

## Wenn es plötzlich Nacht wird



Ein gewaltiger Sandsturm fegt über Phoenix hinweg. Angetrieben wird er von der kollabierenden Gewitterwolke darüber.

Foto Ryan Vermillion

**E**s klingt zunächst paradox: August und September sind die heißesten Monate in den Wüsten des nordamerikanischen Südwestens. Aber das ist genau die Zeit, in der es in Arizona, Neu-Mexiko und im ariden Westen von Texas immer wieder regnet. Feuchtwarme Luft dringt dann vom Golf von Mexiko in die Wüstenstaaten vor. Es wird dann dort schwül, und immer wieder gibt es Gewitter mit ergiebigen Niederschlägen. Gelegentlich kommt es aber auch

vor, dass eine der großen Gewitterwolken kollabiert. Anstatt aufzusteigen, fällt die in den Wolken abgekühlte Luft als Abwind mit großer Geschwindigkeit in Richtung Erdboden, wo sie große Mengen Staub und Sand aufwirbelt. Dabei entstehen Staubwalzen, die sich mit hoher Geschwindigkeit am Erdboden ausbreiten. Dieses Wetterphänomen ist unter seinem arabischen Namen „Habub“ bekannt. Wenn ein solcher extremer Sandsturm über ein Gebiet hinweg-

fegt, kann es in Sekundenschwelle stockdunkel werden.

Dem amerikanischen Berufspiloten Ryan Vermillion ist es kürzlich gelungen, ein besonders eindrucksvolles Foto eines Habub aufzunehmen. Er war gerade mit seinem Linienjet vom Flughafen in Phoenix im amerikanischen Bundesstaat Arizona gestartet, als eine Gewitterwolke in der Nähe des Flughafens kollabierte. Aus einer Höhe von 3300 Metern sah die Cockpitbesat-

zung, wie sich unter der Wolke eine riesige Sandwolke über Phoenix ausbreite. Die Reste der Gewitterwolke erscheinen auf dem Bild in Weiß. Der von den fallenden Winden angetriebene Sandsturm wälzt sich unter ihr als bräunliche Staubwolke über die Stadt. Kurz nach dem Start von Vermillions Maschine wurde der Flughafen von Phoenix für Stunden geschlossen, weil der Habub den Tag zur Nacht gemacht hatte. (hra)

## Auf Tuchfühlung mit dem Killer-Asteroiden

Ende dieser Woche startet Osiris-Rex zu ihrer siebenjährigen Mission. Die Sonde soll Material eines erdnahen Gesteinsbrockens einsammeln und zur Erde bringen.

Von Jan Hattenbach

**A**steroiden halten für gewöhnlich sicher Abstand zur Erde. Einige allerdings können ihr ungemütlich nahe kommen. Der vielleicht bedrohlichste dieser „potentiell gefährlichen Asteroiden“ bekommt bald selbst Besuch, und zwar in Gestalt der amerikanischen Raumsonde „Osiris-Rex“. Der Name steht für „Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification and Security-Regolith Explorer“. Im Jahr 1999 hatten Astronomen den kosmischen Brocken mit der Katalognummer 101995 entdeckt und dabei festgestellt, dass er der Erde alle sechs Jahre recht nahe kommt. Der nach einer ägyptischen Gottheit benannte Asteroid „Bennu“ ist ein sogenannter Erdbahnkreuzer. Obwohl der Asteroid von der Erde nicht allzu weit entfernt ist, wird die Osiris-Rex-Mission mindestens sieben Jahre dauern. Denn wie bei interplanetaren Raumfahrtmissionen üblich, führt nicht der direkte Weg zum Ziel. Zunächst wird die Raumsonde von der Größe eines Kleinbusses ein Jahr nach dem Start die Erde noch einmal passieren, um letzten Schwung für die Reise zu nehmen. Erst im August 2018 soll sie den Asteroiden erreichen, zwei Jahre lang seine Oberfläche kartieren und schließlich für wenige Sekunden sanft auf ihm aufzusetzen. Eine dauerhafte Landung auf dem Himmels-



Osiris-Rex hat „Bennu“ erreicht und ihren Saugarm ausgefahren.

Illustration Nasa

körper wird das aber nicht sein, sondern eine Probenahme im „Touch and go“-Verfahren: Für rund fünf Sekunden wird das Ende eines gut drei Meter langen Robotersarms den Asteroiden berühren, mit komprimiertem Stickstoffgas Staub und Gestein aufwirbeln und in einem Probenbehälter auffangen. Im Jahr 2021 soll Osiris-Rex seine zweieinhalb Jahre dauernde Rückreise zur Erde beginnen, wo der Behälter im September 2023 über der Wüste von Utah niedergehen und mit Hilfe von Fallschirmen landen soll. Bis zu zwei Kilogramm Asteroidengestein die Forscher der amerikanischen Raumfahrtbehörde Nasa so auf die Erde zu holen – die größte Menge außerirdischen Materials seit den Apollo-Flügen.

Bennu ist ein Asteroid des kohlenstoffhaltigen „B-Typs“ und damit eine Art Fossil aus der Anfangsphase unseres Sonnensystems. Forscher glauben, dass der Brocken im Wesentlichen aus unveränder-

tem, 4,5 Milliarden Jahre altem Urmaterial besteht. Wissenschaftler wollen im Labor untersuchen, ob dieses Material, aus dem einst auch Sonne, Erde und die übrigen Planeten entstanden sind, bereits Aminosäuren und andere Grundbausteine des Lebens enthielt.

Auch für ausbeutbare Mineralien interessiert sich die Nasa – in den Vereinigten Staaten wird das „Asteroid-Mining“ von privater wie politischer Seite seit einigen Jahren ernsthaft vorangetrieben. Andererseits ist Bennu aber vor allem als potentieller Störenfried gefürchtet. Im Jahr 2135 wird er der Erde näher kommen als der Mond. Dabei wird sich seine Bahn leicht verändern, was wiederum sein Impaktrisiko erhöht: Zwischen den Jahren 2175 und 2199 besteht nach derzeitigem Kenntnisstand eine Chance von 0,037 Prozent für eine Kollision mit unserem Heimatplaneten. Dieser immer noch recht kleine Wert macht 101995 Bennu

dennoch zum Asteroiden mit dem höchsten Impaktrisiko. Bei seiner Größe von knapp 500 Metern wären die Folgen eines Einschlags verheerend.

Eine der Hauptaufgaben der Osiris-Rex-Mission ist es daher, die Impaktwahrscheinlichkeit im späten 22. Jahrhundert genauer einzugrenzen. Denn mit Teleskopern auf der Erde allein ist das nicht möglich: Die Umlaufbahn eines vergleichsweise kleinen Asteroiden wie Bennu wird nicht nur von der Gravitationskraft der Sonne und der anderen Planeten bestimmt: Auch die ständige Absorption und Reflexion des Sonnenlichts ändert den Orbit des Asteroiden im Laufe der Zeit. Das Ausmaß dieses nach dem russisch-polnischen Ingenieur Iwan Jarzkowski benannten Effekts hängt stark von der geometrischen Form und der physikalischen Beschaffenheit des Asteroiden ab – Parameter, die sich nur mit Raumfahrzeugen vor Ort genau bestimmen lassen. Sollte sich herausstellen, dass Bennu eines ferneren Tages tatsächlich mit der Erde kollidieren wird, wären die von Osiris-Rex gesammelten Daten von unschätzbarem Wert: Der Erfolg eventueller Abwehrmaßnahmen, wie sie von Raumfahrtorganisationen immer wieder theoretisch durchgespielt werden, hängt entscheidend von den physikalischen Eigenschaften eines potentiellen Impaktors ab.

Die Nasa hat selbst noch nie zuvor eine Raumsonde sanft auf einen Asteroiden manövriert. Im Jahr 2005 war es aber der japanischen Raumfahrtbehörde Jaxa gelungen, auf ähnliche Weise weniger als ein Gramm des Materials des Asteroiden Itokawa zu Erde zu bringen. Der Start von Osiris-Rex ist für kommenden Freitagmorgen zwischen 01:05 und 03:05 mitteleuropäischer Sommerzeit mit einer Atlas-V-Trägerrakete vom Weltraumbahnhof Cape Canaveral in Florida geplant. Sollten schlechtes Wetter oder technische Schwierigkeiten den Start verhindern, bleibt noch bis zum 12. Oktober Zeit, die Sonde auf den Weg zu bringen, bevor sich das Startfenster zum Asteroiden Bennu schließt.

## Auf den Klang der Worte kommt es an

Wie spricht man am besten mit einem Hund, so dass dieser versteht und sogar tut, was Herrchen sagt?

Hunde verstehen nicht nur, was wir sagen, sondern offenbar auch, wie wir es sagen. Sie ziehen aus den verwendeten Wörtern und dem Tonfall, mit dem die Wörter vorgetragen werden, die richtigen Schlüsse. Das Belohnungszentrum der Hunde wird nur dann durch ein Lob aktiviert, wenn die lobenden Worte mit der passenden Sprachmelodie gepaart sind. Ein mit nichts sagendem Klang gesprochenes „guter Hund“ erzeugt keine Reaktion im Belohnungszentrum der Tiere. Das hat eine Untersuchung ungarischer Wissenschaftler um Attila Andics von der Budapestener Eötvös-Loránd-Universität ergeben.

Die Forscher um Andics konnten des Weiteren zeigen, dass die Hunde für die Analyse und die Interpretation der menschlichen Sprache die gleichen Hirnregionen benutzen wie der Mensch. Wörter verarbeiten die Tiere mit der linken Gehirnhälfte. Die Sprachmelodie dekodieren sie mit einer Region in der rechten Gehirnhälfte. Diese Befunde legen nahe, dass die Fähigkeiten, Wörter zu erkennen und verbale Stimmungen wahrzunehmen, keine rein menschlichen Fähigkeiten sind, sondern auch bei anderen Säugetieren angelegt sind. Die für die Spracherkennung verantwortlichen neuronalen Strukturen müssen also schon lange vor der tatsächlichen Sprachverwendung durch den Menschen existiert haben. Andics und seine Kollegen vermuten, dass diese Strukturen schon bei dem gemeinsamen Vorfahren von Hund und Mensch angelegt gewesen sein müssen, aber dann erst vom Menschen tatsächlich benutzt worden sind.

Die Hunde sind dann vermutlich durch die Domestikation so eng an die menschliche Sprache herangeführt worden, dass sie begonnen haben, die angelegten neuronalen Strukturen ebenfalls für die Dekodierung von Wörtern und Sprachmelodien zu nutzen. Die Wissenschaftler um Andics halten es für un-

wahrscheinlich, dass sich die neuronalen Strukturen in der Evolution zweimal unabhängig voneinander entwickelt haben. Dafür hätte die Zeit seit der Domestikation der Hunde auch nicht ausgereicht, wie sie in der Zeitschrift Science (doi: 10.1126/science.aaf3777) schreiben. Die Ergebnisse der ungarischen Forscher legen zudem nahe, dass vielleicht auch andere Säugetiere mit diesen neuronalen Strukturen lernen könnten, Sprache zu verstehen, wenn dies für sie extrem wichtig wäre.

Die Ergebnisse von Andics und seinen Kollegen basieren auf Untersuchungen im Magnetresonanz-Tomographen (MRT). Die Wissenschaftler haben dreizehn Hunde darunter trainiert, dass die Tiere regungslos in dem Tomographen liegen blieben. Die Tiere sind allesamt ganz normale Familienhunde gewesen, die ständig von Menschen und deren Unterhaltungen umgeben sind. Während der Scans wurde den Tieren ein von ihrem Trainer besprochenes Tonband vorgespielt. Die Hunde bekamen dabei lobende Worte mit lobender Sprachmelodie zu hören, lobende Worte mit nichtssagender Sprachmelodie oder nichtssagender Bindewörter, wie „jedoch“ oder „trotzdem“ mit lobendem oder nichtssagendem Klang.

Die Hirnscans zeigten auf ungefährliche Weise, was im Gehirn der Hunde vor sich ging, während sie die Stimmen hörten. Die linke Gehirnhälfte war immer dann aktiv, wenn ein Wort mit Bedeutung dekodiert wurde, aber nicht bei einem bedeutungslosen Wort – unabhängig von der Sprachmelodie. In einem Hörzentrum in der rechten Hirnhälfte wurde der Klang analysiert, und zwar in der gleichen Region, in der auch nichtverbale, gefühlsgeladene Geräusche dekodiert werden wie etwa Lachen oder Weinen. „Nicht spezielle neuronale Strukturen machen Wörter so einzigartig menschlich“, schreibt Andics in einer Mitteilung, „sondern unsere Entdeckung, diese Hirnareale genau dafür zu benutzen.“ HILDEGARD KAULEN

## Mahl mit nützlichem Gift

Eine Falterart profitiert von pflanzlichen Abwehrstoffen

Wer die Natur gern zur friedlichen Idylle erklärt, sollte einen Bogen um die chemische Ökologie machen. Dieses Forschungsgebiet fördert nämlich immer wieder recht feindselige Beziehungen zwischen Organismen zutage. Außerdem ist seit jeher das Verhältnis von Pflanzen zu ihren fresslustigen Feinden aus dem Lager der Insekten. Die Verteidigung mit giftigen oder abschreckenden pflanzlichen Substanzen führte durch wechselseitige Anpassungen zu einem „evolutionären Wettrüsten“, wie Biologen sagen. Mitunter gelingt es den Angreifern sogar, sich die Waffen der Pflanzen anzueignen und sie zum eigenen Vorteil umzumünzen. Ein raffiniertes Beispiel dafür haben nun Forscher vom Max-Planck-Institut für chemische Ökologie in Jena bei Heliothis-Faltern entdeckt, die von Physalis-Früchten naschen.

Auffallend an Pflanzen der Gattung Physalis, hierzulande vor allem durch die vitaminreiche Kapstachelbeere bekannt, ist der laternenartige Blütenkelch. Die von ihm umschlossene Frucht übt auf Larven bestimmter Heliothis-Falter große Anziehungskraft aus. Allerdings vergällt die Pflanze den Leckerbissen mit främmelnden Substanzen, den Withanoliden. Diese Stoffe, so haben frühere Untersuchungen gezeigt, hemmen die Immunabwehr von Insekten. Zudem können sie, indem sie die Häutung beeinflussen, die Entwicklung empfindlich stören. Wegen ihrer antibakteriellen Wirkung vermögen Withanolide auch die Flora im Verdauungstrakt von Insektenlarven zu verändern. Für den Menschen gelten die in Physalis-Früchten enthaltenen geringen Mengen an Withanoliden indes als völlig unbedenklich. Vielmehr werden die Früchte sogar in der traditionellen Medizin wegen antibakterieller Eigenschaften geschätzt.

Wie sich herausstellte, profitierten nur die Raupen der Art Heliothis subflexa von den Stoffen, mit denen sich die Pflanzen eigentlich vor den Insekten zu schützen trachten. Withanolide steigerten das Wachstum und stärkten das Immunsystem dieser Falter. Deren Raupen widerstanden außerdem einer Infektion mit Bodenbakterien deutlich besser als diejenigen der verwandten Spezies. Die Ergebnisse sind, wie die Forscher in „Nature Communications“ (doi: 10.1038/ncomms12530) ausführen, der erste Nachweis einer vorteilhaften Wirkung von Withanoliden auf Insekten. Ihr Forschungsgebiet, die ökologische Immunologie, dürfte jedenfalls noch so manche wissenschaftliche Überraschung bereit halten.

REINHARD WANDTNER



## Eisen-Feinstaub aus der Luft ins Gehirn

Über das Lungengewebe kann ultrafeiner, gesundheitsschädlicher Feinstaub in den Blutkreislauf aufgenommen werden und sich im Körper weiterverbreiten – und bis ins Hirn vordringen. Eine Forschungsgruppe aus Großbritannien, den Vereinigten Staaten und Mexiko hat eine Untersuchung veröffentlicht, die eine mögliche Verbindung zwischen ultrafeinen Partikeln im Gehirn und Demenz aufzeigt. „Die Studie ist von äußerster

Wichtigkeit, weil es bereits unterschiedlichste Hinweise und jede Menge Spekulationen darüber gibt, wie anthropogen erzeugte mineralische Nanopartikel in das Gehirn einwandern und sich dort ansammeln können“, sagt Wolfgang G. Kreyling, wissenschaftlicher Berater des Helmholtz-Zentrums in München, dem „Science Media Center“. Die Gruppe um Barbara A. Maher von der Universität Lancaster hat das frontale Kortexgewebe von 37 Leichen aus Manchester und Mexiko-Stadt im Alter zwischen 3 und 92 Jahren untersucht und Ansammlungen von Eisenoxid-Nanopartikeln gefunden.

Diese runden Partikel konnten in den Alzheimer-Hirnen von acht Verstorbenen aus Manchester nachgewiesen werden. Zudem wurden in allen Proben aus Mexiko-Stadt außergewöhnlich viele Nanopartikel festgestellt. Mit Elektronenmikroskopen haben die Forscher eine Ähnlichkeit zu Nanokügelchen entdeckt, die vor allem an städtischen Straßenrändern vorkommen. Aufgrund ihres kleinen Durchmessers können die Partikeln auch durch die Nase ins Gehirn eindringen und regen dort die Produktion von schädigenden reaktiven Sauerstoffspezies („reactive oxygen species“, kurz

ROS) an. Eine erhöhte ROS-Produktion steht den Forschern zufolge im Zusammenhang mit neurodegenerativen Krankheiten wie Alzheimer. Demnach könnte ein vermehrtes Vorkommen von Eisenoxid-Partikeln in den autopsierten Gehirnen als Ursache für die Alzheimer-typischen Beta-Amyloid-Ablagerungen angesehen werden. Die Studie, die in den „Proceedings“ der amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften (doi: 10.1073/pnas.1605941113) veröffentlicht wurde, bedarf weiterer Vergleichsstudien, um die Zusammenhänge genauer aufzuschlüsseln.