

# SPEKTROGRAMM

---

## STÜRMISCHE ZEITEN

▶ Auf dem Mars ist es längst nicht immer sonnig. In der Tiefebene Utopia Planitia nahe dem Nordpol ist im April 2018 ein gewaltiger Sturm aufgezogen, wie diese Aufnahme der ESA-Sonde Mars Express zeigt. Wegen der extrem dünnen Luft sind Stürme auf dem Mars zwar längst nicht so mächtig wie auf der Erde, dennoch erreichen Winde immerhin die Hälfte der Geschwindigkeiten von irdischen Hurrikanen; zudem verdunkelt der aufgewirbelte Staub den Himmel.

Manchmal können die Unwetter sogar über Monate wüten und große Teile der Planetenoberfläche bedecken. Solch ein Sturm ist derzeit in Äquatornähe im Gang, und bedroht dort einen von zwei aktiven Mars-Rovern der NASA: Der 2004 gelandete Opportunity ist auf Strom aus Solarzellen angewiesen, auf denen nun jedoch eine Staubschicht liegt. Die Ingenieure haben den Roboter daher vorsorglich in eine Art Winterschlaf versetzt, aus dem der Rover hoffentlich wieder erwachen wird. Sein Nachfolger von 2012 hat das Problem nicht: Curiosity bezieht seine Energie von einem radioaktiven Klumpen Plutonium, der auch bei schlechtem Wetter Strom und Wärme spendet.

*DLR-Pressemitteilung, Juli 2018*



## PALÄOANTHROPOLOGIE KLEINKIND MIT KLETTERFÜSSEN

► Der aufrechte Gang ist ein Merkmal der Gattung *Homo*. Doch auch Vorfahren des modernen Menschen durchstreiften vor

mehr als drei Millionen Jahren wohl bereits auf zwei Beinen die Landschaften Ostafrikas. Dafür sprechen zumindest die Fuß-

knochen der Art *Australopithecus afarensis*, die im Jahr 1974 durch den Fund des Skeletts von »Lucy« weltberühmt wurde. Wie Menschen hatten auch diese Homininen eine Fußwölbung, die ihr Körpergewicht beim Gehen besser verteilte, und ein großes Fersenbein, das den hohen Belastungen beim Auftreten standhielt.

Doch während Menschen bereits mit für den aufrechten Gang geformten Füßen zur Welt kommen, entwickelten Australopithecinen sie wohl erst im Lauf des Erwachsenwerdens. Zum diesem Schluss kommt jedenfalls ein Team aus Paläoanthropologen um Jeremy DeSilva vom Dartmouth College im US-Bundesstaat New Hampshire. Die Wissenschaftler haben erstmals ein fast vollständiges Fußskelett eines zweieinhalbjährigen Australopi-

thecinen-Mädchens im Detail untersucht und mit den Fußknochen eines erwachsenen Artverwandten verglichen.

Demnach besaß das Mädchen zwar die menschenähnliche Fußwölbung, das Fersenbein war jedoch überraschend klein und ähnelte eher dem von Menschenaffen. Und die Ähnlichkeiten mit Letzteren gingen noch weiter: Offenbar hatten die Kleinkinder der Vormenschen auch sehr bewegliche und lange Zehen, mit denen sie sogar greifen konnten. Dadurch konnten sie wahrscheinlich hervorragend klettern, was überlebenswichtig gewesen sein könnte. Im damaligen Ostafrika boten Bäume vermutlich den besten Schutz vor Raubtieren, argumentieren die Forscher.

*Science Advances* 10.1126/sciadv.aar7723, 2018



## BIOLOGIE AALE AUF KOKAIN

► Vor wenigen Jahrzehnten war der Europäische Aal (*Anguilla anguilla*) ein beliebter Speisefisch, doch seit den 1970er Jahren ist sein Bestand drastisch zurückgegangen: Flussverbauungen, Wasserkraftwerke und Überfischung haben dafür gesorgt, dass die Art mittlerweile als vom Aussterben bedroht gilt. Eine weitere, eher ungewöhnliche Gefahrenquelle haben italienische Biologen um Anna Capaldo von der Università degli Studi di Napoli Federico II aufgespürt: Kokain und seine Abbauprodukte, die mittlerweile viele Flüsse im Umfeld europäischer Metropolen verseuchen. 2009 hatte eine bel-

gische Studie bis zu 753 Nanogramm Kokain pro Liter Wasser in Gewässern und Kläranlagen rund um Brüssel nachgewiesen; die Konzentrationen von daraus hervorgegangenen Metaboliten wie Benzoylcegonin lag sogar bei mehr als 2250 Nanogramm pro Liter. Die Werte für deutsche und andere europäische Großstädte sehen ähnlich aus.

Die Aale nehmen diese Stoffe auf und reichern sie in ihrem Fettgewebe an, wie Capaldo und ihre Kollegen bereits 2012 herausgefunden hatten. Nun haben die Forscher auch handfeste Folgen für die Gesundheit und das Orientierungsvermögen der Fische nachgewiesen: Das Team teilte 150 Aale auf verschiedene Gruppen auf und setzte einige von ihnen 50 Tage

lang Wasser aus, in dem sich 20 Nanogramm Kokain pro Liter befanden. Die Droge ließ die Fische verhaltensauffällig und hyperaktiv werden. Zudem reichert sich das Rauschmittel im Gehirn, in den Muskeln, Kiemen und anderem Gewebe an. Die Muskelzellen schwellen dadurch an oder zerfallen sogar.

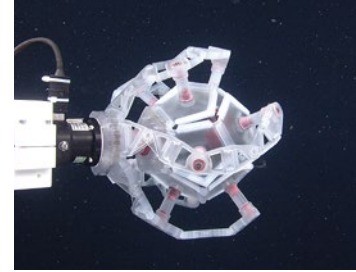
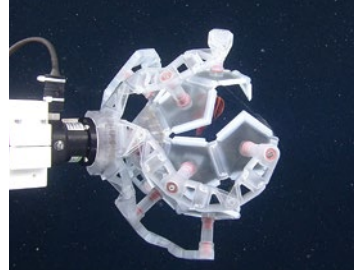
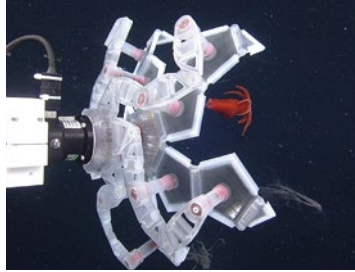
Da die Aale jedoch tausende Kilometer wandern müssen, um von ihrem zeitweiligen Lebensraum in den Flüssen zu ihren Laichplätzen in der Sargassosee des Atlantiks zu gelangen, könnte das Kokain ihre Fortpflanzung beeinträchtigen: Sie überleben dadurch vielleicht die lange Reise nicht oder sind vor Ort zu entkräftet, um sich erfolgreich zu vermehren.

*Sci. Total Environ.* 640–641, S. 862–873, 2018

## TECHNIK ORIGAMI- GREIFARM FÜR DIE TIEFSEE

► Meeresbiologen schätzen, dass es bis zu einer Million unentdeckter Tierarten in der Tiefsee gibt. Mit Fangnetzen lassen sich jedoch nur wenige Fische und Schalentiere lebend an die Oberfläche bringen. Quallen und Tintenfische werden bei dem Versuch, sie zu Forschungszwecken zu fangen, hingegen oft getötet. Zwar gibt es spezielle Vorrichtungen, mit denen Tauchroboter empfindliche Lebewesen einsaugen oder in einen Zylinder sperren können. Das birgt jedoch ebenfalls Gefahren für die Geschöpfe, und es gelingt längst nicht immer, sie zu erwischen.

TEOH, Z. R. ET AL.: ROTARY-ACTUATED FOLDING POLYHEDRONS FOR MIDWATER INVESTIGATION OF DELICATE MARINE ORGANISMS. IN: SCIENCE ROBOTICS 3, EAATS276, 2018



**Der Roboterarm umschließt blitzschnell einen Tintenfisch in 560 Meter Meerestiefe.**

Ingenieure um Zhi Ern Teoh von der Harvard University haben nun einen besonderen Greifarm entwickelt, der es besser machen soll. Der Rotary Actuated Dodecahedron (RAD) besteht aus geschickt verbundenen Plastikfünflecken, die sich auf Knopfdruck blitzschnell zu einem 20 Zentimeter großen Dodekaeder zusammen-

fügen – einem symmetrischen Körper mit 20 Ecken, der ein Volumen von drei Litern elegant umschließen kann. Der RAD ist dabei so konstruiert, dass ein einziger Drehantrieb den Schließmechanismus in Bewegung setzt.

Die Forscher haben die ausgeklügelte Apparatur im Mystic Aquarium in Connecticut erfolgreich getestet, indem sie dort Ohrenquallen fingen und unbeschadet wieder frei ließen. Nach kleineren Änderungen, die das Gerät seetaug-

lich machten, erprobten sie das elektrische Dodekaeder schließlich in der Bucht von Monterey an der Pazifikküste Kaliforniens. In bis zu 700 Meter Tiefe fing der von den Forschern ferngesteuerte Greifarm verschiedene Quallen und Kalmare ein. Teoh und seine Kollegen glauben, dass das Dodekaeder sogar Drücken widerstehen könnte, wie sie in elf Kilometer Meerestiefe auftreten.

*Science Robotics 10.1126/scirobotics.aat5276, 2018*

## GEOCHEMIE WELTGRÖSSTE KRISTALLE IN GEFahr

► In der mexikanischen Mine von Naica wachsen die größten Kristalle der Welt. Bis zu 14 Meter lang und 50 Tonnen schwer werden die glänzenden Gipsgiganten. Doch nun droht ihnen Gefahr: An der

Luft verlieren sie einen Teil des in ihnen enthaltenen Kristallwassers, berichtet eine Arbeitsgruppe um María Montero-Cabrera vom Centro de Investigación en Materiales Avanzados in Chihuahua. Aus

Sicht des Teams besteht das Risiko, dass die Oberfläche der mehrere hunderttausend Jahre alten Kristalle trüb werden, auch könnten sich tiefe Risse bilden.

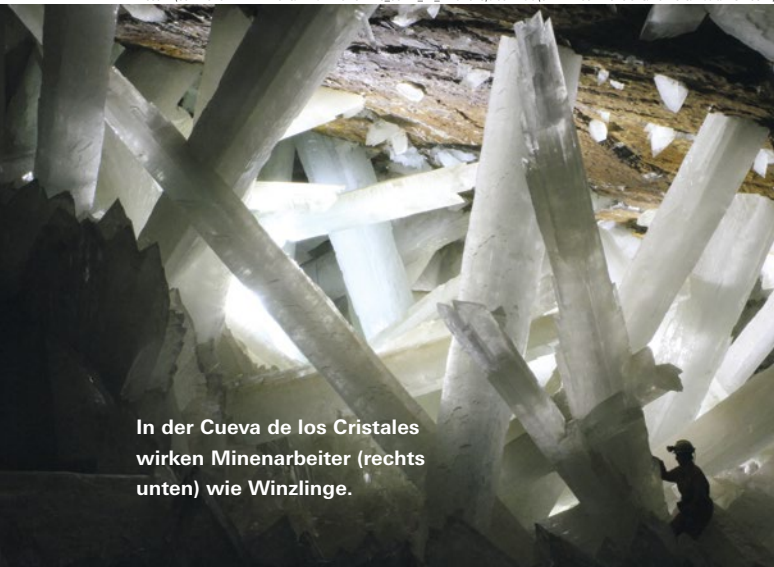
Die weltberühmten Kristallhöhlen kamen durch Bergbauarbeiten ans Licht. Dabei legte das Bergwerk die Höhle trocken und erzeugte ein spezielles Mikroklima mit hoher Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Montero-Cabrera und ihr Team wollten wissen, wie sich die Oberfläche von Kristallproben aus den Höhlen unter verschiedenen Bedingungen verändert – darunter jene, die mutmaßlich derzeit dort herrschen. Frühere Studien hatten bereits Hinweise darauf geliefert, dass sich die Kristalle langsam auflösen. Die Wissenschaftler unter-

suchten nun, wie sich für Bergwerke typische Gase wie Stickoxide, Methan und Kohlendioxid auf die empfindlichen Kristalle im Detail auswirken.

Dabei zeigten sich bereits nach zwölf Monaten teils erschreckende Veränderungen: Die Oberfläche der Proben wurde matt und schlierig. Da die Forscher vergleichsweise hochkonzentrierte Gase einsetzen und bei einer höheren Temperatur arbeiteten, sagen die Experimente nur bedingt etwas über tatsächliche Schäden an den Kristallen aus. Sie verdeutlichen aber die Gefahr, dass die Naturwunder binnen eines geologisch kurzen Zeitraums irreparabel zerstört werden könnten.

*Cryst. Growth Des. 10.1021/acs.cgd.8b00583, 2018*

ALEXANDER VAN DRIESSCHE (COMMONS WIKIMEDIA.ORG/WIKI/FILE:CRISTALES\_CUEVA\_DE\_NAICA.JPG) / CC BY 3.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY/3.0/LEGALCODE)



In der Cueva de los Cristales wirken Minenarbeiter (rechts unten) wie Winzlinge.

## ZYTOLOGIE

### DOPPELSPINDELN IN BEFRUCHTETEN EIZELLEN

► Wissenschaftler könnten bisher ein falsches Verständnis vom Beginn neuen Lebens bei Säugertieren haben. Darauf deutet eine Studie eines Teams um Jan Ellenberg vom European Molecular Biology Laboratory in Heidelberg hin. Die Biologen konnten erstmals im Detail beobachten, wie in der befruchteten Eizelle von Mäusen, der so genannten Zygote, weibliche und männliche Chro-

mosomen zusammenfinden – und erlebten dabei eine große Überraschung.

Bisher gingen Experten davon aus, dass die Zellkerne von Eizelle und Spermium noch vor der ersten Teilung der Zygote verschmelzen; dies gilt bisher als Startpunkt der Entwicklung eines neuen Individuums. Aber offenbar ist zumindest bei Mäusen das Timing ein anderes. Der Studie zufolge sammeln

sich die Chromosomen erst nach der ersten Zellteilung, ähnlich wie es auch bei Insekten der Fall ist. Zuvor ordnen sich die Erbgutträger von Mutter und Vater in benachbarten Spindeln an, die während der Teilung der Zygote getrennt bleiben und erst anschließend zusammenfinden.

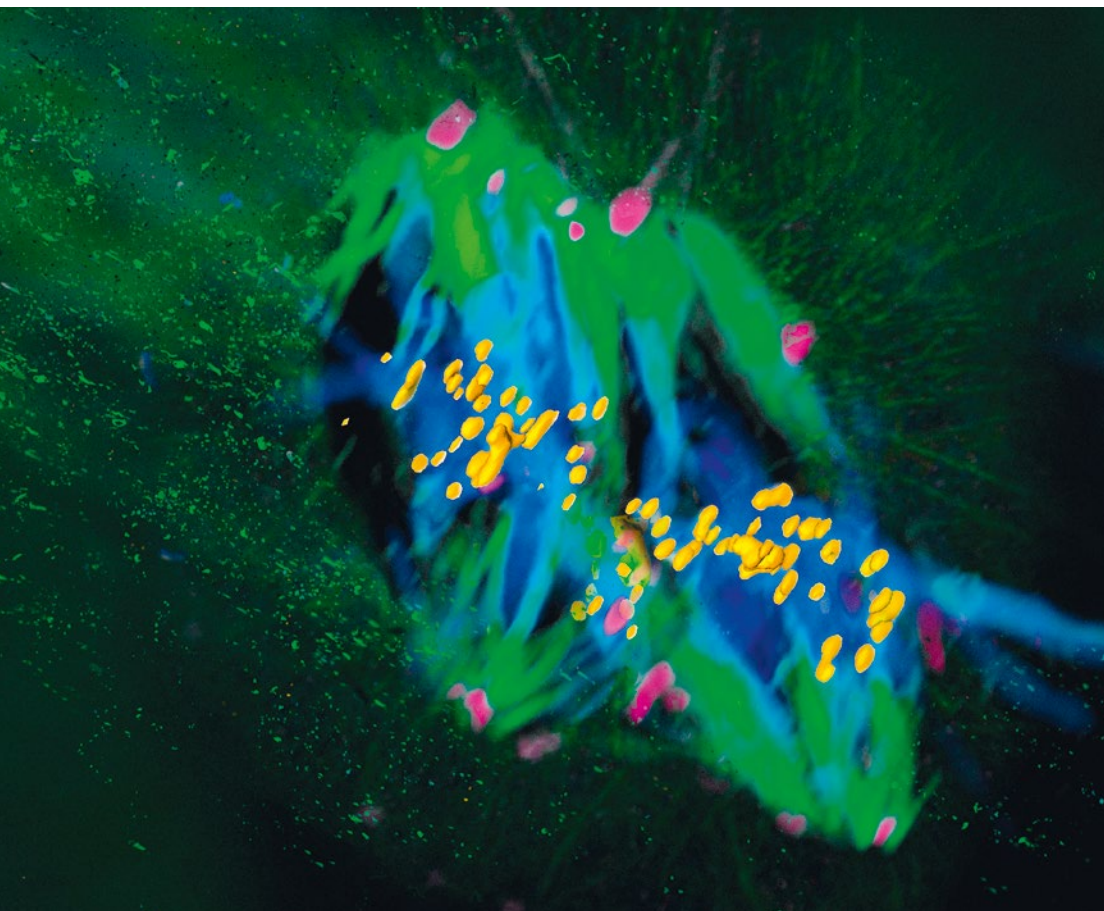
Die Heidelberger Biologen machten die genaue zeitliche Abfolge mit einer besonderen Technik sicht-

bar: Bei der so genannten Lichtblattmikroskopie beleuchtet man nur ausgewählte Teile der an und für sich sehr lichtempfindlichen Zygoten, und diese auch nur sehr kurz. Zuvor hatten die Wissenschaftler mütter- und väterliche Chromosomen mit verschiedenen fluoreszierenden Farbstoffen markiert. Dadurch ließen sich die frühen Entwicklungsstadien besser verfolgen als bisher.

Die anfängliche Trennung des Erbguts in einer Doppelspindel könnte erklären, wieso bei der Entwicklung von Säugetierembryonen relativ häufig Fehler auftreten, argumentiert die Forschergruppe. Ihre Beobachtung könnte sich sogar auf die Gesetzeslage auswirken: Sollte die Befruchtung von menschlichen Eizellen nach einem ähnlichen Schema ablaufen wie bei Mäusen, würde das den genauen Startpunkt des Lebens verschieben, was unter anderem die jetzigen Regeln der Fortpflanzungsmedizin in Frage stellen könnte. Nach dem deutschen Embryonenschutzgesetz gilt bereits »die befruchtete, entwicklungsfähige menschliche Eizelle vom Zeitpunkt der Kernverschmelzung an« als Embryo. Daher müssen bei einer künstlichen Befruchtung zu verpflanzende Embryonen noch vor der ersten Zellteilung ausgewählt werden, was aber die Wahrscheinlichkeit für riskante Mehrlingsschwangerschaften erhöht.

*Science* 361, S. 189–193, 2018

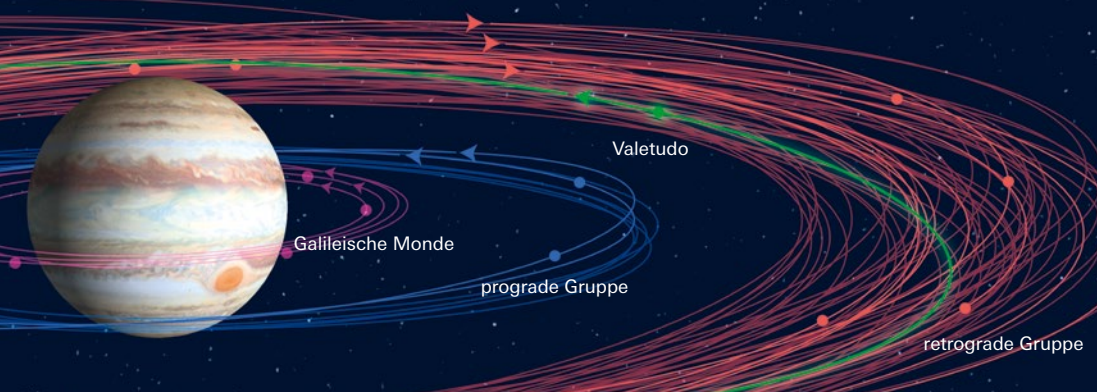
**Die erstmals beobachteten Chromosomen-Doppelspindeln in befruchteten Mäuseeizellen bestehen aus feinen Fäden, den Mikrotubuli (grün), die von so genannten Zentrosomen (pink) aus organisiert werden. In der Mitte der Spindeln sammeln sich die DNA (blau) und die Kinetochoren (orange). Letztere sind Proteinstrukturen, an denen die Mikrotubuli die Chromosomen während der Zellteilung auseinanderziehen.**



ILIJIA CARASTOVA, M. JULIUS HOSSAIN, JUDITH REICHMANN, JAN ELLENBERG / EMBL

ROBERTO MOLAR CANDANOSA, MIT FROL. GEN. DER CARNEGIE INSTITUTION FOR SCIENCE; DT. BEARBEITUNG: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

Zu den 67 bekannten Jupitermonden kommen zwölf neue hinzu; ihre Bahnen sind in dieser Grafik fett hervorgehoben.



## ASTRONOMIE NEUE JUPITERMONDE

Der König der Planeten hat noch mehr Monde als gedacht. Bisher kannten Astronomen 67 Trabanten, die Jupiter umkreisen. Nun hat ein Forscherteam um Scott S. Sheppard von der Carnegie Institution for Science in Washington D. C.

zwölf weitere aufgespürt. Die Neuzugänge sind zwischen einem und drei Kilometer groß und umrunden den Gasplaneten auf weiten elliptischen Bahnen. Damit ist Jupiter nun mit Abstand der Planet mit den meisten bekannten Satelliten, vor Saturn mit 62 Trabanten.

Die Wissenschaftler stießen per Zufall auf die bisher unbekanntesten Himmelskörper: Eigentlich

suchten sie im Frühling 2017 nach dem ominösen Planet X (siehe **Spektrum** Oktober 2016, S. 52), der am äußeren Rand des Sonnensystems seine Bahnen ziehen könnte. Zu dieser Zeit befand sich jedoch auch Jupiter in der Nähe des Sichtfelds eines Teleskops des Cerro Tololo Inter-American Observatory in Chile. Nach der ersten Sichtung der Objekte

berechneten die Forscher deren mutmaßliche Bahnen und konnten diese im Lauf des darauf folgenden Jahrs mit anderen Teleskopen bestätigen. Zwei der Monde umkreisen Jupiter demnach in dessen Rotationsrichtung, also prograd, und benötigen etwas weniger als ein Jahr für eine Umrundung ihres Mutterplaneten.

Neun der Neuzugänge bewegen sich in größerem Abstand, vollenden alle zwei Jahre einen Umlauf und bewegen sich retrograd, entgegen Jupiters Drehsinn. Im Bereich dieser Gruppe treibt auch ein rund ein Kilometer großer Sonderling namens Valetudo durchs All, und zwar in entgegengesetzter Umlaufrichtung zu seinen direkten Nachbarn. Er könnte daher früher oder später mit anderen Trabanten kollidieren, vermuten die Forscher.

*Pressemitteilung der Carnegie Institution, Juli 2018*

## ÖKOLOGIE RATTEN BEDROHEN KORALLENRIFFE

Nicht nur in der Landwirtschaft richten Ratten immer wieder große Schäden an. Offenbar können sie sogar für Korallenriffe gefährlich werden, haben nun Meeresökologen um Nicholas A. J. Graham von der Lancaster University herausgefunden. Das zeigt sich zumindest auf dem Chagos-Archipel, einer Gruppe von Atollen im Indischen Ozean, auf denen seit mehreren Jahrzehnten keine Menschen mehr leben. Auf einigen der Inseln haben Seefahrer in vergangenen Jahrhunderten Hausratten eingeschleppt, auf anderen nicht. Wo sich die Tiere ausbreiten konn-

ten, ist die Zahl der Vögel – unter anderem Tölpel, Fregattvögel, Sturmtaucher und Seeschwalben – massiv zurückgegangen. Das überrascht nicht, schließlich fressen die Ratten Vogeleier und Junge.

Damit entfällt auch der Kot, den die Vögel normalerweise auf den Inseln hinterlassen. Die Ausscheidungen spielen aber eine große Rolle im Ökosystem des Archipels: Sie enthalten wichtige Nährstoffe, welche die Vögel bei ihren Streifzügen übers Meer aufgenommen haben, unter anderem Stickstoff. Mit der Zeit wird das Material zurück ins Meer gespült und trägt dort zur Ernährung von Fischen bei.

Auf Inseln ohne Ratten war die Stickstoffkonzentration im Guano 250-mal so hoch wie auf Atollen

mit Nagern, ermittelten die Ökologen. Sie konnten auch zeigen, dass der Mangel an Nährstoffen Auswirkungen auf die Fischpopulation hat: Rund um Inseln mit Ratten hatten diese deutlich weniger Biomasse.

Um die Atolle tummeln sich unter anderem Papageifische. Gemeinsam mit anderen Pflanzenfressenden Arten sind sie essenziell für die Gesundheit von Korallenriffen: Sie begrenzen das Pflanzenwachstum und schaffen somit Platz, an dem sich Korallen ausbreiten können. Gibt es weniger von ihnen, weil Ratten die Vogelpopulation auf einer Insel dezimiert haben, leiden darunter also auch die Ökosysteme im Wasser.

*Nature 559, S. 250–253, 2018*