SO LEBTEN RÖMISCHE SKLAVEN

Drei Menschen auf 16 Quadratmeter – unter diesen Bedingungen lebten Sklaven vor fast 2000 Jahren in Pompeji. Wissenschaftler des Archäologischen Parks der Vesuvstadt haben eine Kammer innerhalb einer Villa freigelegt und darin die Überreste dreier schlichter Betten entdeckt. Wie die Ausgräber vermuten, handelte es sich um den Schlafraum von Unfreien, womöglich einer Familie, die neben Tongefäßen und wenigen Habseligkeiten dort nächtigte.

Beim Ausbruch des Vesuvs im Jahr 79 n. Chr. waren Menschen und Tiere in Pompeji verschüttet worden. Die Toten sind unter der dicken Bimsschicht meist längst zerfallen, ebenso wie zahlreiche Objekte aus

ABACA / PICTURE ALLIANCE

vergänglichem Material. Allerdings haben Opfer und Gegenstände viele Hohlräume in der Schicht hinterlassen. Schon die frühen Ausgräber Pompejis gossen diese mit Gips aus – ein Verfahren, mit dem die Archäologen auch hier rekonstruierten, wie die Betten in der Kammer früher aussahen.

Die Liegen bestanden demnach aus einfachen Holzgestellen, die mit Seilen bespannt waren. Darauf hatte man Decken gelegt. Zwei von ihnen sind ungefähr 1,7 Meter lang, die dritte 1,4 Meter – sie diente möglicherweise als Kinderbett. Der Raum enthielt zudem eine Holzkiste mit Zaumzeug, das vielleicht mit einem nebenan gefundenen Prunkwagen in Verbindung steht. Eine Deichsel, die ebenfalls in der Kammer abgelegt war, identifizierten die Forscher als Teil dieses Wagens.

Pressemitteilung der offiziellen Pompeji-Website http://pompeiisites.org/, 6. November 2021

ABACA / PICTURE ALLIANCE

ASTRONOMIE

FERNER PLANET ÜBERLEBTE DEN TODESKAMPF SEINES MUTTERSTERNS

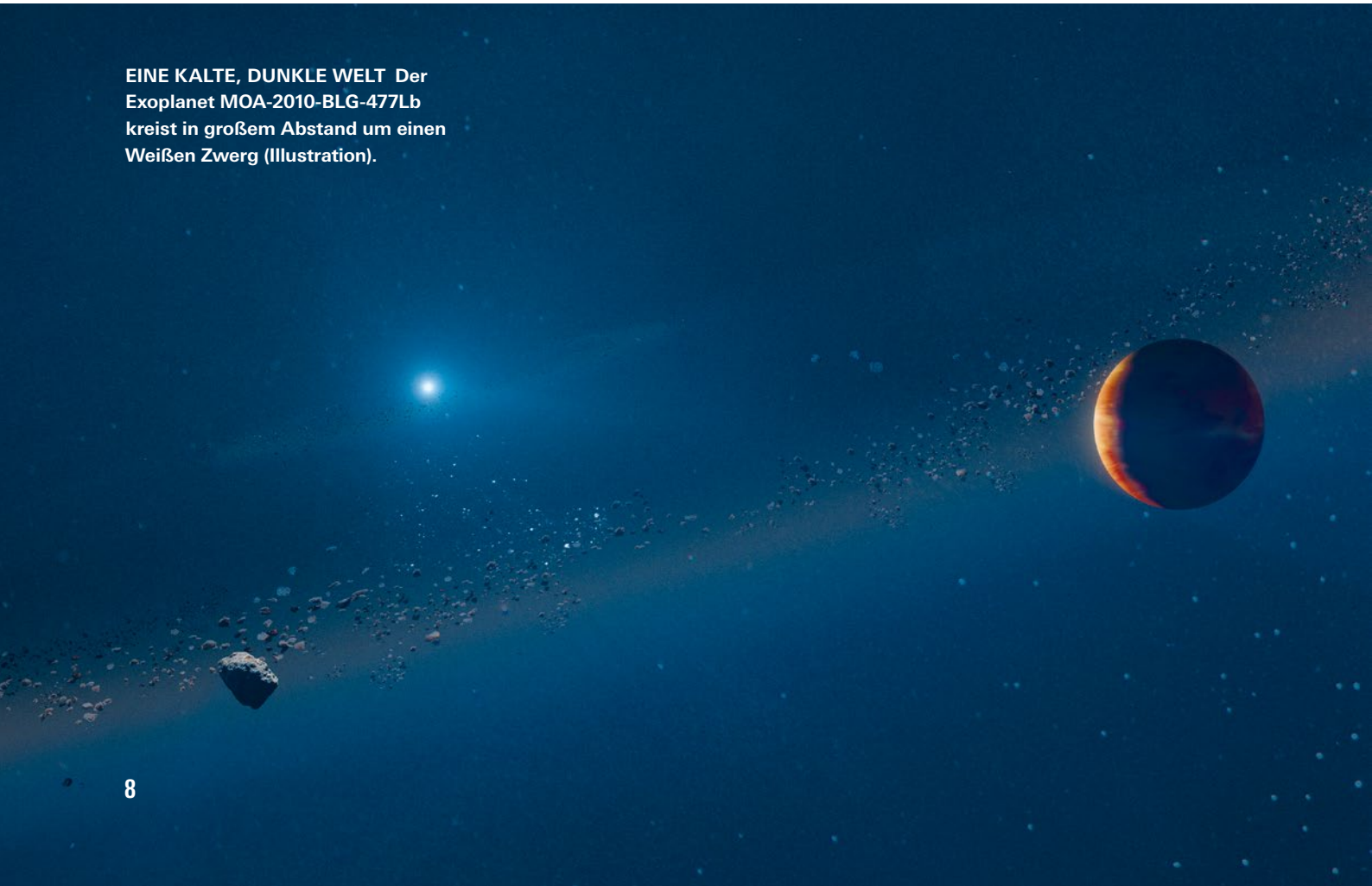
Vielleicht hat das Team um Joshua Blackman von der University of Tasmania weit draußen im All die Zukunft unseres Sonnensystems erspäht. Dort, rund 6500 Lichtjahre von uns entfernt, umkreist ein Exoplanet, der rund anderthalbmal so schwer ist wie der Jupiter, einen Weißen Zwerg. Die besten Zeiten hat dieses System hinter sich, denn Weiße Zwerge stellen das finale Entwicklungsstadium sonnenähnlicher Sterne dar. Die Arbeitsgruppe schließt aus ihrem Fund, dass zumindest größere Begleiter den Todeskampf ihres Zentralgestirns überleben können.

Hinweise auf die Existenz des jupiterähnlichen Planeten namens MOA-2010-BLG-477Lb hatten die tasmanischen Fachleute bereits im Jahr 2010 aufgespürt. Damals werteten sie ein Gravitationslinsenereignis aus – einen Vorgang, bei dem ein Himmelskörper eine dahinter liegende, leuchtstarke Quelle passiert und ihr Licht mit seiner Schwerkraft bündelt. Die Helligkeit der Quelle verändert sich dabei auf eine bestimmte Weise, was die Existenz von MOA-2010-BLG-477Lb verriet.

Zunächst waren die Forscher davon ausgegangen, dass der ferne Exoplanet einen ganz normalen Stern umkreist, und suchten nach diesem mit Hilfe des Keck-II-Teleskops auf Hawaii. Doch sie fanden nichts. Auch Braune Zwerge, Schwarze Löcher oder Neutronensterne ließen sich als mögliche Zentralgestirne des jupiterähnlichen Objekts ausschließen. Somit blieb nur noch ein Weißer Zwerg als Kandidat. Diesen hat das Team zwar ebenfalls nicht entdeckt, doch den Berechnungen zufolge dürfte der Exoplanet einen Weißen Zwerg umkreisen, der es auf ungefähr die Hälfte der Masse unserer Sonne bringt. Die Entfernung zwischen beiden beträgt wahrscheinlich rund das Dreifache der Erde-Sonne-Distanz.

Entwickelt sich ein Stern zum Weißen Zwerg, bringt er sein Planetensystem gehörig durcheinander. Erst bläht er sich zum Riesen auf und verschluckt dabei Begleiter, die ihm zu nah sind. Anschließend stößt er seine äußere Hülle ab, was bei jenen Planeten, die noch übrig sind, oft die Umlaufbahnen destabilisiert. Die Gruppe um Blackman wertet ihren Fund als Hinweis darauf, dass zumindest Sternbegleiter in jupiterähnlichen Umlaufbahnen auch diese Phase überstehen können. Vermutlich gebe es im All noch viel mehr Planeten, die ihre ausgebrannten Muttersterne mehr oder weniger intakt umkreisen.

Nature 10.1038/s41586-021-03869-6, 2021



W. M. KECK OBSERVATORY/ADAM MAKARENKO

EINE KALTE, DUNKLE WELT Der Exoplanet MOA-2010-BLG-477Lb kreist in großem Abstand um einen Weißen Zwerg (Illustration).

MIKROBIOLOGIE

PILZ LOCKT FLIEGEN-MÄNNCHEN IN TÖDLICHE FALLE

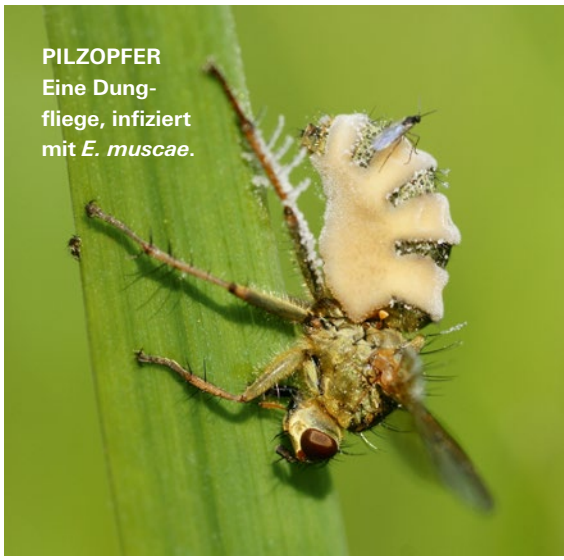
Der Pilz *Entomophthora muscae* trägt seinen deutschen Namen »Fliegentöter« zu Recht: Stubenfliegen sterben schnell, wenn er sie infiziert. Man findet die Opfer oft auf dem Fensterbrett, umgeben von einem Hof aus weißen Pünktchen – den Pilzsporen, die aus dem toten Insekt herauskatapultiert worden sind. Gelangen solche Sporen auf den Körper einer weiteren Fliege, keimen sie binnen weniger Stunden, wachsen durch ihr Außenskelett und ernähren sich von ihrer Körperflüssigkeit, welche sie binnen weniger Tage verbrauchen. Auf dem sterbenden Tier bildet der Pilz massenweise Sporenträger, womit sich der Vermehrungszyklus schließt.

Diese Strategie ist freilich darauf angewiesen, dass verendete Fliegen von Artgenossen aufgesucht werden, die sich mit dem Erreger anstecken und ihn weitertragen. *E. muscae* stellt das auf erstaunliche Weise sicher, wie ein Team um Andreas Naundrup von der Universität Kopenhagen berichtet. Schon vor Jahrzehnten war Biologen aufgefallen, dass gesunde Fliegen ihre am Pilz gestorbenen Artgenossen nicht meiden. Im Gegenteil: Männchen versuchen oft, die toten Weibchen zu begatten, und gehen danach unausweichlich selbst unter. Der Grund dafür war unbekannt. Fachleute spekulierten, die angeschwollenen Hinterleiber der Pilzopfer könnten auf die Männchen attraktiv wirken.

Das Team um Naundrup schlägt nun eine andere Erklärung vor. Die Forscherinnen und Forscher testeten zunächst die sexuelle Attraktivität toter Stubenfliegenweibchen – sowohl solcher, die am Pilz gestorben waren, als auch nicht angesteckter. Dabei kam heraus, dass sich die Männchen viel öfter den Pilzopfern nähern. Sie unterscheiden aber nicht zwischen zwei nahe beieinander liegenden Weibchen, von denen eines an *E. muscae* verendet und das andere erfroren ist. Weitere Untersuchungen ergaben: Nicht die sterblichen Überreste der Fliegendamen, sondern der Pilz selbst ködert die Männchen.

Wahrscheinlich sei dafür ein Lockstoff verantwortlich, eine Art Aphrodisiakum, so die Vermutung der Wissenschaftler. Mit Hilfe von Elektroden, die sie an den Duft wahrnehmenden Antennen der Männchen befestigten, ermittelte das Team, welcher von den pilzinfizierten Weibchen abgegebene Geruchsstoff besonders anziehend wirkt. Es sind spezielle Kohlenwasserstoffe namens Alkane, wie sich zeigte. Das erscheint plausibel, denn Fachleute wussten schon vorher, dass einige Alkane die Paarungsbereitschaft von Stubenfliegenmännchen erhöhen. Vielleicht lassen sich die flüchtigen Substanzen künftig als Lockstoff in Fliegenfallen einsetzen.

bioRxiv 10.1101/2021.10.21.465334, 2021



PILZOPFER Eine Dungfliege, infiziert mit *E. muscae*.

HANS HILLEWAERT (COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/WIKI/FILE:ENTOMOPHTHORA_MUSCAE_ON_SCATHOPHAGA_STERCORARIA_(LATERAL_VIEW).JPG) / CC BY-SA 4.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY-SA/4.0/LEGALCODE)

ÖKOLOGIE

MILLIONEN TONNEN MÜLL DURCH CORONA

Die Covid-19-Pandemie hat weltweit zu deutlich erhöhten Mengen an Plastikmüll geführt. Bis August 2021 sind im Zuge der Krankheitsbekämpfung in 193 Ländern insgesamt rund 8,4 Millionen Tonnen Plastikabfall angefallen, wie Forscherinnen und Forscher in der Fachzeitschrift »PNAS« schreiben. Zum Vergleich: Laut dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen produziert die Menschheit insgesamt etwa 300 Millionen Tonnen Plastikmüll jährlich.

Dem Team um Yanxu Zhang von der Nanjing University (China) zufolge ist mit rund 87 Prozent der Großteil des Abfalls in Krankenhäusern entstanden, insbesondere in asiatischen Ländern. Zirka 8 Prozent seien auf Masken und andere Schutzgüter für den privaten Gebrauch zurückzuführen. Verpackungen für den boomenden Onlinehandel hätten schätzungsweise 5 Prozent ausgemacht.

»Kunststoffabfälle schaden dem Leben im Meer und sind zu einem großen globalen Umweltproblem geworden«, betonen die Wissenschaftler. Die Corona-Pandemie habe zu einer erhöhten Nachfrage nach Einwegplastik geführt, und das verstärke den Druck auf »dieses außer Kontrolle geratene Problem«. Mehr als 25 000 Tonnen des Corona-Mülls seien bereits in die Weltmeere gelangt, was ein lang anhaltendes Problem für die marine Umwelt darstelle. Innerhalb von drei bis vier Jahren werde ein großer Teil davon entweder an Strände gespült oder auf den Meeresgrund sinken. Das Team fordert einen besseren Umgang mit medizinischen Abfällen, vor allem in Entwicklungsländern.

Weltweit schwimmen schätzungsweise 270 000 Tonnen Plastik im Meer, die sich zusammensetzen aus rund 5,25 Billiarden Einzelteilen verschiedener Größe. Mikro- und Makroplastik hat mittlerweile von der Tiefsee bis zum arktischen Eis alle Erdregionen erreicht.

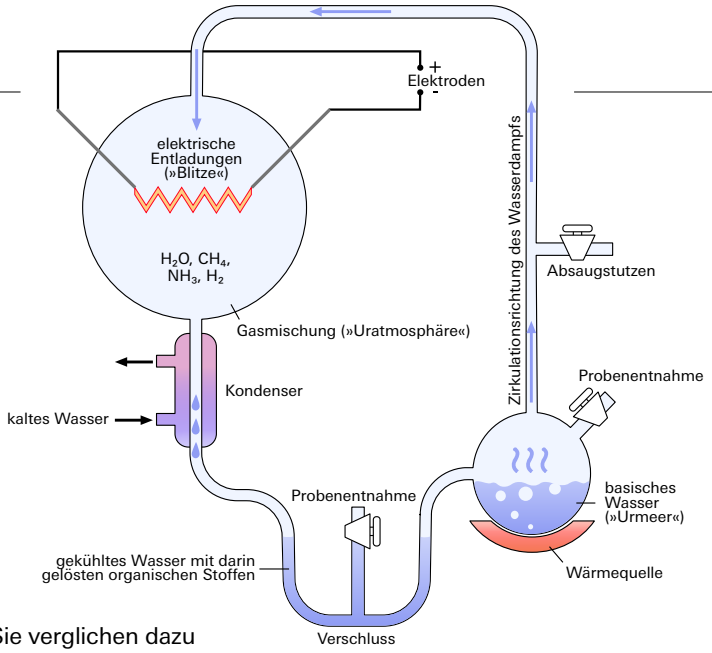
PNAS 10.1073/pnas.2111530118, 2021

CHEMIE
»URSUPPE« ZÜNDET NUR IM GLASKOLBEN RICHTIG

Mit ihrem berühmten Miller-Urey-Experiment demonstrierten die amerikanischen Chemiker Stanley Miller und Harold Urey im Jahr 1953, wie aus einfachsten Zutaten auf einer angenommenen »Urerde« die Bausteine des Lebens entstehen konnten. Sie ließen dazu in einem geschlossenen Kreislauf stark basisches Wasser (das »Urmeer«) in einer »Uratmosphäre« aus Ammoniak, Methan und Wasserstoff kontinuierlich verdampfen und kondensieren. Elektrische Entladungen im Kolben simulierten Blitze.

Mehr brauche es nicht, lautete das Ergebnis des Experiments, um organische Verbindungen wie Aminosäuren zu erzeugen. Der Versuch wurde unzählige Male in verschiedenen Abwandlungen durchgeführt – immer mit dem gleichen Ergebnis, auch wenn Wissenschaftler uneins darüber sind, ob er die Verhältnisse auf der frühen Erde präzise genug abbildet.

Ein Team um Ernesto di Mauro von der Universität Tuscia (Italien) weist nun auf einen bislang übersehenen Aspekt des Experiments hin. Die Forscher prüften, welche Rolle das Gefäßmaterial spielt, in dem der Versuch abläuft. Sie verglichen dazu die Ausbeute an organischen Molekülen einmal in den üblichen Behältern aus Borosilikatglas und einmal in Teflonbehältern. In den reaktionsträgen Teflongefäßen bildeten sich nur wenige und zudem einfache organische Verbindungen. Erst wenn die Forscher wieder Borosilikatglasscherben in die Lösung legten, stieg die Molekülausbeute. Das Behältermaterial scheint somit einen bedeutenden Einfluss zu haben.



KREISLAUF
Ein Schema des Miller-Urey-Experiments.

YASSINE MRABET, NACH CARNY (COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/WIKI/FILE:MILLER-UREY_EXPERIMENT-EN.SVG) / CC BY-SA 3.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY-SA/3.0/LEGALCODE); BEARBEITUNG: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

Die Forscher sehen das jedoch eher als Stärke des Experiments. Das Glas ähnelt ihrer Ansicht nach dem Silikatgestein auf der frühen Erde. Der hohe pH-Wert der Lösung (>11) habe die Glasoberfläche angegriffen, was Silikat- und Siliziumoxidpartikel freigesetzt habe, die als Katalysatoren wirkten. Auch könnten sich in den Partikeln Poren gebildet haben, in denen sich das Reaktionsgeschehen beschleunigte – ebenso wie es für die frühe chemische Evolution angenommen wird. Falls das stimmt, könnten Miller und Urey die Urerde zumindest in einem Punkt überraschend genau abgebildet haben, obgleich unbeabsichtigt.

Scientific Reports 10.1038/s41598-021-00235-4, 2021

BIOTECHNOLOGIE
PROTEIN FILTERT SELTENE ERDEN AUS ELEKTRONIKSCHROTT

Ein Protein, das Seltenerdmetalle an sich bindet, könnte das Recycling dieser wichtigen Industrierohstoffe vereinfachen. Das berichtet eine Arbeitsgruppe um Dan Park vom Lawrence Livermore National Laboratory (USA).

Das Protein Lanmodulin stammt aus Methan verdauenden Bakterien und heftet sich sehr effektiv an Lanthanide, zu denen Elemente wie Cer und Neodym gehören, welche in Elektronikbauteilen vorkommen. Diese Elemente können bisher nicht zurückgewonnen werden, weil sie fein verteilt und schwer abzutrennen sind.

Das Team um Park koppelte Lanmodulin an poröse Mikrokugeln. Diese fischten die gewünschten Elemente aus einer vorbeifließenden Lösung und trennten sie so von anderen Metallen. Der Ansatz könnte helfen, den Energie- und Materialaufwand beim Recyceln seltener Erden zu reduzieren. Lanmodulin ist chemisch recht stabil, verträgt Säureeinwirkung und lässt sich mehrfach wiederverwenden – ebenso wie einige der anderen eingesetzten Chemikalien.

Elemente der seltenen Erden gelten als wichtige Rohstoffe, die nur begrenzt verfügbar und derzeit nicht durch andere Substanzen zu ersetzen sind. Sie kommen gering konzentriert in angereicherten Erzen vor und lassen sich schwer voneinander trennen. Gäbe es einen Weg, sie mit wenig Aufwand stark anzureichern, könnte man sie aus Altelektronik zurückgewinnen. Oder aus Kohlenasche, die ebenfalls Spuren solcher Stoffe aufweist: Als Park und seine Kollegen ihre Lanmodulin-Kugeln an einer Kohlenasche-Lösung testeten, gelang es ihnen, die Seltenerdelemente darin um das 2000-Fache anzureichern.

Zudem lassen sich die Stoffe voneinander trennen, denn Lanmodulin koppelt an verschiedene Seltenerdelemente unterschiedlich stark, je nachdem, wie sauer die Lösung ist. Aus einer Mischung, die der Zusammensetzung von Elektronikschrott entsprach, gewannen die Fachleute je 80 Prozent des enthaltenen Neodyms und Dysprosiums zurück und schieden sie sauber voneinander ab.

ACS Central Science 10.1021/acscentsci.1c00724, 2021

PHYSIOLOGIE

ROTE BLUTKÖRPERCHEN HELFEN DER KÖRPERABWEHR

Rote Blutkörperchen (Erythrozyten) galten lange Zeit als bloße Zellhüllen, die kaum mehr tun, als Sauerstoff durch den Körper zu transportieren. Neue Erkenntnisse zeigen, dass diese Sicht überholt ist. Demnach können Erythrozyten eindringende Krankheitserreger wahrnehmen und die Immunabwehr davor warnen.

Die verschiedenen Blutbestandteile des Organismus sind hoch spezialisiert: Leukozyten etwa wirken an der Abwehr von Krankheitskeimen mit, Erythrozyten transportieren Atemgase wie Sauerstoff. Offenbar überlappen ihre Aufgaben aber auch, wie ein Team um Metthew Lam von der University of Pennsylvania gezeigt hat. Rote Blutkörperchen nehmen demzufolge die DNA eindringender Mikroben auf und präsentieren sie dem Immunsystem. Schon zuvor war bekannt gewesen, dass sie mit Erregern verklumpen und diese festsetzen können, bis weitere Akteure der Körperabwehr anrücken.

Das Forscherteam hat in Zellkultur- und Mausexperimenten untersucht, wie Erythrozyten auf Malariaerreger oder das Bakterium *Legionella pneumophila* reagieren. Dabei erwies sich: Die roten Blutkörperchen binden DNA-Schnipsel der Mikroben an ein Eiweißmolekül auf ihrer Außenseite, das Rezeptorprotein TLR9 (toll-like receptor 9). Jener Rezeptor hat eine Vorliebe für DNA-Fetzen aus beschädigten Zellen, die viele CpG-Motive enthalten – also Abschnitte, in denen die Nukleinbasen Cytosin und Guanin zahlreich aufeinander folgen. Anhand solcher CpG-Motive kann das Immunsystem körperfremde von körpereigener DNA unterscheiden.

Die durch Fremd-DNA aktivierten TLR9-Rezeptoren auf den roten Blutkörperchen übermitteln Warnsignale an den Organismus, schreibt das Team. Sie kurbeln angeborene Immunreaktionen an, vermittelt von Killerzellen und Plasmaproteinen. Übertrugen die Wissenschaftler rote Blutkörperchen mit aktiven TLR9-Rezeptoren aus einer infizierten Maus in eine andere nicht infizierte, reagierte deren Immunsystem mit heftigen Entzündungsreaktionen.

Erythrozyten fungieren als Alarmanlage des Körpers, folgert das Team: Sie schlagen an, wenn das Blut bakterielle DNA in größeren Mengen enthält. Da sie im Organismus sehr zahlreich vorkommen, sollte ihre Bedeutung für das Immunsystem nicht unterschätzt werden, betonen die Autoren.

Science Translational Medicine 10.1126/scitranslmed.abj1008, 2021

ZOOLOGIE

WALE FRESSEN VIEL MEHR ALS GEDACHT

Wale fressen rund dreimal so viel, wie Zoologen bislang annahmen. Zu diesem Ergebnis kommt ein Forscherteam um Matthew Savoca von der Stanford University. Ein ausgewachsener Blauwal verschlingt demnach rund 16 Tonnen Krill pro Tag, ein Nordatlantischer Glattwal täglich etwa 5 Tonnen Zooplankton und ein Grönlandwal etwa 6 Tonnen.

Der gewaltige Appetit der Meeressäuger bleibt für die Umwelt nicht folgenlos: Weil sie mit ihren Fäkalien das oberflächennahe Wasser düngen, schaffen sie überhaupt erst die Voraussetzungen, um ausreichend Nahrung finden. Insbesondere Eisenmangel begrenzt die Produktivität mariner Ökosysteme. Die Wale scheiden große Mengen des Elements, das sie zuvor aufgenommen haben, an der Wasseroberfläche aus und verhindern so, dass es in die Tiefsee absinkt. Auf diese Weise recyceln sie es.

Bislang hatten Wissenschaftler den Nahrungsbedarf der Bartenwale indirekt abgeschätzt, etwa durch Analysen des Mageninhalts. Savoca und sein Team dagegen versahen zwischen den Jahren 2010 und 2019 insgesamt 321 Wale mit Sendegeräten. Die Apparate lieferten Daten zur Umgebung und zum Schwimm- und Fressverhalten der Tiere. Immer wieder rückte das Team in Booten aus, um Stellen aufzusuchen, an denen die besenderten Tiere gerade gefressen hatten. Dort bestimmte es die Dichte des Krills und der Kleinstlebewesen im Wasser. Aus der Kombination aller Daten errechneten die Forscher schließlich, wie viel Nahrung die Wale tatsächlich aufnehmen.

Die Ergebnisse machen bisherige Annahmen obsolet. So kalkulierten Fachleute im Jahr 2008, dass Wale entlang der nordamerikanischen Pazifikküste rund zwei Millionen Tonnen tierische Biomasse jährlich konsumieren. Laut den neuen Daten benötigen von den Blau-, Finn- und Buckelwalpopulationen jede schon für sich zwei Millionen Tonnen pro Jahr.

Die Studie lässt auch Rückschlüsse auf die Zeit vor dem industriellen Walfang zu. Anhand historisch überlieferter Bestandsdaten für das Südpolarmeer lässt sich schätzen, dass Mink-, Buckel-, Blau- und Finnwale dort einst rund 430 Millionen Tonnen Krill pro Jahr fraßen. Das wäre das Doppelte der Gesamtkrillmenge, die jene Gewässer heute enthalten. Die Wissenschaftler erklären das damit, dass die seinerzeit viel größeren Walpopulationen etwa zehnmal so viel Eisen ins Wasser abgaben wie heute: rund 12 000 Tonnen. Nachdem sie großteils erlegt worden waren, fehlte ihrer Beute, dem Krill, die Lebensgrundlage.

Das marine Ökosystem ist eine wichtige Senke: Je produktiver es ist, desto mehr Kohlenstoff entzieht es der Atmosphäre. Würden sich die Walpopulationen auf ihre einstigen Bestandsgrößen erholen, könnten sie die marine Produktivität um elf Prozent steigern, was jährlich 215 Millionen Tonnen Kohlenstoff zusätzlich binden würde, rechnen die Wissenschaftler vor.

Nature 10.1038/s41586-021-03991-5, 2021