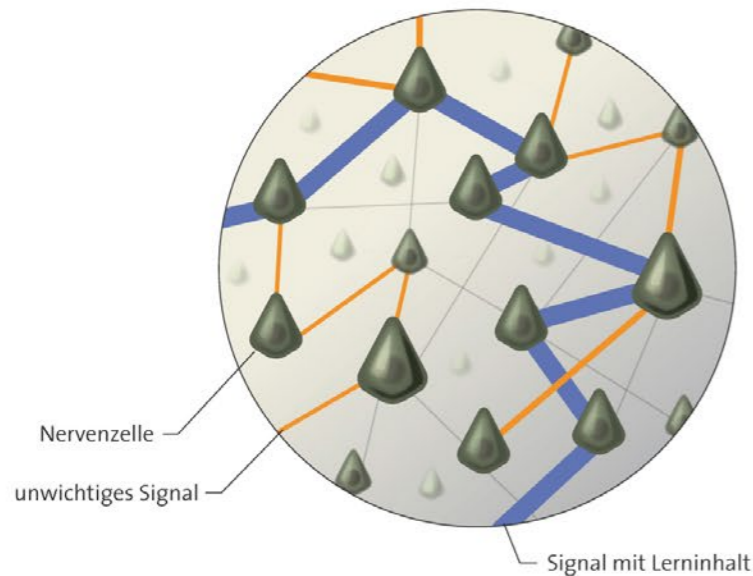
ne leiten die daran beteiligten Synapsen Signale bereitwilliger weiter. Laut einer verbreiteten Annahme speichert dies Gedächtnisinhalte besser in den neuronalen Verschaltungen ab. Die meisten Forscher halten diese »synaptische Potenzierung« für den entscheidenden Mechanismus von Lernen und Gedächtnisbildung.

Aber dafür, dass Synapsen auch beim Schlafen durch Aktivität stärker werden, fehlen bisher jegliche Belege. Unserer Vermutung zufolge würde sowohl wiederholtes Abspielen als auch anscheinend zufälliges Feuern während des Schlafs die Verbindungen zwischen den Neuronen eher schwächen als kräftigen.

Viele Gründe sprechen für die Annahme, dass Synapsen nicht immer nur gestärkt werden dürfen, damit das Gehirn überhaupt richtig funktionieren kann. So verbrauchen starke Synapsen mehr Energie, und über diese verfügt das Gehirn nicht unbegrenzt. Es benötigt fast 20 Prozent der gesamten Energie des menschlichen Körpers – auf das Gewicht bezogen mehr als jedes andere Organ. Mindestens zwei Drittel des Bedarfs im Gehirn entfallen dabei auf die Synapsen. Für deren Aufbau und Erhalt müssen die Neurone zu-

WACHZUSTAND

Nervenzellen feuern gleichermaßen als Antwort auf wichtige (als Erinnerung speicherwürdige; blau) wie unwichtige Reize (orange) aus der Umgebung, was die Synapsen in den aktivierten neuronalen Netzen stärkt.



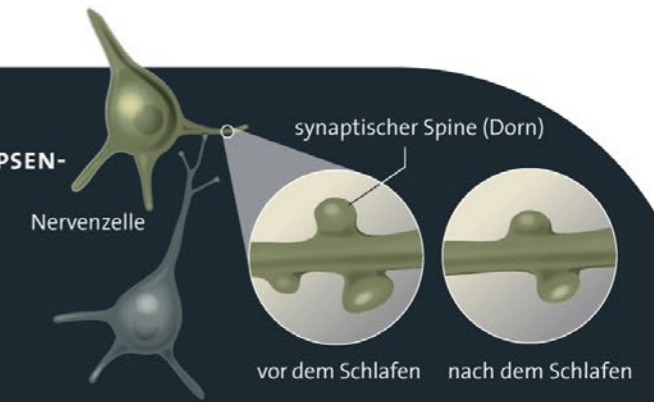
SCHLAFZUSTAND

Spontanes Feuern löst oder schwächt (dünne Linien) neuronale Verknüpfungsstellen. Dabei werden vor allem unwichtige Synapsen abgebaut, so dass wesentliche Gedächtnisinhalte bestehen bleiben.

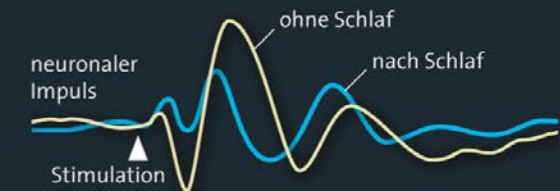


BELEGE FÜR DIE SYNAPSEN-SCHWÄCHUNG

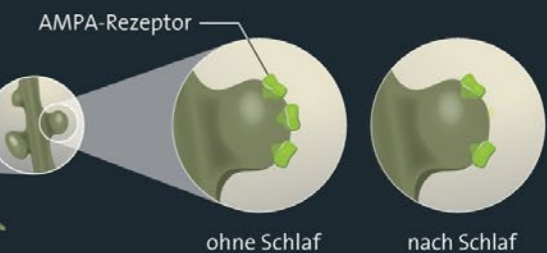
Die Anzahl der synaptischen Spines – Zellstrukturen, an denen Signale ankommen – nimmt bei Fliegen und Mäusen im Lauf des Tages zu, und geht während des Schlafs zurück.



Sowohl bei Ratten als auch bei Menschen antworten elektrisch oder magnetisch stimulierte Nervenzellen stärker, wenn das Individuum unter Schlafmangel leidet, als wenn es ausreichend geschlafen hat.



Bei erwachsenen Nagetieren vermehren sich im Wachzustand die AMPA-Rezeptoren: Proteinmoleküle, welche die Stärke der Synapsen erhöhen. Ihre Anzahl nimmt während des Schlafs wieder ab.



SCHLAF UND GEDÄCHTNIS

Wenn wir wach sind, entstehen dauerhafte Erinnerungen, indem gemeinsam feuernde Nervenzellen ihre Kontaktstellen, die so genannten Synapsen, verstärken. Bisher nahmen Forscher an, dass die Reaktivierung neuronaler Schaltkreise während des Schlafens die Synapsen weiter festigt. Offenbar ist jedoch das Gegenteil der Fall (rechte Seite): Spontane Aktivität der Nervenzellen im Schlaf scheint Synapsen zu schwächen und auf eine Art Grundzustand zurückzuführen. Das spart Energie und reduziert die Belastung der Neurone. Die Wiederherstellung dieses Grundzustands – die synaptische Homöostase – könnte der eigentliche Zweck des Schlafs sein.