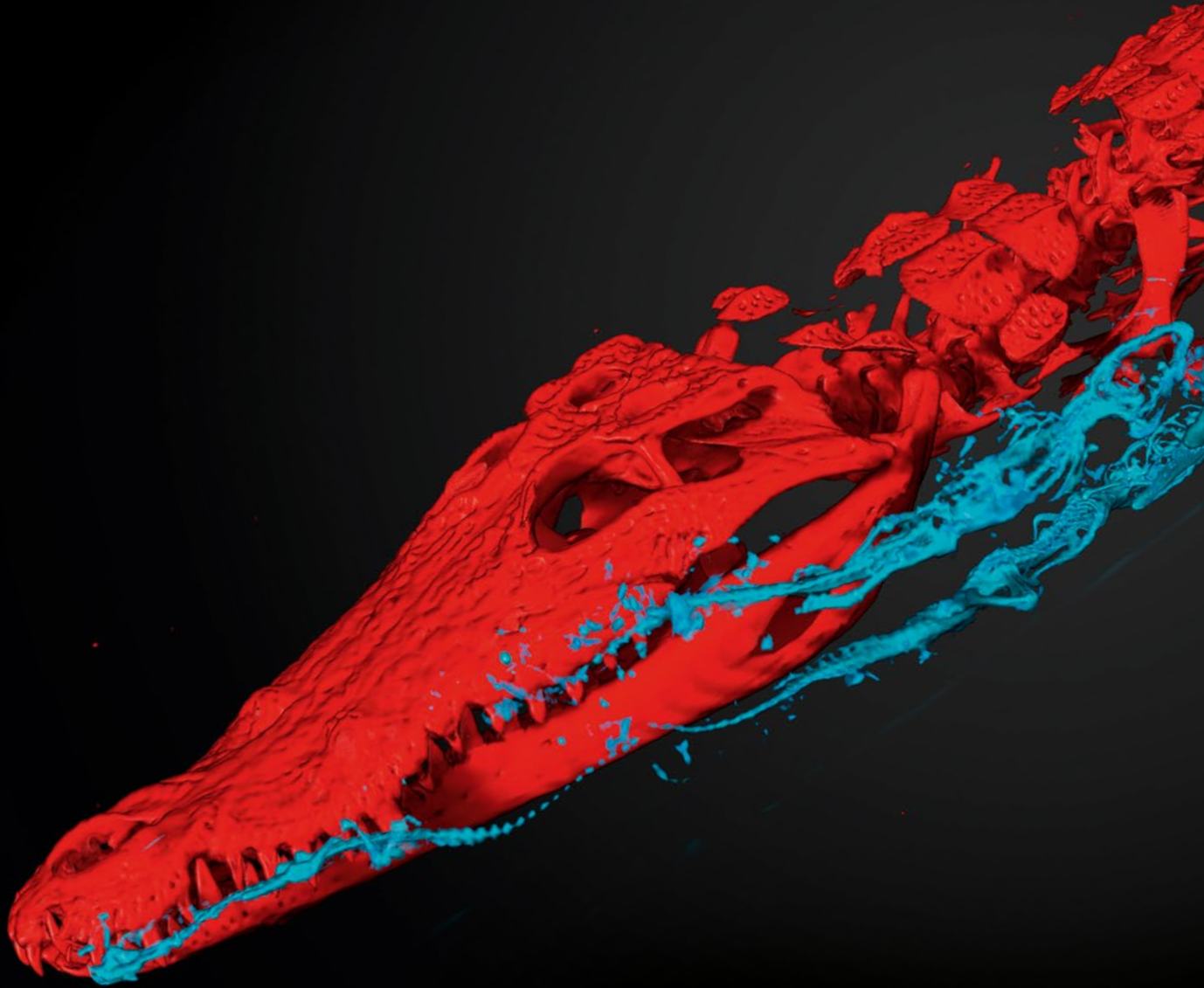
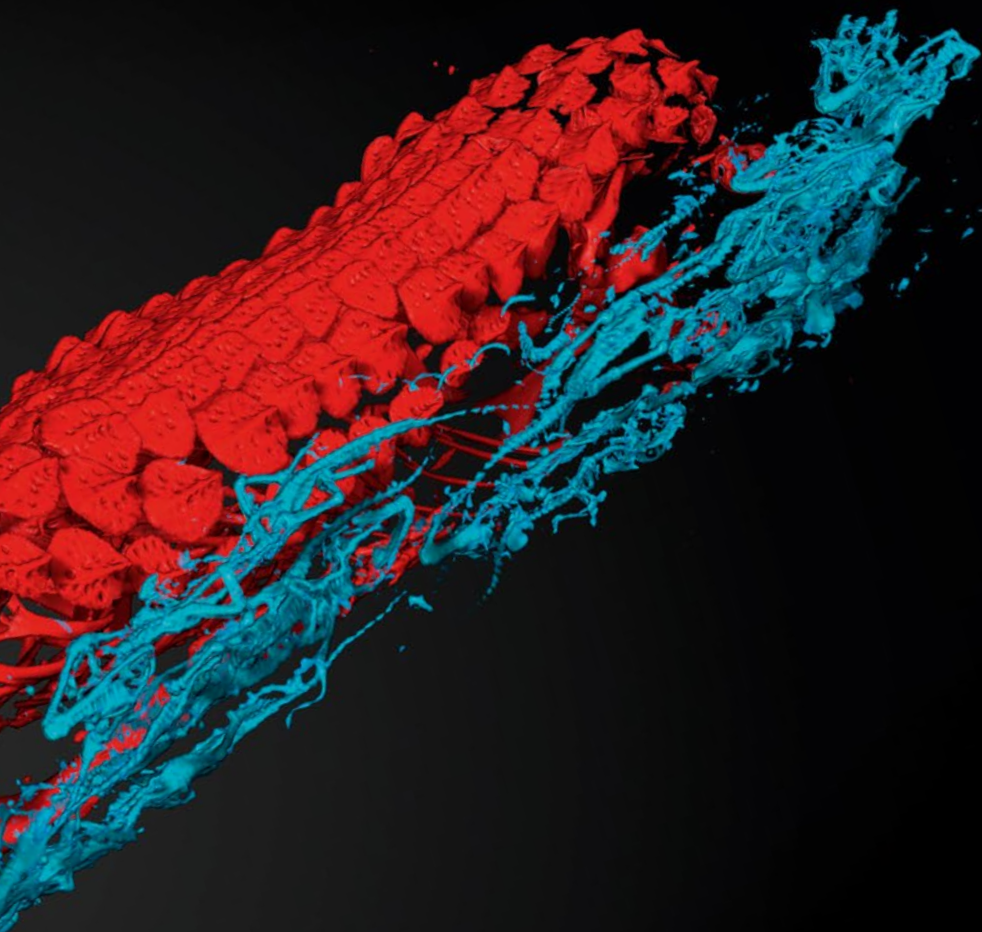


SPEKTROGRAMM

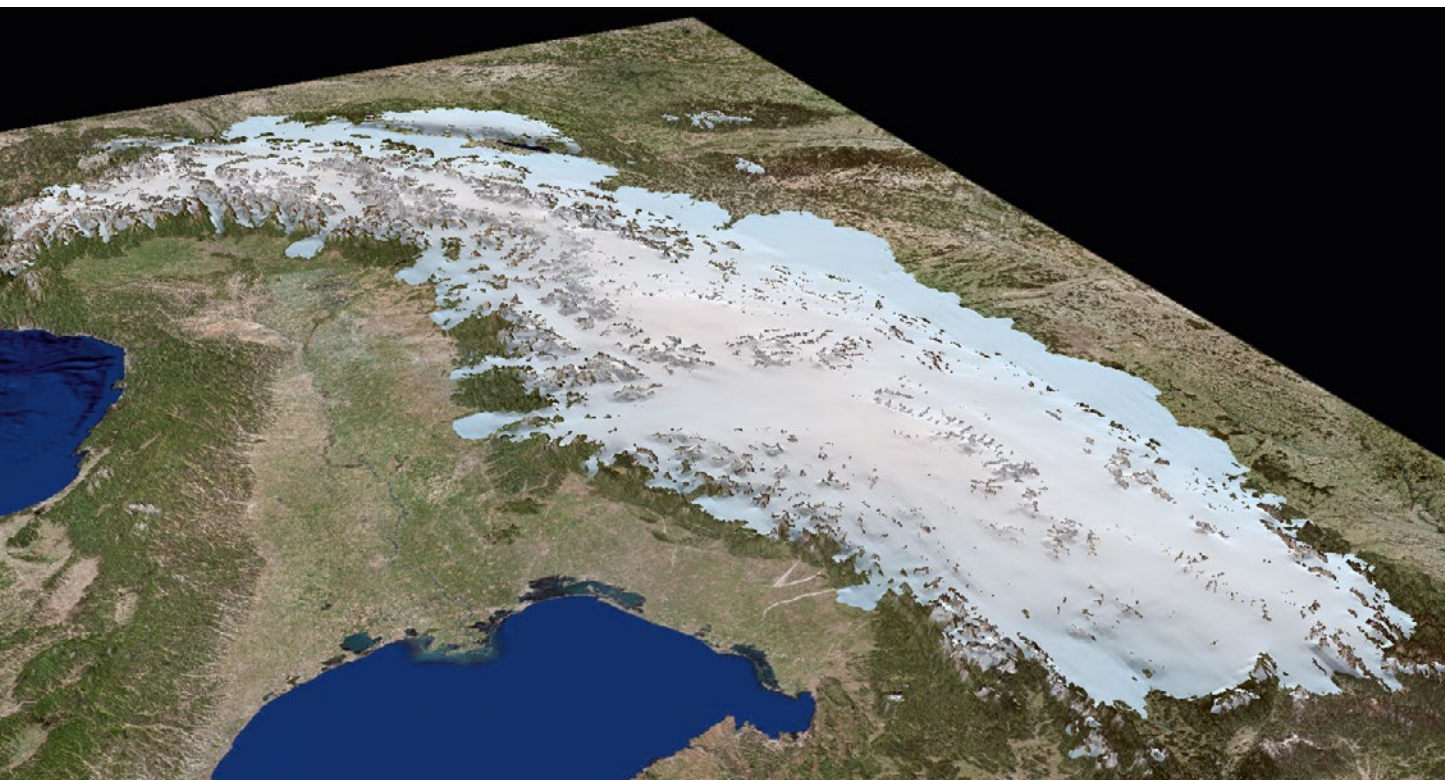




DUTCH NATIONAL MUSEUM OF ANTIQUITIES LEIDEN; SCAN: INTERSPECTRAL (WWW.RMAG.NL/ENGLISH/CURRENT/NEWS/BABY-CROCODILES/) / CC BY 4.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/4.0/LEGALCODE)

MOGELPAKET MIT BABYKROKODILEN

Wissenschaftler des niederländischen Nationalmuseums für Altertümer in Leiden haben beim computertomografischen Scan einer rund 2500 Jahre alten ägyptischen Krokodilmumie zahlreiche beigelegte Babyexemplare (in Blau hervorgehoben) entdeckt. Von ersten Röntgenbildern aus dem Jahr 1996 war bereits bekannt, dass unter den Wickeltüchern des drei Meter langen Exponats zwei junge Tiere in die Form eines größeren (rot dargestellt) gebracht worden waren. Damals waren die weiteren kleinen Skelette noch nicht aufgefallen. Vermutlich hatten die Priester vor einem Opferritual kein hinreichend stattliches Krokodil auftreiben können und sich daher so beholfen.



JÜRGEN MEY, UNIVERSITÄT POTSDAM

Dieses computererzeugte 3-D-Modell zeigt die Eiskappe, die während des Höhepunkts der zurückliegenden Kaltzeit auf den Alpen lastete. Italien ist im Bild links unten.

GEOWISSENSCHAFT WARUM DIE ALPEN WACHSEN

► Jedes Jahr gewinnen die Alpen um ein bis zwei Millimeter an Höhe. Forscher vermuteten unter anderem, das hänge mit Erosion zusammen: Wasser und Wind tragen in den Tälern das Gestein ab, und der dadurch bedingte Massenverlust lasse das Gebirge aufsteigen.

Jürgen Mey von der Universität Potsdam und sein Team haben den Prozess nun in Computermodellen nachvollzogen und stellen eine andere These auf. Demnach ist die Hebung der Alpen eine Spätfolge der letzten Kaltzeit. Während des letzteiszeitlichen Maximums

(LGM), also vor 24 000 bis vor 18 000 Jahren, sei das Gebirge von mächtigen Eispanzern nach unten gedrückt worden – und federe seit deren Abschmelzen viskoelastisch zurück. Der Effekt halte bis heute an und sei für etwa 90 Prozent der gegenwärtigen Hebungsrate verantwortlich.

Fachleute hielten es bislang für eher wenig wahrscheinlich, dass dieses Rückfedern, die so genannte isostatische Bodenhebung, die Hauptursache des Alpenwachstums ist. Im Vergleich zu dem tausende Meter dicken Eisschild, der Nordeuropa während des LGM bedeckte, erschien die Vereisung der Alpen eher unbedeutend. Mey und sein Team kommen in ihren

Modellen allerdings zu dem Schluss, die Eislast auf den Alpen habe während des LGM etwa 62 Billionen Tonnen betragen. Seit der letzten Kaltzeit sei der Großteil dieses Eises abgeschmolzen – zugleich aber nur 4 Billionen Tonnen erodierter Sedimente ins Alpenvorland geschwemmt worden. Ein bedeutender Teil der Gesteinsmassen, die in dem Gebirge per Erosion abgetragen wurden, sei in den Alpentälern hängen geblieben und habe infolgedessen keine Last von dem Gebirge genommen. Tektonische Prozesse wiederum tragen in den Alpen nur regional und untergeordnet zur Hebung bei, schreiben Mey und seine Kollegen in ihrer Fachpublikation.

Nat. Commun. 7,13382, 2016

PHYSIK UNERKLÄRLICHE MYONEN- SCHWEMME

► In der kosmischen Strahlung treten hin und wieder Teilchen auf, die zigmillionenfach mehr Energie besitzen als jene, die in irdischen Beschleunigern zirkulieren. Die extremen Exemplare haben bis zu 10^{20} Elektronvolt – vergleichbar der kinetischen Energie eines Tennisballs. Allerdings sind sie sehr selten. Pro Quadratkilometer und Jahr trifft nur etwa eines die Erdatmosphäre. Dort kollidiert es mit Luftmolekülen und erzeugt einen Schauer von tausenden so genannten Sekundärteilchen, von denen einige bis zum

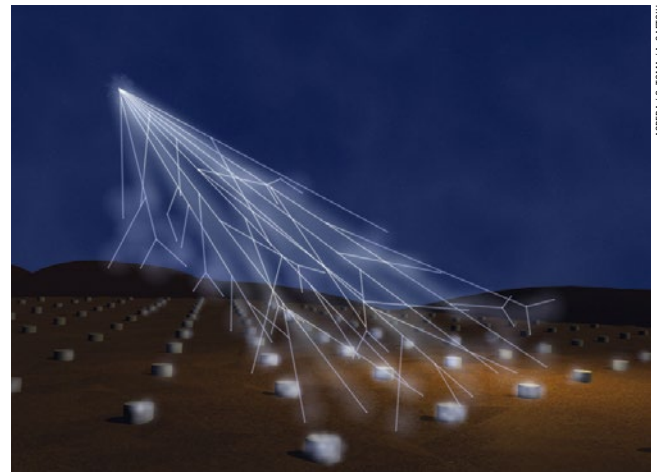
Boden vordringen. Indem man sie mit Detektoren registriert, kann man auf das ursprüngliche Teilchen zurückschließen und ermitteln, welche Prozesse es in der Atmosphäre auslöste.

Messungen mit Hilfe des Pierre-Auger-Observatoriums belegen jetzt allerdings, dass man solche Ereignisse noch unzureichend versteht. Das Observatorium deckt in Argentinien eine Fläche von 3000 Quadratkilometern ab und erfasst deshalb relativ viele Sekundärteilenschauer, die von hochenergetischen kosmischen Teilchen stammen. Die dort arbeitenden Wissenschaftler berichten, sie würden bei entsprechenden Aufprallereignis-

sen einen unerwartet hohen Anteil an Myonen beobachten – kurzlebigen Elementarteilchen, die Elektronen ähneln, aber deutlich mehr Masse besitzen. Laut den Messungen kommen bis zu 60 Prozent mehr Myonen am Observatorium an als erwartet.

Für ihre Analyse haben die Forscher 411 Ereignisse aus mehr als zehn Jahren Messzeit ausgewertet. Damit sind die neuen Daten deutlich aussagekräftiger als frühere Messungen, bei denen sich auf viel schmalere Datenbasis bereits ein Myonenüberschuss angedeutet hatte.

Eine Erklärung dafür steht noch aus. Möglicherweise wirken bei sehr hohen Teilchenenergien



ASFERA / G. TOMA / A. SAFFOU

Partikel der kosmischen Strahlung erzeugen in der Atmosphäre einen Teilchenschauer, den Detektoren am Boden registrieren.

bislang unbekannte Elementarteilchen oder Kräfte. Es könnte auch sein, dass dort Effekte zu Tage treten, die vormals unbemerkt

geblieben waren, weil sie bei geringeren Energien so gut wie keine Auswirkungen haben.

Phys. Rev. Lett. 117, S. 192001, 2016

BIOTECHNOLOGIE KÜNSTLICHE SYNAPSEN

► Nervenzellen kommunizieren miteinander, indem sie an einem synaptischen Spalt Neurotransmitter ausschütten und so Signale auf die Nachbarzelle übertragen.



THOR BALKHED, LINKÖPING UNIVERSITY

Prototyp einer künstlichen Synapse. Zum Vergleich ist links daneben eine schwedische Zehn-Kronen-Münze abgebildet, die rund zwei Zentimeter Durchmesser besitzt.

gen. Ließe sich dieses Signalsystem technisch nachahmen, könnte man defekte Nervenverbindungen künstlich wiederherstellen.

Magnus Berggren und sein Team von der Universität Linköping (Schweden) haben nun den Prototyp einer winzigen Pumpe vorgestellt, die Botenstoffe ausschüttet, sobald sie ein elektrisches Eingangssignal erhält – und zwar annähernd so schnell wie Neurone, nämlich innerhalb von 50 000stel Sekunden. Das Gerät verfügt über sechs verschiedene Austrittskanäle, die sich individuell ansteuern lassen. Die Pumpe kann verschiedene Neuronenarten, die jeweils auf spezifische Neurotransmitter reagieren, gezielt aktivieren. Das bietet große Vorteile gegenüber der herkömmlichen Reizung mit elektrischen Impulsen, die undifferenziert alle in der Nähe befindlichen Zellen anregen.

Bisher testeten die Forscher ihre Miniaturpumpe nur im Labor. Im nächsten Schritt gilt es, die Technik an Zellen anzuwenden. In Zukunft könnten Mediziner entsprechende Geräte in den menschlichen Körper einsetzen, um damit Schmerz-, Epilepsie- oder Parkinsonpatienten zu behandeln.

Sci. Adv. 2, e1601340, 2016

PLANETOLOGIE TAUMELNDER PLUTO

► Der Zwergplanet Pluto könnte in der Vergangenheit um bis zu 60 Grad gekippt sein, einhergehend mit einer Wanderung seiner Pole. Zwei Forschergruppen entnehmen das ihrer Analyse einer der markantesten Strukturen auf dem Zwergplaneten, der Eisebene Sputnik Planitia, die man wegen ihres Aussehens auch »Herz von Pluto« nennt.

Beide Teams gehen davon aus, Sputnik Planitia sei der Rest eines großen Einschlagbeckens, das vor mehr als vier Milliarden Jahren entstand. Damals prallte wohl ein größerer Bolide auf den Pluto und hinterließ einen riesigen Krater, der sich später infolge geologischer Aktivitäten verformte. Heute befindet sich dort eine rund 1000 Kilometer große Senke. In ihr haben sich gewaltige

Mengen an Stickstoff-, Methan- und Kohlenstoffmonoxideis abgelagert – vermutlich mehrere Kilometer dick.

Die Eismassen müssen ein beträchtliches Gewicht haben und dürften Pluto damit eine Unwucht verleihen. Wahrscheinlich führte das in den zurückliegenden Jahrmilliarden dazu, dass sich der Himmelskörper neu ausrichtete – und zwar so, dass Sputnik Planitia an die so genannte Gezeitenachse heranrückte, die Pluto mit seinem Hauptmond Charon verbindet. Beide Himmelskörper befinden sich heute in einer Hantelrotation, wenden sich also immer die gleiche Seite zu, weil ihre Eigenrotationen exakt so lang dauern wie ein Umlauf um ihren gemeinsamen Schwerpunkt, nämlich rund 6,4 Tage.

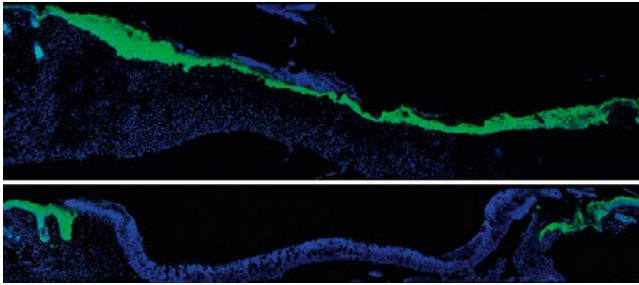
Im Zuge dieser Neuausrichtung drehte sich Pluto um schätzungsweise 60 Grad gegenüber der Rotationsachse. Seine Kruste muss dabei unter erhebliche Spannung geraten und aufgerissen sein. Das erklärt die weit verzweigten Verwerfungen und Grabenbrüche, die auf der Oberfläche des Zwergplaneten zu sehen sind. Wie dieses Netzwerk von Bruchlinien entstand, konnte eines der beiden Forscherteams im Computermodell nachvollziehen. Unklar ist jedoch, welche Rolle ein mutmaßlicher Ozean spielte, der sich 150 bis 200 Kilometer unter Plutos Oberfläche befinden soll. Indizien dafür, dass er existiert, waren erst vor wenigen Monaten entdeckt worden (siehe **Spektrum** September 2016).

Nature 10.1038/nature20148 und 10.1038/nature20120, 2016

In der Frühzeit des Sonnensystems traf ein großer Bolide den Pluto und schuf einen rund 1000 Kilometer großen Krater. Wie die Zeichnung illustriert, füllte sich dieser später mit Eis und entwickelte sich zur Eisebene Sputnik Planitia.

ILLUSTRATION: JAMES TUTTLE KEANE

LAB OF MAMMALIAN CELL BIOLOGY AT ROCKEFELLER UNIVERSITY



Neue Zellen (grün) schließen verletzte Mäusehaut (blau) – aber nicht bei gestörtem Signalaustausch mit Immunzellen (unten).

ZELLBIOLOGIE WUNDHEILUNG IM ALTER

Im Alter heilen Hautverletzungen deutlich langsamer, weil bestimmte Oberhautzellen, die hornbildenden Keratinozyten, weniger aktiv sind und nur noch eingeschränkt mit Immunzellen kommunizieren. Das haben Forscher um Elaine Fuchs von der Rockefeller University in New York jetzt herausgefunden.

Die Forscher verglichen die Wundheilung in der Haut von wenige Monate alten Mäusen mit der von zwei Jahre alten Tieren – also im Jugendalter und gegen Lebensende. Bei verletzten Jungtieren vermehren sich die Keratinozyten im umliegenden Hautgewebe und wandern in die Wunde, um sie zu schließen. Außerdem signalisieren sie Immunzellen, Mitogene (zellteilungsanregende Proteine) zu produzieren, die ihrerseits den Wundverschluss fördern.

Bei verletzten alten Mäusen teilen und bewegen sich die Keratinozyten hingegen langsamer, wie die Experimente zeigten. Außerdem regen sie die Immunzellen deutlich weniger zur Mitogenpro-

duktion an. Das Verheilen der Wunde dauert deshalb einige Tage länger als bei jungen Tieren. Behandelte das Team die alten Mäuse aber mit dem Botenstoff Interleukin-6, der Keratinozyten mobilisiert und deren Kommunikation mit den Immunzellen wiederherstellt, dann heilten die Verletzungen doppelt so schnell. Hier könnte ein Ansatzpunkt für verbesserte medizinische Behandlungen älterer Patienten liegen.

Cell 167, S. 1323–1338, 2016

KLIMASCHUTZ CO₂-EMISSIONEN STEIGEN KAUM NOCH

Die Kohlenstoffdioxid-Emissionen der Menschheit sind in den zurückliegenden zwei Jahren fast nicht mehr angestiegen – trotz wachsender Wirtschaft. Das geht aus der globalen Kohlenstoffbilanz 2016 hervor, die Forscher um Corinne Le Quéré von der University of East Anglia (Großbritannien) nun veröffentlicht haben.

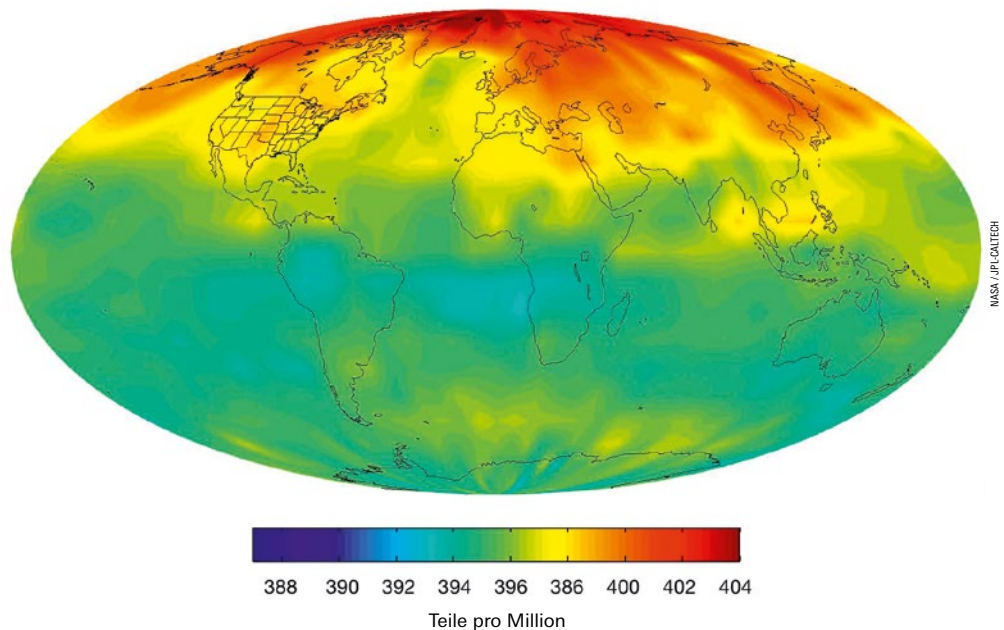
Der Anstieg der weltweiten CO₂-Emissionen lag im Jahr 2015 demnach bei nahezu null und im Jahr 2016 bei 0,2 Prozent. Das ist deutlich weniger als in den Jahren zwischen 2006 und 2015, als die Emissionen jährlich um 1,8 Prozent gestiegen waren. Maßgeblich zu der Trendverlangsamung beige-

tragen hat vor allem China, das dank höherwertiger Kohle beziehungsweise dem Umstieg von Kohle auf Öl und Gas seinen CO₂-Ausstoß in den zurückliegenden zwei Jahren leicht drosselte.

Allerdings bedeutet das keineswegs, die atmosphärische CO₂-Konzentration werde nun sinken. Denn die Menschheit stößt immer noch deutlich mehr Kohlenstoffdioxid aus, als das Erdsystem der Atmosphäre entzieht. Hinzu kommen vorübergehend erhöhte CO₂-Einträge in die Luft auf Grund des Klimaphänomens El Niño.

Die Forscher betonen deshalb, es sei nicht nur eine Stabilisierung, sondern eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen nötig, um den Temperaturanstieg – wie 2015 in Paris beschlossen – auf unter zwei Grad zu begrenzen.

Earth Syst. Sci. Data 8, S. 605–649, 2016



Kohlenstoffdioxid-Konzentration in 5 bis 9 Kilometer Höhe über dem Erdboden, gemessen im April 2013 mit Hilfe des Instruments AIRS an Bord des NASA-Forschungssatelliten »Aqua«.