GEDÄCHTNIS

Rot bleibt hängen

An die Signalfarbe erinnern wir uns besser als an Grün oder Blau.

Manche Farben behalten wir leichter im Kopf als andere. Das zeigten Psychologen um Christof Kuhbandner von der Universität Regensburg. Die Wissenschaftler präsentierten Versuchspersonen Objekte und Wörter in Rot, Orange, Grün, Gelb oder Blau. Die Farben hatten zwar keine Auswirkung darauf, wie gut sich die Probanden später an Objekte und Wörter erinnerten – sie beeinflussten also nicht die Merkleistung. Die Farben Rot und Orange behielten die Testpersonen allerdings besser als Grün, Gelb und Blau. Der Effekt zeigte sich auch, wenn die Freiwilligen gar nicht ahnten, dass ihnen ein Gedächtnistest bevorstand – die Farbe blieb also nebenbei hängen.

Die Forscher ließen die Teilnehmer zudem einschätzen, wie sicher sie sich an die Objektfarbe zu erinnern glaubten. Wieder zeigte sich: Bei Rot oder Orange waren sich die Probanden ihrer Sache eher gewiss als bei Grün oder Blau. Laut Kuhbandner und seinen Kollegen betrachtet unser Gehirn einen Gegenstand und seine Eigenschaften nicht immer als Einheit, sondern kann die Informationen auch getrennt voneinander speichern.

Front. Psychol. 10.3389/fpsyg.2015.00231, 2015

DREAMSTIME / ALEXMAX

Alles so schön bunt hier
Im Gegensatz zu Grün oder Blau sticht Rot auf den ersten Blick hervor. Das hat auch Auswirkungen auf unser Gedächtnis.

SPRACHE

Bedeutende Gesten

Gebärdensprachen enthalten universelle Muster.

Gebärdensprachen greifen auf kulturübergreifende Gesten zurück, um bestimmte Aspekte von Wörtern darzustellen. Das schließen Wissenschaftler um Brent Strickland vom Forschungszentrum CNRS in Paris aus einem Experiment mit Freiwilligen, die die Gesten diverser Gebärdensprachen bewerteten. Die Forscher überprüften durch verschiedene Tests, ob die Probanden Bedeutungsaspekte der Gesten erraten konnten: Steht eine Gebärde für eine »telische« Handlung, die einen logischen Endpunkt aufweist (»entscheiden«)? Oder steht sie für eine »atelische«, kontinuierliche Handlung (»überlegen«)?

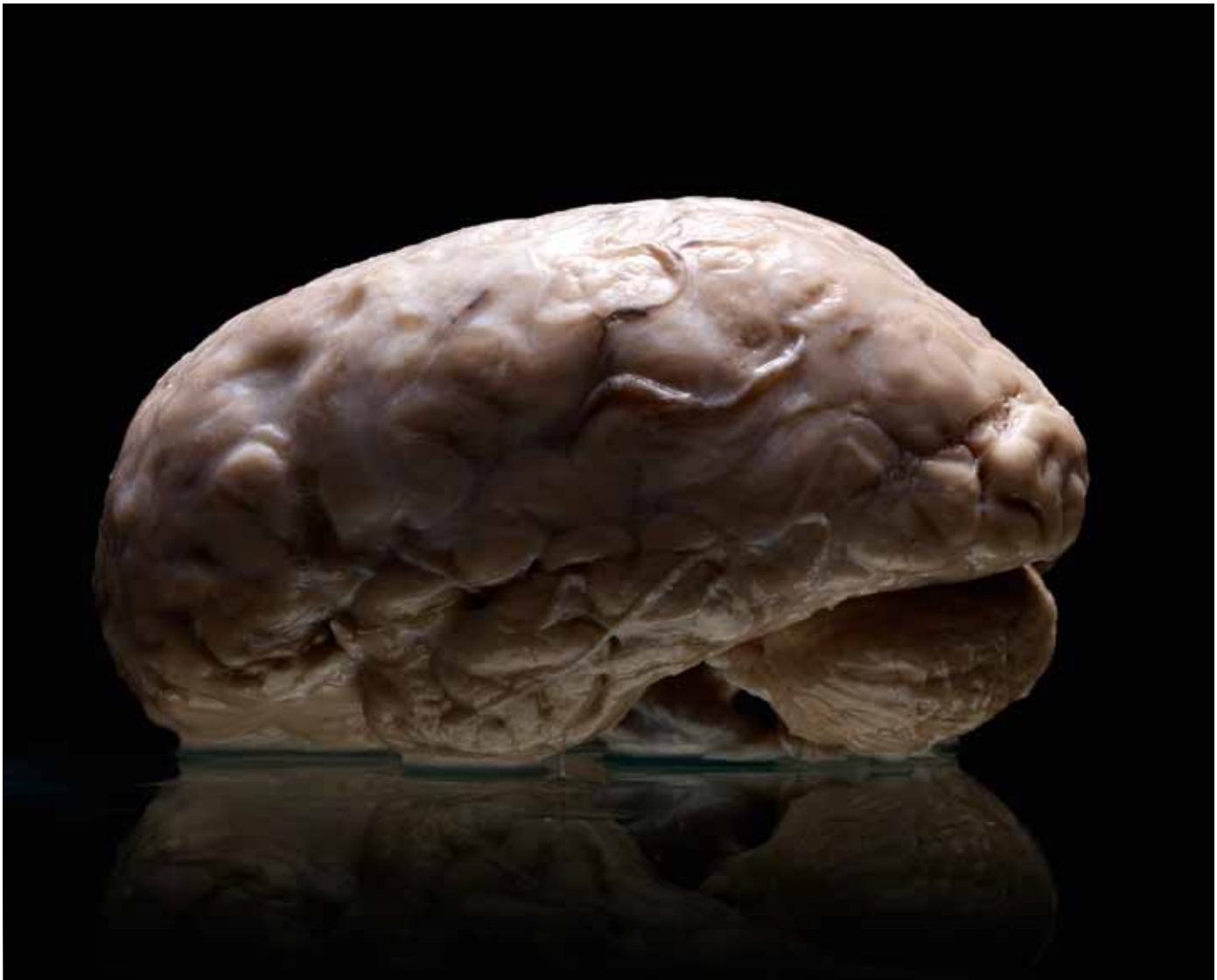
Wie Strickland und Kollegen berichten, lagen die Versuchspersonen mit ihren Vermutungen sehr oft richtig. Die weitere Analyse zeigte, dass alle drei untersuchten Gebärdensprachen telische Verben mit Hilfe einer Bewegung darstellten, die ein offensichtliches Ende hat. Gebärden für atelische Verben enthielten hingegen etwa kreisförmige Bewegungen, die im Prinzip genauso endlos sind wie die repräsentierte Tätigkeit. Untersucht wurden die italienische, die türkische und die niederländische Gebärdensprache.

Offenbar folgen Sprachgesten teils universellen Mustern, die von Menschen unterschiedlichster Herkunft ähnlich interpretiert werden. Die Neigung, bestimmte Bedeutungen durch bestimmte Bewegungen abzubilden, hat sich im Lauf der Zeit auch in den Gebärdensprachen niedergeschlagen.

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 10.1073/pnas.1423080112, 2015

ISTOCK / HUMONIA

Zwei, die sich verstehen
Selbst Menschen, die keine Gebärdensprache beherrschen, können bestimmte Aspekte der Gesten verstehen – etwa, ob diese eine Handlung mit oder ohne Endpunkt beschreiben.



Wiederentdeckt nach 60 Jahren

Dieses Gehirn ist eines von 100 Präparaten, die jahrzehntelang vergessen in einer Abstellkammer der Texas State University in Austin lagerten. Durch einen Zufall entdeckte der Fotograf Adam Voorhes die ungewöhnliche Sammlung. Aus seinen Aufnahmen entstand jetzt der Bildband »Malformed: Forgotten Brains of the Texas State Mental Hospital«. Das Buch zeigt Gehirne in ihrer bizarren Vielfalt. Manche sind außergewöhnlich groß oder klein, andere haben Tumoren oder auch nur eine eigenwillige Färbung. Sie stammen allesamt von Patienten, die seit 1950 im Austin State Hospital starben.

Im Verlauf der Jahre sind die Krankenakten verloren gegangen; einzig die Beschriftungen an den Gläsern verraten noch, woran die Patienten litten. Über das Alter, Geschlecht oder die Todesursache steht hier allerdings nichts. So weiß man auch von diesem ungewöhnlich glatten Gehirn nur, dass der Patient an »Lissenzephalie« litt. Bei dieser genetisch bedingten Fehlbildung bleibt die charakteristische Faltung der Großhirnrinde aus. Die kortikale Anomalie ist das Ergebnis einer gestörten Hirnentwicklung und kann in verschiedenen Schweregraden auftreten. Kinder mit Lissenzephalie haben eine Lebenserwartung von wenigen Monaten bis zu einigen Jahren und leiden unter schweren geistigen Einschränkungen, manche bleiben auf dem Entwicklungsstand eines Säuglings. Wie gravierend die Störung bei dem Patienten des Austin State Hospital ausgeprägt war, ist nicht überliefert.

MIT FRDL. GEN. VON ADAM VOORHES / MALFORMED

Schutzschicht
So genannte Astrozyten umschließen eine Kapillare im Gehirn. Sie sind Teil der Blut-Hirn-Schranke, die dafür sorgt, dass Schadstoffe nicht aus dem Blut ins Nervengewebe gelangen.

BEN BRAHIM MOHAMMED / CC-BY 3.0 (HTTPS://CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY/3.0/DE/LEGALCODE)

NEUROMEDIZIN

Vorstoß ins Gehirn

Magnetische Nanopartikel öffnen zeitweise die Blut-Hirn-Schranke.

Mit Hilfe von magnetischen Nanopartikeln haben Forscher der Université de Montréal (Kanada) die Blut-Hirn-Schranke von Mäusen durchlässig gemacht. Diese schützt das Gehirn vor schädlichen Substanzen oder Krankheitserregern aus dem Blutkreislauf, erschwert allerdings auch die Therapie von Hirnerkrankungen – denn die meisten Medikamente können die Barriere ebenfalls nicht passieren.

Um dennoch ein Einfallstor für potenzielle Arzneistoffe zu schaffen, lotste das Team um Seyed Nasrollah Tabatabaei Nanopartikel mit Hilfe eines Magnetresonanztomografen zunächst an die gewünschte Stelle. Mit hochfrequenten Radiowellen erwärmten die Wissenschaftler die winzigen Teilchen dann und öffneten so die Blut-Hirn-Schranke. Nach rund zwei Stunden schloss sie sich von selbst wieder.

Die Technik von Tabatabaei und Kollegen ist nicht der erste Versuch, die Blut-Hirn-Schranke kontrolliert zu öffnen. Andere Ansätze hätten jedoch zu große »Löcher« gerissen oder andere schädliche Nebenwirkungen gehabt, so die Wissenschaftler. Bei ihren Versuchen traten zumindest im Mausmodell keine Entzündungsreaktionen auf. Die Stärke ihres Verfahrens liege zudem darin, dass die Nanopartikel dank ihrer magnetischen Steuerbarkeit als Transporter eingesetzt werden könnten, um Wirkstoffe in ein bestimmtes Zielgebiet zu bringen. Bis zur Anwendung am Menschen ist es jedoch noch ein weiter Weg.

Journal of Controlled Release 206, S. 49–57, 2015

DEMENZ

Ultraschall gegen Alzheimer

Mediziner wollen die Plaques im Gehirn von Alzheimerpatienten auflösen. Bei Mäusen gelingt das per Ultraschall.

Forschern von der University of Queensland in Australien ist es gelungen, Alzheimerdemenz bei Mäusen ohne Medikamente allein mit Ultraschall zu behandeln. Gerhard Leinenga und Jürgen Götz griffen dafür auf ein ähnliches Verfahren zurück wie ihre Kollegen in Montreal (siehe Meldung links). Sie injizierten den Tieren gasgefüllte Mikrobläschen, die sie mit Hilfe von fokussierten Ultraschallpulsen in Schwingung versetzten und die so die Blut-Hirn-Schranke kurzzeitig durchlässig machten.

Das aktivierte Mikroglia – Zellen der Immunabwehr im Zentralnervensystem –, die daraufhin die alzheimertypischen Beta-Amyloid-Ablagerungen im Hirngewebe abbauten. Worauf der Effekt genau beruht, ist bislang noch unklar. Die Therapie linderte aber auch Symptome der Demenzerkrankung, wie Verhaltensexperimente zeigten: In Gedächtnistests im Labyrinth schnitten die behandelten Nager besser ab als ihre Artgenossen ohne Ultraschallbehandlung.

Bevor die Therapie auch beim Menschen zum Einsatz kommen kann, müssen allerdings noch Kollateralschäden minimiert werden, die der nicht sehr exakt fokussierte Ultraschall verursacht. Zudem ist das gesamte Hirn der Mäuse beschallt worden, was bei Patienten nicht angeraten wäre. Es gelte zunächst jene Regionen zu identifizieren, die von der Behandlung am meisten profitieren, so die Forscher.

Sci. Transl. Med. 10.1126/scitranslmed.aaa2512, 2015

ERNÄHRUNG

Süße Versuchung

Fruchtzucker regt den Appetit an.

Wenn Süßgetränke viel Fruchtzucker enthalten, fördert das den Appetit auf Kalorienreiches. Das belegt nun eine Studie von Forschern um Kathleen Page von der University of Southern California in Los Angeles. Die Forscher gaben 24 Versuchspersonen entweder ein Getränk mit viel Fruchtzucker (Fruktose) oder eines mit Traubenzucker (Glukose). Anschließend legten sich die Teilnehmer in den Magnetresonanztomografen, wo man ihnen Bilder von neutralen Gegenständen sowie von leckeren Nahrungsmitteln zeigte.

Die Gehirne derjenigen, die Fruktose zu sich genommen hatten, reagierten stärker auf die Essensbilder als die der anderen Probanden. Der Insulinwert im Blut war gleichzeitig niedriger als bei den Glukosekonsumenten; bei den »Appetithormonen« Leptin und Ghrelin zeigte sich dagegen kein Unterschied. »Insulin treibt die Glukose in die Zellen, wo sie für die Energiegewinnung genutzt wird. Aber es schickt auch ein Signal an das Gehirn, das besagt: ›Du hast gegessen‹«, erklärt Page. Bei Fruktose bleibe der Insulinschub aus; damit fehle auch das Signal, das den Hunger bremst.

Das hatte offenbar Folgen für die Probanden. So boten die Wissenschaftler ihren Teilnehmern zum Abschluss des Versuchs wahlweise eine deftige Mahlzeit oder einen Geldbetrag an, den sie allerdings erst einige Tage später erhalten würden. Hier entschieden sich Fruktosekonsumenten eher für das Essen.

Obwohl der Effekt bei den einzelnen Studienteilnehmern relativ schwach war, könnte vermehrter Fruktoseverzehr das Ernährungsverhalten in der Bevölkerung beeinflussen, warnen die Forscher. In keinem Fall wollen sie ihre Studie aber als Rat missverstanden sehen, weniger Obst zu essen.

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 10.1073/pnas.1503358112, 2015

CHRONOBIOLOGIE

Blauton als Taktgeber

Die Farbe des Tageslichts beeinflusst die innere Uhr.

Unser Biorhythmus folgt hauptsächlich der Morgen- und Abenddämmerung und verschiebt sich entsprechend nach und nach im Lauf des Jahres. Offenbar beeinflusst aber auch der Farbmix des Tageslichts die innere Uhr. Das berichten Forscher um Timothy Brown von der University of Manchester nach Versuchen mit Mäusen.

Das sichtbare Spektrum besitzt in der Dämmerung einen höheren Anteil an kurzwelligem blauem Licht, da die Ozonschicht bei tief stehender Sonne wie ein Farbfilter wirkt. Ob dies den inneren Taktgeber beeinflusst, untersuchten die Wissenschaftler am Nucleus suprachiasmaticus, dem Hirnareal, das als Sitz der inneren Uhr gilt. Sie wurden fündig: Die »master clock« im Nagerhirn besitzt offenbar Neurone, die sensibel auf Farbverschiebungen von Gelb nach Blau reagieren.

Brown und sein Team schufen einen künstlichen Himmel mit wechselnden Lichtverhältnissen, die sie nach Belieben manipulieren konnten. Darunter lebten mehrere Tage lang Mäuse, deren Körpertemperatur und Verhalten protokolliert wurden. Die Nager erreichten die höchste Temperatur wie für nachtaktive Tiere typisch kurz nach Einbruch der Nacht, wenn der Himmel sich dunkelblau färbte. Strichen die Forscher diese Farbkomponente und variierten nur die Helligkeit, wurden die Tiere lange vor Sonnenuntergang aktiv – ihre innere Uhr geriet offenbar aus dem Takt.

Die Wissenschaftler glauben, dass sich diese Erkenntnisse auf den Menschen übertragen lassen. In der Natur könnte sich der Farbkode vor allem auf Grund der wechselnden Wetterbedingungen bewährt haben. Denn bei bedecktem Himmel gibt die Helligkeit kaum Aufschluss über die Tageszeit, das Lichtspektrum dagegen sehr wohl.

PLoS Biol. 13, e1002127, 2015

DAVID GENNARD, THE UNIVERSITY OF MANCHESTER

Dämmerstunde
Am Abend verschiebt sich das sichtbare Farbspektrum in Richtung des kurzwelligen Lichts.

Charakterstück

Mit Hilfe eines Tools zur Textanalyse, das Rückschlüsse auf die sprachlichen Eigenheiten und den Charakter des Verfassers erlaubt, erstellten Forscher ein Profil von William Shakespeare. Demnach stamme das Drama »Double Falsehood«, dessen Herkunft umstritten ist, vermutlich doch aus der Feder des englischen Literaten.

Psychol. Sci. 10.1177/0956797614566658, 2015

Gefühlstransfer

Positive Emotionen übertragen sich durch chemische Signalstoffe von Mensch zu Mensch. Das berichten Forscher, nachdem sie Probanden den Achselschweiß anderer schnüffeln ließen. Waren diese zufrieden, aktivierte der Geruch bei weiblichen Teilnehmern eher jene Muskeln, die fürs Lächeln zuständig sind.

Psychol. Sci 10.1177/0956797614566318, 2015

Katzenjammer

Schrille Töne können bei manchen Katzen epilepsieähnliche Anfälle auslösen. Dafür reichen manchmal schon harmlose Alltagsgeräusche wie Mausklicks oder das Zusammenknüllen von Alufolie, erklären Tiermediziner.

J. Feline Med. Surg. 10.1177/1098612X15582080, 2015

ISTOCK / GLOBALP

Schau mir in die Augen!
Dank eines Hormonschubs können Hundebesitzer dem Blick ihres Vierbeiners schwer widerstehen.

SOZIALVERHALTEN

Der Trick mit dem Blick

Hunde festigen per Augenkontakt die Bindung zum Menschen.

Der Blick eines Hundes löst bei Frauchen oder Herrchen ähnliche neuronale Prozesse aus wie der Anblick von Babys bei ihren Eltern, stellten Forscher von der Azabu-Universität in Japan fest. Bei der Nachwuchspflege setzt der Blickkontakt im elterlichen Gehirn Oxytozin frei – ein Hormon, das maßgeblich unser Sozialverhalten beeinflusst. Interagieren die Eltern mit ihrem Säugling, schüttet dessen Gehirn ebenfalls Oxytozin aus. Diese Rückkopplungsschleife festigt offenbar die soziale Bindung.

Das Team um Takefumi Kikusui lieferte nun Hinweise darauf, dass ein solcher Mechanismus auch zwischen Mensch und Hund am Werk ist. In ihrem Experiment durften Vierbeiner und ihre Besitzer eine halbe Stunde miteinander verbringen. Davor und danach wurden die Oxytozinwerte bei Mensch und Tier bestimmt. Dabei zeigte sich: Schauten die Herrchen länger zu ihren Hunden, blickten diese lange zurück, und das trieb den menschlichen Oxytozinspiegel nach oben. Auch bei den Vierbeinern kam es zu einem Anstieg des Hormonwerts.

Inwiefern Oxytozin die Blickdauer beeinflusst, untersuchten die Forscher in einem weiteren Test: Sie verabreichten den Hunden das Hormon per Nasenspray und verboten den Haltern, ihr Tier zu streicheln oder es anzusprechen. Zumindest bei den Hundeweibchen zeigte das Wirkung: Sie schauten ihre Halter deutlich länger an; die Rüden hingegen änderten ihr Blickverhalten nicht.

Die Forscher werten ihre Ergebnisse als Beweis dafür, dass Augenkontakt die Mensch-Tier-Beziehung verstärkt. Wölfe dagegen meiden den Blick des Menschen, selbst wenn sie von ihnen großgezogen wurden, so die Wissenschaftler. Der »Hundeblick« ist damit vermutlich ein Ergebnis der Domestizierung.

Science 348, S. 333–336, 2015

STRESS

Unsichtbar lebt es sich ungenierter

Verschwindet der eigene Körper per Sinnestäuschung, lindert das soziale Ängste.

Wer den Eindruck hat, unsichtbar zu sein, leidet weniger unter sozialem Stress. Das berichten Forscher um Arvid Guterstam vom Karolinska-Institut in Stockholm. Sie versetzten 125 Freiwillige mit Hilfe einer Spezialbrille in ein virtuelles Szenario, in dem der Körper der Teilnehmer »weggezaubert« wurde: Blickten diese an sich hinunter, sahen sie – nichts. Die Versuchsleiter strichen nun mit einem Pinsel über verschiedene Körperteile; in der virtuellen Welt sahen die Probanden, wie ein Pinsel im leeren Raum schwebte. Die Teilnehmer fühlten sich nach eigenen Angaben tatsächlich so, als wären ihre Gliedmaßen durchsichtig. Die Illusion war geglückt.

In diesem Zustand setzten Guterstam und seine Kollegen die Probanden nun einer Stresssituation aus, indem sie sie vor ein Publikum aus unfreundlich dreinblickenden Fremden stellten. Dabei beschleunigt sich üblicherweise der Herzschlag. Der unsichtbare Körper dämpfte diesen Effekt: Die Versuchspersonen hatten eine niedrigere Pulsfrequenz und berichteten von weniger Stress als eine Vergleichsgruppe, die die Situation mit sichtbarem Körper, aber ebenfalls virtuell erlebte.

STAFFAN LARSSON

Gelungene Illusion
Strichen die Forscher mit einem Pinsel über den Bauch ihrer Probanden, sahen diese in der Computerbrille den Pinsel im leeren Raum schweben.

Die Wissenschaftler zeigten damit, dass man einem Menschen nicht nur vorgaukeln kann, er sei unsichtbar – es verändert auch sein Denken. Die Methode könnte bei der Therapie von sozialer Phobie hilfreich sein.

Scientific Reports 10.1038/srep09831, 2015

ANZEIGE

Bachelor & Master per Fernstudium!

Machen Sie Karriere im Gesundheitsmarkt:
Bachelor Gesundheitsökonomie (B. A.)
Bachelor Präventions- und Gesundheitsmanagement (B. A.)
NEU: Bachelor Angewandte Psychologie (B. Sc.)
Master Gesundheitsökonomie (M. A.)
Master of Health Management (MaHM)
Zertifikatskurse!
U. a. E-Health, Gesundheitssoziologie, Medical Writing

Fortbildungspunkte 420 CME für Ärzte

Alle Bachelor auch ohne Abitur!

Fordern Sie noch heute kostenlose Infos an:
www.apollon-hochschule.de ▪ 0800 3427655*

University of Applied Sciences
APOLLON Hochschule der Gesundheitswirtschaft

*gebührenfrei

Ein Unternehmen der Klett Gruppe

SINNE

Akustische Arbeitsteilung

Bei Fledermäusen verarbeiten beide Hirnhälften unterschiedliche Aspekte des Gehörten – so wie auch beim Menschen.

Unsere rechte und linke Hemisphäre des Großhirns sind für verschiedene Hörleistungen zuständig. Eine ähnliche Aufgabenteilung haben Forscher des Georgetown University Medical Center nun erstmals auch im Tierreich entdeckt: bei Fledermäusen der Gattung *Pteronotus*.

Die nachtaktiven Jäger nutzen die Echos ihrer Ultraschallschreie, um ihre Umgebung zu erkunden und Beutetiere aufzuspüren. Dabei scheinen die Hörzentren der linken Hälfte auf schnelle Klangveränderungen spezialisiert zu sein, die der rechten Hälfte auf langsam wechselnde Merkmale. Mit der rechten Hirnhälfte lauscht die Fledermaus also auf Frequenzveränderungen, die etwa für Ortung und Navigation wichtig sind; die linke hilft dem Tier hingegen bei der Kommunikation mit Artgenossen. Bei solchen Rufen kommt es eher auf ein präzises Timing als auf exakte Frequenzen an.

Hinter der Spezialisierung scheint ein Ressourcenkonflikt zu stehen. Wenn eine Hirnregion die Frequenzverteilung des Gehörten detailliert ermittelt, geht das auf Kosten der zeitlichen Auflösung, und umgekehrt. Dies könnte auch beim Menschen zu zwei getrennten Systemen der auditorischen Verarbeitung geführt haben.

Front. Neurosci. 10.3389/fnins.2015.00143, 2015

FOTOLIA / DAVE MONTREUIL

IMPRESSUM

Chefredakteur: Prof. Dr. phil. Dipl.-Phys. Carsten Könneker M.A. (verantwortlich)
Artdirector: Karsten Kramarczik
Redaktionsleitung: Dipl.-Psych. Christiane Gelitz
Redaktion: Dipl.-Psych. Steve Ayan (Textchef), Dr. Katja Gaschler (Koordination Sonderhefte), Dr. Andreas Jahn, Dr. Frank Schubert
Freie Mitarbeit: Dipl.-Psych. Liesa Klotzbücher, Dipl.-Phys. Ulrich Pontes, B. A. Wiss.-Journ. Daniela Zeibig
Schlussredaktion: Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Layout: Karsten Kramarczik, Sibylle Franz, Oliver Gabriel, Anke Heinzelmann, Claus Schäfer, Natalie Schäfer
Assistentin des Chefredakteurs: Ann-Kristin Ebert
Redaktionsassistenz: Hanna Sigmann
Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg
Tel.: 06221 9126-712, Fax: 06221 9126-779
E-Mail: gehirn-und-geist@spektrum.de

Wissenschaftlicher Beirat:
Prof. Dr. Manfred Cierpka, Institut für Psychosomatische Kooperationsforschung und Familientherapie, Universität Heidelberg; Prof. Dr. Angela D. Friederici, Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften, Leipzig; Prof. Dr. Jürgen Margraf, Arbeitseinheit für klinische Psychologie und Psychotherapie, Ruhr-Universität Bochum; Prof. Dr. Michael Pauen, Institut für Philosophie der Humboldt-Universität zu Berlin; Prof. Dr. Frank Rösler, Institut für Psychologie, Universität Hamburg; Prof. Dr. Gerhard Roth, Institut für Hirnforschung, Universität Bremen; Prof. Dr. Henning Scheich, Leibniz-Institut für Neurobiologie, Magdeburg; Prof. Dr. Wolf Singer, Max-Planck-Institut für Hirnforschung, Frankfurt/Main; Prof. Dr. Elsbeth Stern, Institut für Lehr- und Lernforschung, ETH Zürich
Übersetzung: Hanna Sigmann
Herstellung: Natalie Schäfer

Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: service@spektrum.de
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg, Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, 69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, Amtsgericht Mannheim, HRB 338114
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck

Leser- und Bestellservice: Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ute Park, Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.de
Vertrieb und Abonnementsverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o ZENIT Pressevertrieb GmbH, Postfach 81 06 80, 70523 Stuttgart, Tel.: 0711 7252-192, Fax: 0711 7252-366, E-Mail: spektrum@zenit-presse.de, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn

Die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH ist Kooperationspartner der Nationales Institut für Wissenschaftskommunikation gGmbH (NaWik). Das NaWik ist ein Institut der Klaus Tschira Stiftung gGmbH und des Karlsruher Instituts für Technologie. Wissenschaftlicher Direktor des NaWik ist Spektrum-Chefredakteur Prof. Dr. Carsten Könneker.

Bezugspreise: Einzelheft: € 7,90, sFr. 15,40, Jahresabonnement Inland (12 Ausgaben): € 85,20, Jahresabonnement Ausland: € 93,60, Jahresabonnement Studenten Inland (gegen Nachweis): € 68,40, Jahresabonnement Studenten Ausland (gegen Nachweis): € 76,80. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Postbank Stuttgart, IBAN: DE52600100700022706708, BIC: PBNKDEFF

Die Mitglieder der DGPPN, des VBio, der GNP, der DGNC, der GfG, der DGPs, der DPG, des DPTV, des BDP, der GkeV, der DGPT, der DGSL, der DGKJP, der Turm der Sinne gGmbH sowie von Mensa in Deutschland erhalten die Zeitschrift GuG zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.

Anzeigen/Druckunterlagen: Karin Schmidt, Tel.: 06826 5240-315, Fax: 06826 5240-314, E-Mail: schmidt@spektrum.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 14 vom 1.11. 2014.

Gesamtherstellung: Vogel Druck und Medienservice GmbH, Höchberg

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 der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH 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: © 2015 (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. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

Bildnachweise: Wir haben uns bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber dennoch der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar nachträglich gezahlt.

ISSN 1618-8519