

Wölfe verstehen Zusammenhänge besser als Hunde

Die Haustiere scheinen kognitive Fähigkeiten verloren zu haben, als sie domestiziert wurden



Wer auf den heißen Herd langt, verbrennt sich. Das Prinzip von Ursache und Wirkung lernt der Mensch von Kindesbeinen an. Doch auch Tiere wie der Wolf verstehen kausale Zusammenhänge, und das sogar besser als Hunde, wie eine Studie gezeigt hat. Ein Forschungsteam unter Beteiligung von Juliane Bräuer vom Max-Planck-Institut für Menschheitsgeschichte hat das Verhalten von Hunden und von Wölfen untersucht, die an Menschen gewöhnt sind. Dafür versteckten die Forscher Futter und testeten, ob die Tiere Hinweise auf den gesuchten Ort verstanden. Hunde wie Wölfe konnten kommunikative Signale wie Blickbewegungen,

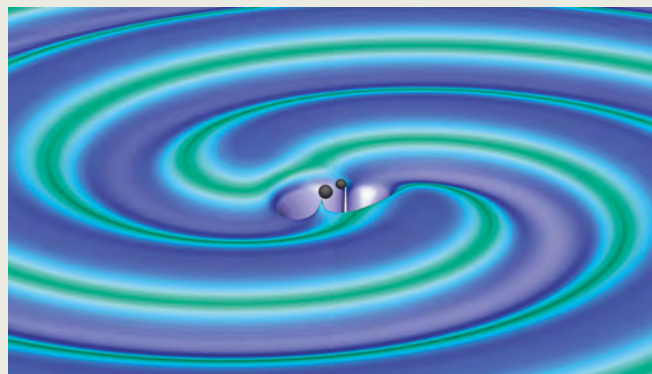
Fingerzeige oder Nicken verstehen, ebenso eine auf den fraglichen Ort gerichtete Geste. Als die Tiere erkennen sollten, dass ein Becher mit Futter, den man schüttelt, ein Geräusch erzeugt, ein leerer Becher aber nicht, gelang jedoch nur den Wölfen der richtige Schluss. „Das deutet darauf hin, dass die Domestikation einen Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten unserer heutigen Hunde hatte“, sagt Bräuer. „Allerdings kann man auch nicht ausschließen, dass Wölfe größeren Forschungsdrang zeigen müssen als Haustiere. Denn im Gegensatz zu Hunden müssen Wölfe selbst Futterquellen entdecken.“ (www.mpg.de/11476449)

Vielsagender Blick: Wölfe können Augenbewegungen und Gesten von Menschen richtig deuten, wenn es darum geht, verstecktes Futter zu finden.

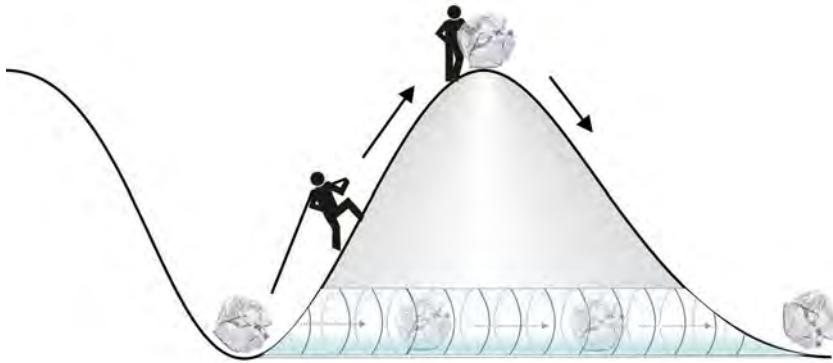
Mit dem Dritten lauscht man besser

Gravitationswellen zweier schwarzer Löcher gehen dieses Mal auch dem italienischen Virgo-Detektor ins Netz

Die Beobachtung von Gravitationswellen wird allmählich zur Routine: Erneut haben Forscher diese von Albert Einstein vor hundert Jahren vorhergesagten Kräuselungen der Raumzeit registriert. Doch dieses Mal war neben den beiden US-amerikanischen Advanced-LIGO-Observatorien, die alle drei bisher registrierten Gravitationswellen entdeckt hatten, auch der italienische Virgo-Detektor im Spiel. Am 14. August beobachteten sämtliche drei Anlagen das Signal GW170814, das durch die Verschmelzung von zwei schwarzen Löchern erzeugt wurde. Die kosmischen Monster besaßen 31 und 25 Sonnenmassen. Das Signal erreichte den LIGO-Detektor in Livingston rund acht Millisekunden vor dem in Hanford und etwa 14 Millisekunden vor Virgo in der Toskana. Aus der Kombination dieser Laufzeitunterschiede ließ sich die Richtung zur Quelle berechnen. So gelang es, GW170814 auf einen Bereich von 60 Quadratgrad am Südhimmel zwischen den Sternbildern Eridanus und Pendeluhr zu lokalisieren. Der Vergleich der gemessenen Wellenform mit Vorhersagen der allgemeinen Relativitätstheorie wiederum lieferte eine Entfernung von etwa 1,8 Milliarden Lichtjahren. An Entdeckung und Datenauswertung beteiligt waren auch dieses Mal Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Gravitationsphysik in Potsdam und Hannover. (www.mpg.de/11491142)



Signal aus dem All: Zwei schwarze Löcher mit 31 und 25 Sonnenmassen verschmelzen und senden dabei Gravitationswellen aus. Die Farben charakterisieren die Stärke des Feldes.



Über oder durch den Energiewall? Klassische Teilchen können eine Energiebarriere nur überwinden, wenn sie mit Energieaufwand darübergehoben werden. Quantenteilchen haben auch eine Chance, den Wall hinter sich zu lassen, wenn sie dafür eigentlich nicht genügend Energie besitzen – sie können durch das Hindernis tunneln.

Zeitmessung im Tunnel

Bei einem quantenmechanischen Effekt benötigen Teilchen einige Attosekunden, um eine Energiebarriere zu überwinden

Harry Potter kann vieles, was wir nicht können, auch durch Mauern gehen: Um zum Gleis 9 $\frac{3}{4}$ zu gelangen, wo der Zug zur Zauberschule Hogwarts hält, schlüpfen er und seine Mitschüler durch eine Wand zwischen den Gleisen neun und zehn. Was im wirklichen Leben unmöglich ist, gehört in der verrückten Welt der Quantenphysik zur Normalität. Teilchen wie etwa Elektronen können eigentlich unüberwindbare Energiebarrieren durchdringen. Physiker sprechen vom quantenmechanischen Tunneleffekt. Jetzt haben Forscher des Max-Planck-Instituts für Kernphysik in Heidelberg erstmals nachgewiesen, dass Elektronen für den Tunnelvorgang eine endliche Zeit benötigen. Um das zu untersuchen, dreh-

ten die Forscher mit dem elektromagnetischen Feld eines Lasers den Potenzialtopf, den das elektrische Feld eines Atoms bildet und in dem dessen Elektronen gefangen sind. Dann beobachteten sie ein Elektron, als es aus dem Potenzialtopf heraustunnelte. Durch die Drehung wurde die Flugbahn des Teilchens ein bisschen verschoben, das Elektron hatte also einige Attosekunden, milliardstel Bruchteile einer milliardstel Sekunde, im Quantentunnel verbracht. Obwohl der Tunneleffekt seit nahezu hundert Jahren bekannt ist, war bislang unklar, ob ein Teilchen in einer endlichen Zeit einen Tunnel durch eine Barriere bohrt oder ob es im selben Moment hinter der Wand auftaucht. (www.mpg.de/11414673)

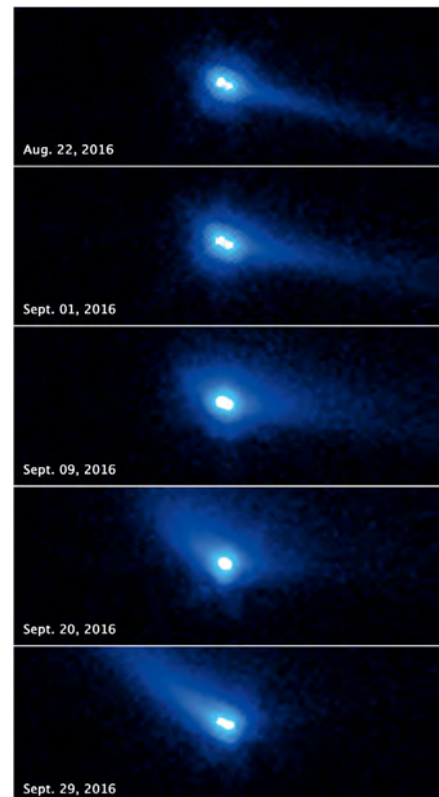
Der doppelte Asteroid

Ein Objekt namens 288P ist der einzige bekannte aktive Kleinplanet, der aus zwei Teilen besteht

Der Körper 288P, der im Asteroidengürtel zwischen den Umlaufbahnen von Mars und Jupiter um die Sonne kreist, ist ein Unikat: Er gehört nicht nur zur Gruppe außergewöhnlicher Asteroiden, die Staub und Gas ins All spucken – und sich damit eher wie Kometen verhalten, die als Einzelgänger durch das Sonnensystem ziehen; er besteht auch aus zwei getrennten Teilen, die sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt drehen. Das legen Daten des Weltraumteleskops *Hubble* nahe, die Wissenschaftler unter Leitung des Max-Planck-Instituts für Sonnensystemforschung jetzt ausgewertet haben. 288P ist somit der erste bekannte aktive Doppelasteroid. Vermutlich zerbrach er vor nicht mehr als 5000 Jahren unter dem

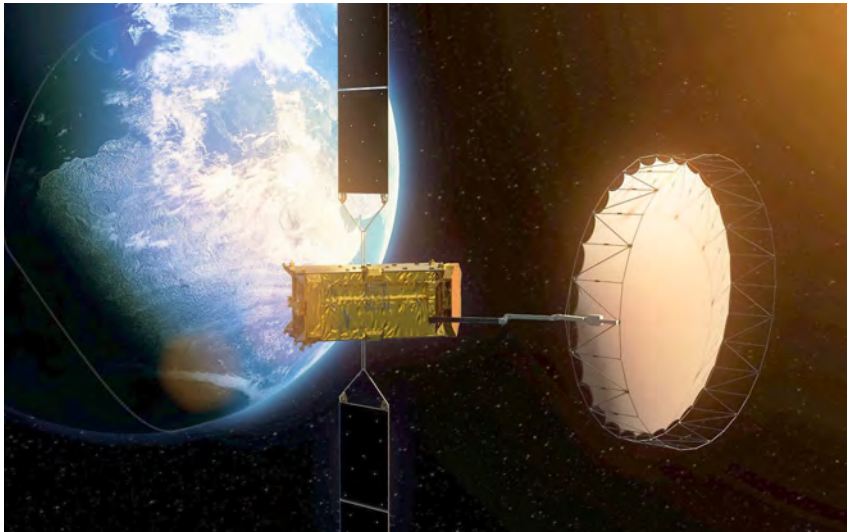
Einfluss der eigenen Rotation in zwei Teile. Diese besitzen Durchmesser von jeweils etwa einem Kilometer. Simulationen zeigen, dass sie sich auf einer stark elliptischen Bahn im Abstand von rund 100 Kilometern umkreisen. Ähnlich einem Kometen wird der Asteroid stets aktiv, wenn er sich der Sonne auf seiner Bahn annähert. Offenbar liegt das an Gasen, die dann freigelegt werden und verdampfen. (www.mpg.de/11479535)

Zwei statt eins: Diese Reihenaufnahmen des Weltraumteleskops *Hubble* zeigen, dass der Doppelasteroid 288P aus zwei Teilen besteht, die umeinander kreisen, und kometenähnliche Merkmale aufweist. Dazu gehören die Koma – eine dünne Gashülle – und der Staubschweif.



Quantenkommunikation mit einem Satelliten

Mit der Übertragung von Quanteninformation aus dem Orbit wird ein sicherer weltweiter Datenaustausch möglich



Vielseitiger Satellit: Ein Teil des *Alphasat I-XL* ist eigentlich für die Demonstration der Datenübertragung zwischen Erdbeobachtungssatelliten und der Erde entwickelt worden, eignet sich aber auch, um Quantenzustände zu übertragen.

Was als exotische Forschung in physikalischen Labors begann, könnte bald die weltweite Kommunikation sensibler Daten verändern: die Quantenkryptografie. Die jüngste Arbeit, die ein Team um Christoph Marquardt und Gerd Leuchs am Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts in Erlan-

gen auf diesem Gebiet nun vorgestellt hat, dürfte das rapide gewachsene Interesse nicht zuletzt von Telekommunikationsunternehmen, Banken und Regierungseinrichtungen an der Technik noch einmal beflügeln. Denn die Physiker haben zusammen mit der Firma Tesat-Spacecom und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt jetzt eine Voraussetzung geschaffen, um mithilfe der Quantenkryptografie auch über große Strecken abhörsicher zu kommunizieren. Sie haben die Quantenzustände von Lichtsignalen gemessen, die von einem 38000 Kilometer entfernten, geostationären Kommunikationssatelliten gesendet wurden. Die Physiker sind daher zuversichtlich, dass sich aufbauend auf der etablierten Satellitentechnik innerhalb weniger Jahre ein weltweites abhörsicheres Kommunikationsnetz errichten lässt. (www.mpg.de/11382103)

Schmarotzer und Frühwarnsystem

Wirtspflanzen informieren andere Pflanzen mithilfe eines Parasiten über gefräßige Insekten

Pflanzen können mittels gasförmiger Substanzen und unterirdischer Pilznetzwerke miteinander kommunizieren. Ein Team von Wissenschaftlern des Kunming-Instituts für Botanik in China und des Max-Planck-Instituts für chemische Ökologie in Jena hat nun entdeckt, dass auch Parasiten als Vermittler dienen können. Der Teufelszwirn überträgt Informationen über den Befall mit anderen Schädlingen zwischen seinen Wirtspflanzen. Die parasitische Pflanze der Gattung *Cuscuta* hat selbst keine Wurzeln. Stattdessen bildet sie Saugorgane, die ihren Wirtspflanzen Nährstoffe entziehen. Der Teufelszwirn befällt mehrere Pflanzen gleichzeitig und verbindet sie netzartig miteinander.

Die Wissenschaftler haben alle aktiven Gene in den Blättern der über den Teufelszwirn verbundenen Pflanzen analysiert und festgestellt, dass von Insekten befallene Pflanzen Signale über Teufelszwirn-Brücken an ihre Nachbarpflanzen weiterleiten – und dies sogar an andere Arten. Die Empfänger können so die Produktion von Abwehrstoffen ankurbeln und sich gegen eine Attacke wappnen. Ob der Teufelszwirn seine Vermittlerrolle völlig uneigennützig spielt, sollen weitere Studien klären. (www.mpg.de/11409612)

Der Teufelszwirn verursacht bedeutende wirtschaftliche Schäden beim Anbau von Luzerne, Klee und Soja.



Glasfassaden sind Fallen für Fledermäuse

Fledermäuse verlassen sich weitgehend auf ihre Echoortungslaute, um sich im Dunkeln zu orientieren. Treffen ihre Laute jedoch im schrägen Winkel auf horizontale glatte Flächen wie Wasser, werden sie von den Fledermäusen wegreflektiert. Die Oberflächen von Seen, Teichen oder Flüssen wirken daher auf sie wie Spiegel, von denen sie kaum Echosignale erhalten. Denselben Effekt haben künstliche horizontale glatte Flächen: Die Tiere verwechseln sie mit Wasser. Ähnliches geschieht bei vertikalen glatten Flächen – teilweise mit fatalen Folgen: Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Ornithologie in Seeviesen haben festgestellt, dass Fledermäuse eine senkrechte glatte Fläche

meist erst zu spät erkennen und zunächst für ein Loch zum Durchfliegen halten. Solche Flächen sind für die Tiere unhörbar und damit quasi unsichtbar. Die Wissenschaftler haben das Flug- und Echoortungsverhalten Großer Mausohren (*Myotis myotis*) mithilfe von Infrarotkameras und Mikrofonen untersucht. In einem abgedunkelten Flugraum stießen 19 von 21 Tieren innerhalb kurzer Zeit mit einer glatten Platte an der Wand zusammen. Legten die Forscher die Platte auf den Boden, gab es keine einzige Kollision, 13 Tiere wollten jedoch davon trinken. Die Forscher fordern nun Maßnahmen, um Kollisionen von Fledermäusen mit Glasfassaden zu verhindern. (www.mpg.de/11464675)

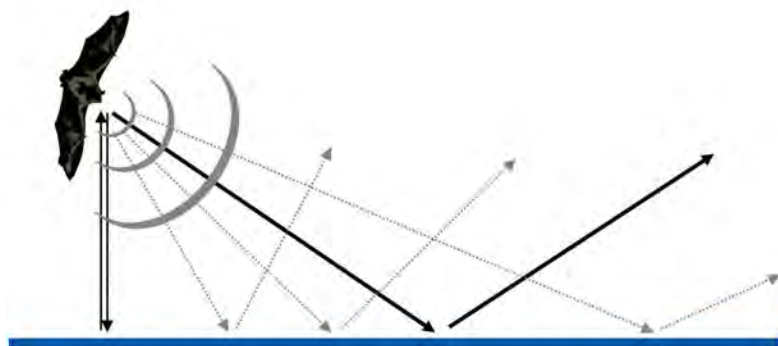


Überraschende Herkunft: Forscher fanden in bayerischen Gräbern aus der Bronzezeit zahlreiche Frauen aus weit entfernten Regionen. Beerdigt waren sie genauso wie Einheimische.

Frauen aus der Ferne

Ins Lechtal kamen vor 4000 Jahren viele Bräute aus Böhmen und Mitteldeutschland

Am Ende der Steinzeit und in der frühen Bronzezeit wurden Familien im Lechtal, südlich von Augsburg, auf überraschende Weise gegründet: Viele Frauen kamen aus der Fremde, wohl aus Böhmen oder Mitteldeutschland, während die Männer zumeist aus der Region stammten. Und das war kein vorübergehendes Phänomen, es lässt sich über einen Zeitraum von 800 Jahren nachweisen. Das ergaben archäologische Auswertungen im Rahmen eines Forschungsvverbands, an dem Johannes Krause vom Max-Planck-Institut für Menschheitsgeschichte beteiligt ist. Die Forscher untersuchten die menschlichen Überreste von 84 Individuen genetisch sowie mittels Isotopenanalysen und werteten die Ergebnisse archäologisch aus. Die Menschen waren zwischen 2500 und 1650 vor Christus in Gräberfeldern bestattet worden, die zu jeweils einzelnen Gehöften gehörten. Genetische Analysen sowie Untersuchungen der Zähne ergaben, dass die Mehrheit der Frauen nicht aus der Region stammte. Sie wurden jedoch genauso beerdigt wie Einheimische, was darauf hindeutet, dass sie in die lokale Gemeinschaft integriert waren. (www.mpg.de/11463276)



Wenn eine Fledermaus auf eine glatte Oberfläche zufliegt, werden ihre Echoortungslaute zunächst von ihr wegreflektiert. Erst wenn sie sich direkt neben der glatten Fläche befindet (Bild), werden Echos zu ihr zurückgeworfen.

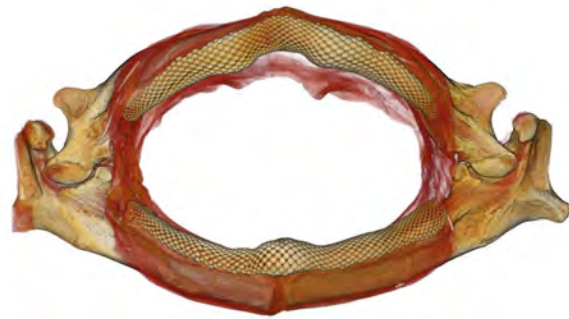
Geschenkte Jahre

Menschen, die nicht rauchen, nicht stark übergewichtig sind und nur mäßig Alkohol konsumieren, haben eine sieben Jahre höhere Lebenserwartung als der Durchschnitt der Bevölkerung. Außerdem können sie damit rechnen, dass sie die meisten dieser gewonnenen Jahre in guter gesundheitlicher Verfassung verbringen. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie von Mikko Myrskylä, Direktor am Max-Planck-Institut für demografische Forschung, und Neil Mehta, von der Universität Michigan. Die Forscher werteten Daten von mehr als 14 000 US-Bürgern aus. Danach leben Menschen, die insgesamt nicht mehr als 100 Zigaretten geraucht und einen Body-Mass-Index von weniger als 30 haben, vier bis fünf Jahre länger als der Durchschnitt der Bevölkerung, und das mit deutlich weniger körperlichen Beeinträchtigungen. Die Ergebnisse der Analyse zeigten weiter, dass Personen mit einem moderaten Alkoholkonsum im Schnitt sieben Jahre älter werden als der Durchschnitt der Bevölkerung. Damit übertrifft die Lebenserwartung dieser Menschen sogar die durchschnittliche Lebenserwartung in Japan, einem Land, dessen Bewohner im Schnitt besonders lange leben. (www.mpg.de/11407435)

Täuschende Zähne

Obwohl das Gebiss des Geigenrochens nur darauf ausgelegt ist, Schalentiere zu zermalmen, frisst er auch Stachelrochen

Manche Tiere ernähren sich anders, als es die Form ihrer Zähne vermuten lässt. Das zeigen aktuelle Untersuchungen an Kiefern des Geigenrochens, die ein Team um Mason Dean, Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam-Golm, vorgenommen hat. Obwohl diese Rochen breite Zähne haben und normalerweise Muscheln und Garnelen fressen, machen sie offenbar auch Jagd auf Stachelrochen. Das verraten im Kiefer verborgene Bruchstücke von Stacheln. Bislang konnten sich Zoologen und Paläontologen gut an das Prinzip halten: „Zeige mir deine Zähne, und ich sage dir, was du frisst.“ Wie die aktuellen Erkenntnisse verdeutlichen, sollten sie bei der Erforschung



Pikanter Beigeschmack: Den untrüglichen Hinweis auf das bisher unbekannteste Ernährungsverhalten von Geigenrochen lieferte die Computertomografie eines Gebisses: Auf ihr waren eindeutig die Stacheln eines Stachelrochens im Kiefer des Knorpelfisches zu erkennen.

von Tieren künftig stärker nach Hinweisen auf Ernährungs- und Lebensgewohnheiten suchen, die auf den ersten Blick nicht zu erkennen sind. Für die Potsdamer Forscher war das Ergebnis der Kieferanalyse auch deshalb überraschend, weil die Geigenrochen die Stacheln in Knochengewebe eingehüllt hatten. Dieses bilden Knorpelfische, zu denen Rochen gehören, nur sehr selten. (www.mpg.de/11474443)

Darmflora kann multiple Sklerose auslösen

Mikroorganismen aus dem Darm von MS-Patienten rufen in genetisch veränderten Mäusen Hirnentzündung hervor



Escherichia coli ist eine von rund 1000 Bakterienarten im menschlichen Darm.

Mäuse können an einer MS-ähnlichen Hirnentzündung erkranken, wenn sie die Darmflora von Patienten mit multipler Sklerose erhalten. Dies ist das Ergebnis einer Studie eines internationalen Forscherteams, darunter Wissenschaftler der Max-Planck-Institute für Neurobiologie, für Biochemie sowie für Immunbiologie und Epigenetik. Die Wissenschaftler über-

trugen dabei Mikroorganismen aus dem Darm von MS-Patienten auf genetisch veränderte Mäuse ohne eigene Darmflora. Mit ihrem Befund belegen die Forscher erstmals, dass Bestandteile der menschlichen Darmflora an der Aktivierung fehlgeleiteter T-Zellen des Immunsystems beteiligt sind. Die Forscher analysierten darüber hinaus, wie sich die Mikroorganismen im Darm erkrankter und gesunder Menschen unterscheiden. Zwillingspaare, bei denen nur ein Zwilling an multipler Sklerose erkrankt ist, sind dafür besonders gut geeignet, denn da eineiige Zwillinge genetisch identisch sind, können etwaige Unterschiede nicht durch die Gene erklärt werden. Die Forscher haben mehr als 50 solcher Zwillingspaare ausfindig gemacht und einige subtile Unterschiede in der Darmflora erkrankter und gesunder Geschwister entdeckt. Ob aus diesen Erkenntnissen eines Tages Diagnose- und Therapieverfahren hervorgehen werden, lässt sich heute noch nicht sagen. (www.mpg.de/11471454)

Erdöl als Energiequelle für Meerestiere

In den Tiefen des Golfs von Mexiko treten in etwa 3000 Metern Wassertiefe Öl und Asphalt aus dem Meeresboden und bilden bizarr anmutende Strukturen, die an erkaltete Lava erinnern. An diesen Asphaltvulkanen hat sich eine vielfältige Lebensgemeinschaft unterschiedlicher Organismen gebildet, die 15 Jahre nach ihrer Entdeckung noch immer voller Überraschungen steckt, wie Forscher des Bremer Max-Planck-Instituts nun zeigen. Da die höheren Organismen wie Schwämme und Muscheln den Asphalt und das Öl selbst nicht verwerten können und es kaum andere Nahrungsquellen in der Tiefsee gibt, haben sich einige von ihnen mit Bakterien zusammengetan: Die Wissenschaftler haben an den Vulkanen Muscheln und Schwämme entdeckt, die in Symbiose mit Bakterien leben. Diese Mikroorganismen können aus dem Öl sowohl Energie als auch lebenswichtigen Kohlenstoff gewinnen. Die Mikroben haben sich dabei auf die leicht abbaubaren Bestandteile des Öls spezialisiert – sogenannte kurzkettige Alkane wie Butan, Ethan und Propan. Sie gehören zur Verwandtschaft freilebender ölabbauender Bakterien, die zu den Schlüsselorganismen für den Abbau von Erdöl in den Ozeanen zählen. Im Gegensatz zu ihren freilebenden Verwandten können die Untermieter von Schwämmen und Muscheln aber keine schwer abbaubaren Bestandteile im Öl verwerten, sogenannte polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. (www.mpg.de/11351051)

Mit einer einfachen Kamera zur 3D-Animation

Anhand der Aufnahmen eines Smartphones oder einer Webkamera lassen sich die Bewegungen einer Person in einem dreidimensionalen Modell rekonstruieren

Eine Person und ihre Bewegungen in der virtuellen Realität in Echtzeit dreidimensional abzubilden, wird künftig deutlich einfacher. Forscher des Max-Planck-Instituts für Informatik in Saarbrücken haben ein Verfahren namens VNect entwickelt, das digitale 3D-Modelle alleine anhand der Aufnahmen einer einfachen Kamera etwa eines Smartphones erstellt. Solche Modelle von Personen und ihren Bewegungen werden für immer mehr Anwendungen gebraucht: Angefangen bei der Animation virtueller Figuren in Computerspielen über die Bewegungsanalyse im Sport bis hin zu Untersuchungen in der Medizin. Um die Pose eines Menschen in Echtzeit in ein digitales Modell zu übersetzen, bedienen sich die Saarbrücker Forscher des maschinellen Lernens: Mit mehr als 10 000 von einfachen Kameras aufgenommenen Bildern unterschiedlicher Körperhaltungen trainierten sie ein neuronales Netzwerk, das die Arbeitsweise des menschlichen Gehirns nachahmt, darauf, beliebige Posen zu erkennen. Bisher war dies nur mit teuren Kamerasystemen möglich. (www.mpg.de/11385558)



Srinath Sridhar führt vor, wie gut VNect aus Aufnahmen einer preiswerten Webkamera in Echtzeit ein dreidimensionales Modell der Körperhaltung des Forschers berechnet.

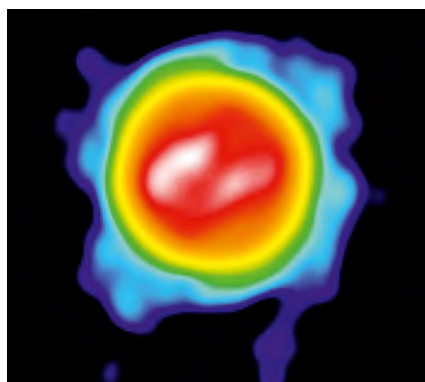
Der turbulente Lebensabend eines Sterns

Forscher kartieren die Atmosphäre des roten Überriesen Antares

In einer klaren Sommernacht leuchtet Antares im Sternbild Skorpion in unseren Breiten hell über dem Südhorizont. Die Astrophysiker wissen, dass dieser gewaltige Stern – er ist fast 700-fach größer als unsere Sonne und würde an

ihrer Stelle bis zur Umlaufbahn des Mars hinausragen – am Ende seines Lebens steht. Denn der knapp 600 Lichtjahre von der Erde entfernte Antares hat einen großen Teil seines Brennstoffs verbraucht, ist im Stadium des roten Überriesen angelangt und verliert peu à peu Materie. Was jetzt genau abläuft, erforscht ein internationales Team, an dem auch Wissenschaftler des Bonner Max-Planck-Instituts für Radioastronomie beteiligt sind. Dazu haben die Astrophysiker eine Momentaufnahme

der turbulenten Bewegungen in der Atmosphäre von Antares eingefangen. Über die komplette Oberfläche bestimmten sie sowohl dessen Strahlungsintensität, die ein Maß für seine Gasverteilung ist, als auch die Geschwindigkeit des Gases. Bisher sind solche Messungen nur für die Sonne gelungen. Um die Oberflächenkarte zu erstellen, verbanden die Forscher gleich drei Teleskope der Europäischen Südsternwarte ESO zu einem sogenannten Interferometer. (www.mpg.de/11451979)



Zoom auf Antares: Das erste relativ detaillierte Bild des roten Überriesensterns zeigt die Sternscheibe in Gelb mit zwei stärker strahlenden Regionen in Weiß, dazu in Grün und Blau die ausgedehnte Atmosphäre des Sterns. Deren unregelmäßige Form mit einigen Ausstülpungen und die unterschiedlich verteilte Gasmenge deuten darauf hin, dass der Stern nur in manchen Regionen Materie verliert, und zwar in einer turbulenten Strömung.