

SPEKTROGRAMM





MIKROBENMIX FÄRBT SEE ROSA

► Auf Middle Island vor der australischen Westküste findet sich eines der größten Naturwunder des Fünften Kontinents: der Lake Hillier. Der 600 Meter lange und bis zu 250 Meter breite See ist extrem salzig und leuchtet sattrosa in der grünen Vegetation auf. Lange war unklar, wie es zu dieser außergewöhnlichen Färbung kommt. Ein Team um Scott Tighe von der University of Vermont in Burlington hat das Gewässer untersucht und die mutmaßliche Ursache des Phänomens herausgefunden: Mikroben.

Mit Hilfe von Genomuntersuchungen ermittelte die Gruppe, welche Mikroorganismen in dem See vorkommen. Demnach leben dort mindestens 500 Algen-, Bakterien-, Archaeen- und Virenspezies, die mit dem hohen Salzgehalt zurechtkommen. Zu ihnen zählen das rot-orange gefärbte Schwefelbakterium *Salinibacter ruber* sowie rote Algen der Spezies *Dunaliella salina*. Ihre Anmutung verdanken sie Karotinoiden – fettlöslichen Pigmenten mit gelblichem bis rötlichem Farbton, die vermutlich einen Schutz gegen die besonderen Umweltbedingungen bieten. Diese spezielle Mikrobengemischung erkläre das Aussehen des Gewässers, schreiben die Forscher.

BioRxiv 10.1101/2022.02.17.480683, 2022

ARCHÄOLOGIE WAR STONEHENGE EIN KALENDER?

► Stonehenge im Süden des heutigen Englands ist eines der rätselhaftesten Monumente der Vergangenheit. Sicher scheint, dass sich die Positionen seiner tonnenschweren Sandsteinblöcke (»Sarsen«) an den Sonnenwenden orientieren. Welchen Zweck die Anlage damit im 3. Jahrtausend v. Chr. erfüllte, ist aber nicht ganz klar. Timothy Darvill von der Bournemouth University postuliert nun, sie sei ein Kalender gewesen.

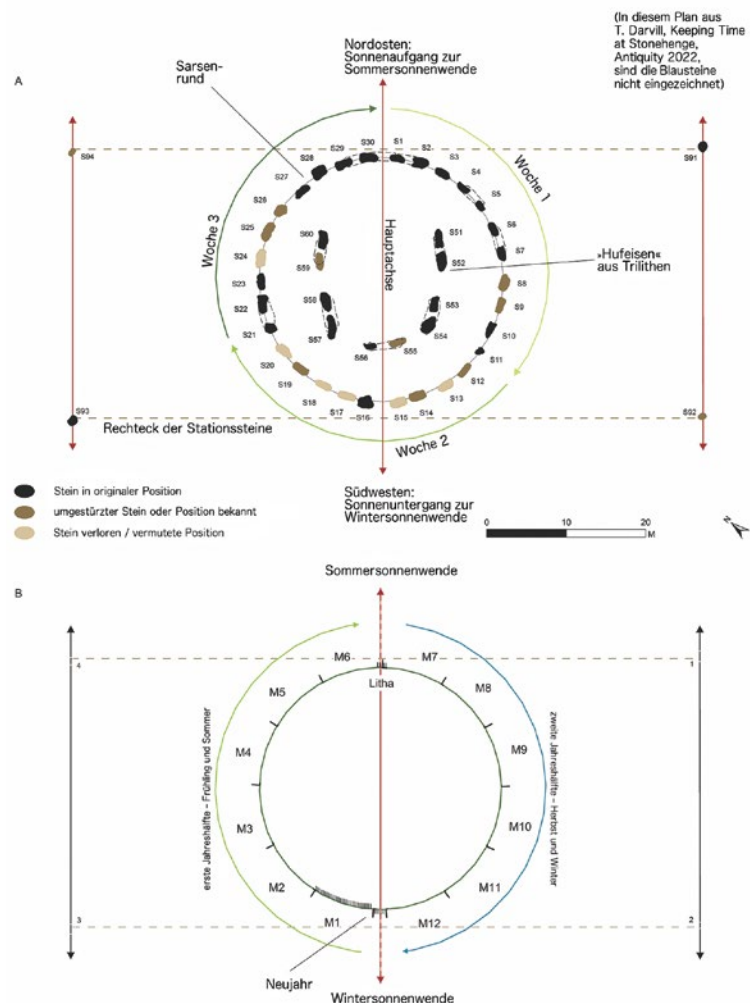
Stonehenge entstand in mehreren Phasen. Gegen 2500 v. Chr. wurde die Anlage als Rund aus 30 Blöcken arrangiert, auf denen weitere 30 Steine als Sturz ruhten. Innerhalb dieses Kreises errichteten die Erbauer ein Hufeisen aus fünf »Trilithen« (Sturzsteinen, die auf je zwei aufrechten Blöcken liegen). Dazwischen stellten sie Blausteine in Kreis- und Hufeisenform auf. Zudem befinden sich im Umfeld weitere Blöcke, darunter vier so genannte Stationssteine, die ein Rechteck bilden.

Die Hauptachse des Monuments läuft von Südwesten nach Nordosten. An ihr entlang lässt sich zweimal jährlich der Sonnenauf- beziehungsweise -untergang beobachten: im Nordosten während der Sommersonnenwende, im Südwesten während der Wintersonnenwende. Darvill meint in dem Monument nun sogar einen komplexen Kalender zu erkennen. Weil die Blöcke aus einer gemeinsamen Lagerstätte stammen, könnten sie, so vermutet er, als zusammengehöriges Ensemble errichtet worden sein.

Laut dem Forscher entspricht jeder der 30 äußeren Blöcke einem Tag. Der erste Tagstein liege am Eingang im Nordosten, zwei auffällig kleinere an 11. und 21. Stelle im Rund. Diese würden die Wochenanfänge markieren. Ein Monat hätte so aus drei Wochen mit je zehn Tagen bestanden; zwölf Monate hätten 360 Tage ergeben. Um das Jahr zu vervollständigen, seien die fünf Trilithen im Zentrum als fünftägiger Zwischenmonat gezählt worden. Die vier Stationssteine im Umfeld hätten die Schaltjahre abgebildet.



IM JAHRESRHYTHMUS Die Steinkreise von Stonehenge (oben) könnten eine Kalenderfunktion (unten) erfüllt haben.



V. CONSTANT, DARVILL, T. KEEPING TIME AT STONEHENGE, ANTIQUITY 2022, FIG. 8 (DOI:10.1017/AY.2022.5) / CC BY 4.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSING/4.0/LEGALCODE); BARBERITUNG: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

NICHOLAS JONES / GETTY IMAGES / ISTOCK



Die These enthält allerdings einige Unklarheiten. So spielen die prominent aufgestellten Blausteine in dem postulierten Kalender keine Rolle. Ebenso bleibt offen, warum die Zählung der Tage im Nordosten begonnen haben soll, obwohl das Jahr Darvill zufolge mit der Wintersonnenwende begann, also im Südwesten. Rätselhaft scheint zudem, wieso im äußeren Rund jeder Block einem Tag entsprochen haben soll, im inneren Hufeisen dagegen je zwei Steine einem Tag.

Im alten Ägypten war um die Mitte des 3. Jahrtausends v. Chr. ein ähnlicher Kalender in Gebrauch, wie ihn Darvill für Stonehenge vorschlägt: 12 Monate à 3 Wochen zu je 10 Tagen plus 5 Zusatztage (Schalttage wurden nicht berücksichtigt). Sollte Darvill mit seiner These richtigliegen, würde das die Frage aufwerfen, ob die Kalenderkenntnisse damals aus Ägypten nach Britannien gelangt sind.

Antiquity 10.15184/aqy.2022.5, 2022

MEDIZIN HIRNSCHWUND BEREITS BEI MÄSSIGEM ALKOHOLKONSUM

► Schon ein zurückhaltender Alkoholkonsum, wie er bei vielen Menschen üblich ist, geht mit einer Schrumpfung und vorzeitigen Alterung des Gehirns einher. Zu diesem Schluss kommen Forscherinnen und Forscher um Reagan Wetherill von der University of Pennsylvania, nachdem sie medizinische Daten von mehr als 36000 Erwachsenen analysiert haben. Hierfür griffen sie auf die Datenbank »UK Biobank« zu, die gesundheitsrelevante Informationen über mehrere hunderttausend britische Bürger enthält. Neben grundlegenden Angaben wie Alter, Körpergröße, Geschlecht und sozioökonomischem Status lassen sich in der Datenbank auch Hirnscans abfragen – magnetresonanztomografische Daten, die Rückschlüsse auf das Hirnvolumen erlauben. Außerdem hatten alle untersuchten Personen auf Fragebogen über ihr Trinkverhalten während des jeweils vorangegangenen Jahres Auskunft gegeben.

Bei der Auswertung dieser Informationen zeigte sich: Je mehr Alkohol ein Mensch konsumiert, umso deutlicher vermindert ist sein Hirnvolumen. Die Schrumpfung kommt einem vorzeitigen Altern gleich, denn die Hirnmasse schwindet auch mit den Lebensjahren. Selbst Alkoholgengen, die weithin als unbedenklich gelten, sind demnach mit messbaren Effekten assoziiert. 50-Jährige beispielsweise, die täglich eine Flasche Bier oder ein Glas Wein zu sich nehmen, weisen einen Hirnverlust auf, der zwei zusätzlichen Lebensjahren entspricht – gemessen an dem durchschnittlichen Volumen, das man für dieses Alter erwarten würde. Der Schwund betrifft das gesamte Organ, vor allem aber den Frontal- und Scheitellappen und die Inselrinde. Diese Hirnregionen wirken an der Steuerung von Bewegungen sowie an der Verarbeitung von Sinneseindrücken mit; der Frontallappen gilt zudem als Sitz der individuellen Persönlichkeit und des Sozialverhaltens.

Bei dem beobachteten Effekt handle es sich um eine rückblickend ermittelte statistische Beziehung, betonten die Forscher. Daraus ließen sich nicht ohne Weiteres Aussagen über Ursache und Wirkung ableiten. Um die zu bekommen, seien beispielsweise Längsschnittstudien nötig, deren Teilnehmer im Lauf der Zeit wiederholt untersucht werden.

Der Zusammenhang zwischen Alkoholkonsum und Hirnschwund scheine nicht linear zu sein, so die Wissenschaftler. Während ein kleines Glas Bier pro Tag lediglich einem halben zusätzlichen Lebensjahr gleichkomme, seien es bei vier Gläsern täglich bereits zehn zusätzliche Jahre. Die Wirkung des Nervengifts Alkohols scheine mit steigender Menge exponentiell zu wachsen. Das heiße aber auch: Jene, die am meisten trinken, profitieren am stärksten von einer Einschränkung ihres Konsums.

Nature Communications 10.1038/s41467-022-28735-5, 2022

GEOWISSENSCHAFTEN

LOCH IN DER ERDKRUSTE LÄSST PATAGONIEN RASANT AUFSTEIGEN

► Um mehr als vier Zentimeter jährlich hebt sich derzeit ein Teil der südlichen Anden – schneller als irgendeine andere Region der Erde. Das hat zwei Gründe: Zum einen hat die dortige Kontinentalplatte ein »Loch« an ihrer Unterseite, hervorgebracht von geschmolzenem Gestein. Zum anderen taut der Patagonische Eisschild, der auf dem Gebirge lastet, rasant ab, wodurch sein Druck auf die Erdkruste nachlässt. Beide Prozesse zusammen lassen das Gebirge schnell emporsteigen, berichtet ein Team um Hannah F. Mark von der Washington University in St. Louis.

Mit Hilfe seismischer Messungen spürten die Forscherinnen und Forscher unter dem Patagonischen Eisschild eine Zone auf, in der sich Erdbebenwellen bereits in geringer

Tiefe auffällig langsam bewegen. Ihre Schlussfolgerung: Wo eigentlich festes Gestein, das die Schwingungen gut leitet, tief unter das Gebirge hinabreichen sollte, ist das Material ungewöhnlich heiß und weich. Vermutlich habe aufsteigende Schmelze die Unterseite der Kontinentalplatte abgetragen, schreibt das Team – ein Prozess namens thermische Erosion. Dadurch ist die Platte dort dünner und die Erdkruste besonders beweglich.

Das verflüssigte Material steigt in einer Zone auf, wo ein einstiger Mittelozeanischer Rücken in Richtung Erdkern sinkt. Er bildete früher einen Spalt, an dem Magma aus dem Erdinneren zur Oberfläche aufstieg und permanent neue Erdkruste hervorbrachte. Infolge dieser Neubildung schob sich der Mittelozeanische

Rücken immer näher an den südamerikanischen Kontinent heran und verschwand letztlich darunter. Beim Abtauchen weitete er sich und ließ in den zurückliegenden Jahrmillionen große Mengen an Gesteinsschmelze durch, die allmählich die Unterseite der Kontinentalplatte erodierte.

Während der Eiszeiten drückten gigantische Massen gefrorenen Wassers die südamerikanische Erdkruste dem heißen Strom entgegen. Der heutige Patagonische Eisschild in den südlichen Anden ist ein Überrest davon. Doch er schmilzt und drückt deshalb immer schwächer auf die ausgedünnte Kruste – die deshalb rapide in die Höhe schnellte.

Geophysical Research Letters
10.1029/2021GL096863, 2022

BIOLOGIE

WÜSTENBAKTERIEN MIT SELTSAMEN LICHTRÄDERN

► Ein einzigartiger Doppelring aus Proteinen ermöglicht es dem Bakterium *Gemmatimonas phototrophica*, Sonnenlicht zu ernten. Zwar stammen die meisten Teile des radförmigen Molekülkomplexes ursprünglich von einer anderen Mikrobe, die sie über horizontalen Gentransfer weitergegeben hat. Doch *G. phototrophica* entwickelte daraus etwas ganz Neues. Wie eine Arbeitsgruppe um Pu Qian von der University of Sheffield berichtet, fügte das Bakterium dem angeeigneten Fotosynthesekomplex einen äußeren Proteinring hinzu. Die so entstandene Antennenstruktur ist außergewöhnlich groß, effizient und stabil. Das überrascht, weil der Einzeller seine Fotosynthese quasi nur nebenbei betreibt.

G. phototrophica ernährt sich überwiegend von organischen Stoffen in seinem Lebensraum, dem Süßwas-

sersee Tian E Hu in der westlichen Wüste Gobi. Fotosynthese lässt das Bakterium zwar besser wachsen, ist aber keineswegs seine Hauptenergiequelle. Angesichts dessen erstaunt, dass der Einzeller eine derart komplexe Molekülstruktur dafür unterhält. Die äußeren Ringe bestehen aus 24 beziehungsweise 16 Proteineinheiten, die eintreffendes Licht absorbieren und dessen Energie auf Elektronen übertragen. In der Mitte des Molekülkomplexes befindet sich das Reaktionszentrum, in dem die eingefangene Energie eine Ladungstrennung bewirkt, was – nach vielen Zwischenschritten – in die Produktion von Kohlenwasserstoffen mündet.

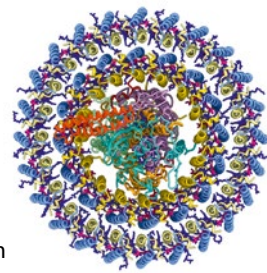
Alles in allem besteht der Fotosynthesekomplex aus mehr als 80 Einzelproteinen, in die rund 180 lichtempfindliche Moleküle wie Bakteriochlorophyll eingebettet sind. Von diesem gibt es drei Sorten; zwei davon sitzen in den äußeren Ringen und absorbieren grünes Licht, die dritte befindet sich nahe der Mitte und absorbiert rotes Licht. Die gesamte Struktur funktioniert wie ein Trichter, der die eingefan-

OPULENT Der Fotosynthesekomplex von *G. phototrophica*.

gene Energie in Richtung Zentrum leitet.

Zu den »Eigenentwicklungen« des Bakteriums gehören weiterhin Proteinstreben, die die Ringe mit dem Zentrum verbinden. Zudem sorgt eine Ansammlung von Lipidmolekülen zwischen Zentrum und innerem Ring für eine bessere Bindung zwischen den beiden. Rätselhaft ist, warum es sich für das Bakterium lohnt, einen derart großen und damit Ressourcen verschlingenden Fotosynthesekomplex zu betreiben. Der Grund könnte darin liegen, dass die Struktur chemisch außerordentlich stabil ist. Demnach kostet es zwar viel, sie herzustellen – aber weil sie lange hält, lässt sie sich in guten Zeiten auf Vorrat produzieren, um in schlechten die Versorgung zu sichern.

Science Advances 10.1126/sciadv.abk3139, 2022



ÖKOLOGIE DAS ENDE DES PERMAFROSTES

Das Schwinden großer Teile der Permafrostlandschaft wird sich nicht mehr aufhalten lassen. Zu diesem Schluss kommt eine Forschergruppe um Richard Fewster von der University of Leeds, nachdem sie die Auswirkungen der Klimaerwärmung auf die Böden simulierte.

Heute erstrecken sich noch ausgedehnte Permafrostmoore entlang der nördlichen Ränder Skandinaviens sowie über weite Teile Westsibiriens. Dort ist der Boden in der Tiefe dauerhaft gefroren. Pflanzen, die im kurzen arktischen Sommer wachsen, verrotten kaum. Dadurch bleibt Kohlenstoffdioxid, das normalerweise beim Abbau des pflanzlichen Materials entsteht, im Boden gebunden. Doch in Zukunft drohen diese Böden aufzutauen. Schuld daran ist der Klimawandel, der in solchen Gebieten steigende Temperaturen und mehr Regen mit sich bringt. In der Folge zersetzt sich das

organische Material, und es werden große Mengen der Treibhausgase CO_2 und Methan frei, die ihrerseits den Klimawandel verstärken.

Fewster und sein Team ermittelten zunächst, welche klimatischen Bedingungen für den Erhalt von Permafrostböden gegeben sein müssen. Dann simulierten sie mit Hilfe aktueller Klimamodelle, wo diese Bedingungen in der Zukunft noch zu finden sein werden. Dabei legten sie unterschiedliche Entwicklungsszenarien zu Grunde: In den optimistischen gelingt es der Menschheit, den CO_2 -Ausstoß drastisch zu mindern, um die Erwärmung auf unter zwei Grad zu begrenzen; in den pessimistischen wird der Ausstoß kaum oder gar nicht gedrosselt.

In keinem Fall, so das Ergebnis, liegen nach 2040 im Norden Skandinaviens und Finnlands noch klimatische

Bedingungen vor, unter denen sich Permafrost halten kann. Diese Böden werden also unweigerlich tauen. Im optimistischsten Szenario schrumpft die Landfläche, die für Permafrostmoore geeignet ist, um fast 60 Prozent. In den pessimistischen bleibt sie nur noch im Norden Westsibiriens erhalten. Allerdings bietet das organische Material eine gewisse Isolation, so dass beim Auftauen nicht sämtlicher Kohlenstoff in die Atmosphäre entweicht, schreiben die Forscher.

Wie sich das Tauen der Permafrostböden auswirken wird, ist nicht bis ins letzte Detail verstanden. Denn dabei überlagern sich viele gegenläufige Effekte. Die meisten Fachleute halten den Verlust des Permafrostes jedoch unterm Strich für einen starken weiteren Treiber des Klimawandels.

Nature Climate Change 10.1038/s41558-022-01296-7, 2022



VOM KLIMAWANDEL BEDROHT Permafrostlandschaft in Sibirien.

VADIMIR MELNIK / STOCK.ADOBE.COM

ASTRONOMIE VERSCHMELZENDE FLECKEN AUF EINEM NEUTRONENSTERN

Das NASA-Röntgenteleskop NICER, das außen angebracht an der Internationalen Raumstation (ISS) die Erde umrundet, hat Flecken mit extrem starker Röntgenstrahlung registriert, die sich über einen Neutronenstern hinwegbewegen und dabei verschmelzen. Drei solcher Flecken auf dem Himmelskörper SGR 1830-0645 ließen sich mit dem Teleskop verfolgen, berichten Forscherinnen und Forscher um George Younes vom Goddard Space Flight Center der NASA.

NICER soll helfen, den inneren Aufbau von Neutronensternen besser zu verstehen. Jene Himmelskörper strahlen sehr aktiv im Röntgenbereich des elektromagnetischen Spektrums. Sie entstehen, wenn ein massereicher Stern am Ende seines Lebens zu einer dichten Kugel kollabiert. Unsere Sonne

beispielsweise würde dabei auf rund 20 Kilometer Durchmesser schrumpfen, wäre sie nicht zu massearm für diesen Vorgang. Es entsteht ein Gebilde ähnlich einem gigantischen Atomkern, dessen Dichte so hoch ist, dass ein Teelöffel davon auf der Erde so viel wiegen würde wie ein Gebirge.

Magnetare sind Neutronensterne mit extrem starken Magnetfeldern. Ihre Oberfläche kann wegen der gewaltigen magnetischen Flussdichte mancherorts regelrecht aufschmelzen, wie das Team um Younes beschreibt. Bei einem solchen Vorgang hätten sich die Flecken auf dem Magnetar SGR 1830-0645 gebildet, die NICER registrierte. Sie gehen wohl mit der Bildung magnetischer Schleifen einher, wie sie ähnlich auch über der Sonnenoberfläche erscheinen. Diese Schleifen

senden Röntgenstrahlung aus, die in den NICER-Messungen als periodische Intensitätsspitze erscheint und die Rotationsdauer des Magnetars anzeigt.

Zuvor hatten Fachleute entsprechende Strahlungsmaxima immer nur sporadisch bei verschiedenen Magnetaren zu unterschiedlichen Zeiten beobachtet. Jetzt ermöglichte es das NICER-Teleskop, die Flecken über einen mehrwöchigen Zeitraum zu verfolgen. Dabei zeigte sich, wie jeweils drei aufeinander folgende Intensitätsspitzen in immer geringerem zeitlichem Abstand auftraten und schließlich zu einer verschmolzen.

SGR 1830-0645 liegt im Sternbild Schild und ist schätzungsweise 13000 Lichtjahre von uns entfernt.

The Astrophysical Journal Letters 10.3847/2041-8213/ac4700, 2022