

# SPEKTROGRAMM

---



MIT FOT. GEH. VON M.T. AGUIAR UND G. PONS, SEBILLES, BEARBEITUNG, SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT



## EIN BIZARRER WURM

▶ Mit seinen vielen Verzweigungen sieht der Wurm *Ramissyllis kingghidorahi* aus wie ein Fantasiewesen – da passt es, dass er nach dem Filmmonster »King Ghidorah« benannt wurde, einem dreiköpfigen Drachen. *R. kingghidorahi* besitzt zwar nur einen Kopf, dafür aber zahlreiche Enden. Er zählt zu den Ringelwürmern und kommt vor der japanischen Insel Sado vor, wo ihn ein Team um Teresa Aguado von der Universität Göttingen entdeckt hat. Dort lebt er im inneren Röhrensystem von Schwämmen. Bisher sind nur zwei weitere Arten verästelter Ringelwürmer bekannt: die Tiefsee-Spezies *Syllis ramosa* sowie *Ramissyllis multicaudata*, die in den Gewässern vor Australien siedelt.

Genetische Analysen belegen, dass *R. kingghidorahi* und *R. multicaudata* einen gemeinsamen Vorfahren haben. Von diesem erbten sie vermutlich den verzweigten Körperbau, der dafür geeignet ist, sich im inneren Röhrenlabyrinth von Schwämmen festzusetzen und dort zu überdauern.

*Organisms Diversity & Evolution* 10.1007/s13127-021-00538-4, 2022



**WIEDER ZU FUSS**  
Technisch unterstützt übt ein Gelähmter zu laufen.

## MEDIZIN IMPLANTAT LÄSST QUERSCHNITTGELÄHMTE WIEDER LAUFEN

► Eine Forschergruppe der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) stellt die nächste Generation eines technischen Systems vor, das vollständig Querschnittgelähmte wieder laufen lässt. Das Team um Jocelyne Bloch und Grégoire Courtine implantierte drei Patienten eine Folie in den Wirbelkanal, auf der 16 kleine Elektroden angeordnet waren. Damit ließen sich elektrische Signale von einem Computer an Motoneurone im Rückenmark weiterleiten. Das erlaubte es, die Muskeln im Bein und im Rumpf gezielt zu aktivieren. Das Elektrodenimplantat und die Steuersignale müssen hierfür an jeden Betroffenen individuell angepasst werden.

Laut dem Team konnten die Patienten wenige Stunden nach Aktivierung des Implantats erste Muskelbewegungen hervorrufen und während des ersten Tags bereits einige Schritte

gehen. Durch geduldiges Training ließ sich das noch erheblich steigern. Nach mehreren Monaten hätten die Betroffenen unter Nutzung von Gehhilfen stundenweise stehen und laufen sowie Treppen steigen können. Auch in die Pedale treten und schwimmen soll möglich sein. Das sei umso bemerkenswerter, da die Patienten an einer vollständigen Querschnittlähmung in Brusthöhe litten, deren Beginn ein bis neun Jahre zurücklag.

Allerdings erlaubt das System es nicht, die Bewegungen willkürlich auszuführen; sie müssen über einen Tabletcomputer angesteuert werden. Dazu wählt der Patient das gewünschte Bewegungsprogramm und sendet es an einen im Bauchraum implantierten Computer. Dann ergreift er eine Gehhilfe, beispielsweise einen Rollator, und drückt einen Knopf am Handgriff, während er sich darauf konzentriert, einen Schritt mit dem linken Bein zu

machen. »Wie von Geisterhand« hebe sich dann das Bein und setze einige Zentimeter weiter auf, beschreiben die Forscher. Anschließend folgt das gleiche Prozedere mit der anderen Körperseite.

Schon im Jahr 2018 hatten die Forscher die grundsätzliche Machbarkeit ihres Verfahrens bewiesen. Damals testeten sie es aber noch an Patienten, denen eine Restbeweglichkeit der unteren Gliedmaßen geblieben war. Auch die neueste Version der Technik sei nicht für alle Querschnittgelähmten geeignet, betont Winfried Mayr von der Medizinischen Universität Wien. Sie funktioniere nur bei ganz bestimmten Ausprägungen der Verletzung, und diese seien bei vielen Betroffenen nicht gegeben.

*Nature Medicine 10.1038/s41591-021-01663-5, 2022*

## MATERIALWISSENSCHAFT NEUE MAGNETISCHE SUBSTANZ BRICHT REKORDE

► Eine ungewöhnliche Bindung zwischen Metallen der seltenen Erden verleiht einer neu entwickelten Substanz überragende Eigenschaften. Wissenschaftler um Colin A. Gould von der University of California in Berkeley haben Moleküle geschaffen, in denen zwei Atome eines Seltenerd-elements – etwa Dysprosium oder Terbium – aneinander gekoppelt sind, wobei ihre Bindungsachse mitten durch das Zentrum eines Dreiecks führt, das drei Jodatome aufspannen. Nach Angaben des Teams sorgt diese Konstruktion für einen extrem kräftigen Magnetismus.

Ein Stoff übt starke magnetische Wirkung aus, wenn er einerseits viele ungepaarte Elektronen enthält, deren

magnetisches Moment nicht von entgegengesetzt orientierten Partner-elektronen aufgehoben wird, und andererseits diese Elektronen alle gleich orientiert sind. Metalle der seltenen Erden weisen viele ungepaarte Elektronen auf, die sich durch Bindung etwa an Eisen gemeinsam ausrichten lassen. Nutzt man als Bindungspartner ein weiteres Seltenerdelement, sind theoretisch noch viel stärkere Magnete möglich. Das lässt sich jedoch nur schwer umsetzen; in der neu entwickelten Substanz beispielsweise fällt die Verbindung derart schwach aus, dass sie von den dreiecksförmig angeordneten Jodatomen zusammengehalten werden muss. Der Lohn der Mühe: In der Mitte

zwischen den beiden Seltenerd-Atomen befindet sich ein ungepaartes Elektron. Dieses richtet alle weiteren ungepaarten Elektronen des Duos aus, was dem gesamten Molekül eine außerordentliche magnetische Wirkung verschafft.

Die so genannte Koerzitivfeldstärke gibt an, wie stark ein äußeres Magnetfeld sein muss, um den inneren Magnetismus eines Stoffs zu überwinden. Bei der neuen Substanz beträgt sie (mit zwei Terbium-Atomen als Bindungspartner und bei einer Temperatur von etwa 60 Kelvin) mehr als 25 Tesla. Das liegt deutlich über dem Dreifachen des bisherigen Rekordwerts von 7,9 Tesla.

*Science* 10.1126/science.abc15470, 2022

## ASTRONOMIE RIESIGER KOMET AUS DER OORTSCHEN WOLKE

► Im Juni 2021 haben Astronomen einen großen Kometenkern namens C/2014 UN271 (Bernardinelli-Bernstein) entdeckt. Er war seinerzeit so weit entfernt wie der Uranus, bewegte sich aber erkennbar in Richtung Sonne. Auf Grund seiner außergewöhnlichen Helligkeit nahmen Fachleute schon damals an, dass es sich um ein sehr großes Objekt aus der Oortschen Wolke handeln müsse. Ein Team um Emmanuel Lellouch vom Observatoire de Paris bestätigt nun die riesigen Dimensionen des Himmelskörpers. Dessen fester Kern besitzt demzufolge einen Durchmesser von 137 Kilometern. Es handle sich um das bei Weitem größte Objekt aus der Oortschen Wolke, das je beobachtet wurde, sowie den zweitgrößten bekannten Kometen des Sonnensystems, wie die Wissenschaftler schreiben.

Mit Hilfe des Radioteleskop-Observatoriums Alma (Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array) in Chile hat das Team die Wärmeabstrahlung des

Himmelskörpers gemessen. Daraus ließ sich berechnen, wie groß sein fester Kern innerhalb der Koma aus Gas und Staub ist. Der Brocken reflektiert etwa fünf Prozent des Lichts, das auf seine Oberfläche trifft. Sein Rückstrahlvermögen ähnelt somit dem von Steinkohle, was auch auf andere Kometenkerne zutrifft.

Einige frühere Schätzungen gingen davon aus, dass C/2014 UN271 bis zu 370 Kilometer Durchmesser habe. Die neue Studie weist ihm deutlich geringere Abmessungen zu; dennoch ist er immer noch doppelt so groß wie der bisherige Spitzenreiter Hale-Bopp, der im Jahr 1997 gut sichtbar durchs Sonnensystem zog. Als größter bekannter Komet gilt (2060) Chiron mit einem Durchmesser von weit über

200 Kilometern. Dieser gehört allerdings zu den so genannten Zentauren, die zwischen den Umlaufbahnen von Jupiter und Neptun kreisen und damit nicht der Oortschen Wolke angehören.

Seinen sonnennächsten Bahnpunkt erreicht C/2014 UN271 im Jahr 2031. Dann wird ihn das Zehnfache der Erde-Sonne-Distanz von unserem Zentralstern trennen. Wahrscheinlich enthält der Komet diverse Stoffe aus der Frühzeit des Planetensystems, weshalb Fachleute daran interessiert sein dürften, ihn per Fernerkundung zu untersuchen. Jedoch ist er selbst bei größter Sonnennähe immer noch sehr weit draußen, daher wird er kein spektakuläres Himmelschauspiel à la Hale-Bopp bieten.

*arXiv* 2201.13188, 2022



**KOLOSS IM KOSMOS** Den Kometen C/2014 UN271 sähe man ungern auf Kollisionskurs mit der Erde.

## ÖKOLOGIE GRÜNES LICHT REDUZIERT FISCHEREI- BEIFANG ERHEBLICH

► Grüne LED-Lämpchen alle zehn Meter an einem Stellnetz angebracht – mehr braucht es offenbar nicht, um den Beifang deutlich zu reduzieren. Das Licht hält Haie, Rochen, Kalmare und Meeresschildkröten davon ab, sich im Netz zu verheddern. Zugleich bleibt die Fangmenge des gewünschten Speisefischs unverändert. Das geht aus einer Studie hervor, für die eine Arbeitsgruppe um Jesse Senko von der Arizona State University insgesamt 28 Paare von Netzen vor der kalifornischen Küste auslegte. Jeweils ein Netz war mit den Lampen bestückt, das andere nicht.

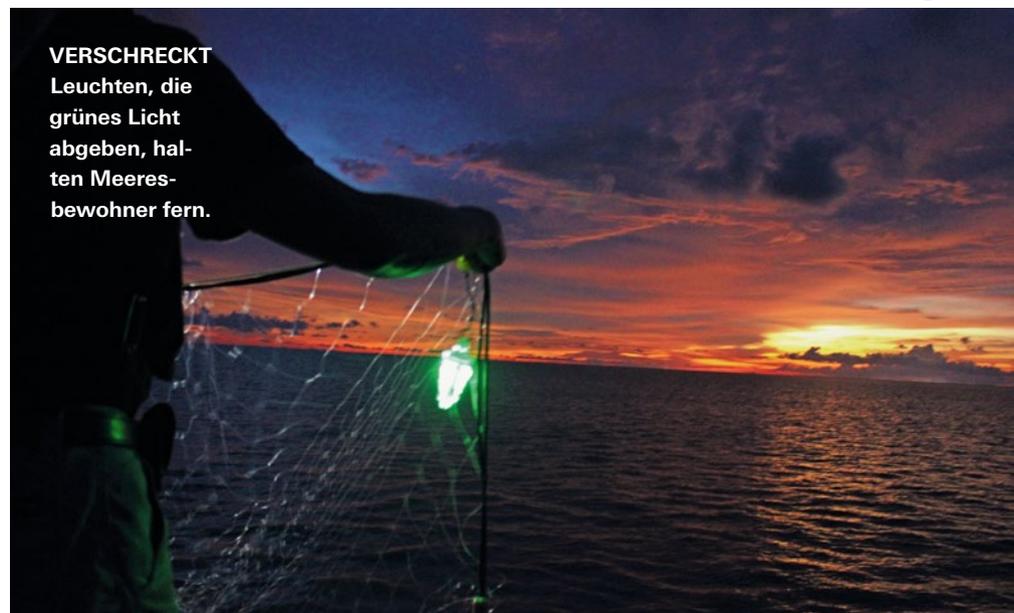
Den Ergebnissen zufolge senkt das grüne Licht die Beifangmenge insgesamt um mehr als 60 Prozent. Bei den Meeresschildkröten betrug der Rückgang rund 50 Prozent, bei Humboldt-Kalmaren etwa 80 Prozent und bei Haien und Rochen ganze 95 Prozent. Die Fischer benötigten somit deutlich weniger Zeit, um den Beifang beim Einholen der Netze auszusortieren – eine mitunter gefährliche Tätigkeit. Dadurch konnten die Boote zirka eine Stunde früher heimkehren.

Stellnetze seien günstig und würden vor allem in kleinen Fischereibe-

trieben genutzt, schreiben die Forscher. Mit Hilfe von Schwimmern werde das Maschenwerk in die gewünschte Tiefe gebracht und dann eine Zeit lang sich selbst überlassen. Neben den Fischen, die man eigentlich fangen will, verheddern sich aber viele weitere Meereslebewesen darin. Schildkröten oder Meeressäuger ertrinken hierbei meist, für Haie und Rochen bedeutet es oft ebenfalls den Tod. Warum grüne Lichter nur sie, nicht aber die Speisefische davon abhalten, ins Netz zu gehen, ist unklar. Eine Rolle spielt vermutlich, dass sie die Leuchten besser erkennen.

Schon 2016 haben einige der Forscher die Wirkung grünen Lichts auf den Fischfang beobachtet. Die neue Studie dokumentiert den Effekt nun ausführlicher. Aktuell kostete es ungefähr 140 US-Dollar (123 Euro), ein Stellnetz mit den Lichtern auszurüsten, rechnet Senko vor. Das könnte für viele Kleinstbetriebe noch zu teuer sein. Eine weiterentwickelte technische Lösung ließe sich aber womöglich direkt ab Werk in den Netzen verbauen, was die Kosten senken würde.

*Current Biology 10.1016/j.cub.2021.12.050, 2022*



### VERSCHRECKT

Leuchten, die grünes Licht abgeben, halten Meeresbewohner fern.

## KOSMOLOGIE 40 TRILLIONEN SCHWARZE LÖCHER

► Im beobachtbaren Universum gibt es rund 4 mal  $10^{19}$  – also 40 Trillionen Schwarze Löcher. Das geht aus einer Simulation hervor, mit der Astronomen abgeschätzt haben, wie viele Sterne und Galaxien bis heute im Universum entstanden sind. Aus der Häufigkeit bestimmter Sterntypen und deren Lebenszyklus lässt sich ermitteln, wie viele jener Himmelskörper mittlerweile zu Schwarzen Löchern geworden sein müssen. Dabei kam das Team um Alex Sicilia von der Forschungseinrichtung SISSA im

italienischen Triest zu dem genannten Ergebnis.

Die Forscher betrachteten speziell die so genannten stellaren Schwarzen Löcher. Solche Objekte entstehen, wenn Einfach- oder Doppelsterne, die mindestens dreimal so massereich sind wie unsere Sonne, am Ende ihres Lebens kollabieren. Daneben existieren weitere Arten, etwa die supermassereichen Schwarzen Löcher mit einigen Millionen bis Milliarden Sonnenmassen, die sich im Zentrum von Galaxien finden. Deren Häufigkeit

wollen sich Sicilia und Kollegen in einer Folgestudie widmen.

Rund ein Prozent der gewöhnlichen (»baryonischen«) Materie im Universum stecke in Schwarzen Löchern, so das Fazit der Astronomen. Sie hoffen, dass ihre Studie hilft, die Geschichte des Universums zu rekonstruieren, indem sie Erkenntnisse über die relativ kleinen Vertreter dieser Massemonster liefert, aus denen einst die supermassereichen Exemplare hervorgegangen sind.

*The Astrophysical Journal 10.3847/1538-4357/ac34fb, 2022*

## CHEMIE PEPTIDE KÖNNEN IM WELTALL ENTSTEHEN

► Ein ungewöhnlicher chemischer Reaktionsablauf könnte im Weltall Peptide hervorbringen: kurze Ketten aus Aminosäuren, aus denen auch Proteine bestehen. Forscherinnen und Forscher um Serge Krasnokutski vom Max-Planck-Institut für Astronomie haben den Reaktionstyp entdeckt, der sich auf der eisigen Oberfläche kosmischer Staubkörner abspielen könnte. Dabei dienen einzelne Kohlenstoffatome als »Klebstoff« zwischen Kohlenstoffmonoxid und Ammoniak – zwei Substanzen, die in interstellaren Molekülwolken häufig vorkommen. Infolge der Reaktion entsteht das Molekül Aminoketen, das sich von der Aminosäure Glycin nur durch eine fehlende  $H_2O$ -Verbindung unterscheidet. Es verkettet sich anschließend zu Peptiden aus miteinander verknüpften Glycin-Resten.

Spontane Peptidbildung im interstellaren Raum erschien bisher unwahrscheinlich, da sich Aminosäuren nicht leicht zu Peptiden zusammenfin-

den. Hierfür muss ein Wassermolekül abgespalten werden, was Energie erfordert, die in kalten interstellaren Molekülwolken kaum verfügbar ist. Mit dem neuen Reaktionstyp fällt diese Hürde weg, da die Peptid-Bausteine, hier das Aminoketen, das Wassermolekül gar nicht erst enthalten.

Mit Hilfe quantenchemischer Berechnungen zeigte die Arbeitsgruppe: Aminoketen kann auf der eisigen Oberfläche kosmischer Staubkörner in zwei Schritten entstehen. Zunächst reagiert ein einzelnes, chemisch aggressives Kohlenstoffatom mit Ammoniak zum seinerseits reaktionsfreudigen Zwischenprodukt  $H_2NCH$ , das sich anschließend mit Kohlenstoffmonoxid spontan zum Aminoketen  $H_2NCH=CO$  verbindet.

Um das experimentell nachzuweisen, dampften die Forscher Kohlenstoffmonoxid, Ammoniak und Kohlenstoffatome auf eine 10 Kelvin kalte Testoberfläche, die das Äußere eines kosmischen Staubkorns simulierte. Spektroskopische Messungen zeigten, dass sich unter diesen Bedingungen

zu bestimmen. Die neue Methode lässt selbst in entlegenen Regionen präzise Messungen zu.

Millan und seine Kollegen ermittelten die Dicke für 98 Prozent der weltweiten Gletscherfläche. Ein enormer Fortschritt: Lokale Radarmessungen gab es bislang für gerade einmal 40 Prozent jener Fläche. Hierfür wertete das Team hunderttausende Bilder aus, erstellt von den Erdbeobachtungssatelliten Landsat 8, Sentinel-2 und Sentinel-1 in den Jahren 2017 und 2018. Auf je zwei Aufnahmen des gleichen Gebiets zu verschiedenen Zeitpunkten bestimmten die Forscher, wie weit sich das Eis hangabwärts bewegt hatte. Mit einem mathematischen Modell schätzten sie anhand der Ausdehnung und des Fließtempos die Dicke ab.

Das gesamte weltweite Gletschervolumen beziffert die Gruppe auf grob

tatsächlich Aminoketen-Moleküle formieren. Bei einer Erwärmung auf 110 Kelvin tauchten die typischen Messsignale von Peptiden auf – offenbar hatten sich die Moleküle untereinander verkettet. Eine solche Temperaturzunahme tritt im All etwa auf, wenn in der Nähe ein neuer Stern entsteht.

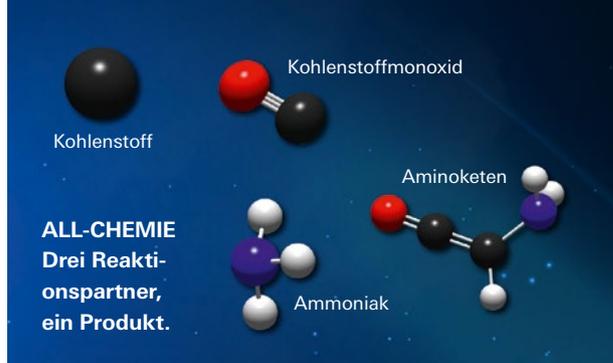
Der neue Reaktionstyp verlängert die Liste bekannter Mechanismen, die Biomoleküle im interstellaren Raum hervorbringen. Relativ komplexe Bausteine des Lebens könnten auf kosmischen Staubkörnern vorhanden sein. Bedeutsam ist vor allem, dass die Abspaltung von Wasser während der Peptidbildung nicht das große Hindernis zu sein scheint, als das sie lange galt. Auch für Nukleinsäuren (Bausteine der Erbsubstanz) kennen Forscher mittlerweile Entstehungsmechanismen ohne Abspaltung von Wasser.

*Nature Astronomy* 10.1038/s41550-021-01577-9, 2022

überschlagen 140000 Kubikkilometer. Sollte dieses Eis infolge des Klimawandels komplett abschmelzen, würde der Meeresspiegel um rund 25 Zentimeter steigen. Frühere Abschätzungen hatten etwa 20 Prozent höhere Werte ergeben. Der Unterschied erklärt sich daraus, dass Millan und sein Team einige antarktische Gletscher dem antarktischen Eisschild zuschlugen – sie fallen so aus der Kategorie Gletscher heraus.

Die rasante Schmelze, etwa in den Anden und im Himalaja, bedroht auch die Süßwasserversorgung der lokalen Bevölkerung. Gletscher in Höhenlagen speichern Wasser, das Talbewohner in niederschlagsarmen Zeiten brauchen. Tauen sie, bilden sich zudem Schmelzwasserseen, die unvorhergesehen auslaufen können und sich dann als Sturzflut ins Tal ergießen.

*Nature Geoscience* 10.1038/s41561-021-00885-z, 2022



S. KRASNOKUTSKI / MPA-GRAFIKABTEILUNG;  
BEARBEITUNG: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

## GEOWISSENSCHAFTEN GLETSCHERDICKE AUS DEM ALL GEMESSEN

► Wer wissen möchte, wie dick ein Gletscher ist, musste sich bislang Steigeisen unterschnallen oder das Schneemobil anwerfen. Ein auf die Schneeoberfläche gestelltes Georadar erlaubt den Blick unter die Eisdecke bis zum Fels darunter und ermöglicht es, die Gletscherdicke zu erfassen. Da viele Eisfelder aber schwer zugänglich sind, haben Forscher bislang nur einen kleinen Teil von ihnen vermessen. Nun stellt eine französische Arbeitsgruppe um Romain Millan von der Université Grenoble Alpes ein Verfahren vor, um die Mächtigkeit von Gletschern mit Hilfe hochauflösender Satellitendaten