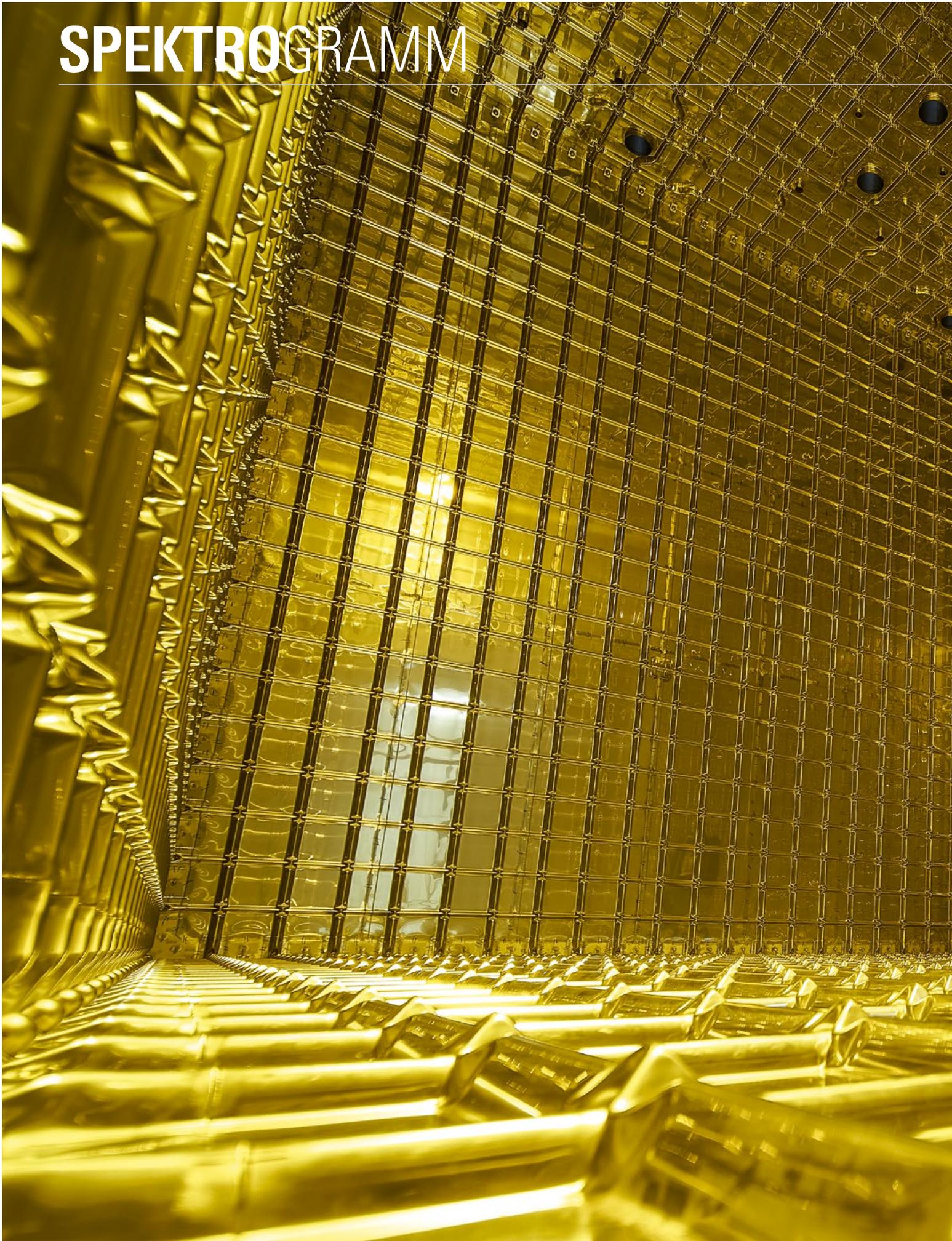
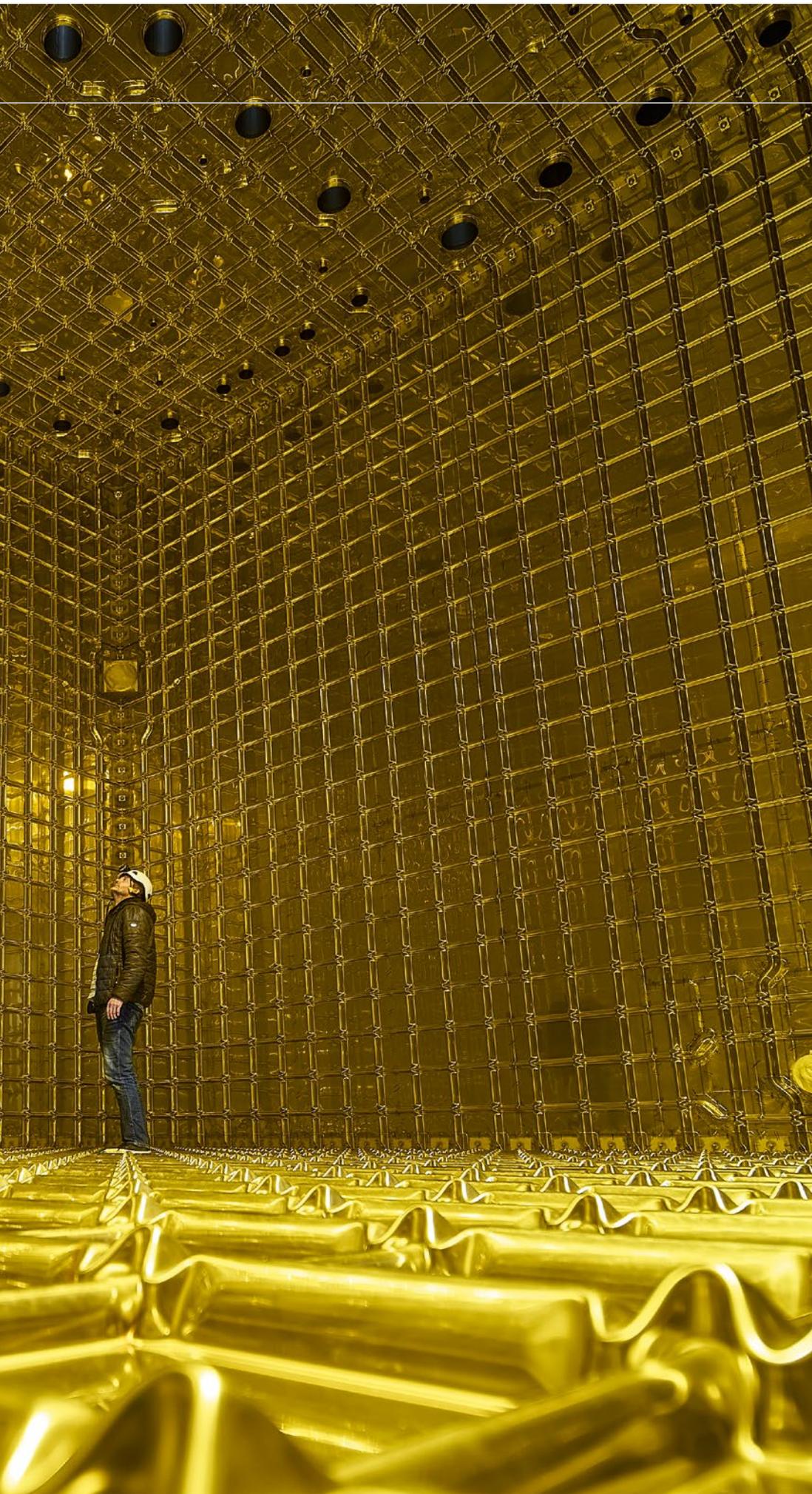


SPEKTROGRAMM

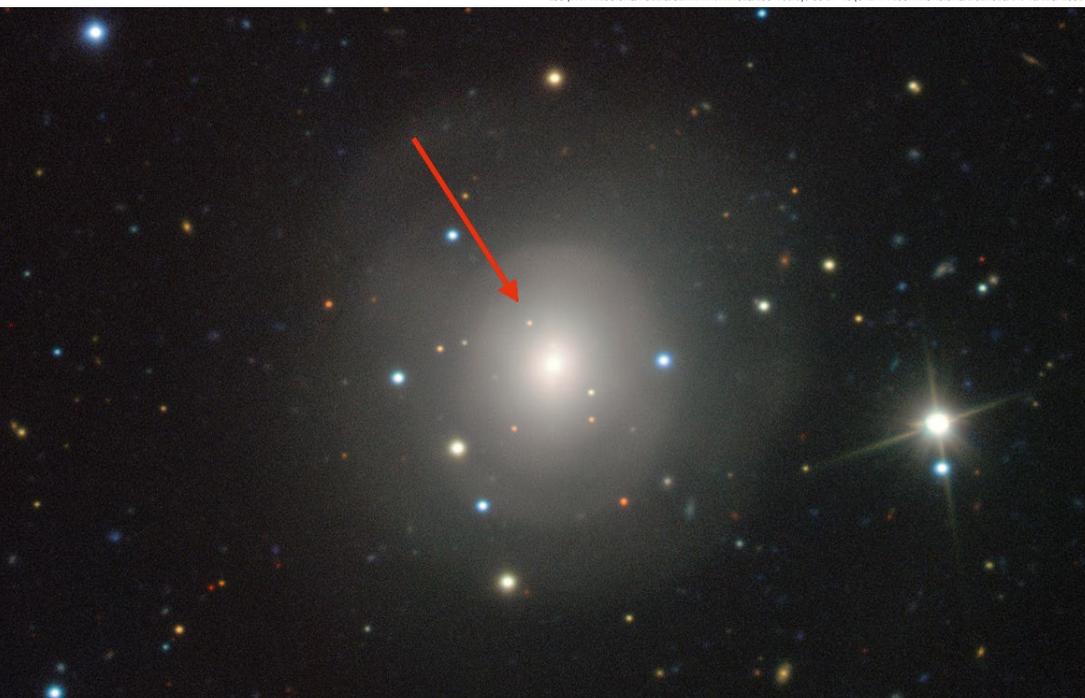




BLICK IN EINE NEUTRINO-FALLE

Physiker am Genfer Kernforschungszentrum CERN testen derzeit den Neutrinodetektor »protoDUNE«. Er ist ein Prototyp für das Großprojekt »DUNE«, das im kommenden Jahrzehnt im US-Bundesstaat South Dakota gebaut werden soll. Weil Neutrinos nur äußerst selten mit Materie wechselwirken, spüren Forscher ihnen mit riesigen Kammern nach, die mit flüssigem Argon gefüllt sind. Das Edelgas spielt gewissermaßen den Lockvogel für die extrem flüchtigen Elementarteilchen: Wenn ein Neutrino mit einem Argonatom kollidiert, entstehen sekundäre Partikel, worauf die im Detektor installierte Elektronik anspricht. Das Foto zeigt die gut 500 Kubikmeter große Kühlkammer von protoDUNE, in die 800 Tonnen flüssiges Argon passen. Die Innenseite ist mit Edelstahl beschichtet, das im Bild golden leuchtet.

CERN-Mitteilung, 28. 8. 2017



Am 17. August 2017 tauchte nahe dem Zentrum der Galaxie NGC 4993 ein heller Punkt auf (roter Pfeil). Vermutlich sind dort, 130 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt, zwei Neutronensterne verschmolzen, was eine so genannte Kilonova verursachte.

ASTROPHYSIK DAS ECHO DER NEUTRONEN- STERNE

► Mit der wohl größten Beobachtungskampagne der Astronomiegeschichte haben Wissenschaftler entschlüsselt, was bei der Verschmelzung zweier Neutronensterne passiert. Bei den Objekten handelt es sich um die Kerne ausgebrannter Sterne, die aus stark komprimierter Materie bestehen. Sie messen nur wenige dutzend Kilometer, haben aber mehr Masse als unsere Sonne.

Manchmal driften zwei Neutronensterne als Paar durch den Weltraum, das sich im Lauf der Jahrtausenden immer näher kommt. Schließlich umkreisen sich die kompakten Kugeln

beinahe mit Lichtgeschwindigkeit, ehe sie zusammenkrachen und zu einem noch massiveren Objekt verschmelzen. Schon länger gehen Physiker davon aus, dass dabei die Raumzeit in Schwingung versetzt wird, wodurch sich Gravitationswellen ausbreiten (siehe »Forschung Aktuell«, S. 24).

Nun ist es erstmals gelungen, dieses Echo auf der Erde nachzuweisen: Am 17. August erreichte ein 100 Sekunden währendes Raumzeitbeben die Gravitationswellendetektoren LIGO und Virgo, das von einem Zusammenstoß zweier 1,1 bis 1,6 Sonnenmassen schwerer Neutronensterne ausging. Die Messung beantwortet eine große Frage der Astrophysik: Forscher vermuten schon länger, dass verschmelzende Neutronensterne eine gewaltige Explosion

zünden, einen so genannten Gamma Ray Burst. Tatsächlich registrierten die Forschungssatelliten Fermi und INTEGRAL am 17. August solch einen kurzen Gammablitz, der die Erde 1,7 Sekunden nach dem Gravitationswellensignal erreichte und noch dazu aus derselben Ecke des Kosmos stammte.

Einen halben Tag später lokalisierten Astronomen den genauen Ursprungsort: eine Galaxie namens NGC 4993 im Sternbild Wasserschlange, die 130 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt ist – für Kosmologen unsere unmittelbare Nachbarschaft. Nahe dem Zentrum der Sterninsel war im Vergleich zu älteren Aufnahmen ein heller Punkt aufgetaucht. Aus Sicht der Forscher handelte es sich dabei um das gewaltige Nachglimmen des Gamma

Ray Burst. Nach der Kollision der Neutronensterne breitete sich demnach eine extrem heiße Gaswolke mit einem Fünftel der Lichtgeschwindigkeit im Weltall aus. Die Materie in dieser »Kilonova« gibt über Wochen hinweg große Mengen an Strahlung ab, deren Wellenlängen sich fast über das gesamte elektromagnetische Spektrum erstrecken.

Letztlich verfolgten rund 70 Observatorien das seltene Spektakel. Die Beobachtungsdaten lieferten unter anderem deutliche Hinweise darauf, woher einige der besonders schweren Elemente im Kosmos stammen. Atomkerne wie die von Gold und Platin sind zu schwer, als dass sie wie leichtere Stoffe in Sternen erbrütet werden könnten. Sie entstehen wohl nur, wenn Atomkerne wiederholt mit extrem energiereichen Neutronen beschossen werden, Physiker sprechen von r-Nukleosynthese.

Das Lichtspektrum der Kilonova, das sich im Lauf der ersten Tage deutlich wandelte, spreche sehr dafür, dass dieser Prozess tatsächlich in der expandierenden Gashülle stattfand, berichten die Wissenschaftler. Langfristig hoffen sie, noch weitere Neutronensternkollisionen miterleben zu können. Damit ließe sich vielleicht sogar ermitteln, welche Naturgesetze die stark komprimierte Materie im Inneren der extravaganten Gebilde am besten beschreiben, was auf Grundlage der bisherigen Beobachtungen allerdings noch nicht möglich ist.

Phys. Rev. Lett. 119, 2017

MEDIZIN MARKER FÜR BAKTERIENINFEKTIONEN

▶ Weltweit werden Antibiotika unwirksam, weil Patienten sie falsch, zu lange oder zu hoch dosiert einsetzen und so die Entwicklung von Resistenzen bei Bakterien fördern. Doch Ärzte verschreiben nicht selten aus Sicherheitserwägungen Antibiotika als Medikament gegen nicht eindeutig identifizierte Erreger – etwa

bei unklaren Infektionen der unteren Atemwege. In solchen Fällen könnte demnächst ein Bluttest helfen, der auf einem bislang nicht ausreichend erforschten biochemischen Zusammenhang basiert.

Eine Forschergruppe um Philipp Schütz von der Universität Basel hat Krankheitsverläufe von mehr als 6708 Patienten aus 26 Einzelstudien noch einmal ausgewertet. Dies sollte klären, ob das Molekül Procalcitonin, die Vorstufe eines Schilddrüsenhormons,

als sinnvoller Diagnosemarker für bakterielle Infektionen taugt. Es ist bei Gesunden meist kaum oder gar nicht nachweisbar, seine Konzentration steigt aber im Zuge einer bakteriellen Entzündung im Blut an.

Die Metaanalyse bestätigt, dass der Stoff verlässlich darüber informiert, ob eine Antibiotikagabe gegen Bakterien notwendig ist. Kenntnis des Procalcitonin-spiegels kann eine Antibiotika-Therapie offenbar um rund 30 Prozent verkürzen: Die Studien zeigen, dass

Ärzte eine erfolgreiche Behandlung schneller gefahrlos stoppen, wenn in ihre Bewertung neben klinischen Daten auch die Signalmarker menge einfließt. Insgesamt sinkt in solchen Fällen nicht nur die Menge an verschriebenen Antibiotika, sondern auch das Sterberisiko, zudem meldeten die Patienten seltener Nebenwirkungen.

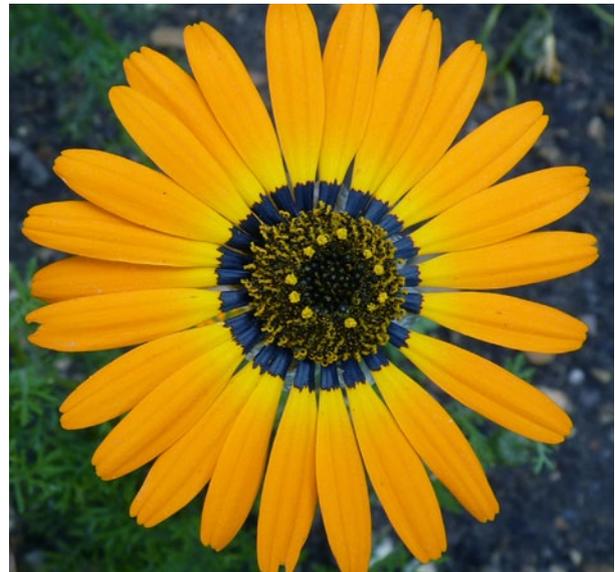
Procalcitonin wird bereits seit Jahren als Biomarker für unterschiedliche Risiken diskutiert. Unter anderem soll es dazu

BIOLOGIE WESHALB HUMMELN BLÜTEN MÖGEN

▶ Was macht Blüten für Hummeln attraktiv? Schon länger gehen Biologen davon aus, dass vor allem Form und Farbe einer Pflanze die Bestäuber anzieht. Frühere Studien haben hierzu jedoch eine Frage aufgeworfen: Hummeln nehmen lediglich Blau als Farbe wahr, fliegen völlig anders kolorierte Blüten aber mitunter genauso gerne an. Nun glaubt eine Forschergruppe um Edwige Moyroud von der University of Cambridge diesen vermeintlichen Widerspruch auflösen zu können: Offenbar sorgen unregelmäßige Nanostrukturen in der Oberfläche von Blütenpflanzen dafür, dass diese – unabhängig von ihrer eigentlichen Farbe – blau schimmern. Menschen können das Farbenspiel lediglich bei dunklen Blüten erkennen. Das Sinnesorgan der Insekten spricht dagegen sehr stark auf den blauen Schein an.

Normalerweise sind Pigmentpartikel für die Farbe eines Objekts verantwortlich. Sie absorbieren bestimmte Wellenlängenbereiche von Licht, wodurch bloß ein Teil der Strahlung reflektiert wird. Im Auge kommen daher nur manche Wellenlängen an, die wir jeweils als unterschiedlichen Farbton auffassen. Wie das Team um Moyroud zeigen konnte, wird die Farbe von Blütenblättern darüber hinaus noch von unregelmäßig verteilten Rillen in der Oberfläche beeinflusst. Sie werfen vorrangig besonders kurzwelliges, also blaues und ultraviolette Licht zurück.

Die Wissenschaftler entdeckten diese strukturelle Besonderheit auf Elektronenmikroskopaufnahmen von zwölf verschiedenen, nicht artverwandten Blütenpflanzen. Anschließend prüften sie, wie sehr der bläuliche



EDWIGE MOYROUD, UNIVERSITY OF CAMBRIDGE

Das Zentrum dieser Blume umgibt ein dunkler Ring. Der Blaustich rührt nicht etwa von Pigmentpartikeln her, sondern von Nanostrukturen in der Oberfläche der Pflanze.

Schimmer Hummeln beeinflusst. Dazu stellte das Team künstliche Blüten mit unterschiedlicher Pigmentierung her – mit und ohne Unregelmäßigkeiten im Rillenmuster – und beobachtete die Reaktion der Insekten. Die Hummeln flogen blau schimmernde Pflanzen schneller und auch häufiger an, berichten die Biologen. Die eigentliche Färbung hatte dagegen keinen messbaren Einfluss auf die Beliebtheit.

Nature 10.1038/nature24155, 2017

ETHOLOGIE KOOPERATIONSVERHALTEN BEI WÖLFEN



Wölfe im Wolfsforschungszentrum im österreichischen Ernstbrunn bei einem Verhaltensexperiment: Nur wenn sie zeitgleich zwei Schnüre ziehen, erreichen sie ein Leckerli.

► Verhaltensforscher ahnen schon lange, dass Wölfe besser zusammenarbeiten als Hunde. Das klingt für Hundehalter vielleicht zunächst irritierend, liegt aber in der Natur der Tiere begründet: Gerade Haushunde und ihre Vorfahren hatten in den vielen Generationen ihrer Domestikation zwar häufig Umgang mit

Menschen, aber wenig Kontakt zu Artgenossen. Anders verhält es sich beim Wolf, der meist im Rudel lebt. Daher können Wölfe mit Wölfen viel besser zusammenarbeiten als Hunde mit Hunden, spekulierten Wissenschaftler aus Österreich – und bewiesen es mit einem auf die Fragestellung zugeschnittenen Versuch.

Um möglichst faire Bedingungen zu schaffen, verglichen die Forscher um Sarah Marshall-Pescini von der Universität Wien im Wolfsforschungszentrum des Wildparks Ernstbrunn 14 halbwilde, in Rudeln lebende Hunde mit einem Dutzend Wölfe. Dazu passten die Biologen ein Experiment an, das früher bereits zur Erforschung der Kooperation unter Menschenaffen diente. Dabei steht ein Tisch mit einem kleinen Snack darauf hinter einem Zaun. Die Tiere können nur an das Essen kommen, wenn zwei von ihnen zeitgleich zwei am Tisch installierte Seilzüge betätigen.

Sowohl Hunde als auch Wölfe interessierten sich für die Vorrichtung, aber Wölfe bedienten sie deutlich besser: In 100 von 416 Versuchen gelangten sie gemeinsam an ihr Essen, während gerade einmal zwei Hundepaare Erfolg hatten. Wölfe sind es den Wissenschaftlern zufolge gewohnt, gemeinsam zu fressen und sich dabei auch einmal um die besten Brocken zu streiten, ohne dass dies nachhaltige Störungen im Rudel provoziert. Hunde hingegen vermeiden Konflikte, wenn es um eine begehrte Ressource geht. Sie arbeiten dafür eher mit menschlichen Bezugspersonen zusammen. Als Nächstes wollen die Forscher untersuchen, ob vielleicht verschiedene Hunderassen unterschiedlich kooperativ sind.

PNAS 10.1073/pnas.1709027114, 2017

dienen, die Gefahr einer Sepsis bei Patienten im Operationssaal abzuschätzen. Als alleiniges Signal gilt es in diesem Zusammenhang jedoch als ungeeignet. In der Vergangenheit war unter Medizinern umstritten, ob die Procalcitoninmenge wirklich mit bakteriellen Infektionen korreliert: Die Einzelstudien – die nun in die Metaanalyse eingeflossen sind – hatten zuvor keine eindeutigen Schlussfolgerungen zugelassen.

*The Lancet Infectious Diseases
10.1016/S1473-3099(17)30592-3,
2017*

INFORMATIK ALPHAGO BESIEGT SICH SELBST

► Bereits im Frühjahr 2016 besiegte ein Computerprogramm einen der weltbesten

menschlichen Spieler im asiatischen Strategiespiel Go. Nun hat die Google-Tochterfirma DeepMind, die »AlphaGo« programmiert, eine deutlich verbesserte Version des Algorithmus präsentiert. »AlphaGo Zero« bringt sich das Spiel selbst-

ständig bei, muss also nicht mehr auf die Erfahrungen menschlicher Spieler zurückgreifen.

Trotzdem konnte die Software ihr Vorgängerprogramm in 100 von 100 ausgefochtenen Partien besiegen, berichtet das



DEEPMIND TECHNOLOGIES LTD

Beim Brettspiel Go legen Kontrahenten abwechselnd linsenförmige Steine auf ein gemustertes Holzbrett. Am Ende gewinnt derjenige, der größere Bereiche kontrolliert. Computer taten sich lange schwer damit, das Spiel zu meistern.

Team um den Londoner Informatiker David Silver.

Das jahrtausendealte asiatische Brettspiel Go ist deutlich komplexer als Schach, da es viel mehr Möglichkeiten für Züge gibt. Computer waren lange auch deshalb daran gescheitert, Profis zu bezwingen, weil diese auf einen über Jahrzehnte gewachsenen Erfahrungsschatz zurückgreifen können.

AlphaGo gelang schließlich der Durchbruch, da seine Programmierer neuronale Netze mit Daten aus 30 Millionen Partien menschlicher Spieler gefüttert hatten und so der Software für etliche Spielsituationen den jeweils besten Zug beibrachten.

Die neue Version kommt ohne menschlichen Erfahrungsschatz aus. AlphaGo Zero bekam lediglich die Spielregeln vorgegeben und trat anschließend immer wieder gegen sich selbst an. Dabei wählte die Software die Züge zunächst nach dem Zufallsprinzip aus, merkte sich dabei aber jeweils, ob eine Entscheidung den Sieg näherbrachte – Informatiker nennen dieses Vorgehen »bestärkendes Lernen«.

Um seinen Vorgänger zu schlagen, benötigte das Programm lediglich drei Trainingstage, in denen es allerdings fast fünf Millionen Spiele gegen sich selbst absolvierte. Die künstliche Intelligenz entdeckte dabei selbstständig einige derselben erfolgreichen Taktiken, die Menschen entwickelt hatten – und darüber hinaus noch weitere, die schließlich den Unterschied zu der älteren Version ausmachten.

Nature 10.1038/nature24270, 2017

ASTRONOMIE ZWERGPLANET MIT RING

► Mehr Himmelskörper als bisher angenommen könnten von einem Ring umgeben sein. Darauf deutet eine Entdeckung aus dem Kuipergürtel am Rand des Sonnensystems hin: Astronomen um José Luis Ortiz vom andalusischen Institut für Astrophysik haben dort den bereits länger bekannten Zwergplaneten Haumea beobachtet und dabei Hinweise auf einen etwa 70 Kilometer breiten Reif aus Bröckchen aufgespürt, der den Himmelskörper umgibt.

Bislang gingen Wissenschaftler davon aus, dass in erster Linie große Gasplaneten Ringe haben. Zwar sind solche in den vergan-

genen Jahren auch bei einigen Asteroiden im Umfeld der Gasriesen, den so genannten Zentauren, aufgetaucht. Dass jedoch deutlich größere Felsbrocken ebenfalls von solch einem Kranz umgeben sind, hatten die Forscher nicht unbedingt erwartet.

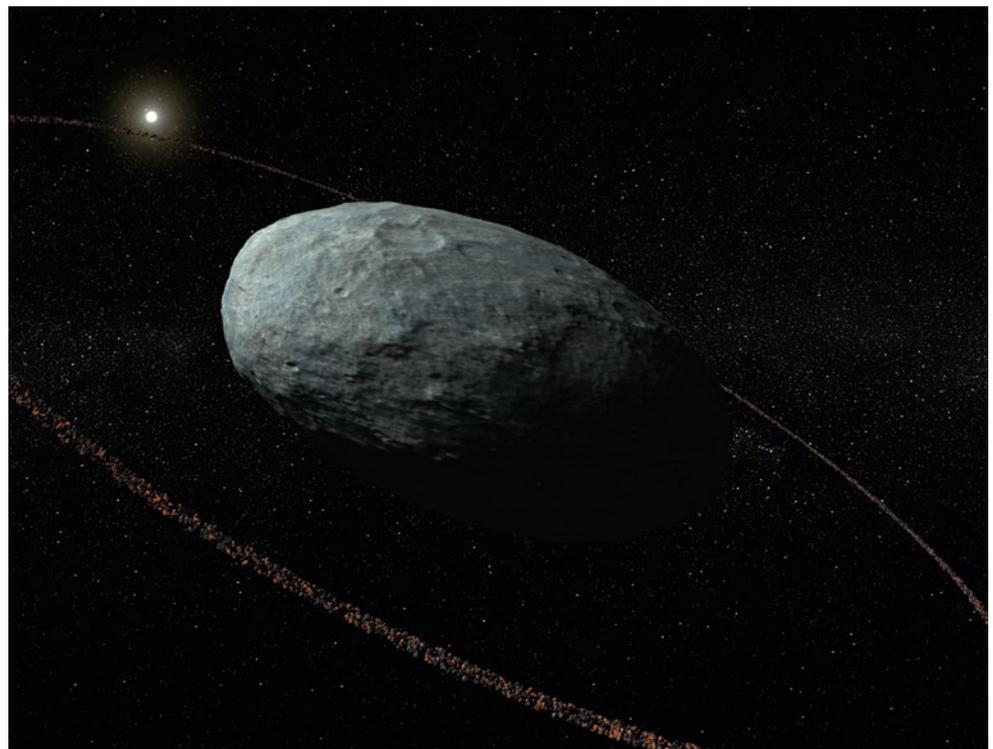
Haumea zählt neben Pluto, Eris und Makemake zu den größten Himmelskörpern jenseits des Neptuns. Er erinnert an ein langgezogenes, 2300 Kilometer großes Ei, das schnell um seine Längsachse rotiert. Da der Zwergplanet extrem weit von der Sonne entfernt ist, studierten die Astronomen ihn mittels eines Tricks: Als Haumea am 21. Januar 2017 vor einem Stern im Hintergrund vorbeizog, verdunkelte sich dieser ein klein wenig, was die Forscher mit insge-

samt zwölf Teleskopen beobachteten.

Überraschenderweise schwankte die Helligkeit des Sterns auch kurz vor und nach der Passage. Dies lasse sich am besten mit einem dünnen Ring erklären, der den Zwergplaneten in einem Abstand von etwa 1000 Kilometern umgibt, berichten die Astronomen. Wie der Ring entstehen konnte, ist bisher allerdings unklar. Möglicherweise weisen andere Brocken am Rand des Sonnensystems ebenfalls eine ähnliche Struktur auf. Dafür spreche, dass wohl auch die Zentauren einst im Kuipergürtel entstanden sind. Simulationen legen nahe, dass sie ihren Ring bei der Wanderung ins innere Sonnensystem behalten haben.

Nature 10.1038/nature24051, 2017

Künstlerische Darstellung des Zwergplaneten Haumea: Der eiförmige Fels zieht am Rand des Sonnensystems seine Bahnen und ist von einem feinen Ring umgeben.



IAA-CSIO/UHU