

## UMWELT

### Wenn Froschmännchen Eier legen

Ein männlicher Krallenfrosch, der durch Atrazin weibliche Geschlechtsorgane entwickelt hat, lässt sich begatten und bekommt Nachwuchs, aber nur männlichen.



TYRONE B. HAYES, UC BERKELEY

Das weit verbreitete Herbizid Atrazin steht im Verdacht, für den weltweiten Schwund von Amphibien mitverantwortlich zu sein. Forscher um Tyrone Hayes von der University of California in Berkeley konnten diesen Verdacht nun erhärten. Demnach lässt die Chemikalie Männchen des Krallenfroschs verweiblichen.

Die Wissenschaftler setzten die Tiere vom Schlupf bis zur Geschlechtsreife Atrazinmengen aus, die unter dem Trinkwassergrenzwert der US-Umweltschutzbehörde liegen und auch in der Natur vorkommen. Zwar zeigten alle erwachsenen Männchen zunächst geschlechtsspezifische Merkmale, zehn Prozent entwickelten aber weibliche Sexualorgane und konnten sich mit anderen Männchen fortpflanzen. Auch

bei den Fröschen, die nicht vollständig ihr Geschlecht wechselten, reduzierte Atrazin die Testosteron- und Spermienproduktion sowie die Fruchtbarkeit. Auch das Paarungsverhalten unterdrückte es.

Da die verweiblichten Männchen nur männlichen Nachwuchs produzieren können, halten es die Wissenschaftler um Hayes für möglich, dass auf Grund des stark verschobenen Geschlechterverhältnisses ganze Populationen aussterben. Das gelte umso mehr, als bereits geringe Mengen der Chemikalie diese Wirkung zeigen. In den USA könne die Konzentration selbst im Regenwasser teilweise höher sein. In der Europäischen Union ist der Einsatz von Atrazin verboten.

PNAS, Online-Vorabveröffentlichung

## KLIMATOLOGIE

### Stratosphäre kühlt

Wasserdampf beeinflusst das Erdklima viel stärker als Kohlendioxid. Bisherige Klimamodelle berücksichtigen allerdings fast ausschließlich den Wassergehalt der untersten Atmosphärenschicht: der Troposphäre. Kürzlich nahmen Forscher um Susan Solomon vom NOAA Earth System Research Laboratory in Boulder (Colorado) auch die darüberliegende Stratosphäre ins Visier. Aus Messdaten verschiedener Satelliten rekonstruierten sie deren Luftfeuchte für die vergangenen Jahrzehnte. Dabei machten sie eine ebenso unerwartete wie bislang unerklärliche Entdeckung: Während der Wasseranteil der Stratosphäre im letzten Viertel des vergangenen Jahrhunderts deutlich anstieg, ist er seither um rund zehn Prozent zurückgegangen.

Bei verringertem Gehalt an Wasserdampf erwärmt sich die Stratosphäre, weil sie weniger Infrarotstrahlung zur Erdoberfläche zurückwirft. Zum Ausgleich dafür kühlen sich die erdnahen Luftschichten ab. Dies erkläre zumindest zum Teil, warum die Erderwärmung seit der Jahrtausendwende stagniere, meinen die Forscher. Desgleichen könnte die zunehmende Luftfeuchte in der Stratosphäre zwischen 1980 und 2000 den damaligen Temperaturanstieg mit verursacht haben.

Science, Online-Vorabveröffentlichung

## ASTRONOMIE

### Bodenteleskop misst Gase auf Exoplanet

Bei der Suche nach Leben auf fernen Planeten ist die Zusammensetzung ihrer Atmosphäre ein wichtiges Kriterium. Hinweise auf die Gashülle eines Himmelskörpers birgt die Strahlung, die uns von ihm erreicht. Bisher waren allerdings nur die Weltraumteleskope Hubble und Spitzer in der Lage, im Licht eines Exoplaneten typische Spektrallinien einzelner Molekülarten aufzuspüren. Turbulenzen in der Erdatmosphäre und die Rotation des Globus verhinderten die nötigen präzisen Langzeitmessungen vom Boden aus.

Dank verbesserter Auswertungssoftware konnte ein Forscherteam um Mark Swain vom Jet Propulsion Laboratory der NASA in Pasadena (Kalifornien) nun erstmals diese Störeffekte eliminieren. Am IRTF, einem 3-Meter-Infrarotteleskop auf Hawaii,

bestimmten die Forscher die Zusammensetzung des Gasriesen HD 189733b in 63 Lichtjahren Entfernung. Von der Erde aus gesehen verschwindet der Planet regelmäßig hinter seinem Stern. Dann fehlt sein Beitrag zum Gesamtspektrum des Systems und lässt sich so herausrechnen. Dieser ist allerdings minimal und deshalb nur mit sehr präzisen Instrumenten feststellbar.

Schon 2008 hatte Hubble die Atmosphäre von HD 189733b mit der Methode vermessen und unter anderem Wasserdampf, Methan und Kohlendioxid entdeckt. Die Daten von Swains Team stimmen so gut mit denen des Weltraumteleskops überein, dass die Forscher sehr optimistisch sind, in Zukunft viele weitere Exoplaneten vom Boden aus untersuchen zu können.

PNAS, Bd. 107, S. 2515



ILLUSTRATION: ESA/NASA/ GIOVANNA TINETTI, UNIVERSITY COLLEGE LONDON

Die Atmosphäre des 63 Lichtjahre entfernten jupitergroßen Planeten HD 189733b – hier eine künstlerische Darstellung – konnte vom Erdboden aus analysiert werden.

## Saurier mit braun-weißem Federkleid

■ Federn sind keine Erfindung der Vögel. Auch viele Saurier trugen sie schon. Ob Zierde, Tarnung oder Schutz gegen Kälte dabei im Vordergrund stand, ist unklar. Einen wichtigen Hinweis könnte die Färbung des Gefieders geben. Die lässt sich aus den Versteinerungen allerdings nicht ersehen. Nun konnten Forscher um Fucheng Zhang von der Chinesischen Akademie der Wissenschaften in Peking jedoch zumindest indirekte Rückschlüsse auf das Aussehen der ersten Federn ziehen: Im versteinerten Flaumkleid des ältesten bekannten Federsauriers *Sinosauropteryx* stießen sie auf Überreste von Pigmenten.

Wie auch bei heutigen Vogelfedern lagern die Farbstoffe in kleinen Kapseln, den Melanosomen, die beim Versteinungsprozess ihre Form behalten. Schon 2008 hatte ein anderes Forscherteam die Gebilde in fossilem Gefieder entdeckt und bewiesen, dass es sich nicht etwa um fossile Bakterien handelt. Bei heutigen Vögeln gibt die Form der Melanosome Aufschluss über ihre Farbe: Runde Kapseln sind bräunlich, längliche dagegen fast schwarz. Die schon mit bloßem Auge in den Versteinerungen erkennbaren Ringe am Schwanz von *Sinosauropteryx* dürften deshalb einst braun ausgesehen haben.

Zugleich bestätigt der Fund der Kapseln, dass der Flaumpelz des Sauriers tatsächlich einen frühen Vorläufer des Federkleids darstellt. Andere Paläontologen hatten zuvor vermutet, es könne sich stattdessen um modifizierte Schuppen handeln. Untersuchungen an Verwandten und Nachfahren von *Sinosauropteryx* sollten nun Aufschluss darüber geben, wie Federn sich zu ihrer heutigen Form entwickelten.

*Nature*, Bd. 463, S. 1075



So könnte *Sinosauropteryx* einst ausgesehen haben. Rücken und Schwanz des nur 30 Zentimeter hohen Fleischfressers waren mit dauernartigen Protofedern bedeckt.

## ARCHÄOLOGIE

### Auch Neandertaler schmückten sich

■ Hatten Neandertaler Sinn für Kunst? Bis vor Kurzem lautete die Antwort Nein. Ästhetisches Empfinden galt als typisches Merkmal des modernen Menschen. Doch zunehmend finden sich in Neandertalersiedlungen Objekte, die offenbar als Schmuck dienten.

Das neueste Beispiel stammt aus zwei Höhlen nahe der spanischen Mittelmeerküste. Dort stießen Archäologen um João Zilhão von der University of Bristol (England) auf eine anscheinend gezielt angelegte Sammlung von Muschelschalen, die laut Radiokarbondatierung bis zu 50 000 Jahre alt sind. Sie stammen von Arten wie der bis heute oft als Schmuck genutzten Stachelauster und tragen Reste von roten, gelben und schwarzen Farbpigmenten. Deren Verteilung lasse, so die Forscher,

darauf schließen, dass die Muscheln gezielt bemalt wurden oder als Gefäß zum Anrühren der Farben dienten. Viele besaßen zudem Löcher, waren also vermutlich einst zu einer Kette aufgefädelt.

Auch in anderen Siedlungen von Neandertalern hatten Forscher zuvor mögliche Schmuckstücke wie etwa durchbohrte Tierzähne entdeckt. Sie stammten jedoch aus der Zeit nach der Ankunft des modernen Menschen in Europa vor rund 40 000 Jahren. Eventuell hatten die Neandertaler also nur den Schmuck der neuen Einwanderer gefunden, erbeutet oder nachgeahmt. Die jüngsten Funde zeigten nun jedoch, so Zilhão, dass beide Arten von Frühmenschen bei ihrem Zusammentreffen auf vergleichbarem kulturellem Niveau standen.

*PNAS*, Bd. 107, S. 1023



Die Außenseite dieser durchbohrten Muschel aus einer Neandertalerhöhle trägt Reste von Pigmenten, die sie einst wohl ebenso orangefarben erscheinen ließen wie das Innere.

## INSEKTEN

## Bienen diskutieren über Futter

Die Tanzsprache der Bienen zählt zu den komplexesten Formen der Insektenkommunikation. Kehrt eine Arbeiterin von einer reichen Futterquelle zurück, informiert sie ihre Kolleginnen über deren genaue Richtung und Entfernung, indem sie unterschiedlich geformte Achten tanzt. Wie James Nieh von der University of California in San Diego nun herausfand, können andere Bienen der Tänzerin jedoch »ins Wort fallen« und signalisieren, dass sie mit der beschriebenen Futterquelle schlechte Erfahrungen gemacht haben – etwa weil dort zu großer Andrang herrschte oder Feinde lauerten.

Um Einspruch zu erheben, presst das betreffende Insekt seinen Kopf in die Seite der schwänzenden Kollegin und vibriert rund eine sechstel Sekunde lang mit einer Frequenz von knapp 400 Hertz. Mehren sich diese negativen Kommentare, bricht die Tänzerin ihre Aufführung ab.

Bisher hatten Forscher fälschlich vermutet, die aufdringlichen Zuschauer würden



**Eine tanzende Biene (rosa und gelb markiert) bricht nach dem Vibrationssignal einer Stockgenossin (mit »S« auf dem Rücken) ihre Vorführung ab.**

um Kostproben der beschriebenen Nahrungsquelle betteln. Nieh konnte das Verhalten jedoch gezielt auslösen, indem er einzelne Arbeiterinnen an der Futterquelle mit Alarmpheromonen oder mechanischem Druck störte. Unter diesen Umständen, oder wenn sich viele Bienen um den Nektar drängten, stieg die Kritik an tanzenden Rückkehrerinnen.

Für die Erforschung von Schwarmintelligenz ist das Warnsystem der Bienen von großem Interesse, denn bisher sind nur wenige Beispiele einer negativen Rückmeldung unter Insektenstaaten bekannt. Zahlreiche Anwendungen in der Computertechnik und Robotik beruhen heute schon auf Prinzipien der Insektenkommunikation.

*Current Biology, Bd. 20, S. 310*

## BOTANIK

## Winterblume wärmt sich mit Hefe

Schon früh im Jahr zu blühen ist für Pflanzen von Vorteil, weil sie dann im Wettbewerb um bestäubende Insekten weniger Konkurrenz haben. Allerdings reifen Pollen in der Kälte schlecht, und auch die fliegenden Überträger sind dann kaum aktiv. Einen bisher unbekanntes Weg, um sich und ihre Gäste künstlich aufzuwärmen, geht offenbar die Stinkende Nieswurz (*Helleborus foetidus*): Sie kultiviert Hefepilze in ihrem Nektar, um durch Zuckergärung Wärme zu gewinnen.

Carlos Herrera und María Pozo von der Estación Biológica de Doñana in Sevilla

untersuchten Nieswurz, die bei rund sieben Grad Celsius im winterlichen Südspanien blühen. Temperaturmessungen ergaben, dass der Nektar der Blumen bis vier Grad wärmer war als die umgebende Luft. Außerdem stellten die Forscher fest, dass die Temperatur umso höher lag, je mehr Hefe eine Blüte enthielt. Für Hummeln, den zu dieser Jahreszeit wichtigsten Bestäubern, kann schon diese leichte Erwärmung entscheidend sein, da die Tiere ab sechs Grad zu fliegen beginnen und mit jedem weiteren Grad aktiver werden.

Viele Winterpflanzen heizen sich auf, indem sie mittels großer Blätter Sonnenwärme einfangen. Unterholzgewächse wie die Nieswurz können das jedoch nicht. Von wenigen Arten wie dem Indischen Lotos war bereits bekannt, dass sie deshalb per Stoffwechsel Wärme produzieren. Die Symbiose mit Hefe ist dagegen neu. Tatsächlich könnte sie nach Ansicht der Forscher aber weit verbreitet sein, weil die Mikropilze fast überall vorkommen.

*Proceedings of the Royal Society, Online-Vorabpublikation*



Stinkende Nieswurz mit Blütenknospen

CARLOS W. HERRERA, ESTACIÓN BIOLÓGICA DE DOÑANA, SEVILLA

## BIOCHEMIE

## Bakterielles Stromnetz

Sedimente am Meeresgrund sind ein karger Lebensraum. An der Oberfläche gibt es Sauerstoff, doch dafür sind Nährstoffe oft rar. Tiefer im Boden existieren energiereiche Substanzen; zu deren Verwertung fehlt aber der Sauerstoff. Offenbar haben einige Mikroben einen Ausweg aus diesem Dilemma gefunden: Wie bei einer Batterie koppeln sie weit entfernte Oxidations- und Reduktionsreaktionen über einen Stromkreis miteinander.

»Vereinfacht könnte man sagen, dass manche Bakterien im Untergrund für alle »essen«, während andere an der Oberfläche für alle »atmen«, erklärt Lars Peter Nielsen von der Universität Aarhus, der mit seinem Team den Vorgang entdeckte. Die Mikroben im sauerstofflosen Substrat ernähren sich von organischem Material



NILS RUSGAARD-PETERSEN, AARHUS UNIVERSITET, DÄNEMARK

**Die Bildung einer grünen, rostbraunen und grauen Schicht in Meeresbodenschlamm demonstriert, dass Bakterien über Wochen hinweg einen Stromkreis unterhalten haben.**

sowie Schwefelwasserstoff. Sie oxidieren beides und setzen dabei Elektronen frei. Diese fließen an die Oberfläche, wo andere Bakterien sie zur Reduktion von Sauerstoff nutzen. Bei Sauerstoffmangel stoppt auch die Reaktion in der Tiefe sofort, weshalb nur eine elektrische Verbindung und nicht etwa wesentlich langsamere Diffusionsvorgänge als Vermittler in Frage kommen.

Wie der Strom geleitet wird, ist noch unklar. Manche Bakterien bilden jedoch Fortsätze, die Elektronen transportieren. Eventuell stellen auch leitfähige Eisenminerale die Verbindung her. Die Ausmaße des Netzwerks sind ebenfalls unbekannt. Im Labor reichte es zwölf Millimeter weit – für Bakterien eine enorme Distanz.

*Nature, Bd. 463, S. 1071*

# Anschmiegsame Fasern

Nein, es handelt sich nicht um Würmer, die an einer Mottenkugel knabbern, auch wenn die gerillten, biegsamen Gebilde diesen Eindruck erwecken. Was die eingefärbte rasterelektronenmikroskopische Aufnahme zeigt, ist vielmehr gänzlich unbelebt: Kunststofffasern aus Epoxidharz, die wie Haare auf einer Unterlage sitzen, schmiegen sich an ein zwei Mikrometer dickes Polystyrolkugelchen. Woher rührt der Kuscheleffekt? Beim Benetzen des Kunststoff-Vlieses mit Wasser, in dem die Kugelchen verteilt sind, stehen die Fasern zunächst senkrecht

ab. Sobald die Flüssigkeit verdunstet, kommt jedoch der Kapillareffekt ins Spiel, der auch nasses Haar strähnig macht: Restwasser zwischen Fasern und Kugelchen lässt sie über Adhäsionskräfte zusammenkleben. Beim jüngsten International Science and Engineering Challenge der Zeitschrift »Science« und der National Science Foundation der USA gewannen Joanna Aizenberg und ihre Mitarbeiter an der Harvard University in Cambridge (Massachusetts) mit dieser Aufnahme den ersten Preis in der Kategorie »Fotografie«.