

# Gehirn & Geist

**Schule**  
**Was ist guter**  
**Unterricht?**

## Atmen

Wie es Gefühle und  
Gehirn beeinflusst

**Umarmen**  
So gehen wir  
auf Tuchfühlung

**Ethik**  
Fleischessen  
in der Kritik

**Narkolepsie**  
Nickerchen beflügeln  
die Kreativität

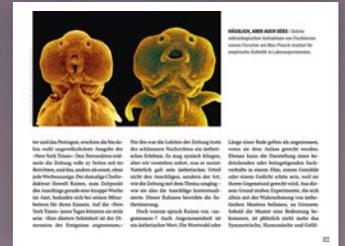


D57525

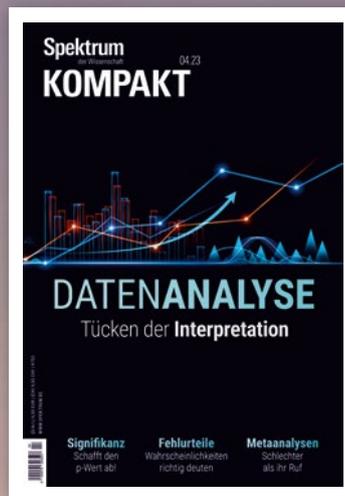
# Spektrum der Wissenschaft **KOMPAKT**



Ob A wie Astronomie oder Z wie Zellbiologie: Unsere **Spektrum** KOMPAKT-Digitalpublikationen stellen Ihnen alle wichtigen Fakten zu ausgesuchten Themen als PDF-Download, optimiert für Tablets, zur Verfügung. Wählen Sie unter mehr als 400 verschiedenen Ausgaben und Themen. **Jetzt neu:** Beim Kauf von vier Kompakt-PDFs erhalten Sie ein fünftes Kompakt-PDF gratis.



Ausgewählte **Spektrum** KOMPAKT gibt es auch im Printformat!



Hier bestellen:  
E-Mail: [service@spektrum.de](mailto:service@spektrum.de)  
[Spektrum.de/aktion/kompakt](https://www.spektrum.de/aktion/kompakt)

# Streit um die Ernährung

**W**ie halten Sie es mit der Ernährung? Ich bin kein Vegetarier oder gar Veganer, habe aber meinen Fleischkonsum in den letzten Jahren stark reduziert. Wenn ich die Herkunft nicht kenne, wie in der Kantine oder bei Veranstaltungen, verzichte ich sogar fast immer darauf. Stattdessen greife ich lieber auf Alternativen aus Gemüse oder Hülsenfrüchten zurück.



**Daniel Lingenhöhl**  
Chefredakteur  
[lingenhoehl@spektrum.de](mailto:lingenhoehl@spektrum.de)

Das tue ich aus zwei Gründen: Zum einen ist es ein Beitrag für den Klimaschutz, denn die Fleischproduktion trägt stark zu unseren Emissionen und der Zerstörung von Ökosystemen bei. Und zum anderen spielt das Tierwohl eine Rolle, obwohl natürlich »glückliche« Kühe, Schweine oder Hühner am Ende ebenso sterben müssen. Doch sollen sie zumindest vorher unter besseren Bedingungen gelebt haben, als es bei der Massentierhaltung der Fall ist. Man kann mir hier natürlich Inkonsistenz und mangelnde Empathie vorwerfen. Und andere werden sich sicher umgekehrt darüber echauffern, dass ich es überhaupt zum Thema mache, weniger Fleisch zu essen (was übrigens gesünder ist). Denn wenige Themen erregen die Menschen hier zu Lande stärker als »Ernährung«. Deshalb bin ich mir sicher, dass unser Interview zum Thema »Tiere essen« (S. 26) zahlreiche Rückmeldungen auslösen wird. Ich bin gespannt darauf!

Ein zweites Thema hat es ebenfalls in sich, wird aber wahrscheinlich eher seufzende bis zustimmende Reaktionen auslösen: Streit unter Kindern (S. 42). Als Vater von drei Kindern weiß ich, dass dies nervenzehrend und Kraft raubend sein kann, wenn sich die Geschwister über Nichtigkeiten aufregen, deretwegen wir uns Erwachsene eher nicht in die Haare gerieten. Der Artikel hilft mir aber weiter, wenn es darum geht, zukünftige Scharmützel daheim zu vermeiden, zu ignorieren oder besser unter Kontrolle zu bekommen. Vielleicht kann er auch Sie bei der Herausforderung Kindererziehung unterstützen.

Gute Nerven wünscht Ihnen

## IN DIESER AUSGABE



Die Psychologen **Sebastian Ocklenburg** (links) und **Julian Packheiser** gehören zu den Ersten, die Umarmungen systematisch untersuchen (S. 20).



**Ann-Kathrin Jaekel** und **Richard Göllner** vom Tübinger Hector-Institut für Empirische Bildungsforschung erklären ab S. 32, was guten Unterricht ausmacht. Sie plädieren für regelmäßige Qualitätsbewertungen durch Schülerinnen und Schüler.



Der Neurowissenschaftler **Joseph LeDoux** spricht ab S. 64 darüber, was ihn Split-Brain-Patienten über die Existenz des freien Willens und die Funktion von Emotionen gelehrt haben. Außerdem räumt er mit falschen Vorstellungen über die Rolle der Amygdala als Angstzentrum auf.

<b>Editorial</b>	<b>3</b>
<b>Geistesblitze</b> u. a. mit folgenden Themen: Das Geheimnis der Katzenase · Wie Krebszellen Neurone manipulieren · Drogen gegen Magersucht? · Stille kann man hören	<b>6</b>
<b>Gute Frage</b> Gibt es verschiedene Lerntypen?	<b>40</b>
<b>Therapie kompakt</b> Mit Achtsamkeit gegen den Wahn · Die Pille erhöht das Depressionsrisiko · Erst Unfall, dann Selbstverletzung	<b>50</b>
<b>Impressum</b>	<b>62</b>
<b>Bücher und mehr</b> u. a.: Martha Nussbaum: Gerechtigkeit für Tiere · Hanna Preuss-van Viersen: BeYOUtiful · Brianna Wiest: When you're ready, this is how you heal	<b>72</b>
<b>TV- &amp; Radiotipps</b>	<b>79</b>
<b>Vorschau</b>	<b>81</b>
<b>Fakt und Fiktion</b> Freiheit, die ich meine	<b>82</b>

## Titelthema

### Wie ich atme, so fühle ich

**12** Sind wir nervös oder ängstlich, können wir uns aktiv beruhigen, indem wir den Atemrhythmus verlangsamen. Wie gelingt die Teamarbeit von Hirn und Lunge?

Von *Anna von Hopffgarten*

#### 20 Umarmungen Auf Tuchfühlung

Bereits seit Tausenden von Jahren nehmen Menschen einander in den Arm. Doch erst jetzt beginnen Psychologen, dieses faszinierende Verhalten zu verstehen.

Von *Sebastian Ocklenburg und Julian Packheiser*

#### 26 Moral und Ernährung »Wer nur nett ist, bewegt nichts«

Vegane Ernährung richtig finden und weiter Fleisch essen – warum tun das so viele? Ein Gespräch mit der Philosophin *Friederike Schmitz*.

#### 32 Bildungsforschung Gut unterrichtet!

Drei wichtige Qualitätsmerkmale bilden das Fundament eines Unterrichts, von dem Schülerinnen und Schüler optimal profitieren.

Von *Ann-Kathrin Jaekel und Richard Göllner*

#### 42 Konflikte Meins!

Im Streit mit Freunden und Geschwistern können Kinder den konstruktiven Umgang mit kollidierenden Interessen üben.

Von *Stefanie Uhrig*

#### 52 Narkolepsie

##### Das schöpferische Potenzial von Sekundenschlaf

Wenn man kurz einnickt, taucht man in eine Schlafphase ein, die offenbar vor kreativen Einfällen nur so strotzt.

Von *Kristen French*

#### 58 Soziale Kognition Die Dunkle Materie der Hirnforschung

Viele Menschen mit einer psychischen Erkrankung haben Probleme bei der zwischenmenschlichen Interaktion. In der Therapie spielt das leider meist keine Rolle.

Von *Anton Benz*

#### 64 Bewusstsein

##### »Wir erfinden oft Geschichten, um unser Verhalten zu erklären«

Was wir von »Split-Brain-Patienten« über das Bewusstsein lernen können, erklärt der Neurowissenschaftler *Joseph LeDoux* im Interview.

#### 68 Faszien Sensibles Geflecht

Faszien wurden lange auf ihre Funktion als Bindegewebe reduziert. Dabei sind sie unser nervenreichstes Sinnesorgan.

Von *Esther Megbel*

## Gehirn&Geist

Verpassen Sie keine Ausgabe!

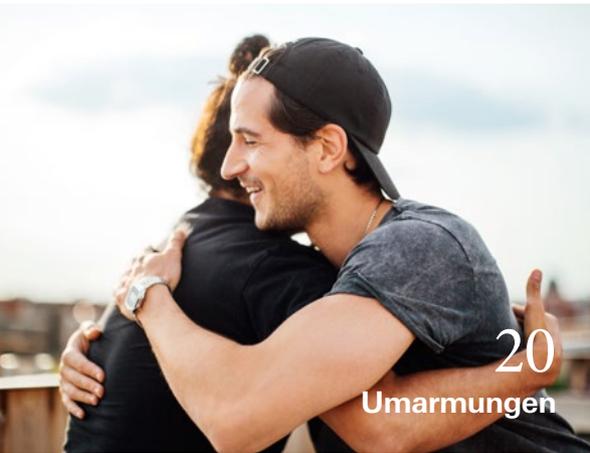
[www.gehirn-und-geist.de/abo](http://www.gehirn-und-geist.de/abo)

TITELBILD: JASMINA81 / GETTY IMAGES / ISTOCK

12  
Titelthema  
Atmen



FIZKES / GETTY IMAGES / ISTOCK



20  
Umarmungen

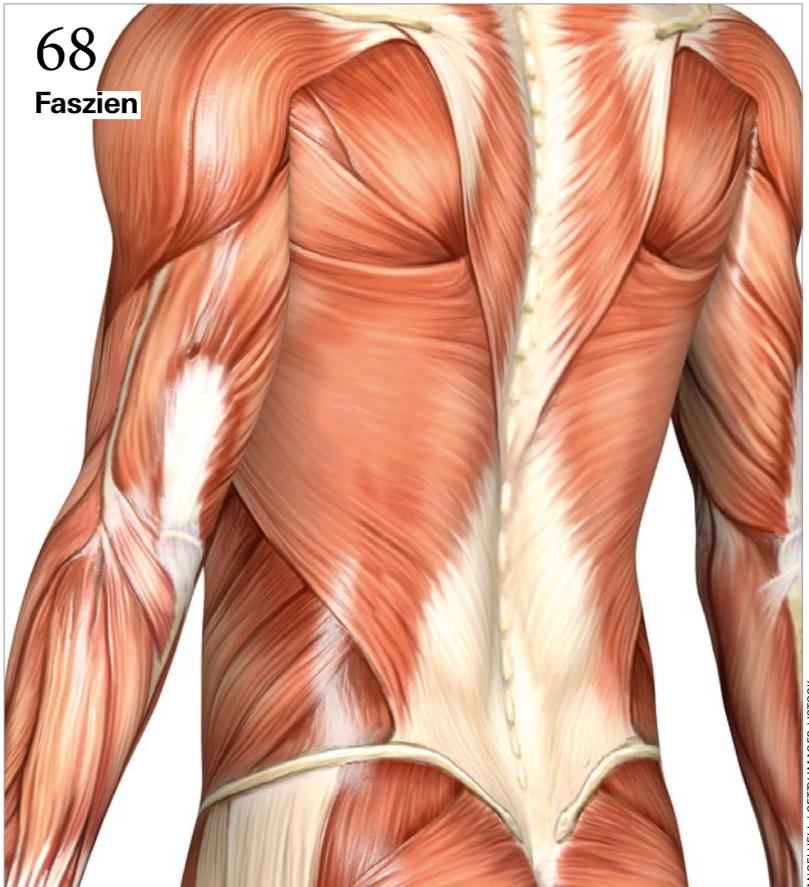
ALVAREZ / GETTY IMAGES / ISTOCK



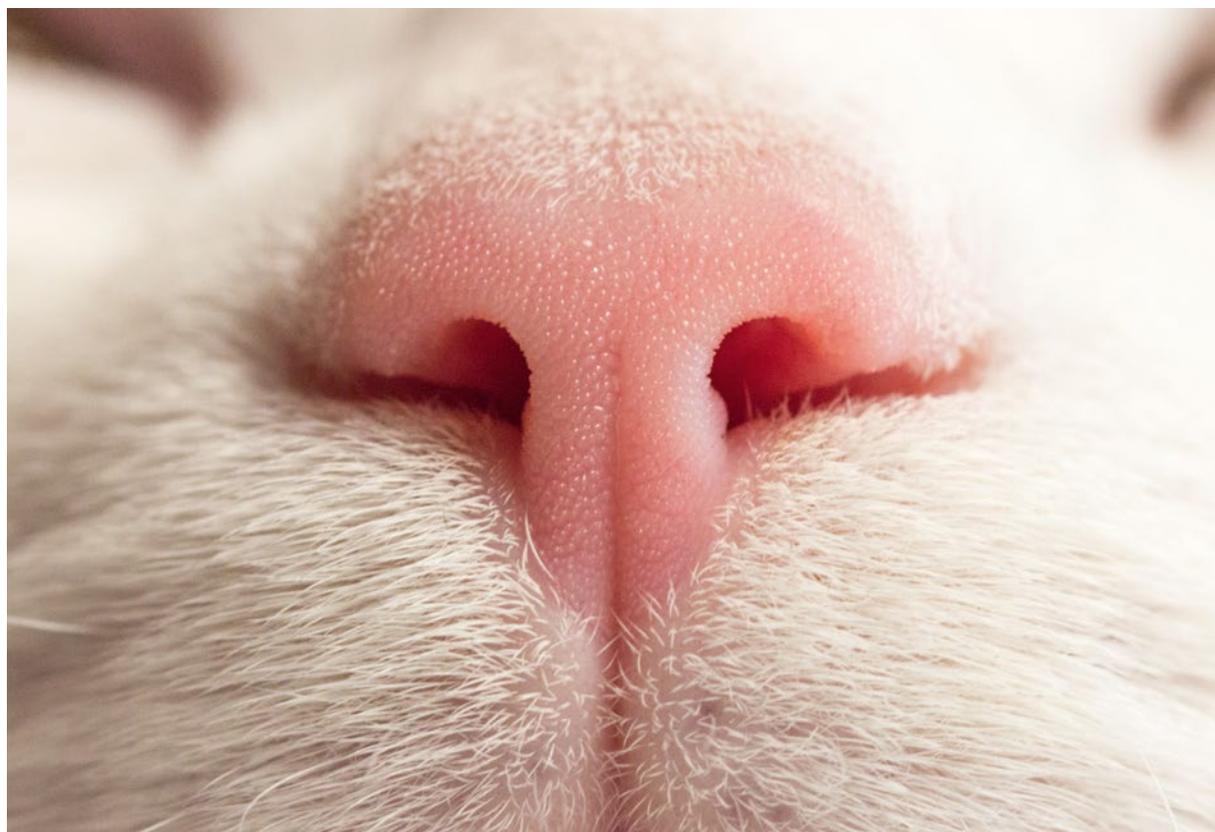
26  
Moral und Ernährung

MIT FROL GEN. VON ANIMAL RIGHTS WATCH E.V. / ARIWA

68  
Faszien



ANGELHELL / GETTY IMAGES / ISTOCK



CHRISTIAN BUCH / GETTY IMAGES / ISTOCK

## Geruchsverarbeitung

### Das Geheimnis der Katzennase

Im Vergleich zur menschlichen Nase oder jener eines Hundes ist die einer Katze recht unscheinbar. Trotzdem haben Stubentiger einen außergewöhnlich guten Riecher. Ein Team um Kai Zhao von der Ohio State University hat jetzt eine mögliche Erklärung dafür gefunden.

Die Forscherinnen und Forscher scannten den Schädel einer Katze und erstellten basierend darauf ein hochdetailliertes 3-D-Computermodell der Nasenhöhlen. Anschließend simulierten sie die Luftströmungsmuster beim Atmen und fanden heraus, dass sich die Luft direkt nach dem Einatmen in zwei Ströme teilt: Der Großteil wird als Atemluft aufbereitet, also gereinigt und befeuchtet. Etwa ein Fünftel wird abgezweigt und schnell zur Geruchsanalyse an das Ende der Nasenhöhle weitergeleitet. Diese Aufspaltung ist bei Säugetieren verbreitet und deshalb nicht überraschend – im Gegensatz zu der eigentlichen Entdeckung.

Auf dem Weg zum Riechfeld windet sich die Luft bei Katzen nämlich durch besonders stark zusammengerollte Nasenmuscheln. Das gewährleistet eine möglichst lange Strecke, auf der ein Duft in seine einzelnen Komponenten zerlegt werden kann. Hierbei ergibt sich

jedoch ein Problem: Die Luft darf nicht zu schnell durch diese Gänge strömen, weil die Moleküle sonst nicht von der Riechschleimhaut aufgenommen werden können. Ein langsamerer Durchsatz bedeutet hingegen eine verzögerte Duftwahrnehmung – unpraktisch für ein Raubtier.

Bei ihren Simulationen haben die Wissenschaftler entdeckt, wie die Katzennase dieses Dilemma löst: Der Strom speist die Luft in mehrere spiralförmige Gänge gleichzeitig. So ergibt sich ein ideales Gleichgewicht zwischen Geschwindigkeit und Länge. »Das war tatsächlich eine Überraschung«, sagt Zhao. »Zunächst schießt die Luft förmlich nach hinten und wird dort dann für eine viel längere Zeit verarbeitet.« Damit arbeitet das Geruchssystem einer Katze um die 100-mal effizienter als etwa das von Amphibien, bei denen die Luft nur durch einen einzelnen Gang geleitet wird. Das Prinzip der Geruchsverarbeitung der Katze ähnelt in gewisser Weise der Arbeitsweise eines Gaschromatografen, der im Labor eingesetzt wird, um die Zusammensetzung von Gasen zu bestimmen. Laut den Autoren könnten die Studienergebnisse die Weiterentwicklung solcher Geräte inspirieren.

*PLOS Computational Biology* 10.1371/journal.pcbi.1011119, 2023

## Intelligenz

# Unerwartetes Zusammenspiel von Vererbung und Kultur

Fachleute unterscheiden zwei Formen der Intelligenz. Die grundlegende Fähigkeit, Probleme zu lösen und logisch zu denken, bezeichnen sie als fluide Intelligenz. Sie ist unabhängig vom bisher erworbenen Wissen. Die kristalline Intelligenz hingegen ist beeinflusst von der Kultur: Zu ihr zählen Wortschatz und Lesefertigkeit. Für welche der beiden Arten ist das Erbgut wohl bedeutsamer?

Eine Gruppe um Robert Loughnan von der University of California in San Diego beantwortete die Frage mit einem eher unerwarteten Ergebnis. Bei Kindern haben genetische Marker für Intelligenz nämlich einen größeren Einfluss auf die kristalline als auf die fluide Intelligenz. Wie kann das sein?

Es gibt nicht das Intelligenzgen. Deshalb greift man auf so genannte genomweite Assoziationsstudien zurück: In riesigen Stichproben werden genetische Veränderungen mit bestimmten Merkmalen verknüpft, wie etwa der Intelligenz. Daraus lassen sich individuelle »polygene Scores« berechnen. Diese Werte drücken aus, wie sehr die mit Intelligenz verbundenen Genvarianten bei einer Person zum Tragen kommen.

Loughnan und seine Kollegen verglichen die polygenen Scores mit den Ergebnissen aus Intelligenztests von rund 8500 Kindern im Alter von neun bis elf Jahren. Für die Tests der kristallinen – also kulturabhängigen – Intelligenz fiel der Zusammenhang deutlich größer aus als für die Tests auf fluide Intelligenz. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen schon im Jahr 2013 Wissenschaftler um Kees-Jan Kan von der Vrije Universiteit Amsterdam in einer Zwillingsstudie mit Fokus auf Erwachsenen.

Die Autoren erklären das mit der Anlage-Umwelt-Korrelation: Vereinfacht gesagt verstärkt die Umgebung genetische Unterschiede. Wenn ein Kind also Glück in der Genlotterie hatte, dann wird es mit einer höheren Wahrscheinlichkeit besonders gefördert und entwickelt Spaß an den betreffenden Tätigkeiten. Und dieser Effekt komme bei kristalliner Intelligenz mehr zum Tragen als bei fluider. Anders gesagt: »Vielleicht bietet die Gesellschaft eher guten Lesern die Möglichkeit, viel zu lesen, als dass sie guten Rätsellösern ermöglicht, Rätsel zu lösen.«

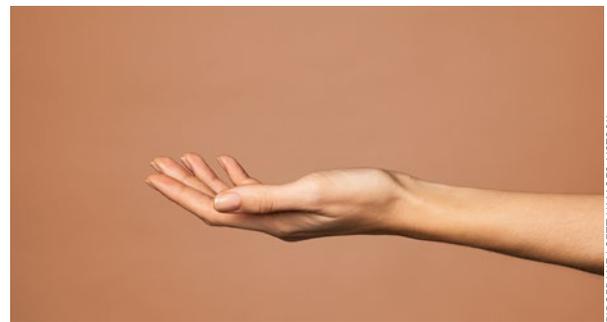
*Psychological Science 10.1177/09567976231160702, 2023*

## Körperwahrnehmung

# Menschen unterschätzen das Gewicht ihrer Hände

Viele Personen mit Prothesen empfinden diese als zu schwer, selbst wenn die Ersatzgliedmaße leichter sind als das natürliche Vorbild. Die Ursache dafür liegt womöglich in einer Sinnestäuschung, der ein Team um Matthew Longo von der University of London nun nachgegangen ist: Wir unterschätzen das Gewicht unserer Hände um rund 50 Prozent.

Das ergab sich aus einem kleinen Experiment der Arbeitsgruppe. Dazu ließ sie 20 Freiwillige ihren linken Unterarm auf eine Stütze legen. Die Hand hing zunächst entspannt herunter, um das Gefühl für das Gewicht zu eichen. Dann sollten die Teilnehmenden ihre Hand auf einer Halterung ablegen, so dass deren Schwere gewissermaßen neutralisiert wurde. Anschließend befestigten Longo und seine Kollegen verschiedene Gewichte am Handgelenk der Probanden und ließen sie schätzen, ob der Gegenstand mehr oder weniger wog als die eigene Hand. Eine Hand mit 400 Gramm empfanden sie dabei als genauso schwer wie einen Fremdkörper von 200 Gramm.



RIDOFRAZ/GETTY IMAGES/ISTOCK

In einem zweiten Experiment sollten die Freiwilligen mit ihrer Hand anstrengende Bewegungen ausführen. Dadurch verringerte sich die Fehlwahrnehmung: Die Teilnehmer näherten sich bei ihren Schätzungen dem tatsächlichen Gewicht ihrer Hände an, was das Team auf die Erschöpfung der Muskulatur zurückführt. Demnach scheint das Unterschätzen des Gewichts damit zusammenzuhängen, dass wir im Normalfall unsere Hände schnell und mit wenig Aufwand bewegen können. Sie wirken dadurch leichter als gleich schwere fremde Gegenstände. Dazu passen Berichte, denen zufolge Menschen das Gefühl haben, ihre Prothese würde mit der Zeit leichter werden, je besser sie mit ihr umgehen lernen und je stärker sie sie in ihr eigenes Körperbild integrieren.

*Current Biology 10.1016/j.cub.2023.05.041, 2023*

## Mikronährstoffe

# Zuckermolekül regt die Hirnentwicklung an

**E**in Säugling benötigt zu verschiedenen Zeitpunkten unterschiedliche Nährstoffe, damit sich sein Gehirn optimal entwickeln kann. Ein in der Muttermilch enthaltener Mikronährstoff ist dabei besonders wichtig. Darauf deuten die Ergebnisse einer Arbeitsgruppe des Human Nutrition Research Center on Aging an der Tufts University in Massachusetts hin. Da Stillen nicht in jeder Situation und nicht allen Müttern möglich ist, können die Erkenntnisse dabei helfen, künstlich hergestellte Ersatzmilch zu verbessern.

Die Forscher fanden heraus, dass ein Zuckermolekül namens Myo-Inositol in der Muttermilch dann am stärksten vertreten ist, wenn sich die neuronalen Verbindungen im Gehirn des Säuglings besonders rasch bilden. Das Team untersuchte und verglich Muttermilchproben, die im Rahmen der »Global Exploration of Human Milk«-Studie in Mexiko-Stadt, Schanghai und Cincinnati gesammelt wurden. Um herauszufinden, wie genau das Molekül wirkt, gaben sie es auf Kulturen menschlicher sowie Ratten-Neurone. Es zeigte sich, dass Myo-Inositol die Anzahl sowie Größe der Synapsen in erregenden Neuronen erhöht und dabei dosisabhängig wirkt.

Im frühen Säuglingsalter reagiert das Gehirn möglicherweise besonders empfindlich auf Nahrungsbestandteile, da die Blut-Hirn-Schranke durchlässiger ist und kleine Moleküle leichter ins Denkgorgan gelangen. »Als Neurowissenschaftler ist es für mich faszinierend, wie tief greifend die Auswirkungen von Mikronährstoffen auf das Gehirn sind«, so Thomas Biederer, der Hauptautor der Studie. Erstaunlich sei, wie komplex und reichhaltig die menschliche Muttermilch ist. »Ich halte es für denkbar, dass sich ihre Zusammensetzung sogar dynamisch verändert, um die verschiedenen Stadien der kindlichen Hirnentwicklung zu unterstützen.«

Bei schwerer Depression und bipolarer Störung ist der Inositol-Spiegel erniedrigt. Zudem fand man Genveränderungen der Myo-Inositol-Transporter bei Schizophrenie. »Die aktuellen Ergebnisse legen nahe, dass es von Vorteil sein kann, den Myo-Inositol-Gehalt in Säuglingsnahrung zu erhöhen, wenn Stillen nicht möglich ist«, sagt Biederer. Es sei aber zu früh, Erwachsenen mit psychiatrischen Erkrankungen die Einnahme zu empfehlen. So lasse sich etwa nicht ausschließen, dass der veränderte Inositol-Spiegel eine Nebenwirkung von Medikamenten ist.

*PNAS 10.1073/pnas.2221413120, 2023*

## Akustik

# Kann man Stille hören?

**W**enn es still ist, hören wir nichts – oder? Über diese Frage kann man offenbar streiten, jedenfalls laut Forschern von der Johns Hopkins University in Baltimore. In einer Reihe von Experimenten haben Rui Zhe Goh und seine Kollegen nachgewiesen, dass wir die Abwesenheit von Geräuschen ähnlich verarbeiten wie die Geräusche selbst.

Dazu griff das Team auf bekannte Experimente zurück, die Wahrnehmungsverzerrungen hervorrufen. Die Idee dahinter: »Wenn man mit Stille die gleichen Täuschungen erzielen kann wie mit Geräuschen, dann könnte das ein Beleg dafür sein, dass wir Stille tatsächlich hören«, so die Autoren. Die rund 1000 Versuchspersonen bekamen kurze Tonbandaufnahmen vorgespielt, darunter Geräuschkulissen von belebten Restaurants, Märkten und Bahnhöfen. In einer Versuchsvariante verstummten die Geräusche kurz und abrupt, mal über einen durchgehenden Zeitraum, mal in zwei kurz aufeinanderfolgenden Sequenzen.

Die Unterbrechungen, ob eine oder zwei, dauerten insgesamt gleich lang. Doch den durchgehenden

Moment der Stille empfanden die Teilnehmenden länger als die beiden kurzen Momente zusammen – ähnlich wie in der bekannten »One-is-more-illusion«: Hier scheint ein durchgehender Piepton länger als zwei kurz aufeinanderfolgende, in der Summe aber gleich lange Töne. In zwei weiteren abgewandelten Hörexperimenten kamen die Forscher zu ähnlichen Ergebnissen.

Die Wahrnehmungsverzerrungen, von denen man dachte, dass sie nur durch Geräusche ausgelöst werden können, traten demnach auch bei Stille auf. Das werteten die Fachleute als Anzeichen dafür, dass Stille vom auditiven System so verarbeitet wird wie ein akustisches Signal, und »wir tatsächlich ebenso die Abwesenheit von Geräuschen hören«. Als Nächstes wollen sie prüfen, ob Stille selbst dann »hörbar« ist, wenn ihr kein Ton direkt vorausgeht oder nachfolgt. Denn womöglich wird die Stille nur deshalb zu einem eigenen Hörereignis, weil sie die Geräusche unterbricht und so Objektcharakter bekommt – was bei der herkömmlichen »One-is-more-illusion« eine zentrale Rolle spielt.

*PNAS, 10.1073/pnas.2301463120, 2023*