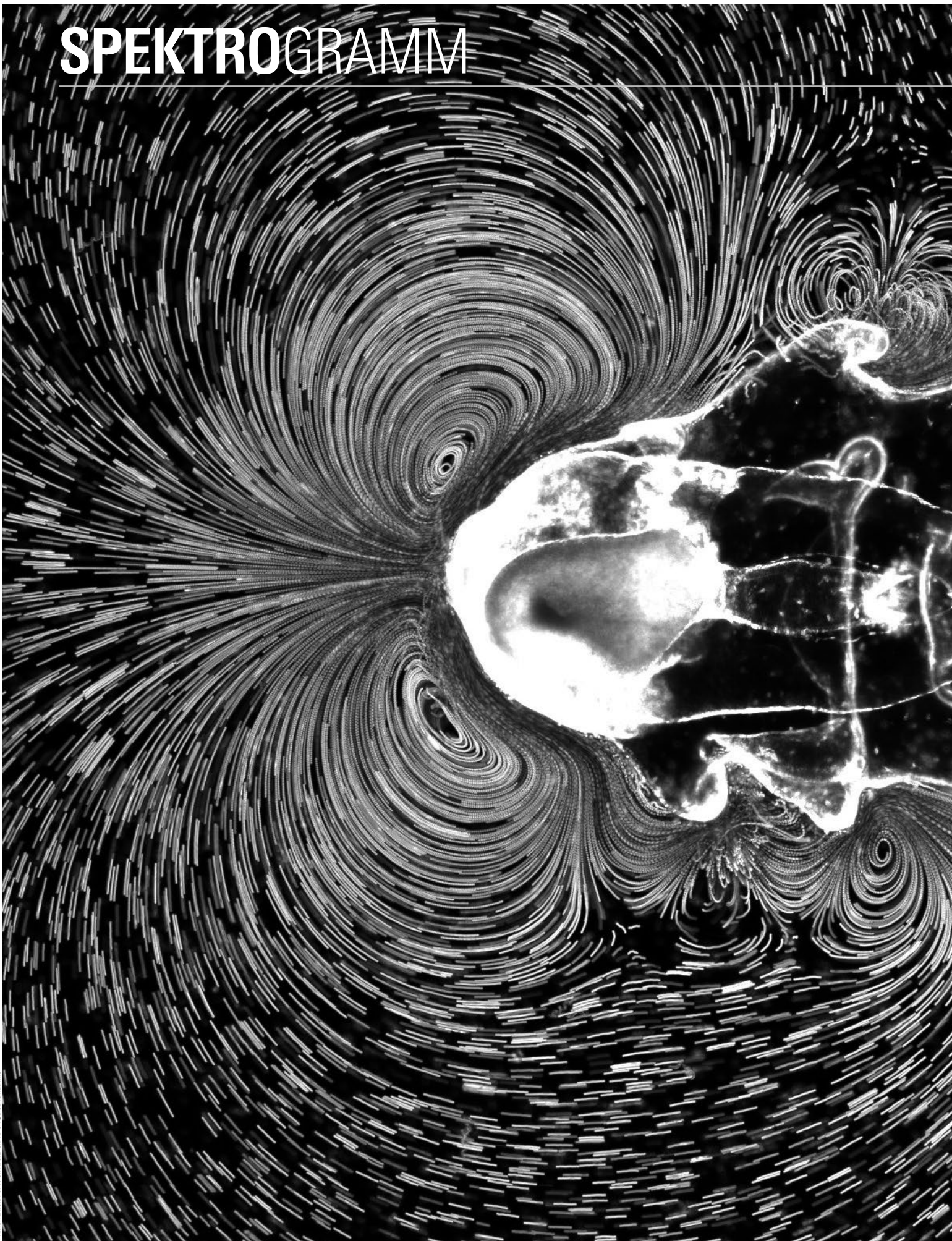
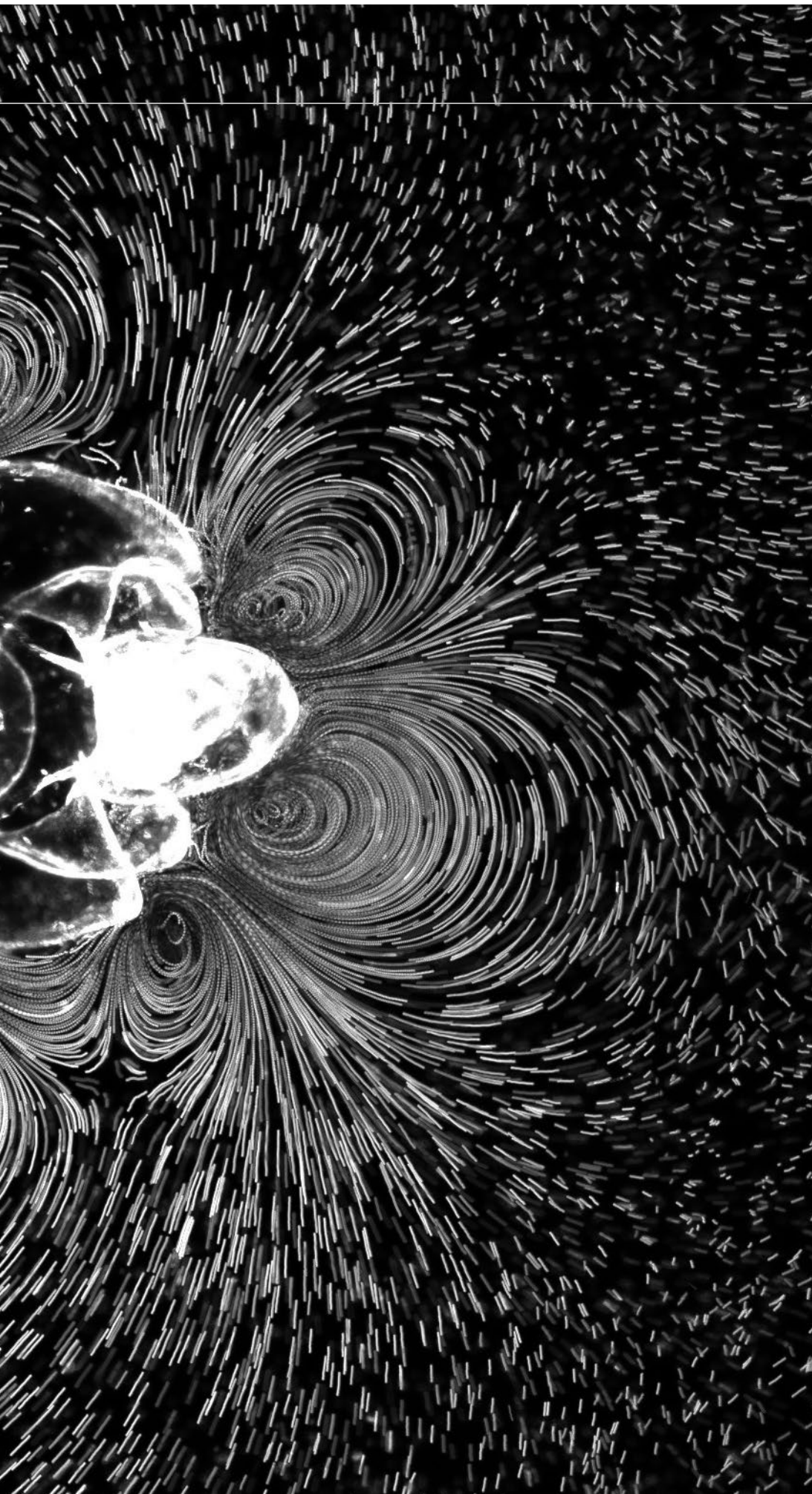


SPEKTROGRAMM





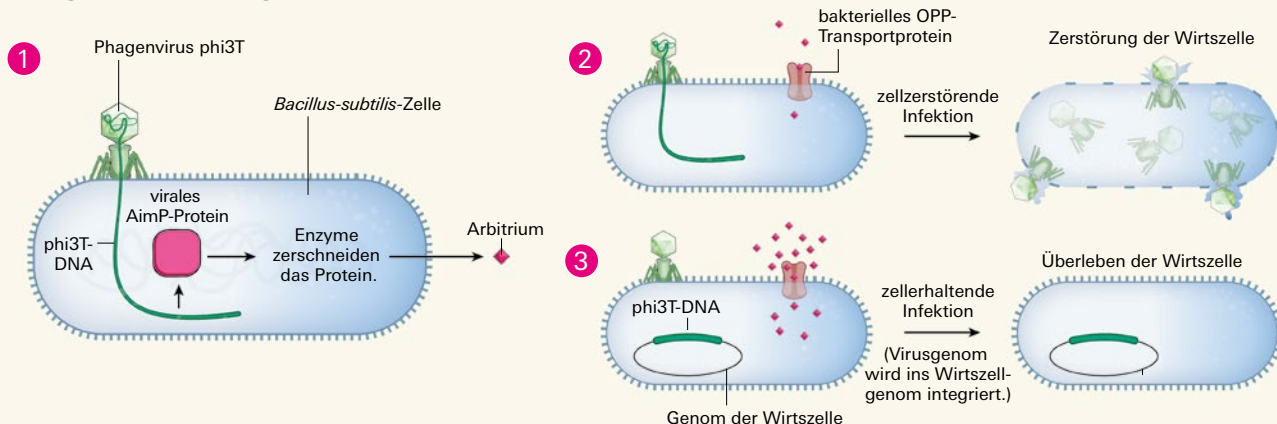
WIRBEL UM DIE SEESTERNLARVE

► Biophysiker um Manu Prakash von der Stanford University haben untersucht, wie Seesternlarven fressen und sich fortbewegen. Dazu fixierten sie ein Exemplar unter dem Deckglas eines Mikroskops und reicherten das Wasser mit nur wenigen Mikrometer großen Plastik­kügelchen an. Deren Bahnen machten sie mit Langzeitbelichtungen sichtbar. Die Tiere erzeugen gegenläufige Strudel mit starker Sogwirkung, indem sie mit zahllosen härchenartigen Fortsätzen synchron schlagen. So bringen sie kleine Nahrungspartikel aus der Umgebung in die Nähe ihrer Mundöffnung (im Bild rechts). Je mehr einzelne Wirbel die Larven erzeugen, desto effizienter wird dieser Prozess. Wollen sie hingegen schnell schwimmen, müssen sie das Muster ändern – statt vieler kleiner dominieren dann wenige große Strudel.

Nature Physics 10.1038/nphys39813, 2016

PRAKASH LABORATORY / STANFORD UNIVERSITY, BIOENGINEERING

Abgestimmter Angriff



Das Virus phi3T infiziert ein Bakterium (1) und bringt es dazu, das Peptid Arbitrium auszuscheiden. Nehmen benachbarte Bakterien viel von dem Peptid auf, verläuft ihre Infektion eher still (3); nehmen sie wenig auf, werden sie von dem Virus zerstört (2).

MIKROBIOLOGIE VIREN KOMMUNIZIEREN MITEINANDER

► Viren verständigen sich mit ihresgleichen, indem sie ihr Infektionsverhalten mittels chemischer Signale abstimmen. Das haben Wissenschaftler um Zohar Erez vom israelischen Weizmann-Institut beobachtet. In ihren Experimenten infizierten sie Bakterien der Spezies *Bacillus subtilis* mit einem speziellen Virus, dem Phagen phi3T. Dann suchten sie nach Stoffen, mit denen sich das Virus hemmen lässt. Sie isolierten ein Molekül, das vor den Folgen der Infektion schützt – und überraschenderweise von den infektiösen Partikeln selbst stammt. Zum ersten Mal haben die Forscher damit eine chemische Kommunikation zwischen Viren nachgewiesen.

Der Nachrichtenüberträger ist ein Peptid, also ein Aminosäuregebilde, namens Arbitrium. Seine Bauanleitung ist im viralen Erbgut enthalten. Nachdem das Virus seine bakteriellen Wirte infiziert hat, stellen diese sowohl neue Viruspartikel als auch Arbitrium in großen Mengen her und sterben schließlich ab. Wenn sie sich auflösen, gelangt der Botenstoff in die Umgebung und wird von gesunden Bakterien aufgenommen. Infizieren diese Mikroben sich nun mit phi3T, vermehrt sich das Virus in ihnen nicht mehr, sondern baut stattdessen sein Erbgut in das des Wirts ein und überdauert weitgehend inaktiv als »Prophage«.

Bauanleitungen für ähnliche Peptide haben die Forscher im Erbgut von mehr als 100 weiteren Virenarten gefunden. Wahrscheinlich besitzen viele Bakterienviren die

Fähigkeit, miteinander zu kommunizieren und ihr Infektionsverhalten abzustimmen. Aus evolutionärer Perspektive betrachtet ist diese Koordination durchaus sinnvoll. Denn indem sie die Konsequenzen des Virenbefalls nach der ersten Infektionswelle abmildert, sorgt sie dafür, dass nicht alle potenziellen Wirte auf einmal hinweggerafft werden, was den Viren die Vermehrungsgrundlage entziehen würde.

Nature 10.1038/nature21049, 2017

CHEMIE MOLEKULARER SUPERKNOTEN

► Es ist der engste Knoten, den Chemiker je geknüpft haben. Seine Struktur ähnelt der eines keltischen Knotens, bei dem sich ein Endlosband über vier Schlaufen achtmal überkreuzt. Ohne Mikro-

skop kann man das komplexe Gebilde jedoch nicht sehen – denn es ist gerade einmal 20 milliardstel Meter lang und besteht aus nur 192 Atomen.

Solche Konstrukte stellen die Wissenschaftler um David Leigh von der University of Manchester her, indem sie drei Molekülstränge miteinander verflechten und ihre Enden chemisch verbinden. So entsteht ein verschlungener Nanofaden. Eisen(II)-Ionen stabilisieren seine räumliche Struktur an vier Kreuzungspunkten, indem sie den Faden an je drei Stellen fixieren. Der Faden selbst ist ein organisches Molekül aus Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff sowie Wasserstoff – und nur ein 10000stel so dick wie ein menschliches Haar.

Leigh und seine Kollegen erzeugen den molekularen Knoten in mehreren aufeinander folgenden chemischen Reaktionen. Nur bei sehr genauer Kontrolle der

PLANETOLOGIE **VERSTEINERTER SCHLAMM AUF DEM MARS**

► Der NASA-Rover »Curiosity« hat auf dem Mars offenbar Überreste getrockneten Schlamms ausfindig gemacht. Darauf lassen Bilder der »Mahli«-Kamera schließen, die der Rover mit sich führt. Auf den Fotos ist ein Felsen zu sehen, den ein Netzwerk feiner Linien überzieht. Vermutlich handelt sich es bei ihnen um konservierte Trockenrisse, die vor mehr als drei Milliarden Jahren entstanden, als eine dünne Schlammschicht ausdörnte. Damals gab es wahrscheinlich Flüsse und Seen auf dem Roten Planeten.

Risse in trocknendem Matsch füllen sich in der Regel mit Staub oder Sand; später werden sie von anderen Sedimentschichten bedeckt, die mit ihnen gemeinsam versteinern. Doch die Erosion kann das Gestein wieder abtragen – wobei das Material, das

einst die Schlammrisse auffüllte, besonders lange widersteht. Es bilden sich erhabene Grate, wo früher Spalten waren. Wie winzige Hügelketten ragen sie aus dem Gestein hervor.

Aller Wahrscheinlichkeit nach erklärt dieser Mechanismus aber nur einen Teil der abgebildeten Strukturen. Denn Risse, wie sie auf dem Bild zu sehen sind, entstehen auch, nachdem das Erdreich erstarrt ist – nämlich infolge des Drucks darüber abgelagerter Schichten. Die chemischen Signaturen entlang der vernetzten Linien sprechen allerdings überwiegend für die Schlamm-Hypothese.

Der Rover »Curiosity« ist seit 2012 in einer als Gale-Krater bekannten Senke unterwegs. Seit 2014 rollt er die Ausläufer von Aeolis Mons empor, einem Berg in der Kratermitte. Marsmissionen haben wiederholt Hinweise darauf ergeben, dass in Senken und Tälern des Roten Planeten vor mehr als drei Milliarden Jahren Wasser stand beziehungsweise floss.

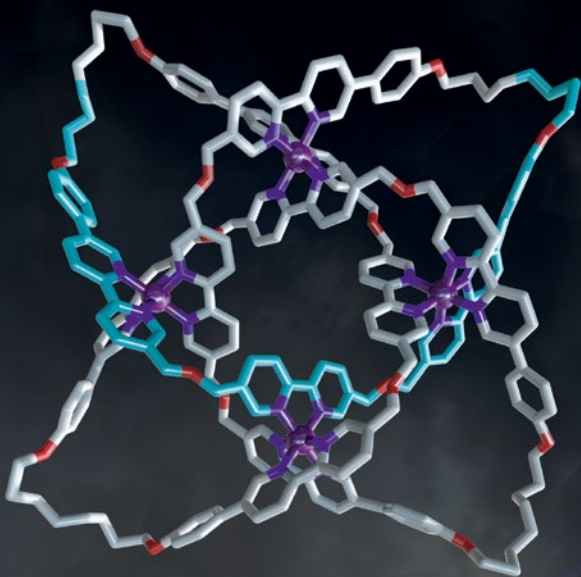
Pressemitteilung der NASA, 17. 01. 2017

Kreuz und quer überziehen kleine Grate dieses Marsgestein. Wahrscheinlich entstanden sie als Risse in trocknendem Schlamm, als es auf dem Planeten noch Gewässer gab.



NASA / JPL-CALTECH / MSSS

ROBERT W. MAC GREGOR (WWW.MACGREGORHEART.COM)



Dieses fadenförmige Molekül ist in sich geschlossen und überkreuzt sich achtmal. Vier Eisen(II)-Ionen (lila) halten das Ganze in Form, indem sie den Molekülstrang an je drei Stellen fixieren. Grau und türkis: Kohlenstoff, rot: Sauerstoff.

Reaktionsbedingungen lagern sich die einzelnen Bestandteile in der gewünschten Form zusammen. Jeder Verfahrenszyklus bringt mehrere Milliarden Miniaturknoten hervor.

Wofür sich das Molekül eventuell nutzen lässt, beginnen die Wissenschaftler erst zu untersuchen. Sie hoffen, dass ihre Technik einmal neue industrielle Fertigungsverfahren und Anwendungen ermöglichen wird.

Besonders eng geknüpfte und verflochtene Polymere könnten den Weg ebnen zu leichteren, flexibleren und dennoch stärker belastbaren Stoffen – beispielsweise in kugelsicheren Westen oder als dichte und reißfeste Gewebe für chirurgische Anwendungen.

Science 10.1126/science.aal1619, 2017

MASSENSTERBEN GLOBALER WINTER RAFFTE DINOSAURIER DAHIN

Der Einschlag des Chicxulub-Meteoriten vor 66 Millionen Jahren verursachte ein weltweites Massenaussterben. Unter anderem besiegelte er das Ende der Dinosaurier – nicht so sehr wegen seiner direkten Zerstörungswirkung, sondern mehr infolge der drastischen Klimaveränderungen, die er auslöste. Julia Brugger vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung und ihre Kollegen haben nun genauer analysiert, was damals mutmaßlich geschah.

Bruggers Team stellte in Klimasimulationen nach, wie Atmosphäre, Ozeane und Meereis auf den Einschlag reagierten. Der Auf-

prall setzte demnach große Mengen schwefelhaltiger Gase frei, die in der Luft zu Sulfat-Aerosolen reagierten – Schwebeteilchen, die das Sonnenlicht abschirmten und so die Erde kühlten. Wie die Forscher herausfanden, fiel die weltweite Jahresmitteltemperatur an der Oberfläche um mindestens 26 Grad Celsius. 3 bis 16 Jahre lang habe sie dann unterhalb des Gefrierpunkts gelegen und sich erst nach mehr als 30 Jahren wieder dem vorherigen Niveau angenähert.

Dass die Erde nach dem Chicxulub-Impakt auskühlte, wissen Forscher zwar schon länger. Allein die unvorstellbaren Staubmengen, die der Aufprall hochgewirbelt haben muss, dürften für einen Temperatursturz gesorgt haben. Doch dessen Ausmaß ist bisher wohl unterschätzt

worden, weil man den Einfluss der Schwefelgase, der viel gravierender war als der des Staubs, nicht genügend beachtete.

Ein weiterer bislang vernachlässigter Effekt war die drastische Durchmischung der Ozeane. Da die Temperaturen in der unteren Atmosphäre äußerst stark fielen, kühlte das Oberflächenwasser entsprechend ab, sank nach unten und verdrängte leichteres, wärmeres Tiefenwasser nach oben. Dieses war reich an Nährstoffen und begünstigte deshalb extreme Algenblüten, die ein massives Artensterben in den Ozeanen auslösten. Zeitgleich mit den landbewohnenden Dinosauriern verendeten deshalb die marinen Ammoniten.

Geophysical Research Letter 10.1002/2016GL072241, 2017

MEDIZIN LEBENDE ORGANFABRIK

Eine außergewöhnliche Organtransplantation haben Forscher um Hiromitsu Nakauchi von der Stanford University durchgeführt. Sie verpflanzten Organteile, die größtenteils aus Mäusezellen bestanden, aber in Ratten gewachsen waren. Damit heilten die Forscher diabeteskranke Mäuse. So belegten sie, dass funktionstüchtige Organe oder Gewebe einer bestimmten Spezies auch in einem artfremden Organismus heranreifen können.

Nakauchi und seine Kollegen manipulierten zunächst das Erbgut von Ratten so, dass die Nager keine eigene Bauchspeicheldrüse ausbildeten. Den so veränderten Tieren spritzten sie, noch im Embryonalstadium, pluripotente Stammzellen von Mäusen, die in jeden Zelltyp des Organismus ausdifferenzieren können. Die Stammzellen sprangen quasi für die fehlenden Rattenzellen ein und brachten eine Bauchspeicheldrüse hervor, die vorrangig aus Mäusezellen bestand. Nakauchis Team entnahm den entwickelten Tieren das Drüsenorgan und isolierte daraus die Insulin herstell-



Ratte-Maus-Mischwesen (links) ermöglichen neue Transplantationsverfahren. Daneben: normale Ratte und Maus.

lenden Langerhans-Inseln. Diese injizierte das Team sodann in Nieren von diabetischen Mäusen, wo sich die Zellklumpen einnisteten und die Funktion einer gesunden Bauchspeicheldrüse übernahmen: Sie produzierten blutzuckersenkendes Insulin und heilten die Mäuse so vom Diabetes.

Die Mäuse nahmen die Langerhans-Inseln gut an – nach nur fünf Tagen immunhemmender Behandlung hatte ihr Organismus die Gewebeklumpen akzeptiert. Noch mehr als ein Jahr nach dem Eingriff zeigten die behandelten Tiere keine Anzeichen einer gestörten Blutzuckerregulation.

Wäre ein ähnliches Verfahren auch beim Menschen möglich, könnte es eine Revolution in der Transplantationsmedizin anstoßen. Denn Menschen sind nach einer Organverpflanzung lebenslang auf immununterdrückende Medikamente angewiesen, um eine Abstoßung des Fremdgewebes zu vermeiden. Gegenüber Körperteilen, die aus ihren eigenen Stammzellen in einem fremden Organismus herangewachsen sind, käme es vielleicht zu einer weniger intensiven Abwehrreaktion, was die Medikamente zum Teil verzichtbar machen würde. Bis dahin wäre es aber noch ein weiter Weg: Entsprechende Mensch-Tier-Mischwesen (Chimären) zu züchten, setzt neben wissenschaftlichen Fortschritten vor allem die Klärung ethischer und gesetzlicher Fragen voraus.

Nature 10.1038/nature21070, 2017

PHYSIK BEWEGUNG EINES LICHTSTRAHLS GEFILMT

► Mit einer Spezialkamera haben Forscher den »Überschallkegel« eines Laserpulses gefilmt. Damit können sie direkt sichtbar machen, wie der Lichtstrahl voranschreitet und was er in seiner Umgebung auslöst. Die Technik eröffnet neue Möglichkeiten für die biomedizinische Bildgebung, indem sie beispielsweise erlaubt, das Feuern von Nervenzellen abzubilden.

Lihong Wang von der Washington University in St. Louis (USA) und seine Kollegen entwickelten eine flächige Versuchsanordnung, die aus zwei verschiedenen Materialien mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften besteht. In

der Mitte befindet sich ein Kanal, bestehend aus einem Medium mit niedrigem Brechungsindex. Dieser ist auf beiden Seiten von einem Material mit höherem Brechungsindex umgeben. Die Forscher leiten Laserpulse aus sichtbarem Licht, nur sieben billionstel Sekunden lang, in den Kanal ein. Hier pflanzt sich der Puls fort, wobei sein Licht gestreut wird und zum Teil in das umgebende Medium eintritt. Weil dort der Brechungsindex höher ist und somit die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen

kleiner, entsteht ein »Überschallkegel« aus Licht, den der Laserpuls quasi hinter sich herschleppt.

Ein speziell entwickeltes System aus Spiegeln, Strahlteilern und Kameras namens LLE-CUP (lossless-encoding compressed ultrafast photography) erlaubt es den Forschern, das Geschehen mit 100 Milliarden Aufnahmen pro Sekunde zu filmen. Das System nimmt den Vorgang dabei aus je drei verschiedenen Ansichten auf. Die erste liefert ein direktes Abbild, integriert über die Belichtungszeit, und ähnelt

damit einer herkömmlichen Fotografie. Die anderen beiden liefern zeitliche Informationen über die Lichtausbreitung. Aus den drei Ansichten zusammen lässt sich die Dynamik des Vorgangs rekonstruieren, und die entstehenden Filme zeigen, wie der Laserpuls voranschreitet und dabei den »Licht-Überschallkegel« erzeugt. Dessen Lichtschweife haben einen Winkel von jeweils rund 45 Grad, was den Werten gleichkommt, die theoretisch für einen solchen Mach-Kegel ermittelt wurden.

Science Advances 3, e1601814, 2017



Ein Laserpuls durchläuft einen Kanal mit niedrigem Brechungsindex, sein Licht tritt zum Teil ins umgebende Material ein (1, lang

belichtet). Einzelne »Schnappschüsse« in zeitlich hoher Auflösung machen sichtbar, wie dabei ein Licht-Überschallkegel entsteht (2).

LIANG, J. ET AL. SINGLE SHOT REAL-TIME VIDEO RECORDING OF A PHOTONIC MACH CONE INDUCED BY A SCATTERED LIGHT PULSE USING SCIENCE ADVANCES 3, E1601814 (2017). FIG. 4A-B MIT FRIL, GERA, YON, JIN-YANG LIANG