KÖLNER

UNIVERSITÄTS MAGAZIN

Zwischen Dürre und Hoffnung

LEBENSTRÄUME UND LEBENSREALITÄT IM LÄNDLICHEN NAMIBIA

KLEINE ZELLE – GROSSER SCHADEN
Das Immunsystem ist eine starke Waffe im Kampf gegen Krebs

GESUNDHEIT UND GESCHLECHT
Wie biologische und soziale Unterschiede Krankheit beeinflussen

MEDIENFORSCHUNG
Verdrängen Netflix und Co. das klassische Fernsehen?

20
März 2020

UNIMAGAZIN.UNI-KOELN.DE / 6 EURO

DER URZEITJÄGER MIT DEN SCHARFEN AUGEN

Die Augen eines Raubtieres müssen seine Beute genau erfassen können – auch in Bewegung. Solche Augen sind hochkomplexe Organe, Kunstwerke der Evolution. Dass es sie schon viel früher gab als erwartet, zeigt eine Studie der Biologin Dr. Brigitte Schoenemann. Ihr Untersuchungsobjekt: ein Albtraum der Urmeere.

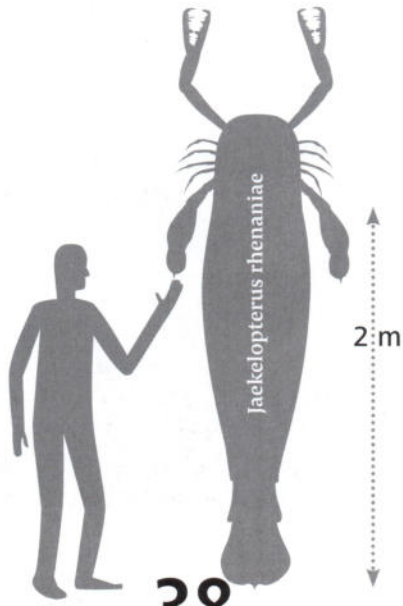
ROBERT HAHN

Der Tod lauert im trüben Wasser. Ein Panzerfisch schwimmt durch den urzeitlichen Ozean – dort, wo sich 400 Millionen Jahre später die Türme der Abtei zu Prüm in der Eifel erheben werden. Eine Panzerung aus knochenähnlichem Gewebe schützt ihn vor seinen Feinden, eine Reihe scharfer Reißzähne ziert sein Gebiss. Doch der imposante Fisch ist nicht der Jäger – er ist die Beute. Im trüben Wasser wartet ein Albtraum auf ihn: ein spinnenbeiniges Monster mit Klauen so lang wie menschliche Arme, acht Beinen und einem Panzer aus Chitin. Riesige Facettenaugen starren aus der Finsternis auf den ahnungslosen Fisch. Eine fünfzig Zentimeter lange Klaue schießt empor und packt das Opfer. Der zweieinhalb Meter lange Feind, der gepanzerte Fische jagt, ist ein Riesenskorpion der Art Jaekelopterus rhenaniae. Trotz des trüben Wassers hat er seine Beute gesehen und mit seinen unerbittlichen zangenartigen Klauen gepackt.

JAEKELOPTERUS RHENANIAE

In Zusammenarbeit mit Dr. Markus Poschmann von der Generaldirektion Kulturelles Erbe RLP, Direktion Landesarchäologie/Erdgeschichte und Professor Dr. Euan N.K. Clarkson von der Universität Edinburgh (Schottland) untersuchte Dr. Brigitte Schoenemann die fossilierten Augen des Seeskorpions *Jaekelopterus rhenaniae*, die in der Sammlung des Instituts für Geologie und Mineralogie der Universität zu Köln liegen.

Wir befinden uns im Zeitalter des Devons – 400 Millionen Jahre vor unserer Zeit. Weite flache Meere bedecken die Erde. Im Meer tummeln sich nicht nur die gepanzerten Fische, manche von ihnen bis zu zehn Meter lang. Eine Vielfalt von Fischen und Gliederfüßlern, sogenannten Arthropoden, sind da. Auch Ammoniten, frühe Verwandte der Tintenfische mit einem schneckenförmigen Gehäuse, gibt es schon. Und Seeskorpione. Von wenigen Zentimetern bis zu zweieinhalb Metern werden die Vertreter der Familie der Eurypterida lang, zu denen auch Jaekelopterus rhenaniae gehört. Sie gehören zur Klasse der Spinnenartigen und sind nur weitläufig mit unseren heutigen Skorpionen verwandt. Sie sind frühe Verwandte der heutigen Pfeilschwanzkrebse (Limulidae), rundum gepanzerte Gliederfüßer, die an den tropischen Sandstränden Amerikas und Südostasiens leben.



Schau mir in die Facettenaugen

Gefunden wurden die allerersten Relikte des Riesenskorpions *Jaekelopterus rhenaniae* bereits 1914 in Deutschland. Seit 2008 eine 46 Zentimeter lange Klaue des Seeskorpions in Prüm gefunden wurde, weiß man, dass der Jäger bis zu zweieinhalb Meter lang wurde. Dr. Brigitte Schoenemann hat dem Gliederfüßler tief in die Augen geblickt. Die Vertretungsprofessorin für Zoologie am Institut für Biologiedidaktik untersucht die Augen von fossilierten Gliederfüßern. Doch Augen bestehen im Wesentlichen aus weichem Gewebe, ein Problem für Paläontologen: »Bis vor kurzem dachte man noch, dass weiches Gewebe nicht fossiliert und hat diese Körperteile nicht untersucht«, erklärt die Biologin. Knochen, Skelette und Abdrücke waren die Gegenstände der Paläontologie. Ein Irrtum, wie die Wissenschaftlerin

Paläontologie – Die Paläontologie untersucht Fossilien, also versteinerte Überreste ausgestorbener Organismen. Die Auswertung von Funden aus unterschiedlichen Gesteinsschichten liefert Erkenntnisse über die Evolution von Lebewesen – auch mit Hinblick auf Umwelt- und Klimaveränderungen. Damit lässt sich die Entwicklung und Veränderung von pflanzlichem und tierischem Leben auf der Erde nachvollziehen.

Versteinerter Seeskorpion bei einer Fossilienausstellung in München. Auch in Prüm in der Eifel wurden versteinerte Gliedmaßen des Urzeitjägers gefunden.

herausfand, als sie 2013 das erste Mal einen Computertomographen auf die Augen von Trilobiten richtete, ausgestorbene Verwandten der Krebstiere.

Den Aufbau des ältesten möglichen Facettenauges, das fast völlig erhalten geblieben war, hat die Wissenschaftlerin 2017 beschrieben. Dieses Auge gehörte ebenfalls einem Trilobiten. »Mit etwa 100 Pixeln war die Leistung dieser mehr als eine halbe Milliarden Jahre alten Augen nicht sehr gut. Sie reichte aber aus, dem Trilobiten Informationen über Bewegungen innerhalb seines Blickfelds, etwa sich nähernder Fressfeinde, zu vermitteln. Er nahm eine grobe Helligkeitsverteilung in seiner Umwelt wahr und konnte so zum Beispiel Hindernissen ausweichen oder Verstecke aufsuchen«, sagt Dr. Schoenemann.

Scharfe Konturen durch eine Kombination von Signalen

Ganz anders verhielt es sich bei dem Seeskorpion. Schoenemann hat anhand von fossilem Material aus der Sammlung des Instituts für Geologie und Mineralogie gezeigt, dass die Augen von *Jaekelopterus rhenaniae* denen seiner heutigen Verwandten, der Pfeilschwanzkrebse, stark ähnelten. Letztere sind jedoch aufgrund der höheren Facettenzahl sehr viel schärfer.

Auch die Augen moderner Pfeilschwanzkrebse bestehen aus Facetten, sogenannten Ommatidien. Anders als beispielsweise bei Insekten, die Facettenaugen mit einer einfachen Linse besitzen, sind die Ommatidien der Pfeilschwanzkrebse mit einem Linsenzylinder ausgerüstet, der das einfallende Licht kontinuierlich bricht und zu den Sinneszellen weiterleitet. Diese rosettenartig angeordneten Sinneszellen gruppieren sich um einen zentralen Lichtleiter, das Rhabdom. Es ist Teil der Sinneszellen, die einfallenden Lichtsignale in Nervensignale umformen und an das zentrale Nervensystem weiterleiten. »Im Zentrum des Lichtleiters befindet sich bei den Pfeilschwanzkreb-

Facettenauge der Honigbiene

Versteinertes Facettenauge eines Seeskorpions

Facettenaugen – Diese Augenform, auch bekannt als Komplexaugen, setzt sich aus Einzelaugen zusammen, die aus einer Linse und einer Sinneszelle bestehen. Obwohl sie insgesamt nicht so empfindlich sind wie Linsenaugen, ist ihre zeitliche Auflösung besser. Facettenaugen sind daher gut für die Wahrnehmung von Bewegungen oder für das Sehen aus einer schnellen Bewegung wie bei der Jagd.

Ommatidien – Ommatidien sind die »Einzelaugen« der Facettenaugen. Je nach Tierart verfügt das Facettenauge über einige wenige bis viele Tausend Ommatidien.

sen der Ausläufer einer hochspezialisierten Zelle, die die Signale benachbarter Facetten so verschalten kann, dass Konturen schärfer wahrgenommen werden können«, sagt Schoenemann. Das Phänomen ist auch bei vielen komplexeren Sehsystemen bekannt und beruht auf der sogenannten lateralen Hemmung, wobei hell beleuchtete Sinneszellen das Signal ihrer Nachbarzelle hemmen. Dadurch entstehen größere Kontraste. »Das kann vor allem unter diffusen Sichtverhältnissen im Ozean sehr nützlich sein«, erklärt die Wissenschaftlerin.

Im digitalen Licht- und im Elektronenmikroskop zeigte sich, dass die Augen des urzeitlichen Jägers die gleichen Strukturen wie die des Pfeilschwanzkrebses aufwiesen. Linsenzylinder, Sinneszellen und sogar die hochspezialisierten Zellen ließen sich klar ausmachen: ein kleiner heller Punkt in der Mitte des Rhabdoms, im Zentrum der Facetten. »Dieser helle Punkt gehört zu einer besonderen Zelle, die heutzutage nur bei Pfeilschwanzkrebsen vorkommt, offensichtlich aber schon bei den Eurypteriden vorhanden war«, sagt die Biologin. »In ihrem ganzen Aufbau sind die Systeme identisch.« Daraus folgt, dass es sehr wahrscheinlich schon vor 400 Millionen Jahren eine Kontrastverstärkung gegeben hat. Die scharfen Augen des *Jaekelopterus rhenaniae* machten die Riesenskorpione zu den gefürchtetsten Jägern in den weiten Meeren der Urzeit. Der Aufbau ihrer Augen verrät nun, wie der Riesenskorpion Beute jagte. »Jaekelopterus jagte wahrscheinlich nach den zeitgleichen Panzerfischen und hatte mit seinem Sehapparat Vorteile im trüben Meerwasser«, sagt Schoenemann.

Präzise Sehapparate gab es schon früh

Die ältesten Fossilien von Seeskorpionen sind 470 Millionen Jahre alt. Sie starben vor ungefähr 250 Millionen Jahren, am Ende des Perm-Zeitalters aus – zusammen mit ungefähr 95 Prozent aller Meereslebewesen. Es war das größte der fünf großen Massenaussterben der Erde.

Die neuen Erkenntnisse verifizierten nicht nur, dass die Seeskorpione entfernte Verwandte der Pfeilschwanzkrebse waren. Auch für die Evolution des Auges sind die Ergebnisse von Brigitte Schoenemanns Forschungen wichtig: Die Augen des Riesenseeskorpions verfügten bereits über eine Kontrastverstärkung. Diese Entdeckung deutet darauf hin, dass sich evolutionär schon sehr früh sehr scharfe Augen entwickelten, die eine räuberische Lebensweise ermöglichten.

Ein noch heute lebender Verwandter der Seeskorpione: der Pfeilschwanzkrebs. Die Augen des Tieres ähneln denen seiner ausgestorbenen Verwandten, den Seeskorpionen.