

ARCHÄOLOGIE

Klima stützte und stürzte die Mayakultur

Aufstieg und Untergang der Maya waren stark vom Klima geprägt, meinen Wissenschaftler um Douglas Kennett von der Pennsylvania State University (USA). Die Forscher untersuchten einen Stalagmiten aus der Yok-Balum-Höhle, die im Südosten der Halbinsel Yukatan liegt, nahe an bedeutenden Zentren der Mayakultur.

Laut Uran-Thorium-Datierungen sind die oberen rund 40 Zentimeter

des Stalagmiten in den vergangenen 2000 Jahren kontinuierlich gewachsen. Entlang dieses Bereichs nahmen die Forscher zahlreiche Proben und bestimmten darin das Verhältnis der Sauerstoffisotope ^{18}O und ^{16}O . Da dieses von der Menge des Regenwassers abhängt, das in die Höhle sickert, liefern die Ergebnisse einen Überblick über die Niederschläge der zurückliegenden zwei Jahrtausende. Demnach

regnete es zwischen 440 und 660 n. Chr. in der Region sehr viel. Anschließend wurde das Klima deutlich trockener, gefolgt von einer lang anhaltenden Dürre zwischen 1020 und 1120.

Der Vergleich mit datierten Texten, in denen die Maya wichtige gesellschaftliche Ereignisse festgehalten haben, zeigt: Während der Regenzeit nahm die Bevölkerungszahl stark zu, wuchs der Wohlstand und entstanden wichtige Städte wie Tikal. In den Trockenperioden dagegen häuften sich politische Unruhen und Kriege, und die Machtzentren verlagerten sich ins nördliche Yukatan, wo die Kultur um 1100 zerfiel. Als Grund für den Klimawandel um 660 herum vermuten die Forscher eine Verschiebung der »inner-tropischen Konvergenzzone«, eines äquatornahen Regengürtels, und Veränderungen in der El-Niño-Häufigkeit.

Science 338, S. 788–791, 2012



DOUGLAS KENNETT, PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY

An dieser Stelle der Yok-Balum-Höhle sammelten Forscher den emporwachsenden Tropfstein ein, der das frühere Klima auf Yukatan rekonstruieren half.

Spektrum DER WISSENSCHAFT DIE WOCHE

Mehr aktuelle Studien und Analysen lesen Sie jeden Donnerstag in

Spektrum DER WISSENSCHAFT DIE WOCHE

- **Biotechnologie:**
Organe aus dem Labor
- **Kryosphäre:**
Vorstoß in die Isolation
- **Klimapolitik:**
»Kyoto hat versagt«

www.spektrum.de/diewoche

Deutschlands erstes wöchentliches Wissenschaftsmagazin!

PHYSIK

Für die Supersymmetrie wird es eng

Erstmals haben Physiker am europäischen Kernforschungszentrum CERN mit sehr hoher Messsicherheit die Rate bestimmt, mit der B_s^0 -Mesonen in Myonen zerfallen. Ihre Ergebnisse bestätigen das Standardmodell der Elementarteilchenphysik, widersprechen aber vielen Modellen von supersymmetrischen Theorien.

B_s^0 -Mesonen – das »s« steht für »strangeness«, Seltsamkeit – bestehen aus einem schweren Bottom-Antiquark und einem Strange-Quark. Ihr Zerfall in zwei Myonen ereignet sich laut Standardmodell extrem selten: Auf eine Milliarde Zerfälle kommen nur drei dieses Typs, wie theoretische Berechnungen ergeben haben. Die jetzt gewonnenen experimentellen Daten stimmen damit gut überein.

Allerdings geraten dadurch Theorien in Bedrängnis, die eine supersym-

metrische Erweiterung des Standardmodells vorsehen. Denn sie sagen für diesen Zerfallstyp eine wesentlich größere Häufigkeit vorher. Von der Supersymmetrie hatten sich die Physiker unter anderem erhofft, dass sie das Wesen der Dunklen Materie erklären könne. Laut Pierluigi Campana, dem Sprecher des LHCb-Experiments am europäischen Teilchenbeschleuniger LHC, werden supersymmetrische Modelle von den neuen Messungen zwar nicht ausgeschlossen, aber stark eingeschränkt. Noch sind die Ergebnisse jedoch nicht endgültig. Um abschließende Aussagen zu treffen, müssen die Physiker weitere LHC-Daten analysieren.

Tagungsbeitrag auf dem »Hadron Collider Physics Symposium 2012« in Kyoto, Japan: <https://cdsweb.cern.ch/record/1493303?ln=de>

Korallen rufen Fische zu Hilfe



DANIELLE DICKSON, GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Eine Blaupunkt-Korallengrundel steuert Meeresalgen (rechts, grün) an, die gerade dabei sind, Steinkorallen zu überwuchern.

Wenn Steinkorallen Gefahr laufen, von Meeresalgen überwuchert zu werden, locken sie bestimmte Fische an, welche die Algen fressen. Das nützt nicht nur den Korallen, sondern auch den Fischen, berichten Forscher um Mark Hay vom Georgia Institute of Technology (USA).

Steinkorallen der artenreichen Gattung *Acropora* leisten einen wichtigen Beitrag zum Aufbau von Riffen. Wie die Forscher herausfanden, gibt die Steinkoralle *Acropora nautica* chemische Duftstoffe ins Meerwasser ab, wenn sie in Kontakt mit der giftigen Meeresalge *Chlorodesmis fastigiata* kommt. Die Substanzen locken verschiedene Fische herbei, unter anderem Blaupunkt-Korallengrundeln (*Gobiodon histrio*). Diese weiden die Algen dann von den befallenen Korallen ab. Anschließend sind die Fische besser vor Fressfeinden geschützt, denn der giftige Schleim, den sie zum Selbstschutz absondern, wirkt dann stärker. Die dafür verantwortlichen Toxine sind aber noch unbekannt.

Offenbar reagieren die Grundeln nur auf Hilferufe von Korallenarten, in deren Kolonien sie sich natürlicherweise häufig aufhalten. Gefahrensignale von anderen Korallen, selbst von eng verwandten, scheinen sie zu ignorieren.

Science 338, S. 804, 2012

Planet ohne Stern – quasi um die Ecke

Philippe Delorme vom Institut für Planetologie und Astrophysik in Grenoble und seine Mitarbeiter haben einen Himmelskörper beobachtet, bei dem es sich wahrscheinlich um einen Planeten ohne Mutterstern handelt. Er ist zwar nicht der erste Kandidat für diese Art von Objekten, doch liegt

CFBDSIR2149 uns von allen bisher entdeckten am nächsten und lässt sich daher vergleichsweise gut untersuchen.

Die Astronomen erspähten den etwa 100 Lichtjahre entfernten Himmelskörper mit der Infrarotkamera des Canada-France-Hawaii Telescope auf Hawaii. Weitere Beobachtungen ergaben, dass sich CFBDSIR2149 etwa genauso schnell und in dieselbe Richtung bewegt wie einige Sterne im benachbarten AB-Doradus-Bewegungshaufen. Dieser umfasst zirka 30 Sonnen, die mit 50 bis 120 Millionen Jahren noch relativ jung sind. Wahrscheinlich gehört der einsame Planet dem Haufen an und dürfte

somit ebenfalls jung sein. Aus seinem Infrarotspektrum leiteten die Forscher ab, dass er eine Oberflächentemperatur von etwa 430 Grad Celsius und eine Masse von vier bis sieben Jupitermassen besitzt.

Allerdings sind diese Abschätzungen nur korrekt, wenn CFBDSIR2149 tatsächlich zum AB-Doradus-Bewegungshaufen gehört und damit ein entsprechend eingrenzbare Alter hat. Alternativ könnte es sich bei ihm auch um einen Braunen Zwerg handeln, der es auf mehr als 13 Jupitermassen bringt. Braune Zwerge sind zwar massereicher als Gasplaneten, aber dennoch zu klein, um ein Fusionsfeuer in ihrem Innern zu unterhalten.

Astronomy & Astrophysics 548, A26, 2012



Infrarotaufnahme des einsamen Planeten CFBDSIR2149 (dunkelblau, siehe Pfeil).

TECHNIK

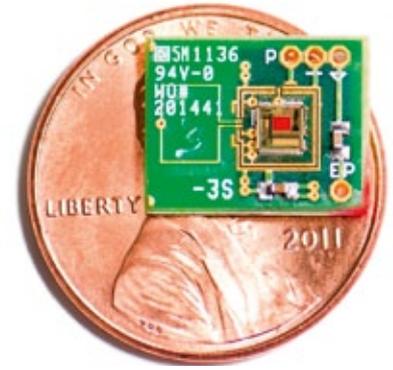
Das Innenohr als Stromquelle

Forscher um Konstantina Stankovic vom Massachusetts Institute of Technology (USA) ist es gelungen, eine elektrische Spannung im Innenohr anzuzapfen und damit ein Gerät zu betreiben. Möglicherweise lässt sich das Verfahren nutzen, um medizinische Implantate zu entwickeln, die weder auf Batterien noch auf drahtlose Energieversorgung angewiesen sind.

Die Cochlea (Hörschnecke) im Innenohr von Säugetieren enthält mehrere flüssigkeitsgefüllte Hohlräume. Ionenpumpen erzeugen ein Natrium-Kalium-Konzentrationsgefälle zwischen diesen Räumen – und damit eine elektrische Potentialdifferenz von etwa 100 Millivolt. Mit Hilfe dieser Spannung wandelt das Innenohr die

Vibrationen des Trommelfells in elektrochemische Signale um.

Über zwei Mikroelektroden griff das Forscherteam die Innenohrpotentialdifferenz von Meerschweinchen (*Cavia porcellus*) ab und betrieb damit einen Elektronikchip, der regelmäßig Radiosignale aussendete. Deren Frequenz ließ auf die Größe der Potentialdifferenz schließen – der Chip diente also als medizinischer Sensor. Er ließ sich mit einer elektrischen Leistung im Nanowattbereich bis zu fünf Stunden lang betreiben. Den Hörsinn der Tiere beeinträchtigte das Verfahren zwar nur geringfügig, aber messbar. Offenbar ließen sich Verletzungen des Gewebes mit den verwendeten Elektroden, die zwei Mikrometer Durchmesser hatten,



Der Chip, den die Forscher mit der Potentialdifferenz des Innenohrs betrieben, ist deutlich kleiner als eine Dollarcent-Münze.

nicht völlig vermeiden, folgern die Forscher. Künftig sei eine weitere Verkleinerung der Elektroden nötig.

Nature Biotechnology
10.1038/nbt.2394, 2012

KLIMAFORSCHUNG

Tödliche Hitze in der Trias

Vor 250 Millionen Jahren wurde die Erde vom größten Massensterben ihrer Geschichte heimgesucht: 90 Prozent der Meereslebewesen und 70 Prozent der Landbewohner gingen zu Grunde. Verantwortlich dafür war eine sehr starke und rasche Zunahme der Temperaturen. Das hat ein Team um Yadong Sun von der China University of Geosciences anhand von Fossilien in Meeresbodensedimenten belegt.

Die Forscher bestimmten das Verhältnis der Sauerstoffisotope ^{16}O

und ^{18}O in versteinerten Überresten von Conodonten, heute ausgestorbenen wasserlebenden Chordatieren. Dieses Verhältnis sagt etwas über die damaligen Umweltbedingungen aus, da die Tiere je nach vorherrschender Wassertemperatur unterschiedliche Mengen der Isotope einlagerten. Laut den Analysen kam es am Übergang zwischen Perm und Trias vor etwa 250 Millionen Jahren zu einer verheerenden Hitzewelle. In nur 800 000 Jahren stiegen die Wassertemperaturen am

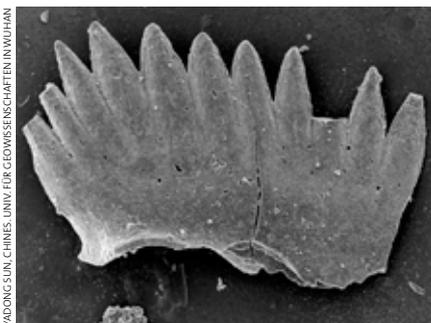
Äquator von 21 Grad Celsius zunächst auf 36 und dann, nach kurzer Abkühlung, sogar auf 38 bis 40 Grad.

Auslöser waren vermutlich gewaltige Vulkanausbrüche in Nordsibirien. Deren Magmaflüsse überfluteten eine Fläche von rund sieben Millionen Quadratkilometern – die Hälfte des heutigen Sibiriens – bis zu drei Kilometer hoch. Dabei setzten sie enorme Mengen an Kohlendioxid frei, was einen galoppierenden Treibhauseffekt nach sich zog.

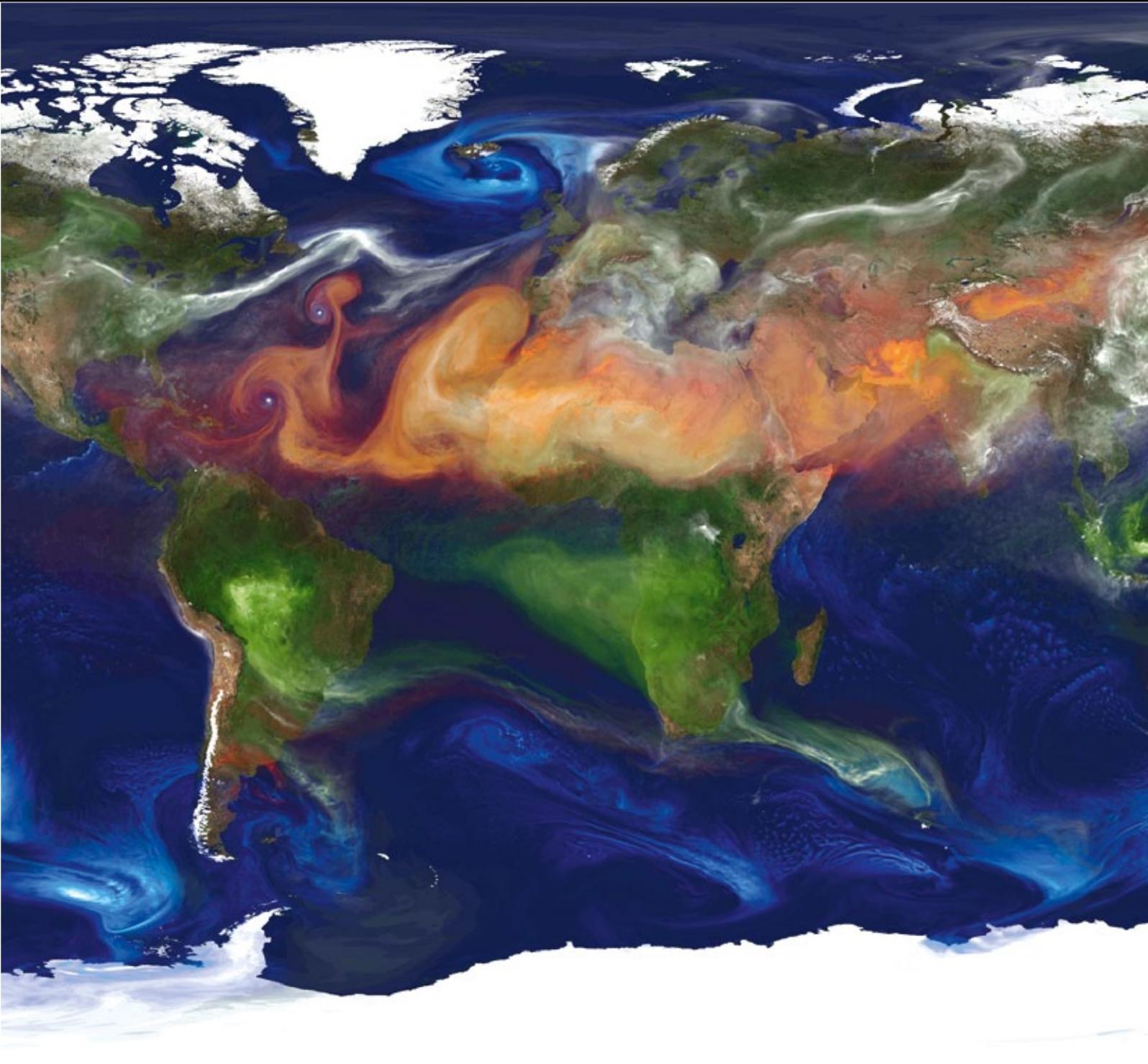
Die Erwärmung brachte viele Organismen in Bedrängnis, insbesondere Meeresbewohner. Arten, denen es nicht gelang, in kühlere Regionen auszuweichen, starben aus, wie die Forscher schreiben. Das spiegelt sich im Fossilienbefund aus jener Zeit, dem zufolge in den äquatornahen Regionen damals die meisten Tier- und Pflanzenspezies verschwanden.

Science 338, S. 366–370, 2012

Überrest eines Conodonten aus der frühen Trias (Elektronenmikroskopaufnahme). Die Fossilien dieser Tiere ähneln äußerlich den Zähnen von Kiefermäulern, haben aber einen anderen evolutionären Ursprung. Conodonten gehörten zu den Tiergruppen, die das Massensterben vor 250 Millionen Jahren überlebten. Daher gibt es von ihnen Fossilien aus allen Phasen der Krise.



YADONG SUN, CHINES. UNIV. FÜR GEOWISSENSCHAFTEN IN WUHAN



WILLIAM PUTMAN, NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER

FEINSTAUB IM BLICK

Diese Simulation der NASA zeigt die Aerosolverteilung in der Atmosphäre auf zehn Kilometer genau (Ausschnitt). Orange dargestellt ist Wüstenstaub, der von den Passatwinden verweht wird und wichtigen Mineraldünger liefert, beispielsweise für die Regenwälder Südamerikas. Grün markiert sind Rußpartikel, die vor allem aus den Rodungsfeuern Amazoniens, der indonesischen Inseln und der afrikanischen Savanne stammen. Sulfate aus Vulkanausbrüchen oder aus

der Verfeuerung fossiler Brennstoffe sind weiß gekennzeichnet. Sie zeigen etwa die Luftverschmutzung über Ostasien (rechter Bildrand). In Blau erscheinen Salzpartikel aus den Ozeanen, die mit der Gischt in die Luft gerissen und dann über die atmosphärische Zirkulation weiterverteilt werden. Sie finden sich vor allem in der Westwindzone auf der Nordhalbkugel sowie den entsprechenden Breiten im Südpolarmeer.

PNAS 109, S. 17490–17494, 2012