

Warum träumen wir?

Gut ein Viertel unseres Lebens verbringen wir im Traum. Haben die flüchtigen Bilder und Szenen eine Funktion, oder sind es nur Leerlaufprodukte des Gehirns? Neue Forschungsergebnisse weisen auf wichtige Aufgaben des nächtlichen Kopfkinos hin.

Von Isabelle Arnulf

Viele Träume wirken wie ein buntes Sammelsurium von zusammenhanglosen Szenen – eine sinnlose Abfolge von Erlebnissen, Eindrücken und Gefühlen. Seit über 100 Jahren möchten Psychologen und Neurowissenschaftler die Gedankenwelt im Schlaf ergründen. Doch nach wie vor ist das schwierig, und zwar nicht nur wegen der oft mangelnden Logik von Träumen, sondern vor allem auch deswegen, weil es meistens nicht möglich ist, mit dem Schlafenden zu kommunizieren.

Um doch Blicke hinter diesen Vorhang zu erhaschen, kombinieren Forscher verschiedenste Messungen. Während einer solchen Polysomnografie werden zugleich mit einem EEG – den am Schädel abgegriffenen Hirnströmen – eine Reihe anderer Verhaltens- und physiologischer Parameter aufgezeichnet, darunter Augenbewegungen, Muskeltonus, Herzrhythmus und Atemvolumen sowie Bewegungen der Finger und Gliedmaßen. Bereits vor über 50 Jahren stellte sich hierdurch heraus, dass die einzelnen Schlafzyklen grob aus zwei verschiedenen Phasen bestehen: aus Abschnitten mit eher langsamen, großen Hirnwellen, die sich ihrerseits in mehrere Leicht- und Tiefschlafstadien gliedern; und Episoden des so genannten paradoxen Schlafs mit schnellen, niedrigen Wellen, der wegen der dabei auftretenden raschen Augenbewegungen (englisch: rapid eye movements) auch REM-

Schlaf heißt. Die Abschnitte mit langsamen Wellen werden demgegenüber NichtREM-, NREM- oder orthodoxer Schlaf genannt. Zunächst hieß es, Träume würden nur während des paradoxen Schlafs auftreten. Das ist längst widerlegt.

Bei der ältesten und einfachsten Methode der Traumforschung wacht die Person von selbst auf und erzählt gleich ihren Traum, bevor er verblasst. Oder sie führt Tagebuch, beziehungsweise malt die erinnerten Szenen, alles sofort nach dem Aufwachen. Heutzutage benutzen Menschen dazu auch gern Smartphones. Solche Berichte werden in umfangreichen Traumdatenbanken gesammelt und sortiert, wie in der von William Domhoff von der University of California in Santa Cruz mit über 20 000 Einträgen in verschiedenen Sprachen. Ein Ordner enthält zum Beispiel die Träume von 120 Grundschulkindern einer Schule in San Francisco an einem bestimmten Tag. Ein anderer umfasst über 4000 Träume einer Frau namens Barbara aus 30 Jahren.

Indianer sind nicht besonders aggressiv

Analysen solcher Datenbanken ergaben einige aufschlussreiche Muster (siehe »Statistik von Traumgehalten«, S. 24). Demnach enthalten Träume etwa doppelt so viel negative wie positive Gefühle, also mehr Angst, Wut oder Scham als Freude, Glück und Lust. Sexuelle Empfindungen sind wider Erwarten selten. Anhand der Datenbanken lassen sich auch Träume von Kindern und Erwachsenen, von Blinden und Sehenden oder von gelähmten und bewegungsfähigen Personen vergleichen. So wies Domhoff 2008 nach, dass Indianer vom Stamm der Navajo im Traum entgegen der Erwartung keine ausgeprägtere Aggressivität erleben als Schweizer, dass sie dabei jedoch stärker den Körper einsetzen und die Schweizer mehr Worte. Eher zu unserer Vorstellung passt ein Befund der dänischen Neurobiologin Amani Meaidi von 2014, wonach die Träume Blinder mehr Hör- und taktile Eindrücke enthalten als die Sehender.

Leider hat die Methode, Träume nach dem Aufwachen aufzuzeichnen, ihre Grenzen. Das Erinnerungsvermögen und auch die Genauigkeit sind naturgemäß eingeschränkt und überdies individuell sehr verschieden. Männer erinnern sich im Schnitt weniger als Frauen, und kreative Personen

AUF EINEN BLICK

SCHULUNG IM SCHLAF

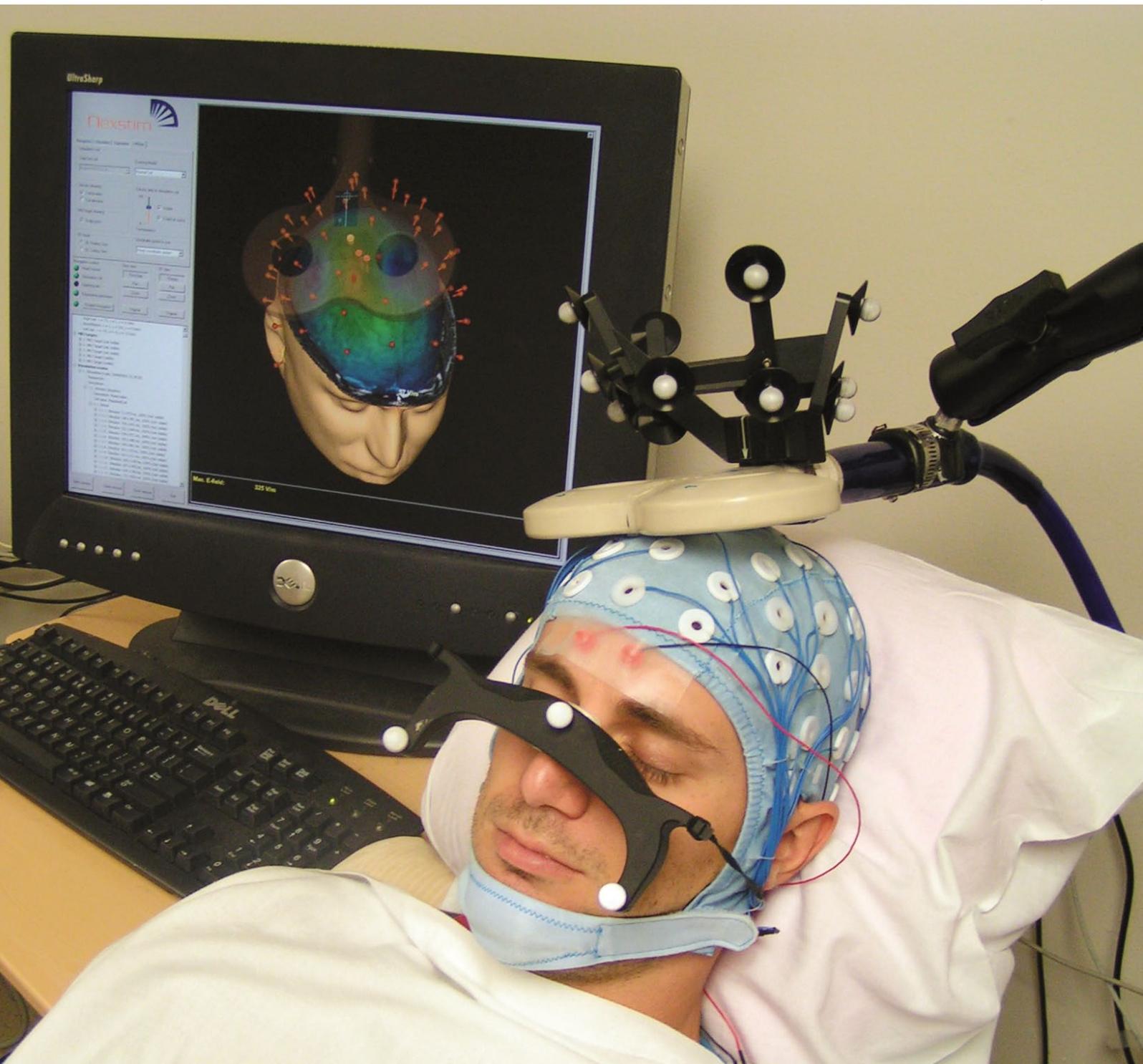
1 Traumforscher erkunden Schlaferlebnisse mit modernsten Techniken und vielerlei Tricks. Zum Beispiel beobachten sie **Hirnaktivitäten** bezüglich Intelligenzaufgaben oder kommunizieren mit **Klarträumern** über deren Zeitempfinden.

2 Entgegen früheren Beobachtungen träumen Menschen in allen Phasen des Schlafs. Typischerweise begegnet man im **Tiefschlaf** Situationen, vor denen man fliehen möchte, während man sich im **paradoxen Schlaf** gegen Angriffe wehrt.

3 Träume trainieren so den Umgang mit Gefahren, negativen **Emotionen** – und soziale Begegnungen. Sie bereiten uns auf **zukünftige Herausforderungen** vor.

Nicht nur bei Schlafstörungen, auch zu Forschungszwecken werden so genannte Polysomnografien durchgeführt. Der Patient oder Proband wird an eine Anzahl Messgeräte angeschlossen, die ein EEG der Hirnströme aufzeichnen oder wie hier sogar Magnetresonanztomografien der Hirnaktivität des Schlafenden erstellen. Zusätzlich erfassen Forscher Gesichtsmimik und Augenbewegungen sowie je nach Bedarf verschiedenste weitere Körperfunktionen und Bewegungen.

MIT FRDL. GEN. VON MARCELLO MASSIMINI, UNIVERSITÄT MAILAND



mehr als andere. Allerdings lässt sich dies durch Training verbessern. Dennoch ist die Traumaubeute lange nicht so gut, als wenn man jemanden aus dem Schlaf reißt und direkt befragt.

Zum Glück für die Traumforschung bleiben Schlafende nicht völlig bewegungs- und ausdruckslos. Mindestens 70 Prozent reden manchmal, wenn auch höchstens einer von hundert jede Nacht. Damit ist der Mensch übrigens nicht allein. Hunde geben kurze Laute von sich, die an Bellen oder Jagen erinnern, Pferde wiehern leise, manche Sittiche zwitschern ganz zart. Bereits der französische Naturforscher Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707–1788) wusste, dass Nachtigallen im Traum gedämpft singen. 2011 zeigten Dorothee Kremers und ihre Kollegen von der Université de Rennes, dass schlafende Delfine, die im Zoo lebten, Walgesang wiedergaben, den sie in ihrer Umgebung gehört hatten.

Was Menschen im Schlaf sagen, pflegt recht gut zu dem zu passen, was sie nach dem Aufwachen erzählen, und entspricht offenbar ihren eigenen Äußerungen im Traum. Die folgende Aufzeichnung von einem Mann in unserem Schlaflabor zeigt, wie er in einer geträumten Unterhaltung nur sei-

Die Mär vom speziellen Traumschlaf

Ein weit verbreiteter Irrtum besagt, wir träumten nur während des paradoxen oder REM-Schlafs. Dieser zeichnet sich aus durch typische rasche Augenbewegungen, die den Eindruck erwecken, als würde man einen inneren Film ansehen. Zwar berichten Menschen, die in dieser Phase geweckt werden, in 80 Prozent der Fälle, sie hätten gerade geträumt. Aber auch beim langsamwelligen NichtREM-Schlaf sind es immerhin 50 Prozent. Der amerikanische Psychologe David Foulkes zeigte schon Anfang der 1960er Jahre, dass auch im NichtREM-Schlaf lange Träume mit komplexen Szenarien auftreten. Das gilt sogar für ein kurzes Nickerchen, bei dem normalerweise kein REM-Stadium vorkommt. Auch wenn man den REM-Schlaf medikamentös während der ganzen Nacht unterdrückt, haben die Menschen Träume, wie wir 2012 nachwiesen.

Anscheinend steht die geistige Aktivität im Schlaf niemals still. Doch offenbar bleibt sie verschieden gut im Gedächtnis. Einer Arbeit von Luigi De Gennaro von der Sapienza – Università di Roma von 2011 zufolge erinnert man sich besser, wenn bestimmte Hirnwellen kurz vor dem Aufwachen sehr intensiv sind. Die gleichen Wellen begünstigen das Lernen im Wachzustand.

Die Traumhalte während der verschiedenen Schlafzustände unterscheiden sich allerdings qualitativ, sicherlich wegen der anderen Hirnaktivität. So treten im paradoxen Schlaf stärkere Gefühle auf. Die Amygdala, ein Emotionszentrum, ist in diesem Zustand oft auffallend aktiv.

nen eigenen Part äußert: »Mit deinen Problemen hab ich ein Problem, das ist dein Problem, das musst du selbst packen ... (Pause) ... Wenn es dir nicht passt, dann geh! ... (Pause) ... Du hast mich fast angegriffen ... (Pause) ... Das darfst du nie wieder machen, bei mir bin ich der Chef.«

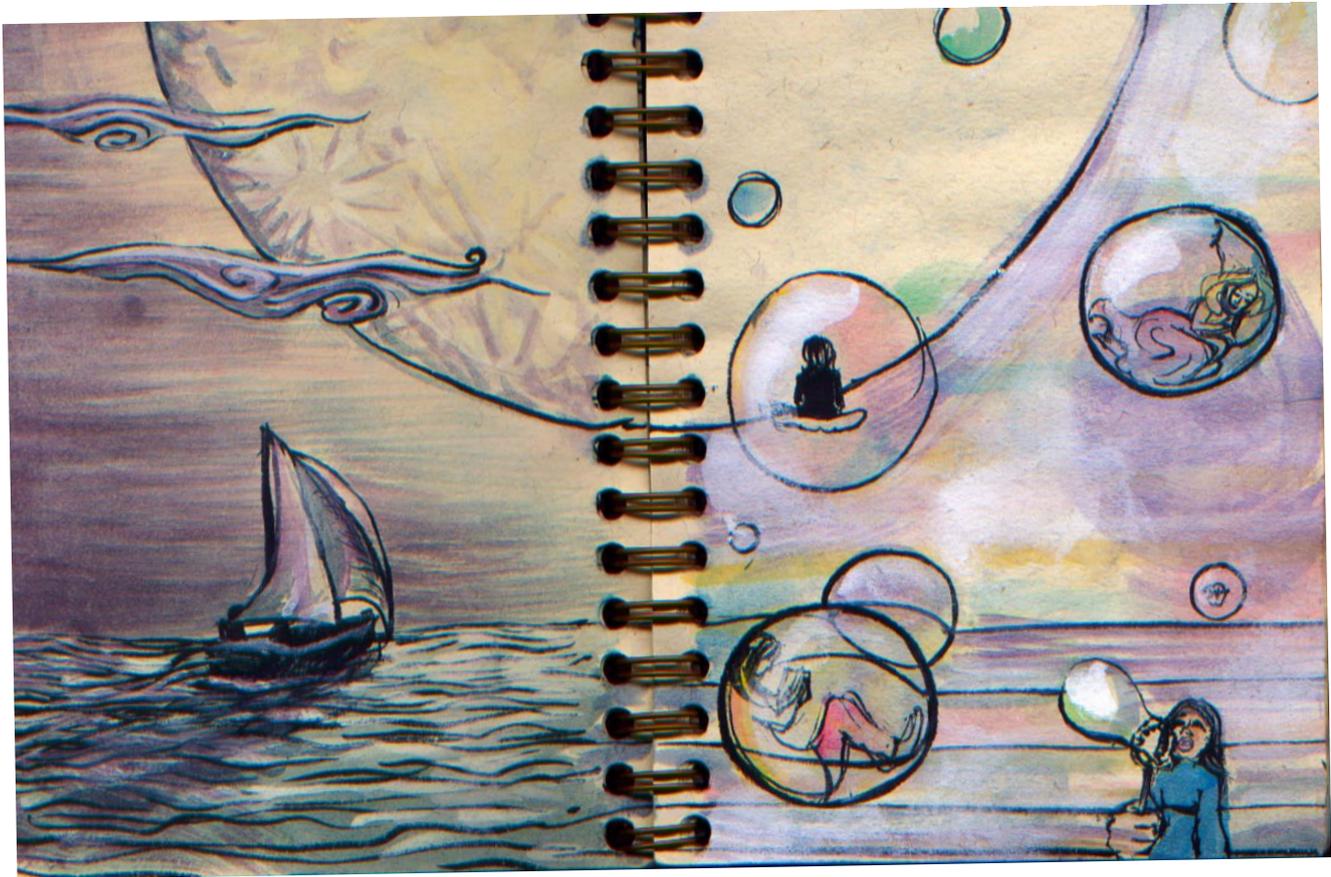
Wenn die Augen im Traum so tun, als hätten sie wirklich etwas zu betrachten

Typisch sind teilweise auch bestimmte kleine Bewegungen: Unter den geschlossenen Lidern gehen die Augäpfel hin und her; die Trommelfelle zucken wie beim Hören; der Penis erfährt eine leichte Erektion; die Finger regen sich; diverse Gesichtsmimik tritt auf. Nicht alles davon passt zum Trauminhalt. So ist die Erektion einfach ein Automatismus ohne Bezug zum Traumgeschehen. Man weiß beispielsweise, dass Zuckungen von schlafenden Neugeborenen vom Hirnstamm ausgehen. Das Minenspiel insbesondere kann jedoch den erlebten Gefühlen entsprechen. Ein Lächeln mag also tatsächlich ein Glücksgefühl im Traum spiegeln, ein Runzeln der Brauen Verärgerung. Diese Zusammenhänge sind bisher allerdings wenig erforscht. Immerhin haben Thomas Andrillon vom französischen Forschungszentrum CNRS in Paris und seine Kollegen 2015 nachweisen können, dass bei Augenbewegungen im Schlaf das Gehirn genauso aktiv ist, als würde eine reelle Szene betrachtet.

Bestehen keine krankhaften Störungen, beschränkt sich das sicht- und hörbare Verhalten im Schlaf auf Mimik, Sprechen und leichte Bewegungen. Anders ist das beim Schlafwandeln, das besonders im Kindesalter auftritt, aber auch noch bei Erwachsenen vorkommen kann. Typischerweise richtet sich die Person mit offenen Augen auf oder verlässt sogar das Bett, redet konfus, oft ängstlich, und tut scheinbar irgendetwas Bestimmtes. Sie macht zum Beispiel Bewegungen, als würde sie ein Auto reparieren. Eine heftige Form ist der Pavor nocturnus, auch Nachtschreck oder Nachtangst genannt: Betreffende schrecken hoch, häufig schreiend, und versuchen, aus dem Bett zu entkommen. Wachen sie auf, sind sie meist minutenlang nicht ansprechbar. Schlafwandeln betrifft den NichtREM-Schlaf. Ihm können Stress, aber auch genetische Besonderheiten zu Grunde liegen.

Eine andere krankhafte Erscheinung ist die REM-Schlaf-Verhaltensstörung, die auch RBD-Schlafstörung heißt (nach englisch REM sleep behavior disorder). Sie tritt meist erst bei über 50jährigen auf. Die Patienten schlagen um sich und verprügeln oder verletzen unsichtbare Gegner. In etwa 20 Prozent der Fälle zeigen sie nichtaggressives fiktives Verhalten: Sie rauchen scheinbar Zigaretten, kaufen oder verkaufen Dinge, essen, trinken Kaffee und dergleichen.

Normalerweise ist während des REM-Schlafs eine Neuroengruppe aktiv, die sämtliche Muskelbewegungen hemmt mit Ausnahme von Gesicht und Augen. Dadurch sollten Bewegungen noch weniger möglich sein als während des langsamwelligen Schlafs. Diese Zellen liegen im Locus subcaeruleus des Hirnstamms (siehe: »Das Gehirn im Traum«). Eine RBD-Schlafstörung zeigt an, dass jene Neurone nicht mehr



ISABELLE ARNUF

Traumtagebücher, die das im Schlaf Erlebte eindrücklich wiedergeben, können kleine Kunstwerke sein.



ISABELLE ARNUF

korrekt funktionieren. Häufig bedeutet das die erste Phase einer neurodegenerativen Erkrankung wie Parkinson. Daran sind solche Leiden früh erkennbar und können entsprechend behandelt werden. Eine Therapie sollte schon deswegen erfolgen, weil die Patienten sich selbst oder den Partner verletzen können (siehe auch: »Schlafwandler als Mörder«, SdW Spezial Biologie, Medizin, Hirnforschung 3/15, S. 34–39).

Es ist noch keine 20 Jahre her, seit man die Ursachen für diese schwere Störung erkannt hat. Wir wissen jetzt, dass hier die Schlafmedizin gefragt ist und nicht die Psychiatrie. Leider suchen viele Betroffene immer noch zunächst psychologische Hilfe. Aber sie leiden keineswegs an verborgenen, unterdrückten Aggressionen, wie manche meinen.

Der Traumforschung haben besonders diese Patienten wie auch Schlafwandler viele wertvolle Einsichten gebracht. So zeigte sich, dass sie, wenn man sie während einer solchen »Verhaltensattacke« weckt, tatsächlich gerade einen dazu passenden Traum hatten. Gleiches gilt für gesunde Menschen und ihre schwachen Verhaltensäußerungen. Von daher sind wir inzwischen davon überzeugt, dass jeder träumt, selbst jene wenigen mit einem Anteil von unter einem Prozent, die sich nie an einen Traum erinnern können. Im Schlaflabor zeichnen wir für sie genauso Bewegungs- und Stimmäußerungen auf wie bei allen anderen.

In gewissem Maß sind Träume also durchaus von außen beobachtbar wie ein etwas eigenartiges Theaterstück. Einen noch direkteren Zugang verschafft aber eine neuere Methode, die es ermöglicht, mit einem oder einer Träumenden sogar zu kommunizieren und zu interagieren.

Wie Klarträumer aus ihrer Traumwelt Telegramme schicken

Normalerweise sind wir uns nicht dessen bewusst, dass wir gerade träumen. Falls dies doch einmal der Fall ist, werden wir davon gewöhnlich wach. Fast jeder dürfte das schon erlebt haben. Doch manche Menschen wissen, dass sie träumen, und schlafen dabei weiter. Viele von ihnen können den Trauminhalt lenken, teils sogar gezielt herbeirufen, zum Beispiel eine Person auftauchen lassen, um sich mit ihr zu befassen, oder vor einem Feind wegfiegen. Wir bezeichnen das als einen luziden oder Klartraum.

Ein Klarträumer befindet sich gewissermaßen in einem hybriden Zustand zweier Bewusstseins Ebenen. Zum einen lebt er in seinem Traum, agiert und fühlt, als wäre er dabei, zum anderen aber ist er sich gleichzeitig dessen bewusst, dass dies alles nicht wirklich geschieht. Letzteres machen sich die Schlafforscher zu Nutze. Weil die Schlaflähmung niemals die Augen betrifft, vermag der Träumende dem Experimentator mit Augenbewegungen zu signalisieren, dass er gerade einen luziden Traum hat. Meist bewegt er sie dazu zwei- oder dreimal hintereinander nach links und rechts – was er übrigens gleichzeitig auch im Traumgeschehen tut.

Dank solcher »Telegramme aus der Traumwelt« vermögen Forscher Hirnaktivitäten zu erfassen, die bei spezifischen, vorher vereinbarten geträumten Handlungen auftre-

Statistik von Traumgehalten

Auswertungen von Datenbanken mit zigtausenden Träumen zeigen:

- Träume enthalten doppelt so viele negative wie positive Emotionen.
- Sex kommt selten vor: bei Männern in 2 Prozent, bei Frauen in einem halben Prozent ihrer Träume.
- Die meisten Inhalte sind alltäglich, spielen im gewohnten Umfeld, und der Träumende hat es mit zwei bis vier Personen zu tun.
- So genannte typische Träume – Zähne fallen aus, man ist nackt, man fliegt – kennt fast jeder Mensch. Trotzdem machen sie weniger als ein Prozent aller Träume aus. Wohl weil sie so markant sind, erinnert man sich jedoch an sie und spricht davon.
- Komplexe Alltagshandlungen wie Schreiben, Lesen oder Rechnen führen wir im Traum sehr viel seltener aus als in Wirklichkeit.

ten. So wiesen Martin Dresler vom Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München und seine Kollegen 2011 nach, dass bei einer bestimmten im Traum durchgeführten Handbewegung dieselbe Region im sensomotorischen Kortex aktiviert ist, als wenn man sich die Handlung im Wachzustand vorstellt oder sie ausführt. Sogar Zeitdauern ließen sich messen (siehe: »Traumzeit ist Echtzeit«). Allerdings befindet sich die Klartraumforschung noch ganz am Anfang.

Noch weiter gingen 2012 Tomoyasu Horikawa von der Universität von Kyoto und seine Kollegen, indem sie für die Hirnaktivität sozusagen Traumschlüssel schufen, um im Gehirn zu lesen. Sie zeigten wachen Versuchspersonen Fotos und erfassten dabei die Hirntätigkeit mittels funktioneller Magnetresonanztomografie. Dann erstellten sie Hirnbilder dieser Personen im Schlaf, die anschließend ihre Träume erzählten. So konnten die Forscher Areale identifizieren, die bei bestimmten Bildkategorien aktiv waren, zum Beispiel solche für Bilder von Autos. Mit diesem Rüstzeug gelang es erstmals, anhand von Hirnaufnahmen grob festzustellen, wovon jemand gerade träumte. Hatte der Proband im Traum Essen gesehen, ließ sich das in 55 Prozent der Fälle bestimmen, bei Bildern von Personen sogar zu über 77 Prozent.

Doch welchen Sinn hat Träumen überhaupt, mit dem wir ein Viertel unseres Lebens zubringen? Allan Hobson von der Harvard University machte mit seiner Ansicht Furore – die er später allerdings abmilderte –, dass Träume keinerlei inhaltliche, sinnvolle Bedeutung haben, vielmehr lediglich nächtliche Hirnaktivitäten darstellen. Seines Erachtens generieren der Hippocampus sowie die sensorischen und Gefühlsregionen aus unserem Gedächtnis spontan Bilder und Gefühle. Angestoßen würde das möglicherweise vom Locus subcaeruleus im oberen Hirnstamm, der nicht nur den Muskeltonus

während des REM-Schlafs hemmt, sondern auch das Zucken der Extremitäten im Schlaf und die Augenbewegungen verursacht.

Tatsächlich gibt es Hinweise darauf, dass ein »Aktivator« im Hirnstamm die ersten Elemente beim Träumen auslöst. Bei einem seltenen neurologischen Syndrom kann der Patient sich nicht selbst aktivieren und hat im Wachzustand nicht einmal spontane Gedanken. Doch wie wir feststellten, haben diese Menschen noch Träume, wenn auch nur ganz kurze und wenig ausgefeilte. Diese könnte der angenommene Aktivator verursachen, aber weil die anderen Hirngebiete nicht mehr mitspielen, bleibt es dabei.

Nur »Ankleiden« von Erregungsmustern?

Normale Träume kämen laut Hobson schlicht dadurch zu Stande, dass das Gehirn versucht, das Sammelsurium an zusammenhanglosen Erregungen zu interpretieren, die der Hirnstamm generiert. Oder in den Worten des amerikanischen Neurologen Howard Roffwarg von der University of Mississippi in Oxford: »Ein Traum wird im Hirnstamm geboren und dann vom restlichen Gehirn angekleidet.«

Manchmal geraten zudem Wahrnehmungen von außen, wie ein Geräusch im Zimmer, in einen Traum und werden darin interpretiert. Der amerikanische Schlafforscher William Dement wies 1958 nach, dass Schlafende mitunter von Regen träumen, wenn man ihnen Wasser aufs Gesicht trüffelt. Zu anderen Zeiten kapselt sich das schlafende Hirn allerdings praktisch komplett gegen die Außenwelt ab. Offenbar begünstigt das die so genannten vestibulären Träume wie Fliegen, Schwimmen oder das sich außerhalb seines Körpers Befinden. Das Gehirn könnte solche Szenarien erfinden, weil es keinerlei an Schwerkraftempfindungen gekoppelte sensorische Informationen erhält – und die merkwürdige Situation nun so deutet. Wenn man hingegen in einem REM-Traum nicht weglaufen kann, weil die Füße am Boden kleben, interpretiert das Gehirn möglicherweise die tatsächliche Schlaf lähmung der Gliedmaßen.

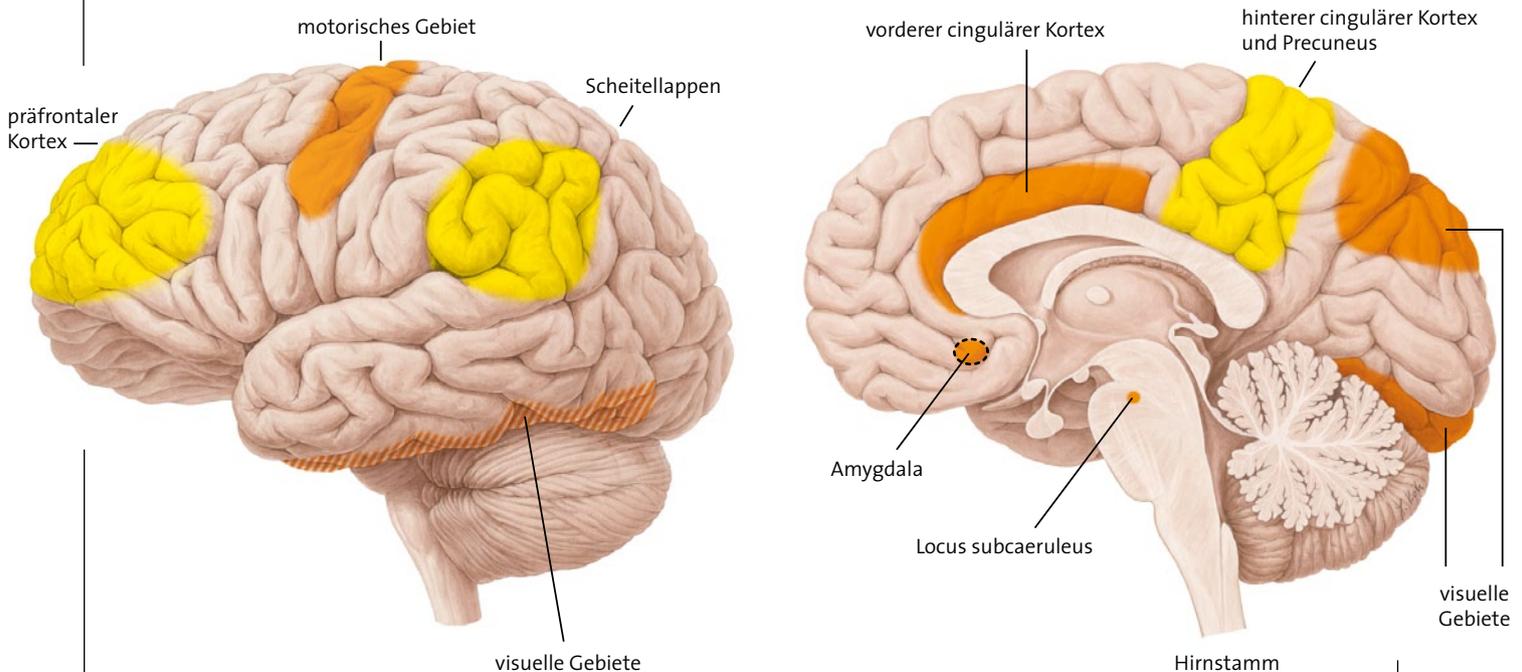
Wie die meisten Traumforscher glaube ich selbst nicht, dass Träume gar keinen Sinn enthalten. Manches an der Funktionsweise des schlafenden Gehirns könnte auf eine evolutive Selektion zurückgehen und zur Lebensbewältigung beitragen.

Das Gehirn im Traum

Manche Hirnregionen sind im REM-Schlaf ungewöhnlich inaktiv (gelb). Besonders der für Logik, Vernunft und Urteil zuständige präfrontale Kortex schweigt, was die oftmals skurrilen Hirngespinnste erklären mag. Andere Gebiete sind umso aktiver (orange), etwa visuelle und motorische Areale. Auch die Amygdala tritt im REM-Schlaf oft voll aufs Gas. Sie sorgt wahrschein-

lich für die starke emotionale Tönung vieler Träume dieser Phase. Der Locus subcaeruleus im Hirnstamm vermittelt währenddessen die Lähmung der Extremitäten. Nur bei bestimmten Krankheiten fällt sie aus.

Trauminhalte beim langsamwelligen Schlaf ließen sich bisher nicht mit spezifischen Hirnaktivierungen korrelieren.



YOUSUN KOH, NACH: SCHWARTZ, S., MAQUET, P.: SLEEP IMAGING AND THE NEURO-PSYCHOLOGICAL ASSESSMENT OF DREAMS. IN: TRENDS IN COGNITIVE SCIENCES 6, S. 23-30, 2002

Bei einigen Krankheiten toben die Patienten im Schlaf. Weckt man sie währenddessen, passt das gerade Geträumte zu ihrem Verhalten: Oft wähten sie sich in größter Gefahr. Der hier abgebildete Mann kämpft im Traum gegen jemanden, der ihn ersticken will. Nach einer Theorie schulen uns Träume, mit Bedrohungen im realen Leben besser fertigzuwerden.



Als Erster gab Ende des 19. Jahrhunderts Sigmund Freud (1856–1939) Träumen eine wissenschaftlich fassbare Bedeutung. Der Begründer der Psychoanalyse postulierte, sie seien ein Ventil für das Unbewusste, besonders für im Wachzustand unterdrückte Begierden. Die Traum Inhalte würden diesen Wünschen und Trieben allerdings nicht direkt entsprechen. Eine Zensurinstanz würde Letztere vielmehr sogar im Schlaf zurückdrängen; sie träten daher nur maskiert in Erscheinung. Deswegen seien Träume oft so fremdartig und seltsam. Diese Hypothese wurde in der weiteren Entwicklung der Psychoanalyse insofern erweitert, als dass sich am Tag nicht ausgelebte bewusste wie unbewusste Wünsche in Träumen melden würden.

Die freudschen Theorien ließen sich wissenschaftlich nie beweisen. Im Gegenteil stellten mehrere Analysen von Traumbanken die Ventilrolle von Träumen in Frage. So bat 1970 der türkische Neurologe Ismet Karacan, der unter anderem am Baylor College of Medicine in Houston (Texas) tätig war, junge Männer, zwei Wochen lang auf sexuelle Intimitäten zu verzichten und auch nicht zu masturbieren. Er wollte wissen, ob sie dann mehr erotische Träume haben würden – was nicht der Fall war!

Eine ganz andere Theorie unterbreitete 2000 der finnische Neurowissenschaftler, Psychologe und Philosoph Antti Revonsuo, der an der Universität Skövde (Schweden) und an der Universität Turku (Finnland) arbeitet. Seines Erachtens sind Träume dazu da, bedrohliche Situationen zu simulieren und uns dadurch zu helfen, im Alltag besser damit fertig zu werden. Er erkannte, dass in Träumen Angriffe, Verfolgungen und gefährliche Tiere außergewöhnlich häufig vorkommen. Demnach enthalten zwischen 60 und 77 Prozent der Träume junger Erwachsener bedrohliche Elemente. Das könnte ein recht altes evolutives Erbe sein, denn auch Katzen und Hunde scheinen oft von Jagden und Raufereien zu träumen, soweit man aus ihren Zuckungen und Lauten im Schlaf schließen kann. Nach Revonsuo üben wir im Schlaf quasi Strategien der Flucht, Verteidigung oder Anpassung an heikle Situationen ein. Einer Imagination im Wachzustand wäre der Traum hierin überlegen, denn in ihm kommt einem das Geschehen ja real vor: Wir bewegen uns scheinbar ganz normal in einem dreidimensionalen Raum; der Empfindung nach funktionieren Sinnesorgane und Muskeln regulär, und wir durchleben die zum Geschehen passenden Gefühle. Revonsuo hat seine Theorie später auch auf soziale Bedrohungen ausgeweitet. Denn der Ausschluss aus der Gruppe, was im Traum oft vorkommt, bedeutete früher den sicheren Tod.

Eine Erhebung des Psychologen Tore Nielsen von der Universität de Montréal aus dem Jahr 2007 an 200 jungen Müttern stützt diese Deutung. 86 Prozent ihrer Träume kurz nach der Entbindung kreisten um das Kind, und in 73 Prozent war dieses in Gefahr: Es erstickte etwa versehentlich im Bett der Mutter oder fiel aus der Wiege. Oft erwachten die Frauen dann abrupt.

Manche Szenen, die wir jede Nacht in unserem Labor für Schlafstörungen filmen, passen gut in dieses Bild. Beim Nachtschreck, dem Pavor nocturnus aus dem Tiefschlaf heraus, handelt es sich fast immer um eine unmittelbar tödliche Gefahr, welcher der Träumende zu entkommen versucht – wie Ertrinken, eine Schlange oder eine einstürzende





Zimmerdecke. Mit Alpträumen verbundene Verhaltensauffälligkeiten im paradoxen oder REM-Schlaf äußern sich hingegen überwiegend als höchst aggressive Gegenwehr, wobei die Betroffenen heftig um sich schlagen, boxen und treten.

Wir wollten wissen, ob Träume tatsächlich vor allem tödliche Gefahren oder vielleicht generell Herausforderungen thematisieren. 2013 testeten wir Pariser Medizinstudenten, die am nächsten Tag eine wichtige Zwischenprüfung abzulegen hatten. Wirklich träumten 60 Prozent der Probanden von dem Examen, und 78 Prozent von diesen widerfuhr im Traum etwas Schlimmes: Sie verschliefen, kamen zu spät, hatten den Ausweis vergessen, ihnen fiel die richtige Antwort nicht ein und Ähnliches. Einer musste sogar auf Brotscheiben schreiben.

Katastrophenträume helfen gut durchs Examen

Unsere Träume füllen jede Nacht mehrere Stunden aus. Auch unbewusst wahrgenommenes Tagesgeschehen kann eingebaut sein. Die neuen Assoziationen und Schlussfolgerungen, die das Gehirn dabei generiert, schaffen allnächtlich Hunderte oft fantastischer Szenen. Da verwundert es nicht, dass Menschen bei einem antizipierenden Traum mitunter das Gefühl haben, er würde die Zukunft anzeigen.

Bei den Studenten traf hingegen das Gegenteil ein: In der Prüfung schnitten diejenigen mit Katastrophenträumen im Mittel entschieden besser ab als die anderen. Anscheinend ist es für späteres Handeln hilfreich, wenn das Gehirn zuvor im Schlaf dramatische Szenen heraufbeschwört. Womöglich lernen wir daran, mit der entsprechenden Situation angemessen umzugehen, vergewissern uns also etwa nochmals, ob wir den Ausweis auch wirklich dabei haben. Vielleicht schulen uns solche Träume sogar darin, negative Emotionen leichter wegzustecken. Wohl jeder Schauspieler hat vor einer Premiere schon von einem großen Reifall geträumt. Weil er das Gefühl nun bereits kennt, hat er am nächsten Tag möglicherweise etwas weniger Lampenfieber.

Besonders Träume im REM-Schlaf können voller negativer Gefühle stecken. In dieser Phase ist die Amygdala – ein wichtiges, auch Mandelkern genanntes Emotionszentrum – hochaktiv. Nielsen und sein Kollege Ross Levin postulieren, dass sich das Gehirn in diesem besonderen Zustand leichter als sonst an aufwühlende Vorgänge und Gefühle gewöhnt, indem es sie sozusagen im Leerlauf durchlebt. Überdies kommuniziert jetzt der Hippocampus, eine zentrale Struktur für die Gedächtnisbildung, mit der Amygdala. Dabei verbinden sich Schreckenserlebnisse und schwer verdauliche Ereignisse des Tages mit neutraleren, ebenfalls abgespeicherten Vorkommnissen, die mit Ersteren eigentlich nichts zu tun haben. Auf diese Weise dürfte mancher bizarre Traum zu Stande kommen, und negative Eindrücke könnten an Gewicht verlieren. Womöglich ist Gefühlstraining generell eine Funktion des Schlafs – nach dem Motto: Der kürzeste Weg von Verzweiflung zu Hoffnung ist, über die Sache zu schlafen.

Einen solchen Zusammenhang fand Matthew Walker von der University of California in Berkeley 2011, als er die Aktivität der Amygdala von Versuchspersonen aufzeichnete, denen er Bilder mit Kriegs- oder Mordszenen vorführte. Erwartungsgemäß reagierte die Hirnstruktur darauf zunächst sehr stark – doch nach einer gut durchschlafenen Nacht praktisch nicht mehr auf dieselben Bilder. Dennoch hatten sich diese ins Gedächtnis gebrannt. Sie waren jetzt nur weniger emotional besetzt, dafür aber wirkmächtiger: In der Studie beteiligte sich die Amygdala umso weniger, je aktiver zuvor im REM-Schlaf das vordere Stirnhirn gewesen war – der Sitz des Denkens, der Urteilsfindung und des Selbst. Es schien, als habe ein Dialog zwischen Gefühl und Vernunft stattgefunden und die Bewertung jener Eindrücke sowie den Umgang der betreffenden Person damit dauerhaft in eine für sie günstigere Richtung gebogen.

Nach einer weiteren Theorie festigen Träume das Erinnern an tagsüber Erlebtes, indem sie dieses nochmals verändert durchspielen. Zahlreiche Studien belegen seit Längerem, dass Schlafen wirklich hilft, sich ein neues Klavierstück,

einen Vortrag oder einen Weg einzuprägen. Es ist egal, ob eine Nacht dazwischen liegt oder die Übenden nur eineinhalb Stunden Siesta halten – die Leistung verbessert sich gegenüber Kontrollgruppen um etwa 20 Prozent. Ein Musikstück etwa spielen Klavierschüler schneller und machen trotzdem weniger Fehler als vorher. Nachweislich haben dann im Schlaf dieselben Hirnregionen und sogar Neurone gearbeitet, die beim Üben beansprucht wurden. Tatsächlich hängt von der Intensität dieser Reaktivierung anschließend der Grad des Könnens ab.

Am besten fürs Lernen: der NichtREM-Schlaf

Eine andere Frage ist, ob die Lernaufgabe selbst im Traum auftaucht. Man sollte annehmen, dass dies oft der Fall ist – zumindest verzeichneten verschiedene Untersuchungen viele Ähnlichkeiten von im Traum begegneten Orten, Menschen oder Dingen mit vorangegangenen Erlebnissen. Eine solche Studie führten Magdalena J. Fosse von der Harvard University und ihre Kollegen 2003 durch. Sie ließen die Teilnehmer zwei Wochen lang notieren, was sie am Tag gemacht und wovon sie geträumt hatten. Bei mehr als der Hälfte der Trauminhalte, Gefühle und Personen gab es eine Verbindung zu kürzlichen Erlebnissen. Direkte Wieder-

holungen von Geschehnissen traten allerdings selten auf. Eher wurden Teile davon in andere Szenarien eingebaut. Vermutlich integrieren sich Erlebnisse gewöhnlich nicht als genaue Kopie, sondern meist in Fragmenten, sozusagen Einzelbausteinen.

Am intensivsten verfestigen sich Erinnerungen im langsamwelligen NichtREM-Schlaf. Wenn beispielsweise Ratten den Weg durch ein Labyrinth lernen, melden sich anschließend im orthodoxen Schlaf dieselben vorher beanspruchten Ortsneurone. Ob die Ratten währenddessen auch vom Labyrinth träumen, wissen wir bisher nicht. Bei Menschen könnte es so sein. Dafür spricht etwa, dass eine unserer Patientinnen, die schlafwandelte, nachts sämtliche Gegenstände von ihrem Nachttisch in ihr Kopfkissen stopfte, nachdem sie den ganzen Tag Weihnachtsgeschenke eingepackt hatte.

Robert Stickgold von der Harvard University wies 2010 nach, dass man etwas viel besser lernt, wenn man nachher davon träumt. Stickgold ließ Studenten ein Labyrinth-Computerspiel üben und dann eine Dreiviertelstunde schlafen. Wer das Spiel in seine Träume einbezogen hatte, wie bruchstückhaft auch immer, war anschließend dreimal so gut darin wie die anderen Teilnehmer, selbst wenn er nur von der Musik geträumt hatte. Auch unsere Forschung zu Schlafstö-

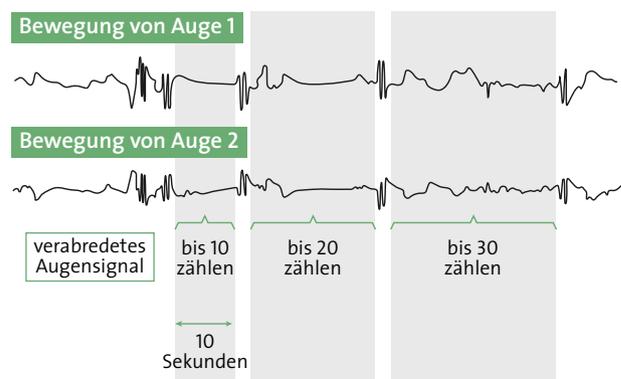
Traumzeit ist Echtzeit

Der amerikanische Schlafforscher William Dement setzte 1958 Schlafende zehn Minuten, bevor er sie weckte, einer Klingel oder kurzen Lampenblitzen aus. Diese Reize kamen in jedem vierten Traum vor. So erzählte jemand, Freunde hätten an der Tür geläutet. Man habe den Freunden einen Tee gekocht, sich dann ruhig unterhalten und den Tee getrunken, »und dann haben Sie mich geweckt«. Dieses Geschehen hätte auch in Wirklichkeit etwa zehn Minuten gedauert.

Menschen mit Traumstörungen, die ihre Träume körperlich ausleben, führen im Schlaf nicht nur weitgehend die gleichen Bewegungen oder Gesten aus wie in solchen Situationen im Wachen – diese brauchen auch ähnlich lange. Ein Raucher etwa führt eine fiktive Zigarette langsam zum Mund, nimmt in aller Ruhe einen tiefen Zug, atmet langsam wieder aus, klopft die Asche ab und zerdrückt die Zigarette schließlich in einem unsichtbaren Aschenbecher. Ein ehemaliger Schreiner baute im Traum eine Treppe und hämmerte im REM-Schlaf eine Stunde lang erkennbar mit seinem fiktiven Hammer.

Der Klartraumforscher Daniel Erlacher vom Institut für Sportwissenschaften der Universität Bern maß 2014, wie schnell Versuchspersonen im Wachen und im Schlaf bis 10, 20 und 30 zählen (siehe Bild). Oder sie sollten entsprechend viele Schritte gehen oder Kniebeugen machen. Anfang und Ende der Aktion im Schlaf signalisierten die Klarträumer dem Experimentator mit bestimmten Augenbewegungen. Meist dauerte

das Verhalten im Traum ein klein wenig länger als im Wachen. Der Unterschied war bei den körperlichen Bewegungen etwas ausgeprägter als beim Zählen. So brauchte das wache Zählen bis 20 im Mittel 17 Sekunden, das im Schlaf 22,4. 30 Schritte Gehen dauerte wach 18,5 Sekunden; im Klartraum waren es durchschnittlich 28,6. Die Zeitrelationen blieben dabei gewahrt: 30 Schritte kosteten dreimal soviel Zeit wie 10 Schritte.



Bis 10 zu zählen dauert im Traum durchschnittlich 11,1 Sekunden, wach 8,9. Hier deuten Klarträumer – die wissen, dass sie gerade träumen – mit absichtlichen, vorher verabredeten Augenbewegungen an, wann sie zu zählen anfangen und wieder aufhören.

FROM SCIENCE: MACH, ERLACHER, D. ET AL. TIME FOR ACTIONS IN LUCID DREAMS: EFFECT OF TASK MODALITY, LENGTH, AND COMPLEXITY. IN: FRONTIERS IN PSYCHOLOGY 4, S. 1-12, 2014, FIG. 2

Unser Online-Dossier zum Thema »Schlaf« finden Sie unter



www.spektrum.de/t/schlaf

FOTOLIA/ELIZABETH ENGLE



rungen unterstützt diese Theorie. So hatten wir Schlafwandlern eine Abfolge spezieller Handbewegungen beigebracht. Eine Patientin wiederholte diese nachts teilweise, träumte also wohl davon. Am nächsten Tag beherrschte sie die komplizierte Bewegungsfolge besser.

Die Steigerung der Kreativität ist kein Wunschenken

Dass das schlafende Gehirn zuvor Erlebtes und Gedachtes nicht genau wiederholt, sondern zerlegt und vermischt, dürfte die Kreativität fördern. Der deutsche Chemiker August Kekulé (1829–1896) soll die Struktur des Benzolrings im Traum gefunden haben, der Russe Dimitri Mendelejew (1834–1907) den Aufbau des Periodensystems. Solche Problemlösungen im Schlaf sind nicht mehr nur Anekdoten. Beispielsweise konfrontierte der Neuropsychologe Ullrich Wagner, der heute an der Universität Münster arbeitet, Studenten 2004 mit einer Intelligenztestaufgabe, bei der zwar auch Übung den Erfolg steigerte, die aber außerdem eine versteckte Regel enthielt. Teilnehmer, die nach den ersten Durchgängen schlafen durften, erkannten danach doppelt so oft den Trick wie die anderen.

Nicht zuletzt dürften Träume auch soziale Funktionen haben. Wer wurde im Schlaf nicht schon zum Helden eines am Abend gesehenen Films? Welche Frau war noch nie ein Mann? Mit Homosexualität hat das übrigens nichts zu tun. Vielmehr scheint dabei zum Tragen zu kommen, dass wir uns in andere hineinversetzen und Empathie empfinden können – eine fundamentale Voraussetzung für einen wichtigen Aspekt unserer Sozialität, der auf den so genannten Spiegelneuronen beruht. Diese Hirnzellen werden gleichermaßen aktiv, wenn man selbst etwas tut und wenn man jemandem bei der gleichen Tätigkeit zusieht. Man könnte meinen, unser Gehirn spielt sich den Vorgang mental vor.

Wenn wir in einem Traum jemand anders sind, dürfte die Identifizierung mit demjenigen noch stärker sein als im Wachzustand. Hierzu erzählte mir ein Patient ein merkwürdiges Erlebnis, das er hatte, als er im Krankenhaus lag und seiner schwangeren Frau nicht beistehen konnte: Er träumte, ihm fehlten Arme und Beine, so dass er völlig handlungsunfähig war; doch plötzlich gebar er ein Kind – und nun lief alles viel besser. Wir vermuten, dass im Traum zuvor beanspruchte Spiegelneurone wieder aktiviert werden und dass

wir so üben, uns in andere hineinzufühlen und sie besser zu verstehen.

Besonders erstaunlich sind in der Hinsicht Träume von seit Geburt gelähmten Menschen, die nie ihre Gliedmaßen zu rühren vermochten. Alle, mit denen wir gearbeitet haben, konnten im Traum mühelos gehen und rennen, sogar tanzen, gärtnern, Fahrrad fahren oder Fußball spielen. Hatte ihr Gehirn dies durch Beobachtung gelernt? Auch dieses Beispiel scheint zu zeigen, dass Träumen der wachen Vorstellungskraft in mancher Hinsicht überlegen ist. Es kann Vorgänge wirklichkeitsnäher simulieren, weil man sie in dem Augenblick für wahr hält und mit sämtlichen Sinnen darin eintaucht.

Über die Herkunft von Träumen lässt sich dank der vorliegenden Studien also durchaus einiges sagen. Auf der einen Seite scheint sich diesbezüglich im Lauf der Evolution eine Reihe von nützlichen Funktionen herausgebildet zu haben. Unter anderem simuliert das Gehirn so bedrohliche Situationen und nimmt negative Empfindungen vorweg, legt sie ab und verwaltet sie, festigt das Gedächtnis, findet neue Ideen und erleichtert den sozialen Umgang. Auf der anderen Seite scheinen viele Traumelemente keine eigentliche Aufgabe zu haben. Zum Teil sind sie vielleicht nur Ausdruck der mentalen Einschränkungen und der eingedämmten Wahrnehmung des schlafenden Gehirns.

Für eine solche vielfältige Herkunft der Traumbestandteile sprechen nicht zuletzt die so genannten typischen Träume, die viele kennen. Zu fliegen dürfte auf das fehlende Schweregefühl zurückgehen. Vor allen Leuten nackt dazustehen mag damit zusammenhängen, dass man im Bett wenig oder gar nicht bekleidet ist. Wem alle Zähne aus dem Mund fallen, bei dem könnten verzerrte Erinnerungen an frühere Zahnbehandlungen aufgetaucht sein. Jedenfalls machen die Beobachtungen verständlich, wieso Träume derart mannigfaltig sind. ~

DIE AUTORIN



Isabelle Arnulf ist Professorin für Neurologie an der Université Pierre et Marie Curie (UPMC) in Paris. Sie leitet die Schlafpathologie des Krankenhauses La Pitié-Salpêtrière und forscht am Institut für Gehirn und Rückenmark (Inserm U1127; CNRS UMR 7225).

QUELLEN

- Andrillon, T. et al.:** Single-Neuron Activity and Eye Movement During Human REM Sleep and Awake Vision. In: *Nature Communications* 6, S. 1–10, 2015
- Arnulf, I.:** Une fenêtre sur les rêves. Editions Odile Jacob, 2014
- Arnulf, I. et al.:** Will Students Pass a Competitive Exam that They Failed in Their Dreams? In: *Consciousness and Cognition* 29, S. 36–47, 2014
- Horikawa, T. et al.:** Neural Decoding of Visual Imagery During Sleep. In: *Science* 340, S. 639–642, 2013

Dieser Artikel im Internet: www.spektrum.de/artikel/1408638