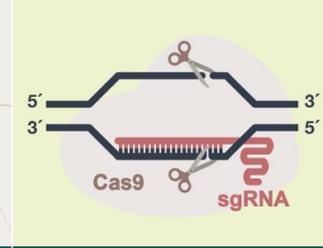


SONDERDRUCK
aus

2 | 2024

VBio

Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland



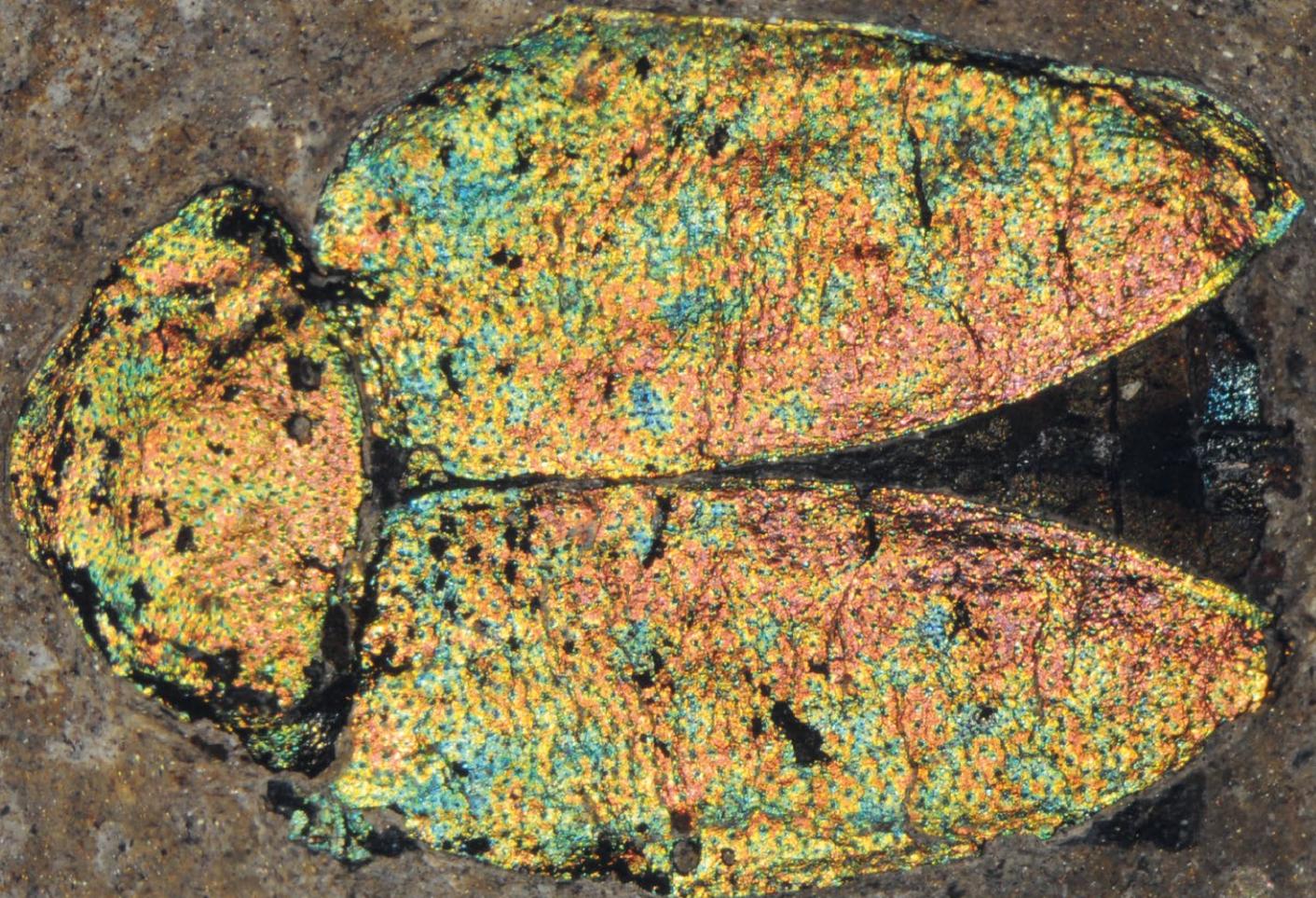
ÖKOLOGIE
Umwelt-DNA aus der
Vergangenheit

ALGENFORSCHUNG
Nathanael Pringsheims
sexuelle Revolution

**PFLANZEN-
ZÜCHTUNG**
Innovationen durch
Genom-Editierung

BIOLOGIE

IN UNSERER ZEIT



**Fossile Insekten
aus der Grube Messel**

ABB. 1 Ein fossiler Prachtkäfer (*Buprestidae*) aus der Grube Messel mit überlieferten Strukturfarben.
Foto: U. Kiel.

Fossile Insekten aus der Grube Messel Kleine Juwelen im Ölschiefer

SONJA WEDMANN

Die Grube Messel ist eine weltberühmte Fossilagerstätte in Hessen, die besonders für ihre herausragend gut erhaltenen Wirbeltiere bekannt ist. Deswegen wurde die Grube Messel im Dezember 1995 als erstes UNESCO-Naturdenkmal Deutschlands in die Liste der Welterbestätten aufgenommen. Weniger bekannt ist, dass in Messel auch sehr viele fossile Insekten gefunden werden, die einzigartige Einblicke in eine Zeit vor 47,5 Millionen Jahren erlauben.

Seit 1975 gräbt das Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt regelmäßig in der Grube Messel, und es wurden und werden zahlreiche, teilweise sensationelle Funde gemacht, darunter auch hervorragend erhaltene Insekten (Abbildung 1). Diese Fossilien öffnen ein Schaufenster in die Zeit des Eozäns, als Messel ein großer ► Maar-See in einem tropisch-subtropischen Urwald war [1]. Der Maar-Krater entstand vor etwa 48 Millionen Jahren durch eine vulkanische Explosion, die ein tiefes Loch in den Boden gesprengt hat. Der Krater füllte sich schnell mit Wasser und Sedimenten, und der so entstandene Maar-See existierte circa eine Million Jahre lang. Geografisch lag er im Eozän auf der Höhe der heutigen Alpen, später erfolgte die Verschiebung noch weiter nach Norden hin. Deswegen ist der eozäne Messel-See einmalig, denn bei einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von ca. 20 °C herrschten damals subtropische bis tropische Temperaturen, aber dennoch schwankte die Tageslänge

im Jahresverlauf. Dies gibt es heute nicht mehr auf der Erde, vielleicht jedoch wieder in den kommenden Jahrzehnten, wenn die Erderwärmung weiter so voranschreitet, wie sie es aktuell tut [1].

Die heutige Fossilagerstätte Grube Messel (Abbildung 2) ist durch den Tagebau im 19. Jahrhundert entstanden, als der sogenannte „Ölschiefer“ abgebaut wurde. Aus dem dort gewonnenen Rohöl wurde z. B. Heizöl, Leucht- und Schmieröl, Benzin und Paraffin hergestellt. Erst 1971 wurde der Tagebau komplett eingestellt; dann drohte zwei Jahrzehnte lang die Verfüllung der Grube Messel mit Müll. Dies konnte zum Glück abgewendet werden, und seit 1995 ist die Fossilagerstätte Messel ein UNESCO-Naturerbe [1].

Die „Ölschiefer“ der Grube Messel sind die Ablagerungen des ehemaligen Sees, und in den tonigen, ► kerogenhaltigen Sedimenten sind zahlreiche Vertreter der ehemaligen Tier- und Pflanzenwelt bis in kleinste Details, teil-

Die mit einem grünen Pfeil markierten Begriffe werden im Glossar auf Seite 145 erklärt.



ABB. 2 Blick in die Fossilagerstätte Grube Messel. Foto: S. Tränkner.

weise sogar mit Mageninhalt und Staubgefäßen überliefert. Am besten bekannt sind die Säugetiere der Grube Messel, und hier vielleicht die Urfpferchen (z. B. *Propalaeotherium bassiacum* oder *Eurobippus messelensis*), die viel kleiner waren als heutige Pferde und statt nur eines Hufes noch mehrere Finger und Zehen besaßen. [1]. Durch die jährlichen Ausgrabungen in der Grube Messel werden immer noch regelmäßig neue Fossilien entdeckt: meistens Pflanzen und Insekten, Wirbeltiere sind seltener. Die fossilen Insekten sind im Senckenberg-Institut mit aktuell über 20.000 Funden die mit Abstand größte Sammlung fossiler Tiere aus Messel. Nur Pflanzen werden noch häufiger gefunden.

Welche Insekten finden wir in Messel als Fossilien?

Quasi alle geflügelten Großgruppen der Insekten sind in Messel nachgewiesen. Das reicht von Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Libellen (Odonata), Steinfliegen (Plecoptera), Ohrwürmern (Dermaptera), Schaben und Termiten (Blattodea), Gespenstschrecken (Phasmatodea), Heuschrecken (Orthoptera), Fransenflüglern (Thysanoptera), Wanzen (Heteroptera), Pflanzenläusen (Sternorrhyncha) und Zikaden (Auchenorrhyncha) hin zu den Hautflüglern (Hymenoptera), Netzflüglern (Neuroptera), Käfern (Coleoptera), Fächerflüglern (Strepsiptera), Schnabelfliegen (Mecoptera), Fliegen (Diptera), Köcherfliegen (Trichoptera) und Schmetterlingen (Lepidoptera) [1].

Meistens werden fossile Käfer gefunden; sie stellen etwa 60 Prozent der gesammelten Fossilien. Unter den Käfern sind Rüsselkäfer (Curculionoidea) am häufigsten, von denen die meisten ihrem Namen entsprechend einen rüsselartig verlängerten Kopf haben (Abbildung 3d). Am Ende des „Rüssels“ befinden sich die Mundwerkzeuge, mit denen die Käfer meist an Pflanzen fressen. In Messel reicht das Größenspektrum der Rüsselkäfer von winzigen 1 mm bis hin zu 20 mm Körperlänge. Sie sind sehr schwierig zu

IN KÜRZE

- Die UNESCO-Fossilagerstätte Grube Messel erlaubt Einblicke in **eine Zeit vor über 47 Millionen Jahren**, als das Klima weltweit deutlich wärmer war als heute. In der Grube Messel wurden und werden herausragend erhaltene Fossilien gefunden, darunter auch zahlreiche Insekten.
- Die Qualität der Fossilierung reicht bei den Messel-Insekten von **leuchtenden Strukturfarben über kleinste Details des Körpers** bis hin zu Pollen im Magen-Darm-Trakt und auf den Körpern.
- In der Grube Messel sind fast **alle heute lebenden Großgruppen der Insekten** überliefert. Dabei ist bemerkenswert, wie „modern“ die damaligen Insekten schon waren, denn viele können zu rezenten Gattungen gestellt werden. Dadurch können z. B. **Rückschlüsse auf den ehemaligen Lebensraum** und zu biogeografischen Beziehungen gezogen werden.

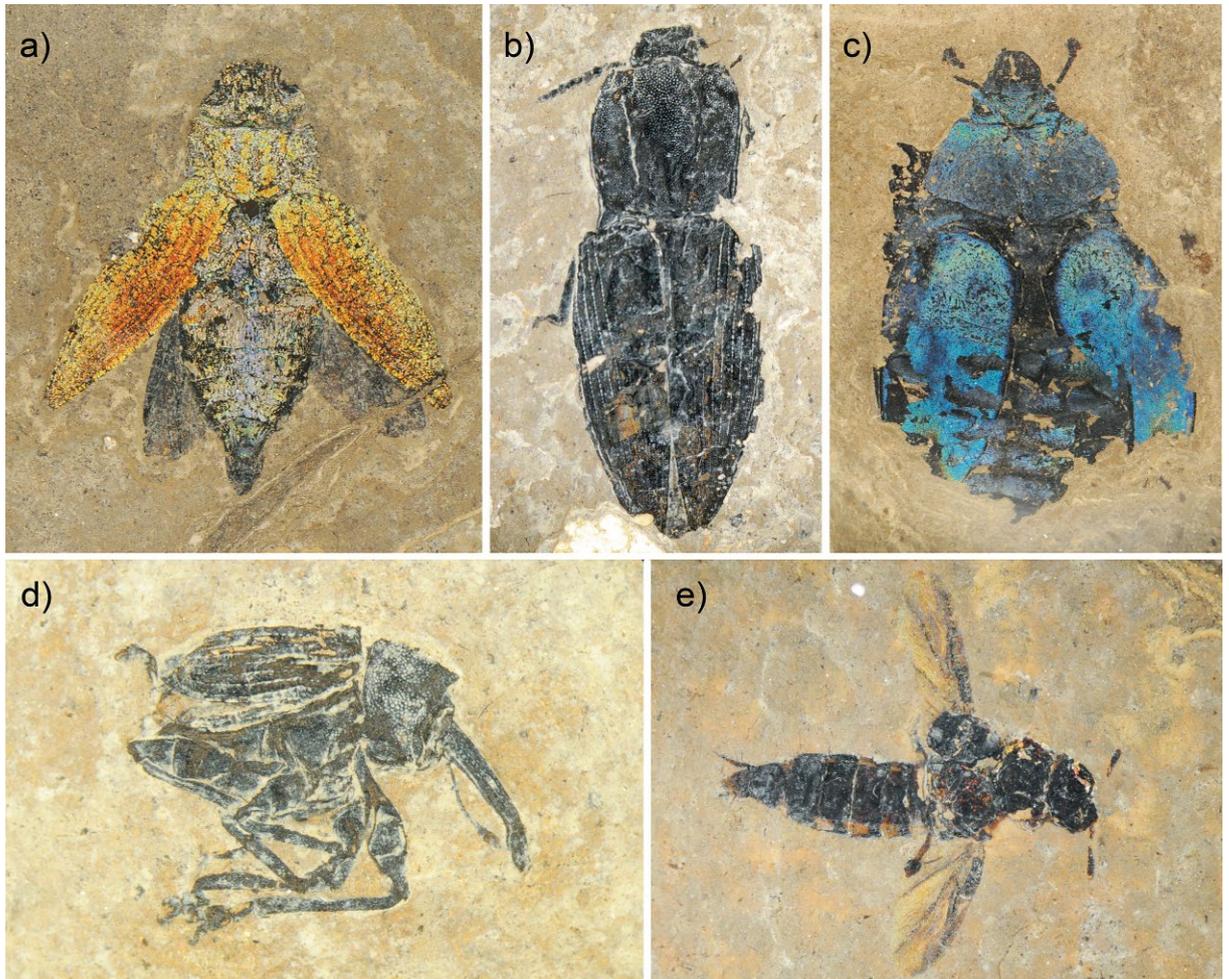


ABB. 3 Fossile Käfer aus der Grube Messel. **a)** Prachtkäfer (Buprestidae), **b)** Schnellkäfer (Elateridae), **c)** Blatthornkäfer (Scarabaeoidea), **d)** Rüsselkäfer (Curculionidae), **e)** Kurzflügelkäfer (Staphylinidae). Fotos: U. Kiel, S. Wedmann.

bestimmen: Aus Messel sind trotz der Vielzahl an Funden erst vier Arten beschrieben [1]. Die zweithäufigste Käfergruppe sind die Schnellkäfer (Elateridae) (Abbildung 3b), die ihren Namen daher haben, dass sie sich mit einer Art „Sprunggelenk“ auf ihrer Bauchseite ganz plötzlich aus einer Rückenlage wieder auf die Beine „schnellen“ können. Es gibt auch sehr viele Prachtkäfer, bei denen die Strukturfarben sehr schön erhalten sind (Abbildung 1 und 3a). Für Blatthornkäfer (Abbildung 3c) und die verwandten Mistkäfer und Hirschkäfer zählt Messel zu den weltweit artenreichsten Fossilvorkommen [1]. Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) sehen mit ihrer langgestreckten Körperform und den verkürzten Flügeldecken für Käfer eher untypisch aus. Unter den kurzen Deckflügeln sind die häutigen Hinterflügel klein zusammengefasst. Zum Flug werden sie entfaltet, wie auch bei dem Fossil zu sehen ist (Abbildung 3e). Es werden noch sehr viele weitere Käfer und Käfergruppen gefunden und es würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, sie alle zu benennen.

Ebenfalls oft gefunden, aber nur stichprobenartig gesammelt werden die Köcher von Köcherfliegenlarven.

Dies sind kleine Bauten aus Sandkörnchen oder Seide (die ehemals darin wohnenden Larven sind nur sehr selten erhalten), deren Häufigkeit je nach Grabungsstelle stark schwanken kann. Hautflügler, also z. B. Ameisen, Wespen, Bienen und Verwandte, stellen fast 15 Prozent und Wanzen fast 12 Prozent der gesammelten Insektenfossilien. Einige sehr artenreiche Großgruppen der Insekten sind in der Grube Messel mit nur wenigen Funden vertreten wie z. B. Fliegen oder Schmetterlinge. Diese Seltenheit spiegelt in diesem Fall jedoch nicht ihre Seltenheit in der ehemaligen Lebensgemeinschaft wider, sondern ist mit großer Sicherheit taphonomisch bedingt. Das bedeutet, dass Schmetterlinge und Fliegen fossil wahrscheinlich deshalb so selten überliefert wurden, weil Faktoren wie ihr leichtes Gewicht und die im Verhältnis dazu große Fläche ihrer Flügel das Absinken im ehemaligen Messel-See erschwert haben [2]. Nur die Organismen, die bis zum Grund des tiefen, anoxischen Bereiches des Messel-Sees absanken und sich dort ablagern konnten, wurden als Fossilien erhalten [1].

Es scheint auf den ersten Blick merkwürdig zu sein, dass bei den Insektenfunden die fliegenden, eigentlich an

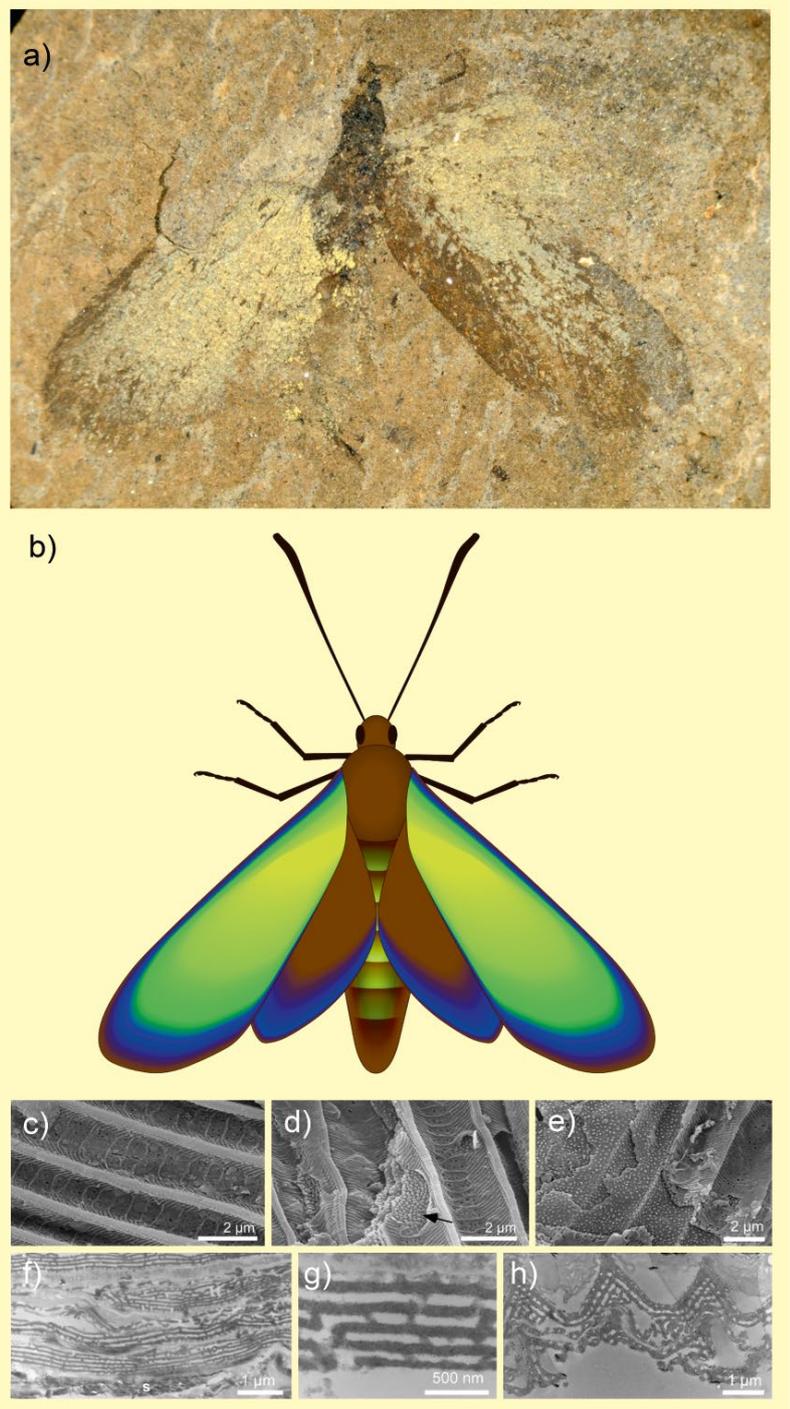
Land lebenden Gruppen häufiger sind als die wasserbewohnenden Insekten. Dies liegt daran, dass sich die fossilführenden Sedimente in den tiefen Bereichen des Sees gebildet haben, aber nicht in der Uferregion, wo die meisten wasserbewohnenden Insekten leben. Die meisten Insekten, die im Ölschiefer gefunden werden, sind beim Überfliegen des Sees auf die Wasseroberfläche gefallen und dann (mehr oder weniger schnell) in den anoxischen Bereich abgesunken [1].

Die Farben der Messel-Insekten

Wie heutige Insekten leuchteten viele der Messeler Insekten zu ihrer Lebenszeit bunt. Diese Farben werden bzw. wurden einerseits durch Pigmente, also durch farbgebende Moleküle, erzeugt, und andererseits sind es Strukturfarben, die physikalisch entstehen. Die Proteine der Pigmentfarben wurden bei den Fossilisierungsvorgängen zerstört und sind deshalb in den fossilen Insekten von Messel nur als verschiedene Schattierungen von Brauntönen überliefert [1]. Die Insekten, deren Farben auf Strukturfarben beruhen, leuchten jedoch auch heute noch in ihren metallisch glänzenden Farben (z. B. Abbildung 1) – und das dauerhaft, wenn die Fundstücke in Glycerin aufbewahrt werden. Die Fossilien dürfen allerdings nicht austrocknen, denn dadurch würde die feine Struktur der Kutikula und damit die Strukturfarben zerstört.

Strukturfarben entstehen physikalisch durch Interaktionen des Lichtes mit sehr kleinen morphologischen Strukturen. Sie kommen zum Beispiel bei vielen Käfern in Messel vor, etwa bei Prachtkäfern und Blatthornkäfern (Abbildung 1 und 3), aber auch bei Schmetterlingen, deren Schuppen erhalten blieben und das Licht wie vor Jahrmillionen reflektieren. Während die in Glycerin gelagerten Fossilien in einem gelb-oranger-grünlichen Ton schillern, zeigen die Analysen und daraus folgende Rekonstruktionen, dass die Schmetterlinge leuchtend gelb-grün schillerten, als sie noch lebten (Abbildung 4a, b). Die geringen Änderungen der Reflexion sind wahrscheinlich durch Veränderungen der organischen Substanz, also des Chitins, bedingt [3]. Die fossil überlieferten Nanostrukturen der Schuppen auf den Schmetterlingsflügeln wurden mit Hilfe von ► Rasterelektronenmikroskopie (REM, Abbildung 4c-e), ► Transmissionselektronenmikroskopie (TEM, Abbildung 4f-h) und physikalischen Verfahren aufwendig untersucht [3]. Es zeigte sich, dass sich die Nanostrukturen der fossilen Schuppen nicht von denen der heute lebenden Schmetterlinge unterscheiden. Die untersuchten Schmetterlinge gehören wahrscheinlich zu den Grünwiderchen (*Zygaenidae: Procridinae*), einer Schmetterlingsgruppe, die heutzutage sowohl in gemäßigten als auch in tropischen Klimaten weit verbreitet ist. Heutige Grünwiderchen sind durch ihre grünlichen Schuppen beim Aufenthalt auf Blättern gut getarnt. Bei der Nahrungsaufnahme auf Blüten leuchten sie jedoch auffallend und warnen dadurch Fressfeinde vor ihrer Giftigkeit, denn sie enthalten Stoffe, die Blausäure freisetzen können.

ABB. 4 | SCHMETTERLING AUS MESSEL



a) Fossil des Schmetterlings, b) Rekonstruktion seiner Farben, c-e) REM-Aufnahmen, f-h) TEM-Aufnahmen. Fotos: a) S. Wedmann, b-h) entnommen und modifiziert aus [3].

Diese Doppelfunktion visueller Signale ist auch von anderen Schmetterlingen bekannt. Die Messel-Fossilien zeigen, dass die Zweifachfunktion von Färbung als Tarnung und Abschreckung vermutlich schon bei ursprünglichen Grünwiderchen vorhanden war [3].

ABB. 5 „Wandelnde Blätter“ – das fossile Exemplar ist ein Männchen und ähnelt sehr der heutigen Art *Phyllium celebicum* (rechts). Foto Fossil: S. Wedmann, Foto *P. celebicum*: G. Oleschinski.

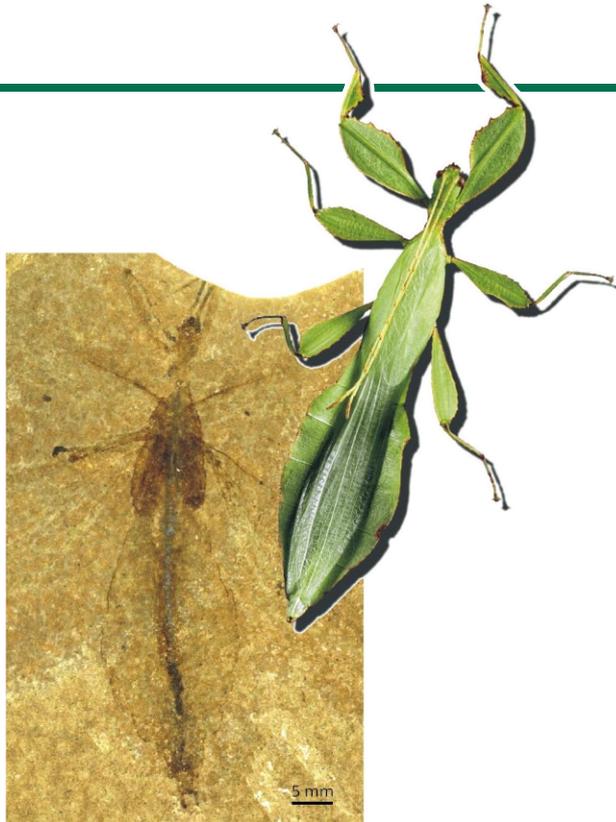
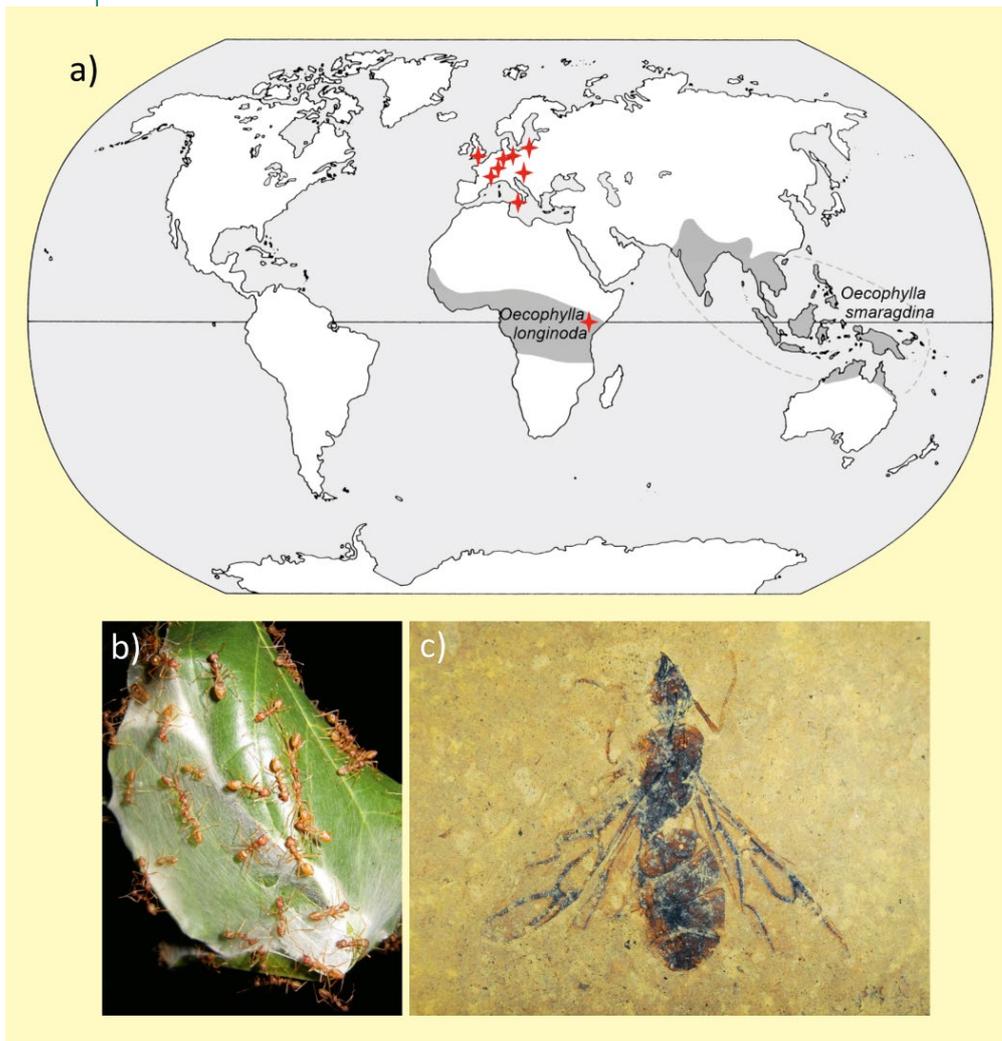


ABB. 6 Ausgestorbene Riesenameise aus Messel, auf Kunstharz umgebettet. Das abgebildete Exemplar hat eine Körperlänge von 6 cm. Foto: U. Kiel.

ABB. 7 | RELIKTÄRE WEBERAMEISEN



a) Verbreitung heutiger Weberameisen (grau hinterlegt) und Fundorte fossiler Weberameisen (rote Sternchen), **b)** Nest mit Weberameisen im südlichen Afrika, **c)** Weberameise *Oecophylla longiceps* aus Messel. Abb. a) modifiziert aus [6], Fotos: S. Wedmann.

Das bisher einzige fossile „Wandelnde Blatt“

Viele der fossilen Insekten hatten Pigmentfarben wie zum Beispiel das „Wandelnde Blatt“ *Eophyllium messe-lense* aus der Grube Messel – ein einzelner und bisher einzigartiger Fund weltweit (Abbildung 5). Wandelnde Blätter gehören zu den Gespenstschrecken (Phasmatodea), deren Vertreter unterschiedliche Tarnmechanismen entwickelt haben, die vom Nachahmen von Laubblättern bis zum Imitieren von Ästchen reichen.

Bei dem Messeler Wandelnden Blatt sind alle wichtigen Körperstrukturen und Details hervorragend erhalten. Ganz vorne liegt der Kopf mit den Fühlern, darunter sind dunkel die beiden verkürzten Vorderflügel zu sehen. Wenn man genau hinschaut, kann man auch den seitlich verbreiterten, blattähnlichen Umriss des Hinterleibes erkennen, der genauso aussieht wie bei einem rezenten Männchen. Auch das fossile Tier war also ein Männchen, was durch die Analyse der Geschlechtsorgane bestätigt werden konnte. In der Mitte des fossilen Hinterleibes ist sogar der Darmkanal überliefert, während im Foto bei dem rezenten Männchen die seidig glänzenden Hinterflügel über den Hinterleib gefaltet sind [4].

Dieser Fossilfund ist bisher weltweit einmalig. Er belegt, dass schon

im Eozän vor 47,5 Millionen Jahren Beutegreifer wie Vögel oder Primaten durch die Nachahmung von Laubblättern, also durch ► Mimese, optisch getäuscht worden sind. Solch eine optische Täuschung ist nur in Kombination mit einem reglosen Verharren während des Tages erfolgreich. Erst bei Nacht fressen Wandelnde Blätter die Blätter, auf denen sie so hervorragend getarnt sind. Gegenwärtig sind Wandelnde Blätter in Südostasien und angrenzenden Regionen verbreitet [4].

Ausgestorbene Riesenameisen

Ameisen (Formicidae) gehören zu den bekanntesten staatenbildenden Insekten. Damit neue Völker entstehen können, werden bei den meisten Arten geflügelte Königinnen und Könige gebildet. Diese geflügelten Ameisen, die während ihres „Hochzeitsfluges“ zahlreich in den damaligen Messel-See gefallen sind, werden vielfach als Fossilien gefunden. Zwei Arten von Riesenameisen der Gattung *Titanomyrma* – mit bis zu 15 cm Flügelspannweite wohl weltweit die größten Ameisen – sind in Messel am häufigsten (Abbildung 6) [1]. Heute sind die Riesenameisen ausgestorben, aber im Eozän waren sie in Europa und in Nordamerika verbreitet. Vermutlich bevorzugten die Riesenameisen ein warmes Klima mit relativ geringen Temperaturschwankungen, wie es im Eozän in Messel der Fall war. Möglicherweise waren kühle Winter ein begrenzender Faktor für ihre Verbreitung, was letztendlich auch zu ihrem Aussterben geführt haben könnte [5].

► Reliktäre Weberameisen

Heutzutage gibt es weltweit nur zwei Arten von Weberameisen der Gattung *Oecophylla*, die in den Tropen und Subtropen von Afrika und Südostasien verbreitet sind. Diese beiden Arten leben geographisch deutlich voneinander getrennt. Die Art *Oecophylla longinoda* kommt vom äquatorialen Afrika bis nach Südafrika vor; *O. smaragdina* ist von Indien bis zum nördlichen Australien verbreitet (Abbildung 7a). Beide Arten bauen Nester aus Blättern in den Baumwipfeln, bei denen sie – mit Hilfe von Seidenfäden, die von ihren Larven produziert werden – einzelne Blätter zu größeren Nestern zusammenweben [6] (Abbildung 7b).

Die Weberameisen von Messel (Abbildung 7c, Körperlänge 14 mm) gehören zu den ältesten Fossilfunden dieser Gruppe. Weitere fossile Arten wurden in verschiedenen Bernsteinen und Sediment-Lagerstätten in ganz Europa gefunden (rote Sternchen in Abbildung 7a), die altersmäßig vom Eozän bis ins Miozän reichen. Laut Fossilbericht scheinen teilweise auch zwei Arten pro Region koexistiert zu haben, was heute wohl nicht mehr der Fall ist. In Europa sind Weberameisen inzwischen – vielleicht auch mit den Klimaveränderungen zusammenhängend – ausgestorben [6].

Schon die fossilen Arten sind ► polymorph, haben also Arbeiterinnen mit sehr verschiedenen Größen. Wie die heutigen Weberameisen (Abbildung 7b) hatten auch die

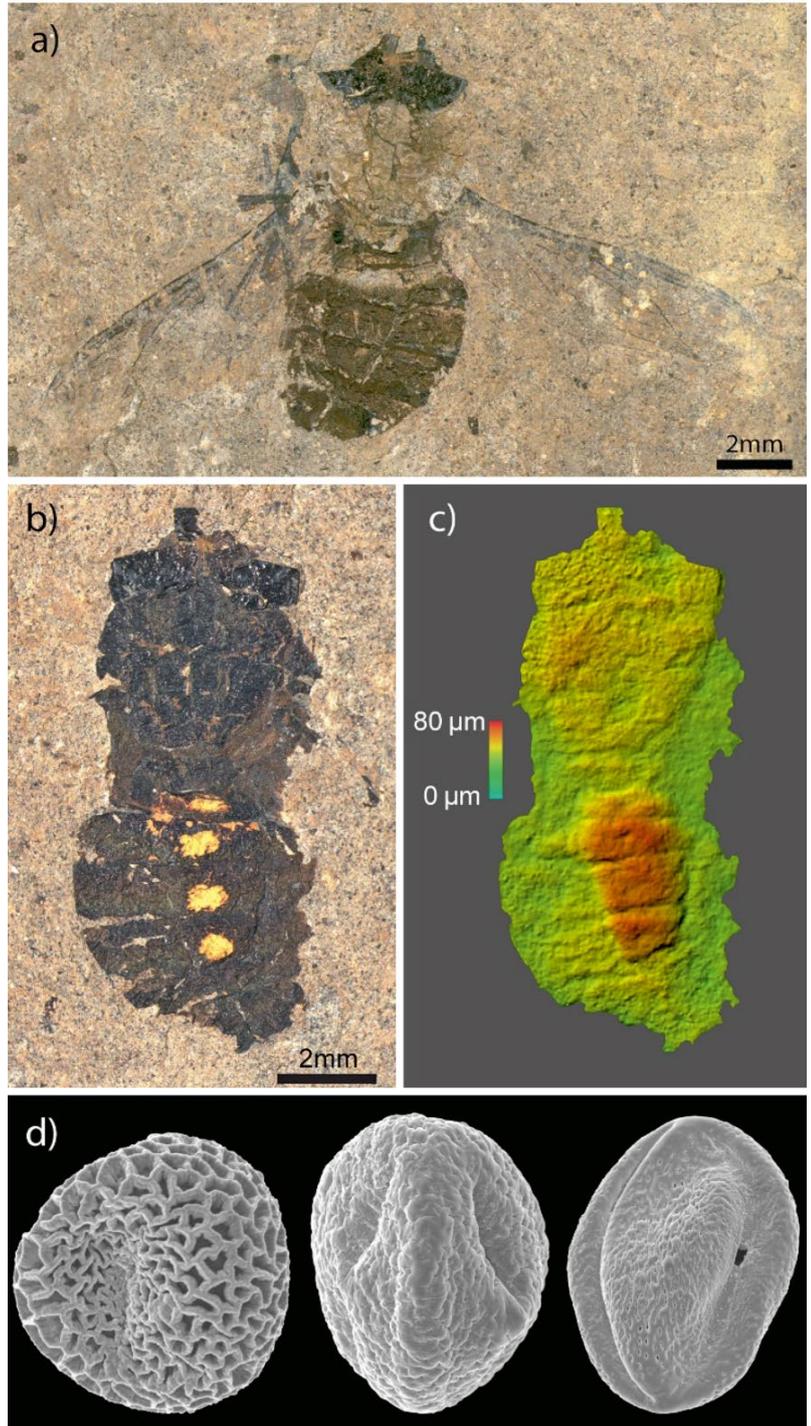


ABB. 8 Fossile Netzfliege mit gefressenem Pollen im Hinterleib. a) Fossilplatte mit Körper und Flügeln. b) und c) Gegenplatte, der Hinterleib der Fliege ist aufgewölbt, bei b) sind vier helle Beprobungsstellen sichtbar, an denen Pollen entnommen wurde, c) farbkodiertes 3D-Relief, erhöhte Bereiche orange gefärbt. d) Drei stark vergrößerte Pollenkörner aus dem Hinterleib, aufgenommen mit REM. Abb. modifiziert aus [6], Fotos: S. Wedmann, F. Grímsson.

fossil überlieferten Arten Oberkiefer (Mandibeln) mit einem spitzen apikalen Zahn, der von den heutigen Arten zum Zusammenziehen der Blätter beim Nestbau eingesetzt

wird. Das könnte darauf hindeuten, dass schon sehr früh Nester aus Blättern gebaut wurden. Der Fund eines fossilen Nestes aus dem Miozän von Afrika belegt eindeutig, dass die dort überlieferte Art bereits Nester aus Blättern baute und wohl in den Baumwipfeln lebte [6].

Die Henkersmahlzeit einer Fliege

Wie eingangs erwähnt, sind Fliegen in der Grube Messel eher selten zu finden. Umso bemerkenswerter ist es, dass aus einer Fliegenfamilie, den Netzfliegen (Nemestrinidae), bereits zwei Fossilien beschrieben wurden. Einer der Funde ist besonders interessant, da im Hinterleib der fossilen Fliege eine Aufwölbung erhalten ist (Abbildung 8). Eine Untersuchung ergab, dass diese Aufwölbung aus Blütenstaub besteht, den die Fliege am letzten Tag ihres Lebens gefressen hatte. Von diesem Blütenpollen konnten minimal-invasiv kleinste Proben entnommen werden, die dann aufbereitet und bestimmt wurden [7].

Aus dem Hinterleib der Netzfliege konnten auf diese Weise Pollen von Pflanzen aus den Familien der Sapoten- und Ölbaumgewächse (Sapotaceae, Oleaceae) sowie aus den heutigen Gattungen der Wasserweideriche (*Decodon*)

und Jungferneben (*Parthenocissus*) identifiziert werden. Mit über 50 Prozent machten Pollen der Jungfernebe den Hauptanteil des gefressenen Blütenstaubs aus, dicht gefolgt von Pollen des Wasserweiderichs. Letztere ist eine krautige, in der Regel einen halben bis zwei Meter hohe Pflanze, die in seichten Gewässern und an deren Rändern wächst. Die hohe Anzahl der *Parthenocissus*-Pollen unterstützt die Rekonstruktion, dass die Fliege sich von Pflanzen ernährte, die am Waldrand und entlang des Messel-Sees wuchsen. Die Fliegen haben sehr wahrscheinlich auf Langstreckenflüge zwischen ihren Futterpflanzen verzichtet, um Energie zu sparen. Deswegen scheint sicher, dass die zu den Pollen gehörigen Pflanzen auf einem relativ kleinen Gebiet nahe am ehemaligen Messel-See zu finden waren [7].

Der Fossilfund ist der erste Beleg, dass sich Netzfliegen in der Vergangenheit von Blütenpollen ernährten und es möglicherweise bis heute tun. Über die Ernährungsgewohnheiten der heutigen Arten der Netzfliegen-Gattung *Hirmoneura* gibt es bisher keine Informationen. Man kann also sagen, dass wir in diesem Fall durch ein Fossil etwas über die Ökologie einer Insektengattung erfahren haben, was bei den jetzt lebenden Verwandten noch nicht untersucht worden ist. Außerdem hebt dieser Fund die Bedeutung von blütenbesuchenden Fliegen als mögliche Bestäuber hervor [7].

Pollen und Bestäubung

Die Bestäubung von Blütenpflanzen durch Insekten ist ein schönes Beispiel für Koevolution. Die wechselseitigen Beziehungen sind oft hochkomplex: Bienen sind wichtige Bestäuber von Blütenpflanzen, und schon im Eozän gab es eine vielfältige Bienenfauna. Bei fossilen sozialen Bienen aus Messel wurden Pollenkörner entdeckt (Abbildung 9), die sich sowohl auf ihren Körpern verteilt als auch in den Pollensammelapparaten an ihren Beinen befanden. In den Pollensammelapparaten („Körbchen“) konnten Pollen anderer Pflanzenarten nachgewiesen werden als auf dem Körper zu finden waren [8].

Wahrscheinlich sammelten die Bienen die Pollenkörner, die sich auf den Pollensammelapparaten der Beine befinden, aktiv und auch selektiv, denn heutzutage – und vermutlich auch im Eozän – bringen soziale Bienen den in den Körbchen auf den Hinterbeinen dicht gepackten Pollen in ihr Nest, um damit ihre Larven zu füttern. Der eher einzeln verteilt auf dem Körper befindliche Pollen blieb wohl zufällig an den Bienen haften, als sie z.B. auf der Suche nach Nektar waren, der die Hauptnahrung der erwachsenen Bienen darstellt [8].

Bizarre Gestalten – Wanzen aus Messel & Green River

Fossile Baumwanzen-Funde sind unter den Messel-Insekten gar nicht so selten, aber eine kürzlich beschriebene Art ist wirklich bemerkenswert: *Eospinosus peterkulkai*. Diese Art beeindruckt durch ihre Wehrhaftigkeit, denn sie

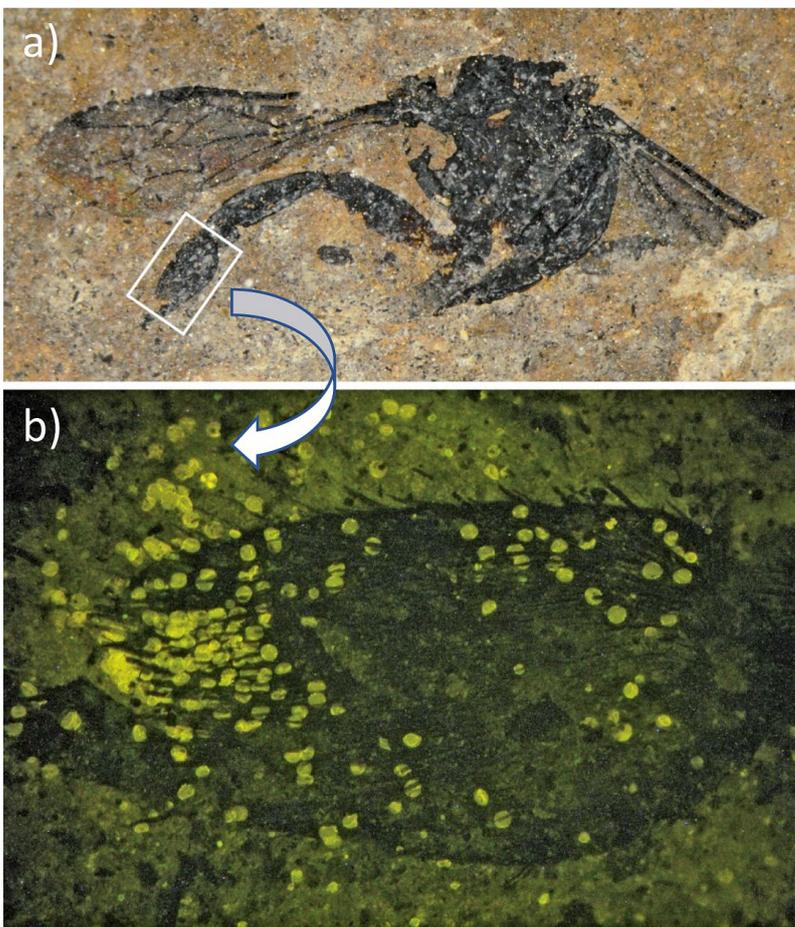


ABB. 9 a) Fossile Biene aus Messel, Flügellänge 7 mm. b) Detailfoto vom Fußsegment der Biene mit grün fluoreszierenden Pollenkörnern (UV-beleuchtet). Abb. modifiziert aus [1], Fotos: S. Wedmann.

hat dornartige Auswüchse an verschiedenen Stellen ihres Körpers: am Halsschild direkt neben dem Kopf, an den beiden vorderen Ecken des Halsschildes und am Rand des Hinterleibes (Abbildung 10). Die Dornen dienten wahrscheinlich vor allem zur Tarnung, weil sie den Körperumriss auflösen. Doch solche Strukturen können auch Beutegreifern wie Vögeln oder Reptilien die Jagd erschweren, da die stacheligen Insekten den Räubern quasi im Hals stecken bleiben. Zusammen mit den Stinkdrüsen, die alle Wanzen haben, halfen die Stacheln den Insekten also vermutlich bei der Abwehr ihrer Fressfeinde [9].

Während heute ähnlich bizarr aussehende Wanzen nur in Madagaskar und in Südamerika vorkommen, war dieses Erscheinungsbild im Eozän auch in der Nordhemisphäre verbreitet. Denn in der ebenfalls eozänen Fundstelle *Green River* in Nordamerika wurde ein Fossil gefunden, das den Messeler Wanzen frappierend ähnlich sieht [9]. Das Fossil hat noch etwas Besonderes: Wenn man genau hinguckt, sieht man etwa in seiner Körpermitte eine kleine braunorangefarbene Struktur. Dies ist Pflanzensaft, den das Tier in seinem Bauch hatte, als es gestorben ist, und der jetzt zu Bernstein geworden ist [9].

Zusammenfassung

Die Fossilagerstätte Grube Messel ermöglicht durch die sehr gute Erhaltung ihrer Fossilien einzigartige Einblicke in die Zeit des Eozäns vor etwa 47,5 Millionen Jahren. Insekten waren im ehemaligen Ökosystem sehr häufig und werden oft in den Ölschiefer-Sedimenten gefunden. Bei vielen der Insekten sind die Strukturfarben fast unverändert, so dass sie in ihren ursprünglichen Farben leuchten. Besondere Funde wie die eines fossilen Wandelnden Blattes, von Weberameisen oder von bizarr gestalteten Baumwanzen erlauben nicht nur Einblicke in die enorme Vielfalt der ehemaligen Lebensgemeinschaften, sondern erlauben auch Rückschlüsse zur Evolution und zur Biogeographie. Ohne diese Fossilnachweise wären z. B. biogeographische Rekonstruktionen unvollständig. Analysen der auf manchen Fossilien vorhandenen Pollenkörner ermöglichen neue Erkenntnisse zur Lebensweise, zur Bestäubung und zum Fressverhalten, die beispielsweise bei den Netzfliegen noch nicht für die heutige Gruppe bekannt waren.

Summary

Small jewels in the oil shale

Due to the exceptionally good preservation of its fossils, the Fossilagerstätte Grube Messel provides unique insights into the Eocene period, approximately 47.5 million years ago. Insects were very common in the former ecosystem and are often found in the oil shale sediments. In many of the insect fossils, the structural colours are almost unchanged, thus shining in their original hues. Special finds, for example those of a fossilized walking leaf, weaver ants, or bizarrely shaped shield bugs, do not only provide insights into the tremendous diversity of past communities but also offer clues as to evolution and biogeography. Without these



ABB. 10 Stachelbewehrte Baumwanze aus Messel mit fossilem Pflanzensaft als Mageninhalt. Foto: S. Wedmann.

GLOSSAR

Kerogen: Feste organische Substanz fossilen Ursprungs.

Maar-See: Ein besonders tiefgründiger See, der sich in einem ehemaligen Maar-Krater gebildet hat, der also einen vulkanischen Ursprung hat.

Mimese: Besondere Form der Tarnung.

Polymorphismus: Vielgestaltigkeit, insbesondere im Körperbau.

Rasterelektronenmikroskopie (REM): Sehr hoch auflösende Methode der Mikroskopie, bei der durch Nutzung eines Elektronenstrahls die Oberflächen der Untersuchungsobjekte abgebildet werden können.

Reliktär: Im Vergleich zu früher kleinere heutige Verbreitung.

Taphonomie: Die Untersuchung von allem, was mit einem organischen Körper zwischen dem Tod des ursprünglichen Organismus und dem Zeitpunkt, an dem der fossil gewordene Körper von einem Sammler gefunden wird, passiert.

Transmissionselektronenmikroskopie (TEM): Sehr hoch auflösende Methode der Mikroskopie, mit der durch Nutzung eines Elektronenstrahls bei biologischen Objekten interne Strukturen abgebildet werden können.

fossil records, biogeographic reconstructions, for instance, would be incomplete. Analyses of pollen grains present on some fossils provide new insights into lifestyle, pollination, and even feeding behaviour that were previously unknown for certain groups, such as the tangle-veined flies.

Schlagworte:

Insekten, Grube Messel, UNESCO-Welterbe, Fossilagerstätte, Eozän

Danksagung

Herzlicher Dank geht an das gesamte Senckenberg Grabungsteam der Forschungsstation Grube Messel, die alle diese fossilen Schätze mit der Unterstützung von zahlreichen Grabungspraktikant/-innen in mühseliger Feldarbeit ausgegraben haben, und an Uta Kiel, die die Insekten präpariert, fotografiert und auch in jeglicher anderen Hinsicht sorgfältig betreut. Ebenso herzlich möchte ich mich bei den zahlreichen Wissenschaftlerkolleg/-innen für die Zusammenarbeit bedanken, ohne die eine wissenschaftliche Bearbeitung vieler Insektengruppen nicht möglich wäre.

Literatur

- [1] S. F. K. Schaal et al. (Hrsg.) (2018). Messel – Ein fossiles Tropenökosystem. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- [2] X. Martínez-Delclòs, J. Martinell, J. (1993). Insect taphonomy experiments. Their application to the Cretaceous outcrops of lithographic limestones from Spain. *Kaupia* 2, 133–144.
- [3] M. E. McNamara et al. (2011). Fossilised biophotonic nanostructures reveal the original colors of 47 million-year-old moths. *PloS Biology* 9(11), e1001200, <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001200>
- [4] S. Wedmann et al. (2007). The first fossil leaf insect: 47 million years of specialized cryptic morphology and behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104 (2), 565–569, <https://doi.org/10.1073/pnas.0606937104>
- [5] S. B. Archibald et al. (2023). Eocene giant ants, Arctic intercontinental dispersal, and hyperthermals revisited: discovery of fossil

- Titanomyrma (Hymenoptera: Formicidae: Formiciinae) in the cool uplands of British Columbia, Canada. *The Canadian Entomologist* 155, e6. <https://doi.org/10.4039/tce.2022.49>
- [6] G. M. Dlussky et al. (2008). New middle Eocene formicid species from Germany and the evolution of weaver ants. *Acta Palaeontologica Polonica* 53(4), 615–626. <https://doi.org/10.4202/app.2008.0406>
 - [7] S. Wedmann et al. (2021). The last meal of an Eocene pollen-feeding fly. *Current Biology* 31(9), 2020–2026. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.02.025>
 - [8] T. Wappler et al. (2015). Specialized and generalized pollen-collection strategies in an ancient bee lineage. *Current Biology* 25(23), 3092–3098. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.09.021>
 - [9] S. Wedmann et al. (2021). Bizarre morphology in extinct Eocene bugs (Heteroptera: Pentatomidae). *Royal Society Open Science*, 211466, <https://doi.org/10.1098/rsos.211466>

Verfasst von:



Sonja Wedmann studierte an der Universität Osnabrück Biologie und promovierte 1998 an der Georg-August-Universität Göttingen. Nach einem Volontariat am Niedersächsischen Landesmuseum Hannover hat sie als Postdoc am Institut für Paläontologie der Universität Bonn gearbeitet. Seit 2007 leitet sie die Sektion Paläontologie an der Senckenberg Forschungsstation Grube Messel und ist auch für die Senckenberg-Grabungen in der Grube Messel zuständig. Ihre Forschungsschwerpunkte sind die Biodiversität, Evolution und Ökologie fossiler Insekten aus dem Paläogen.

Korrespondenz:

Dr. Sonja Wedmann
Senckenberg Forschungsstation Grube Messel
Markstraße 35
64409 Messel
E-Mail: sonja.wedmann@senckenberg.de

VERSTETIGUNG DES OPEN SCIENCE OFFICE AN DER UNIVERSITÄT MANNHEIM

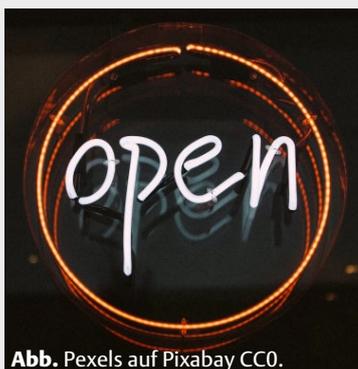


Abb. Pexels auf Pixabay CC0.

Das Open Science Office wurde im Jahr 2021 eingerichtet, um Open Science institutionell zu verankern und eine zentrale Anlaufstelle für Anfragen rund um das Thema Offene Wissenschaftskultur innerhalb der Universität zu schaffen. Es unterstützt Wissenschaftler/-innen aller Karrierestufen und Disziplinen bei der Umsetzung von Open-Science-Praktiken durch Beratung, Fortbildungen sowie spezielle Förderung. Zwischen 2021 und 2023 wurden zahlreiche Workshops, Seminare und Schulungen im Rahmen der Research

Skills Seminare der Universitätsbibliothek durchgeführt. Neben der Unterstützung beim Einwerben von Drittmitteln werden eigene Open Science Grants angeboten, die Wissenschaftler/-innen Anreize bieten, Open-Science-Praktiken in ihre Forschung zu integrieren. Die Verstetigung des Open Science Office nach drei Jahren Anschubfinanzierung unterstreicht das klare Bekenntnis der Universität zur transparenten und reproduzierbaren Forschung sowie ihre aktive Rolle bei der Förderung von Open Science.



Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland

**GEMEINSAM
FÜR DIE**

BIEWISSENSCHAFTEN

Gute Gründe, dem VBIO beizutreten:

- Werden Sie Teil des größten Netzwerks von Biowissenschaftlern in Deutschland.
- Unterstützen Sie uns, die Interessen der Biowissenschaften zu vertreten.
- Nutzen Sie Vorteile im Beruf.
- Bleiben Sie auf dem Laufenden – mit dem VBIO-Newsletter und dem Verbandsjournal „Biologie in unserer Zeit“.
- Treten Sie ein für die Zukunft der Biologie.



www.vbio.de

Jetzt beitreten!

