

# AUFGAEGE UND KONZENTRATION

## Ablenkung

Der unsichtbare Gorilla

## Ausnahmetalente

Die Supertasker

## Hirnforschung

Risiko Schlafmangel



Antje Findeklee  
E-Mail: [findeklee@spektrum.de](mailto:findeklee@spektrum.de)

**Liebe Leserin, lieber Leser,**  
wie gut können Sie sich konzentrieren? Ihre  
Aufmerksamkeit ganz und gar auf eine Sache  
fokussieren? Oder gehören Sie zu den Menschen,  
für die Multitasking keine große Anstrengung  
bedeutet?

Folgen Sie uns:



Wir betrachten in diesem Kompakt, wie wir unser  
Umfeld wahrnehmen, welche Faktoren unsere  
Aufmerksamkeit beeinträchtigen, wie es Menschen  
mit ADHS ergeht. Und wir zeigen, wie wichtig es  
ist, die Gedanken einfach mal schweifen zu lassen.

Eine spannende Lektüre wünscht Ihnen

Erscheinungsdatum dieser Ausgabe: 11.03.2019

**CHEFREDAKTEURE:** Prof. Dr. Carsten Könneker (v.i.S.d.P.)  
**REDAKTIONSLINTER:** Dr. Daniel Lingenhöhle  
**ART DIRECTOR DIGITAL:** Marc Grove  
**LAYOUT:** Oliver Gabriel, Marina Männle  
**SCHLUSSREDAKTION:** Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle  
**BILDREDAKTION:** Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe  
**PRODUKTMANAGEMENT DIGITAL:** Antje Findeklee, Dr. Michaela Maya-Mrschtik  
**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. DE229038528  
**GESCHÄFTSLEITUNG:** Markus Bossle  
**MARKETING UND VERTRIEB:** Annette Baumbusch (Ltg.), Michaela Knappe (Digital)  
**LESER- UND BESTELLSERVICE:** Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ilona Keith, Tel. 06221 9126-743, E-Mail: [service@spektrum.de](mailto:service@spektrum.de)

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

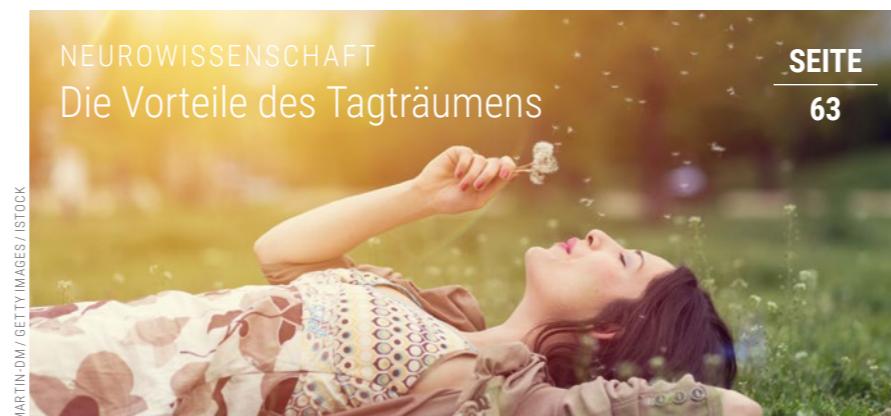
**BEZUGSPREIS:** Einzelausgabe € 4,99 inkl. Umsatzsteuer  
**ANZEIGEN:** Wenn Sie an Anzeigen in unseren Digitalpublikationen interessiert sind, schreiben Sie bitte eine E-Mail an [service@spektrum.de](mailto:service@spektrum.de).

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: © 2019 (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.

SEITE  
09



SEITE  
22



04 AUFMERKSAMKEITSBLINDHEIT  
Der unsichtbare Gorilla

09 MULTITASKING  
Eins nach dem anderen

15 AUSNAHMETALENTE  
Die Entdeckung der Supertasker

22 MÜDIGKEIT  
Risiko Schlafmangel

35 SINNE  
Kontinuierliches Erleben ist eine Illusion

38 EMBODIMENT  
Lernen mit dem Körper

48 KÜNSTLICHE INTELLIGENZ  
Algorithmus geht Lernschwierigkeiten bei Schülern auf den Grund

51 PSYCHOLOGIE  
Sind Menschen mit ADHS kreativer?

54 ADHS  
Wer zappelt, versucht sich zu konzentrieren

56 TIERE IN DER THERAPIE  
Hunde helfen Kindern mit ADHS

58 PERSÖNLICKEIT  
Offen für Neues

63 NEUROWISSENSCHAFT  
Die Vorteile des Tagträumens

AUFMERKSAMKEITSBLINDHEIT



Wenn wir abgelenkt sind, nehmen wir die  
erstaunlichsten Dinge nicht wahr – selbst  
wenn es direkt vor unserer Nase passiert.

**S**ommer 1999: In einem Seminarraum der Harvard-Universität bereiten die Psychologen Daniel Simons und Christopher Chabris ein Experiment mit ihren Studierenden vor. »Schauen Sie sich bitte das Video an, das ich Ihnen gleich vorspielen werde«, erklärt Chabris. »Sie werden zwei Basketball spielende Mannschaften sehen, eine in weißen Trikots und eine in schwarzen. Achten Sie auf das Team in Weiß, und zählen Sie genau mit, wie oft sich die Spieler den Ball zupassen.« Die Probanden sehen sich den Film an: Es ist nicht einfach, den Ball zu fixieren, der von einer Seite des Bildschirms zur anderen springt. Trotzdem sind die meisten davon überzeugt, dass sie alle Pässe mitzählen konnten.

»Und was sagen Sie zu dem Gorilla?«, fragt Chabris am Ende der Vorführung. Die Teilnehmer blickten ihn verdutzt an. Als sie das Video nochmals betrachten, stellen sie erstaunt fest, dass eine Person im Gorilla-Kostüm sich von rechts unter die Spieler mischt. In der Bildmitte bleibt der Maskierte stehen, trommelt sich ein paar Mal auf

die Brust und verschwindet dann nach links aus dem Blickfeld (siehe Bild S. 6).

Simons und Chabris führten später mit Personen unterschiedlichen Alters denselben Test durch. Dabei bemerkte im Durchschnitt ungefähr die Hälfte der Betrachter den Verkleideten nicht, obwohl er in aller Seelenruhe quer durch die Szene stapfte. Wie ist das möglich? Das Phänomen, das für diese selektive Wahrnehmung verantwortlich ist, heißt Aufmerksamkeitsblindheit. Wer sich voll auf eine Aufgabe konzentriert, nimmt einen unerwarteten Reiz nicht unbedingt wahr – selbst wenn dieser direkt vor seinen Augen auftaucht. Eine Variante der Aufmerksamkeitsblindheit ist der kognitive Tunnel. Er tritt auf, wenn eine Person auf eine manuelle Tätigkeit oder auf ihre Gedanken so stark fokussiert ist, dass sie ihrer Umgebung nicht genügend Aufmerksamkeit schenkt. Forscher vermuten darin die Ursache für viele Unfälle.

Den Begriff Aufmerksamkeitsblindheit haben nicht erst Simons und Chabris geprägt; bereits 1998 verwendeten ihn die Psychologen Arien Mack und Irvin Rock in ihrem Buch »Inattentional Blindness«. Auch das Gorilla-Experiment ist nur eine technisch ausgefeilte Variante eines Ver-

## AUF EINEN BLICK

### Ups!

- 1 Konzentrieren wir uns stark auf einen Gegenstand, blenden wir das Drumherum häufig aus. Einen eindrucksvollen Beleg dafür liefert das Phänomen der Aufmerksamkeitsblindheit.
- 2 Sollen die Probanden mitzählen, wie oft sich die Spieler eines Basketballteams den Ball zupassen, so entgeht zirka jedem zweiten Teilnehmer ein Mann im Affenkostüm, der durchs Bild läuft.
- 3 Der subjektive Eindruck der Geschlossenheit und Vollständigkeit der Umwelt wird von unserem Wahrnehmungsapparat künstlich erzeugt. In Wahrheit sehen wir oft nur, was wir erwarten.

suchs, den der Kognitionspsychologe Ulric Neisser schon 1975 durchgeführt hatte. Laut dessen Modell können externe Reize unsere Aufmerksamkeit wecken, sie erreichen die Bewusstseinsebene allerdings erst nach einem zweiten Verarbeitungsschritt. Die Aufmerksamkeitsblindheit ist demnach eine Störung beim Übergang zwischen diesen beiden Ebenen. Zieht etwas unser Augenmerk auf sich, bleibt vieles andere unentdeckt.

Implizite Erinnerungen wie die Vertrautheit mit ähnlichen Situationen können der Reizverarbeitung ebenfalls in die Quere kommen. Sie eilen der bewussten Wahrnehmung voraus und behindern diese unter Umständen. So führen wir manchmal alltägliche Gesten völlig automatisch aus, selbst wenn sie in dem Moment nicht sinnvoll sind. Eine Person blickt bei der Frage nach der Uhrzeit beispielsweise auf das Handgelenk, wo sie normalerweise eine Uhr trägt, selbst wenn sie diese zu Hause vergessen hat. Das geht mitunter so weit, dass ein unerwarteter Reiz gar nicht wahrgenommen wird. Der Käse im Kühlschrank scheint sich in Luft aufgelöst zu haben, weil er nicht am üblichen Platz liegt. Ebenso gilt beim Gorillaversuch: Weil wir nicht damit



rechnen, dass ein Affe durchs Bild läuft, sehen wir ihn auch nicht.

Beeinflussen Absichten, Bedürfnisse und Erwartungen also die Wahrnehmung? Die Antwort zu dieser Frage ist nicht nur wichtig, um zu verstehen, wie wir die Welt erkunden und mit ihr interagieren. Sie zeigt auch, wie sehr wir unserem Gedächtnis vertrauen können – vor allem, wenn es um Ereignisse geht, an denen wir selbst beteiligt waren.

## GORILLA-EXPERIMENT

**Eine Zeichnung des Gorilla-Experiments der Psychologen Daniel Simons und Christopher Chabris.**

Bereits 1890 beschrieb der Philosoph William James in seinen »Principles of Psychology« den eng begrenzten Fokus unseres Bewusstseins. Schließlich sei es unmöglich, alles wahrzunehmen, was um uns herum passiert. Die Aufmerksamkeit, welche der Wahrnehmung vorausseilt, unterteilte James in eine selbst erzeugte und in eine induzierte. Bei Ersterer ist der Reiz so dominant, dass es uns schwerfällt, ihn zu ignorieren. Er sticht hervor und zieht fast automatisch das Augenmerk auf sich. Beispiele hierfür sind

beißende Gerüche oder eine in Rot gekleidete Frau in einer Gruppe von Männern in dunklen Anzügen. Im Gegensatz dazu bringen wir induzierte Aufmerksamkeit auf, wenn wir uns willentlich auf etwas konzentrieren. Der Vorgang wird aktiv herbeigeführt und erfordert spezifische Hirnprozesse.

Mit der Wahrnehmung von Farben beschäftigte sich 1985 eine von Robert Desimone geleitete Forschungsgruppe des National Institute for Mental Health. Die Wissenschaftler entdeckten, dass bestimmte

Neurone im visuellen Kortex eines Affen aktiver wurden, wenn das Tier ein farbiges Objekt fixierte. Der Effekt fiel geringer aus, wenn es den Gegenstand zwar wahrnahm, sich aber nicht darauf konzentrierte. Folglich beeinflusst die Aufmerksamkeit, die wir einem Reiz schenken, auch, wie wir ihn wahrnehmen.

### **Die Erwartung bestimmt das Bewusstsein**

Die Aufmerksamkeitsblindheit lässt sich zum Teil damit erklären, wie wir etwas in



SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT / MARTIN BURKHARDT

### **DANIEL SIMONS UND CHRISTOPHER CHABRIS**

**Die Psychologen Daniel Simons (links) und Christopher Chabris arbeiteten Ende der 1990er Jahre an der renommierten Harvard University zusammen, wo sie unter anderem das Gorilla-Experiment ersannen. Heute forscht Simons an der University of Illinois in Champaign. Chabris ist Visiting Fellow am Institute for Advanced Study in Toulouse (Frankreich).**

seiner Gesamtheit sehen. Farbe, Form und Größe werden in verschiedenen Arealen des Kortex verarbeitet. Damit wir einen Gegenstand bewusst wahrnehmen können, muss das Gehirn all diese Informationen miteinander verbinden. Wie geht der Prozess vonstatten? Eine mögliche Erklärung lieferte der deutsche Neurowissenschaftler Christoph von der Malsburg. Er postulierte, dass manche Neurone im Verbund agieren: Sie werden synchron aktiv, wenn sie einen Reiz registrieren. Dies belegten Experimente des Nobelpreisträgers Francis Crick und seines Kollegen Christof Koch. Anfang der 1990er Jahre zeigten sie, dass nur Signale, die von solchen Neuronenverbänden kommen, stark genug sind, um bis ins Bewusstsein vorzudringen.

Auch die Erwartung wirkt sich auf die Wahrnehmung aus, wie Untersuchungen zu akustischen Reizen gezeigt haben. Konzentriert sich eine Person darauf, Geräusche in einem bestimmten Frequenzspektrum zu hören, sind bestimmte Neurone aktiver als andere – nämlich genau die, die für das Wahrnehmen von Geräuschen in dieser Tonhöhe zuständig sind. Was wir hören wollen, beeinflusst somit, was wir tatsächlich hören. Es dämpft andere Töne

oder blendet sie sogar ganz aus. So können wir zum Beispiel einem Gespräch in einem lauten Lokal folgen. Das Phänomen des unsichtbaren Gorillas ist also nicht auf das Sehen beschränkt – ähnliche Effekte kommen auch bei anderen Sinneswahrnehmungen vor.

Die Wahrnehmung kann darüber hinaus mit Reizüberflutung ausgetrickst werden. Menschen haben Probleme damit, kurz aufeinander folgende Reize zuverlässig zu erkennen. Ein Beispiel: Eine Person bekommt die Aufgabe, grüne Punkte und schwarze X zu zählen. Sie erscheinen zusammen mit anderen Satzzeichen an zufälliger Position und zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf einem Bildschirm. Wenn das schwarze X nun 200 bis 300 Millisekunden nach einem grünen Punkt erscheint, sieht der Proband das X zwar, nimmt es aber nicht bewusst wahr. Nur der grüne Punkt fällt ihm auf. Dies nennt sich Aufmerksamkeitsblinzeln. Der Effekt löscht sozusagen einen Teil der wahrgenommenen Realität, wenn zu viele Reize auf einmal auf uns einwirken.

Bewusstes Wahrnehmen erfordert die Aktivität zahlreicher Hirnregionen. Dennoch sind nur einige wenige für die Auf-

merksamkeitsblindheit verantwortlich, wie sie beim Gorilla-Experiment auftritt. Studien zufolge handelt es sich um ein Netzwerk, das neben der Amygdala einen Teil des Stirnlappens und des Scheitellappens umfasst. Letzterer ist eine zentrale Schaltstelle der Gefühle; er bildet die anatomische Basis dafür, dass unser emotionaler Zustand unsere Wahrnehmungen beeinflusst. Wahrscheinlich kann sowohl der Stirnlappen als auch die Amygdala die Synchronisierungsprozesse zwischen den Neuronen fördern oder auch behindern. Entspricht ein Stimulus dem, was wir erwarten, verstärken die Neurone die eingehenden Signale. Tritt etwas Unvorhergesehenes zusammen mit erwarteten Reizen auf, wird es unterdrückt, wie das Gorilla-Experiment beweist. Es zeigt auch, dass unser Umgang mit Sinnesindrücken alles andere als passiv ist. Wir selektieren und verstärken das, was wir sehen wollen, um mit der Flut der Umweltreize fertigzuwerden. ↗

Das Video zum Gorilla-Experiment im Internet:  
[www.theinvisiblegorilla.com](http://www.theinvisiblegorilla.com)  
(Gehirn&Geist, 3/2018)

MULTITASKING

# EINS NACH DEM ANDEREN

von Jean-Philippe Lachaux

Auf eine dringende E-Mail antworten, die Tochter zum Musikunterricht bringen und den Einkauf planen: unmöglich, an all das gleichzeitig zu denken. Denn das Gehirn kann keine zwei Aufgaben gleichzeitig erledigen, wenn sie beide Aufmerksamkeit erfordern.



**A**ls ich neulich abends schon tief schlief, klopfte meine Tochter Elsa leise an die Tür und flüsterte besorgt: »Papa, du musst noch die Spende für die Fernsehgala überweisen.« Ich erinne- re mich so gut daran, weil es genau an ihrem siebten Geburtstag war. Ihr Gehirn hatte nun einen Reifegrad erlangt, der ausreicht, um sich nicht mehr nur mit dem Hier und Jetzt zu beschäftigen, sondern auch mit dem Anderswo und Später, mit den Konsequen- zen ihres Handelns und ihrer Versäumnisse. Und das bringt etwas mit sich, worauf so mancher gern verzichten würde: mentale (oder: kognitive) Belastung.

Welche Teile in Elsas Gehirn bewegen sie, sich um die Zukunft und all die Dinge zu sorgen, die es auf keinen Fall zu verges- sen gilt? Worin also besteht mentale Belas- tung aus biologischer und aus kognitiver Sicht?

Die Kognitionswissenschaften betrach- ten »mental workload« oder »cognitive load« gern im Zusammenhang mit so un- terschiedlichen Phänomenen wie der Flug- sicherung oder dem Memorieren mehre- rer Telefonnummern. Typisch ist ein Un- behagen angesichts der Schwierigkeit,

mehrere Aufgaben zeitlich zu koordinie- ren, die einzeln betrachtet nicht unbedingt kompliziert sind. Wollen wir diese Aufga- ben gleichzeitig ausführen, kann es zu ei- ner akuten Überlastung kommen, denn so- bald das Gehirn sich zeitgleich auf zwei Aufgaben konzentrieren muss, stößt es an seine Grenzen. Das hindert uns oft nicht daran, es dennoch zu versuchen. Es scheint uns mehr Schwierigkeiten zu bereiten, eine mentale Unzulänglichkeit zuzugeben als eine körperliche – schließlich würde nie- mand meinen, gleichzeitig zwei Termine an zwei verschiedenen Orten wahrnehmen zu können.

### **Alles auf einmal: Akute mentale Überlastung**

Versuchen Sie einmal, die Anzahl der Buch- staben »e«, »s« und »t« in diesem Absatz gleichzeitig auf einen Blick zu erfassen. Oder versuchen Sie den folgenden Absatz still zu lesen und dabei die Anzahl der Wör- ter laut mitzuzählen.

Diese Tätigkeiten beanspruchen diesel- ben neuronalen Netze und sind daher schwerlich miteinander vereinbar. Dassel- be ist der Fall, wenn Sie sich per Mail über ein komplexes Problem austauschen, je-

### AUF EINEN BLICK

## **Warum sich das Gehirn mit Multitasking schwertut**

- 1 Der Mensch stößt an seine geistigen Grenzen, wenn er gleichzeitig über eine Sache reden und über eine andere nach- denken will. Denn zu denken und mit der Umwelt zu interagieren, beansprucht dasselbe Hirnareal: den seitlichen prä- frontalen Kortex. Ein solcher Konflikt entsteht auch im visuellen Kortex, wenn er neue Bilder der Umwelt verarbeiten und sich zugleich zum Nachdenken ver- gangene mentale Bilder vors innere Auge rufen soll.
- 2 Beim Interagieren mit der Umwelt wird außerdem das Default-Mode-Netzwerk im Gehirn deaktiviert, darunter der mediale Schläfenlappen und der Praecuneus, die beide ebenfalls beteiligt sind, wenn wir uns etwas gedanklich vorstellen.
- 3 Die Lösung: sich auf eine Aufgabe kon- zentrieren und die andere im prospektiven Gedächtnis behalten. Dabei hilft es, eine möglichst konkrete To-do-Liste anzuferti- gen und die Aufgaben auf verschiedene Ichs zu verteilen.

mand Sie außerdem am Telefon über ein anderes wichtiges Anliegen informieren will und Ihr Jüngster Ihnen zeitgleich eine panische SMS schickt, weil er das Badezimmer überflutet hat. Es kommt zu einer Blockade: Sie wissen nicht mehr, was Sie in Ihrer E-Mail schreiben sollen, finden am Telefon keine Worte und haben nicht die geringste Ahnung, was Sie Ihrem Kind sagen sollen. Es ist wie früher mit den alten Computern, die langsamer wurden, wenn wir zu viele Programme gleichzeitig ausführen wollten.

Eine häufige Ursache für akute Überlastung: gleichzeitig nachdenken und mit unserer Umgebung interagieren zu müssen. Zum Beispiel, wenn wir im Geist kontrollieren, dass wir alles für den Musikunterricht des Kindes eingepackt haben, dabei die Schlüssel suchen oder eine dringende Frage beantworten wollen. Diese Dinge beanspruchen zur gleichen Zeit Hirnareale, die keine zwei Dinge auf einmal ausführen können.

### **Gleichzeitig denken und handeln?**

Um das Gehirn bei diesem Unterfangen live zu beobachten, haben wir die kortikale Aktivität einer Testperson mit funktionel-

ler Magnetresonanztomografie gemessen und in Echtzeit auf einen Bildschirm übertragen. Das seitliche Stirnhirn reagierte immer dann, wenn die Testperson nachdenken und im Langzeitgedächtnis nach Informationen suchen musste, zum Beispiel um uns zu erzählen, was sie am Vortag gegessen hatte oder was sie auf eine Zugfahrt mitnehmen wollte. Der Bereich wurde außerdem auch aktiv, sobald die Person einen Gegenstand der Außenwelt vor sich sah und mit ihm hantierte, wie wir es beispielsweise beim Kramen nach unseren Schlüsseln oder beim Einräumen von Geschirr tun. Wie alle anderen konnte unsere Testperson nicht gleichzeitig denken und handeln, war also nicht in der Lage, auf Fragen zu antworten, während sie ein Geschicklichkeitsspiel auf dem Tablet spielte. Denn damit verlangten wir dem Gehirn ab, zwei verschiedene Dinge gleichzeitig zu tun.

Experimente mit bildgebenden Verfahren zeigen schon seit 30 Jahren, dass sich ein spezifisches Netzwerk von Hirnregionen nahezu systematisch deaktiviert, sobald sich ein Mensch einem Objekt in der Außenwelt zuwendet, zum Beispiel, um etwas zu suchen. Dieses Netzwerk, das als De-

fault-Mode-Netzwerk bezeichnet wird, ist immer dann aktiv, wenn wir nichts tun. Es umfasst Hirnregionen, die beteiligt sind, wenn wir uns in die Vergangenheit oder in die Zukunft versetzen, uns Dinge oder Szenen vor dem inneren Auge vorstellen, beispielsweise was man für Musikunterricht so alles braucht. Solche Vorstellungsbilder bilden die Grundlage des menschlichen Denkens; wir greifen dafür auf das Langzeitgedächtnis zurück und setzen sie im Arbeitsgedächtnis neu zusammen. Hirnstrukturen wie den vorderen Teil des mittleren Schläfenlappens brauchen wir für das Langzeitgedächtnis und den Praecuneus für das mentale Zusammensetzen der Bilder. Wenn wir mit der Umwelt interagieren, werden diese Regionen jedoch deaktiviert, was unsere Denkfähigkeit einschränkt.

Die Elektroenzephalografie (EEG) zeigt darüber hinaus: Wenn wir uns mit Vorstellungsbildern beschäftigen, entstehen im visuellen Kortex vor allem Wellen von zehn Hertz, der so genannte Alpha-Rhythmus. Er sorgt dafür, dass visuelle Signale der Umwelt vorübergehend nicht im Kortex verarbeitet werden. Und zwar, damit unsere mentale Vorstellungswelt ungestört bleibt:

Der visuelle Kortex, den wir gewöhnlich zum Sehen benutzen, wird dann teilweise genutzt, um Bilder vor dem inneren Auge zu erzeugen.

## **Von einer Aufgabe zur nächsten springen**

Das Nachdenken erfordert also eine vorübergehende Loslösung von der Außenwelt. Das ist wahrscheinlich der Grund dafür, dass Sie nicht immer sofort reagieren, wenn Ihre Kinder Sie ansprechen, während Sie gerade im Geist eine Einkaufsliste schreiben. Und deshalb wechseln wir ständig von einer Aufgabe zur nächsten. Das wiederum erfordert, dass wir keine vergessen. Unser Gehirn arbeitet dafür wie ein Artist im Zirkus, der mehrere Teller auf Stäben dreht: Er stupst immer wieder einen Teller an, ohne dabei die übrigen aus den Augen zu verlieren. Genauso müssen wir uns bei akuter Überlastung auf die jeweilige Aufgabe konzentrieren und gleichzeitig alle anderen als eine Reihe von Absichten im Gedächtnis behalten, etwa um nach einem Telefongespräch eine E-Mail fertig zu schreiben.

Das Erinnerungsvermögen für all das, was wir später tun müssen, heißt prospektives Gedächtnis. Verknüpft damit ist eine Region im so genannten Frontalpol. Die

Funktionen dieser Region sind vielfältig und wenig erforscht. Sie reagiert unter anderem, sobald wir während einer Tätigkeit zusätzlich einen größeren Zusammenhang im Blick behalten müssen. Der Frontalpol scheint eine Art globale zeitliche Perspektive zu erzeugen, in die sich die momentane Aufgabe einfügt. Er schützt davor, sich komplett in einer Tätigkeit zu verlieren, ist damit aber auch ein Quell der Ablenkung. Denn sich zu konzentrieren bedeutet, sich voll und ganz dem zu widmen, was man gerade tut. Der Gedanke daran, noch etwas anderes tun zu müssen, lenkt die Aufmerksamkeit schlagartig ab, reißt sie hin und her zwischen dem, was wir gerade tun und was wir außerdem tun sollten.

## **Immer an alles denken: Chronische mentale Überlastung**

Bislang ging es nur um akute mentale Überlastung: mehrere Aufgaben in einem bestimmten Moment gleichzeitig tun zu wollen. Eine chronische mentale Belastung kann hingegen entstehen, wenn wir an viele Kleinigkeiten hintereinander denken müssen. Gemeinsam ist ihnen, dass sich Aufgaben anhäufen, die, jede für sich betrachtet, nicht unbedingt kompliziert sind.

Doch anders als bei der akuten Form tritt diese Anhäufung bei der chronischen Überlastung nicht nur in einem begrenzten Zeitfenster auf, sondern erstreckt sich über einen Zeitraum von bis zu mehreren Tagen. Wenn wir zu viele Dinge gleichzeitig im Kopf haben, überkommt uns das bedrückende Gefühl, an alles denken zu müssen.

Leider können beide Formen gleichzeitig auftreten. Das ist der Fall, wenn uns mittendrin in einer Tätigkeit, die unsere ganze Aufmerksamkeit verlangt, plötzlich etwas anderes einfällt, was wir auf keinen Fall vergessen dürfen. Wir müssen diese Aufgabe im Hinterkopf behalten, wo sich bald noch eine zweite und eine dritte hinzugesellen – und aus Angst, etwas zu vergessen, rufen wir uns das immer wieder ins prospektive Gedächtnis. Schon wenn wir die Liste häufig checken, befinden wir uns in einem Zustand akuter Überlastung. Wenn wir dann auch noch darüber nachdenken, wie wir sie am besten erledigen, ist die Überforderung komplett.

Es führt unweigerlich zu einem kognitiven Konflikt, wenn wir versuchen, bestimmte Hirnareale gleichzeitig für verschiedene Zwecke zu aktivieren. Etwa das seitliche Stirnhirn (zuständig für Denken

und Handeln) und das Default-Mode-Netzwerk (zum Prüfen der Aufgabenliste): Ist Letzteres deaktiviert, können wir Aufgaben nicht mehr effektiv erledigen, für die wir uns auf die Außenwelt konzentrieren müssen. Das Stirnhirn arbeitet auf Hochtouren, was zu geistiger Erschöpfung führt, die wiederum zu Lasten des präfrontalen Kortex geht. Wenn er es nicht mehr schafft, Prioritäten zu setzen, verweigert er die Arbeit. Von hier ist es nicht mehr weit zur »ego depletion«, der Erschöpfung der geistigen Ressourcen.

Konkretes Beispiel: Vor Kurzem besuchte ich eine 5. Klasse. Lehrerin Anne meisterte eine ganze Reihe von Aufgaben: Matheunterricht halten, die Schüler auf ihrem Lernweg begleiten, auf ihre Fragen eingehen, gleichzeitig in den eigenen Ausführungen vorankommen, das Konzept ihrer Unterrichtsstunde nicht aus den Augen verlieren und pünktlich mit dem Klingeln der Pausenglocke fertig werden. Sie musste ständig überprüfen, was sie während des restlichen Unterrichts noch sagen und tun wollte, gegebenenfalls das nächste passende Unterrichtsmaterial suchen und zugleich darauf achten, ob die Klasse unruhig oder unaufmerksam ist.

## Wie hält man Kurs?

Das prospektive Gedächtnis auf Hochtouren, ständige Wechsel zwischen mehreren Aufgaben und keine Pause in Sicht: Das alles trägt zu einer mentalen Überlastung bei, obwohl jede einzelne dieser Tätigkeiten Lehrerinnen und Lehrer nicht überfordern dürfte. Aber um gleichzeitig auf mehrere Dinge zu achten und viele Aufgaben parallel zu bewältigen, müssen sie die gesamte Situation ständig im Blick behalten, eine Fähigkeit, die in der Kognitionswissenschaft Situationsbewusstsein (situation awareness) genannt wird.

Annes Mission ist nur deshalb nicht völlig unmöglich, weil nicht immer alles gleichzeitig aus dem Ruder läuft, weil sie eine erfahrene Lehrerin ist und ihre Klasse gut kennt. Sie nimmt schon das kleinste Abdriften wahr und kann es rechtzeitig korrigieren, mit Tricks, die sie ohne lange nachzudenken abrufen kann. Da Anne weiß, dass jede Denkpause ihrerseits die Klasse unruhig werden lässt, hat sie sich außerdem sorgfältig vorbereitet.

Doch als Anfänger kann man sich aus zwei Gründen schnell überfordert fühlen: Erstens verfügt man nicht über intuitive Kniffe, um schwierige Situationen aufzu-

fangen. Zweitens kann man noch nicht sowohl Konzentration auf eine konkrete Aufgabe als auch Situationsbewusstsein aufrechterhalten. Ohne diese Fähigkeit mit der Zeit zu erlernen, würden sich Lehrer schnell verausgaben.

## Automatisieren und antizipieren

Einer der Schlüssel liegt darin, komplexe Abläufe zu automatisieren – eine Fähigkeit, die wir gemeinhin Berufserfahrung nennen. Der andere Schlüssel ist ein umfassendes Bewusstsein für die Situation. Aber auch das reicht nicht immer aus, wenn 1000 Kleinigkeiten dazukommen. Dann bleibt noch ein Ausweg: die mentale Last zu teilen – mit sich selbst!

Eine Art zweites Ich übernimmt einen Teil der Aufgaben und reduziert so die akute Belastung; ein »persönlicher Assistent« beugt chronischer Belastung vor, indem er uns rechtzeitig daran erinnert, was wir und wie wir es zu tun haben. Dazu müssen wir selbst abwechselnd in eine der Mithelferrollen schlüpfen. Die ganze Denkarbeit sollte bereits vorher in Ruhe bei einer Tasse Tee, Kaffee oder Kakao geschehen sein. Das entspannt nachdenkende Ich ist unser persönlicher Assistent, der die Früchte seiner

Überlegungen zu Papier bringt oder in den Computer eintippt, um das prospektive Gedächtnis zu entlasten.

### Die Drei-Uhr-nachts-Regel

To-do-Listen sind jedoch nur dann hilfreich, wenn die Aufgaben sehr einfach sind oder ihre Erledigung präzise beschrieben ist, denn später bleibt nicht unbedingt Zeit zum Nachdenken. Die Drei-Uhr-nachts-Regel: Jede Tätigkeit muss so geplant sein, dass wir auch dann wissen, was zu tun ist, wenn wir mitten in der Nacht geweckt würden. Der persönliche Assistent muss also jede komplexe, vage Aufgabe in kurze, klare und konkrete Teilaufgaben zerlegen. Ein Beispiel für eine schlecht formulierte Aufgabe wäre: »sich um das Auto kümmern« – besser: »mit der Werkstatt Termin für den Batteriewechsel vereinbaren«.

Diese Miniaufgaben kann das zweite Ich in Ruhe erledigen, ohne anderweitig beschäftigt zu sein. Dies ist eine gute Möglichkeit, Druck abzubauen: Wenn wir wegen chronischer Überlastung über zu viele Dinge gleichzeitig nachdenken müssen, entsteht akute Überlastung oft aus dem vagen Gefühl heraus, alles müsste sofort oder so schnell wie möglich erledigt wer-

den. Das Ich steht dann unter einem unerträglichen Druck, weil alle Last auf diesem Moment liegt. Es hilft, sich ein Team von solidarischen Ichs vorzustellen, die jedes einen kleinen Teil dieser mentalen Bürde übernehmen.

Jede komplizierte Aufgabe in kleine, überschaubare Teile zu zerlegen, mag abschreckend und etwas bürokratisch erscheinen. Aber unser Leben ist so hektisch geworden, dass Listen voller komplizierter und ungenau formulierter Aufgaben oft nicht mehr weiterhelfen.

Solche im Arbeitsleben beliebten Organisationstechniken lassen sich auch auf andere Lebensbereiche übertragen. Dank Smartphones haben wir jederzeit clevere Tools bei uns, die uns zur richtigen Zeit daran erinnern können, einfache Maßnahmen zu ergreifen, um komplizierte Aufgaben zu erledigen. So können wir uns voll und ganz auf den Moment konzentrieren, ohne ständig ein besorgtes Auge auf den Berg von Verpflichtungen zu werfen. Und wir können auf diese Weise realistisch einschätzen, was überhaupt zu schaffen ist – und auch einmal Nein sagen, wenn es wirklich zu viel wird. ↵

(Spektrum – Die Woche, 27/2018)

Spektrum  
der Wissenschaft

KOMPAKT

AUCH ALS  
GEDRUCKTE  
AUSGABE  
ERHÄLTLICH!

# STRESS & RESILIENZ

Wie wir dem  
täglichen Druck begegnen

Stressreaktion | Hirn unter Druck

Seelische Widerstandskraft | Was die  
Psyche wachsen lässt

Entspannung | Kau dich fit?

HIER DOWNLOADEN

Print: 5,90 Euro • Download: 4,99 Euro

A composite image of a man in a suit multitasking. In the foreground, he is looking directly at the camera while talking on a mobile phone. In the background, several blurry, semi-transparent versions of himself are visible, some looking down at a smartphone and others in various poses, suggesting simultaneous tasks.

AUSNAHMETALENT

# Die Entdeckung der **Supertasker**

von David L. Strayer und Jason M. Watson

Multitasking ist ein Mythos – oder doch nicht? Manche Menschen scheinen zu Aufmerksamkeitsleistungen fähig zu sein, von denen andere nur träumen können.

Wenn ein Mann in der Lage ist, gleichzeitig ein Auto zu steuern und ein hübsches Mädchen zu küssen, dann widmet er dem Kuss einfach nicht die gebührende Aufmerksamkeit.« Schon Albert Einstein, von dem dieses Zitat stammen soll, wusste offenbar: Unsere Aufmerksamkeit reicht meistens nicht aus, um mehrere Dinge gleichzeitig zu tun. Seit Jahren gilt auch unter Psychologen als ausgemacht, dass der Versuch, verschiedene Aufgaben zugleich zu bewältigen, die Leistung in jeder einzelnen Tätigkeit deutlich herabsetzt.

In den letzten Jahren erforschten wir in unserem Labor an der University of Utah in Salt Lake City intensiv, welche Möglichkeiten das Multitasking bietet – und welchen Beschränkungen es unterliegt. Im Allgemeinen verschlechtert sich das Reaktionsvermögen von Menschen tatsächlich drastisch, sobald sie versuchen, sich auf

mehrere Sachen gleichzeitig zu konzentrieren. Selbst einfache Handlungen wie auf einer Linie zu gehen und dabei ein Gedicht aufzusagen, stellen eine große Herausforderung für die Aufmerksamkeit dar.

### Kognitive Kunststücke

Doch bei unseren Multitasking-Experimenten stellten wir überrascht fest: Ein kleiner Teil der Probanden konnte durchaus gut mit verschiedenen Aufgaben parallel jonglieren! Solche »Supertasker« vollführen kognitive Kunststücke, die wir zu Beginn unserer Forschungen nicht für möglich gehalten hätten. Zwingen uns diese Ausnahmetalente womöglich sogar dazu, alte Theorien über die Grenzen der menschlichen Aufmerksamkeit zu revidieren?

Gemeinsam mit dem Sozialpsychologen David Sanbonmatsu baten wir vor einiger Zeit rund 300 Personen, in einer Befragung ihr eigenes Multitasking-Talent einzuschätzen. Anschließend führten wir einen Test durch, bei dem sich die Teilnehmer eine Liste von Wörtern einprägen sollten. Während sie anschließend verschiedene Rechenaufgaben lösten, mussten sie gleichzeitig die gelernten Begriffe im Gedächtnis behalten. Ferner erfassten wir mit Hilfe von standar-

**David L. Strayer** und **Jason M. Watson** sind beide Professoren für Kognitions- und Neurowissenschaften an der University of Utah in Salt Lake City.

### AUF EINEN BLICK

## Vom Multi- zum Supertasking

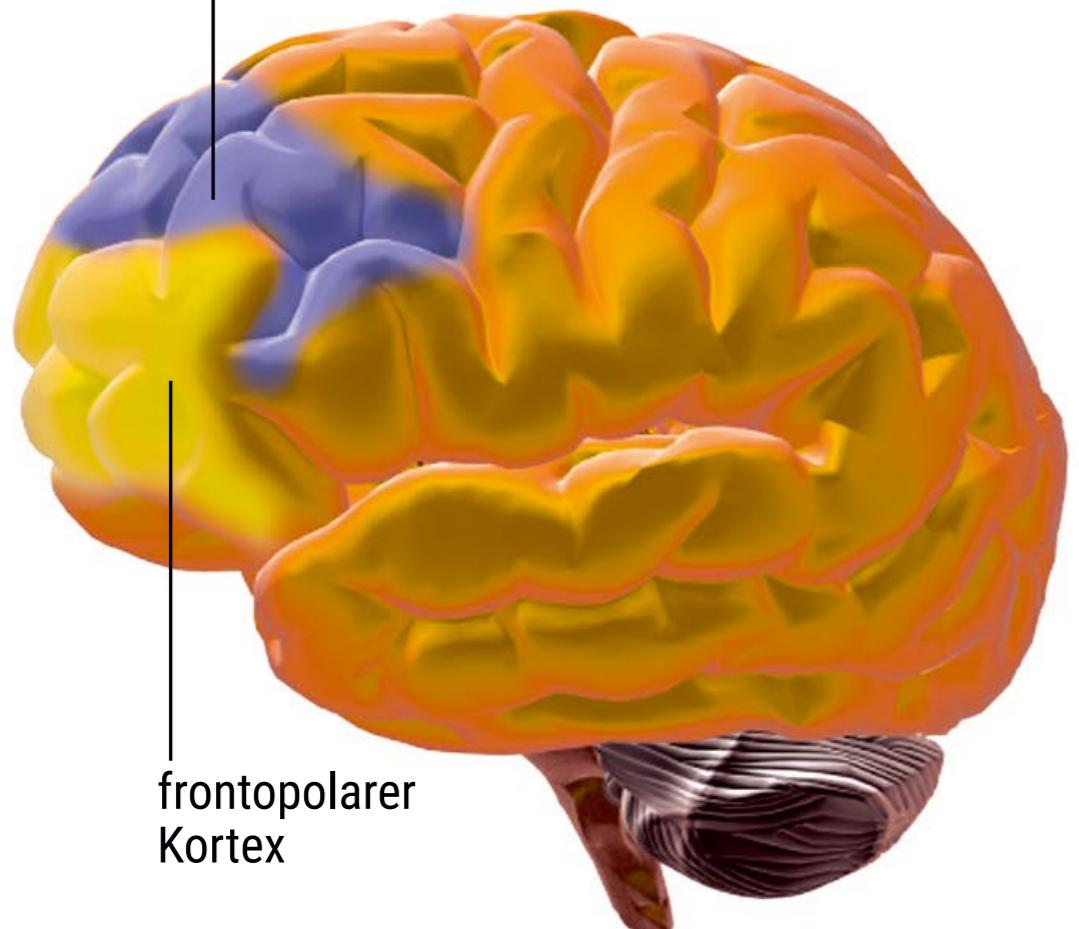
- 1 Wenn wir versuchen, mehrere Aufgaben gleichzeitig zu bewältigen, müssen wir unsere Aufmerksamkeit teilen. Dabei sinkt die Leistung in jeder Einzeltätigkeit.
- 2 Ein kleiner Prozentsatz der Bevölkerung bewältigt Multitasking jedoch besser. Diesen »Supertaskern« bereitet es deutlich weniger Mühe, ihre Aufmerksamkeit zu teilen.
- 3 Dieses Talent wurzelt vermutlich in einer günstigeren anatomischen Struktur des Gehirns.

# Organisationstalent

Doppelaufgaben zu erledigen, beansprucht den frontopolaren und den dorsolateralen Teil des Präfrontalkortex sowie den anterioren zingulären Kortex. Bei Supertaskern scheinen diese Areale weniger neuronale Ressourcen zu verbrauchen als bei anderen Menschen.

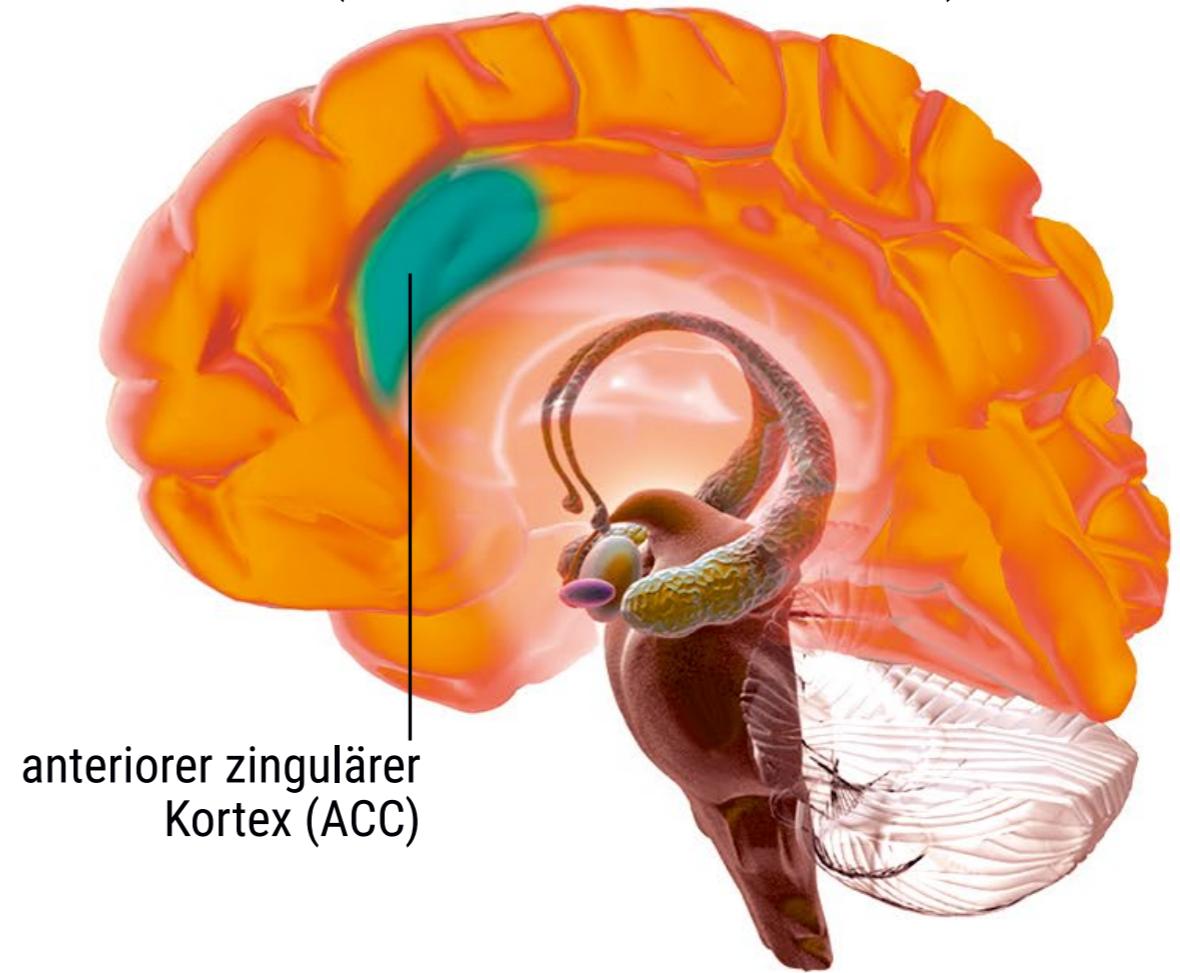
## Gehirn von links

dorsolateraler präfrontaler Kortex



frontopolarer  
Kortex

## rechte Gehirnhälfte (mittlere Schnittansicht)



anteriorer zingulärer  
Kortex (ACC)

disierten Fragebögen die Impulsivität und das so genannte Sensation Seeking der Probanden, also ihren Drang nach Abwechslung und neuen Erfahrungen.

Die so gewonnenen Daten offenbarten ein typisches Muster: Wer sich für einen besonders begabten Multitasker hielt, besaß im Schnitt eine geringere Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, war impulsiver und hatte ein größeres Stimulationsbedürfnis als weniger von sich überzeugte Teilnehmer.

## Kurz erklärt

**Multitasking** bezeichnete ursprünglich die Fähigkeit des Betriebssystems von Computern, mehrere Aufgaben gleichzeitig auszuführen. Das Äquivalent zum Arbeitsspeicher des Rechners ist beim menschlichen Multitasking die Aufmerksamkeit. Laut dem britischen Psychologen Donald Broadbent ist diese stets begrenzt. Wird einer bestimmten Aufgabe mehr davon gewidmet, fehlt sie zwangsläufig an anderer Stelle. Dass Multitasking dennoch so beliebt ist, hat Psychologen zufolge mehr mit unserer Selbstüberschätzung als mit tatsächlichem Können zu tun.

Später verglichen wir die Leistungen unserer Probanden unter verschiedenen Bedingungen: Beim Autofahren in einem Simulator, beim simultanen Lösen von Rechen- und Merkaufgaben und schließlich unter der schwierigen Anforderung, beide Dinge – Autofahren und Denksport – gleichzeitig auszuführen. Wie erwartet, zeigte die große Mehrheit unter der Doppelbelastung viel schlechtere Leistungen als beim Erfüllen der Einzelaufgaben. Doch beim Abgleich der Daten entdeckten wir immer wieder einzelne Ausreißer!

### Drei Prozent »Supertasker«

Im Vergleich zu anderen zeigten diese Personen nahezu identische Leistungen in den Einzel- und Doppeltests. Wir suchten nun gezielt weitere solche Ausnahmetalente – und wurden fündig: Unter insgesamt fast 700 Probanden zählten wir 19 wahre »Supertasker«, was einer Quote von rund drei Prozent entspricht. Sie gehörten allesamt zu dem Viertel der Besten beim Bewältigen der Einzelaufgaben, und ihre Leistung verschlechterte sich auch bei doppelter Belastung nicht wesentlich.

Um die für das Supertasking relevanten Hirnbereiche zu identifizieren, verglichen

## Eins nach dem anderen: Wie Sie Ablenkungen besser widerstehen

- Lernen Sie, sich auf eine Sache zu konzentrieren. Schon Hintergrundgeräusche können Sie von der Arbeit ablenken. Daher sollten Sie Musik und Fernsehen besser abstellen.
- Wenn Sie Ihren Arbeitsplatz neu ordnen und alles Nötige griffbereit legen, sparen Sie sich das Suchen und laufen nicht Gefahr, einer nebensächlichen Aufgabe Ihre Zeit zu widmen.
- Dem Internet für ein paar Stunden am Tag zu entsagen, fördert ebenfalls die Konzentration. Wenn Sie oft am Computer arbeiten, reservieren Sie sich eine bestimmte Zeit, um Ihre E-Mails zu erledigen.
- Schreiben Sie eine Checkliste und gönnen Sie sich nach getaner Arbeit eine kleine Belohnung: Legen Sie eine Arbeitspause ein oder machen Sie einen kleinen Spaziergang – das schafft Raum für neue Ideen!



wir per funktioneller Magnetresonanztomografie (fMRT) 16 unserer Mentalakrobaten mit einer Gruppe von Probanden, die ihnen unter anderem hinsichtlich ihres Arbeitsgedächtnisses, Alters und Geschlechts glichen. Da wir im Fahrsimulator keine Hirnscans machen konnten, verwendeten wir in der Tomografenröhre einen computergestützten Multitasking-Test, in dem die Probanden gleichzeitig verschiedene Seh- und Höreindrücke verarbeiten mussten.

Tatsächlich unterschieden sich die Hirnaktivierungsmuster bei den Supertaskern deutlich von denen der Kontrollpersonen. Bei den meisten Menschen beanspruchen kognitive Herausforderungen mehr neuronale Ressourcen. Die Supertasker jedoch zeigten bei anspruchsvollen Aufgaben kaum veränderte Hirnaktivität – ihr Gehirn scheint aus irgendeinem Grund effizienter zu arbeiten, so dass sie auch bei starker kognitiver Belastung einen kühlen Kopf bewahren.

## ALLES AM KÖCHELN HALTEN

**Supertasker brillieren vermutlich in Berufen, in denen es gilt, eine Vielzahl verschiedener Aufgaben zu koordinieren – beispielsweise als Koch.**

Im Vergleich zur Kontrollgruppe wiesen die Supertasker vor allem in drei Bereichen des Frontalhirns, die beim Multitasking besonders aktiv sind, beträchtliche Unterschiede auf: im frontopolaren und im dorsolateralen präfrontalen Kortex sowie im anterioren zingulären Kortex (ACC). Besonders interessant erschien uns der frontopolare Kortex an der vorderen Wölbung des Denkorgans unmittelbar hinter der Stirn. Denn im Vergleich zu Menschenaf-

# Fatales Duo: Telefonieren am Steuer

Im Jahr 2006 testeten David L. Strayer und seine Kollegen an der University of Utah Probanden in einem Fahrsimulator, um herauszufinden, wie sehr Telefonieren beim Autofahren ablenkt. Die Versuchspersonen hatten entweder 0,8 Promille im Blut oder befanden sich während der Fahrt im Gespräch mit einem Versuchsassistenten – per Handy oder über die Freisprechanlage. Tatsächlich waren die Telefonierer deutlich häufiger in Unfälle verwickelt als die alkoholisierten Teilnehmer. Auch eine Freisprechanlage zu benutzen, minderte die Gefahren des Telefonierens kaum: Die Aufmerksamkeit blieb beeinträchtigt.

In einigen Experimenten erfassten die Forscher zudem die Blickbewegungen der Versuchspersonen. Beim Telefonieren übersahen die Fahrer etwa jeden zweiten Hinweisreiz und reagierten insgesamt deutlich langsamer auf Verkehrsschilder oder Ampeln. Durch Aufmerksamkeitslücken wurden sie regelrecht blind gegenüber wesentlichen Details in ihrem Blickfeld, etwa Kindern am Straßenrand. Das ernüchternde Fazit der Psychologen: Im Fall des Multitaskings am Steuer führt selbst Übung zu keiner wesentlichen Leistungsverbesserung.

(Strayer, D. L. et al.: A Comparison of the Cell Phone Driver and the Drunk Driver. In: *Human Factors* 48, S. 381–391, 2006)



MIT FRDL. GEN. VON DAVID L. STRAYER

**SIMULIERTE GEFAHR**  
**Reaktionstests und Messungen der Hirnströme im Fahrsimulator offenbaren, dass Multitasking das Gehirn überfordert. Wer am Steuer telefoniert, reagiert deutlich langsamer auf Verkehrszeichen und übersieht die meisten Details im Blickfeld.**

fen ist diese Region im menschlichen Gehirn ausgesprochen groß und besser mit anderen Hirnbereichen verknüpft. Die Fähigkeit zum Multitasking – so beschränkt sie sein mag – stellt womöglich eine relativ junge Anpassungsleistung unserer Spezies dar. Patienten mit einer Schädigung dieses Stirnhirnareals sind im Allgemeinen stark darin beeinträchtigt, Multitasking-Aufgaben zu erfüllen.

Gab es noch weitere, womöglich genetisch bedingte Besonderheiten bei den Supertaskern? Bereits seit Längerem weiß man, dass für die Funktion des Stirnhirns auch der Botenstoff Dopamin eine Rolle spielt. Wie gut der Neurotransmitter arbeitet, hängt dabei unter anderem von einem Gen ab, das für das Enzym Catechol-O-Methyltransferase codiert – der Erbfaktor wird daher auch *COMT*-Gen genannt.

Das *COMT*-Gen bestimmt mit darüber, wie effizient Dopamin im frontalen Kortex wirkt. Eine Forschergruppe um Quinn Kennedy von der Stanford University in Kalifornien identifizierte im Jahr 2011 verschiedene Ausprägungen des *COMT*-Gens, die sich positiv auf die Arbeitsgedächtnisleistung auswirken: Dazu zählen Genvarianten, die das so genannte Met-Allel enthal-

ten, das in früheren Studien bereits mit einer geringeren Aktivität des *COMT*-Enzyms in Verbindung gebracht wurde. Vermutlich führt die schwächere Aktivität wiederum dazu, dass mehr von dem Neurotransmitter Dopamin an den Rezeptoren der Nervenzellen verfügbar ist.

Nach Sequenzierung des Erbguts aus Blut- oder Speichelproben unserer Supertasker fanden wir erste Hinweise darauf, dass die Betreffenden tatsächlich vermehrt über diese Varianten des *COMT*-Gens verfügen. Gleichzeitig zeigen sie eine stärkere Dopaminaktivität in jenen Hirnarealen, die am Multitasking beteiligt sind.

Um sicher sagen zu können, ob die besondere Konzentrationsfähigkeit der Supertasker in einer genetischen Veranlagung gründet, müssen wir allerdings noch mehr von ihnen ausfindig machen. Daher ist die Frage, in welchen Berufsgruppen oder bei welchen Tätigkeiten diese Menschen häufiger anzutreffen sind, für uns besonders spannend. Unter Piloten beispielsweise könnte es viele Supertasker geben, aber auch Spitzenköche, die im Stande sind, mehrere Speisen gleichzeitig perfekt zuzubereiten, wären dafür prädestiniert. Vielleicht sind virtuose Computer-

spieler oder Notfallärzte ebenfalls lohnende Gruppen – kurz: all jene, die viele anspruchsvolle Aufgaben gleichzeitig bewältigen müssen.

Die Erforschung des Supertaskings könnte uns neue Wege weisen, wie auch weniger begnadete Menschen Aufgaben strukturieren sollten, ohne ihr Gehirn zu überlasten. Ist es beispielsweise sinnvoll, in Situationen wie dem Straßenverkehr, in denen es eine Menge visueller Informationen zu verarbeiten gilt, zusätzlich noch auf akustische Signale zu setzen – wie es moderne Navigationsgeräte tun? Angesichts des technologischen Fortschritts, der unsere Multitasking-Fähigkeit auf eine harte Probe stellt, könnten uns die Supertasker als Modelle für die Zukunft dienen. ↗

(Gehirn&Geist, 9/2012)

Kennedy, Q. et al.: The Roles of *COMT* val158met Status and Aviation Expertise in Flight Simulator Performance and Cognitive Ability. In: Behavior Genetics 41, S. 700– 708, 2011

Watson, J.M., Strayer, D.L.: Supertaskers – Profiles in Extraordinary Multitasking Ability. In: Psychonomic Bulletin and Review 17, S. 479–485, 2010

MÜDIGKEIT

# RISIKO SCHLAFMANGEL

von David und Eva-Maria Elmenhorst

Manchen Menschen machen ein paar kurze Nächte wenig aus. Andere dagegen sind schlecht gelaunt und können sich kaum konzentrieren. Was bei Schlafentzug im Gehirn passiert, und warum wir so unterschiedlich darauf reagieren.

**E**s ist noch früh am Morgen, als wir das Schlaflabor betreten. Draußen dämmert es erst, und hier drin ist es nicht viel heller. Die Beleuchtung liefert kaum 100 Lux – keine Chance, damit die Müdigkeit zu vertreiben. Gleich werden wir unsere Probandin wecken, deren Hirnströme wir während der Nacht per EEG aufgezeichnet haben. Sarah S.\* durfte nun die fünfte Nacht in Folge nur fünf Stunden schlafen. Müde ist sie und nicht sonderlich gesprächig. Bevor sie aufsteht, legen wir ihr noch einen venösen Zugang für die Blutabnahme. Ein Becher Zuckerlösung ist heute ihr Frühstück.

Dann berichtet Sarah uns, wie sie ihren Schlaf selbst empfunden hat. »Das Einschlafen am Abend ging nach den vier kurzen Nächten ganz schnell«, erzählt sie. »Aber danach weiß ich bis zum Wecken ei-

gentlich gar nichts mehr. Ich glaube, ich bin kein einziges Mal aufgewacht.« Die Studentin nimmt an unserer Schlaflaborstudie im :envihab (nach englisch: environmental habitat) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Köln teil. Zusammen mit dem Forschungszentrum Jülich untersuchen wir dort die direkten Auswirkungen von chronischem Schlafmangel.

Sarah spürt die typischen Anzeichen eines erhöhten Schlafdrucks. Am liebsten würde sie sich jetzt wieder hinlegen und weiterschlafen. Auch ihre Laune war schon einmal besser, wie die Kreuze auf dem Stimmungsfragebogen belegen. Die Auswertung der Hirnströme zeigt uns, dass die ersten vier kurzen Nächte Sarahs Schlaf verändert haben. Der Anteil des Tiefschlafs (im EEG an langsamem Delta-Wellen erkennbar) hat zugenommen – fast so, als wolle das Gehirn die geringe Dauer der Nachtruhe kompensieren. Aber wie erkennt es Schlafmangel überhaupt: Führen bestimmte Hirnregionen etwa eine Art Logbuch über den Schlaf? Und warum fühlen sich etliche Versuchspersonen bereits nach ein oder zwei kurzen Nächten müde und unkonzentriert, während andere selbst nach einem vollständigen

**David Elmenhorst** erforscht am Institut für Neurowissenschaften und Medizin des Forschungszentrums Jülich Schlaf mit Methoden der molekularen Hirnbildgebung. **Eva-Maria Elmenhorst** beschäftigt sich am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln mit Schlaf und menschlichen Faktoren, die insbesondere für die Arbeit von Operatoren in Luft-, Raumfahrt und Verkehr wichtig sind.

\* Name von der Redaktion geändert

## AUF EINEN BLICK

### Wie betrunken ohne Schlaf

- 1 Je länger man wach bleibt, desto höher steigt die Konzentration an Adenosin. Als Neuromodulator verstärkt es den Schlafdruck und beeinflusst so zusammen mit dem zirkadianen Rhythmus, ob wir wachen oder schlafen.
- 2 Bereits nach einer einzigen zu kurzen Nacht leiden unsere kognitiven Fähigkeiten. Schläft jemand mehrere Tage hintereinander zu wenig, sind die Einbußen oft gravierend. Die meisten reagieren dann ungefähr so wie mit einem Blutalkohol von 0,6 Promille.
- 3 Ein Drittel der Versuchspersonen zeigt sich in Tests allerdings relativ widerstandsfähig gegenüber Schlafentzug. Dies wurzelt möglicherweise in genetisch bedingten Unterschieden des Adenosinsystems.

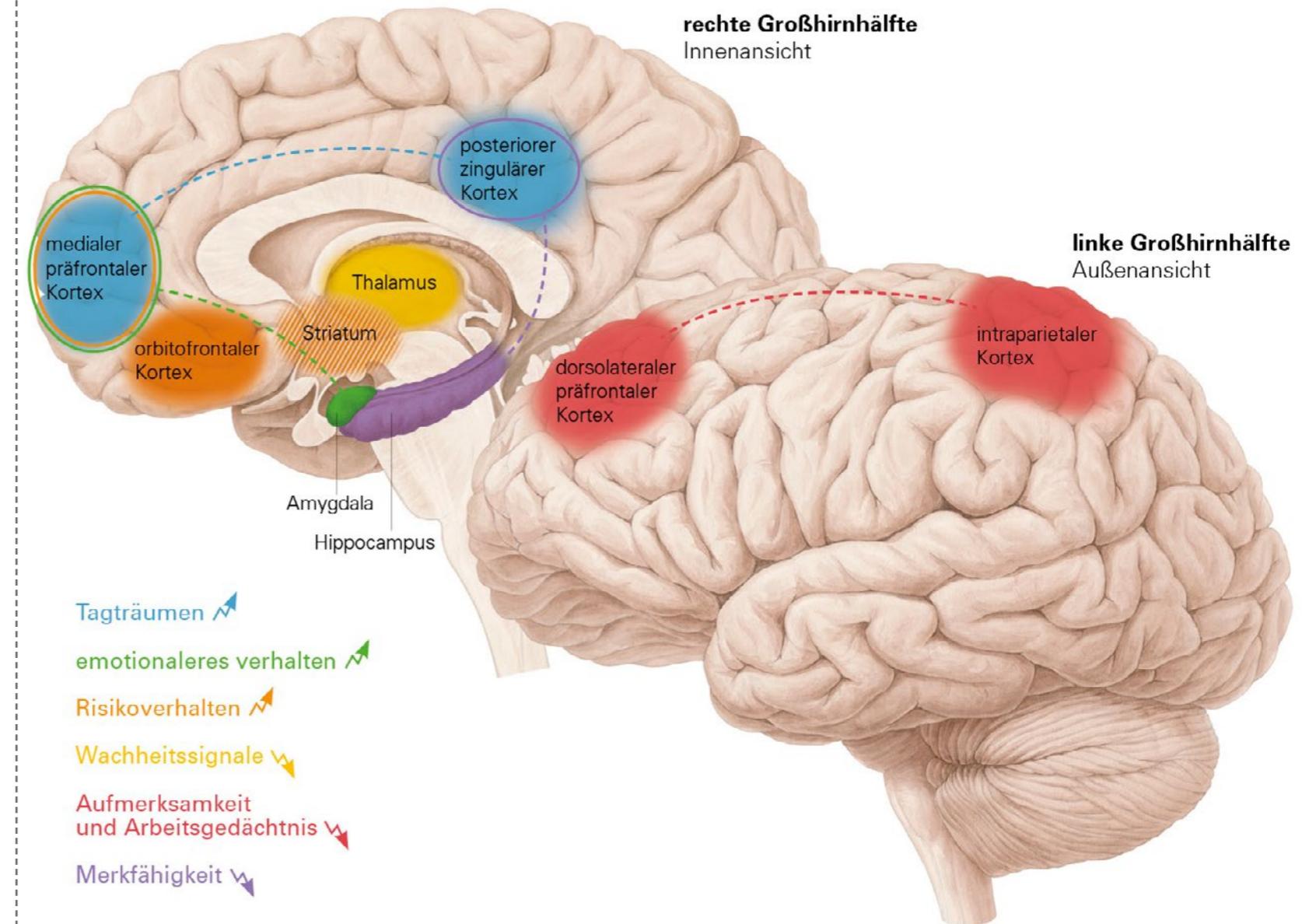
Schlafentzug von mehreren Tagen geistig kaum abbauen?

Solche Fragen zu beantworten, gestaltet sich keineswegs einfach. Trotz jahrzehntelanger Forschung ist noch nicht einmal ganz klar, warum der Mensch überhaupt unbedingt schlafen muss. Zwar existieren inzwischen zahlreiche Untersuchungen, die wichtige Funktionen des Schlafs bei Erholungs-, Reparatur- sowie Lern- und Gedächtnisvorgängen nahelegen. Dennoch konnte keine der vielen Theorien bisher wirklich befriedigend alle Beobachtungen bei Schlafmangel erklären.

Schon in den 1980er Jahren schlugen Alexander A. Borbély an der Universität Zürich und Serge Daan an der Universität Groningen vor, dass der regelmäßige Wechsel von Schlafen und Wachen beim Menschen durch zwei interagierende neuronale Mechanismen reguliert wird. Laut dem Zwei-Prozess-Modell wächst mit zunehmender Wachdauer der Schlafdruck immer mehr, um im Schlaf wiederum ebenso rapide abzufallen. Damit der Mensch aber im Tagesverlauf nicht zu schnell müde wird, kommt ein zweiter Prozess ins Spiel. Die wichtigste »innere Uhr« im Gehirn – der Nucleus suprachiasmaticus – beein-

## Wenn das Gehirn müde ist

Schlafmangel beeinträchtigt die Funktion des Gehirns in vielerlei Hinsicht.



Aufmerksamkeits- und Gedächtnisprobleme: Bei Konzentrationsaufgaben erscheint die Aktivität in Hirnregionen, welche die Aufmerksamkeit steuern, (rot) und im Thalamus (das »Tor zum Bewusstsein«, gelb) gedrosselt. Dies erschwert es vermutlich, Störsignale zu ignorieren. Auch die Aktivität im Hippocampus (violett) ist vermindert, was die Verankerung neuer Gedächtnisinhalte behindern könnte.

flusst die Wachheitssignale, die dem ansteigenden Schlafdruck zunächst entgegenwirken. Erst am späten Nachmittag wird dieser Weckruf immer leiser, so dass wir schließlich ein- und im Idealfall auch durchschlafen können.

Morgens, kurz nach dem Aufstehen, ist dann allerdings kaum jemand sofort geistig hellwach. Etwa 90 Minuten braucht man, bis die volle kognitive Leistungsfähigkeit nach dem Schlaf wiederhergestellt ist – das ist die Phase der so genannten Schlafträgeit. Sarah bekommt von uns zwei Stunden Zeit zum Wachwerden, darauf absolviert sie alle drei Stunden eine ganze Reihe von Aufgaben: Für einen Test des Arbeitsgedächtnisses etwa muss sie unter Zeitdruck entscheiden, ob bei einer dreiminütigen Abfolge von Buchstaben einer davon jenem entspricht, den sie drei Bildschirmanzeigen zuvor schon gesehen hat.

In den ersten Tagen des Schlafmangels stufte sich Sarah bereits selbst als ziemlich müde und unkonzentriert ein. Mittlerweile nimmt sie gar nicht mehr wahr, dass ihre Wachheit und kognitive Leistungsfähigkeit mit jedem Tag noch weiter sinken. Nur während unserer monotonen Tests bemerkt sie, dass ihr Gehirn zwi-

Schlechtere neuronale Abstimmung: Schlafentzug schwächt die Zusammenarbeit (gestrichelte Linien) in verschiedenen neuronalen Netzwerken. Dies folgerten Forscher, nachdem sie ihre übernächtigten Probanden mit der Bitte die Gedanken schweifen zu lassen in den Magnetresonanztomografen geschoben hatten. Unter diesen Bedingungen (»resting state«) lässt sich im funktionellen MRT erkennen, wie gut zwei Hirnregionen generell zusammenwirken: je synchroner ihre Aktivität, desto enger die Kooperation – ihre »funktionelle Konnektivität«. Verringerte Konnektivität zeigen nicht nur die Regionen des (dorsalen) Aufmerksamkeitssystems (rot), sondern auch auditorische, visuelle und motorische Netzwerke (nicht markiert).

Häufigeres »Tagträumen«: Das so genannte Default-Mode-Netzwerk (blau) wird vor allem beim Tagträumen aktiv; gehen wir dagegen eine Aufgabe zielgerichtet an, hält es sich zurück – normalerweise: Bei Schlafmangel funktioniert genau diese Entkoppelung nicht mehr zuverlässig. Statt bei der Sache zu bleiben, schaltet das Gehirn immer wieder kurzzeitig in den Default-Modus.

Riskanteres Verhalten: Schlafmangel führt zu einem veränderten Ess- und Risikoverhalten. Vermutlich bringt hier der Neuromodulator Adenosin die Erregungsleitung im Belohnungssystem (orange) aus dem Gleichgewicht. Adenosin bindet im Striatum an die dort reichlich vorhandenen 2A-Adenosinrezeptoren, was wiederum einen ganz bestimmten Subtyp von Dopaminrezeptoren herunterreguliert. Als Folge werden Belohnungsreize nun anders bewertet.

Emotionale Labilität: Schlafen wir zu wenig, werden negative Reize bevorzugt verarbeitet und führen zu einer Überreaktion der Amygdala (grün). Gleichzeitig scheint ihre Abstimmung mit dem medialen präfrontalen Kortex (blau) geschwächt zu sein.

Krause, A. J. et al.: The Sleep-Deprived Human Brain. In: Nat. Rev. Neurosci. 18, S. 404–418, 2017.



schendrin unwillkürlich immer wieder irgendwie abschaltet.

Diese Ausfälle in der Aufmerksamkeit erfassen wir quantitativ mit dem Psychomotorischen Vigilanztest (PVT). Es handelt sich um eine einfache Reaktionsprüfung, bei der der Proband einen Knopf drücken muss, sobald eine Stoppuhr auf dem Bildschirm erscheint. Wir messen so die Reak-

tionszeit, aber auch, wie oft die Versuchsperson überhaupt nicht reagiert. Trotz seiner für einen Aufmerksamkeitstest recht kurzen Dauer von zehn Minuten hat sich der PVT in den letzten Jahrzehnten als sehr empfindliches und von der subjektiven Einschätzung der Müdigkeit unabhängiges Messinstrument für Leistungsdefizite durch Schlafmangel erwiesen.

**VORBEREITUNG FÜR EIN »WACH-EEG«**  
**Der Schlafmangel spiegelt sich auch tagsüber in veränderten Hirnströmen wider.**

### **Mindestens sieben Stunden Nachtruhe, bitte!**

Es zeigt sich: Gute mentale Leistung erfordert ausreichenden Schlaf von guter Qualität. Letztere bemisst sich hauptsächlich nach der Länge des Tiefschlafs, die wir im Alltag freilich nicht kennen. Doch welche Schlafdauer reicht in der Regel aus, um langfristig körperlich und geistig gesund

zu bleiben? Die American Academy of Sleep Medicine und die Sleep Research Society empfehlen seit 2016 ein Minimum von sieben Stunden. Wer regelmäßig weniger schläft, erkrankt laut den Daten einer großen US-amerikanischen Gesundheitserhebung eher an Depression oder Diabetes, leidet an Übergewicht oder Bluthochdruck.

Den ursächlichen Zusammenhang untersuchten Forscher in Laborstudien, indem sie die Schlafdauer ihrer Versuchspersonen experimentell variierten. So verändert Schlafmangel beispielsweise die Blutzuckerregulation: Die Glukosetoleranz und die Empfindlichkeit für Insulin sinken – beides gilt als Vorbote eines Diabetes Typ 2. Auch bei Sarah blieb der Blutzuckerspiegel nach dem Trinken der Zuckerlösung heute schon länger leicht erhöht als noch vor wenigen Tagen. Andere Studien lassen darauf schließen, dass Schlafmangel die hormonelle Sättigungsregulation durcheinanderbringt. Zudem dämpft er das Immunsystem. So verpasste etwa ein Team um den kalifornischen Neuroimmunologen Aric Prather seinen Versuchsteilnehmern per Spray eine Dosis Rhinoviren. Das 2015 viel beachtete Ergebnis: Wer in den vorangegangenen zwei Wochen jede

## Wozu schlafen wir?

Eine umfassende Antwort auf diese Frage steht noch aus. Stattdessen mehren sich Einzelbefunde: Schlaf scheint zahlreiche biologische Prozesse zu verbessern. Hier einige Erkenntnisse, die das Gehirn betreffen:

**Energie sparen:** Im Schlaf verbrauchen wir weniger Energie als beim Wachsein. Auch das Gehirn drosselt seine Aktivität in den meisten Schlafphasen.

**Entgiftung:** Nachts erweitern sich im Gehirn die Zellzwischenräume, damit überflüssige oder schädliche Stoffe über das Rückenmark ausgeschwemmt werden können. Der Prozess ist bei Alzheimerpatienten möglicherweise beeinträchtigt.

**Neuronale Plastizität:** Vermutlich werden viele synaptischen Verbindungen wieder abgeschwächt, um ein übermäßiges Anwachsen der Netzwerke zu verhindern. So bleiben vor allem häufig genutzte Synapsen bestehen. Relevante und insbesondere emotional positiv besetzte Erinnerungen werden im Schlaf gefestigt, unwichtige Informationen eher gelöscht.

**Restrukturierung von Gelerntem:** Versuchen wir schwierige Zusammenhänge zu erkennen, kommt die Einsicht oft erst über Nacht. Vielleicht fügt das Gehirn die Informationen im Schlaf neu zusammen.

Nacht weniger als sechs Stunden geschlafen hatte, bekam im Vergleich zu den anderen viermal so häufig einen Schnupfen.

Zu kurzer Schlaf birgt aber nicht nur gesundheitliche Risiken. Schon nach kurzer Zeit beginnt der Mensch, Fehler zu machen. Die Ursachen sind Konzentrations-

und Gedächtnisstörungen, verlangsamte Reaktionszeiten, kurze Ausfälle in Wahrnehmung und Aufmerksamkeit oder gar Mikroschlaf-Episoden. Diese beruhen vermutlich zum Teil darauf, dass verschiedene neuronale Netzwerke schlechter zusammenarbeiten.

Durch Müdigkeit bedingte Fehlentscheidungen können fatale Folgen haben. Berrühmte Beispiele sind der Reaktorunfall im Kernkraftwerk Three Mile Island in Pennsylvania sowie die Havarie des Öltankers Exxon Valdez vor Alaska. Bei beiden machten die Untersuchungskommissionen den Schlafmangel verantwortlicher Personen als eine der Ursachen aus. Aber auch die Gefahr von weniger spektakulären Unfällen bei der Arbeit oder im Straßenverkehr erhöht sich drastisch.

### Unterschätzter Leistungsverlust

In früheren Untersuchungen hat unser Team am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt bereits beobachtet, dass nur vier Nächte mit auf fünf Stunden begrenztem Schlaf zu nicht tolerierbaren Leistungseinbußen führen. Unsere Versuchspersonen waren, was etwa ihre Aufmerksamkeit und ihre Hand-Augen-Koordination betraf, noch etwa so leistungsfähig wie mit einem Alkoholgehalt im Blut von 0,6 Promille! Hinzu kommt: Bei chronischem Schlafmangel empfinden sich die Probanden selbst als geistig fitter und wacher, als sie tatsächlich sind. Das heißt, ähnlich wie Sarah unterschätzen die meisten ihren Leistungsverlust.

Die Gründe für unzureichenden Schlaf in der Allgemeinbevölkerung sind vielfältig. Fernreisen über mehrere Zeitzonen führen zum allseits bekannten Jetlag. Auch Schicht- und Nacharbeiter, zu denen ungefähr 16 Prozent der deutschen Erwerbstätigen und 15 Prozent der Angestellten in den USA zählen, laufen eher Gefahr, müdigkeitsbedingte Fehler zu machen. Denn entgegen dem zirkadianen Rhythmus schlafen zu müssen, verkürzt den Schlaf meist nicht nur, sondern verschlechtert auch seine Qualität. Fehlen dann noch ausreichende Erholungsphasen, in denen das Versäumte nachgeholt werden kann, steigt das Risiko weiter. Ein großer Prozentsatz in diesen Berufsgruppen klagt über gestörten Schlaf und versucht den Folgen durch eine »Selbsttherapie« mit Koffein, Nikotin oder Alkohol beizukommen.

Aber auch andere Bevölkerungsgruppen leiden unter chronischem Schlafentzug. Oft liegt es an unserem Lebensstil: Schließlich *wollen* wir rund um die Uhr einkaufen und fernsehen können oder nachts endlich einmal das tun, wozu wir tagsüber nicht kommen – etwa am Computer mit Freunden chatten oder stundenlang zocken. Zudem dehnt sich das Tag-

## Wachen oder Schlafen? Das Zwei-Prozess-Modell

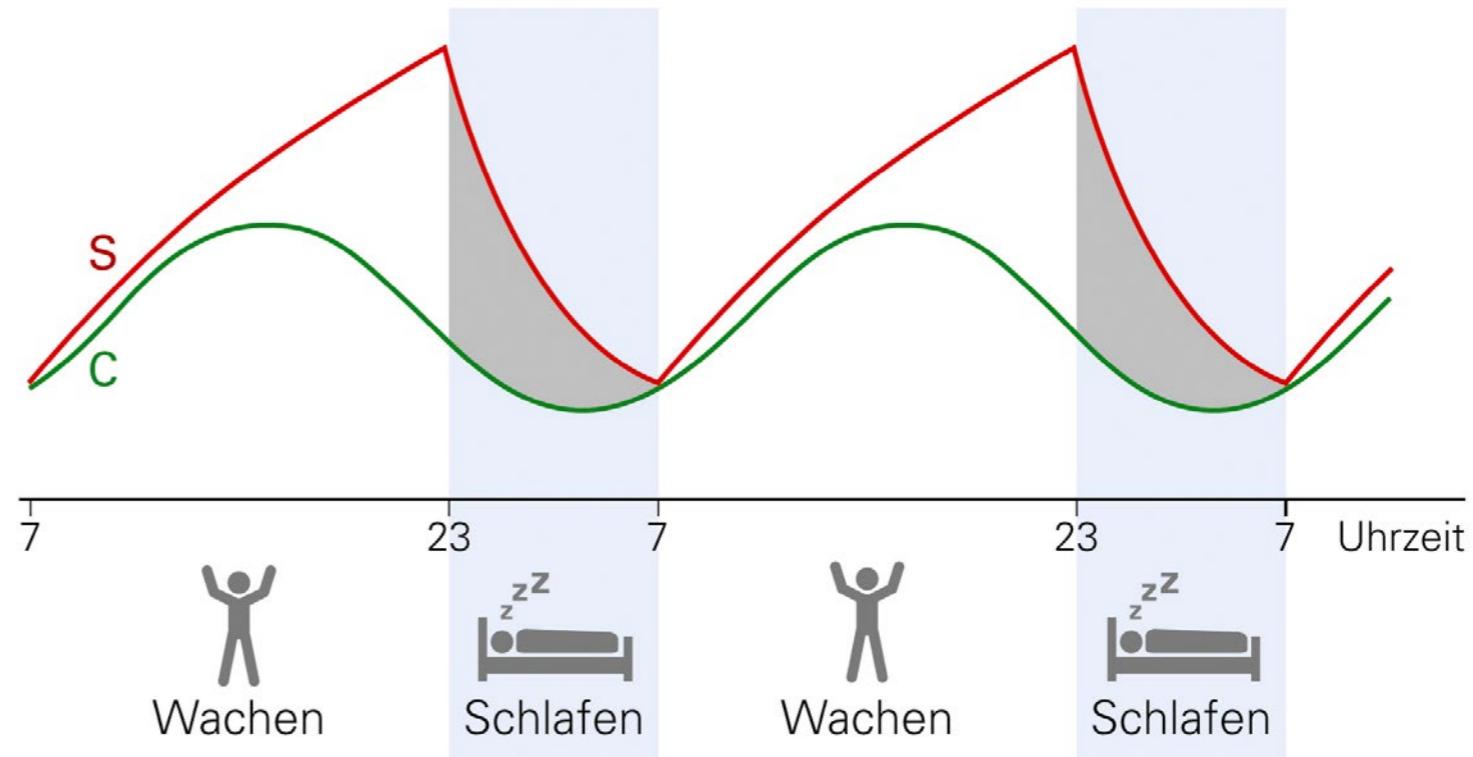
Zwei interagierende Prozesse kontrollieren den Schlaf-wach-Zyklus. S steht für Schlafdruck, C für den Einfluss der zirkadianen Taktgeber des Körpers. Vermutlich beeinflussen sie sich ständig gegenseitig. Übersteigt der Abstand zwischen S und C einen Grenzwert, schlafen wir ein; sinkt er unter einen bestimmten Wert, erwachen wir. Bei depressiven Menschen gerät der Schlaf-wach-Zyklus oft aus dem Takt, vielleicht weil S sich zu langsam aufbaut. Dies würde erklären, warum ein Schlafentzug antidepressive Wirkung entfalten kann.

Borbély, A. A. et al.: The Two-Process Model of Sleep Regulation: A Reappraisal. In: J. Sleep Res. 25, S. 131–143, 2016

werk durch Heimarbeit gern in die Nachtstunden aus, wenn entsprechender Druck herrscht. Till Roenneberg von der Ludwig-Maximilians-Universität München und seine Mitarbeiter analysierten aktuelle Daten von 65 000 Europäern. Demnach beträgt die durchschnittliche Schlafzeit bei 40- bis 55-Jährigen an Werktagen regelmäßig etwas unter sieben Stunden. Dass dies dem Körper zu wenig ist, zeigen die Ergebnisse vom Wochenende, an dem sich die Schlafdauer derselben Gruppe um eine Stunde verlängert. Einzig bei Vorschulkindern und Rentnern fehlt diese Verschiebung. Da das Phänomen auf der schlechten Passung des biologischen Schlafrhythmus mit den gesellschaftlich üblichen Schlaf-wach-Zeiten beruht, sprechen Forscher auch von einem »sozialen Jetlag«.

Was geschieht nun genau im übermüdeten Gehirn? Die zellulären Grundlagen für den Schlafrhythmus, den Sarah spürt, sind noch nicht im Detail geklärt. Einen Ansatz liefert die »Schlaffaktor-Theorie«. Ihr zufolge akkumulieren eine oder mehrere Substanzen im Gehirn während der Wachphase und leiten nach Überschreiten eines Schwellenwerts den Schlaf ein. Schon vor mehr als 100 Jahren gab es die ersten Hin-

## Schlaf-wach-Zyklus



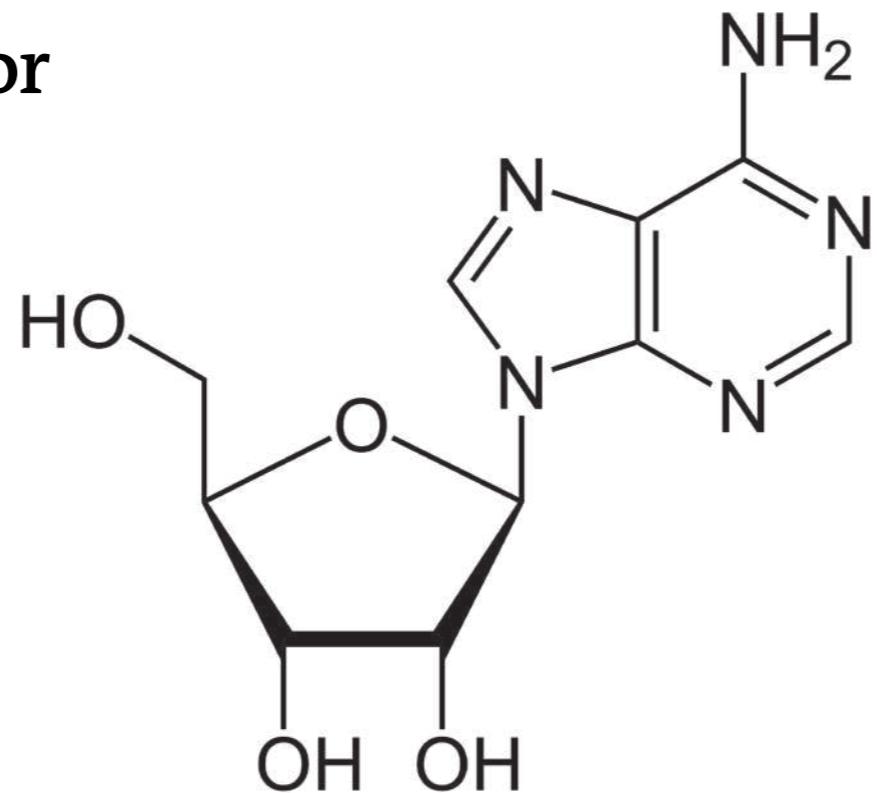
## Wachen oder Schlafen? Das Zwei-Prozess-Modell

Zwei interagierende Prozesse kontrollieren den Schlaf-wach-Zyklus. S steht für Schlafrhythmus, C für den Einfluss der zirkadianen Taktgeber des Körpers. Vermutlich beeinflussen sie sich ständig gegenseitig. Übersteigt der Abstand zwischen S und C einen Grenzwert, schlafen wir ein; sinkt er unter einen bestimmten Wert, erwachen wir. Bei depressiven Menschen gerät der Schlaf-wach-Zyklus oft aus dem Takt, vielleicht weil S sich zu langsam aufbaut. Dies würde erklären, warum ein Schlafentzug antidepressive Wirkung entfalten kann.

Borbély, A. A. et al.: The Two-Process Model of Sleep Regulation: A Reappraisal. In: J. Sleep Res. 25, S. 131–143, 2016

# Der Neuromodulator Adenosin

Adenosin ist ein Nukleosid, das an spezielle Rezeptoren bindet. Die Menge des Neuromodulators steigt in der Wachphase in verschiedenen Hirnregionen an. Sein Effekt auf die neuronale Aktivität hängt von den jeweils vorhandenen Rezeptorsubtypen ab.



weise auf ein »Schlafgift«, das sich anhäuft und zur Ermüdung führt. Damals entnahm man Hunden nach längerem Schlafentzug Hirnflüssigkeit und injizierte sie bei ausgeruhten Tieren wieder in den Liquorraum: Letztere schliefen sofort ein.

Diese geheimnisvolle Substanz muss zum einen die neuronale Aktivität hemmen, zum anderen soll ihre Konzentration während der Wachperiode ansteigen und während des Schlafs abfallen. Es liegt daher nahe, an einen Stoff zu denken, der tagsüber im Zuge neuronaler Aktivität ver-

mehrt gebildet wird. Ein viel versprecher Kandidat ist Adenosin, eine organische Base mit einem Zuckeranteil. Die Energieversorgung des Gehirns geschieht hauptsächlich über die konstante Zufuhr von Glukose. Bei ihrer Verbrennung entsteht Adenosintriphosphat (ATP), der zentrale und universale Energielieferant für zelluläre Prozesse. Wenn Nervenzellen aktiv sind, verbrauchen sie ATP; übrig bleibt Adenosin, dessen Menge mit der Zeit ansteigt. Der Neuromodulator bindet unter anderem an verschiedene Typen von Adenosin-

rezeptoren. Der häufigste Rezeptortyp heißt A1 – sobald Adenosin dort andockt, kommt eine Signalkette in Gang, welche die Erregbarkeit der Neurone drosselt. Diese negative Rückkopplung schützt Nervenzellen also zugleich vor übermäßigem Energieverbrauch.

## Vom Tierversuch zum Menschen

In der Tat konnte der Schlaf- und Schizophrenieexperte Robert McCarley (1937–2017) zusammen mit seinen Teams an der Harvard Medical School bereits vor etlichen Jahren Adenosin als eine zentrale, sich während Schlafentzug im Gehirn lokal akkumulierende Substanz identifizieren – zumindest im Tierversuch. Bei Katzen etwa stieg schon nach sechsständigem Wachsein die Konzentration von Adenosin im basalen Vorderhirn sowie im Kortex und sank dann wieder auf das Ausgangsniveau, als die Tiere schlafen durften. Auch bei Ratten und Mäusen übertraf die Adenosinkonzentration in verschiedenen Hirnregionen im Wachzustand die während des Schlafs um 20 Prozent und nach einigen Stunden Schlafentzug um zirka 40 Prozent.

Die untersuchten Tiere sind aber im Gegensatz zu uns nachaktiv und zudem po-

lyphatische Schläfer, das heißt, sie schlafen über den gesamten Tag verteilt immer wieder. Wie verhält es sich also beim Menschen? Um dort das Adenosinsystem zu erforschen, nutzen wir die so genannte Positronenemissionstomografie (PET).

Inzwischen ist es 10.30 Uhr. Die Spannung wächst. Acht Tage lang haben wir Sarah auf die heutige Messung vorbereitet. Speziell dafür wird im Forschungszentrum Jülich seit dem frühen Morgen ein radioaktiv markierter »Ligand« hergestellt, ein Stoff, der sich an die freien Adenosinrezeptoren im Gehirn anheftet und diese dadurch im Hirnscanner mittels Positronenemissionstomografie sichtbar macht. Hoffentlich war die Synthese erfolgreich und es gibt keinen Stau auf der Autobahn, so dass der Transport rechtzeitig bei uns ankommt. Um 11 Uhr Erleichterung – alles hat nach Plan funktioniert. Sarah wird jetzt für zwei Stunden möglichst ruhig im Scanner liegen und in dieser Zeit noch einige kognitive Tests absolvieren. Nichtstun ist für sie am schwierigsten, dann werden die Augenlider schwer. Schlafen darf sie aber noch nicht.

Wie gern würde Sarah jetzt einen guten Kaffee trinken! Laut einer Reihe von Statis-



tiken über Konsumgewohnheiten und Analysen zum Koffeingehalt von Getränken nehmen die Deutschen im Durchschnitt täglich 300 Milligramm Koffein zu sich. In anderen Ländern wie den Niederlanden können es auch schon mal 400 Milligramm sein. Doch auf den Wachmacher muss Sarah über die gesamte zwölfürige Versuchsdauer verzichten. Schon vor einiger Zeit ließen

**AUFMERKSAMKEIT, REAKTIONSZEIT,  
ARBEITSGEDÄCHTNIS**  
**Die Probandin absolviert jeden Tag  
diverse Tests.**

Tierversuche darauf schließen, dass Koffein neuronal stimulierend wirkt, weil es Adenosin vom Adenosinrezeptor verdrängt. In einer Studie von 2012 an 15 Versuchspersonen untersuchten wir die Koffeinwirkung genauer: Auch beim Menschen werden Adenosinrezeptoren blockiert. Ist ungefähr die Hälfte der Rezeptoren mit Koffein besetzt, befinden wir uns in einem Dosisbereich mit guter Wirkung und geringen Nebenwirkungen. So »titrieren« wir uns per Koffeinselbstmedikation im Lauf des Tages an eine effektive Dosis heran. Bei einer 70 Kilogramm schweren Person waren dies in unseren Versuchen etwa 450 Milligramm, was rund vier Tassen Kaffee entspricht. Umgekehrt ist Alkohol als Einschlafhilfe weit verbreitet. Und tatsächlich fördert dieser nicht nur die Bildung von Adenosin, sondern hemmt auch dessen (Ab-)Transport und verstärkt so die Wirkung.

### **Muss das so kompliziert sein? Ja.**

Der Einfluss von Adenosin auf die neuronale Aktivität ist komplex. Denn die Rezeptorsubtypen A<sub>1</sub>, A<sub>2a</sub>, A<sub>2b</sub> und A<sub>3</sub> sind im Gehirn unterschiedlich verteilt und jeweils Bestandteil verschiedener Signalketten mit zum Teil gegensätzlichen Effekten:



DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT (DLR)

Manche aktivieren, andere hemmen die Neurone vor Ort. Somit hängt die Wirkung des Adenosins von seiner (örtlich unterschiedlichen) Konzentration ab sowie von der regionalen Verteilung der einzelnen Rezeptorsubtypen. Außerdem reagieren nicht alle Nervenzellen gleich auf ein und denselben aktivierten Rezeptorsubtyp. Um die neuronale Erregbarkeit zu justieren,

**WIE VERÄNDERT SCHLAFMANGEL  
WÄHREND DES ZWÖLFÄRIGEN VERSUCHS  
DIE BLUTZUCKERREGULATION?  
Nach dem »Frühstück« wird über zwei Stunden im 30-Minuten-Takt Blut abgenommen.**

musste das Gehirn also offenbar äußerst komplizierte Regelkreise entwickeln.

Dennoch haben wir bereits einige grundlegende Erkenntnisse über das Adenosinsystem gewonnen. So lassen unsere eigenen aktuellen Ergebnisse mit radioaktiven Liganden darauf schließen, dass sich beim Menschen die Menge an verfügbaren A<sub>1</sub>-Rezeptoren schon nach 28 Stunden Schlafentzug deutlich erhöht. Sie stieg nach 28 Stunden um zirka zehn Prozent, und der Trend scheint sich nach 52 Stunden Schlafentzug noch fortzusetzen. Vermutlich werden unter diesen Bedingungen mehr Adenosin-A<sub>1</sub>-Rezeptoren bereitgestellt, was die Wirkung von Adenosin und somit den Schlafdruck wiederum verstärken würde.

Nicht alle Menschen sind jedoch durch Schlafmangel gleichermaßen beeinträchtigt, wie unter anderem Forscher von der University of Pennsylvania beobachtet haben: Rund ein Drittel der Probanden zeigt teilweise sogar nach mehrtägigem Schlafentzug nur minimale kognitive Einschränkungen bei Aufmerksamkeitsaufgaben. Diese Fähigkeit ist stabil, wiederholt messbar und scheint laut Zwillingsstudien erblich bedingt zu sein. Ein weiteres Drittel re-

agiert dagegen besonders empfindlich. Solche Menschen sollten Schlafmangel unbedingt vermeiden, vor allem wenn sie in einem Beruf arbeiten, der konstante Aufmerksamkeit in reizärmer Umgebung verlangt. Laut unseren Beobachtungen könnten die individuellen Unterschiede zumindest zum Teil im Adenosinsystem wurzeln. So fanden wir ausgerechnet bei den kaum beeinträchtigten Personen nach dem Schlafentzug besonders viele nicht durch Adenosin belegte Adenosinrezeptoren, an die unser Radioligand binden konnte. Wir vermuten daher, dass zwar auch diese Menschen bei Schlafmangel mehr Rezeptoren herstellen, sie jedoch weniger Adenosin produzieren als empfindliche Probanden.

Mittlerweile ist es 22.55 Uhr. Sarah wird von uns ins Bett gebracht. In ihre Haare mischen sich bunte Kabel, die zu Elektroden auf ihrer Kopfhaut führen, mit denen wir auch heute ihren Schlaf aufzeichnen. Nach den fünf kurzen Nächten darf sie nun ab Punkt 23 Uhr acht Stunden schlafen. Wir sind gespannt, wie schnell sich ihr Gehirn regeneriert. Gute Nacht, Sarah! ↵

(Gehirn&Geist, 6/2018)

Abe, T. et al.: Sleepiness and Safety: Where Biology Needs

Technology. In: *Sleep and Biological Rhythms* 12, S. 74-84, 2014

Basheer, R. et al.: Adenosine and Sleep-Wake Regulation. In: *Progress in Neurobiology* 73, S. 379-396, 2004

Basner, M., Dinges, D.F.: Maximizing Sensitivity of the Psychomotor Vigilance Test (PVT) to Sleep Loss. In: *Sleep* 34, S. 581-91, 2011

Borbély, A. A. et al.: The Two-Process Model of Sleep Regulation: A Reappraisal. In: *Journal of Sleep Research* 25, S. 131-143, 2016

Buxton, O.M., Marcelli, E.: Short and Long Sleep are Positively Associated with Obesity, Diabetes, Hypertension, and Cardiovascular Disease among Adults in the United States. In: *Social Science Medicine* 71, S. 1027-1036, 2010

Diekelmann S, Born J.: The Memory Function of Sleep. In: *Nature Review Neuroscience* 11, S. 114-26, 2010

Doran, S.M. et al.: Sustained Attention Performance During Sleep Deprivation: Evidence of State Instability. In: *Archives Italiennes de Biologie* 139, S. 253-267, 2001

Elmenhorst, D. et al.: Recovery Sleep after Extended Wakefulness Restores Elevated A1 Adenosine Receptor Availability in the Human Brain. In: *Proceedings of the National Academy of Science USA* 114, S. 4243-4248, 2017

Elmenhorst, D. et al.: Performance Impairment during Four Days Partial Sleep Deprivation Compared with the Acute Effects of Alcohol and Hypoxia. In: *Sleep Medicine* 10, S. 189-197, 2009

Elmenhorst, D. et al.: Caffeine Occupancy of Human Cerebral A1 Adenosine Receptors: In Vivo Quantification with

18F-CPFPX and PET. In: Journal of Nuclear Medicine 53, S. 1723-1729, 2012

Elmenhorst, D. et al.: Sleep Deprivation Increases A1 Adenosine Receptor Binding in the Human Brain: a Positron Emission Tomography Study. In: Journal of Neuroscience 27, S. 2410-2415, 2007

Kuna S.T. et al.: Heritability of Performance Deficit Accumulation During Acute Sleep Deprivation in Twins. In: Sleep 35, S.1223-1233, 2012

Krueger, J.M. et al.: Sleep as a Fundamental Property of Neuronal Assemblies. In: Nature Review Neuroscience 9, 910-919, 2008

Porkka-Heiskanen, T. et al.: Brain Site-Specificity of Extracellular Adenosine Concentration Changes During Sleep Deprivation and Spontaneous Sleep: an in Vivo Microdialysis Study. In: Neuroscience 99, S507-517, 2000

Roenneberg, T. et al.: Social Jetlag and Obesity. In: Current Biology 22, S. 939-943, 2012

Strecker, R.E. et al.: Adenosinergic Modulation of Basal Forebrain and Preoptic/Anterior Hypothalamic Neuronal Activity in the Control of Behavioral State. In: Behavioural Brain Research 115, 183-204, 2000

Van Dongen, H.P. et al.: Systematic Interindividual Differences in Neurobehavioral Impairment from Sleep Loss: Evidence of Trait-Like Differential Vulnerability. In: Sleep 27, S.423-433, 2004

Volkow, N.D. et al.: Caffeine Increases Striatal Dopamine D2/D3 Receptor Availability in the Human Brain. In: Translational Psychiatry 5, 2015, e549

**Spektrum**  
der Wissenschaft  
**KOMPAKT**

FILSK / GETTY IMAGES / STOCK

# GESUNDER SCHLAF

Heilsame **Träume** und **Therapien**

Traumforschung | Warum wir träumen  
Wachtherapie | Durchmachen gegen Depression  
Neurobiologie | Nächtliche Gehirnwäsche

FÜR NUR  
€ 4,99

HIER DOWNLOADEN

SINNE

# Kontinuierliches Erleben

ist eine Illusion

von Christiane Gelitz

Aufmerksamkeit funktioniert nicht so, wie sie sich anfühlt: Sie pulsiert vielmehr wie ein Stroboskop. Forscher haben nun jene Hirnwellen entdeckt, die den Takt vorgeben.

**S**tellen Sie sich vor, Ihr Wahrnehmungsfeld würde viele Male pro Sekunde zwischen Weitwinkel und engem Fokus hin- und herspringen – so, als würde man permanent unter einem Stroboskop stehen. Mal sieht man gerade so die Hand vor Augen, dann wieder die gesamte Umgebung. Nur dass man dem Lichtgewitter nicht nur ein paar Lieder lang auf der Tanzfläche ausgesetzt ist, sondern ein Leben lang. Genau das spielt sich permanent in unserem Kopf ab, ohne dass wir es bemerken, und natürlich sind daran die kleinen grauen Zellen schuld.

Das Phänomen selbst und die neuro- nalen Mechanismen dahinter schildern Forscher in der Fachzeitschrift »Neuron«. Das Team der Princeton University und der University of California in Berkeley hatte bei Experimenten mit Affen und Menschen zunächst festgestellt, dass sich

die Aufmerksamkeit viermal pro Sekunde sozusagen ein- und ausschaltet: Alle 250 Millisekunden wechselt unsere Wahrnehmung also zwischen einem maximalen Fokus und einem breiteren Situationsbewusstsein.

Den Takt geben so genannte Theta-Hirnwellen im frontoparietalen Netzwerk vor, wie die Autoren erklären. Thetawellen sind Schwingungen mit einer Frequenz von rund drei bis acht Hertz, die man bislang vor allem mit Schläfrigkeit und leichten Schlafphasen in Verbindung brachte. Doch sie modulieren auch unseren Aufmerksamkeitskegel, indem sie die rhythmisch wechselnde Aktivität zweier anderer Hirnwellenbänder koordinieren: der Betawellen in einem Teil des Stirnhirns und der Gammawellen in einem Teil des Scheitellappens. Deren Zusammenspiel sorgt, grob gefasst, für die Balance zwischen Unterdrücken und Verarbeiten von Umweltreizen.

»Unser Gehirn verschmilzt unsere Wahrnehmungen zu einem zusammenhängenden Film«

[Randolph Helfrich,  
University of California in Berkeley]

Wie lassen sich diese Wechsel mit unserem kontinuierlichen Erleben der Welt vereinbaren? »Unser Gehirn verschmilzt unsere Wahrnehmungen zu einem zusammenhängenden Film«, erklärt Randolph Helfrich, Erstautor der Untersuchung an menschlichen Probanden. »Unsere subjektive Erfahrung der visuellen Welt ist eine Illusion«, sagt die Psychologin und Neurowissenschaftlerin Sabine Kastner, die an beiden Studien beteiligt war. Die Wahrnehmung selbst sei diskontinuierlich, »sie verläuft in kurzen Zeitfenstern, in denen wir mehr oder weniger wahrnehmen können«.

Die Autoren beschreiben die Aufmerksamkeit als eine Art Scheinwerfer, der sich alle 250 Millisekunden verdunkle und dann wieder erstrahle. So behalte das Gehirn ständig den Überblick über die Lage, »hat die Chance, Prioritäten zu überprüfen«, erläutert Ian Fiebelkorn, der die Studie an den Makaken leitete. Das könne ein evolutionärer Vorteil gewesen sein. Die rhythmischen Prozesse seien offenbar früh in der Evolution entstanden. »Wir finden sie bei nichtmenschlichen Primaten und bei unserer eigenen Spezies.« ↗



# GEFÜHLTE WAHRHEIT

Von **Pseudowissenschaft** und **Verschwörungstheorien**

## Chemtrails & Co

8 Fakten zu  
Verschwörungstheorien

## Fake News

Täuschend echt?

## Alternativmedizin

Die Denkfehler  
der Homöopathie

FÜR NUR  
€ 4,99

HIER DOWNLOADEN

EMBODIMENT

# Lernen mit dem Körper

von Manuela Macedonia

Still sitzen und zuhören? Laut Kognitionswissenschaftlern ist das für Schüler genau das Falsche!



**S**ein Jahrzehnten versuchen Experten Lehren und Lernen an unseren Bildungsinstitutionen zu verbessern. In der Frühpädagogik hat sich die Erkenntnis bereits durchgesetzt, dass der Körper als Ganzes ein effizientes Lernwerkzeug darstellt. So wird im Kindergarten gebaut und geknetet, gesungen, getanzt oder Naturwissenschaft mit Wasser, Gras und Matsch betrieben. An den Schulen aber bleibt die Wissensvermittlung meist auf ihren traditionellen Prinzipien sitzen: Zuhören, Lesen, Schreiben. Lehrkräfte integrieren mit höher werdender Klassenstufe immer seltener leibliche Erfahrungen in den Lehr- und Lernprozess. Dabei beweisen psychologische und neurowissenschaftliche Studien, dass Schüler Fremdsprachen und sogar Mathematik mit entsprechendem Körpereinsatz leichter lernen.

Zum Beispiel im Geometrieunterricht: Hier ist räumliches Denken gefragt, also

das Vermögen, Beziehungen zwischen Raum und Objekten zu verstehen – eine für die Schulkarriere und den Erfolg in technischen Berufen nachweislich wichtige Fähigkeit. Allerdings galt das räumliche Vorstellungsvermögen in den vergangenen Jahrzehnten als Veranlagung: »Der eine kann's besser, der andere schlechter.« Daher setzen im gegenwärtigen Unterricht Lehrer meist voraus, dass der Schüler bereits gut räumlich denken kann – oder falls nicht, sich daran ohnehin wenig ändern lässt. Doch das ist falsch, wie eine Metaanalyse durch das Team um David Uttal von der Northwestern University 2013 ergab. »Räumliches Denken kann man durch ein kurzes Training verbessern«, so die Forscher, nachdem sie 217 Studien an Kindern und Erwachsenen ausgewertet hatten.

Die Psychologin Sharlene Newman gab Achtjährigen ein Spiel, bei dem sie möglichst schnell Bauwerke mit Holzklötzchen nach Vorlagen konstruieren mussten (»The Blocks Rock!«). Bei diesem Wettbewerb gewinnt jenes Kind, das am schnellsten ist. Schon nach einer Trainingszeit von zweieinhalb Stunden konnten die Schüler mentale Rotationsaufgaben deutlich besser lösen. Zugleich veränderte sich ihre Hirnak-

**Manuela Macedonia** forscht am Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften in Leipzig zu den Vorteilen des sensomotorischen Lernens. An der Universität Linz beschäftigt sie sich mit intelligenten Systemen für mobile Geräte, die künftig »embodimentgestützte Lernprozesse« erleichtern sollen.

## AUF EINEN BLICK

# Den Geist in Schwung bringen

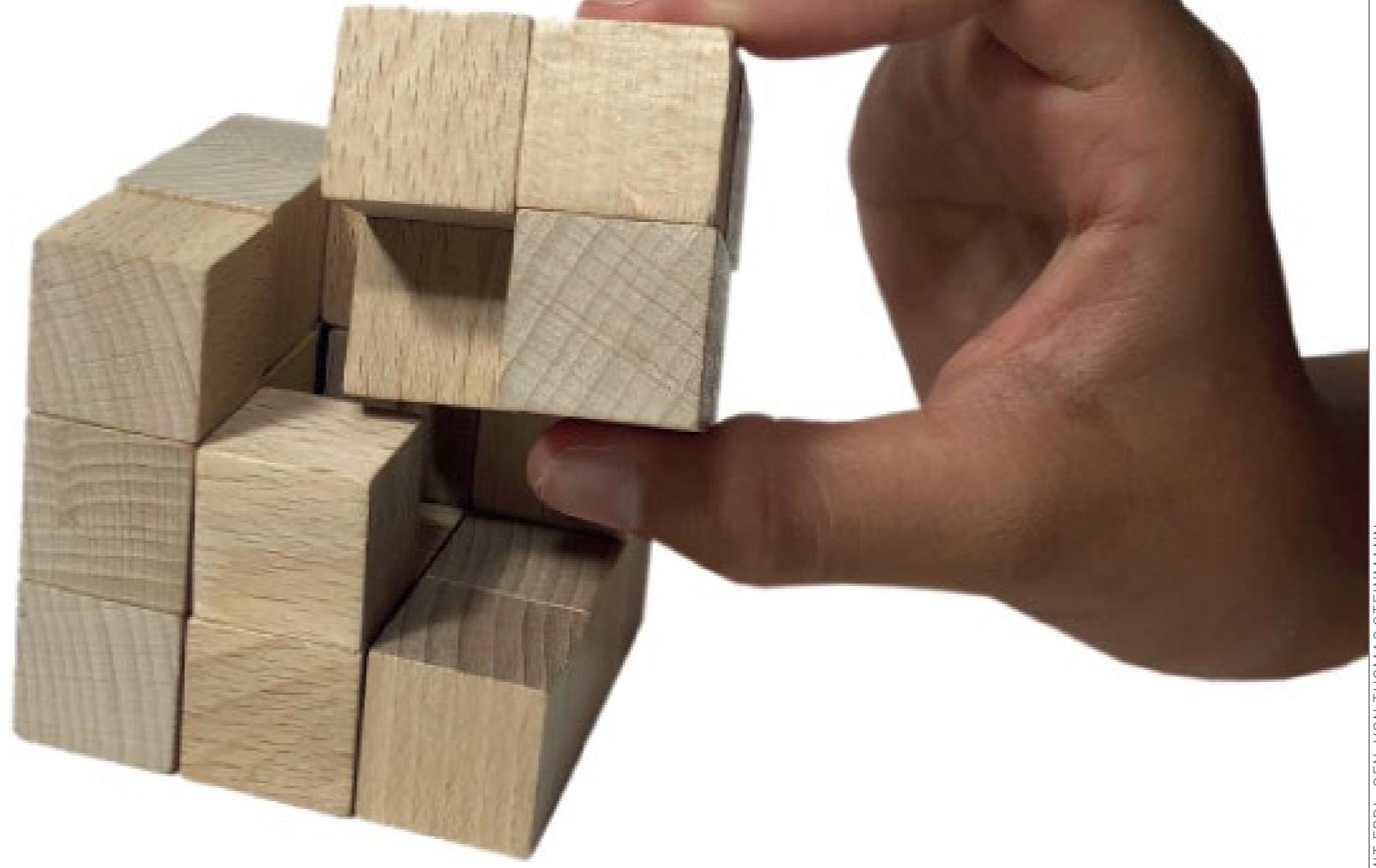
- 1 Viele Kognitionswissenschaftler vertreten heute die Embodiment-These, nach der alle geistigen Prozesse in sensomotorischen Interaktionen des Körpers mit seiner Umwelt wurzeln.
- 2 Lernforscher wollen diese Erkenntnis für den Unterricht nutzen. So behalten Schüler Vokabeln besser, wenn sie beim Lernen wiederholt passende Gesten dazu ausführen.
- 3 Sogar bei anspruchsvollen Matheaufgaben schneiden Studierende besser ab, wenn sie das zu Grunde liegende Prinzip unter Einsatz ihres Körpers verinnerlichen.

tivität: Sie nutzten nun vermehrt Regionen, die mit räumlichem Denken in Verbindung gebracht werden. Bei der Kontrollgruppe, die in derselben Zeit Scrabble gespielt hatte, war dies nicht der Fall.

Oft fehlt im Unterricht jedoch die Zeit, neue Methoden auszuprobieren, oder es mangelt an konkrem Wissen, wie Lerninhalte mit dem Körper vermittelt werden können. Vielleicht haben Lehrer in westlichen Ländern aber auch mehr oder weniger bewusste Vorbehalte. Schließlich wurzelt die Pädagogik in der Philosophie, in der viele Jahrhunderte Körper und Geist strikt voneinander getrennt wurden. Descartes (1596–1650) legte in seinem »Discours de la méthode« von 1637 die Grundlagen dieser Spaltung. Der französische Philosoph beschrieb den Körper als materielle Maschine, die den Naturgesetzen folge. Der Geist dagegen sei immateriell und somit unabhängig von den physikalischen Beschränkungen des Leibs. John Locke (1632–1704) sowie Immanuel Kant (1724–1804) setzten die »kartesische Dichotomie« fort. Ihre Prinzipien lebten selbst im Rationalismus des 20. Jahrhunderts noch weiter, wenngleich hier der Geist durch die »Vernunft« (die menschliche Fähigkeit, zu denken) ersetzt wurde.

## VORSTELLUNGSVERMÖGEN

**Dreidimensionales Übungsmaterial verbessert das räumliche Vorstellungsvermögen binnen kurzer Zeit.**



MIT FRDL. GEN. VON THOMAS STEINMANN

In dieser Tradition erklärte 1974 der Kognitionswissenschaftler und Philosoph Jerry Alan Fodor den menschlichen Geist als eine Menge von Rechenoperationen des Gehirns, in Modulen repräsentiert, während das Gehirn der Hardware eines Com-

puters entspricht. Eine ähnliche Sichtweise vertrat sein Fachkollege Zenon W. Pylyshyn 1984: Er sah Sprache als ein reines Phänomen des Geistes an, als System mit symbolischen Einheiten, abgekoppelt von der sensorischen Wahrnehmung. Auch Noam

Chomsky, der Vater der modernen Sprachwissenschaft, betrachtete Sprache als angeboren. Keiner der drei Wissenschaftler des 20. Jahrhunderts gestand dem restlichen Körper nennenswerten Einfluss auf geistige Prozesse zu wie das Erlernen einer Sprache oder gar der Mathematik. Obwohl sie ihre Positionen später milder formulierte oder sogar revidierten, hielten sich ihre ursprünglichen Theorien in den Köpfen der Menschen und beeinflussen die Bildung an Schulen bis heute.

### Ohne Körper kein Denken

In den vergangenen 20 Jahren entwickelte sich eine neue Sichtweise: die Embodiment-Theorie (englisch für Verkörperung). Demnach ist der Geist kein abstraktes Konstrukt, keine Entität, die vom Körper getrennt mit Symbolen arbeitet. »Embodied Cognition« sieht kognitive Prozesse als tief in den Interaktionen des Körpers mit der Umwelt verwurzelt, erklärt die Psychologin Margaret Wilson von der University of California 2002 in einer viel zitierten Übersichtsarbeit.

In etlichen Forschungsdisziplinen – darunter der Philosophie, Linguistik und Pädagogik – hat die Embodiment-Perspektive ei-

nen Paradigmenwechsel eingeleitet, zumal sie durch neurowissenschaftliche Untersuchungen empirisch unterstützt wird. Ein Team um Friedemann Pulvermüller von der FU Berlin legte Versuchspersonen in den Kernspintomografen und präsentierte ihnen Verben wie »treten« oder »nehmen«. Obwohl die Teilnehmer sich nicht rühren durften, wurden Bereiche der motorischen und prämotorischen Hirnrinde aktiv. Diese überlappten, wie die Forscher 2004 berichteten, mit jenen, die tatsächlich Bein- oder Handbewegungen steuern. In ähnlicher Weise ruft das Lesen von Begriffen wie »Jasmin« oder »Zimt« Aktivität in olfaktorischen Regionen des Gehirns hervor. Wären Wörter nur Symbole des Geistes ohne Verbindung zum Körper, wie Fodor, Pylyshyn und Chomsky behaupteten, sollte eine mentale Aufgabe wie das Lesen keine sensomotorischen Areale beanspruchen.

Beobachtet man, wie Kinder sprechen lernen, wird auch der Grund für diese ausgedehnte Aktivität im Gehirn klar. Schon die Kleinsten lernen ihre Muttersprache nicht allein durch Zuhören und Nachsprechen, sondern nehmen sofort zu den angesprochenen Objekten Kontakt auf: Sie betasten die Gegenstände, lassen sie fallen,

riechen daran oder stecken sie in den Mund. So verbinden sich nach und nach die Neurone in visuellen und haptischen Hirnbereichen zu Netzwerken, die Form, Farbe und Textur der »begriffenen« Objekte repräsentieren. Die mentale Darstellung etwa eines Apfels beinhaltet später alle Erfahrungen, die ein Mensch in der Auseinandersetzung mit der Frucht gesammelt hat. Sie sind in einem großen Netzwerk zum Konzept *Apfel* verknüpft. Auch wenn das Kind künftig nur an einen Apfel denkt, aktiviert es sensorische sowie motorische Programme, die etwa beim Greifen, Heben, Riechen, Schmecken und Kauen der Frucht beteiligt waren.

Wir erlernen unsere Muttersprache sensomotorisch, folglich können Wörter im Gehirn nicht nur als Symbol, sondern müssen als sensomotorische Netzwerke dargestellt sein, die alle gesammelten Erfahrungen widerspiegeln. Ob wir uns an ein Bild erinnern, ein Musikstück hören oder über den Begriff »Glück« philosophieren – immer wird eine Vielzahl von Hirnregionen aktiv, darunter auch sensorische und motorische Areale. Mit anderen Worten: Der Geist ist in allen seinen Facetten sensomotorisch repräsentiert.



## VOKABELN LERNEN

**Schüler lernen Vokabeln einer Fremdsprache leichter, wenn sie sich diese zusammen mit passenden Gesten einprägen. Dies bewiesen Experimente, in denen Probanden eine Kunstsprache erlernten. Hier veranschaulicht die Autorin das Wort für »Treppe«.**

Schon lange bevor Embodiment in aller Munde war, gab es Versuche, den Körper beim Erlernen von Fremdsprachen zu involvieren. Der Psychologe James Asher entwickelte in den 1970er Jahren die »Total Physical Response« (TPR) als Methode für Kindergartenkinder und Grundschüler. Hierbei erteilt die Lehrkraft Befehle in einer Fremdsprache wie zum Beispiel »Open the door!« (englisch für: »Öffne die Tür!«). Die Kinder hören zu, verstehen und führen

das Geforderte aus. Bei der TPR müssen die Schüler nicht selbst sprechen; sie sollen sich nicht unter Druck gesetzt fühlen. Das Erlernen rudimentärer Kenntnisse einer Fremdsprache durch Befehle soll vielmehr den Erstspracherwerb simulieren. Tatsächlich werden Kleinkinder ja auch von ihren Bezugspersonen aufgefordert, Dinge zu tun, und so zur Interaktion ermuntert. Die TPR verwendet hauptsächlich Befehlsverben. Kommunikative Handlungen, die

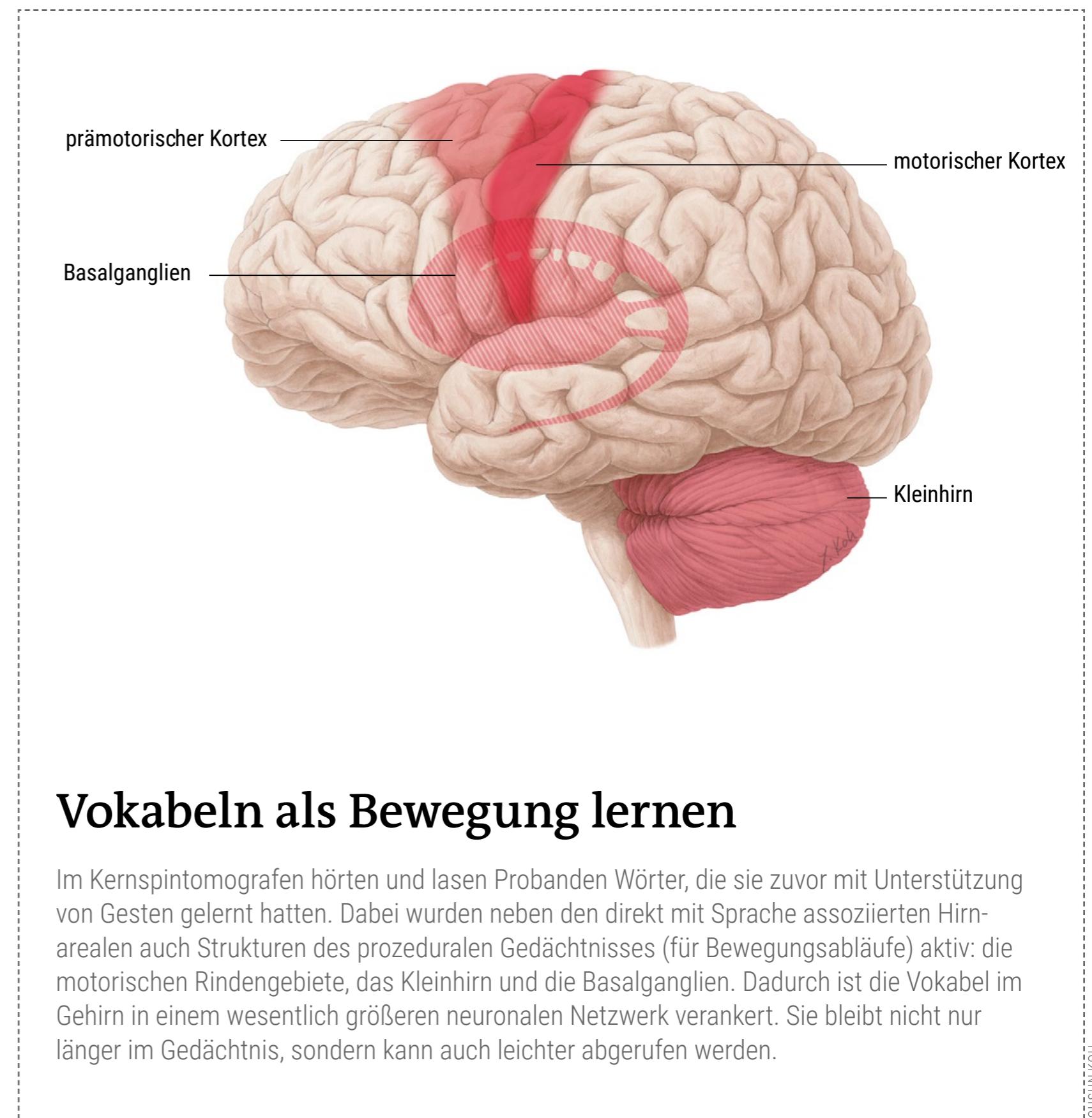
nicht in die imperative Form gebracht werden können, hatte Asher nicht vorgesehen. Verständlicherweise griffen Kritiker diesen Aspekt auf und bemängelten, die TPR sei lediglich für frühe Phasen des Fremdspracherwerbs geeignet. Die Methode setzte sich in der Praxis nicht durch, auch weil empirische Untersuchungen zu ihr ausblieben.

Doch es gibt über die Befehle hinaus noch eine andere Möglichkeit, den Körper

beim Sprachenlernen zu involvieren: durch Gesten. Schon vor mehr als zwei Jahrhunderten riet der Abt de Radonviliers, Lehrer und später Ratgeber von Ludwig XVI., dazu, beim Lateinunterricht Gesten einzusetzen. Was sie von Handlungen unterscheidet? Letztere sind Aktionen des Körpers mit eigenem Ziel. Zum Beispiel kann eine Fortbewegung von A nach B als »Gehen« bezeichnet werden. Zwei Finger, die sich vorwärtsbewegende Beine nachahmen, haben jedoch kein eigenes Ziel: Sie handeln nicht, sondern stellen vielmehr ein Konzept dar, etwa »Gehen, Laufen, Flanieren« oder auch »Spaziergang«; sie sind eine Geste.

### **Sparen Sie sich wortreiche Erklärungen!**

Gesten bringen Konzepte treffend zum Ausdruck und machen so wortreiche Erklärungen oft entbehrlich. Zwei Hände, die ein imaginäres Buch öffnen, können für »Buch« oder »lesen« stehen, aber auch eine Metapher sein für ein abstraktes Konzept wie »Theorie«. Embleme, wie der Daumen nach oben, um Wertschätzung auszudrücken, bilden eine eigene Kategorie von Gesten. Sie sind allerdings manchmal nur innerhalb einer Gruppe von Sprechern oder



## **Vokabeln als Bewegung lernen**

Im Kernspintomografen hörten und lasen Probanden Wörter, die sie zuvor mit Unterstützung von Gesten gelernt hatten. Dabei wurden neben den direkt mit Sprache assoziierten Hirnarealen auch Strukturen des prozeduralen Gedächtnisses (für Bewegungsabläufe) aktiv: die motorischen Rindengebiete, das Kleinhirn und die Basalganglien. Dadurch ist die Vokabel im Gehirn in einem wesentlich größeren neuronalen Netzwerk verankert. Sie bleibt nicht nur länger im Gedächtnis, sondern kann auch leichter abgerufen werden.

in einem bestimmten Kulturkreis gültig. Zum Beispiel wird in angelsächsischen Gesellschaften Zustimmung signalisiert, indem der Zeigefinger und der Daumen in einem Kreis verbunden werden. In einigen südeuropäischen Ländern jedoch gilt das als beleidigend, und in der arabischen Welt wird die Geste beim Fluchen benutzt. Überall auf der Welt verwenden Menschen außerdem Zeigegesten für Orte (hier, dort ...) oder für Objekte in der Umgebung.

Neben der erklärenden Funktion haben Gesten beim Fremdspracherwerb aber noch einen weiteren Vorteil: Sie helfen, sich die Vokabeln besser einzuprägen. Die erste Wissenschaftlerin, die 1995 eine empirische Studie über den Einfluss von Gesten auf das Wortgedächtnis durchführte, war Linda Quinn-Allen, heute an der Iowa State University. Sie vermittelte 112 englischen Muttersprachlern französische Ausdrücke. Ein Drittel der Gruppe lernte die Vokabeln durch Lesen, das zweite Drittel merkte sich diese, indem es die Wörter las und gleichzeitig Gesten dazu ausführte. Die dritte Gruppe sah die Gesten nur in der Testphase. Ergebnis: Jene, die mit Gesten gelernt hatten, punkteten mit der besten Gedächtnisleistung.

Während meiner Dissertation ließ ich Studenten 36 Vokabeln einer von mir frei erfundenen Sprache lernen. Die eine Hälfte der Wörter sollten sie sich nur durch Hören und Lesen merken, die restlichen erläuterte ich zusätzlich durch Gesten, die die Probanden nachahmten. Diese mit Gesten gelernten Wörter blieben nicht nur kurzfristig bedeutend besser im Gedächtnis, sondern sogar noch 14 Monate nach dem Input! Ähnliche Ergebnisse erzielte ich 2011 in einer Studie zusammen mit Thomas Knösche am Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften in Leipzig: Diesmal lernten die Probanden abstrakte Sätze mit insgesamt 92 Vokabeln. Auch hier wurden durch eine Geste angereicherte Wörter sowohl kurz- als auch langfristig erfolgreicher behalten.

Mehrere Forschergruppen beschäftigen sich inzwischen mit dem Geste-Effekt beim Zweitspracherwerb. In verschiedenen Experimenten haben sich drei Faktoren als wesentlich für optimale Lernergebnisse erwiesen. Erstens müssen die Gesten sinnvoll sein. In einer Studie, die ich mit Angela Friederici und Karsten Müller, ebenfalls am Max-Planck-Institut in Leipzig, durchführte, merkten sich die Probanden

jene Wörter deutlich besser, bei denen die begleitenden Gesten die Wortbedeutung nachvollziehbar darstellten. Irgendwelche Bewegungen, wie das Ausstrecken beider Arme oder ein kleiner Luftsprung, hatten keinen vergleichbaren Effekt.

### **Selbst gemacht hält besser**

Zweitens ist der Lerngewinn größer, wenn die Schüler die Gesten nicht nur sehen, sondern auch selbst ausführen. Diesen Aspekt beschrieben Johannes Engelkamp von der Universität des Saarlandes und seine Mitarbeiter erstmalig bereits 1994 als Self-Performed-Task-Effekt. In einer eigenen Studie zusammen mit Kirsten Bergmann von der Universität Bielefeld ließen wir Studenten 45 Wörter einer Kunstsprache lernen: 15 Vokabeln präsentierten wir schriftlich und akustisch, bei weiteren 15 führte zusätzlich ein menschenähnlicher virtueller Trainer auf einem Bildschirm eine bedeutungsbezogene Geste dazu aus (»Billie«, entwickelt an der Universität Bielefeld). Bei den restlichen 15 Vokabeln sollten die Probanden zudem die Geste des Avatars imitieren – und genau diese Wörter waren es dann, an die sie sich am besten von allen erinnerten. In diesem Sinn kön-

nen auch an weiterführenden Schulen englische Lieder mit passenden Gesten begleitet und so die Vokabeln mit dem Körper gelernt werden.

Als dritter Erfolgsfaktor stellte sich in etlichen Experimenten die Wiederholung heraus. Letztlich erzielte nur ein Training über mehrere Stunden die angestrebten Resultate. Bei einer Übungsdauer von lediglich 60 Minuten war es unerheblich, ob Wörter mit oder ohne Gesten gelernt worden waren. Der Körper unterstützt unseren Geist, aber dafür braucht es ein bisschen Zeit!

Wie erklärt sich der Effekt von Bewegung auf das Gedächtnis für Sprache? Bereits 2001 hatte Engelkamp die Hypothese aufgestellt, dass motorische Handlungen das Einspeichern von Vokabeln verbessern, weil sie zusätzlich zum deklarativen Gedächtnis (für Wörter, Fakten, Listen oder Ähnliches) das prozedurale Gedächtnis (für motorische Abläufe) in den Lernprozess einbinden. Zusammen mit Karsten Müller ging ich dieser Frage in einer 2016 publizierten Studie nach. Im Kernspintomografen ließen wir Probanden Wörter hören und lesen, die sie zuvor mit Gesten gelernt hatten. Dabei wurden tatsächlich viele Struk-



turen des prozeduralen Gedächtnisses aktiv, wie die motorischen Rindengebiete, das Kleinhirn und die Basalganglien (siehe »Vokabeln als Bewegung lernen«).

Aber kann, was für Fremdsprachen gilt, auf Fächer wie Mathematik übertragen

## BILLIE

**Der virtuelle Sprachassistent »Billie« wurde von einem Team um Stefan Kopp von der Technischen Fakultät der Universität Bielefeld entwickelt. Hier erklärt er die Vokabel »Regal« mit einer passenden Geste.**

werden? Ja, in der Tat verarbeiten wir Zahlen nicht abstrakt, losgelöst von unserem Körper und der Außenwelt, betont Dor Abrahamson von der University of California, Berkeley.

Neuroimaging-Studien hätten nie den leisesten Hinweis darauf ergeben, dass das Gehirn beim Rechnen lediglich mit Symbolen operiere. Wenn jemand mit geschlossenen Augen Schafe zählt, reagieren seine visuellen Hirnareale, als würde er diese Schafe tatsächlich sehen.

Wie die Sprache ist auch mathematisches Denken im Körper verankert: Kinder benutzen während des Zählens oft die Finger, um diese kognitive Aufgabe zu unterstützen. Und sie verstehen mathematische Grundoperationen (Addition, Subtraktion, Division und Multiplikation) am besten, wenn sie reale Dinge zusammenfügen oder voneinander trennen dürfen. Selbst Personen, die keine Zahlen lesen oder schreiben können, sind auf diese Weise in der Lage, mathematische Operationen auszuführen.

## Gesten bringen Mathe in den Kopf

Vor etwa zwei Jahrzehnten begannen Kognitionswissenschaftler, den Einfluss von Gesten auf das Verständnis mathemati-

scher Konzepte systematisch zu untersuchen. Ein Team um Susan Goldin-Meadow von der University of Chicago beobachtete, welche spontanen Gesten Lehrer verwenden, wenn sie das Prinzip mathematischer Gleichungen erklären. In einer Studie baten sie Pädagogen, ihre Erklärung einmal mit passenden, ein anderes Mal mit unpassenden Gesten zu unterstreichen. Auch hier übernahmen die Schüler jene Lösungsstrategie signifikant häufiger, die zuvor von sinnvollen Gesten begleitet wurde.

Bei einer 2016 veröffentlichten Untersuchung von Susan Cook an der University of Iowa mit 65 etwa neunjährigen Kindern ging es ebenfalls um mathematische Gleichungen, wie  $3 + 8 + 5 = 3 + 13$ . Statt eines menschlichen Lehrers erklärte hier aber ein Avatar das Prinzip, und zwar entweder still stehend oder mit Gesten. Nach der Instruktion vervollständigten die Kinder Gleichungen und beantworteten konzeptuelle Fragen dazu: Schüler, die vom gestikulierenden virtuellen Lehrer gelernt hatten, waren dabei deutlich besser als jene, die einem unbeweglichen Avatar gelauscht hatten.

Auch die US-amerikanischen Erziehungswissenschaftler Mitchell Nathan und

Candace Walkington von der Southern Methodist University schlagen die gezielte Nutzung von Gesten vor, um Konzepte der Wissenschaft, Technik, Mathematik und des Ingenieurwesens verständlicher zu machen. In einer ihrer Studien forderten sie 120 Studenten auf, bestimmte mathematische Beweise zu erbringen. Zuvor ließ das Team aber einen Teil der Gruppe Bewegungen ausführen, die einen Bezug zur späteren Aufgabe hatten: So sollten sie beispielsweise farbige Punkte auf dem Whiteboard berühren, die symmetrisch so positioniert waren, dass die Probanden dabei mit Rumpf und Armen verschiedene Dreiecke verkörperten. In der Kontrollbedingung dagegen klopften die Teilnehmer auf andere markierte Punkte auf dem Whiteboard und führten dabei Bewegungen aus, die nichts mit der Grundidee des Dreiecks zu tun hatten. Tatsächlich zeigten jene Studenten, die vorher die geometrische Figur verkörpern durften, eine tiefere Einsicht in das mathematische Problem.

So häufen sich in den letzten Jahren Belege für die Embodiment-These nicht nur beim Sprachenlernen, sondern auch beim mathematischen Denken. All diese Experimente beweisen: Körper und Geist sind

zwei Seiten einer Medaille, unserer Kognition. Denken ist kein abstraktes Phänomen, sondern gründet auf sensorischer Wahrnehmung und Motorik – Descartes und seine Nachfolger lagen einfach falsch! Wir sind nun aufgefordert, für den Schulunterricht Methoden zu entwickeln und einzusetzen, in denen der Körper seine Wirkung entfalten kann.



(Gehirn&Geist, 10/2018)

Cook, S. W. et al.: Hand Gesture and Mathematics Learning: Lessons from an Avatar. In: *Cognitive Science* 41, S. 518–535, 2017

Macedonia, M., Mueller, K.: Exploring the Neural Representation of Novel Words Learned through Enactment in a Word Recognition Task. In: *Frontiers in Psychology* 7, 953, 2016

Macedonia, M. et al.: The Impact of Iconic Gestures on Foreign Language Word Learning and its Neural Substrate. In: *Human Brain Mapping* 32, S. 982–998, 2011

Nathan, M. J. et al.: Actions Speak Louder with Words: The Roles of Action and Pedagogical Language for Grounding Mathematical Proof. In: *Learning and Instruction* 33, S. 182–193, 2014

Wilson, M.: Six Views of Embodied Cognition. In: *Psychonomic Bulletin & Review* 9, S. 625–636, 2002

Weitere Quellen im Internet: [www.spektrum.de/article/1583132](http://www.spektrum.de/article/1583132)

# BILDUNG UND SCHULE

Gewalt | Junge Täter, junge Opfer

Hirnforschung | Ein Lob der Langeweile

Konzepte | Wie gut sind Ganztagschulen?

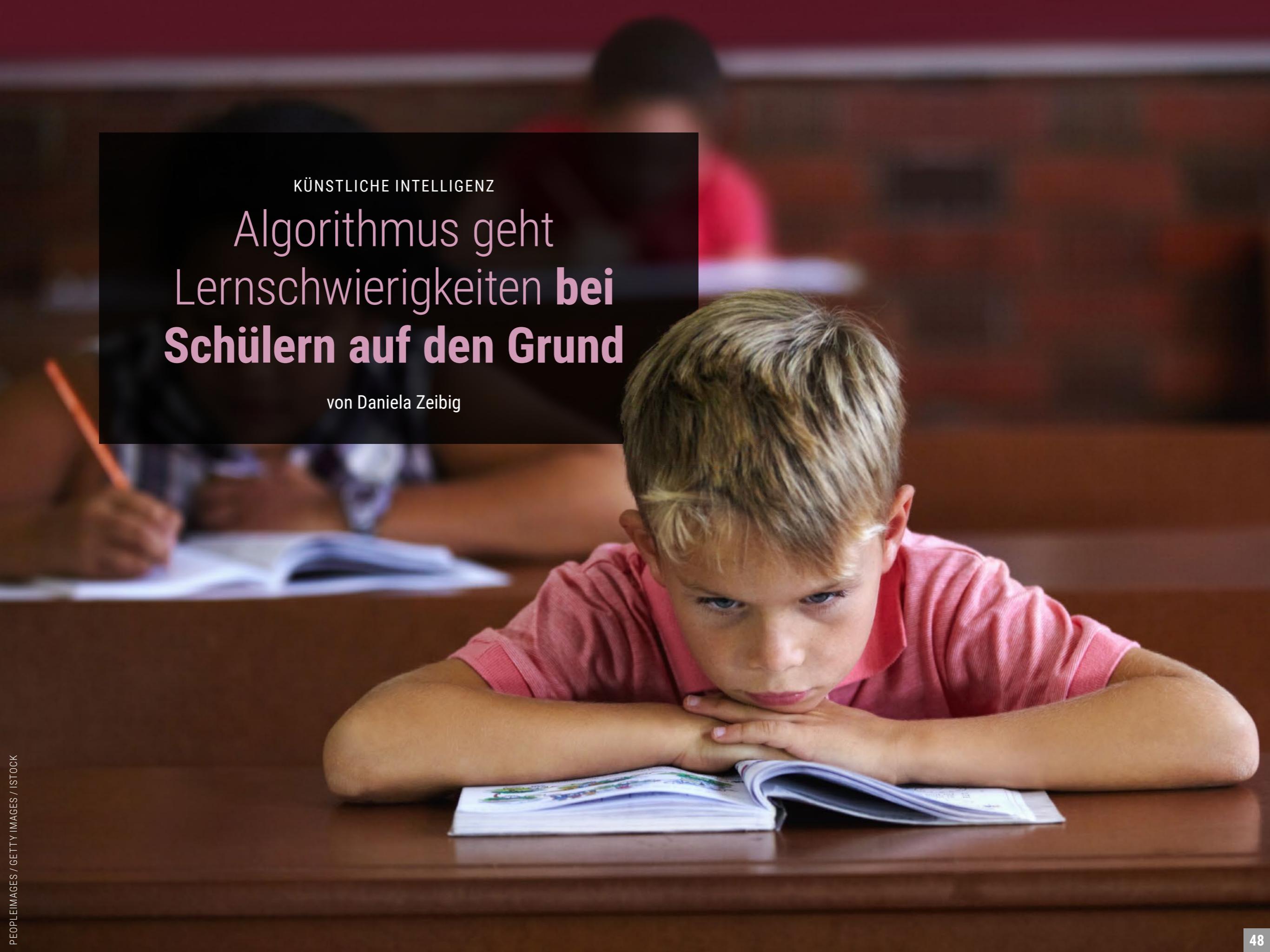
FÜR NUR  
€ 4,99

HIER DOWNLOADEN

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

# Algorithmus geht Lernschwierigkeiten **bei** **Schülern auf den Grund**

von Daniela Zeibig



Wie würde ein Computerprogramm wohl Kinder mit Lernschwierigkeiten klassifizieren? Anders als die meisten Experten, haben Forscher nun entdeckt.

Wenn Forscher Kinder untersuchen wollen, die mit dem Schulstoff Schwierigkeiten haben, dann suchen sie sich meist Heranwachsende heraus, die bereits eine bestimmte Art Lernschwierigkeit oder Verhaltensauffälligkeit diagnostiziert bekommen haben: eine Lese-Rechtschreib-Schwäche, eine Rechenschwäche oder vielleicht auch ADHS. Wissenschaftler um Duncan E. Astle von der University of Cambridge sind nun einem gänzlich anderen Ansatz gefolgt: Sie rekrutierten Kinder, die in der Vergangenheit ganz verschiedene Diagnosen erhalten hatten, und ließen einen selbstlernenden Computeralgorithmus die Daten der Probanden unter die Lupe nehmen. So gelang es ihnen am Ende, vier neue Cluster von Lernschwierigkeiten aufzudecken, die mit den Ausgangsdiagnosen der Schüler allerdings nur wenig gemein hatten.

Astle und seine Kollegen fütterten ihr Programm mit den Daten von insgesamt

530 Kindern, die an das Centre for Attention Learning and Memory der Universität verwiesen worden waren, weil sie Probleme mit Sprache, Gedächtnis oder Aufmerksamkeit hatten – oder schlicht nur dürftige Fortschritte in der Schule machten. Alle Teilnehmer durchliefen eine Reihe kognitiver Tests, die etwa das Leseverständnis der Schüler ermittelten, ihre räumliche Vorstellungskraft, ihre Fähigkeit, Probleme zu lösen, sowie ihr Vokabular. Die Aufgabe des Algorithmus war es nun, zu ermitteln, wie sich die Kinder anhand ihrer Testergebnisse am besten klassifizieren ließen.

Am Ende kam der Computer zu einem deutlich anderen Ergebnis als die zahlreichen Experten, die sich seit Langem mit der Definition und Abgrenzung verschiedener Störungsbilder beschäftigen: Er teilte die Kinder nämlich lediglich in vier verschiedene Gruppen auf. In der ersten Gruppe befanden sich Schüler mit breit gefächerten kognitiven Einschränkungen und gravierenden Problemen im Lesen,

Buchstabieren und Rechnen. Die zweite Gruppe bildeten Kinder, die Schwierigkeiten mit ihrem Arbeitsgedächtnis hatten; die dritte solche, die Probleme damit hatten, die einzelnen Laute in Wörtern zu verarbeiten. In der vierten Gruppe tummelten sich schließlich Schüler mit kognitiven Skills und Lernprofilen, die für ihr Alter nicht weiter aus dem Rahmen fielen. Hirnscans, die Forscher von einem Teil der Versuchspersonen anfertigten, stützten die Klassifizierung des Algorithmus ebenfalls.

Mit diesem Ansatz stießen die Wissenschaftler auf diverse Unterschiede und Gemeinsamkeiten, die bislang oft vernachlässigt werden. »Forschung, die sich auf Kinder mit Leseschwierigkeiten konzentriert hat, konnte in der Vergangenheit zeigen, dass eine solche Lernschwäche oftmals mit Problemen bei der Verarbeitung von Lauten einhergeht. Doch indem wir uns Kinder mit einem breiten Spektrum an Lernschwierigkeiten angeschaut ha-

ben, konnten wir überraschenderweise feststellen, dass viele Kinder, denen die Verarbeitung von Lauten Probleme bereitet, nicht nur schlechter lesen, sondern auch schlechter rechnen können«, erklärt Astle. Zum anderen habe sich gezeigt, dass bei Kindern, die mit ein und derselben Sache ein Problem haben – zum Beispiel mit dem Lesen –, die Ursachen ganz unterschiedlicher Natur sein können, so die Forscher. »Für viele Kinder mit Lernschwierigkeiten und ihre Eltern ist es wichtig, irgendwann eine Diagnose zu bekommen, damit die Probleme anerkannt werden und sie Hilfe in Anspruch nehmen können. Doch Eltern und Experten, die jeden Tag mit solchen Kindern arbeiten, wissen, dass diese Label die individuellen Unterschiede zwischen den Betroffenen nicht abbilden. Ein Kind mit ADHS ist oftmals nicht wie ein anderes Kind mit ADHS«, sagt Astle. »Wir hoffen, dass unsere Studie dazu betragen wird, bessere Interventionen zu entwickeln, die die individuellen kognitiven Probleme der Kinder stärker in den Fokus nehmen.« ↵



**Spektrum**  
der Wissenschaft

**KOMPAKT**

# MOTIVATION UND KREATIVITÄT

FÜR NUR  
€ 4,99

Lust und Last | Den inneren Antrieb mobilisieren

Aktiv sein | Komm in den Flow

Nudging | Der kleine Stups zu mehr Vernunft

HIER DOWNLOADEN



PSYCHOLOGIE

# Sind Menschen mit **ADHS kreativer?**

von Caterina Gawrilow

Laut Psychologen kommen Menschen, die gedanklich leichter abdriften, eher auf originelle Einfälle.

**U**naufmerksam, hyperaktiv und impulsiv – das sind die klinischen Hauptmerkmale der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung, die das öffentliche Bild der Betroffenen bestimmen. Menschen mit ADHS werden jedoch auch als sehr spontan, neugierig, wissbegierig, begeisterungsfähig, lebendig und witzig empfunden. Sie erwecken sogar mitunter den Eindruck, kreativer zu sein als ihre konzentrierteren Mitmenschen. Stimmt das?

Allgemein beschreibt Kreativität die Fähigkeit, etwas vorher nicht Dagewesenes, Originelles zu erschaffen. Die Ideen müssen dabei nicht nur neu und überraschend, sondern zudem nützlich und relevant sein. Kreativität zeigt sich unter anderem auch durch intensive Kenntnisse und eine große Motivation in dem Bereich, in dem sie ausgelebt wird – sei es Malerei, Musik oder Mathematik.

Laien wie Wissenschaftler fasziniert die geradezu sprichwörtliche Nähe von Genie

und Wahnsinn seit geraumer Zeit. Der Kreativitätstheorie des Psychologen Dean Keith Simonton von der University of California in Davis zufolge sind ungewöhnliche und unerwartete Erfahrungen, zu denen zum Beispiel psychische Schwierigkeiten und Psychiatrieaufenthalte gehören können, ein wichtiges Merkmal von Menschen, die im Lauf ihres Lebens kreative Meisterleistungen vollbringen.

Zwei Kernsymptome – Unaufmerksamkeit und Impulsivität – legen einen Zusammenhang zwischen Kreativität und ADHS besonders nahe. Die Unaufmerksamkeit führt sehr wahrscheinlich dazu, dass »mind-wandering«, das Wegwandern der Gedanken von der aktuellen Tätigkeit oder Umwelt hin zu Irrelevantem, bei Betroffenen häufiger auftritt. Positiv betrachtet kann dieses Abdriften zu neuen und nützlichen Ideen führen – also zu kreativen Einfällen.

### **Keine Berührungsängste**

Menschen mit ADHS sind zudem impulsiver und somit risikofreudiger: Sie wagen sich ohne Berührungsängste an neuartige Dinge und Situationen heran. Schon im Grundschulalter werden impulsivere Kin-



TATYANA\_TOMSICKOVA / GETTY IMAGES / ISTOCK

Wer häufig gedanklich abdriftet, hat womöglich eher zündende Ideen

der von Lehrern als neugieriger wahrgenommen. Damit schaffen sich diese Schüler vermutlich mehr Lerngelegenheiten, was wiederum ihre Kreativität fördern könnte.

Noch dazu ist ADHS eine hochgradig heterogene Störung. Es gibt nicht nur große Unterschiede zwischen Betroffenen, auch bei einzelnen Patienten ist die Symptomatik nicht zu jedem Zeitpunkt gleich ausgeprägt.

Außerdem schwankt die kognitive Leistung relativ stark. Es kann vorkommen, dass Freunde, Partner, Eltern oder Lehrkräfte in Hochphasen des Betroffenen das Gefühl haben, derjenige käme häufiger als andere auf originelle Ideen. Tatsächlich beobachten wir bei Kindern mit der Diagnose eine starke Fähigkeit zur Hyperfokussierung, also zum flowähnlichen Aufgehen in einer Tätigkeit, was äußerst vorteilhaft für kreative, künstlerische Aufgaben ist.

Die bisherige Erforschung des Zusammenhangs von ADHS und Kreativität zeichnet jedoch ein uneinheitliches Bild, was unter anderem damit zusammenhängt, dass Kreativität sich mittels psychologischer Tests schwerer erfassen lässt als beispielsweise Intelligenz. Diejenigen Unter-

suchungen, die qualitativ hochwertiger sind und genügend Versuchspersonen einbeziehen, liefern allerdings bisher keine eindeutigen Belege dafür, dass Menschen mit ADHS tatsächlich die besseren Querdenker sind. ↪

(Spektrum.de, 24.09.2018)

Franklin, M. S. et al.: Tracking Distraction: The Relationship between Mind-Wandering, Meta-Awareness, and ADHD Symptomatology. In: Journal of Attention Disorders 21, S. 475-486, 2017

Healey, D., Rucklidge, J. J.: An Exploration into the Creative Abilities of Children with ADHD. In: Journal of Attention Disorders 8, S. 88-95, 2005

Simonton, D. K.: Creativity: Cognitive, Developmental, Personal, and Social Aspects. In: American Psychologist 55, S. 151-158, 2000

Tymms, P., Merrell, C.: ADHD and Academic Attainment: Is there an Advantage in Impulsivity? In: Learning and Individual Differences 21, S. 753-758, 2011

# SPEKTRUM KOMPAKT APP



Lesen Sie Spektrum KOMPAKT optimiert für Smartphone und Tablet in unserer neuen App! Die ausgewählten Ausgaben erwerben Sie direkt im App Store oder Play Store.





ADHS

# Wer zappelt, versucht sich zu konzentrieren

von Joachim Retzbach

**K**inder mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS) zeigen die typische Unruhe und Ablenkbarkeit nicht in allen Situationen, sondern nur in solchen, die ihr Arbeitsgedächtnis stark beanspruchen. Das berichten Psychologen der University of Central Florida.

Die Forscher um Mark Rapport und seine Doktorandin Sarah Orban untersuchten 62 Schüler im Alter von acht bis zwölf Jahren, von denen rund die Hälfte unter ADHS litt. Zunächst prüften sie das Arbeitsgedächtnis und die so genannten exekutiven Funktionen der Kinder: Die jungen Probanden sollten beispielsweise Zahlen, die nur kurz auf einem Bildschirm auftauchten, anschließend aus dem Gedächtnis in die richtige Reihenfolge bringen. Oder sie sollten immer dann eine Taste drücken, wenn derselbe Buchstabe in einer langen Sequenz zweimal hintereinander auftauchte. An zwei weiteren Tagen sahen die Teilnehmer dann eine zehnminütige Actionszene aus »Star Wars« und ein ebenso langes Lehrvideo zum Thema Mathematik.

Beim Hollywood-Streifen blickten alle Schüler fast ausschließlich auf den Bild-

schirm. Während der Mathelektion hingegen sackte die Aufmerksamkeit der Probanden ab – bei den Kindern mit ADHS deutlich stärker. Je größer die Defizite der Teilnehmer im Arbeitsgedächtnis und den exekutiven Funktionen waren, desto mehr rief das geistig anspruchsvolle Lehrvideo bei ihnen Ablenkung und Unruhe hervor.

Eltern betroffener Kinder berichten den Autoren zufolge oft, dass diese ruhig und konzentriert sein könnten, wenn ihnen eine Aktivität Spaß mache. Es sei jedoch ein Irrtum, dass motorische Unruhe aus Langeweile entstehe, so Rapport und Kollegen. Vielmehr entstehe das Zappeln offenbar bei dem Versuch, während einer anspruchsvollen Beschäftigung die Konzentration aufrechtzuerhalten. ↗

J. Abnorm. Child Psychol. 10.1007/s10802-017-0338-x,  
2017  
(Gehirn&Geist, 1/2018)



**gymglish**  
& **Spektrum.de**

**Verbessern Sie Ihr  
Englisch online**

- ✓ Kostenloser Einstufungstest
- ✓ Bereits mehr als 3 Mio. Nutzer
- ✓ Individuell angepasste Kursinhalte

1 Monat kostenlos



TIERE IN DER THERAPIE

# Hunde helfen Kindern mit ADHS

von Joachim Retzbach

Der Umgang mit einem Therapiehund bessert die Konzentration und die sozialen Fertigkeiten von Kindern mit Aufmerksamkeitsdefiziten.

**H**unde können nicht nur Menschen mit körperlichen Einschränkungen helfen, etwa als Blindenführhunde. Speziell ausgebildete Vierbeiner werden seit einiger Zeit zudem in der Psychotherapie eingesetzt, zum Beispiel nach traumatischen Erlebnissen oder in der Arbeit mit Autismus- und Demenzerkrankten. Offenbar unterstützen Therapiehunde auch Kinder mit Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS) dabei, zumindest manche Symptome der Störung schneller zu überwinden. Das legt eine Studie nahe, die Forscher um Sabrina Schuck von der University of California in Irvine veröffentlicht haben.

Die Wissenschaftler untersuchten 88 Kinder im Alter von sieben bis neun Jahren, die unter beiden Komponenten von ADHS litten, also sowohl an einer Konzentrationsschwäche als auch an motorischer Unruhe. Die Teilnehmer hatten zuvor keine Medikamente wie Ritalin eingenommen. Im Rahmen der Studie wurden drei Monate lang zweimal pro Woche ihre sozialen Fertigkeiten trainiert. Dabei sollten sie etwa Selbstbeherrschung, koope-

ratives Verhalten und Problemlösen lernen. Bei der Hälfte der Probanden kam ein Therapiehund zum Einsatz, mit dem sich die Kinder zu Beginn jeder Sitzung beschäftigen konnten und der im Verlauf des Trainings nicht von ihrer Seite wich. Die übrigen Teilnehmer durften stattdessen am Anfang frei spielen und bekamen für manche Übungen einen Plüschhund ausgehändigt.

Zwar reduzierten sich bei allen Kindern durch das Training die ADHS-Symptome, gemessen an der Einschätzung ihrer Eltern. Bei jenen, die mit einem Therapiehund arbeiten durften, setzten die Effekte aber früher ein – und die Wirkung war zum Ende der Intervention insgesamt besser als bei den Versuchspersonen ohne vierbeinige Unterstützung. Vor allem die Konzentrationsfähigkeit der Kinder profitierte demnach vom Umgang mit den Hunden. In etwas geringerem Umfang galt das auch für ihre sozialen Fertigkeiten. Nur in Bezug auf die Symptome der Hyperaktivität brachten die Tiere keinen Zusatznutzen gegenüber der üblichen Behandlung.

Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, dass sich Menschen in der Gegenwart von Hunden oft leichter entspannen,

so dass der Spiegel des Stresshormons Kortisol sinkt und sich der Puls verlangsamt. Schlechter erforscht sei dagegen, inwiefern Hunde anregend wirken und so beispielsweise Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit zu einer größeren kognitiven Aktivierung verhelfen, schreiben Schuck und ihre Kollegen. ↗

(Spektrum.de, 19.11.2018)

PERSÖNLICKEIT

# OFFEN FÜR NEUES

von Luke Smillie

Menschen, die neuen Erfahrungen gegenüber aufgeschlossen sind, nehmen die Welt differenzierter wahr. Denn nebensächliche Informationen und widerstreitende Gefühle gelangen eher in ihr Bewusstsein.



Was wir landläufig unter »Aufgeschlossenheit« verstehen, bezeichnen Fachleute als »Offenheit für Erfahrungen« oder einfach als »Offenheit«. Menschen, bei denen dieses Persönlichkeitsmerkmal stark ausgeprägt ist, sind lernbegierig, kreativ und fantasievoll. Sie interessieren sich für Kunst, sind unersättliche Leser, hören leidenschaftlich Musik oder widmen sich anderen kulturellen Aktivitäten. Persönlichkeitstheoretiker schreiben ihnen eine größere »Breite, Tiefe und Durchlässigkeit des Bewusstseins« zu. Hinzu kommt die Neigung, sich sowohl mit abstrakten Gedanken und Argumenten als auch mit sensorischen Eindrücken intensiv auseinanderzusetzen. Kurz gesagt: Offene Personen beschäftigen sich gern mit den verschiedensten Wahrnehmungen, Empfindungen und Ansichten, die in unserem Kopf um Aufmerksamkeit ringen – Informationen sind wie Drogen für ihr Gehirn.

Das belegen inzwischen auch immer mehr Studien. Unter anderem scheint Offenheit bei Kreativitätstests, die das so genannte divergente Denken erfassen, von Vorteil zu sein. Auf ein einfaches Problem müssen Studienteilnehmer hier eine Vielzahl von unterschiedlichen Lösungen finden, wie auf die Frage: »Wie viele Verwendungsmöglichkeiten fallen Ihnen für einen Ziegelstein ein?« Weniger offene Personen kommen in der Regel auf spärlichere und offensichtlichere Antworten, sie schlagen vor, Mauern, Häuser oder andere Dinge zu bauen. Hochgradig offenen Menschen drängen sich noch andere Optionen auf: Ein Ziegelstein kann als Waffe dienen, als Briefbeschwerer oder als Stütze für ein Sofa, an dem ein Fuß abgebrochen ist. Oder sie überlegen, ihn zu zerschlagen und mit Wasser zu Farbe zu vermischen. Selbst für die alltäglichsten Gegenstände fallen ihnen diverse Möglichkeiten ein.

Auch bei Studien zur »latenten Hemmung« werden Unterschiede zwischen offenen und weniger offenen Teilnehmern deutlich. Die Welt um uns herum liefert unseren Sinnen Unmengen von Informationen – diese immer alle vollständig zu verarbeiten, würde unsere verfügbare Kapazität

Der promovierte Psychologe **Luke Smillie** lehrt an der University of Melbourne in Australien und erforscht Persönlichkeitsunterschiede.

## AUF EINEN BLICK

### Leben im Breitband-Modus

- 1 Unter einem »offenen Menschen« verstehen Persönlichkeitspsychologen einen gegenüber neuen Erfahrungen aufgeschlossenen Charakter.
- 2 Laut neuen Studien handelt es sich dabei um Personen mit einem besonders durchlässigen Wahrnehmungsfilter, die eine größere Vielfalt an Informationen verarbeiten.
- 3 Offene Menschen bemerken daher Dinge, die andere von vornherein ausblenden. Ihr Bewusstsein lässt auch widersprüchliche Eindrücke und scheinbar unvereinbare Emotionen zu.

übersteigen. Für ein effektives Lernen und Handeln konzentrieren wir uns daher auf relevante Details und sortieren den Rest aus. Der Nachteil dabei ist, dass uns mitunter eine ignorierte Information zu einem späteren Zeitpunkt noch nützlich werden kann. Tatsächlich fällt es uns dann schwer, den Lernprozess rückgängig zu machen und die neue Bedeutung anzuerkennen.

Im Labor untersuchen wir dieses Phänomen, indem wir Probanden scheinbar unwichtige Reize präsentieren, die in einem zweiten Experiment jedoch auf einmal von Belang sind. Bei den meisten Personen führt die vorangehende Kategorisierung dazu, dass sie bei der neuen Aufgabe schlechter abschneiden. Der kritische Reiz ist mit dem Stempel »nicht wichtig« versehen und dringt nicht mehr ins Bewusstsein vor. Das gilt aber nicht für Menschen mit einer offenen Persönlichkeit, die für diese so genannte latente Hemmung weniger anfällig sind. Sie zeichnen sich offenbar durch einen umfassenderen Denkmodus aus, ein »undichtes« Auswahlssystem, das Informationen durchlässt, die bei anderen herausfallen.

Offene Personen scheinen somit weniger zu jenen »blinden Flecken« zu neigen,

## Die Big Five der Persönlichkeit



FRANCESCOCH / GETTY IMAGES / ISTOCK

Laut dem Fünf-Faktoren-Modell (auch OCEAN-Modell oder »Big Five« genannt) von Paul Costa und Robert McCrae lässt sich unsere Persönlichkeit anhand von fünf grundlegenden Dimensionen beschreiben: Dies sind neben der Offenheit für Erfahrungen noch Extraversion, Verträglichkeit, Gewissenhaftigkeit und Neurotizismus.

Menschen mit hohen Werten auf der Offenheitsskala zeigen ein besonders großes Interesse an neuen Eindrücken, Erlebnissen und Ideen. Extraversion hingegen bezieht sich vor allem auf das zwischenmenschliche Verhalten, etwa wie gesellig jemand ist, aber auch, wie aktiv oder optimistisch. Der Umgang mit anderen spielt zudem beim Faktor Verträglichkeit eine Rolle: Verträgliche Menschen zeichnen sich durch hilfsbereites, gutmütiges und entgegenkommendes Handeln aus, im Gegensatz etwa zu Misstrauen und Egozentrismus. Gewissenhaftigkeit wiederum erfasst hauptsächlich, mit wie viel Sorgfalt, Effizienz und Pflichtbewusstsein wir eine Sache angehen. Als fünfte Dimension schließlich beschreibt Neurotizismus den Grad der emotionalen Stabilität. So sind besonders neurotische Menschen sehr ängstlich und verletzlich.

Stemmler, G. et al.: Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung. Kohlhammer, Stuttgart, 8., überarbeitete Auflage 2016

die dabei helfen, die komplexe Welt um uns herum auf das Notwendigste zu beschränken. Die Forschung zeigt auch, dass es sich dabei nicht nur um eine Metapher handelt: Das visuelle System offener Menschen arbeitet tatsächlich auf eine andere Weise, sie sehen die Welt buchstäblich anders.

Wohl jeder kennt das Phänomen, dass man sich auf eine Sache konzentriert und dabei etwas anderes übersieht, obwohl es sich direkt vor der eigenen Nase abspielt. Wer kennt nicht den Fußgänger, der ausschließlich auf sein Smartphone fixiert ist und dabei den Radweg blockiert? Befinden sich visuelle Informationen außerhalb unseres Aufmerksamkeitsfokus, blenden wir sie zumeist einfach aus. Besonders eindrücklich zeigt dies das klassische Experiment »Der unsichtbare Gorilla«. Die Teilnehmer schauen sich dabei ein kurzes Video von einem Basketballspiel an und sollen die Pässe zwischen den Spielern in den weißen Trikots zählen und das Team in Schwarz ignorieren. Währenddessen betritt jemand in einem Gorilla-Kostüm das Spielfeld und wandert zwischen den Mannschaften umher. Mitten in der Szene sieht der Eindringling in die Kamera, trommelt sich auf die Brust und verschwindet wieder.

Verblüffenderweise geben die meisten Zuschauer im Anschluss an, nichts Ungewöhnliches oder Überraschendes beobachtet zu haben. Hochgradig offene Menschen zeigen diese »Unaufmerksamkeitsblindheit« seltener: Sie neigen dazu, auch das zu sehen, was andere ausblenden.

Vor Kurzem veröffentlichten meine Kollegen von der University of Melbourne und ich eine Studie, die sich an diese Entdeckung anschließt. Wir untersuchten, wie eine offene Persönlichkeit mit dem visuellen Phänomen der »binokularen Rivalität« zusammenhängt. Präsentiert man dem linken Auge einen anderen Reiz als dem rechten, kann das Gehirn kein kohärentes Bild erzeugen. Beide Reize wechseln sich vor unserem inneren Auge ab und rivalisieren um den dominanten visuellen Eindruck. Doch manchmal brechen beide Bilder gleichzeitig durch den Filter unseres Bewusstseins und vermischen sich. Offene Menschen, so zeigte unsere Studie, sehen solche Mischbilder länger als andere Betrachter. Anscheinend sind bei ihnen die Pforten der Wahrnehmung weiter geöffnet und gewähren mehr Informationen Einlass ins Bewusstsein.

Lassen sich solche Beobachtungen noch auf eine ganz andere Art von Erfahrung

übertragen? Manchmal empfinden wir gleichzeitig widersprüchliche Emotionen, etwa bittersüße Erinnerungen oder nervöse Vorfreude. Wir untersuchten, ob offene Personen für solche »gemischten Gefühle« ebenfalls empfänglicher sind. Tatsächlich berichteten unsere Probanden, häufiger emotional zwischen den Stühlen zu sitzen. Ihr Bewusstsein scheint also auch für komplexe emotionale Erfahrungen durchlässiger zu sein.

Bislang sind die Erkenntnisse darüber, was sich in solchen Momenten genau im Gehirn von aufgeschlossenen Menschen abspielt, noch sehr begrenzt. Einiges deutet darauf hin, dass der Botenstoff Dopamin eine Rolle spielt, der neben einer Vielzahl anderer Funktionen auch den Wert von Informationen signalisiert. Unterschiede im Dopaminhaushalt könnten somit erklären, warum offene Personen feinere Antennen haben und alle möglichen Sinneseindrücke und Ideen wahrnehmen und verarbeiten. Andere Studien weisen auf einen Zusammenhang zwischen Offenheit und dem so genannten Ruhezustandsnetzwerk (default mode network) im Gehirn hin, das zum Beispiel aktiv wird, wenn wir unsere Gedanken schweifen lassen.

Darüber hinaus gibt es noch weitere spannende Fragen zu beantworten: Ist eine größere Offenheit grundsätzlich ein Vorteil, oder bringt sie manchmal sogar Nachteile mit sich? Können wir den Grad unserer Offenheit verändern, und wenn ja, wie? Ist das Merkmal allein Menschen vorbehalten, oder sind auch Tiere mehr oder weniger aufgeschlossen? Wie ist diese Eigenschaft entstanden? Je besser wir die Offenheit verstehen, desto klarer wird sich zeigen, wie sie unsere Erfahrungen prägt und formt. ↵

(Gehirn&Geist, 8/2018)

Antinori, A. et al.: Seeing it Both Ways: Openness to Experience and Binocular Rivalry Suppression. In: Journal of Research in Personality 68, S. 15–22, 2017

Barford, K. A., Smillie, L. D.: Openness and Other Big Five Traits in Relation to Dispositional Mixed Emotions. In: Personality and Individual Differences 102, S. 118–122, 2016

DeYoung, C. G.: Openness/Intellect: A Dimension of Personality Reflecting Cognitive Exploration. In: Cooper, M. L., Larsen, R. J. (Hg.): APA Handbook of Personality and Social Psychology 4: Personality Processes and Individual Differences. American Psychological Association, Washington 2015, S. 369–399

Weitere Quellen im Internet: [www.spektrum.de/artikel/1570800](http://www.spektrum.de/artikel/1570800)

# PERSÖNLICHKEIT

Was den Charakter formt

Entwicklung | Wie ich wurde, was ich bin

Erfahrung | Prägendes Familienleben

Erinnerung | Identität durch Autobiografie

AUCH ALS  
GEDRUCKTE  
AUSGABE  
ERHÄLTLICH!

HIER DOWNLOADEN

Print: 5,90 Euro • Download: 4,99 Euro



NEUROWISSENSCHAFT

# Die Vorteile des TAGTRÄUMENS

von Steve Ayan

Das Gehirn ruht nie – zum Glück: Denn wenn die Gedanken schweifen, beschert uns das überraschende Einsichten.

**B**eginnen wir mit einem Experiment. Es ist ganz einfach: Schließen Sie bitte für einen Moment die Augen und versuchen Sie einmal, an gar nichts weiter zu denken! Na los, worauf warten Sie?

... Und? ...

Lassen Sie mich raten: Die Sache ging schief. An gar nichts zu denken, ist nämlich viel schwieriger, als es klingt. Wir sind von Natur aus miserabel darin. Ständig geistert uns irgendetwas im Kopf herum, auch wenn wir uns dessen im betreffenden Moment nicht unbedingt bewusst sind.

*Ups, du musst dringend noch die E-Mail dieses britischen Tagtraumforschers beantworten – Smallwood heißt der Mann, »kleiner Wald«. Wie du am letzten Sonntag durch den verschneiten Stadtwald gejoggt bist, da war alles so wunderbar still und weiß. »Durch den Milchwald«, ach nein, »Unter dem Milchwald« – das Hörspiel von Dylan Thomas lief letztens im Radio. Du wolltest es noch einmal nachlesen, aber man kommt ja zu nichts ...*

Und so weiter und so fort spinne ich den endlosen Faden meiner Assoziationen – und Sie Ihren. Der Grund dafür ist einfach: Unser

Gehirn ruht nie, nicht einmal nachts, wenn wir schlafen, denn ein Gehirn kennt keine Pausenfunktion. Entweder es assoziiert – oder es ist tot. Dazwischen gibt es nichts.

Für die Arbeit von Neurowissenschaftlern hat das eine wichtige Konsequenz: Es gibt nämlich keine Nulllinie, keinen Ruhezustand, an dem sich jene Aktivität im Kopf messen ließe, die von einer gerade zu bewältigenden geistigen Aufgabe ausgelöst wird. Um den neuronalen Mehraufwand, sei es beim Wahrnehmen, beim Denken oder beim Entscheiden, dingfest zu machen, präsentiert man Probanden im Hirnscanner bestimmte Reize. Meist dient das entspannte Betrachten des Fixationskreuzes auf einem Bildschirm in den Pausen dazwischen als »Kontrolle«. Das hierbei zu verzeichnende neuronale Feuern wird anschließend von der reizabhängigen Aktivität subtrahiert. Und was tut ein Proband, der gerade nichts zu tun hat? Logisch: Er schweift mit seinen Gedanken ab!

*Wie lange soll ich das blöde Kreuz noch anstarren? Hier riecht es irgendwie komisch. Ach, ich muss auf dem Heimweg unbedingt noch Brot kaufen!*

Um dieses Störfeuer der Erinnerungen und Einfälle herausrechnen zu können,

#### AUF EINEN BLICK

## Abschweifen lohnt sich

- 1 Psychologen schätzen, dass wir rund 50 Prozent unserer Wachzeit in einem Zustand des Tagträumens zubringen, in dem die Gedanken umherschweifen.
- 2 Das Gehirn aktiviert dabei ein Netzwerk von Arealen, das als »default mode network« (DMN) oder Ruhemodusnetzwerk bezeichnet wird.
- 3 Neuen Studien zufolge bereitet das Tagträumen in vielen Fällen kreativen Ideen den Boden und ermöglicht uns mentale Reisen.

zeichnen Hirnforscher bei ihren Laborversuchen sehr viele Messdaten während und zwischen den eigentlichen Aufgabenblöcken auf. Wiederholt man die Prozedur oft genug, mittelt sich das Rauschen heraus, so das Kalkül.

Im Zuge solcher Auswertungen stießen Forscher Ende der 1990er Jahre auf ein sonderbares Phänomen: Selbst das unbeschäftigte Gehirn zeigt ein stabiles Aktivitätsmuster. Als einer der Ersten berichtete davon 2001 der Radiologe Marcus Raichle von der Washington University in St. Louis (USA) in einem Aufsehen erregenden Fachartikel. Wer untätig in der Röhre des Tomografen liegt, aktiviert demnach ein spezifisches Netzwerk von Hirnarealen, das prompt wieder verstummt, sobald der Test weitergeht.

Raichle taufte dieses Ensemble von Kortexregionen auf den Namen »default mode network« (DMN) – zu Deutsch: Basis- oder Ruhemodusnetzwerk. Es umfasst Teile des präfrontalen Kortex, den posterioren zingulären Kortex, den mittleren Schläfenlappen (medialer temporaler Kortex) sowie den Precuneus im oberen Teil des Scheitellappens (superiorer parietaler Kortex).

## Ruhe im Kopf? Unmöglich!

Jonathan Smallwood von der University of York (England) hält den Ausdruck »Ruhemodus« allerdings für irreführend. Die Aktivität des DMN zeige gerade keine Ruhe an, sondern den freien Fluss der Erinnerungen, Vorstellungen, Pläne und Ideen. »Die Funktion des ›default mode‹ ist nicht Nichtstun, sondern die Gedanken schweifen zu lassen«, erklärt Smallwood. Er zählt zu der wachsenden Gemeinde von Psychologen und Neurowissenschaftlern, die das Wie und Warum des Tagträumens erkunden.

Dass es von Forschern lange Zeit so gut wie unbeachtet blieb, hat viel damit zu tun, dass es sich so schwer kontrollieren lässt. Ob und wohin die Gedanken von Probanden driften, lässt sich experimentell weder steuern noch exakt überprüfen. Theoretisch könnten die Betreffenden zwar von sich aus kundtun, wann sie mental abschweifen – in der Praxis klappt das allerdings kaum: Wir bemerken es so gut wie nie, wenn wir tagträumen; erst im Nachhinein werden wir uns dessen bewusst.

Dieser auffällige Mangel an Metakognition (von griechisch: meta = über und lateinisch: cognoscere = erkennen) hat höchstwahrscheinlich neuroanatomische

Gründe, wie Smallwood mit seinem Kollegen Jonathan Schooler von der University of California in Santa Barbara in einem Übersichtsartikel 2015 darlegte. Dieselben Hirnareale, die uns darüber zu reflektieren erlauben, was wir gerade mental treiben, sind auch Teil des DMN. Werden sie vom Tagträumen in Beschlag genommen, bleibt für das Selbst-Monitoring, das »Denken über das Denken«, wohl einfach nicht genug Kapazität.

## Je langweiliger der Test, desto eher tagträumen die Teilnehmer

Notgedrungen ergründen Tagtraumforscher die Terra incognita des schweifenden Geistes nicht viel anders als Geologen die Zusammensetzung einer Gesteinsformation: Sie ziehen Gedankenproben (»mind probing« heißt das in der Fachsprache) – und zwar bevorzugt beim Bearbeiten von außergewöhnlich drögen Testaufgaben. Schließlich gehen unsere Gedanken vor allem dann auf Wanderschaft, wenn es nichts Besseres zu tun gibt und wir keine Aufgabe erledigen, die besondere Aufmerksamkeit erfordert.

Das können durchaus auch Momente vollkommener Muße sein, allerdings füll-

len wir diese meist rasch mit zielgerichtetem Tun und fangen etwa an, den nächsten Urlaub zu planen oder uns über das Abendessen Gedanken zu machen. Noch häufiger kommen wir bei routinemäßigen, monotonen Tätigkeiten wie Joggen, Bügeln oder Autofahren ins Tagträumen. Sind wir mit etwas beschäftigt, was nicht unsere volle Konzentration erfordert, etwa weil wir die jeweilige Tätigkeit automatisiert haben, so können wir uns leicht von den äußeren Reizen lösen und uns jenen Gedanken und Gefühlen zuwenden, die uns spontan durch den Kopf gehen. Forscher prägten dafür das Akronym SIT für »stimulus-independent thought« (reizunabhängiges Denken). Viel deutet darauf hin, dass die Aktivität des DMN das neuronale Substrat dieses Zustands darstellt.

So langwelten zum Beispiel Forscher um Kalina Christoff von der University of British Columbia in Vancouver (Kanada) ihre Probanden im Hirnscanner beinah zu Tode: Die Teilnehmer sollten jede Zahl, die auf einem Bildschirm erschien, mit einem Tastendruck quittieren, außer wenn es sich um eine 3 handelte. »Woran denken Sie gerade?«, wurden die Probanden währenddessen immer wieder gefragt. Wie zu erwarten

## Träumst du noch – oder grübelst du schon?

Die Grenze zwischen Tagträumen und Grübeln ist schwer zu ziehen. Beides unterläuft uns meist unbemerkt und lässt sich auch durch bewusste Vorsätze (»Ich will nicht mehr so viel grübeln!«) kaum verhindern. Doch während sich Tagträumer von einer Assoziation zur nächsten hangeln, bleiben Grübler meist bei einem in der Regel negativen Gedanken stehen und versuchen diesen geradezu zwanghaft »auszugrübeln«.

Das ständige Umkreisen vermeintlicher Fehler oder persönlicher Defizite ist ein häufiges Kennzeichen, in milderer Ausprägung auch ein Risikofaktor für depressive Störungen. Das können Neuropsychologen heute bereits gut anhand der Hirnaktivität nachvollziehen: Konzentrieren sich depressive Menschen auf eine bestimmte Testaufgabe, dämpfen sie das »default mode network« (DMN) in ihrem Gehirn nicht so stark wie gesunde Kontrollprobanden. Forscher deuten dies als ein Indiz für die erhöhte Selbstfokussierung von Depressiven: Sie sind auch dann mit sich selbst beschäftigt, wenn es eigentlich um etwas anderes geht.

unterliefen ihnen bei dem Reaktionstest deutlich mehr Patzer, wenn man sie soeben beim Tagträumen ertappt hatte. Wer vorübergehend nicht bei der Sache ist, macht eher Fehler. Wie viele Unfälle im Straßenverkehr wohl passieren, weil Menschen am Steuer in diesen Zustand verfallen?

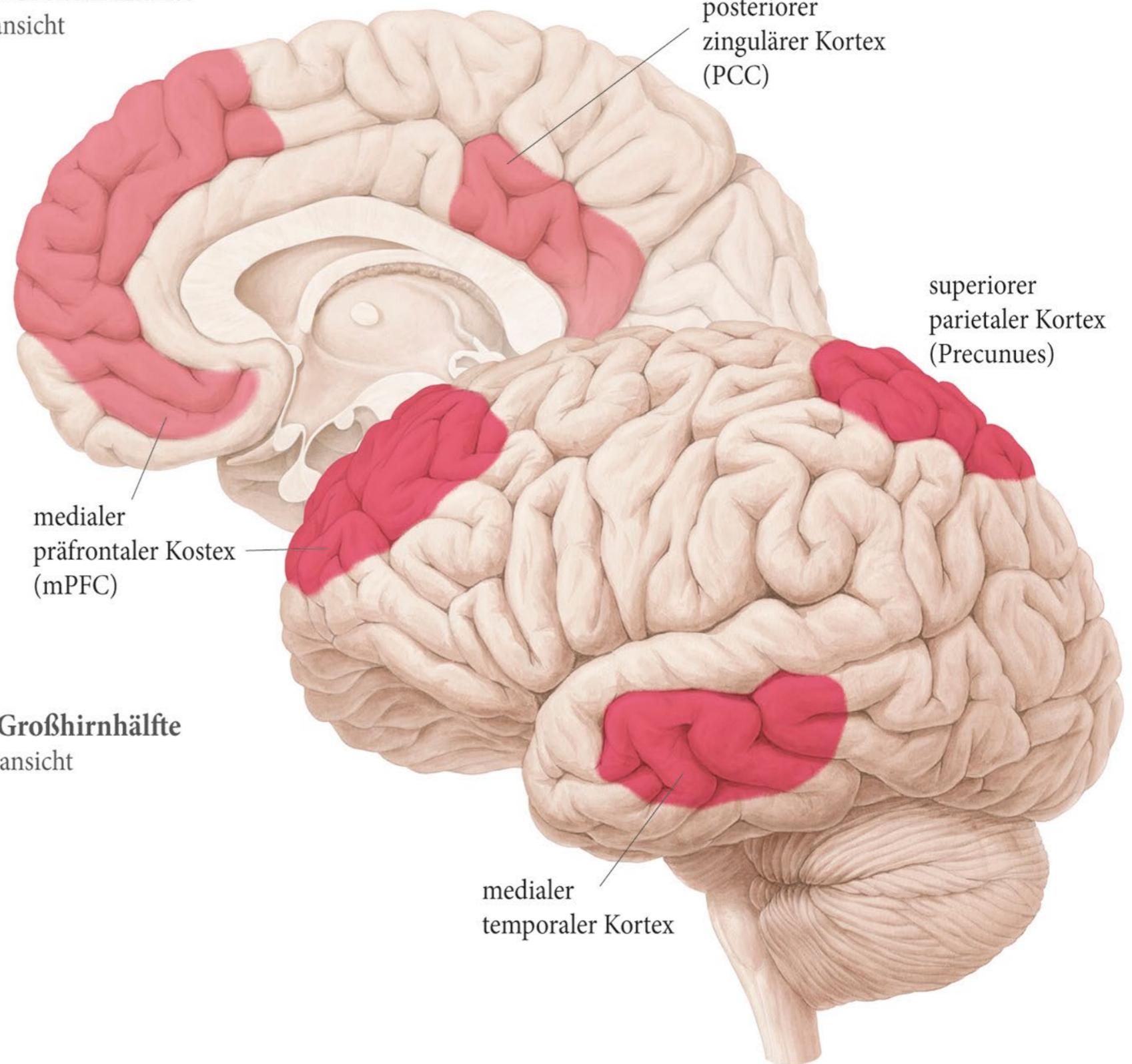
Die Psychologen Matthew Killingsworth und Daniel Gilbert von der Harvard Uni-

versity eruierten im Jahr 2010 mittels »mind probing« per SMS-Nachrichten, dass wir schätzungsweise die Hälfte unserer wachen Zeit tagträumen. Dabei spielen wir, ähnlich wie im Nachschlaf, häufig emotionale Szenarien durch: Vor allem Wut, Angst oder Scham seien oft Gegenstand solcher gedanklichen Abschweifungen. Warum hat er das getan? Wieso habe

# Was Ihr Gehirn tut, wenn Sie nichts tun

Ein Netzwerk aus vier neuronalen Schaltstellen wird beim Tagträumen vermehrt aktiv. Forscher bezeichnen es als »default mode network« (DMN). Der Grad der Vernetzung zwischen diesen weitläufig im Gehirn verteilten Arealen beeinflusst unter anderem, wie kreativ eine Person ist, wie leicht sie sich der eigenen Gedanken bewusst wird (Metakognition) und wie gut sie die Perspektive anderer einnehmen kann.

rechte Großhirnhälfte  
Innenansicht



linke Großhirnhälfte  
Außenansicht

ich mich nur so dumm angestellt? Laut Killingsworth und Gilbert drücke Tagträumen daher auf die Stimmung. Doch ist ein schweifender Geist zwangsläufig unglücklicher als ein fokussierter, wie die beiden Forscher vermuteten?

Das Unbehagen, welches das Tagträumen auslöst, röhre mindestens zum Teil daher, dass man es heutzutage allgemein für Zeitverschwendung hält, glaubt Jonathan Smallwood. Nicht selten ärgern sich Tagträumer darüber, dass sie schon wieder »nichts Vernünftiges« mit sich angefangen hätten. Dabei unterschätzen wir laut dem Forscher, wie wertvoll solche mentalen Auszeiten tatsächlich sind: Sie bieten Gelegenheit, neue Ideen durchzuspielen, Erinnerungen zu festigen und Pläne zu schmieden. Smallwood ist überzeugt: »Im Zustand des Tagträumens stimmen wir das Ich auf die Anforderungen der Umwelt ab, und unser Gehirn simuliert, was alles passieren könnte.«

Das ist für die alltägliche Lebensplanung ebenso hilfreich wie im sozialen Mit einander, etwa wenn wir uns in andere hineinversetzen und ihre Absichten lesen. Wie Neurowissenschaftler um Robert Spunt vom California Institute of Technology in

Los Angeles 2015 berichteten, feuern DMN-Areale auch dann vermehrt, wenn wir abzuschätzen versuchen, was unsere Mitmenschen im Schilde führen.

Randy Buckner und Daniel Carroll von der Harvard University waren bereits 2008 in einer Übersichtsarbeit zu dem Schluss gekommen, dass das DMN zu weiten Teilen identisch sei mit jenen Hirnbereichen, die uns mentale Projektionen ermöglichen. So bezeichnen Psychologen Gedankenreisen, bei denen wir uns zukünftige Ereignisse ausmalen oder uns an einen anderen Ort imaginieren. Wem das besonders leichtfällt, dessen dorsomedialer präfrontaler Kortex (dmPFC) – ein Kernbestandteil des DMN – ist im Schnitt größer als der von weniger fantasiebegabten Testkandidaten.

Dazu passen Befunde, die auf eine kreativitätsfördernde Wirkung des Tagträumens hinweisen. Niederländische Psychologen um Ap Dijksterhuis von der Universität in Amsterdam fanden 2013 heraus, dass Menschen, denen viele alternative Verwendungen für einen beliebigen Gegenstand wie etwa einen Ziegelstein oder einen Radiergummi einfallen, mehr graue Substanz und engere Verknüpfungen zwischen DMN-Arealen aufweisen.

Ein Gehirn kennt keine Pausenfunktion. Entweder es assoziiert – oder es ist tot. Dazwischen gibt es nichts

## Neuronale Konnektivität für mehr Einfallsreichtum

Eine amerikanisch-österreichische Forschergruppe um Roger Beaty bestätigte 2014: Experten im divergenten Denken – Versuchspersonen also, die auf Fragen wie »Was kann man mit einer Getränkendose anfangen?« oder »Was macht alles Lärm?« vor Antworten sprudeln – zeigen eine größere funktionelle Konnektivität zwischen dem präfrontalen Kortex und anderen Teilen des DMN als weniger einfallsreiche Zeitgenossen. Je enger diese Hirnbereiche miteinander vernetzt sind, desto reger der Informationsaustausch. Und das wiederum lässt offenbar die Ideen sprudeln.

Doch eine statistische Korrelation zwischen Hirnarchitektur und kreativer Ader könnte ebenso auf andere, dritte Faktoren zurückgehen. Vielleicht fördern zum Beispiel bestimmte Gene sowohl die Vernetzung als auch die Schöpferkraft, ohne dass dies zwingend viel miteinander zu tun hat? Die nächste Stufe in der Kunst der experimentellen Beweisführung sind deshalb kontrollierte Vorher-nachher-Tests, so genannte Interventionsstudien.

Dass es tatsächlich den Einfallsreichtum fördert, wenn man die Gedanken

schweifen lässt, ist neuerdings ebenfalls gut belegt. So zeigte ein Team um Benjamin Baird in Schoolers Labor in Santa Barbara, dass Probanden bereits von einem kurzen Ideen-Crashkurs profitierten – vorausgesetzt sie bekamen danach Gelegenheit zum Tagträumen!

Bei dem beliebten »Ziegelsteintest« gilt es für die Probanden, sich binnen zwei Minuten so viele originelle Verwendungen für Gegenstände wie etwa ein solches Stück Mauerwerk einzufallen zu lassen wie möglich. Als man die Prozedur nach einer 15-minütigen Unterbrechung wiederholte, schnitten diejenigen Probanden deutlich besser ab, die in der Pause einen simplen Reaktionstest absolviert hatten. Dieser war bewusst so einfach gehalten, dass er zum Tagträumen geradezu einlud. Wer dagegen nur verschnaufen durfte oder aber eine anspruchsvolle Gedächtnisaufgabe erledigen musste, profitierte von der Pause nicht.

## Das Geheimnis der Inkubation

Die Erklärung der Forscher: Beim kreativen Problemlösen kommt es maßgeblich auf die Inkubation an. Egal worin die Herausforderung besteht, wir müssen irgendwann einmal an den Punkt kommen, wo

wir von dem real gegebenen Gegenstand oder der jeweiligen Frage Abstand nehmen und die Sache in uns arbeiten lassen. Dieses Loslösen vom konkret Wahrnehmbaren (auch »perceptual decoupling« genannt) vollbringen wir offenbar genau dann, wenn wir tagträumen. Das ist laut vielen Forschern auch der Grund, weshalb es sich trotz aller Nachteile, die ein flüchtiger Geist mit sich bringt, unterm Strich bewährt hat. Wir sind dann zwar kurzzeitig nicht mehr zum konzentrierten, exakten Arbeiten fähig, produzieren aber dringend benötigte neue Sichtweisen.

Somit scheint zumindest ein Erfolgsrezept für kreative Geister darin zu bestehen, zwischen äußeren Reizen und inneren Fantasiereisen flexibel hin und her zu wechseln. Dass sich dieses Talent schon mit einfachen Mitteln fördern lässt, belegte unter anderem eine bildgebende Studie chinesischer Psychologen um Dongtao Wei von 2014: Ein wenige Minuten dauerndes Kreativitätstraining verstärkte den Signalaustausch innerhalb des DMN, dem Tagtraumnetzwerk des Gehirns.

Natürlich können wir nicht immer nur kreativ sein. Um unseren Alltag zu bewältigen, sind wir auf eine Vielzahl von Routi-

nen angewiesen; wir sind mentale Wiederläufer und wälzen oft immer wieder die gleichen Gedanken, besonders wenn wir gestresst sind. Um über den Tellerrand des Gewohnten hinauszublicken, sollten wir Gelegenheiten zum Müßiggang und Tagträumen zulassen, statt sie zu meiden. Das scheint für viele Zeitgenossen jedoch leichter gesagt als getan.

Der US-Psychologe Timothy Wilson wollte in einem Experiment von 2014 herausfinden, was Probanden bereit sind zu tun, um dem Nichtstun zu entfliehen. Er bat Freiwillige, allein in einem leeren Raum zu warten; das Einzige, was es dort gab, war – ein Elektroschocker. Nach 15 Minuten hatten sich rund zwei Drittel der Männer und ein Viertel der Frauen damit selbst Stromschläge zugefügt! Und das, obwohl sie diese bei einem Testlauf zuvor als unangenehm bis schmerhaft bewertet hatten. Lieber leiden als dumm herumsitzen? Vielleicht täten wir besser daran, Langeweile auch einmal auszuhalten. Denn sie hält so manche Überraschung parat. ↪

(Gehirn&Geist, 4/2016)

Baird, B. et al.: Inspired by Distraction: Mind Wandering Facilitates Creative Incubation. In: Psychological Science

23, S. 1117–1122, 2012

Christoff, K. et al.: Experience Sampling during fMRI Reveals Default Network and Executive System Contributions to Mind Wandering. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA 106, S. 8719–8724, 2009

Killingsworth, M. A., Gilbert, D. T.: A Wandering Mind is an Unhappy Mind. In: Science 330, S. 932, 2010

Kühn, S. et al.: The Importance of the Default Mode Network in Creativity – a Structural MRI Study. In: The Journal of Creative Behavior 48, S. 152–163, 2014

Mason, M. F. et al.: Wandering Minds: The Default Network and Stimulus-Independent Thought. In: Science 315, S. 393–395, 2007

Smallwood, J., Schooler, J. W.: The Science of Mind Wandering: Empirically Navigating the Stream of Consciousness. In: Annual Review of Psychology 66, S. 487–518, 2015

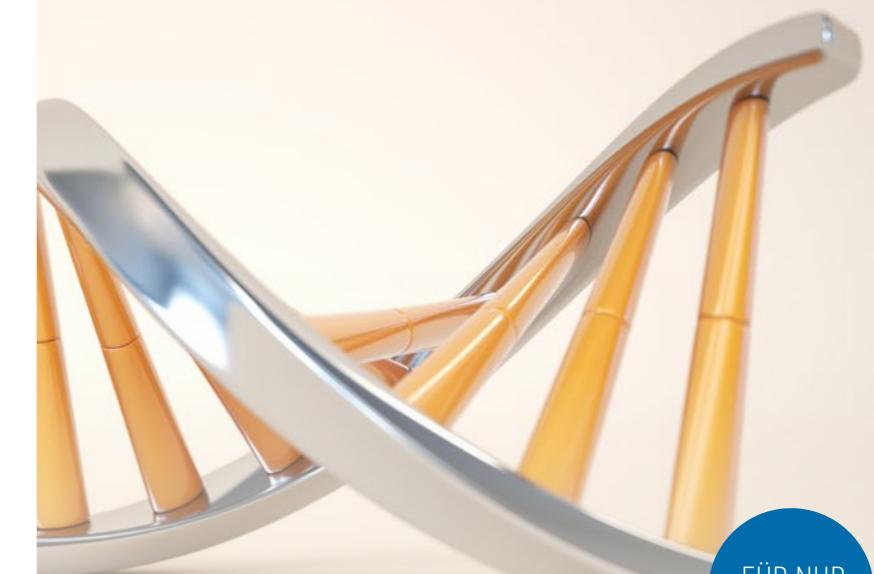
Sripada, R. K. et al.: Just Think: The Challenges of the Disengaged Mind. In: Science 345, S. 75–77, 2014

Spektrum  
der Wissenschaft

KOMPAKT

# EPIGENETIK

Prägende Eindrücke im Erbgut



FÜR NUR  
€ 4,99

Traumata | Geerbte Erfahrungen

Umweltgifte | Schäden an  
mehreren Generationen

Evolution | Der Ursprung der Instinkte

HIER DOWNLOADEN

- > Bienengigant nach 38 Jahren wiederentdeckt
- > Neurone, die uns nicht schlafen lassen
- > Wie die Phönizier dem Silber nachjagten

TITELTHEMA: KOSMISCHE KOLLISIONEN

## Was gibt es Neues über Meteoriteinschläge?

Halben Meteoriten einst beim Beginn des Lebens – und tötete wirklich einer von ihnen die Dinosaurier? 5 überraschende Einsichten und Hypothesen rund um Volltreffer aus dem All.



### PATIENTENVERSORGUNG

Manipulationsverdacht bei deutschlandweiter Psychiatrie-Studie



### NIKAB UND BURKA

Verhüllung in der Forschung



### VIRUNGA-NATIONALPARK

Afrikas Kronjuwel in Gefahr

Im Abo nur  
**0,92 €**  
pro Ausgabe

Jetzt bestellen!

**Das wöchentliche  
Wissenschaftsmagazin**  
als Kombipaket im Abo:  
Als App und PDF

**HIER ABONNIEREN!**

