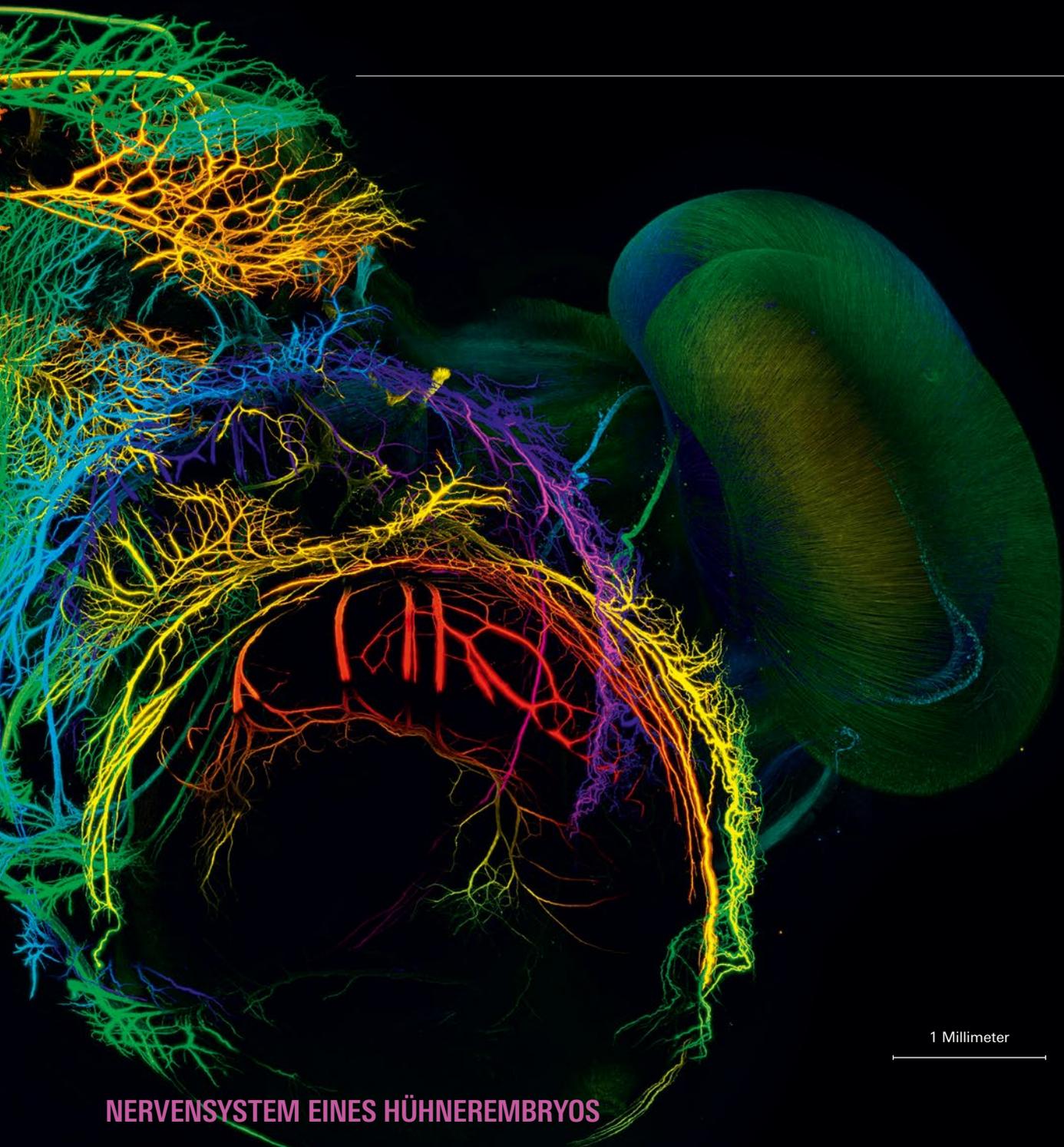


SPEKTROGRAMM



THE MESOSPHERE INITIATIVE - MESOSPHERE.ORG



NERVENSYSTEM EINES HÜNEREMBRYOS

Die Lichtscheibenmikroskopie liefert beeindruckende 3-D-Bilder von Tiergewebe. Statt eine Probe in hauchdünne Scheiben zu zerschneiden, bestrahlt man sie senkrecht zur Beobachtungsrichtung mit einem aufgefächerten Laser. Tote Tiere, deren Inneres durch das Entfernen von Fetten durchsichtig gemacht wurde, lassen sich auf diese Weise Schicht für Schicht abbilden.

Das Verfahren ist jedoch recht langsam und aufwändig. Außerdem

sind die wenigsten Lichtscheibenmikroskope für Proben geeignet, die mehrere Millimeter oder gar Zentimeter groß sind.

Eine Gruppe um Fabian Voigt von der Universität Zürich hat das Verfahren daher nun weiterentwickelt: Ihr Mikroskop verfügt unter anderem über eine zoombare Weitwinkeloptik, eine spezielle Kamera und die Möglichkeit, ausgedehnte Proben schrittweise um eine Achse zu drehen. Mit der mesoSPIM genannten Technik

könnte man binnen Minuten hoch aufgelöste 3-D-Aufnahmen von ganzen Tieren anfertigen, berichten die Forscher. Als Beispiel lichteten sie die Nervenbahnen eines gerade einmal sieben Tage alten, präparierten Hühnerembryos ab. Auf dem Bild lassen sich Details erkennen, die nur ein Fünftel der Ausdehnung eines menschlichen Haars haben.

Nature Methods 10.1038/s41592-019-0554-0, 2019



06/Foto: SOUTH AFRICAN RADIO ASTRONOMY OBSERVATORY (SARAO)

Neben helleren Radioquellen kann man im galaktischen Zentrum die Ränder zweier diffuser Blasen erkennen. Wie große Ballons erstrecken sie sich bis zur oberen und unteren Bildkante.

Aus der symmetrischen Form der Strukturen schließt das Team, dass die Blasen auf ein Ereignis zurückgehen, das sich vor etwa sieben Millionen Jahren in unmittelbarer Nähe des galaktischen Zentrums abgespielt hat. Was genau die heftige Aktivität ausgelöst hat, ist noch unklar. Einerseits könnte die Strahlung einer neu entstandenen Gruppe von Sternen Gas erwärmt und ins All gepustet haben. Andererseits könnte das Schwarze Loch im Mittelpunkt unserer Galaxie verantwortlich sein. Es saugt immer wieder Materie an; die dabei freigesetzte Gravitationsenergie kann zu Stoßwellen oder gebündelten Strahlungsjets führen.

Radioblasen sind bereits von anderen Galaxien bekannt. Das Zentrum der Milchstraße war in jüngerer Vergangenheit jedoch zu ruhig, als dass sich vergleichbare Strukturen hätten bilden können. Die neuen Daten zeigen, dass sich die Aktivität im galaktischen Zentrum immer wieder zu ändern scheint. Dies unterstreichen auch andere aktuelle Messungen, denen zufolge das Umfeld des Schwarzen Lochs zuletzt ungewöhnlich viel Strahlung abgegeben hat.

Nature 10.1038/s41586-019-1532-5, 2019

ASTRONOMIE RADIOBLASEN IM GALAKTISCHEN ZENTRUM

► Astronomen haben im Zentrum der Milchstraße zwei riesige Blasen entdeckt, die Radiostrahlung abgeben. Wie die Arbeitsgruppe vom South African Radio Astronomy Observatory berichtet, gehen die etwa 1400 Lichtjahre großen Strukturen auf eine kurze

Phase starker Aktivität zurück, bei der sich Stoßwellen aus geladenen Teilchen bildeten. Ober- und unterhalb der galaktischen Scheibe trafen sie auf kühleres Gas, wobei die Teilchen durch die Wechselwirkung mit Magnetfeldern Radiowellen abgaben.

MATHEMATIK MIT KUBIKZAHLEN ZUR 42

► Mit Hilfe von etlichen Privatcomputern haben zwei Mathematiker jene drei Zahlen gefunden, deren dritte Potenzen sich genau zu 42 addieren. Damit ist eine Frage geklärt, die Experten seit 65 Jahren beschäftigt: Kann man alle natürlichen Zahlen bis 100 als Summe dreier Kubikzahlen darstellen? Als Gleichung ausgedrückt: $x^3 + y^3 + z^3 = n$.

Die Beziehung ist seit der Antike bekannt. Doch erst seit Mitte der 1950er Jahre, als elektronische Rechenmaschinen aufkamen, fahnden Mathematiker systematisch nach den

Kubikzahl-Summanden. Die Suche ist schwieriger, als es auf den ersten Blick erscheint: Anders als die Quadratzahlen kann die dritte Potenz einer Zahl auch negativ sein. Damit steigen die Möglichkeiten ins Unermessliche.

Dennoch entdeckten Fachleute und Amateure mit Hilfe von Computern und modernen Algorithmen nach und nach für alle Zahlen bis 100 die entsprechenden Kubikzahlen – mit Ausnahme der 33 und der 42. Im Jahr 2019 entwickelte der Mathematiker Andrew Booker von der University of Bristol einen neuen Algorithmus, mit dem er innerhalb von drei Wochen auf einem Supercomputer die 33 knackte, nicht aber die 42.

Um Letzterer zu Leibe zu rücken, tat er sich mit Andrew Sutherland vom

Massachusetts Institute of Technology zusammen, einem Fachmann für parallele Berechnungen, bei denen unzählige Computer gleichzeitig Teilaufgaben eines Problems bearbeiten. Die Computer lieferte die »Charity Engine« – eine Software, die freie Rechenleistung von Privatrechnern bündelt und für aufwändige Projekte vermietet. An der Suche nach den Kubikzahlen der 42 waren letztlich eine halbe Million Computer beteiligt, die insgesamt eine Million Rechenstunden aufwandten. Ihr Ergebnis: Summiert man die dritten Potenzen der Zahlen -80538738812075974 , 80435758145817515 und 12602123297335631 , erhält man exakt die 42.

Pressemitteilung der University of Bristol, September 2019

BIOLOGIE ZITTERAAL STELLT SCHOCKREKORD AUF

Seit der Erstbeschreibung im Jahr 1766 gilt der Zitteraal als einzige Art seiner Gattung. Die südamerikanischen Tiere sind bekannt dafür, dass sie mit Hilfe elektrischer Reize navigieren – und heftige Stromschläge bei der Jagd und zur Selbstverteidigung nutzen. Nun hat ein internationales Forscherteam entdeckt, dass sich die vermeintlich einzige Zitteraalspezies in Wirklichkeit in drei äußerlich kaum unterscheidbare Arten aufteilt, wie Wissenschaftler um David de Santana vom National Museum of Natural History in Washington berichten.

Das Team hat die Kern- und Mitochondrien-DNA von insgesamt 107 Zitteraalen ausgewertet, die aus verschiedenen Regionen Südamerikas stammen. Die drei Arten der Gattung *Electrophorus* dominieren demnach verschiedene Lebensräume: Die bisher

bekannteste Spezies *Electrophorus electricus* lebt in den Flüssen des Berglands von Guayana. Die neu beschriebenen Arten *E. voltae* und *E. varii* sind dagegen im Einzugsgebiet der großen brasilianischen Flüsse beziehungsweise im Tiefland des Amazonasbeckens zu Hause. *E. varii* hat sich den genetischen Daten zufolge vor rund sieben Millionen Jahren abgespalten, während die beiden anderen Spezies seit etwa dreieinhalb Millionen Jahre getrennte Wege gehen.

E. voltae kann deutlich stärkere Stromschläge austeilen, als man es bei Zitteraalen bisher beobachtet hat. Der Fisch schafft eine Spannung von rund 860 Volt – der Weltrekord bei der von Tieren erzeugten Bioelektrizität. Die elektrischen Impulse dienen der Art hauptsächlich zur Aufklärung: Leben-

Die neu entdeckte Zitteraalart *Electrophorus voltae* lebt im brasilianischen Amazonasgebiet.

de Objekte wie etwa Beutetiere leiten Strom anders als tote, weshalb der Zitteraal sie im trüben Wasser unterscheiden kann. Produziert wird die Ladung im Inneren spezialisierter Muskelzellen, den Elektrozyten: Öffnen sich in deren Zellmembran Ionenkanäle, so fließen positive Ionen hinein und bauen eine Spannung auf.

Nature Communications, 10.1038/s41467-019-11690-z, 2019



LEANDRO SOUSA, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ, BRASILIEN

MEDIZIN FADENROBOTER FÜR HIRNOPERATIONEN

Schon länger arbeiten Wissenschaftler an miniaturisierten Medizinrobotern für die Blutbahn. Diese müssen sich möglichst gezielt durch enge Kapillaren bewegen, ohne dabei stecken zu bleiben. Ein Team um Xuanhe Zhao vom Massachusetts Institute of Technology hat hierfür nun eine neue Technik entwickelt. Der

fadenförmige Roboterwurm lässt sich mit Hilfe von Magnetfeldern lenken und soll anders als frühere Entwürfe auch durch enge Blutgefäße im menschlichen Gehirn passen.

Dort könnte er beispielsweise kleinste Verstopfungen nach Schlaganfällen auflösen. Hierbei verschließt meist ein Blutpfropf eine Hirnarterie, oder Hirngefäße schlagen leck. Dann müssen Ärzte schnell handeln, um das Leben des Patienten zu retten und Folgeschäden am Hirngewebe zu begrenzen. In solch einer Situation

könnten Miniroboter Zeit sparen und konventionelle Hirn-OPs ergänzen, glauben die Forscher. Ihr dafür konstruiertes Exemplar hat einen Durchmesser von nur 0,6 Millimetern und besteht aus einer Nickel-Titan-Legierung mit Formgedächtnis, die sich nach allen Bewegungen in die Ausgangsstellung zurückbiegt. Überzogen ist das Material von einem Hydrogel, das die Reibung an Gewebestrukturen auf etwa ein Zehntel reduziert.

Der Faden hat sich bislang in verschiedenen Tests bewährt. Unter anderem konnten die Forscher ihn durch einen Parcours im Labor steuern, der Nadelöhre im menschlichen Körper nachstellte. Auch ließ sich der Roboter problemlos durch ein mit Blutersatzflüssigkeit gefülltes Silikon-Kapillarnetz navigieren, das dem Gefäßsystem des Hirns nachgeahmt war. In den nächsten Schritten soll die Praxistauglichkeit an Mäusen getestet werden.

Science Robotics 10.1126/scirobotics.aax7329, 2019

Der Fadenroboter (schwarz) kann selbst durch verschlungene Gänge navigieren. Lenken lässt er sich mit Magnetfeldern.



YUNHO KIM, GERMAN A. PARADA, SHENGJIOU LIU, AND XUANHE ZHAO / MIT

PHYSIK STROMGENERATOR FÜR KALTE NÄCHTE

► Wissenschaftler haben ein überraschend simples Gerät vorgestellt, das bei Nacht Strom erzeugen kann – wenn auch nur in geringen Mengen. Geht es nach den Forschern um Aaswath Raman von der University of California in Los Angeles, könnte die Erfindung in Gegenden eingesetzt werden, in denen Stromanschlüsse Mangelware sind.

Das Kernstück des Stromerzeugers ist ein handelsüblicher thermoelektrischer Generator, ein so genanntes Peltier-Element. Es erzeugt elektrische Energie, wenn die eine Seite wärmer

ist als die andere. Bislang hätten Entwickler meist versucht, diese Temperaturdifferenz mit Hilfe einer Wärmequelle zu erzeugen, so die Forscher. Beispielsweise wird bei einigen Systemen die sonst ungenutzte Abwärme eines Ofens dazu eingesetzt, ein wenig Strom zu generieren.

Raman und Kollegen kamen nun jedoch auf die Idee, eine »Kältequelle« einzusetzen. Ihr Gerät trägt an der Oberseite eine mit schwarzer Farbe bestrichene Aluminiumplatte, die sich im Verlauf der Nacht immer weiter unter die Umgebungstemperatur abkühlt, weil ein Teil der Eigenwärme als Infrarotstrahlung ins All abgegeben wird. Dies ist möglich, da die Atmosphäre in den entsprechenden Wellenlängenbereichen durchlässig ist. Die

Unterseite des Geräts hingegen ist mit Aluminiumrippen versehen, die die Umgebungswärme aufnehmen. Dadurch entsteht ein Temperaturgefälle im Innern des Generators.

Bei ihren Tests auf einem Hausdach der Stanford University bei dezemberlicher Kälte stellten die Forscher einen Temperaturunterschied von bis zu zwei Grad Celsius zwischen Ober- und Unterseite fest. Dabei erzeugte ihr schuhkartongroßes Testobjekt eine Leistung von knapp 0,8 Milliwatt – beileibe nicht viel, aber genug, um eine LED-Lampe zum Leuchten zu bringen. Die Kosten für den Prototyp beliefen sich auf weniger als 30 US-Dollar.

Joule 10.1016/j.joule.2019.08.009, 2019

PALÄONTOLOGIE ALS TIERE LAUFEN LERNTEN

► Am Ende des Ediacarium-Zeitalters vor gut 540 Millionen Jahren lernten Lebewesen, sich durch Sediment zu bewegen. Darauf deuten eine ganze Reihe von Spuren hin, die Paläontologen in der Vergangenheit zu Tage gefördert haben. Bei den allermeisten dieser Fossilien ist jedoch unklar, wie

die für die Abdrücke verantwortlichen Lebewesen aussahen.

Ein Team um den Geobiologen Shuhai Xiao von der US-amerikanischen Virginia Tech University will nun einen der Verursacher dingfest gemacht haben: In einem Gebirge nahe dem Fluss Jangtsekiang in China

entdeckten sie 35 Fossilien eines Tiers, das an einen Doppelfüßer erinnert. Eines von ihnen ist zusammen mit seiner Spur erstarrt, was eine eindeutige Zuordnung ermöglicht.

Yilingia spiciformis war demnach zwischen 0,5 bis 2,5 Zentimeter dick und 27 Zentimeter lang und beendete sein Leben vor geschätzt 551 bis 539 Millionen Jahren im schlammigen Meeresboden. Die Art hatte einen Kopf, allerdings kein hartes Skelett, vermuten die Paläontologen. Außerdem bestand der Körper offenbar aus vielen Segmenten.

Aus Sicht von Wissenschaftlern stellen Segmentierung, Rechts-links-Symmetrie und die Fähigkeit, sich fortzubewegen, bedeutende evolutionäre Innovationen dar. Bisher konnte man nur vermuten, dass sich diese Merkmale bereits im Ediacarium ausgebildet haben. Wahrscheinlich waren sie eine wichtige Voraussetzung dafür, dass sich die Tierwelt im Rahmen der kambrischen Explosion vor 539 Millionen Jahren in kurzer Zeit extrem stark ausdifferenzieren konnte.

Nature 10.1038/s41586-019-1522-7, 2019

Das Fossil aus China stammt von einer Art Doppelfüßer, der vor rund 540 Millionen Jahren über den Meeresboden kroch.



VIRGINIA TECH COLLEGE OF SCIENCE

GENETIK KURZSCHLAF-MUTATION ENTDECKT

► Offenbar beeinflusst ein Gen, wie viel Schlaf wir benötigen: Personen, bei denen es verändert ist, kommen mit deutlich kürzeren Nächten aus als die meisten anderen Menschen.

Ein Team um Ying-Hui Fu von der University of California in San Francisco hat eine Familie untersucht, in der sich mehrere Mitglieder bereits mit vier bis sechs Stunden Schlaf pro Nacht bestens ausgeruht fühlen. Schlafforschern zufolge ist das bei den meisten Menschen eher nach sieben bis acht Stunden der Fall. Wie DNA-Analysen offenbarten, trugen die Kurzschläfer unter den Probanden eine seltene Variante des Gens

ADRB1. Dieser Erbfaktor codiert für einen Rezeptor, der vor allem in Neuronen in der Brücke (Pons) des Hirnstamms vorkommt. Die Region kontrolliert unbewusste Vorgänge wie Atmung und Augenbewegungen, aber auch den Schlaf. Bei den Kurzschläfern, so beobachteten die Forscher, war der Rezeptor deutlich instabiler als bei den übrigen Teilnehmern, was vermutlich seine Funktion beeinträchtigte.

Daraufhin untersuchten die Wissenschaftler die *ADRB1*-Variante an Mäusen: Tiere mit der Mutation schliefen rund 55 Minuten kürzer als ihre Artgenossen. Aktivierten die Forscher die Nervenzellen künst-

lich, wachten die Nager augenblicklich auf.

2018 waren Fu und ihre Kollegen bereits auf eine seltene Mutation am Gen *DEC2* gestoßen, welche die Schlafdauer ebenfalls zu verkürzen scheint. *DEC2* beeinflusst die Ausschüttung der Hormone Orexin A und B, die uns wachhalten. Kurzschläfer setzen vermutlich größere Mengen der Hormone frei. Orexinmangel hingegen führt etwa bei Narkoleptikern zum entgegengesetzten Phänomen: Die Betroffenen werden von plötzlich auftretenden Schlafattacken übermannt.

Neuron 10.1016/j.neuron.2019.07.026, 2019

Spektrum LIVE

Veranstaltungen des Verlags
Spektrum der Wissenschaft

1. November 2019
Hamburg

TASTING UND VORTRAG

Die Wissenschaft vom Whisky

Whisky ist ein komplexes Getränk – er überspannt das gesamte Spektrum von fruchtigen Noten bis zu herben Raucharomen. Doch welche Stoffe erzeugen Geruch und Geschmack der verschiedenen Whiskys, und wie kommen sie ins Glas? Der Chemiker und Journalist Lars Fischer erklärt die molekularen Hintergründe des schottischen Nationalgetränks und beantwortet nebenbei auch die alte Streitfrage: mit Wasser – ja oder nein?

Infos und Anmeldung:

Spektrum.de/live