

Geist auf Entzug

Unser Gehirn reagiert beängstigend schnell auf Überlastung – aber eben auch auf Isolation. Besonders gefährdet: die Gedächtniszentrale Hippocampus. Was wir aus den schrumpfenden Hirnen von Südpolforschern lernen können.

Von Joachim Müller-Jung



Einkkehr oder innere Ödnis? Die Antarktis jedenfalls bietet selbst für Forscher nicht viel Abwechslung, und die eisige Eintönigkeit schlägt offenbar auch mental erheblich ins Kontor.

Fotos Alexander Stahn

Eine Auszeit nehmen, dem Geist Ruhe gönnen, das gehört zum Repertoire vieler mentalen Trainingsangebote, die sich als zeitgemäß verstehen: Meditation, Yoga, Body-and-Mind, Achtsamkeit. Den Geist abkoppeln vom Alltag, dem Stress begegnen durch qualifizierte Stille. Das wirkt nachweislich ganz gut. Was aber, wenn man die Abgeschiedenheit übertreibt? Wenn man den Alltag so für sich organisiert, dass er in soziale Isolation mündet, wenn man sich von seiner Umwelt abkapselt? Dann geschieht offenbar auch etwas Gravierendes mit unserem Gehirn, über dessen Konsequenzen sich die Forschung allerdings noch nicht so richtig im Klaren ist.

Einen durchaus irritierenden Befund in dieser Richtung liefert ausgerechnet ein Weltraummediziner – ein Berliner Hirnforscher, der sich in die Einöde der Antarktis gewagt hat. Alexander Stahn von der Charité beschäftigt sich seit langem mit der sogenannten Plastizität des Gehirns. Dabei geht es um die anfangs belächelte und dann geradezu gierig von den Lebenswissenschaftlern aufgegriffene Beobachtung, dass die Architektur des Gehirns wider jeder Erwartung und Schulweisheit weit über die Kindheit hinaus bis ins hohe Alter flexibel ist – mehr noch: Die Hirnmasse kann sogar vermehrt werden. Denn auch das alte Gehirn kann neue Zellen bilden. Ende der neunziger Jahre hatte man diese in Tierversuchen schon nachgewiesene Möglichkeit mit bildgebenden Verfahren auch bei Menschen beobachtet. Speziell die für die Geruchswahrnehmung zuständige Hirnregion – der Riechkolben – sowie der an der Unterseite des Großhirns liegende Seepferdchen-artig aussehende Hippocampus enthalten Stammzellen, die sich ein Leben lang vermehren und zu neuen Hirnzellen reifen können.

Für den Hippocampus interessierte sich Alexander Stahn ganz besonders, denn schon früh war den Hirnforschern klar: Ohne einen gesunden Hippocampus ist gesundes Denken kaum möglich. So klein dieser Teil des Gehirns auch sein mag, der mit vielen anderen darüber liegenden Abschnitten des Großhirns verbunden ist, er ist zentral: ob wir Namen, Telefonnummern oder Ereignisse lernen wollen und im Gedächtnis abspeichern, der Hippocampus organisiert unser Gedächtnis. Er modifiziert aber auch ganz entscheidend unsere Emotionen, und er regiert mit hin-

ein in einige ganz elementare, hormonell beeinflusste Alltagsvorgänge: Schlafrythmus, Körpertemperatur, Appetit, Stimmungen und Sexualtrieb. Mit anderen Worten: Der zweigeteilte Hippocampus ist Dreh- und Angelpunkt unserer sozialen Bedürfnisse.

Dass ausgerechnet dieser Teil des Gehirns lebenslang frische Zellen liefert, hat nicht nur die Hirnforscher elektrisiert. Was sind die Folgen, fragten sich Mediziner, wenn der Zellnachschub krankheitsbedingt ausfällt – oder einfach nicht ausreicht? Klar ist inzwischen, dass der Hippocampus bei Alzheimer-Patienten extrem stark und offenbar auch schon früh schrumpft. Und in Tierversuchen wurde in den vergangenen Jahren auch schnell deutlich, dass chronischer Stress eine gravierende Wirkung auf den Hippocampus haben kann: Auch in dem Fall schrumpft er. Das berüchtigte, schwache „Stress-Gedächtnis“ könnte tatsächlich das Ergebnis solcher mentalen Erosionen im Hippocampus sein.

Auch wenn die Forschung einen Beweis dafür bisher noch schuldig ist – hochauflösende bildgebende Verfahren, beispielsweise die modernsten Magnetresonanztomographen (MRT), erlauben es inzwischen jedenfalls, genauer hinzusehen. Exakt darauf nun zielt die Forschung des Berliner Weltraummediziners Stahn. Er hat sich aus naheliegenden Gründen auf die Spur eines mentalen Stressfaktors gemacht, der schon bei Versuchstieren als verhaltens- und hirnschädigend aufgefallen war: soziale Isolation. Könnte es, frag-

te sich Stahn, bei Raumfahrern auf ihren monate- oder jahrelangen Touren durchs All zu kognitiven Defiziten kommen, wenn sie durch fehlende Reize von außen und fehlende soziale Kontakte von ihrer gewohnten Umwelt abgeschnitten sind?

Eine Versuchsanordnung im All war für Stahn nicht zu realisieren, das ist klar. Und bei den ausgedehnten Raumfahrt-simulationen auf Isolierstationen am Boden, die etwa in Moskau schon vor Jahren veranstaltet wurden, hatte man die Hirnforschung nicht berücksichtigt. Erstaunlich genug, denn: „Als das größte Problem der langen Flüge werden direkt hinter der kosmischen Strahlung mögliche kognitive Veränderungen und Verhaltenskomplika-tionen angesehen“, so Stahn. Nächstes Jahr wolle er solche Versuche zusammen mit der russischen Akademie und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in sechs- bis zwölfmonatigen Isolationsstudien in Moskau nachholen.

In der Zwischenzeit hat Stahn wichtige Informationen in der Antarktis gewonnen. Neun Geowissenschaftler, die jeweils vierzehn Monate auf der deutschen Forschungsstation „Neumayer III“ des Alfred-Wegener-Instituts zugebracht haben, stellten sich für die Hirnstudie zur Verfügung. Einer der Expeditionsteilnehmer schied aus, weil er die Untersuchungen in der MRT-Röhre nicht absolvieren konnte, die vor und nach dem Antarktisaufenthalt notwendig waren. Dazu kamen Blutuntersu-

chungen und Kognitionstests, die noch während des Forschungsaufenthaltes in der Eiswüste vorgenommen wurden. Stahn führte zudem auf der Station Gedächtnistests durch und ermittelte im Blut den Gehalt an BDNF. Dieser im Hippocampus entscheidende Wachstumsfaktor – „Brain-Derived Neurotrophic Factor“ – gilt als aussagekräftiger Biomarker für die Plastizität des Gehirns.

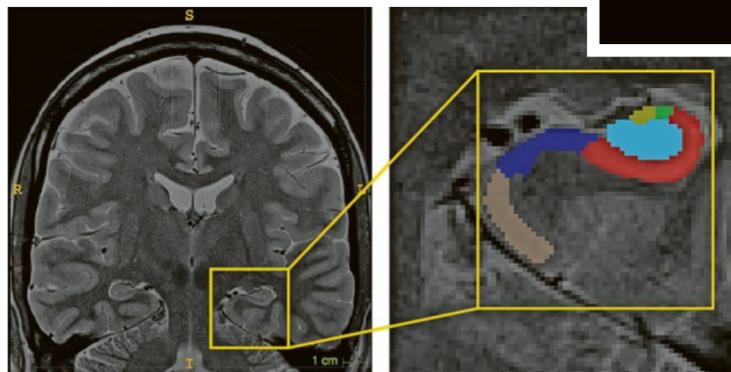
Was bei den Messungen der jungen Expeditionsteilnehmer herauskam und inzwischen auch in der international hochgeachteten Medizinzeitschrift „New England Journal of Medicine“ (doi: 10.1056/NEJMc1914045) nachzulesen ist, hat Stahn überrascht. „Innerhalb von zwei bis drei Monaten waren bereits die Veränderungen erkennbar“, sagt Stahn. Die BDNF-Werte gingen zurück, auch bestimmte kognitive Leistungsparameter, die vor allem das räumliche Gedächtnis und die Aufmerksamkeit betreffen, waren nach einigen Monaten in der eisigen Einöde reduziert. „So plastisch unser Gehirn ist, so verletzlich ist es offenbar auch“,

sagt Stahn. Der anschließende Vergleich der Hirnaufnahmen mit gleichaltrigen Probanden in Berlin zeigte, dass die graue Hirnsubstanz bei den Antarktisfahrern in einigen Arealen der Großhirnrinde durchweg rückläufig war. Kein Hirnareal schrumpfte aber so eklatant wie der Hippocampus: Um 19 bis 55 Kubikmillimeter oder – auf das Gesamtvolumen des Hippocampus gerechnet – vier bis elf Prozent sei das Gedächtniszentrum kleiner geworden. Und zwar genau jener Teilbereich, „Gyrus dentatus“ genannt, der als der Entstehungsort frischer Nervenzellen aus Stammzellen ausgemacht worden war.

Inwiefern diese architektonischen und kognitiven Einbußen nun die Hirnleistungen insgesamt einschränken, ob und wie schnell sie reversibel sind, all das konnte Stahn noch nicht klären. Anderthalb Monate nach ihrer Rückkehr waren die niedrigen BDNF-Werte bei den acht Antarktisfahrern jedenfalls noch immer nicht wiederhergestellt. Trotzdem: Von Spätschäden das noch längst nicht gesprochen werden. Für Stahn sind die Beobachtungen vor allem erst einmal ein Beleg dafür, wie schnell das Gehirn strukturell auf Stress reagieren kann. Einen Beleg dafür lieferten im Sommer auch indische Forscher des National Centre for Biological Sciences zusammen mit Hirnforschern des Trinity College in Dublin. In „Scientific Reports“ berichteten sie, wie in Ratten selbst kurze Phasen von angstauslösendem Stress schon nach drei Tagen zu messbaren Hippocampus-Schrumpfungen führten.

Für Mediziner dürften Stahns Ergebnisse ein weiterer Hinweis dafür sein, wie wichtig es gerade auch für ältere Menschen ist, Isolation und Passivität möglichst zu vermeiden. Eine reiche Umwelt, Abwechslung und Kontakte trainieren das Gehirn – außerdem auch körperliche Bewegung, die generell die Erneuerung der Hirn-Stammzellen anregt.

Wie das künftig bei Raumfahrern im All gelingen könnte, will Stahn in seinen Folgeversuchen zuerst in Moskau und anschließend mit von der Nasa ausgewählten Probanden testen. Ausgestattet mit Virtual-Reality-Brillen sollen sie unterschiedlichen Reizen ausgesetzt werden: Stressreduktion durch gezielte Reizung – der Gegenentwurf zur mentalen Auszeit.



Ein Schnittbild des Hirns (links), das mit einer hochauflösenden MRT-Sequenz aufgenommen wurde. Daneben sind die Subfelder des Hippocampus vergrößert dargestellt. Der Gyrus dentatus ist hellblau. Oben sind der linke und rechte Hippocampus zu sehen.

Wachsende Sorge um fruchtbare Böden

Eine globale Bestandsaufnahme der Erosion zeigt, wie die wirtschaftliche Lage der Länder und fehlende Wälder das Erdreich beeinflussen

Fruchtbare Böden sichern die Ernährung der Weltbevölkerung und bilden die Basis für die Erzeugung pflanzlicher Rohstoffe wie Baumwolle oder Öle und dienen als Kohlenstoffspeicher. Trotzdem geht weltweit immer mehr wertvolles Erdreich verloren – mehr jedenfalls, als neu gebildet wird. Als Hauptursache für den zunehmenden Bodenverlust gelten der moderne Ackerbau und die immer intensivere Landnutzung in vielen Teilen der Welt. Wind und Niederschläge haben dadurch ein leichtes Spiel, Material abzutragen.

Im weltweiten Mittel liegt die Erosionsrate bei rund 2,4 Tonnen Boden pro Hektar und Jahr, schreiben Schweizer Forscher in der Zeitschrift „Nature Sustainability“ (doi: 10.1038/s41893-019-0438-4). Um sich ein Bild vom globalen Zustand der Böden zu machen, haben David Wuepper

von der ETH Zürich und seine Kollegen einen riesigen Satz satellitengestützter und anderer Daten analysiert, in dem die Erosionsraten der Böden an mehr als 35 Millionen Stellen der Erde erfasst worden waren. Die Forscher gingen bei ihrer Untersuchung der Frage nach, inwieweit die wirtschaftliche Lage eines Landes, dessen Umweltpolitik und die verschiedenen landwirtschaftlichen Methoden in den einzelnen Ländern die Bodenerosion beeinflussen.

Tatsächlich haben sie spezifische „Ländereffekte“ als Ursache für die Erosion ausmachen können. Am stärksten war der Bodenverlust auf der Karibikinsel Hispaniola ausgeprägt, deren östliche Hälfte von der Dominikanischen Republik eingenommen wird, während Haiti im Westen der Insel liegt. Obwohl das Klima und die

Topographie in beiden Ländern nahezu identisch sind, gehen in Haiti jährlich mehr als 150 Tonnen Boden pro Hektar verloren. Im Nachbarland beträgt die Erosionsrate dagegen nur etwa ein Fünftel. Der jährliche Verlust liegt dort bei weniger als 30 Tonnen pro Hektar. Schon entlang der politischen Grenze macht die Erosionsrate einen Sprung um mehr als 50 Tonnen Material pro Jahr. Der Grund: In Haiti gibt es anders als im Nachbarstaat nur noch wenige Wälder, die den Boden schützen.

Ländereffekte konnten die Schweizer Forscher in vielen Teilen der Welt finden. So haben in der westlichen Hemisphäre neben Haiti noch Brasilien und Mexiko die höchsten Erosionsraten. In Argentinien, Ecuador und den Vereinigten Staaten sind die Schäden am geringsten. In

Asien ist der Bodenverlust in China, Burma und Indonesien am größten, während er in Südkorea, Laos und Kambodscha am geringsten ausfällt. In Afrika verzeichnen Erosionsraten, während Mosambik, Tansania und die westafrikanischen Staaten zwischen Benin und Sierra Leone die wenigsten Verluste verzeichnen. In Europa verlieren Italien und Griechenland den meisten Boden.

Den Zustand der Böden in Deutschland haben unlängst Mitarbeiter des zum Bundeslandwirtschaftsministerium gehörenden Thünen-Instituts in Braunschweig untersucht. Im Laufe der vergangenen sechs Jahre entnahmen sie an mehr als 3100 Stellen in Deutschland mehr als 120 000 Bodenproben. Besonderes Augenmerk richteten die Forscher auf den Gehalt des Bodens an

organischem Kohlenstoff. Die zweifelloste Speicher für Kohlenstoff sind die Moorböden. Obwohl sie nur etwa sechs Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche ausmachen, enthalten die Moore in den oberen zwei Metern bis zu tausend Tonnen organischen Kohlenstoffs pro Hektar.

Im Vergleich dazu enthalten die deutschen Grünlandböden im Mittel 88 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar. Bei den Mineralböden unter Ackernutzung geht der Kohlenstoffanteil im Mittel auf nur 61 Tonnen pro Hektar zurück. Allerdings gibt es unter den Mineralböden große Schwankungen. Sie reichen von einem Kohlenstoffanteil von 31 Tonnen je Hektar in den Sandböden Brandenburgs und Mecklenburg-Vorpommerns bis zu 400 Tonnen in den Altmoränenlandschaften des Voralpenlandes. HORST RADEMACHER

Wissen in Kürze

Herbstzeitlose fürs Herz

Nach einem Herzinfarkt könnte es sich auszahlen, das Gichtmittel Colchicin einzunehmen. Das antientzündlich wirkende Medikament, das ursprünglich aus der Herbstzeitlosen gewonnen worden war, reduzierte in einer Studie mit 4745 Patienten das Risiko deutlich, nach einem Infarkt abermals Probleme an Herz oder Gefäßen zu bekommen. Nicht einmal zwei Jahre nach dem Infarkt erlitten in der Placebo-Gruppe 19 Patienten einen Schlaganfall, aber nur fünf in der Colchicin-Gruppe. Wegen verengter Herzkranzgefäße musste unter Colchicin nur halb so viele Patienten mit Herzkatheter behandelt werden. Zudem bekamen weniger mit Colchicin behandelte Patienten einen weiteren Infarkt oder mussten wegen Herzstillstand wiederbelebt werden. Die Studie untermauert die Hypothese, dass einer koronaren Herzkrankheit eine Entzündung zugrunde liegt. Colchicin könnte den Studienautoren zufolge eine gute Ergänzung zu den Standardmaßnahmen wie Cholesterin- und Blutdrucksenker, Diabetesmittel, körperliche Bewegung oder Rauchstopp sein. few

Atmosphärentest

Die chemische Zusammensetzung der Atmosphären naher Exoplaneten wird mit geplanten Großteleskopen wie dem „Giant Magellan Telescope“, dem „Extremely Large Telescope“ oder dem „James Webb Space Telescope“ beobachtbar sein. Zifan Lin und Lisa Kaltenegger von der amerikanischen Cornell University schließen dies aus Modellrechnungen verschiedener erdähnlicher Atmosphären und den Spektren, die sie auf der Grundlage dieser Modelle berechnet haben. Ihrer im astronomischen Fachjournal „MNRAS“ erschienenen Studie gemäß könnte man Biosignaturen wie molekularen Sauerstoff und Methan und Klimaindikatoren wie Kohlendioxid und Wasser als Absorptionslinien nachweisen, sofern die Beobachtungen der vom Planet stammenden Strahlung eine genügend hohe Auflösung besitzen. Dies sei insbesondere für die Exoplaneten Trappist-1e und Proxima b zu erwarten, die sich in relativer Nähe zur Erde befinden und als potentiell lebensfreundlich gelten. sian

Unkontrollierte Emissionen

Immer wieder strömen große Mengen an klimaschädlichem Methan aus undichten Bohrlöchern und gelangen so direkt in die Atmosphäre, wo das Gas seinen starken Treibhauseffekt entfaltet. Bei einer Stichprobe nach einer Explosion in einer Erdgasquelle im amerikanischen Bundesstaat Ohio im Februar vergangenen Jahres fanden holländische Wissenschaftler besonders starke Emissionen. Wie sie in den „Proceedings“ der amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften berichten, traten innerhalb von nur zwanzig Tagen schätzungsweise 60 000 Tonnen Methan aus, was etwa einem Viertel der offiziell angegebenen Jahresemissionen aus Gas- und Ölquellen innerhalb des Bundesstaates entspricht. Pro Stunde entwich die doppelte Menge Erdgas wie während des zweitgrößten Unfalls in Amerika im Jahr 2015. Entdeckt wurde der Gasausstoß von einem Gerät an Bord des europäischen Erdbeobachtungssatelliten „Sentinel-5P“, der seit zwei Jahren in einer Höhe von etwa 824 Kilometern kreist und die Spurengase in der Atmosphäre registriert. mli

Gene im Ur-„Kaugummi“

Aus einem gut 5700 Jahre alten Klumpen erhitzter Birkenrinde, der mutmaßlich als eine Art Kaugummi verwendet wurde, haben bänische Forscher das vollständige Genom einer Steinzeitfrau extrahiert. Das berichten sie in „Nature Communications“. Es wäre das erste Mal, dass so altes Erbmaterial von Menschen nicht aus Knochen gewonnen wurde. Das „Kaugummi“, das man bei Ausgrabungen in der archäologischen Forschungsstätte Syltholm im Süden Dänemarks entdeckt hatte, war in Schlamm konserviert. Bissspuren deuten den Forschern um Hannes Schroeder von der Universität Kopenhagen zufolge darauf hin, dass die Birkenrinde gekaut worden war. Das erhitzte Rindenmaterial war zu jener Zeit als Universalklebstoff verwendet worden. In dem besagten Klumpen war nicht nur das Erbmaterial einer Frau identifiziert worden, die nach den Gensequenzen zu schließen dunkelhäutig, dunkelhaarig und blauäugig war, es fand sich außerdem Erbgut zahlreicher Bakterien – vermutlich aus der Mundhöhle – und Virusmaterial des als Krankheitserreger berüchtigten Epstein-Barr-Virus. Die Steinzeitkulturen jener Zeit, darauf deuten die zahlreichen archäologischen Funde in der Gegend hin, lebten von allem, was ihnen die Natur bot. Landwirtschaft war noch nicht sehr verbreitet. Weshalb sie den Klebstoff Birkenrinde kauten, ist nicht ganz klar. Viele Forscher glauben, dass die Klebmasse durch Kauen wieder elastisch gemacht werden sollte, andere halten sie für eine Art Zahnpasta. jom