



ASTRONOMIE DER FERNSTE BEKANNTE STERN

Der Name »Earendel« stammt aus dem Altenglischen und bedeutet so viel wie »Morgenstern« oder »aufgehendes Licht«. Ein Forscherteam um Brian Welch von der Johns Hopkins University (USA) hat nun einen Stern entdeckt, der sein Licht bereits 900 Millionen Jahre nach dem Urknall ins All aussendete – und ihm diesen Namen gegeben. Earendel ist der am weitesten entfernte sichtbare Stern, den wir kennen.

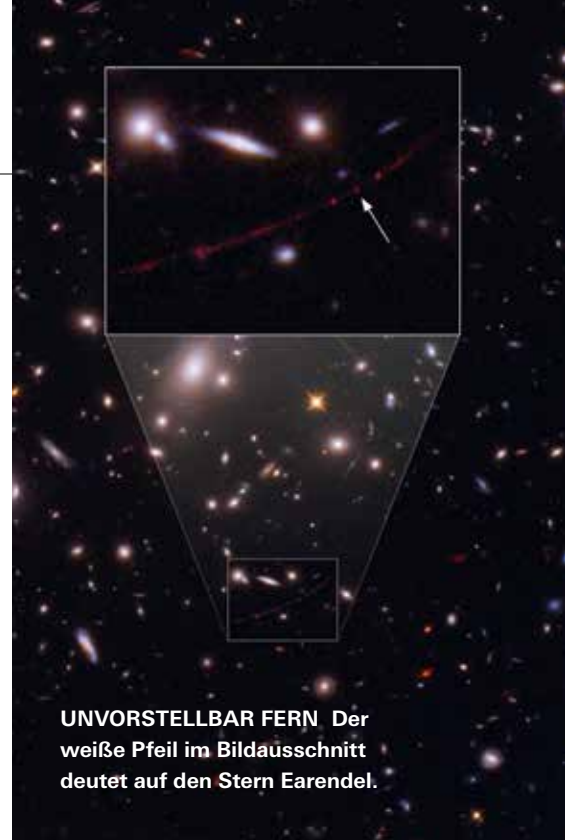
Normalerweise lassen sich derart ferne Sonnen überhaupt nicht mehr einzeln beobachten: Sie sind viel zu leuchtschwach. Doch im Fall von Earendel half der so genannte Gravitationslinseneffekt nach. Er entsteht, wenn eine große Masse zwischen uns und einem fernen Himmelskörper liegt, die mit ihrer Schwerkraft dessen Licht auf uns bündelt und somit verstärkt. Den Effekt hatte bereits Albert Einstein im Jahr 1936 vorhergesagt, aber erst Jahrzehnte später konnten Astronomen ihn tatsächlich beobachten.

Mittlerweile spüren Forscherinnen und Forscher alle möglichen Himmelsobjekte dank des Gravitationslinseneffekts auf. Sterne beispielsweise, die

als Gravitationslinsen fungieren, können einsame Planeten sichtbar machen, die allein durchs All driften. Massereiche Galaxienhaufen wiederum krümmen die Bahnen des Lichts von dahinterliegenden Objekten – und lenken deren Lichtstrahlen so auf verschiedenen Wegen zu uns. Das kann dazu führen, dass wir diese Objekte mehrfach sehen: Ein Quasar im Sternbild Pegasus etwa erscheint als berühmtes »Einsteinkreuz« gleich viermal am Himmel.

Auch einzelne, weit entfernte Sterne haben Astronomen bereits mit Gravitationslinsen aufgespürt. Das gelang bisher aber nur für Himmelskörper, deren Licht nicht länger als 9 Milliarden Jahre zu uns unterwegs war. Earendel hingegen ist viel weiter weg: Sein Licht brauchte 12,9 Milliarden Jahre, um uns zu erreichen. Ein Galaxienhaufen im Vordergrund verstärkt seine scheinbare Helligkeit um einen Faktor von mehreren tausend, so dass er auf Aufnahmen des Hubble-Weltraumteleskops zu erkennen ist.

Laut dem Forscherteam könnte Earendel in dem Stadium, in dem wir



UNVORSTELLBAR FERN Der weiße Pfeil im Bildausschnitt deutet auf den Stern Earendel.

ihn heute sehen, einem Einzel- oder einem Doppelsternsystem angehört haben. Vermutlich war er damals ein wahrer Riese, der es auf mehr als 50 Sonnenmassen brachte. Mittlerweile dürfte von ihm nicht mehr viel übrig sein: Wegen seiner großen Masse ist er inzwischen wohl längst als Supernova explodiert – und sein Licht nicht auf-, sondern untergegangen.

Nature 10.1038/s41586-022-04449-y, 2022

ÖKOLOGIE KÜSTENSTÄDTE SINKEN SCHNELLER, ALS DER MEERESSPIEGEL STEIGT

In vielen Küstenstädten senkt sich das Land ab, während zugleich der Meeresspiegel infolge des menschengemachten Klimawandels steigt. Das Zusammenspiel erhöht das Risiko von Überschwemmungen deutlich, wie ein Team um den Ozeanografen Meng Wei von der University of Rhode Island in Narragansett darlegt.

Üblicherweise nutzen Wissenschaftler bodengestützte Instrumente, um Landabsenkungen zu messen. Doch diese sind nicht überall verfügbar. Um einen weltweiten Überblick zu bekommen, haben Wei und seine Forschungsgruppe deshalb Satellitendaten analysiert, die zwischen 2015

und 2020 für 99 Küstenstädte gemeldet worden waren. Messwerte zur Bodenhöhe, die alle zwei Monate erhoben worden waren, lassen erkennen, wie sich die Erdoberfläche im Lauf der Zeit veränderte – auflösbar nach einzelnen Stadtteilen.

Demnach sinkt in vielen Stadtgebieten das Land schneller ab, als der Meeresspiegel steigt. Im pakistanischen Karatschi beträgt der Höhenverlust mehr als zehn Millimeter pro Jahr, das ist das Fünffache des durchschnittlichen Meeresspiegelanstiegs. In Tianjin (China) sowie in Jakarta erreicht die jährliche Absenkung sogar mehr als 30 Millimeter.

In den meisten Fällen, so die Vermutung der Wissenschaftler, dürfte die Bodensenkung ebenfalls menschengemacht sein und auf dem Abpumpen von Grundwasser beruhen. Sie verschärft die Risiken, die der Meeresspiegelanstieg mit sich bringt, zum Teil erheblich. Wei und seine Kollegen hoffen, dass ihre Arbeit zu neuen Strategien führt, um die Grundwasserentnahme auf die jeweiligen Überschwemmungsrisiken abzustimmen und so weit wie möglich zu minimieren.

Geophysical Research Letters 10.1029/2022GL098477, 2022

PALÄO BIOLOGIE

FRÜHE SÄUGETIERE HATTEN KLEINES GEHIRN

► In der frühen Erdneuzeit stiegen die Säuger zur dominanten Wirbeltiergruppe auf. Möglich wurde ihnen das aber nicht etwa dank überragender Hirnleistungen, im Gegenteil: Ihre relative Gehirngröße schrumpfte zunächst sogar. Vielmehr setzten sie sich damals durch, indem sie an Körpergröße und Muskelmasse zulegten. Zu dem Ergebnis kommen Forscherinnen und Forscher um Ornella Bertrand von der University of Edinburgh.

Vor 66 Millionen Jahren endete die Kreidezeit mit einem weltweiten Massenaussterben, dem unter anderem die Dinosaurier (abgesehen von den Vögeln) zum Opfer fielen. Die dabei frei werdenden ökologischen Nischen vereinnahmten später die Säugetiere. So entwickelten sie sich zur beherrschenden Wirbeltiergruppe. Viele Fachleute vermuten bisher, die Säuger hätten dabei von ihrem vergleichsweise großen und leistungsfähigen Gehirn profitiert.

Bertrand und ihr Team haben Säugerfossilien von mehr als 120 ausgestorbenen Arten untersucht, darunter dutzende neu entdeckte fossile Schädel aus der frühen Erdneuzeit. Mit Röntgenstrahlen durchleuchteten sie die Überreste und fertigten computertomografische (CT-) Aufnahmen davon an. Anhand der CT-Scans ließ sich abschätzen, wie groß das Gehirn der Tiere einst gewesen war und welche Abmessungen jene Hirnareale gehabt hatten, die Sinneseindrücke wie Riechen oder Sehen verarbeiteten. Dies setzten die Wissenschaftler in Beziehung zu den Körpergrößen der Tiere.

Demnach legten die Säuger im Paläozän (66 bis 56 Millionen Jahre vor heute) erheblich an Größe und Muskelmasse zu. Ihr Gehirn wuchs auch, aber in geringerem Ausmaß. Die relative (auf die Körpermasse bezogene) Gehirngröße schrumpfte somit. Außerdem ergaben die Untersuchungen, dass bei den damaligen Säugetieren jene Hirnregionen, die für das Sehen zuständig waren, einen

eher kleinen Anteil des Organs ausmachten.

Erst im nachfolgenden Zeitalter des Eozäns (56 bis 34 Millionen Jahre vor heute) tauchten vermehrt Säugerspezies auf, bei denen die relative Hirngröße wieder zunahm. Bei ihnen hatten sich besonders solche Gehirnregionen vergrößert, die visuelle Sinneseindrücke verarbeiten, für die Bewegungssteuerung wichtig sind und integrative (verschiedene Informationen aus der Außen- und Innenwahrnehmung verknüpfende) Funktionen ausüben.

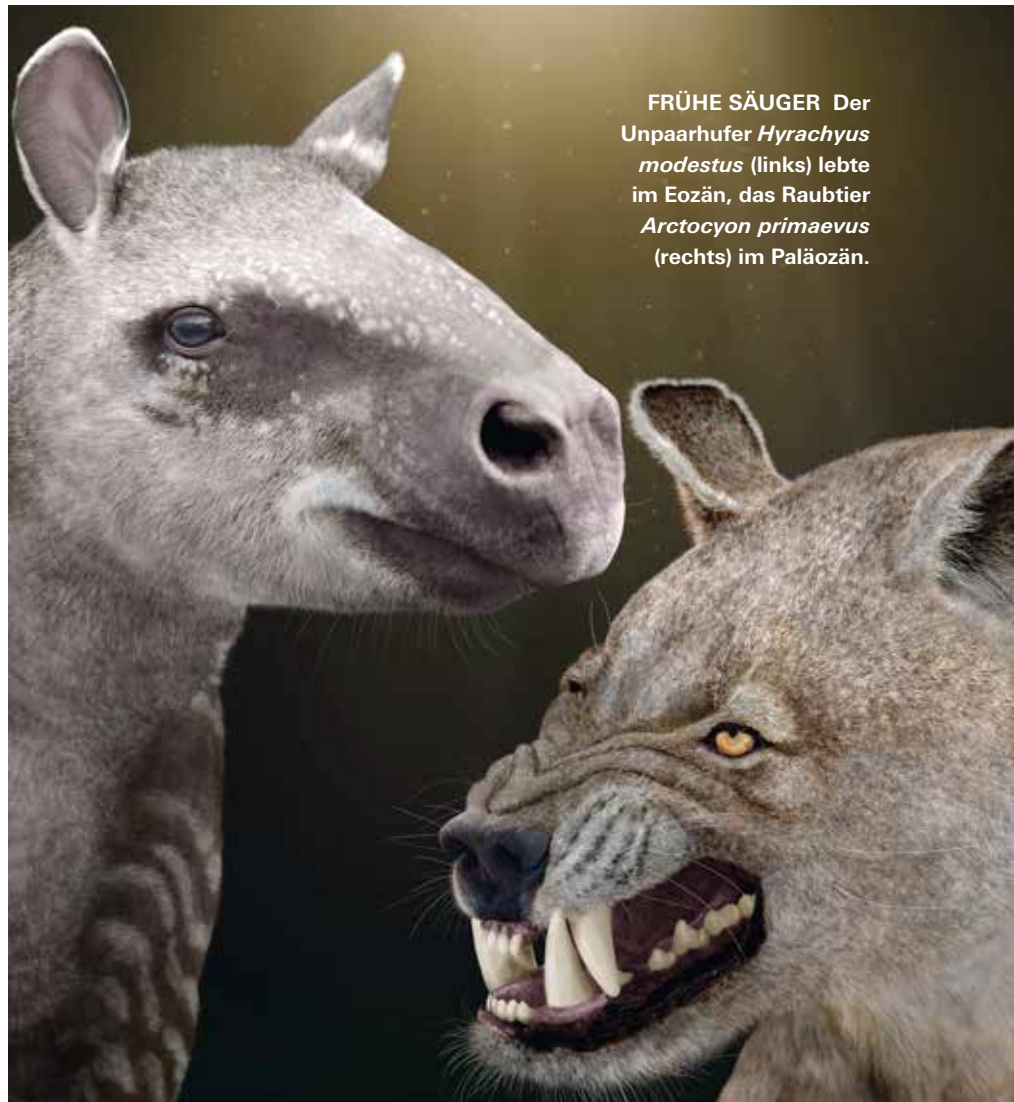
Studien belegen, dass Säugetiere mit größerem Gehirn besser darin sind, kognitiv anspruchsvolle Probleme zu lösen, und sich im Verhalten flexibler zeigen. Anscheinend seien solche Fähigkeiten in den Jahrmillionen, nachdem die Dinosaurier ver-

schwunden und freie Nischen zu erobern waren, aber nicht vorrangig gefragt gewesen, folgert die Arbeitsgruppe. Es habe sich damals offenbar ausgezahlt, groß und stark statt intelligent zu sein.

Im Eozän, als sich die Ökosysteme weitgehend erholt hatten und die Nischen wieder besetzt waren, intensivierte sich die Verteilungskämpfe, wie das Team postuliert. Säuger mit besseren Sinnesleistungen und erweiterten motorischen Fähigkeiten seien jetzt im Vorteil gewesen, was einen Selektionsdruck in Richtung Hirnwachstum erzeugt habe. Besonders Raubtiere und Allesfresser legten nun an relativer Gehirngröße zu – und überflügelten hierin die damaligen Pflanzenfresser.

Science 10.1126/science.abc5584, 2022

SARAH SHELLEY



FRÜHE SÄUGER Der Unpaarhufer *Hyrachyus modestus* (links) lebte im Eozän, das Raubtier *Arctocyon primaevus* (rechts) im Paläozän.

ARCHÄOLOGIE WARUM DIE NORDMÄNNER GRÖNLAND AUFGABEN

► Im frühen Mittelalter besiedelten Nordmänner den Süden Grönlands, verließen ihn aber einige Jahrhunderte später wieder. Fachleute spekulieren, eine Abkühlung während der so genannten kleinen Eiszeit könnte die Siedler im 15. Jahrhundert gezwungen haben, ihre Ortschaften aufzugeben. Ein Forscherteam um Raymond Bradley von der University of Massachusetts Amherst widerspricht dem nun.

Bradley und seine Arbeitsgruppe haben Messdaten erhoben, die es erlauben, das Mikroklima im ehemaligen Siedlungsraum der Nordmänner zu rekonstruieren. Sie nahmen einen Bohrkern aus dem Sediment eines Sees, der nicht weit entfernt von einer verlassenen mittelalterlichen Ortschaft im südlichen Grönland liegt. Mit Hilfe dieser Probe ließen sich die Wetterveränderungen der zurückliegenden 2000 Jahre verfolgen.

Das Verzweigungsmuster bestimmter Lipidmoleküle, die von Mikroben stammen und sich Jahr für Jahr im Sediment absetzen, erlaubte Rückschlüsse auf die damaligen jährlichen Umgebungstemperaturen. Die Menge von wachsartigen Molekülen wiederum, die auf den Blattoberflächen von Pflanzen als Verdunstungsschutz dienen, zeigte die frühere Luftfeuchtigkeit an. Wie die Probenanalyse belegt,

ist es in der Kleinen Eiszeit im südlichen Grönland nicht ungewöhnlich kalt gewesen – die Durchschnittstemperaturen blieben vom 10. bis ins 15. Jahrhundert nahezu gleich. Hingegen nahm die Trockenheit in dieser Phase zu. Das muss gravierende Folgen gehabt haben, denn die Nordmänner waren darauf angewiesen, ihr Vieh mit eingelagertem Futter über den Winter zu bringen.

Wahrscheinlich konnten die Siedler angesichts sich verschärfender Dürre irgendwann nicht mehr genug anbauen, schreiben die Wissenschaftler um Bradley. Den Kolonisten war das Problem offenbar bewusst: Am Ende der Siedlungsphase begannen sie, Bewässerungsgräben für ihre Felder anzulegen – eine letztlich unzureichende Gegenmaßnahme. Außerdem griffen sie zunehmend auf Beutetiere aus dem Meer zurück.

In den südöstlichen Siedlungen hatten zur Blütezeit der Grönlandbesiedlung bis zu 2000 Menschen gelebt. Weitere Ansiedlungen gab es im Westen der Insel. Diese hatten die Nordmänner allerdings noch früher aufgegeben: Ein norwegischer Priester traf dort schon 1350 keine lebenden »Grænlendingar« mehr an.

Science Advances 10.1126/sciadv.abm4346, 2022

CHEMIE ROHSTOFFE AUS KUNSTSTOFFABFALL

► Mit einem neuen Verfahren zum Kunststoffrecycling lässt sich Polystyrol – Hauptbestandteil von Styropor – in kleine Moleküle zerlegen, die als Grundstoffe für die chemische Industrie dienen. Nötig seien nur Licht, Luft und einfaches Eisen(III)-chlorid, berichten die Chemiker Sewon Oh und Erin Stache von der Cornell University in Ithaca (New York). Die beiden haben Polystyrol in Azeton gelöst und im Beisein von Eisenchlorid und Luftsauerstoff 20 Stunden lang mit weißem Licht bestrahlt. Dabei zerfielen die langen Molekülketten des Kunststoffs in kurze Fragmente, überwiegend Benzolringe mit angehängten Gruppen aus Kohlenstoff, Sauerstoff sowie weiteren Elementen. Diese so genannten Benzoylverbindungen dienen in zahlreichen chemischen Prozessen als wichtige Ausgangsstoffe.

Die von Oh und Stache entwickelte Methode basiert auf dem Zersetzen der Polymerketten mit Hilfe von Chlorradikalen und Sauerstoff. Licht spaltet die Bindung zwischen Chlor und Eisen, so dass chemisch reaktionsfreudige Chloratome entstehen. Letztere entreißen den Molekülketten des Polystyrols die Wasserstoffatome an den Stellen, wo die Bausteine des Polymers miteinander verknüpft sind. Dadurch wiederum greift Sauerstoff dort an und zerlegt das Kettenmolekül in ebene Grundbausteine. Laut den Fachleuten

ZWISCHEN EIS UND MEER
Ein See nahe einer früheren
Nordmänner-Siedlung in
Südgrönland.



LUFTIG Aufgeschäumtes Polystyrol, hier in Gestalt von aufeinander gestapelten Platten, dient als leichtes Verpackungs-, Dämm- und Baumaterial.

funktioniert der Prozess sehr effizient. Das wichtigste Produkt sei Benzoesäure, ein Grundstoff der chemischen Industrie.

Die Technik zeigt einen innovativen Ansatz zum nachhaltigen Kunststoffrecycling auf. Bei den meisten herkömmlichen Wiederverwertungsverfahren lässt die Materialqualität stetig nach, weil die langen Polymerketten immer weiter zerfallen. Die neue Methode erlaubt es, den Kunststoff in einfache Fragmente zu zerlegen und aus diesen frische Produkte zu erzeugen. Man bezeichnet solche Verfahren, die wichtige Grundstoffe zurückgewinnen, als »Upcycling« – im Gegensatz zum »Downcycling«, das minderwertige Materialien hervorbringt, die nur noch eingeschränkt nutzbar sind.

Upcycling erfordert oft viel Energie und aggressive Chemikalien, um die Kunststoff-Polymerketten zu zersetzen, und es entstehen dabei vielfach problematische Abfälle. Nicht so bei der von Oh und Stache vorgestellten Technik: Sie setzt auf relativ einfach zu handhabende Stoffe, die sich nach dem Prozess potenziell zurückgewinnen lassen. Weitere Experimente belegten zudem, dass das Verfahren mit Stoffmengen von mehreren Gramm funktioniert und nicht nur, wie in den ersten Versuchen, einigen Milligramm. Demnach könnte es sich recht einfach hochskalieren lassen – wichtig für großtechnische Anwendungen.

Journal of the American Chemical Society
10.1021/jacs.2c01411, 2022

PHYSIK QUANTENREIBUNG IN KOHLENSTOFF-NANORÖHREN

► Wenn Wasser durch Kohlenstoff-Nanoröhren fließt, gelten fremdartige Gesetze. Wie ein Team um Nikita Kavokine von der Sorbonne Universität in Paris berichtet, tritt dann ein Reibungsphänomen auf, das in radikalem Gegensatz zur Alltagserfahrung steht. Die Forscherinnen und Forscher schreiben, die Ursache hierfür sei ein quantenmechanischer Effekt: Elektronenzustände in den Kohlenstoff-Nanoröhren treten in Resonanz mit kollektiven Schwingungen der Wassermoleküle und bremsen sie dadurch.

Fließt Wasser durch eine Kohlenstoffnanoröhre, die von mehreren Wänden zwiebelschalenartig umhüllt ist, wirkt eine extrem geringe Reibung. Weil die Röhre steif und innen sehr glatt ist, verlieren die Moleküle kaum Energie durch Stöße. Paradoxiertweise nimmt die Reibung zu, wenn der Innendurchmesser einer solchen Röhre wächst. Mit anderen Worten, enge Öffnungen setzen dem Wasser weniger Widerstand entgegen als weite.

Wie die Arbeitsgruppe schreibt, besitzen Plasmonen (Schwingungszustände frei beweglicher Elektronen) in einer mehrwandigen Kohlenstoff-Nanoröhre ähnliche Energien wie kollektive Schwingungszustände der

hindurchströmenden Wassermoleküle. Deswegen koppeln beide miteinander und tauschen Energie aus, was sich als Reibung bemerkbar macht. Bei einer einwandigen Röhre funktioniert das nicht, denn dort fehlt den Elektronen quasi eine Dimension zum Schwingen, so dass ihre Plasmonen völlig andere Energien besitzen. Infolgedessen treten sie kaum in Wechselwirkung mit den hindurchfließenden Wassermolekülen, und es entsteht nur wenig zusätzliche Reibung.

Jede Verkleinerung des Durchmessers der Kohlenstoff-Nanoröhren führt zu einer deutlich stärkeren Krümmung der Rohrwand. Das hat weitreichende Folgen für die Plasmonen. Bei mehrwandigen Röhren mit 50 Nanometer Innendurchmesser liegen die Wände zumindest näherungsweise glatt aufeinander, was zu einer intensiven Wechselwirkung zwischen ihnen führt. Bei mehrwandigen Röhren mit zehn Nanometer Innendurchmesser dagegen krümmen sich die Wände so stark, dass sie untereinander praktisch entkoppelt sind. Die dort auftretenden Plasmonen ähneln deshalb jenen in einwandigen Röhren – und lassen Wasser weitgehend ungehindert passieren.

Nature 10.1038/s41586-021-04284-7, 2022

