

ICRAR (<https://public.nrao.edu/news/black-hole-jets-rapid-wobble/>) / CC BY 3.0 (creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode)

Schwarzes Loch mit wirbelnden Jets

Forscher um James C. A. Miller-Jones von der australischen Curtin University haben eine ungewöhnliche Entdeckung gemacht: In 7800 Lichtjahren Entfernung zeigen die beiden Materiestrahlen eines Schwarzen Lochs nicht stets in dieselbe

Richtung, sondern wirbeln ständig hin und her, ähnlich einem losgelassenen Feuerwehrschauch. Ursache ist offenbar, dass die Drehachse des Schwarzen Lochs gegen die Rotationsebene der umgebenden Akkretionsscheibe gekippt

ist: Dadurch taumelt der innere Teil der Scheibe umher wie ein Kreisel. Das kuriose Schauspiel findet im Sternsystem V404 Cygni statt. Seit 1989 ist bekannt, dass hier ein Schwarzes Loch nach und nach die Materie eines benachbarten Sterns

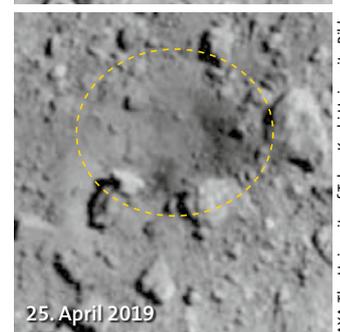
Kratersprengung auf Asteroid Ryugu erfolgreich

Der Sprengversuch auf der Oberfläche des rund ein Kilometer großen Asteroiden Ryugu durch die japanische Raumsonde Hayabusa-2 am 5. April 2019 hat tatsächlich einen etwa zehn Meter großen Krater erzeugt. Die Sonde hatte eine sechs Kilogramm

schwere Sprengladung abgesetzt, die über der Oberfläche explodierte. Sie rammte dabei mit großer Wucht ein anderthalb Kilogramm schweres Projektil aus Kupfer in die Gesteine des Asteroiden (siehe auch SuW 6/2019, S. 11).

Rund drei Wochen später flog Hayabusa-2 erneut dicht an den Asteroiden heran und konnte aus rund 1700 Meter Abstand den neu entstandenen Krater fotografieren. Sein Boden erscheint dunkler als die Umgebung; zudem wurden durch den Einschlag des Projektils zwei mehrere Meter große Felsbrocken aus ihrer vorherigen Position

Vorher, nachher: Durch den Sprengversuch am 5. April 2019 entstand auf der Oberfläche des Asteroiden Ryugu ein neuer Krater mit einem Durchmesser von rund zehn Metern.



JAXA, The University of Tokyo, Kochi University, Rikkyo University, Nagoya University, Chiba Institute of Technology, Meiji University, The University of Aizu, AIST; Bearbeitung: SuW-Grafik

Die Zahl des Monats

Von den **zwölf Astronauten**, die den Mond betreten haben, leben heute noch **vier**.

Das Doppelsternsystem V404 Cygni besteht aus einem Schwarzen Loch (rechts), das von einer Akkretionsscheibe aus heißem Gas umgeben ist, und einem normalen Stern (links), von dem Materie auf die Akkretionsscheibe strömt. In blau sind in dieser künstlerischen Darstellung die wirbelnden Jets wiedergegeben.

ICRAR (https://public.nrao.edu/news/black-hole-jets-rapid-wobble/) / CC BY 3.0 (creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode)

aufsammelt. Die unsichtbare Massenkonzentration bringt dabei etwa das Neunfache unserer Sonne auf die Waage – es handelt sich also um ein stellares Schwarzes Loch.

Stellare Schwarze Löcher wie V404 Cygni gibt es millio-

nenfach in unserer Milchstraße. Manche von ihnen sind von einer Scheibe aus Gas und Staub umgeben, die fast mit Lichtgeschwindigkeit rotiert. Dabei wird immer wieder heißes Plasma ins All katapultiert – vermutlich, weil lokale Magnetfelder das Material peitschenähnlich davonschleudern.

In den meisten Fällen entweichen diese Jets senkrecht zur Scheibe. Dass dies im System V404 Cygni anders abläuft, liegt wahrscheinlich an der Supernova, aus der das Schwarze Loch einst hervorging. Sie hat die Umlaufbahn des Partnersterns gekippt, die letztlich die Orientierung der Akkretionsscheibe vorgibt. Da das Schwarze Loch nun leicht versetzt rotiert und dabei die Raumzeit mit sich zerrt, taumeln die innersten wenigen tausend Kilometer der Scheibe. Daraus resultieren die wirbelnden Materiejets, welche die Forscher nun mit einem Verbund aus zehn US-amerikanischen Radioteleskopen abbilden konnten.

Nature, doi.org/10.1038/s41586-019-1152-0, 2019

herausgehoben und dabei gedreht.

Tatsächlich zeigen sich die beteiligten Forscher der japanischen Raumfahrtbehörde JAXA erstaunt über die Größe und Deutlichkeit des Kraters. Angesichts der Tatsache, dass die Oberfläche von Ryugu überwiegend aus Felsbrocken besteht, hatten sie ein eher nur drei Meter großes Loch erwartet. Möglicherweise sind die Gesteinsbrocken nicht so fest, wie es auf den Aufnahmen der Raumsonde bislang der Fall zu sein schien.

Derzeit sind bei der JAXA Überlegungen im Gange, ob

Hayabusa-2 in diesem neuen Krater zur einer zweiten Probenentnahme niedergehen soll. Es besteht dort die Chance, Gesteinsmaterial zu gewinnen, das noch nie direkt der solaren und der kosmischen Strahlung ausgesetzt war. Ende des nächsten Jahres soll Hayabusa-2 dann mit ihrer Probenausbeute wieder zur Erde zurückkehren und eine Rückkehrkapsel mit den Gesteinsproben abwerfen. Sie geht dann nach einem feurigen Ritt durch die Atmosphäre über der Wüste Australiens an einem Fallschirm nieder.

JAXA, 25. April 2019



South African Radio Astronomy Observatory (SARAO)

Derzeit wird in der südafrikanischen Karoo-Wüste ein Prototyp für die Antennen des SKA-Verbunds errichtet, der die Bezeichnung SKA-MPI trägt. Einige hundert dieser Antennen sollen später Radiowellen in mittleren Frequenzbereichen auffangen.

Max-Planck-Gesellschaft tritt der SKA-Organisation bei

Die Max-Planck-Gesellschaft ist seit Mai 2019 mit ihrem Beitritt das 13. Mitglied der SKA-Organisation. SKA steht für »Square Kilometre Array«. Das Projekt sieht den Aufbau eines weltweiten Verbunds aus tausenden von Radioteleskopen vor, die zusammen eine Sammelfläche von einem Quadratkilometer erreichen sollen. Errichtet werden die Teleskope an zwei Standorten im südlichen Afrika und in Australien. Einmal fertiggestellt, wird das SKA das größte und empfindlichste Radioteleskop der Welt werden.

Ursprünglich war Deutschland bereits Mitglied der SKA-Organisation, allerdings erklärte im Jahr 2014 die amtierende Bundesregierung den Austritt zum 30. Juni 2015 (siehe SuW 8/2014, S. 20). Und dies, obwohl in Deutschland im Vorfeld bedeutende Vorarbeiten insbesondere im Hinblick auf die Technologien des neuartigen Teleskopverbunds geleistet worden waren. Seitdem hatte Deutschland bei der SKA-Organisation offiziell nur noch einen Beobachterstatus, der nun durch die Vollmitgliedschaft ersetzt wurde.

Besonders involviert am SKA ist das Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR) in Bonn, das unter anderem die Teleskope für mittlere Radiofrequenzen entwickeln wird, die am Standort in Südafrika aufgestellt werden sollen. Davon existieren bereits zwei Prototypen, einer davon, SKA-P, wird gerade in China erprobt, der zweite, SKA-MPI, befindet sich im Aufbau in der südafrikanischen Karoo-Wüste (siehe Bild oben).

Ab nächstem Jahr sollen die ersten Beobachtungen mit dem SKA beginnen, allerdings ist der Teleskopverbund bis dahin nur zu einem kleinen Teil realisiert. Nach und nach werden aber immer mehr Antennen hinzugeschaltet und die Empfindlichkeit wird weiter steigen. Der Vollausbau könnte vielleicht im Jahr 2030 erreicht sein.

MPIfR, 8. Mai 2019

Liste der Gravitationswellen-Ereignisse online

Annähernd ein Gravitationswelleneignis pro Woche wird durch die drei derzeit aktiven Detektoren weltweit registriert. Um den Überblick zu wahren, hier klicken: [suw.link/Gravitationswellen](#)

Ein neuer interstellarer Besucher?

Der am 16. Mai 2019 entdeckte Komet C/2019 K1 (ATLAS) bewegt sich auf einer hyperbolischen Bahn um die Sonne und könnte aus dem interstellaren Raum stammen. Er wird im Februar 2020 seinen geringsten Abstand zur Sonne in Höhe der Marsbahn erreichen.

Sonde Beresheet scheiterte an Softwarefehlern

Die am 11. April 2019 auf dem Mond zerschellte israelische Sonde Beresheet war das Opfer von Softwarefehlern. Funkbefehle von der Erde aus sorgten für eine Fehlerkaskade im Steuerprogramm, so dass die Sonde mit großer Wucht auf die Mondoberfläche stürzte.

Mission von Satellit Spektr-R beendet

Im April 2019 erklärte die Russische Akademie der Wissenschaften die Mission des Radioastronomiesatelliten Spektr-R, welcher im Jahr 2011 gestartet wurde, für beendet. Seit einigen Monaten bestand kein zuverlässiger Funkkontakt zum Satelliten mehr.

Ihr Name zum Mars

Bis zum 30. September 2019 besteht die Möglichkeit, den eigenen Namen an Bord des Mars 2020-Rovers der NASA zum Roten Planeten zu schicken. Dafür müssen Sie die Website <https://go.nasa.gov/Mars2020Pass> anklicken und das Formular ausfüllen. Dann fliegt der eigene Namen auf einem Chip mit zum Roten Planeten.

Weitere aktuelle Meldungen aus Astronomie und Weltraumforschung finden Sie auf

www.spektrum.de/astronomie und www.sterne-und-weltraum.de/twitter

Ferrovulkanismus auf Asteroid Psyche?

Möglicherweise gab es auf dem Asteroiden (16) Psyche vor rund 4,5 Milliarden Jahren aktive Vulkane, die Ströme flüssigen Eisens spien. Zu dieser aufsehenerregenden Erkenntnis kommen Jacob N. H. Abrahams und Francis Nimmo von der University of California Santa Cruz. Die beiden Forscher interessierten sich dafür, wie sich das flüssige Eisen eines Asteroidenkerns verhält, wenn durch einen großen Einschlag der umgebende Gesteinsmantel beseitigt wird und der Kern freiliegt. Als ein Beispiel dafür gilt der überwiegend aus Metall bestehende Asteroid (16) Psyche, der ab dem Jahr 2026 von einer gleichnamigen NASA-Raumsonde erkundet werden soll.

Die Simulationen zeigen, dass der Eisenkern schnell eine Kruste aus festem Eisen bildet, die aber eine höhere Dichte als die darunterliegende Metallschmelze aufweist. Dadurch sinken Teile von ihr ins Innere des Himmelskörpers ab und geschmolzenes Eisen tritt aus. Dabei kann es Ströme aus flüssigem Eisen

geben und auch Feuerfontänen über den Austrittspunkten sind denkbar, wenn das Innere noch einen gewissen Anteil an leicht flüchtigen Stoffen enthält.

Bei manchen der Modellierungen der beiden Forscher erstarrt der eiserne Himmelskörper jedoch vom Zentrum her – also von innen nach außen. In diesem Fall gibt es keinen Vulkanismus. In anderen Fällen bildet sich dagegen eine feste Metallkruste, aus der dann Vulkane hervorbrechen.

Die Lava solcher Eisen- oder Ferrovulkane ist sehr dünnflüssig und würde je nach Temperatur der Schmelze wie Öl bei Raumtemperatur fließen. Somit dürfte es keine klassischen Vulkankegel geben, da sich die Eisenlava zu schnell ausbreitet und sich auch nicht um den Ausbruchspunkt herum anhäuft. Wie die Oberfläche von (16) Psyche nun wirklich aussieht und ob es dort metallisches Eisen direkt an der Oberfläche gibt, werden wir aber frühestens erst in sieben Jahren erfahren.

Geophysical Research Letters, akzeptiert, doi.org/10.1029/2019GL082542, 2019



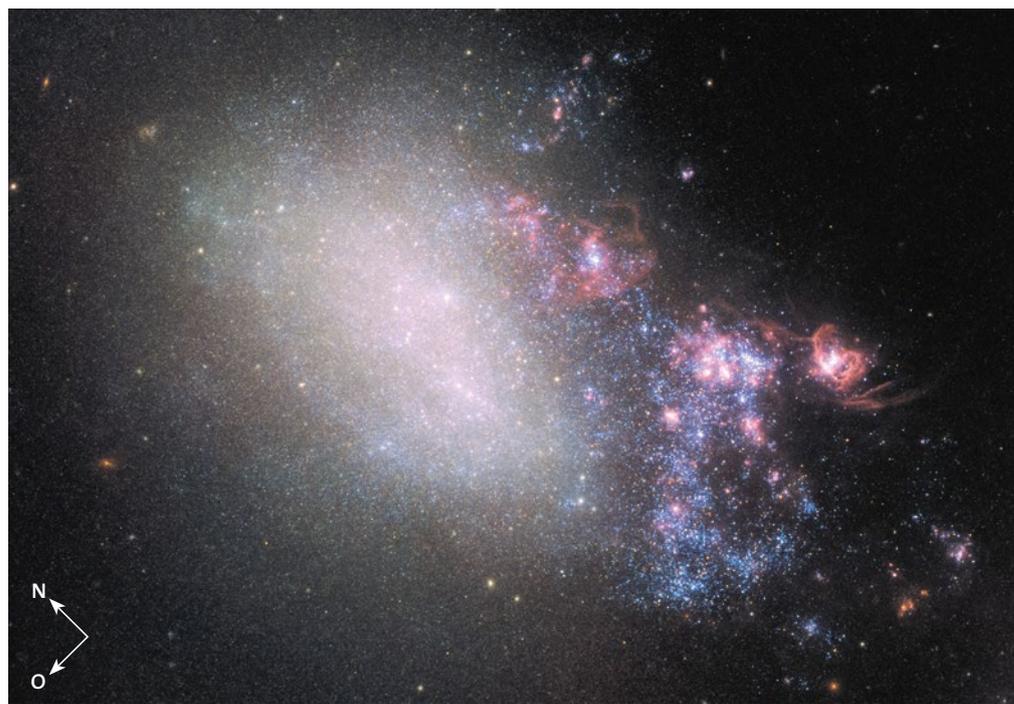
Illustration: Elena Hartley / University of California Santa Cruz

So könnte der Hauptgürtelasteroid (16) Psyche in seiner Jugend vor rund 4,5 Milliarden Jahren ausgesehen haben (künstlerische Darstellung): Ströme geschmolzenen Eisens brechen aus dem Inneren hervor und verbreiten sich über die Oberfläche. Auch Feuerfontänen aus flüssigem Eisen sind denkbar.

Blaues Sternfeuerwerk in Galaxie NGC 4485

Mit dem Weltraumteleskop Hubble gelang diese Aufnahme der irregulären Galaxie NGC 4485 im Sternbild Jagdhunde, von der uns etwa 25 Millionen Lichtjahre trennen. Das Weltraumteleskop ermöglicht es, Einzelsterne in dieser Welteninsel zu erkennen, darunter zahlreiche blaue Sterne, die an funkelnde Juwelen erinnern. Ihre Anwesenheit in großer Zahl und die verzerrte Form von NGC 4485, die einstmals eine Spiralgalaxie ähnlich unserer Milchstraße war, belegen eine Kollision mit ihrer größeren Nachbargalaxie NGC 4490 vor nicht allzulanger Zeit. Letztere befindet sich knapp außerhalb des Bildes.

Die blauen Sterne sind massereich und so heiß, dass sie überwiegend im energiereichen blauen Licht und im Ultravioletten leuchten. Wegen ihrer großen Massen verbrauchen sie ihre Vorräte an Wasserstoff in nur wenigen Millionen Jahren und blähen sich in der Folge zu Roten Riesen auf, um kurz danach in mächtigen Supernova-Explosionen zu vergehen. Somit kann noch nicht viel



Zeit seit ihrer Entstehung vergangen sein.

Zudem finden sich rötliche H-Alpha-Regionen in ihrer Nähe. Diese bestehen aus Wasserstoff, der durch die ultraviolette Strahlung der massereichen O-Sterne zum Leuchten im sichtbaren Licht angeregt wird. Auch sie sind recht kurzlebig, denn sie werden durch die Strahlung und die heftigen Sternwinde der massereichen Sterne auseinandergeblasen.

Auf Grund eines vergleichsweise nahen Vorübergangs der Nachbargalaxie NGC 4490 an NGC 4485 kam es zu intensiven wechselseitigen Gezeiteneffekten. Dadurch wurden die in beiden Welteninseln befindlichen Ansammlungen von Gas und Staub zum Kollaps und zur massenhaften Bildung neuer Sterne angeregt – einem »Starburst«. Neben tausenden der auffälligen massereichen Sterne entstanden auch Millionen Sterne mit Massen ähnlich

Rund 25 Millionen Lichtjahre trennen uns von der irregulären Galaxie NGC 4485 im Sternbild Jagdhunde. In dieser Aufnahme des Weltraumteleskops Hubble finden sich zahlreiche massereiche blaue Sterne.

unserer Sonne oder weniger. Sie werden noch von dem Schub an Sternentstehung in NGC 4485 künden, wenn die massereichen Sterne längst vergangen sind. ST-ECF, 16. Mai 2019

ESA/Hubble, NASA (<https://www.spacetelescope.org/images/he1c1910a/>) / CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) (eGalcode)

Anzeige

150mm Öffnung!

APM 150mm 45° ED-Apo Bino mit Wechselokularaufnahme für 2" Okulare

Ein Traum für Naturbeobachtung und Astronomie: Die hochauflösende ED-Optik unseres neuen 150mm-Großfernrohres ist mit modernstem Breitband-Multicoating versehen und garantiert extrem helle und scharfe Bilder. Das Fernglas ist natürlich wasserdicht und wetterfest. Integriert sind verschiebbare Taukappen mit vorde-rem Abschlußdeckel, ein Handtragegriff mit Visiervorrichtung, ein Photostativadapter mit 3/8" Gewindeanschluß – inklusive und ein Paar 30mm-Okulare (74° / 28-fach).

Gewicht: 19 kg, Pupillendistanz: 61mm – 75mm, Objektiv Sehwinkel: 2,7°, Abmessungen: Länge 804mm × Breite 371mm (a.d. Taukappe) × Höhe 197mm

NEU
Eines der größten
serienmäßig pro-
duzierten Fernglä-
ser der Welt!

ED
GLASS



8490 €



Tel.: +49 (0)6897 924929-0 Fax: +49 (0)6897 924929-9

E-Mail: info@apm-telescopes.de

www.apm-telescopes.de



NGC 2903 – eine attraktive Balkenspirale

Rund 30 Millionen Lichtjahre trennen uns von der Balkenspiralgalaxie NGC 2903 im Sternbild Löwe. Mit dem Weltraumteleskop Hubble gelang nun eine attraktive Aufnahme des inneren Bereichs dieser Welteninsel, die viele Details enthüllt. Sie entstand im sichtbaren und ultravioletten Licht, so dass die Farben nicht dem visuellen Anblick entsprechen.

Beim Betrachten des Bildes fallen zunächst die helle Zentralregion und zahlreiche, hier violett erscheinende Flecken in den beiden Hauptspiralarmen auf. Letztere sind Sternentstehungsregionen, in denen massereiche Sterne

dabei sind, die Ansammlungen aus Gas und Staub, in denen sie entstanden sind, durch ihre energiereiche Strahlung und intensive Sternwinde auseinander zu blasen. Ihre ultraviolette Strahlung regt das umgebende, überwiegend aus Wasserstoff bestehende Gas zum Aussenden sichtbaren Lichts an. Dadurch entstehen die H-Alpha-Regionen, die im sichtbaren Licht intensiv rot leuchten.

Um das Zentrum von NGC 2903 herum befinden sich zahlreiche helle Sternhaufen, die offenbar aus jungen Sternen bestehen. Hier ist die Sternentstehung weiter fortgeschritten als in den Spiralarmen, so dass die umhül-

Im sichtbaren und im ultravioletten Licht entstand dieses Bild der Balkenspiralgalaxie NGC 2903 mit dem Weltraumteleskop Hubble.

lenden Gas- und Staubwolken bereits weitgehend verschwunden sind. Im Bild zeigen sich außerhalb des Zentralbereichs zahlreiche dunkle Schwaden. Es sind Staubwolken, in denen sich neue Sterne bilden können.

NGC 2903 wurde bereits im Jahr 1784 vom deutschstämmigen Himmelforscher Wilhelm Herschel von Großbritannien aus entdeckt und ist auch ein beliebtes Beobachtungsobjekt für Amateurastronomen. NASA-GSFC, 3. Mai 2019

»Sterne und Weltraum«-Gewinnspiel

Mit etwas Glück können Sie ein Exemplar des informativen und lesenswerten Sachbuchs »Jenseits von Einsteins Universum« aus dem Franckh-Kosmos-Verlag in Stuttgart gewinnen.

Senden Sie die Ziffern der Fragen und den jeweils zugehörigen Buchstaben der richtigen Lösung bis zum **5. Juli 2019** per E-Mail mit der Betreffzeile »Mondmeteorit« an: gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de



Frage 1: Von woher kommen die Mondmeteorite?

- a) von der Mondvorderseite
- b) von der Mondrückseite
- c) von der gesamten Oberfläche

Frage 2: Die Masse aller Mondmeteorite beträgt derzeit:

- a) 127 Kilogramm
- b) 227 Kilogramm
- c) 327 Kilogramm

Frage 3: Wann wurde der erste Mondmeteorit entdeckt?

- a) 1981
- b) 1984
- c) 1987

Teilnahmebedingungen: Alle »Sterne und Weltraum«-Leser, die bis zum 5. Juli 2019 die richtigen Lösungen an die genannte E-Mail-Adresse senden, nehmen an der Verlosung teil. Bitte dabei unbedingt die Postanschrift angeben. Maßgebend ist der Tag des Eingangs. Ausgeschlossen von der Teilnahme sind die Mitarbeiter der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH und deren Angehörige. Die Preise sind wie beschrieben. Ein Tausch

der Gewinne, eine Auszahlung in bar oder in Sachwerten ist nicht möglich. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mit der Teilnahme am Gewinnspiel erkennt der Einsender diese Teilnahmebedingungen an. Die Namen der Gewinner werden in »Sterne und Weltraum« veröffentlicht. Die Teilnehmer erklären sich mit der Veröffentlichung ihres Namens zu diesem Zweck einverstanden.

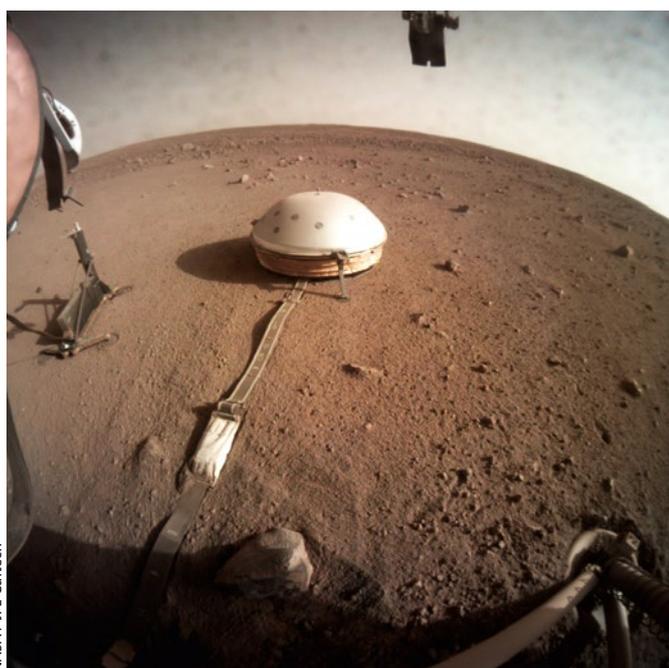
Das erste Marsbeben nachgewiesen?

Aus Sicht von Erdbebenforschern ist der Mars ein recht träger Geselle, denn seit rund fünf Monaten ist auf dem Roten Planeten ein äußerst empfindliches Seismometer zur Messung auch kleinster Erschütterungen aktiv. Es hatte bislang nur Windgeräusche und die Bewegungen des Roboterarms der Raumsonde InSight aufgezeichnet, während der Mars selbst völlig still blieb. Am 6. April 2019, während des 128. Marstags der Mission, registrierte das Experiment SEIS erstmals eine schwache Erschütterung, die nicht auf atmosphärische Phänomene oder Bewegungen der Raumsonde zurückzuführen ist. Allerdings ist dieses Marsbeben so schwach, dass es auf der Erde im Grundrauschen unseres seismisch hochaktiven Planeten völlig untergegangen wäre.

Tatsächlich ähnelt es den Signalen, welche die Seismometer registrierten, die von den Astronauten der Apollo-Astronauten auf dem Mond

aufgestellt wurden. Diese waren von 1969 bis 1977 aktiv und zeichneten hunderte schwacher Erschütterungen auf dem Erdtrabant auf. Schuld an der im Vergleich zum Mars viel höheren seismischen Aktivität des Mondes sind Gezeiteneffekte, welche durch die Erde erzeugt werden, die die 81-fache Masse des Mondes aufweist.

Wodurch die Erschütterung auf dem Mars ausgelöst wurde, ist noch ungeklärt. Mögliche Ursachen könnten der Einsturz eines Hohlraums in der Marskruste sein, ein Felssturz oder auch ein echtes tektonisches Beben, bei dem sich Teile der Marskruste gegeneinander verschoben haben. Eine weitere Möglichkeit wäre der Einschlag eines kleinen Meteoriten auf dem Mars, allerdings gehen die Wissenschaftler der NASA auf diese Ursache nicht ein. Auf jeden Fall zeigt das Ergebnis, dass das Seismometer von InSight sehr empfindlich ist, gut funktioniert und weiterhin auf der Lauer nach Marsbeben liegt. NASA, 24. April 2019



NASA / JPL-Caltech

Seit Februar 2019 ist das hochempfindliche Seismometer SEIS der Raumsonde InSight unter seiner silbernen Schutzkuppel aktiv und hält Ausschau nach Marsbeben.



Vor 50 Jahren

Gibt es Emissionszentren von Sulfanyl (SH)?

»[Beim] radioastronomischen Nachweis von Molekülen war besonders überraschend die Entdeckung, daß einige Punktquellen in der Nähe von

HII-Regionen ... intensive Strahlung des OH-Radikals emittierten. Das SH-Radikal hat im Grundzustand ein ganz ähnliches Termschema. Vier eng beieinander liegende Linien müßten bei 111 MHz beobachtbar sein. Mit dem 300-m-Radiospiegel von Arecibo haben Meeks, Gordon und Litvak eine der stärksten OH-Quellen (W49) bei 111 MHz beobachtet. ... [Es] ergaben sich nur obere Grenzen. ... Der Hauptgrund für dieses negative Ergebnis liegt [darin, daß] ... die Frequenzen der Linien bisher nur auf 0,1 MHz bekannt sind. Die Nachweisapparatur arbeitete deswegen mit einer großen Bandbreite. ... Mit einer empfindlicheren Apparatur sollte der eindeutige Nachweis von SH gelingen.« (SuW, Juli 1969, S. 166)

Im Jahr 1969, auf das sich dieser SuW-Kurzbericht bezieht, bestand unter den Astronomen großes Interesse am Nachweis interstellarer Moleküle. So waren in einem Leitartikel der Zeitschrift Nature als aufregende Themen neben Quasaren und Pulsaren auch die interstellaren Moleküle aufgeführt. Als erstes war 1963 das Hydroxyl-Molekül (OH) entdeckt worden. Seine durch den Masereffekt verstärkten, zunächst unverstandenen Emissionslinien schrieb man zu Beginn einem rätselhaften Stoff »Mysterium« zu. Molekularer Wasserstoff und das nächsthäufige interstellare Molekül, Kohlenmonoxid (CO), waren noch nicht gefunden, dagegen Ende 1968 die mehratomigen Moleküle Ammoniak und Wasser. Letztere Entdeckung war offenbar so überzeugend, dass sich der beobachtende Astronom im Heimatinstitut mit der Nachricht meldete: »Im Orion muss es gerade regnen.«

Es dauerte noch lange, bis Sulfanyl (SH) – wie vorhergesagt – von empfindlicheren Apparaturen nachgewiesen werden konnte: Im Jahr 2000 mit dem Vier-Meter-Teleskop auf dem Kitt Peak im Nahinfrarot am Roten Riesen R Andromedae, dann 2011 in interstellaren Wolken (auch im Sternentstehungsgebiet W49) vom fliegenden Infrarotobservatorium SOFIA aus im Ferninfrarot bei 217 Mikrometer. SH reiht sich damit ein in das gute Dutzend bisher bekannter schwefelhaltiger Moleküle im interstellaren Raum. Von diesen werden vor allem Kohlenstoffmonosulfid und Schwefelmonoxid als Werkzeuge benutzt, um in Molekülwolken die Dichte beziehungsweise eine mögliche Aufheizung, etwa durch Schockwellen, zu untersuchen. SH ist schwieriger zu beobachten. Es leistet immerhin einen Beitrag als weiterer Baustein für die dort ablaufenden chemischen Prozesse. Und vor allem lässt der Nachweis seiner Spektrallinien in Wolken geringer Dichte (mit weniger als 100 Teilchen pro Kubikzentimeter) besonders zuverlässig die Existenz von internen Wärmequellen erkennen. Es eignet sich auch zur Bestimmung der Schwefelhäufigkeit in sonnenähnlichen Sternen. CHRISTOPH LEINERT