

IMMUNOLOGIE

## Fangnetz für Mikroben

Neutrophile Granulozyten sind zwar der häufigste Typ weißer Blutkörperchen, aber sie leben nur etwa sechs Stunden. Bei ihrem Tod setzen sie als *neutrophil extracellular trap* (NET) bezeichnete Netze aus DNA frei. Diese sind mit Bakterien tötenden

Proteinen gespickt und vernichten krank machende Keime. Wissenschaftler um Arturo Zychlinski vom Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie in Berlin haben jetzt entschlüsselt, wie das eigentlich fest im Zellkern als Chromatin verpackte Erbgut zur weit aufgespannten Mikrobenfalle wird.

Der Abwehrmechanismus folgt einer speziellen Variante des kontrollierten Zelltods, bei der sich der Granulozyt von innen heraus selbst auflöst. Dabei zersetzt sich zuerst die Hülle des Zellkerns. Die ursprünglich kompakte Chromatin-DNA faltet sich zu einem lockeren Netz auseinander, das antibakterielle Proteine aus dem Zellplasma und den Granula – den namens-

gebenden Einlagerungen der Granulozyten – bindet. Dann erst zerfällt die Zelle und setzt die Mikrobenfalle frei.

Wie die Forscher herausfanden, sind die Granula auch die Urheber der ganzen Reaktion. Sie setzen schon zu Beginn des Vorgangs die beiden Enzyme Neutrophil-Elastase und Myeloperoxidase frei, die das Netz entstehen lassen. Im ersten Schritt greift Neutrophil-Elastase die Histone an – jene Proteine, um die sich die DNA im Zellkern wickelt, so dass sich das eng gepackte Chromatin bilden kann.

Sind diese Eiweißstoffe zerstört, fällt der dichte Chromatinkomplex auseinander. Dafür, dass sich die DNA vollständig entfaltet, sorgt dann die Myeloperoxidase – auf bislang unbekannt Weise. Das Ergebnis ist ein weit aufgespanntes Netz, das vielen Schadorganismen vom Bakterium bis zum Schimmelpilz zum Verhängnis wird.

*J. Cell Biol. 191, S. 677–691, 2010*



VOIKER BRINKMANN UND ABDUL HAKIM, AUS: V. PARVANNOPOLIOS ET AL., JCB VOL. 191, S. 677–691, 2010

Das elektronenmikroskopische Bild einer Mäuselunge zeigt ein *Klebsiella*-Bakterium, das sich in einem von neutrophilen Granulozyten ausgeworfenen Fangnetz verheddert hat.

PALÄONTOLOGIE

## Ältester Dinosaurier-Embryo rekonstruiert

Ein kleiner *Massospondylus* erblickte nie das Licht der Welt und wird dennoch unsterblich – zumindest für die Wissenschaft: Vor 190 Millionen Jahren, im frühen Jura, war der Dinosaurier aus der Familie der weit verbreiteten Prosauropoden kurz vor dem Schlüpfen gewesen. Doch die Eier versteinerten und überdauerten unter der Erdoberfläche, bis sie 1976 in Südafrika entdeckt wurden.

Der 20 Zentimeter große Fötus ist der älteste je gefundene Embryo eines Landwirbeltiers. Hochleistungsmikroskope erlaubten Robert Reisz von der University of Toronto (Kanada) nun eine detaillierte Rekonstruktion des versteinerten Skeletts. Sie offenbart relativ lange Vordergliedmaßen und einen überproportional großen Kopf

des kleinen Dinosauriers. Ganz anders sahen die erwachsenen Tiere mit ihren langen Halsen, kurzen Vorderbeinen und verhältnismäßig mickrigen Köpfen aus. Diese Unterschiede verraten den Wissenschaftlern, dass Nacken und Hinterläufe schneller wuchsen als der

Rest des Körpers und die typischen Proportionen erst nach und nach entstanden. Möglicherweise benötigten die ungelinkten Jungdinosaurier daher gerade am Beginn ihres Lebens intensive elterliche Fürsorge.

*J. Vert. Paleontol. 30, S. 1653–1665, 2010*

Die Rekonstruktion des ungeschlüpften Prosauropoden basiert auf 190 Millionen Jahren alten Skelettfunden aus Südafrika.



ILLUSTRATION LINKS: HEIDI RICHTER, U. TORONTO; FOTO RECHTS: DANIE SCOTT, U. TORONTO AT MISSISSAUGA (UTM)

## PHYSIK

## Optischer Trick tarnt kurze Ereignisse

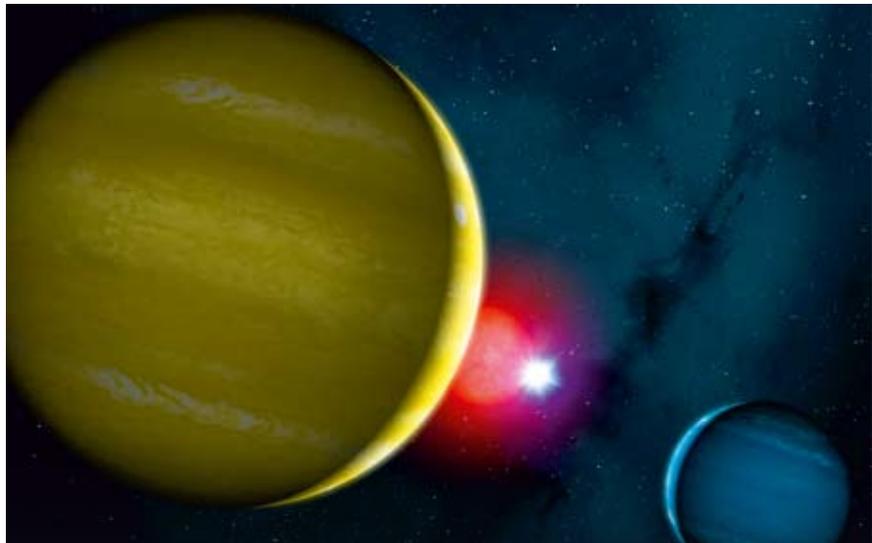
Wissenschaftler um Martin McCall vom Imperial College in London haben eine Möglichkeit gefunden, kurze Ereignisse für äußere Beobachter unsichtbar zu machen. Sie berechneten auf der Basis grundlegender optischer Prinzipien, dass ein geeigneter Aufbau eine räumliche und zeitliche Lücke in einem kontinuierlichen elektromagnetischen Wellenzug öffnen und anschließend wieder schließen kann – ohne dabei Spuren zu hinterlassen.

Dazu benötigt man nichtlineare optische Materialien, die ihren Brechungsindex – und damit die Geschwindigkeit, mit der sich Licht in ihnen fortpflanzt – als Reaktion auf elektrische und magnetische Felder verändern. Wie die Forscher zeigten, kann man mit einer geeigneten Anordnung solcher Materialien den vorderen Teil eines Wellenzugs kurzfristig beschleunigen und den hinteren verlangsamen.

Dadurch öffnet sich für einen kurzen Zeitraum eine Lücke, das so genannte Null. Nach dieser Zeit wird das hintere Ende des Wellenzugs beschleunigt und der vordere Bereich gebremst, so dass bei einem hinreichend weit entfernten Beobachter der ursprüngliche geschlossene Wellenzug ankommt.

Was in der Lücke zwischen den beiden Teilen des Wellenzugs geschieht, kann mit dem Licht nicht interagieren und ist, sofern es nicht selbst Licht erzeugt, für den Beobachter unsichtbar. Prinzipiell sei es möglich, ein solches Gerät mit heute schon vorhandenen Materialien zu konstruieren. Auf diese Weise, schreiben die Forscher, könne man so einen Materie-Transporter simulieren, bei dem ein Gegenstand an einem Ort verschwindet und sofort an einem anderen Ort wieder auftaucht.

*J. Opt. 13, S. 024003, 2010*



Um den Doppelstern NN Serpentis kreisen zwei Gasriesen. Mit etwas Vorstellungskraft ergibt sich daraus wie in dieser Illustration ein buntes Bild aus weißer und roter Zwergsonne mit blauem und gelbem Begleiter.

## ASTRONOMIE

## Bunte Planeten mit rauer Vergangenheit

Immer präzisere Messungen vermitteln Astronomen zunehmend detaillierte Vorstellungen ferner Welten. Zum Beispiel von NN Serpentis, einem rund 1670 Lichtjahre entfernten Doppelstern im Sternbild Schlange: Hier kreisen zwei Gasriesen um einen größeren roten und einen kleineren weißen Zwergstern – die sich ihrerseits alle gut drei Stunden umrunden.

Insgesamt herrscht in diesem Exoplanetensystem also ein komplexes Gezerre gegenseitiger Anziehung zwischen den Himmelskörpern. Ihre entsprechend komplizierten Bahnen konnten Forscher nur mit enormem Beobachtungsaufwand und mit Hilfe eines glücklichen Zufalls aufklären: Von der Erde aus sehen wir genau auf die Zentralebene des Sternpaares, so dass die beiden sich regelmäßig gegenseitig verdecken. Das daraus resultierende Flackern des Doppelsterns wird seit Jahrzehnten aufgezeichnet; nun hat ein internationales Astronomenteam um Tom Marsh

von der britischen University of Warwick die Daten ausgewertet und aus regelmäßigen Musterabweichungen auf die Existenz der beiden Gasriesen geschlossen.

Für Sternfreunde mit Fantasie entsteht aus den Messdaten ein farbenfrohes Bild: Beide Planeten könnten blau-rot wie unser Jupiter oder gelb-orange wie Saturn leuchten, dabei sind sie schätzungsweise annähernd so groß wie die rote Sonne im Zentrum. Vor rund einer Million Jahren lagen die Größenverhältnisse noch ganz anders. Denn damals war der Weiße Zwerg ein aufgeblähter Rote Riese, der den zweiten Stern wohl erst geschluckt und dann in den heutigen engen Orbit gezerzt hat. Dieses Manöver ging mit gehörigem Masseaustausch zwischen den Sonnen einher, spekulieren die Forscher, und sorgte nebenbei für genug verstreutes Baumaterial, aus dem dann die beiden Planeten entstehen konnten.

*A. & A. 10.1051/0004-6361/201015472, 2010*

ZOOLOGIE

## Schleimschutz gegen nchtliche Blutsauger

Manche Korallenfische verbringen ihre Nchte in einem charakteristischen, von ihnen selbst abgesonderten Schleimkokon. Taucher und Meeresbiologen haben das meist schlicht zur Kenntnis genommen, ohne sich fr seinen Zweck zu interessieren. Nicht so Alexandra Grutter von der University of Queensland in Brisbane (Australien): Ihre Experimente zeigen, dass die aus Schleimfden bestehende Hlle lstige Blutsauger fernhlt. Dies soll den Fischen eine ungestrte Nachtruhe beschern.

Grutters Team untersuchte hierfr mehrere Kugelkopf-Papageifische (*Chlorurus sordidus*) in Aquarien. Bei

der Hlfte der Tiere entfernten sie nachts heimlich den Schleimkokon; dann setzten sie zu allen Fischen Blut saugende Meeresasseln (Gnathiidae), die in deren Lebensraum hufg vorkommen. Tatschlich attackierten die Blutsauger weitaus hufger Fische ohne Schleimkokon.

Die allabendliche Produktion des Schleimnetzes verschlingt rund 2,5 Prozent der tglich verbrauchten Energie, errechnete Grutter. Das lohnt sich fr den Fisch nur, wenn ein entsprechend groer Nutzen dabei herauspringt. Die Asselabwehr drfte die Kraftanstrengung wert sein: Whrend tagsber Putzerfische die Parasi-



ALEXANDRA GRUTTER, UNIVERSITY OF QUEENSLAND

Ein schlafender Kugelkopf-Papageifisch (*Chlorurus sordidus*) in seinem schleimigen Kokon. Der Zweck dieser Hlle war bisher unklar. Offenbar hlt er den Fischen Blut saugende Asseln von den Schuppen.

ten bekmpfen, wren ihnen die schlafenden Papageiefische ohne ihr schleimiges Schutznetz nachts wehrlos ausgeliefert.

*Biol. Lett.* 10.1098/rsbl.0916, 2010

MIKROBIOLOGIE

## Bakterien erinnern sich an besiegte Feinde

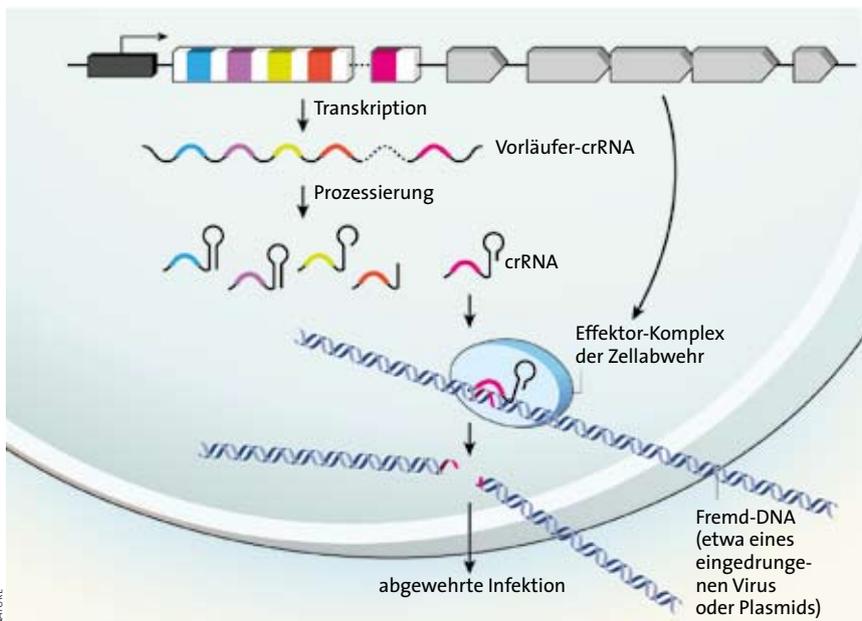
Bakterien haben einen eleganten Weg gefunden, sich gegen Viren oder schdliche Plasmid-Fremdgene zu verteidigen. Dabei erkennt eine kurze RNA fremde DNA-Sequenzen und markiert sie fr eine Zerstörung durch Schnittenzyme, beschreibt ein Team um Sylvain Moineau von der Universit

Laval in Quebec (Kanada). Die Forscher haben den Mechanismus bei *Streptococcus*-Bakterien genauer untersucht. Das Erbgut der Bakterien enthlt Abschnitte fremder DNA, die zuvor als schdlich erkannt und neutralisiert wurde – quasi das Gegenstck zum immunologischen Gedchtnis bei

Tieren. Aus diesen genetischen Blaupausen entstehen dann Kopien, so genannte crRNAs, welche die ursprngliche Fremd-DNA erkennen knnen. Die crRNAs patrouillieren stndig durch die Zelle. Stoen sie dabei auf ihre schdliche Zielsequenz – also etwa auf die DNA eines Virus –, heften sie sich daran. Dies alarmiert die Zellabwehr, welche die eingedrungene DNA zerhackelt.

Die Forscher hoffen nun, das Immungedchtnis von Bakterien gezielt manipulieren zu knnen. So liee sich eine unerwnschte Ausbreitung von Antibiotikaresistenzen verhindern, wenn Bakterien resistenzbertragende Plasmide als feindlich erkennen und zerstren wrden.

*Nature* 468, S. 67–71, 2010



NATURE

Bestimmte DNA-Sequenzen, die von frheren Attacken auf das Bakterium oder seine Ahnen stammen, kodieren fr crRNAs. Diese binden an eingedrungene Fremdgene von Viren oder Plasmiden und bilden einen Effektor-Komplex mit Schnittenzymen.



## FARBIGE FRONTALE

Auf dieser Frontalaufnahme präsentiert sich ein häufiger Kellerbewohner ungewohnt farbenprächtigt: der Weberknecht *Phalangium opilio*. Sein Kopf, die beiden seitlich platzierten Linsen der Augen und die angrenzenden Netzhäute und Sehnerven treten dabei in einer konfokalmikroskopischen Projektion plastisch hervor, die aus einem Stapel mehrerer Einzelbilder zusammengestellt wurde. Die verschiedenen Farben kennzeichnen dabei die Tiefen der einzelnen Schichten. Igor Siwanowicz vom Max-Planck-Institut für Neurobiologie aus München erzielte mit seiner Aufnahme den ersten Platz beim Olympus BioScapes Digital Imaging Competition, der jedes Jahr herausragende Mikroskopiebilder auszeichnet.