

Rentiere schützen durch ihre Beweidung die Böden, beeinflussen den Kohlenstoffhaushalt und können die Vielfalt von Pflanzen und Tieren fördern.

Foto: Carsten W. Müller.



FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

In den arktischen Permafrostböden sind immense Mengen an Kohlenstoff gespeichert – mehr als in der gesamten weltweiten Biomasse. Durch den Klimawandel taut dieser Permafrost, was zur Freisetzung von Kohlendioxid und Methan führt und einen Teufelskreis des Temperaturanstiegs in Gang setzt. **Hier spielen Rentiere eine Schlüsselrolle im Kampf gegen den Klimawandel** und für den Erhalt der Biodiversität: „Indem sie die Vegetation kurzhalten, verhindern sie die durch den Klimawandel hervorgerufene Verbuschung, welche die Isolation der Böden verstärkt“, erklärt Prof. Dr. Carsten Müller von der Technischen Universität Berlin. „Außerdem befreien sie an einigen Stellen mit ihren Hufen den Boden vom Schnee. Dadurch kann die Winterkälte besser in den Boden eindringen und das Auftauen des Permafrosts wird verlangsamt.“

Große Pflanzenfresser wie Rentiere, Moschusochsen oder Wisente schaffen durch ihre Bewegungen und ihre Beweidung ein Mosaik aus unterschiedlichen Landschaftstypen. Diese offenen Flächen bieten Lebensraum für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten, die auf solche Bedingungen angewiesen sind. Ein Beispiel vor der Haustür ist Sielmanns Naturlandschaft in der Döberitzer Heide in Brandenburg, wo Wisente, Wildpferde und Rothirsche auf ehemaligen Truppenübungsflächen heute eine natürliche Beweidung ermöglichen. Erste Daten deuten darauf hin, dass das Beweiden durch Rentiere und andere Pflanzenfresser nicht nur die Vegetation beeinflusst, sondern auch Prozesse im Boden verändert. Der punktuelle Eintrag von Stickstoff über Dung und die natürliche Bodenbearbeitung durch Trittplächen könnten sich positiv auf die langfristige Speicherung von Kohlenstoff im Boden auswirken oder zumindest helfen, die bestehende Speicherkapazität zu erhal-

ten. „Auch wenn noch nicht abschließend geklärt ist, wie groß dieser Effekt ist, zeigt sich, dass der Erhalt von stabilen, funktionalen Ökosystemen durch Huftiere ein Schlüssel sein könnte, um die Kohlenstofffreisetzung zu verringern“, sagt der Bodenkundler. „Unsere Daten zeigen, dass große Pflanzenfresser nicht nur für eine höhere Biodiversität sorgen, sondern auch stabilere Ökosysteme schaffen können“, so Carsten Müller weiter. „Sie fungieren quasi als Landschaftsgärtner.“

www.tu.berlin

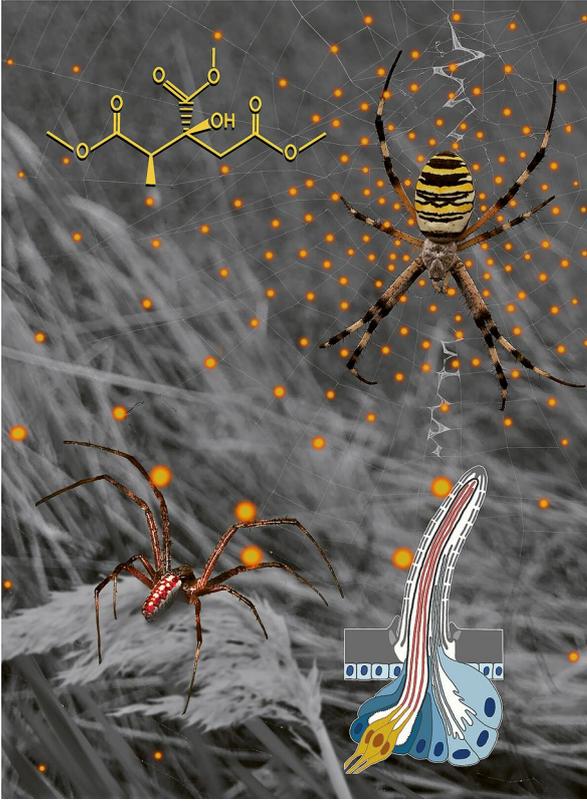
Ein internationales Forscherteam, darunter Dr. Eudald Mujal, Paläontologe am Naturkundemuseum Stuttgart, hat ein fossiles Tier beschrieben, das vor etwa 280 bis 270 Millionen Jahren auf dem heutigen Mallorca lebte und zu einer Gruppe von Säbelzahntieren gehörte. Es handelt sich um die **Fossilien des ältesten bekannten Gorgonopsiers der Erde**. Diese Tiergruppe gehörte zu den Therapsiden, der Entwicklungslinie, aus der später die ersten Säugetiere hervorgingen. Die ausgestorbenen Gorgonopsier lebten im Perm und waren Warmblüter wie die heutigen Säugetiere, legten aber im Gegensatz zu ihnen Eier. Als Fleischfresser waren sie auch die ersten Tiere, die Säbelzähne entwickelten. Ihr Aussehen ähnelte dem eines Hundes, allerdings ohne Ohren und Fell, und sie waren oft die Spitzenräuber im Ökosystem. Im Gegensatz zu den Reptilien, die sich ursprünglich mit gespreizten Beinen fortbewegten, waren die Beine der Gorgonopsier eher vertikal ausgerichtet, was das Laufen effizienter machte. Im Perm war Mallorca keine Insel, sondern Teil des Superkontinents Pangaea. Sie lag auf einem äquatorialen Breitengrad, auf dem heute Länder wie der Kongo oder Guinea liegen. Das Klima war monsunartig; Feucht- und Trockenzeiten wechselten sich ab. Der Fundort der Fossilien wurde als Überschwemmungsgebiet mit zeitweiligen Tümp-



Rekonstruktion des Aussehens eines Gorgonopsiers, wie er in einer Überschwemmungsebene des Perms auf Mallorca lebte. Abb.: Henry Sutherland Sharpe.

pehn identifiziert, an denen Gorgonopsier und andere Tiere tranken. Trotz ihrer geringen Fläche sind die Balearen außergewöhnlich reich an Fossilien. „Unser Fund auf Mallorca zeigt, dass wir in Westeuropa und Nordafrika mit weiteren Funden aus dem Perm rechnen können, die unser Verständnis des damaligen Ökosystems erweitern werden“, so der Paläontologe Dr. Eudald Mujal. www.naturkundemuseum-bw.de

Der Geruchssinn oder Chemosensorik ist für das Überleben und den Fortpflanzungserfolg von Tieren von zentraler Bedeutung. Er hilft ihnen beispielsweise, Beute- oder Raubtiere zu erkennen oder Paarungspartner aufzuspüren. Bisher wurde hauptsächlich zur Chemosensorik bei Insekten geforscht, vor allem im Rahmen der Pheromonforschung zur Schädlingsbekämpfung. Über die chemosensorische Welt von Spinnen, die als die wichtigste Gruppe natürlicher Feinde von Insekten gelten, ist dagegen nur wenig bekannt. Das Team der Arbeitsgruppe Allgemeine und Systematische Zoologie am Zoologischen Institut und Museum der Universität Greifswald unter der Leitung von Prof. Dr. Gabriele Uhl wies nun mit Hilfe eines hochauflösenden Feldemissions-Rasterelektronenmikroskops Sensillen mit Poren in der Haarwand bei Männchen der Wespenspinne *Argio-*



Ein Männchen der Wespenspinne (*Argiope bruennichi*) nähert sich einem Weibchen, das seine Paarungsbereitschaft durch die Abgabe des Sexualpheromons (2R,3S)-Trimethylmethylcitrat (TMMC) signalisiert. Diese Moleküle sind durch helle Punkte gekennzeichnet. Grafik: Veronika Uhl.

pe bruennichi nach. Letztere ist eine der wenigen Spinnenarten, für die das Sexualpheromon bekannt ist, mit dem die Weibchen die Männchen anlocken. Ähnlich wie die Wandporen-Sensillen bei Insekten sind diese Haare innen mit Lymphe gefüllt, die wiederum Fortsätze von Neuronen enthält. Dr. Hong-Lei Wang von der Pheromongruppe der Universität Lund konnte bei den Sensillen eine deutliche und **konzentrationsabhängige neuronale Reaktion auf das Pheromon nachweisen**. In einer vergleichenden Untersuchung von 19 Spinnenarten wurden diese nur bei Männchen vorhandenen Sensillen bei den meisten, aber nicht bei allen Arten gefunden. Die Forschenden werden nun die Bedeutung des Geruchssinns bei Spinnengruppen mit und ohne diese Sensillen im Kontext von Partnerwahl, Beutefang und Fressfeindvermeidung vergleichen und

die morphologischen Unterschiede und die molekulare Ausstattung des Geruchssinns zwischen Insekten und Spinnen erforschen.

www.uni-greifswald.de

■ Bakterien werden ununterbrochen von Viren infiziert, sogenannten Phagen, die die Bakterien als Wirtszellen nutzen. Doch im Laufe der Evolution haben Bakterien eine Vielzahl von Strategien entwickelt, um sich vor diesen Attacken zu schützen. Viele dieser bakteriellen Immunitätssysteme sind schon lange bekannt. Prof. Dr. Marc Erhardt und Prof. Dr. Philipp Popp, beide vom Institut für Biologie der Humboldt-Universität zu Berlin, haben nun gemeinsam mit Forschenden aus Dänemark und Neuseeland und weiteren Kooperationspartnern die Struktur und Funktionsweise **eines neuartigen bakteriellen Abwehrsystems gegen Phagen entschlüsselt**. Es war ursprünglich 2018 von einer israelischen Forschungsgruppe entdeckt und nach Zorya, einer Figur in der slawischen Mythologie benannt worden.

Das Zorya-System erkennt Phagenangriffe und aktiviert eine frühzeitige und präzise Abwehr, die das Virus unschädlich macht, ohne dass die Wirtszelle abstirbt. Die Untersuchung des Zorya-Systems anhand modernster Methoden wie Kryoelektronen- und Fluoreszenzmikroskopie zeigt, dass es aus einem ein-

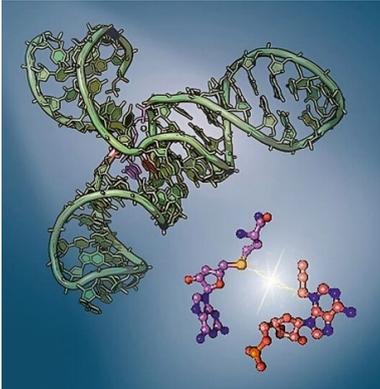
zigartigen molekularen Motor und mehreren spezialisierten Komponenten besteht. Dieser Motor erkennt frühzeitig Veränderungen in der Zellhülle, die durch eindringende Phagen verursacht werden, und löst eine Abfolge von Schutzreaktionen aus. Durch diesen bisher unbekanntem Mechanismus kann die Bakterienzelle die Phagen-DNA gezielt abbauen, so dass das Virus sich nicht in der Wirtszelle vermehren kann. Das ist bemerkenswert, denn in der Regel verhindern Bakterien die Vermehrung der Phagen, indem sie den Zelltod einleiten, sich also selbst „opfern“. Das Zorya-System könnte laut den Studienautoren als Grundlage für die Entwicklung innovativer Werkzeuge dienen, um gezielt genetisches Material zu manipulieren oder um neuartige Therapien gegen bakterielle Infektionen zu entwickeln.

www.bu-berlin.de

■ Katalytisch aktive RNA-Moleküle werden als „Ribozyme“ bezeichnet. Forschende um Claudia Höbartner vom Institut für Organische Chemie an der Universität Würzburg haben jetzt die 3D-Struktur eines solchen Ribozyms aufgedeckt. SAMURI, so der Name des RNA-Enzyms, ist in der Lage **andere RNA-Moleküle gezielt an einer bestimmten Stelle chemisch zu verändern** und so deren Funktion zu beeinflussen. Für die Modifikation einzelner



3-D-Modell des bakteriellen Viren-Abwehrsystems Zorya. Foto: Frederick J.O. Martin/ Universität Kopenhagen.



Das Ribozym SAMURI (Kristallstruktur in Grün) bietet den strukturellen Rahmen für die Katalyse der chemischen Reaktion zur Übertragung der RNA-Modifikation. Bild: Hsuan-Ai Chen/JMU.

RNA-Bausteine nutzt SAMURI das Hilfsmolekül S-Adenosylmethionin (SAM), das für viele Prozesse in der Zelle wichtig ist. Das Spannende: Auch einige in Bakterien entdeckte RNA-Moleküle können mit SAM wechselwirken – allerdings ohne dass sie weitere RNA modifizieren. Warum dies so ist, können die Forschenden dank der entschlüsselten Molekülstruktur von SAMURI nun besser beantworten. „Untersuchungen legen nahe, dass natürlich vorkommende SAM-bindende RNA auf frühere Ribozyme zurückgehen könnte, die im Laufe der Evolution ihre katalytischen Funktionen verloren haben“, so Höbartner. Erkenntnisse über die Struktur und Funktionsweise katalytischer RNA ist wichtig, um bestehende Ribozyme zu verbessern und neue zu entwickeln. Bedeutsam wären diese zum Beispiel für die Erforschung natürlicher RNA-Modifikationen – etwa um diese sichtbar zu machen, aber auch für deren Verwendung in therapeutischen RNAs.

www.uni-wuerzburg.de

UNTERNEHMEN

Aus dem Verhalten der Tiere können Menschen vieles lernen. Um diese Daten optimal auslesen zu können, hat das Münchner Startup Talos



GmbH wenige Zentimeter große Geräte entworfen, die mittels **Satelliten die Bewegungen und Umgebungen von Tieren verarbeiten**. Die Ziele: Bessere Voraussagen von Umweltkatastrophen und die genaue Überwachung bedrohter Arten. In der Landwirtschaft soll die optimale Versorgung der Tiere erleichtert sowie die Früherkennung von Krankheiten ermöglicht werden. Dafür erhält die Firma rund 124.000 Euro Förderung von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU).

Mit Hilfe eines per Halsband oder Geschirr zu befestigenden „IoT-Geräts“ (IoT = *Internet of Things*) werden Positions-, Bewegungs- und Biodaten der Tiere gesammelt. Talos-Gründer Gregor Langer erläutert: „Das Gerät speichert die Daten zunächst und leitet sie dann in regelmäßigen Abständen über einen Satelliten an uns weiter. Wir bündeln die Informationen und stellen sie unseren Kundinnen und Kunden zur Verarbeitung je nach Zweck des Trackings zur Verfügung.“ Pro Satellit könnten über 100.000 IoT-Geräte auf diese Weise kommunizieren. Die Geräte selbst sind laut Firmenangaben ohne Einschränkungen sowohl von großen als auch von kleinen Tieren tragbar. Ein renommierter Kunde wurde für die Pilotphase bereits gewonnen: das Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie.

www.dbu.de

PREISE & AUSZEICHNUNGEN

Das Immunsystem des Menschen besteht aus dem erworbenen und dem angeborenen Immunsystem. Während das erworbene Immunsystem durch spezifische Abwehrzellen ein langanhaltendes Immungedächtnis aufbaut, galt das angeborene Immunsystem bisher als schnell und kurzfristig reagierend. Dr. Timo Rückert aus der Gruppe von Chiara Romagnani vom Institut für Medizinische Immunologie der Charité – Universitätsmedizin Berlin und dem Deutschen Rheuma-Forschungszentrum (DRFZ) konnte jedoch zeigen, **dass auch das angeborene Immunsystem eine Art Immungedächtnis entwickeln kann**. Der Biologe und seine Kolleg/-innen entdeckten, dass bestimmte natürliche Killerzellen (NK-Zellen) auf das humane Cytomegalovirus (CMV) mit einer massiven Vermehrung reagieren. Diese spezialisierten Zellen be-



Wurde mit dem Pettenkofer-Preis 2024 geehrt: Dr. Timo Rückert von der Charité – Universitätsmedizin Berlin. Foto: Robert Haas.

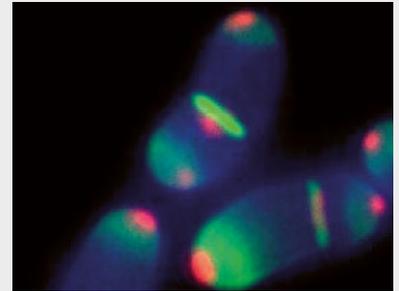
Die wenige Zentimeter großen Geräte der Talos GmbH können an unterschiedliche Tierarten angepasst werden wie hier an einen Flughund. Im Mittelpunkt des Trackings soll die Populationsüberwachung bedrohter Tierarten stehen, um vor Wilderei, aber auch vor Krankheitswellen zu schützen. Foto: Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie.

MIKROBE DES JAHRES 2025

Im Jahr 1956 suchten zwei japanische Forscher gezielt Bakterien, die den herzhaften Geschmack „umami“ produzieren. Diese Geschmackswahrnehmung wird durch Natriumglutamat, das natürlicherweise in reifen Tomaten, Parmesan und Schinken enthalten ist und als Würzmittel eingesetzt wird, über bestimmte Sinneszellen ausgelöst. Fündig wurden sie beim „Keulenbakterium“ *Corynebacterium glutamicum*, das natürlicherweise Glutamat ausscheidet. Heute produziert das Bakterium weltweit über 3,5 Millionen Tonnen Natriumglutamat jährlich – das entspricht einem Güterzug mit 50.000 Waggonen und einer Länge von über 850 Kilometern. Seit etwa 40 Jahren nutzen wissenschaftliche Institute und Unternehmen in Deutschland gentechnische Methoden und neue Ansätze der synthetischen Biologie, um neben Aminosäuren eine breite Palette weiterer Produkte mit der Mikrobe des Jahres herzustellen. Dazu gehören gesundheitsfördernde Naturstoffe, Antioxidantien und antimikrobielle Peptide.

Die Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie (VAAM e. V.) hat *C. glutamicum* aufgrund dieser Verdienst zur Mikrobe des Jahres 2025 gewählt. Die Keulenform verdanken die länglichen Corynebakterien einem ungleichmäßigen Wachstum der Zellwände: Während des Wachstums wird neues Zellwandmaterial zunächst bevorzugt an einem Ende der Zelle eingebaut. Während *C. glutamicum* ein harmloses Bodenbakterium ist, tötete sein pathogener Verwandter *C. diphtheriae*, der „Würgeengel der Kinder“, bis Ende des 19. Jahrhunderts jährlich etwa 50.000 Kinder deutschlandweit. Corynebakterien sind zudem verwandt mit *Mycobacterium tuberculosis*, dem Erreger der Lungentuberkulose, an der jährlich 1,5 Millionen Menschen weltweit sterben. Die Ähnlichkeiten beispielsweise im Zellwandaufbau können genutzt werden, um mit Hilfe der Mikrobe des Jahres Angriffspunkte für neue Medikamente zu identifizieren.

www.vaam.de



Zelluläre Organisation von *Corynebacterium glutamicum*. Das polare Gerüstprotein DivIVA verlagert die Zellwandsynthese zu den Zellpolen (DivIVA rot und Zellwandsynthese grün markiert, DNA blau). Aufnahme: Marc Bramkamp (CC BY 4.0).

halten ihre Abwehreigenschaften über Jahre hinweg und können erneut auf CMV reagieren. Damit konnte der Preisträger erstmals ein langfristiges, klonales Immungedächtnis im angeborenen Immunsystem nachweisen. Diese Erkenntnis könnte helfen, Immunreaktionen bei Infektionen, Impfungen und Autoimmunerkrankungen besser zu verstehen. Für seine Forschung zum klonalen Immungedächtnis im angeborenen Immunsystem wurde Timo Rückert nun mit dem Pettenkofer-Preis ausgezeichnet. Die Pettenkofer-Stiftung in München würdigt herausragende Wissenschaftler/-innen, die durch außergewöhnliche Leistungen in den Bereichen Hygiene, medizinische Mikrobiologie und medizinische Virologie überzeugen, mit einem Preisgeld von 5.000 EUR, das von der Firma Roche gesponsert wird.

www.drfg.de

AUSSTELLUNGEN

Die Sonderausstellung „Giganten der Urmeere“, die bis zum 07. September 2025 im Naturkundemuseum

Kassel im Ottoneum zu sehen ist, begibt sich auf eine Zeitreise in die ferne Vergangenheit der Erde: Faszinierende, große Geschöpfe, die wir nur von Versteinerungen kennen, bevölkern die Urmeere bereits im Erdaltertum, während an Land noch völlige Ödnis herrscht. Im Erdmittelalter beherrschen Saurier dann nicht nur die gesamte Erdoberfläche und den Luftraum, sondern auch die Meere. Die Vorfahren der Säugetiere sind zu dieser Zeit noch winzig klein und werden sich erst nach einer weltweiten Katastrophe entfalten. In der

Ausstellung gehen Besuchende auf eine Tauchfahrt in die Urmeere und begegnen dort den ausgestorbenen Meeresriesen vergangener Zeiten. Neben heimische Schwimmsaurier reihen sich langhalsige Paddel-echsen, Fischesaurier, Mosasaurier und die größte Schildkröte, die je existierte. Viele Bereiche für Kinder und interaktive Stationen machen diese Ausstellung zu einem kurzweiligen und informativen Erlebnis für alle.

www.kassel.de/einrichtungen/naturkundemuseum/



In den Meeren der Urzeit tummelten sich gefährliche Raubtiere wie dieser Meeressaurier. Illustration: Davide Bonadonna/Naturkundemuseum Kassel.