



Erosionsprozesse in neu aufgefalteten Gebirgen – hier am Monte Disgrazia in den Ostalpen – können nicht erklären, warum sich die Erde vor 40 Millionen Jahren abzukühlen begann.

## GEOLOGIE

### Keine Abkühlung durch Gebirge

■ Trotz aller Diskussionen um die globale Erwärmung befindet sich die Erde seit Längerem in einer relativ kühlen Phase ihrer Klimageschichte. So bildete sich vor 34 Millionen Jahren die antarktische Eisdecke, und vor etwa 3 Millionen Jahren gefror auch das Meer am Nordpol.

Einer gängigen Theorie zufolge könnte die letzte große Gebirgsbildungsphase, die im Miozän (vor 23 bis 5 Millionen Jahren) ihren Höhepunkt erreichte und unter anderem die Anden und den Himalaja schuf, die treibende Kraft der Abkühlung gewesen sein, die vor etwa 40 Millionen Jahren einsetzte. Das Auftürmen riesiger Gesteinsmassen sollte demnach für eine Zunahme der Erosion gesorgt haben.

Dadurch würde der Atmosphäre auf zwei Wegen Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) entzogen: Einerseits verbrauchen chemische Pro-

zesse das Treibhausgas bei der Verwitterung, andererseits werden organische Substanzen, die bei der Fotosynthese aus atmosphärischem  $\text{CO}_2$  und Wasser entstanden sind, mit dem Erosionsschutt ins Meer geschwemmt und an dessen Grund abgelagert. So sollte die Atmosphäre an Kohlendioxid verarmen und die Erde sich abkühlen.

Jane K. Willenbring und Friedhelm von Blanckenburg vom GeoForschungsZentrum Potsdam haben bei umfangreichen Untersuchungen jedoch herausgefunden, dass der Eintrag von erodiertem Gestein in die Ozeane trotz der neu aufgefalteten Gebirgsmassive nicht zunahm. Ebenso wenig hat sich, wie Isotopenanalysen ergaben, die Verwitterung intensiviert. Die populärste Erklärung für die Abkühlung seit dem mittleren Eozän scheint damit widerlegt.

*Nature, Bd. 465, S. 211*

## CHEMIE

### Grundchemikalien aus Biomasse

■ Kohlenhydrate wie Zellulose oder Stärke bieten sich als Ersatz für das immer teurer werdende Erdöl an, dessen Nutzung zudem klimaschädliche Kohlendioxidemissionen verursacht. Um auch als Rohstoffbasis für die chemische Industrie zu taugen, müssen sie allerdings einfache Grundchemika-

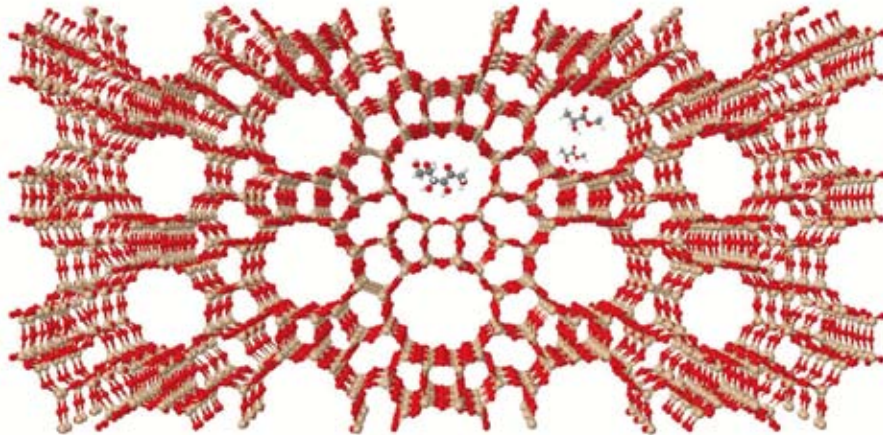
lien liefern. Dazu braucht man bisher jedoch teure Enzyme. Jetzt hat ein Team um Martin Spangsborg Holm von der Technischen Universität Dänemark in Lyngby einen klassischen chemischen Katalysator vorgestellt, der einfache Zucker wie Glukose und Fruktose zu Methyl-

milchsäure umsetzt. Diese Verbindung würde sich als universelles Ausgangsmaterial für viele verschiedene Produkte und Anwendungen eignen. Aus Milchsäure gewinnt man heute schon in großem Maßstab bioabbaubare Kunststoffe.

Der Katalysator trägt die Bezeichnung Sn-Beta und wirkt als starke Säure. Es handelt sich um einen so genannten Zeolithen: ein mikroporöses Mineral, dessen Grundstruktur ein Gitter aus Aluminium, Silizium und Sauerstoff ist. Etliche günstige Eigenschaften lassen seine Weiterentwicklung aussichtsreich erscheinen. So ist der Katalysator nach Angaben der Forscher stabil und bleibt über viele Reaktionszyklen unvermindert aktiv. Zudem erzeugt er sehr selektiv das gewünschte Produkt, liefert daneben in kleineren Mengen aber auch andere interessante Verbindungen. Mit dem neuen chemischen Weg zur Methylmilchsäure sollte Biomasse, so hoffen die Forscher, als Rohmaterial für die chemische Industrie langfristig auch wirtschaftlich mit dem Erdöl konkurrieren können.

*Science, Bd. 328, S. 602*

MARTIN SPANGSBERG HOLM, TU DÄNEMARK / SCIENCE/AAAS



In den Hohlräumen des Zeolithen Sn-Beta werden einfache Zucker zu Methylmilchsäure umgesetzt, die sich als Ausgangsstoff für viele chemische Produkte eignet.



**PARASITISMUS**

## Mit Komplexität gegen Kuckuckseier

Nach dem Schlüpfen haben die Küken der Rahmbrustprinie (rechts) gegen die deutlich größeren des Kuckuckswebers (links) kaum eine Chance.

CLAIRE SPOTTISWOODE, UNIVERSITY OF CAMBRIDGE

■ Weltweit existieren unter den Vögeln sieben Arten von Brutparasiten; hier zu Lande ist der Kuckuck wohl die bekannteste. Doch während die Vertreter in Europa und Nordamerika evolutionär noch relativ jung sind, liefern sich in den Tropen der Kuckucksweber (*Anomalospiza imberbis*) und die Rahmbrustprinie (*Prinia subflava*) aus der Familie der Grasmücken möglicherweise schon seit 20 Millionen Jahren ein evolutionäres Wettrüsten in Sachen Täuschung und Entlarvung. Claire N. Spottiswoode und Martin Stevens von der University of Cambridge haben nun erforscht, wie sich die Prinien vor den Parasiten zu schützen suchen.

Bei ihrem Experiment legten die Forscher über 100 fremde Eier in Nester der Grasmücken und beobachteten, welche abgelehnt

wurden. Zur Analyse von Farbgebung und Zeichnung verwendeten sie einen Computer und fütterten ihn mit spektroskopischen Daten, um das Sehvermögen der Vögel zu imitieren. Da diese ultraviolette Licht und ein breiteres Farbspektrum wahrnehmen können, erschließen sich ihnen Unterscheidungsmerkmale, die für Menschen unsichtbar bleiben.

Wie sich zeigte, sind die Prinien erstaunlich gut im Erkennen fremder Eier. Sie registrieren schon geringe Abweichungen in Färbung und Musterung. Allerdings ignorieren sie erstaunlicherweise ein offensichtliches Merkmal: »Kritzellinien« auf ihren Eiern, die bei den Imitaten fehlen.

PNAS, Bd. 107, S. 8672

**GENETIK**

## Pilzen färbt Läuse bunt

■ Karotinoide geben vielen Obst- und Gemüsesorten ihre Farbe und sind für den Menschen unverzichtbar: Auch als Provitamin A bezeichnet, erhalten sie beispielsweise unser Sehvermögen, stärken das Immunsystem und schützen vor Zellschäden. Wir müssen sie mit der Nahrung aufnehmen, und das Gleiche schien bisher für alle anderen Tiere zu gelten. Doch nun entdeckten Nancy A. Moran und Tyler Jarvik von der University of Arizona in Tucson, dass Erbsenläuse (*Acyrthosiphon pisum*) ihre Karotinoide selbst produzieren können: Im jüngst entzifferten Erbgut der Insekten fanden sich die dafür nötigen Gene.

Deren Herkunft erwies sich als höchst ungewöhnlich: Sie stammen, wie der

Vergleich verschiedener DNA-Sequenzen ergab, höchstwahrscheinlich von einem Pilz. Dass Mikroorganismen durch »horizontalen Gentransfer« Erbinformationen untereinander austauschen, ist bekannt. Eine Übertragung zwischen so verschiedenartigen Organismengruppen wie Pilz und Insekt galt bisher jedoch als nahezu ausgeschlossen. Die Wissenschaftler nehmen an, dass die Gene schon seit Jahrmillionen dem Erbgut der Läuse angehören und dass der Pilz, der sie einst spendete, in einer engen Beziehung zu den Insekten stand – entweder als ihr Schädling oder als Scharotzer an ihren Futterpflanzen.

Auch die Ursache der bislang rätselhaften Farbunterschiede zwischen einzelnen Tieren kam bei der Untersuchung ans Licht. Grüne Erbsenläuse produzieren nur gelb-orange Karotinoide, rote dagegen zusätzlich zwei rote Pigmente.

Science, Bd. 328, S. 624



CHARLES HEDGECOCK, R.B.P. FÜR DIE UNIVERSITY OF ARIZONA

Rote Erbsenläuse enthalten zwei Pigmente, deren Produktion bei den grünen – vielleicht aus Tarnungsgründen – unterdrückt ist.



XING LIDA AND SONG QIUN

Diese künstlerische Darstellung von *Similicaudipteryx* zeigt das sehr unterschiedliche Gefieder von Jungtieren und ausgewachsenen Exemplaren.

PALÄONTOLOGIE

## Dinosaurier in der Mauser

■ Bei etlichen Vogelarten unterscheiden sich Jungtiere und Erwachsene deutlich voneinander, weil sich ihr Federkleid während des Heranwachsens stark ändert. Dies könnte auch schon bei gefiederten Sauriern in der frühen Kreidezeit der Fall gewesen sein, wie nun Paläontologen um Xing Xu von der chinesischen Akademie der Wissenschaften in Peking vermuten. Sie verglichen das fossile Gefieder zweier Vertreter der Gattung *Similicaudipteryx* aus dem heutigen China, die in verschiedenen Entwicklungsstadien gestorben waren.

Das ältere Tier hat neben zehn primären zwölf sekundäre Schwungfedern, die beim jüngeren Saurier fehlen. Seine Schwanzfedern verfügen wie diejenigen moderner Vögel bereits über einen Kiel und Federäste. Beim Jungtier weisen sie dagegen eine bandartige Struktur auf, die für eine frühe Phase der Federevolution typisch ist und heute nicht mehr vorkommt.

Die einzelnen Federtypen scheinen sich beim Heranwachsen unterschiedlich schnell entwickelt zu haben: Während die Schwungfedern beim Jungtier deutlich kürzer sind als die Schwanzfedern, erscheinen sie bei dem älteren Saurier fast genauso lang. Demnach hatten sie für erwachsene Tiere, so Xu und Kollegen, wohl eine größere Bedeutung – auch wenn unklar bleibt, worin diese bestand; denn *Similicaudipteryx* konnte vermutlich nicht fliegen.

Insgesamt schließen die Forscher aus ihrer Untersuchung, dass die Federn der Saurier vielfältiger waren als die der heutigen Vögel.

Nature, Bd. 464, S. 1338

TOXINE

## Algengift kann Demenz auslösen

■ Die Amyotrophe Lateralsklerose (ALS) ist eine fortschreitende neurologische Erkrankung unbekannter Ursache, bei der das motorische Nervensystem allmählich zerstört wird. An einer Variante namens ALS/PDC, die zusätzlich zur Demenz führt, litten um 1950 ungewöhnlich viele Bewohner der Insel Guam im Westpazifik. Als wahrscheinlichste Ursache gilt in diesem Fall der Giftstoff BMAA, den symbiotische Zyanobakterien in den Wurzeln von Palmfarnen produzieren. Von dort gelang es in die Samen der Pflanzen, die den Inselbewohnern zur Mehlproduktion dienen.

Jetzt untersuchten Forscher um Sara Jonasson von der Universität Stockholm Zyanobakterien, die in der Ostsee vorkommen und dort gelegentlich »Algenblüten« verursachen. Dabei zeigte sich, dass auch

bei ihnen die BMAA-Produktion weit verbreitet ist. Die Giftkonzentration liegt zwar deutlich niedriger als bei den landlebenden tropischen Arten, über die Nahrungskette reichert sich das Toxin jedoch immer weiter an. Insbesondere in Muscheln und bestimmten Fischarten fanden die Forscher große Mengen davon.

Zu den verseuchten Meerestieren zählten auch Speisefische. Zwar befindet sich das meiste Gift in den Gehirnen, die üblicherweise nicht verzehrt werden. Doch da durch menschliche Eingriffe in die Ökosysteme massenhafte Vermehrungen der Blaualgen immer häufiger auftreten, steigt möglicherweise auch das Vergiftungsrisiko, geben die Forscher zu bedenken. Tatsächlich scheint die Zahl der neuen ALS-Fälle in Schweden zuzunehmen.

PNAS, Bd. 107, S. 9252

KÜNSTLICHES LEBEN

## Bakterium mit synthetischem Erbgut

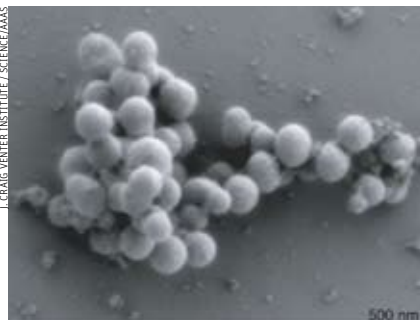
■ Schon 2007 bauten Forscher um den US-Biochemiker Craig Venter das Genom eines Mikroorganismus chemisch nach. Später fanden sie in gezielten Versuchen heraus, wie sich das Erbgut eines Bakteriums erfolgreich in ein anderes übertragen lässt. Nun kombinierte der »Herr der Gene« beide Verfahren, um die erste »synthe-

tische Zelle« zu erzeugen: Mit seinem Team setzte Venter aus einzelnen Nukleotiden das komplette Genom des Bakteriums *Mycoplasma mycoides* in leicht abgewandelter Form zusammen und überführte es in dessen nahen Verwandten *M. capricolum*.

Da sich mit chemischen Methoden bisher nur relativ kurze DNA-Abschnitte herstellen lassen, übertrugen die Forscher die Teilstücke zunächst in Hefe, deren DNA-Reparaturmechanismus sie zu größeren Einheiten zusammenfügte. Nach drei solchen Runden war schließlich ein bakterielles Genom mit einer Gesamtlänge von über einer Million Basenpaaren entstanden. Um das Syntheseprodukt von natürlichem Bakterienerbgut unterscheiden zu können, bauten die Wissenschaftler zusätzliche Gensequenzen als Erkennungsmerkmal ein.

Mit dem neuen Genom produzierte das ehemalige *M. capricolum* nur noch Proteine von *M. mycoides* und übernahm dessen Erscheinungsbild. Die Zellen entwickelten sich normal und konnten sich sogar vermehren. Venter und sein Team hoffen nun, künftig maßgeschneiderte Genome zusammenbauen zu können und Bakterien damit zu befähigen, beispielsweise Kraft- oder Impfstoffe herzustellen.

Science, Online-Vorabveröffentlichung



Die synthetischen Bakterien sehen völlig normal aus (oben) und können sich sogar teilen (unten).

# Exotischer Ur-Tintenfisch

Seit Anfang des vergangenen Jahrhunderts befand sich im Royal Ontario Museum in Toronto (Kanada) die Versteinerung eines rund 500 Millionen Jahre alten Tiers aus dem Burgess-Schiefer in den Rocky Mountains. Sein Aussehen war so seltsam, dass es sich nicht klassifizieren ließ. 1976 erhielt es nach einer vorläufigen Beschreibung den Namen *Nectocaris pteryx*. Doch seither wurden 91 neue, teils sehr viel besser erhaltene Fossilien des exotischen Urwesens entdeckt – darunter das hier gezeigte. Mit ihrer Hilfe konnten Martin R. Smith und Jean-Bernard Caron von der University of Toronto nun eine Zuordnung treffen. Demnach waren die zwei bis vier Zentimeter langen Tiere – unten eine Rekonstruktion – frühe Vorläufer der Kraken. An ihrem flachen Körper mit seitlichen Drachenflügeln saßen große Stielaugen und ein Tentakelpaar zum Beutefangen. Eine trichterartige Struktur am Kopf diente höchstwahrscheinlich als Wasserdüse zur Fortbewegung. Nach dieser Klassifizierung von *Nectocaris* gab es Kopffüßer schon 30 Millionen Jahre früher als bisher angenommen.

