

## ASTRONOMIE

## Eisregen aus den Saturnringen

Aus den Ringen des Saturns fällt Wassereis in seine Atmosphäre. Davon sind Astronomen um James O'Donoghue von der University of Leicester (England) überzeugt, nachdem sie den Himmelskörper mit dem Keck-II-Teleskop untersucht haben.

Die Forscher benutzten den Nahinfrarotspektrografen des Teleskops, um die Ionosphäre des Saturns zu untersuchen – jenen Teil seiner Atmosphäre, der stark ionisiert ist. Dort

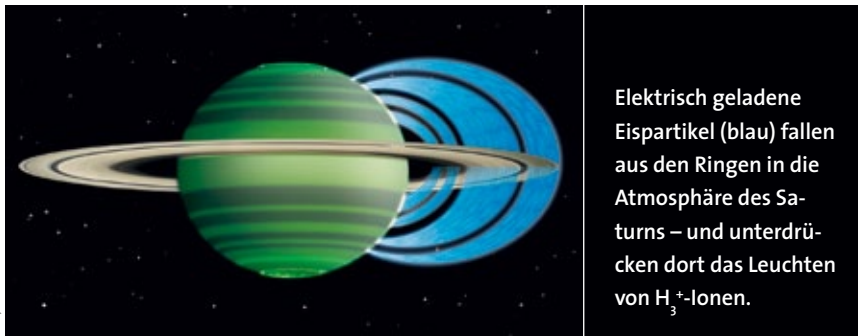
fahndeten sie nach dem typischen Emissionslicht von dreiatomigen Wasserstoffionen ( $H_3^+$ ). Den Beobachtungen zufolge herrscht in manchen Breitengraden ein deutlich intensiveres  $H_3^+$ -Leuchten als in anderen.

Auffällig ist, so die Autoren, dass sich diese Regionen mit den Lücken im Ringsystem verbinden lassen – und zwar über die Magnetfeldlinien des Saturns. Das sei kein Zufall. Die Saturnringe bestehen größtenteils aus Wassereis-

körnchen. Diese können sich, etwa durch Einwirkung des Sonnenwinds, elektrisch aufladen. Als ionisierte Partikel fallen sie dann entlang der Magnetfeldlinien in die Atmosphäre des Planeten. Dort tauschen sie elektrische Ladungen mit  $H_3^+$ -Ionen aus, was deren Leuchten unterdrückt. Weil die Lücken zwischen den Saturnringen nur wenig Material enthalten, stürzt von dort auch kaum Eis auf den Planeten – und die entsprechenden Gebiete behalten ihr intensives  $H_3^+$ -Leuchten bei.

Falls die Forscher Recht haben, könnten die Saturnringe erst vor relativ kurzer Zeit entstanden sein. Denn wenn sie ständig Wasser an den Planeten verlieren, sollten sie eine begrenzte Lebensdauer haben. Für eine konkrete Altersbestimmung müsste jedoch erst geklärt werden, wie groß der Wasserverlust genau ist.

*Nature 496, S. 193–195, 2013*



Elektrisch geladene Eispartikel (blau) fallen aus den Ringen in die Atmosphäre des Saturns – und unterdrücken dort das Leuchten von  $H_3^+$ -Ionen.

## Spektrum DIE WOCHE

Mehr aktuelle Studien und Analysen lesen Sie jeden Donnerstag in

## Spektrum DIE WOCHE

- Krebsforschung: Ersehnte Serientäter
- Teilchenphysik: KATRIN – Die Feinwaage für Neutrinos
- Ökosysteme: Der Kollaps fällt aus

[www.spektrum.de/diewoche](http://www.spektrum.de/diewoche)

Deutschlands erstes wöchentliches Wissenschaftsmagazin!

## BIOCHEMIE

## Spezieller Energiestoffwechsel bei Mikroben

Niederländische Forscher haben einen Mikroorganismus aus der Gruppe der Archäen entdeckt, der Chlorate und Perchlorate (Salze der Chlor- und Perchlorsäure) zur Energiegewinnung nutzt, indem er sie »veratmet«, also chemisch reduziert. Die Wissenschaftler vermuten, dass diese Form der Atmung evolutionär sehr alt ist.

Die Wärme liebende Mikrobe *Archaeoglobus fulgidus* gedeiht unter anderem an heißen Unterseequellen. Bisher war sie als Sulfatatmer bekannt. Wie das Team um Alfons Stams von der Universität Wageningen, Niederlande, nun feststellte, veratmet sie auch Chlorate und Perchlorate. Dabei entstehen oxidierende und giftige Chlorite. *A. fulgidus* lässt sie mit bestimmten Schwefelverbindungen (Sulfiden) reagieren und macht sie auf diese Weise unschädlich.

Seit Längerem kennt man Bakterien, die (Per-)Chlorate veratmen. Jedoch verfügen sie – im Gegensatz zu *A. fulgidus* – über Enzyme, mit denen sie die giftigen Chlorite zu Chloriden umwandeln, wobei molekularer Sauerstoff entsteht. Die Forscher nehmen deshalb an, dass Archäen die (Per-)Chlorat-Atmung schon vor sehr langer Zeit erlernt haben und dass Bakterien diesem Stoffwechselweg später Chlorit abbauende Enzyme hinzufügten. Womöglich geschah das sogar, bevor die ersten fotosynthetisch aktiven Organismen auftauchten. Die (Per-)Chlorat atmenden Mikroben hätten dann zu den ersten Lebewesen gehört, die stark oxidierende Verbindungen in ihren Energiestoffwechsel mit einbezogen – was den Siegeszug der Photosynthese vielleicht erst ermöglichte.

*Science 340, S. 85–87, 2013*

## EVOLUTION

# Urvögel flogen mit vier Flügeln

**A**ls die ersten Vögel vor rund 150 Millionen Jahren den Himmel eroberten, nutzten sie dazu oft vier statt zwei Flügel. Das belegen elf gut erhaltene Fossilien, die Xu Xing von der Linyi University (Shandong, China) und seine Kollegen aus Ablagerungen der Unterkreidezeit in China ausgegraben haben.

Die Versteinerungen weisen deutliche Abdrücke von Beinfedern auf, wie sie zuvor nur von vogelähnlichen Dinosauriern wie *Microraptor* und *Sinornithosaurus* bekannt waren. Bei einem der Fossilien erreichten die Federn sogar eine Länge von mehr als fünf Zentimetern. Zudem besaßen sie steife Fahnen, gekrümmte Schäfte und waren flach – alles Eigenschaften, die dafür sprechen, dass sie zum Fliegen dienten. Das unterscheidet sie von den Flaumfedern, die man noch heute an den Beinen einiger Greifvögel sieht.

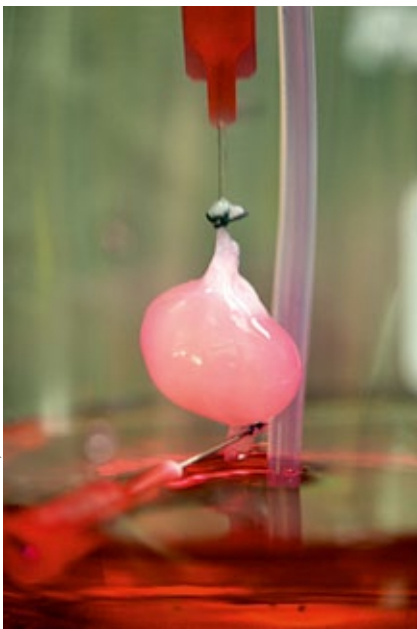
Da die elf Fossilien zu verschiedenen Arten und Gattungen gehören, stellten Hinterflügel in der Unterkreidezeit offenbar keine Seltenheit dar. Anscheinend waren sie unter den frühen Vögeln weit verbreitet und leisteten wohl zumindest beim Gleitflug gute Dienste. Freilich ist nicht ausgeschlossen, dass es damals auch Vögel mit nur zwei Schwingen gab.

*Science* 339, S. 1309–1312, 2013

SHANDONG TIANYU MUSEUM OF NATURE



Fossil eines urtümlichen Vogels aus der Gattung *Sapeornis*. An seinen Beinen sind Abdrücke von Federn erkennbar (Pfeile).



Eine künstliche Rattenniere wächst im Kulturgefäß heran. Sie besteht aus dem Zwischenzellgewebe (»extrazelluläre Matrix«) einer früheren Niere, das mit verschiedenen Stammzellen neu besiedelt wurde.

## ORGANERSATZ

# Funktionsfähige Niere aus der Retorte

**M**ediziner versuchen schon seit Langem, Nieren im Labor zu züchten. Einem Forscherteam um Harald Ott vom Massachusetts General Hospital (USA) ist das nun mit Rattennieren gelungen. Die künstlichen Organe produzieren tatsächlich Harn – sowohl in künstlicher Umgebung als auch im Empfängertier.

Die Forscher durchspülten Rattennieren mit einer Reinigungslösung und wuschen so alle Zellen heraus. Übrig blieb ein zellfreies Gerüst mit der Form des Organs, einschließlich der Blutgefäße. Dieses Gerüst besiedelten die Forscher mit zwei Arten von Stammzellen. Durch die Nierenarterie injizierten sie menschliche Nabelschnurendothelzellen, welche die Blutgefäße auskleideten. Durch den Harnleiter spritzten sie Nierenstammzellen des Empfängertiers, aus denen das eigent-

liche Organewebe hervorging. Nachdem solche »wiederbelebten« Nieren in künstlicher Umgebung bewiesen hatten, dass sie Harn bilden, transplantierte das Team sie in lebende Ratten. Auch dort funktionierten die Organe.

Etwa 8000 Patienten warten in Deutschland auf eine Spenderniere. Gelänge es, das neue Verfahren auf menschliche Organe anzuwenden, hätte das große Vorteile. Insbesondere könnte man die künstlichen Nieren aus den Zellen der Patienten züchten, was das Risiko von Organabstoßungen vermindern würde. Jedoch müsse das Verfahren weiter verbessert werden, bevor man es beim Menschen einsetzen könne, schreiben die Forscher. Denn die künstlichen Rattennieren erreichen bislang nur einen Teil der Filtrationsleistung gesunder Organe.

*Nature*, 10.1038/nm.3154, 2013

## ROBOTIK

## Schnell über den Sand – dank gebogener Füße

Auf lockeren, sandigen Böden zu laufen, fällt Robotern bislang schwer. Jetzt haben Forscher um Daniel Goldman vom Georgia Institute of Technology (USA) ein Modell konstruiert, das sich rasch durch solches Gelände bewegt. Dem Plastikkameraden nützen dabei seine speziell geformten Füße, die wie ein c aussehen.

Die Forscher entwickelten ein mathematisches Modell, mit dem sich vorhersagen lässt, welche Kräfte auf die Extremitäten einer Laufmaschine wirken, die über Sand, Schotter oder ähnliche Untergründe marschiert. Unter anderem hängen diese Kräfte davon ab, in welchem Winkel die Füße aufsetzen und wie tief sie in den

Boden eindringen. Gestützt auf das Modell, suchten die Wissenschaftler nach Gliedmaßenformen und Schrittfolgen, die eine möglichst effiziente Fortbewegung versprochen. Dabei kam heraus, dass aufwärts-gebogene Füße besonders gut abschneiden.

Für Praxistests stattete das Team einen Roboter mit verschiedenen Füßen aus und ließ ihn durch körniges Substrat laufen. Die dabei gemessenen Kräfte stimmten gut mit den rechnerisch vorhergesagten überein. Auch bestätigte sich, dass die Maschine mit c-förmigen Extremitäten besonders flink unterwegs war. Roboter, die auf lockeren Untergründen zurechtkommen, könnten bei Rettungseinsätzen und planetaren Erkundungsmissionen von Nutzen sein.

*Science 339, S. 1408–1412, 2013*



GEORGIA TECH PHOTO / GARY MEEK

Sieht dynamisch aus und ist es auch: Wenn dieser Roboter seine gebogenen Füße schwingt, erreicht er ein beachtliches Tempo – obwohl der Boden leicht nachgibt.

## NANOTECHNOLOGIE

## Winzpartikel beseitigen Gift im Blut

Viele Bakterien-, Schlangen- und Skorpiongifte wirken, indem sie die Zellmembran roter Blutkörperchen durchlöchern, was die Zellen zerstört. Verantwortlich dafür sind Poren bildende Eiweiße, die sich in die Membran einlagern und winzige Kanäle bilden. Medizinische Gegenmaßnahmen setzen bislang darauf, diese Giftstoffe gezielt auszuschalten – etwa durch Antikörper, die spezifisch die Toxinmoleküle binden und neutralisieren. Der Nachteil dabei ist, dass die Behandlung präzise auf die jeweilige Vergiftungsart zugeschnitten sein muss.

Einige zehn Nanometer groß sind die neuen Entgiftungspartikel. Sie bestehen aus einem Polymer (grün) und der Zellmembran von roten Blutkörperchen (orange). Die Toxinmoleküle (kleine Kugeln) lagern sich in Letzterer ein.

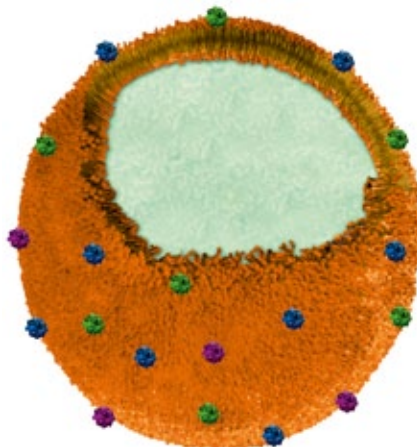
Forscher um Liangfang Zhang von der University of California in San Diego haben nun ein Entgiftungsverfahren entwickelt, das gegen mehrere Toxine hilft. Sie stellen Nanopartikel aus einem leicht abbaubaren Polymer her, umhüllen sie mit Membranmaterial von roten Blutkörperchen und injizieren sie ins Blut der Vergiftungs-

opfer. Dort präsentieren sich die Partikel den toxischen Molekülen als Ziel und halten sie davon ab, echte Blutkörperchen zu zerstören. Ein Großteil der Poren bildenden Stoffe lagert sich in die Membranen der künstlichen Nanopartikel ein, bleibt dort gefangen und wird später mit den Partikeln zusammen in der Leber abgebaut.

Um die Wirksamkeit des Verfahrens zu zeigen, spritzten die Forscher Mäusen ein Bakterientoxin in tödlicher Dosis. Hatten sie den Tieren zuvor die Nanopartikel injiziert, überlebten 89 Prozent der Nager die Vergiftung. Verabreichten die Forscher das Entgiftungsmittel erst nach Toxingabe, blieben immerhin noch 44 Prozent am Leben. Weitere Versuche ergaben, dass die Nanopartikel sehr verschiedene Gifte unschädlich machen können.

*Nature Nanotechnology 8,*

*S. 170–174, 2013*



LUCAS MANDERING / NATURE NANOTECHNOLOGY 2013

# SEDIBA WAR KEIN SPRINTER



*Australopithecus sediba* (Mitte), ein knapp zwei Millionen Jahre alter Verwandter des Menschen (SdW 9/2012, S. 22), konnte zwar aufrecht gehen, aber nicht über längere Strecken rennen. Sein Brustkorb ist ähnlich geformt wie der von Schimpansen (rechts das Skelett eines Männchens), mit

hochgestelltem Schultergelenk und so bestens zum Klettern geeignet. Freies und Energie sparendes Armschwingen wie beim Menschen mit dessen zylinderförmigem Brustkorb (links das Skelett einer kleinen Frau) war ihm nicht möglich.

*Science* 340, S. 109–236, 2013