

Mainzer naturwiss. Archiv	58	S. 17–40	4 Abb., 9 Taf., 1 Tab.	Mainz 2021
---------------------------	----	----------	------------------------	------------

Die Niedermoschel-Bank, ein bedeutender Fundhorizont mit einer hoch-diversen Insekten- und Pflanzenassoziation im Rotliegend (Unterperm) des Saar-Nahe-Beckens (Rheinland-Pfalz, SW-Deutschland)

MARKUS J. POSCHMANN, ANDRÉ NEL, THOMAS SCHINDLER & DIETER UHL

Kurzfassung

Der gegenwärtige Stand der Bearbeitung der Niedermoschel-Bank des Rotliegend (Unterperm) wird kurz zusammengefasst und eine aktuelle Liste der bislang publizierten Taxa gegeben. Funde aus fast allen Großgruppen werden abgebildet. Erstmals wird das Spurenfossil *Cochlichmus* im Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens nachgewiesen. Für die Niedermoschel-Bank kann das Vorkommen der zu den Schachtelhalmgewächsen gehörenden Pflanze *Sphenophyllum oblongifolium* und von Pflanzen-Insekten-Interaktionen in Form von Fraßspuren und/oder Blattgallen sicher belegt werden. In einem englischsprachigen Anhang wird ein Flügelfragment von einer Fundstelle bei Mannweiler-Cölln beschrieben und diskutiert. Es lässt sich der Stammgruppe der Geradflügler (Archaeorthoptera, Panorthoptera) zuordnen, bietet aber nicht genug Merkmale für eine formelle Neubenennung.

Abstract

The Niedermoschel black shale, an important lithological unit with a highly diverse plant- and insect-association in the Rotliegend (Early Permian) of the Saar-Nahe Basin (Rhineland-Palatinate, SW Germany)

The current state of knowledge on the Niedermoschel black shale of the Rotliegend (Lower Permian) is briefly summarized and an up-to-date list of the hitherto described taxa is given. A selection of representative specimens is photographed and reproduced. For the first time, the trace fossil *Cochlichmus* is described for the Rotliegend of the Saar-Nahe Basin. For the Niedermoschel black shale both the occurrence of the plant *Sphenophyllum oblongifolium* and of insect-plant-interactions is documented for the first time. In the English appendix a wing fragment from a locality near Mannweiler-Cölln is described and discussed. It can be attributed to the stem-group of Orthoptera (Archaeorthoptera, Panorthoptera), but shows not enough characters to be formally named.

Key words

Rotliegend, Niedermoschel black shale, insects, plants, paleoecology, taphonomy

1. Einleitung

Fossilfunde aus der sogenannten Niedermoschel-Bank sind schon seit dem frühen 20. Jahrhundert bekannt (REIS 1913). SCHINDLER (1997) beschrieb die Einheit in ihrem stratigraphischen Kontext, während POSCHMANN & SCHINDLER (1997) bei der Auswertung einer Grabung an der Typuslokalität ein besonderes Augenmerk auf Lithologie, Fossilführung und Paläoökologie legten. Baggerarbeiten an der Typuslokalität und die erwähnte Grabung lieferten Pflanzenreste (UHL 2008), verschiedene Wirbeltiere (HAMPE 1996, POSCHMANN & SCHINDLER 1997), wie Knorpelschmelzschupper, Acanthodier („Stachelhaie“), xenacanthide und hybodontide Haie sowie Branchiosaurier. Auffallend ist aber insbesondere die Häufigkeit von Arthropoden. Während Muschelkrebse (Ostracoda), „Conchostraken“ (Spinicaudata) und syncaride Krebse (UHL 1999) durchaus zu erwarten waren, konnten hier erstmals für das Saar-Nahe-Becken Pfeilschwanzkrebse (Xiphosura: Belinuridae) nachgewiesen werden (MALZ & POSCHMANN 1993, POSCHMANN 2007). Überraschend war vor allem aber die ungewöhnlich hohe Anzahl an Insektenfunden (HÖRNSCHEMEYER 1999, HÖRNSCHEMEYER & STAPF 2001, BRAUCKMANN 2007). In vorliegendem Beitrag listen wir die aus der Niedermoschel-Bank bislang bekannt gewordenen Taxa auf (Tab. 1), stellen einige neue Funde in Wort und Bild vor und zeigen das Potential für weitergehende Untersuchungen auf. Im Hinblick auf die Pflanzen- und Insektenfunde gehen wir näher auf die Taphonomie ein, also die Prozesse, die für die Fossilwerdung eine Rolle spielen. Zudem zeigen wir, dass die Fossilführung der Niedermoschel-Bank an allen bislang untersuchten Fundpunkten, zumindest hinsichtlich einer relativ reichen Insektenführung, ähnlich ist.

2. Material und Methode

Die Sedimente an allen hier erwähnten wichtigen Fundpunkten sind kontaktmetamorph verändert („gefrittet“), was die Erkennbarkeit vor allem der Insektenfossilien deutlich erhöht.

Letztere zeigen meist einen silbrigen Glanz, der sich von der dunklen, blau-grau gefärbten Matrix je nach Lichteinfall gut abhebt. Es konnte gezeigt werden, dass Reste der organischen Substanz erhalten sind (MONTENARI & UHL 2005). Alle Fossilien wurden mit einer digitalen Spiegelreflexkamera (Canon Eos 600D) und einem Makroobjektiv (Canon EF-S 60 mm) unter Alkoholimmersion und mit Polarisationsfiltern fotografiert. Aus mehreren Schichtaufnahmen wurden mit der Software „Combine ZM“ Fotografien mit optimierter Tiefenschärfe errechnet. Die digitale Bearbeitung und Zusammenstellung zu Tafeln erfolgte in Adobe Photoshop.

Das Belegmaterial zu dieser Arbeit wird unter den angegebenen Inventarnummern am Naturhistorischen Museum Mainz/Landessammlung für Naturkunde Rheinland-Pfalz aufbewahrt (NHMMZ).

3. Geologischer Rahmen

Im Erdaltertum während des Oberkarbon und Unterperm, der sogenannten Steinkohlen- und Rotliegend-Gruppe (Abb. 1), wurde der Verwitterungsschutt umliegender Hochgebiete wie Hunsrück und Odenwald durch Flüsse und Schichtfluten antransportiert und in Schuttfächern, Deltas und Seen im Saar-Nahe-Becken, heute zwischen Saarbrücken und Mainz gelegen, abgelagert (SCHINDLER 2007). Während sich die Sedimente der sogenannten Meisenheim-Formation bildeten waren solche Seen überwiegend große und tiefe Gewässer mit einem lebensfeindlichen Bodenmilieu – eine der Voraussetzungen für vollständige Fossilfunde. Eine vulkanische Asche, der Pappelberg-Tuff (Abb. 1) konnte radiometrisch auf $297 \pm 3,2$ Millionen Jahre datiert werden (KÖNIGER et al. 2002) und liefert uns einen Anhaltspunkt für das Mindestalter der ca. 200 Meter darunter liegenden Niedermoschel-Bank, eine dieser See-Ablagerungen. Ihre feinkörnigen und feingeschichteten Stillwasser-Ablagerungen sind aus dem Raum Alsenz bis Rockenhausen in der Nordpfalz bekannt (BOY et al. 2012; Abb. 2). An der Typuslokalität östlich von Niedermoschel bestehen sie aus

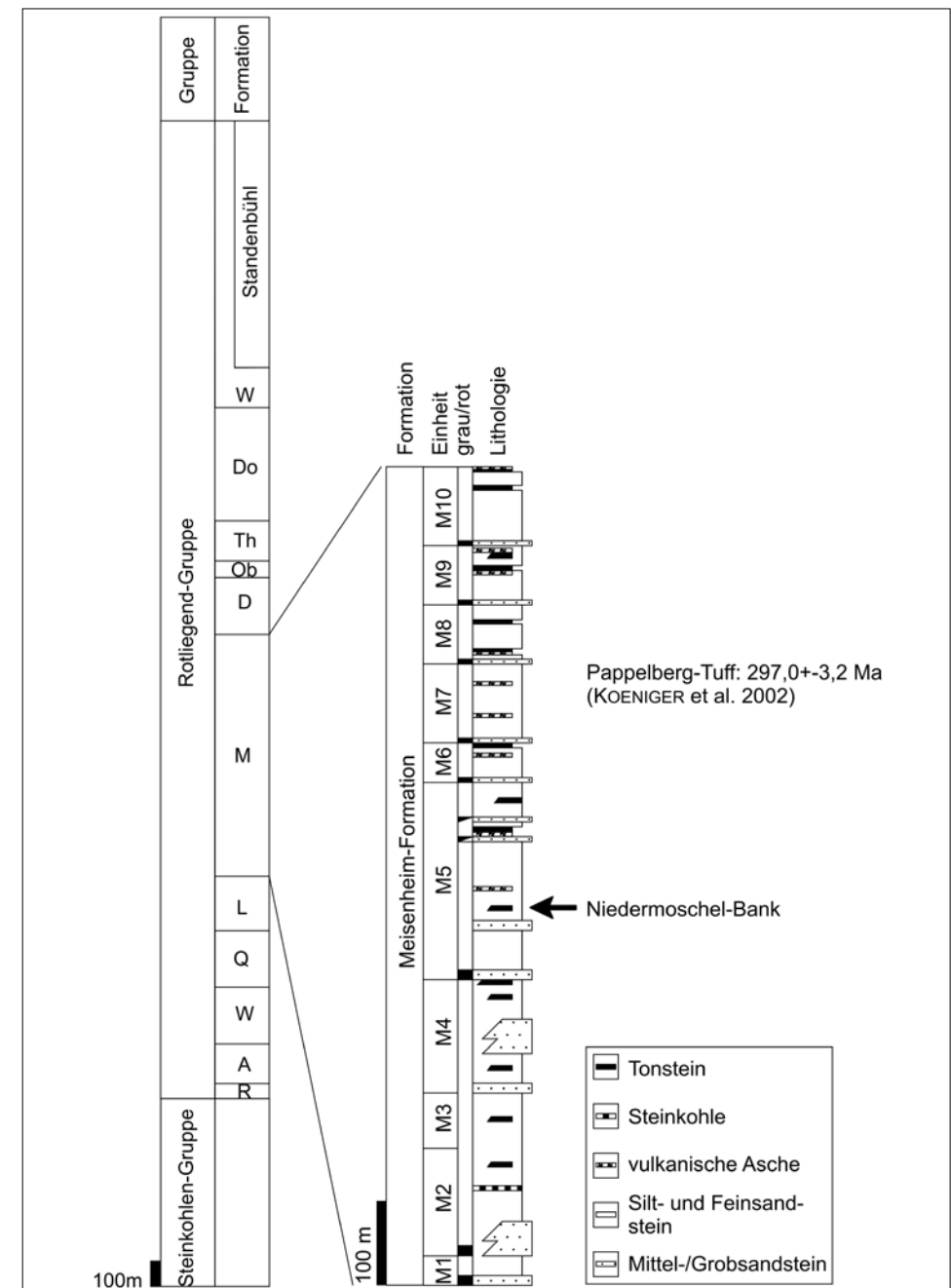


Abb. 1: Stratigraphische Position der Niedermoschel-Bank. Abkürzungen der Formationsnamen in aufsteigender stratigraphischer Reihenfolge: R, Remigiusberg-F.; A, Altenglan-Fm.; W, Wahnwegen-Fm.; Q, Quirnbach-Fm.; L, Lauterecken-Fm.; M, Meisenheim-Fm.; D, Disibodenberg-Fm.; O, Oberkirchen-Fm.; T, Thallichtenberg-Fm.; W, Wadern-Fm.

einem dünnen basalen Mergel- bis Kalkstein, mehreren Metern fein- bis feinstgeschichtetem Tonstein mit Siltstein-Lagen, sowie einem karbonatischen Tonstein (POSCHMANN & SCHINDLER 1997). Weiter im Hangenden folgt Silt- und dann Feinsandstein, der nördlich von Niedermoschel auch karbonatisch sein kann. Diese größeren Sedimente wurden von einem Delta vorgeschüttet. Bereits 18 Meter über der Niedermoschel-Bank kommt es erneut zu einer Eintiefung und Tonablagerung am Boden eines tiefen Sees (Stolzenberg-See; SCHINDLER 1997, BOY et al. 2012). Weitere Aufschlüsse der Niedermoschel-Bank sind in der Umgebung von Sitters, Alsenz (hier ungefrüht), Mannweiler-Cölln und Bayerfeld-Steckweiler bekannt (Abb. 2).

Die reiche Insektenführung ist auf den gut 2 Meter mächtigen mittleren laminierten Tonstein der Niedermoschel-Bank beschränkt (Schichten 13 bis 1 in POSCHMANN & SCHINDLER 1997); hier treten auch zahlreiche Lagen kleiner eisenreicher Konkretionen auf, die sich häufig um Kotsteine von Fischen gebildet haben.

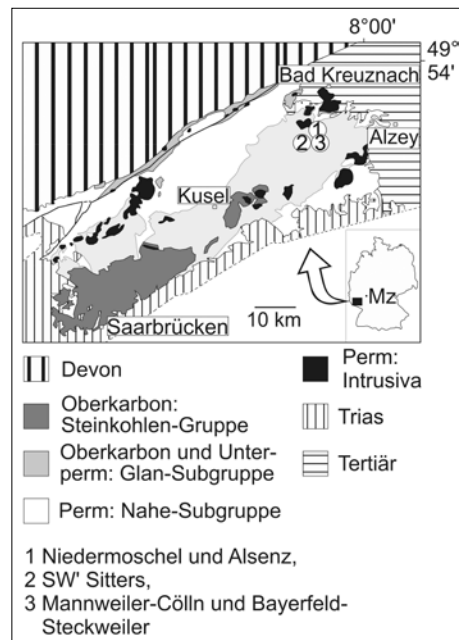


Abb. 2: Vereinfachte geologische Karte des Saar-Nahe-Beckens und geografische Lage wichtiger Aufschlüsse in der Niedermoschel-Bank.

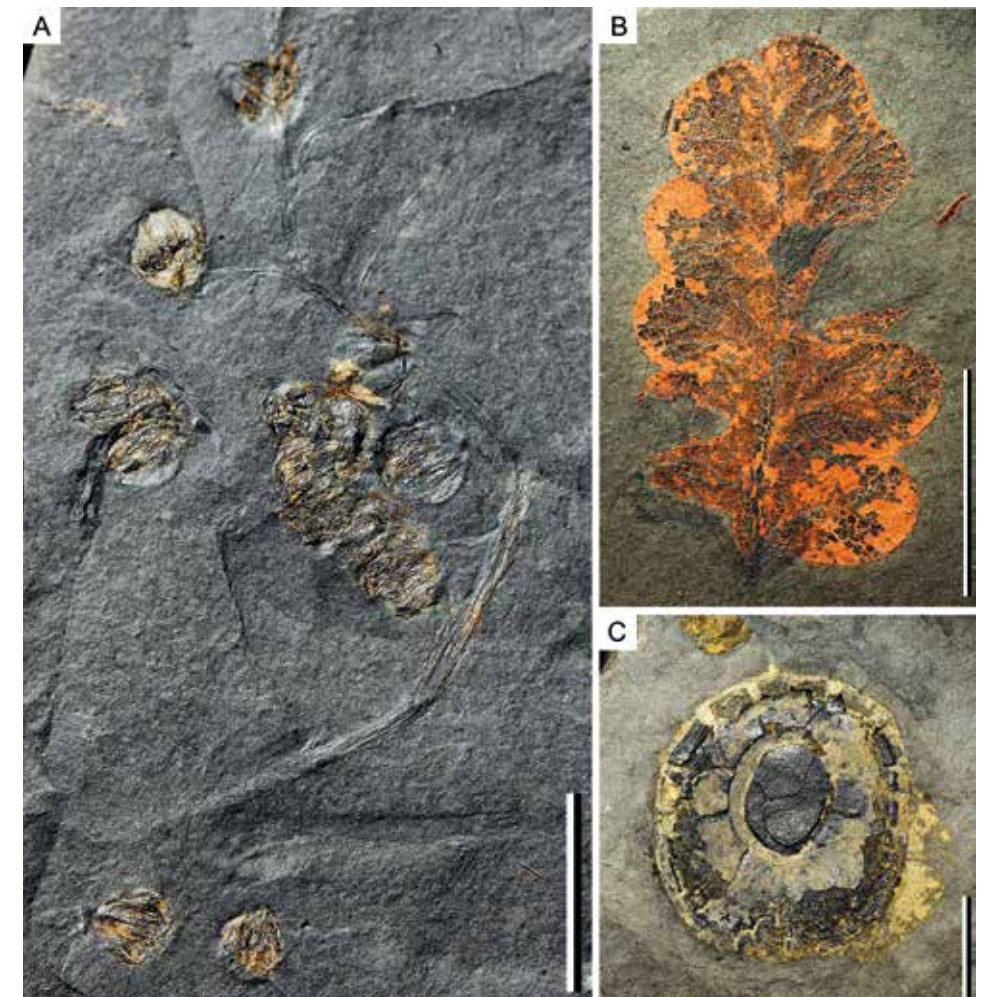
4. Pflanzen

UHL (2008) bearbeitete die Flora von Niedermoschel und konnte neben unbestimmbaren Pflanzenachsen, 26 (Form-)Taxa nachweisen. Dazu kommt mindestens ein weiteres, bislang noch nicht bearbeitetes Taxon (Taf. 1A), und vereinzelte Holzkohle-Gerölle (Fusit, Taf. 2C), die Vegetationsbrände in der Umgebung belegen. Letztere haben oft gut gerundete Kanten, was bei der Größe einiger Fragmente auf einen längeren fluvialen Transport hindeutet. Die Paläoflora von Niedermoschel ist eine der artenreichsten Floren, die bislang aus dem Unterrotliegend des Saar-Nahe-Beckens bekannt geworden sind. Wie die Insekten, sind auch die Pflanzen von Niedermoschel aus der Umgebung in das Ablagerungsmilieu eingetragen und somit als allochthon zu betrachten. Dabei kommt ein Eintrag durch Wind ebenso wie der Transport über ein einmündendes Gewässer in Betracht. Die Pflanzen entstammen verschiedenen Vegetationseinheiten und lassen sich grob in Elemente der ufernahen Vegetation feuchter Standorte und solche, der eher an Trockenheit angepassten Hinterlandflora einteilen (UHL 2008; Tab. 1). Wahrscheinlich handelt es sich zudem um eine Mischung von Pflanzen aus verschiedenen Mikrohabitaten. Wie UHL (2008) feststellte, lässt die relativ hohe Diversität der Sphenophyten (z. B. Taf. 3A) auf eine von Schachtelhalmen dominierte Ufervegetation schließen und die Funde von *Lepidostrobophyllum* auf ein ufernahes Vorkommen von Bärlappgewächsen. Das gemeinsame Vorkommen der Peltasperme *Autunia*, Koniferen und verschiedenen, seltenen Hinterlandelementen spricht dafür, dass diese Pflanzen ganz unterschiedliche Standorte im Einzugsbereich der Zuflüsse repräsentieren. Die ähnlich artenreichen, stratigrafisch etwas jüngeren Floren von Alsenz (LAUSBERG & KERP 2000) und Oberhausen / Appel (KERP et al. 1990) werden im Gegensatz zur Niedermoschel-Flora von Pflanzen dominiert, die als Elemente des trockeneren Hinterlandes interpretiert werden (UHL 2008).

5. Aquatische Arthropoden

Die Fundstelle östlich von Niedermoschel an der B 420 erbrachte den ersten Nachweis von Pfeilschwanzkreben für das Karbon und Perm des Saar-Nahe-Beckens überhaupt (MALZ & POSCHMANN 1993). Später gelangen auch Funde aus dem Top der Meisenheim-Formation (POSCHMANN & SCHINDLER 2004) und der Disibodenberg-Formation (SCHINDLER & POSCHMANN 2012). Hier bilden wir erst-

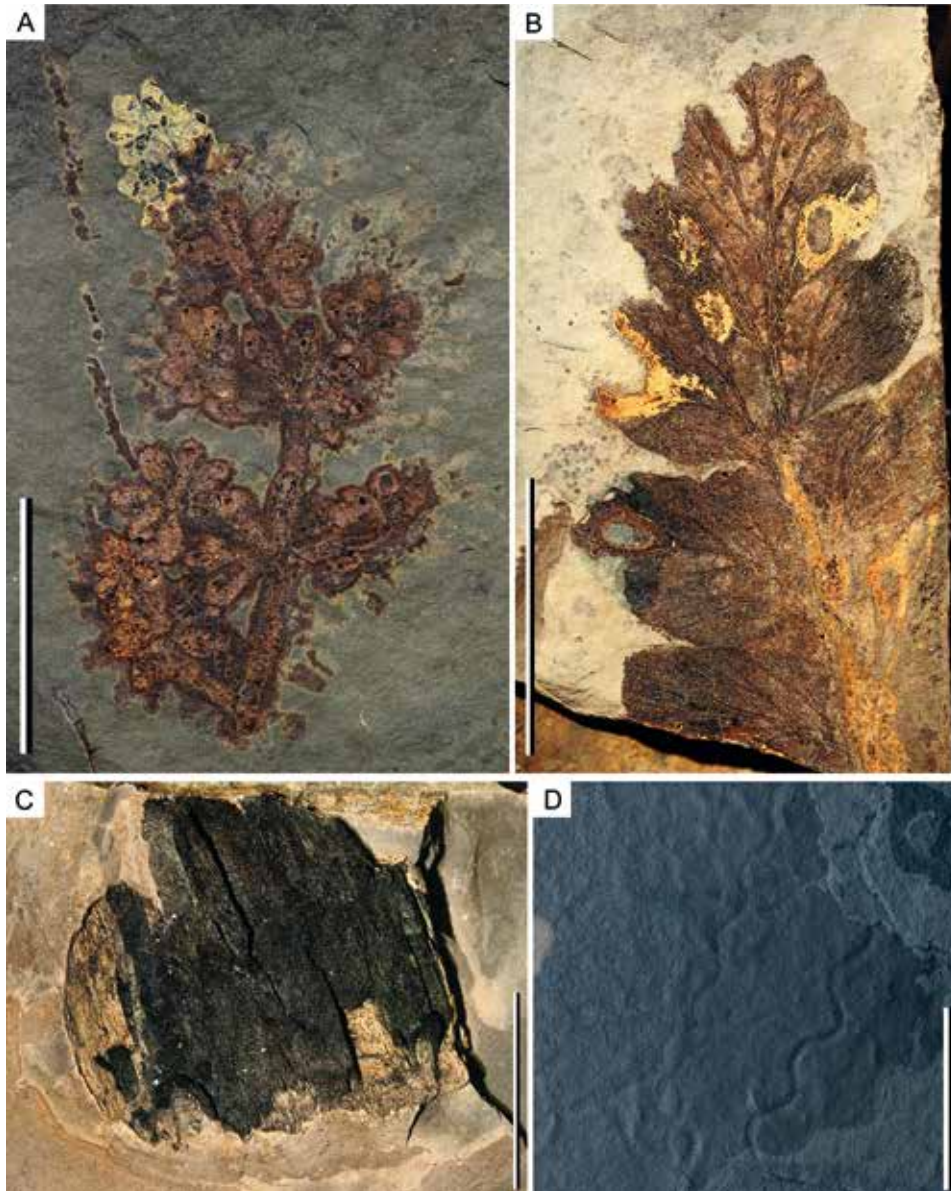
mals einen Fund aus einem Aufschluss der Niedermoschel-Bank südlich von Sitters ab (Taf. 4B). Die Merkmalsarmut innerhalb der Xiphosuriden erschwert eine taxonomische Einordnung der saarpfälzischen Funde. Heute wird *Palatinaspis* MALZ & POSCHMANN als ein Synonym von *Liomesaspis* RAYMOND aufgefasst und die Form aus dem Saar-Nahe-Becken wird ebenso wie *Pringlia fritschii* REMY & REMY aus dem Saale-Becken zu *Liomesaspis laevis* RAYMOND gestellt (ANDERSON 1997, DUNLOP et al.



Tafel 1: Pflanzen aus der Niedermoschel-Bank östlich von Niedermoschel. A: Syngangien (Pollenorgane) oder Samen(anlagen) einer unbestimmten Pteridosperme; NHMMZ PB 2020/5074-LS a. Maßstab entspricht 5 mm. B: Fiederspitze eines pecopteridischen Farns; NHMMZ PB 2020/5076-LS. Maßstab entspricht 5 mm. C: Unbestimmter Samen; NHMMZ PB 2020/5151-LS. Maßstab entspricht 2 mm.

2019, BICKNELL & PATES 2020), was auch durch eine umfangreiche phylogenetische Analyse bekräftigt wird (LAMSDELL 2020).

Die Muschelschaler (Spinicaudata oder „Conchostraken“) stellen die häufigsten wasserlebenden Arthropoden in der Niedermoschel-



Tafel 2: Pflanzen und Spuren aus der Niedermoschel-Bank östlich von Niedermoschel. A: Calamiten-Beblätterung *Annularia spicata*; NHMMZ PB 2020/5152-LS. Maßstab entspricht 5 mm. B: Blatt eines pecopteridischen Farns mit Fraßspuren und Gallen; NHMMZ PB 2020/5077-LS. Maßstab entspricht 5 mm. C: Holzkohle-Geröll (Fusit); NHMMZ PB 2020/5155-LS. Maßstab entspricht 10 mm. D: Das Spurenfossil *Cochlichnus cf. anguineus*; NHMMZ PWL 2020/7537-LS. Maßstab entspricht 50 mm.

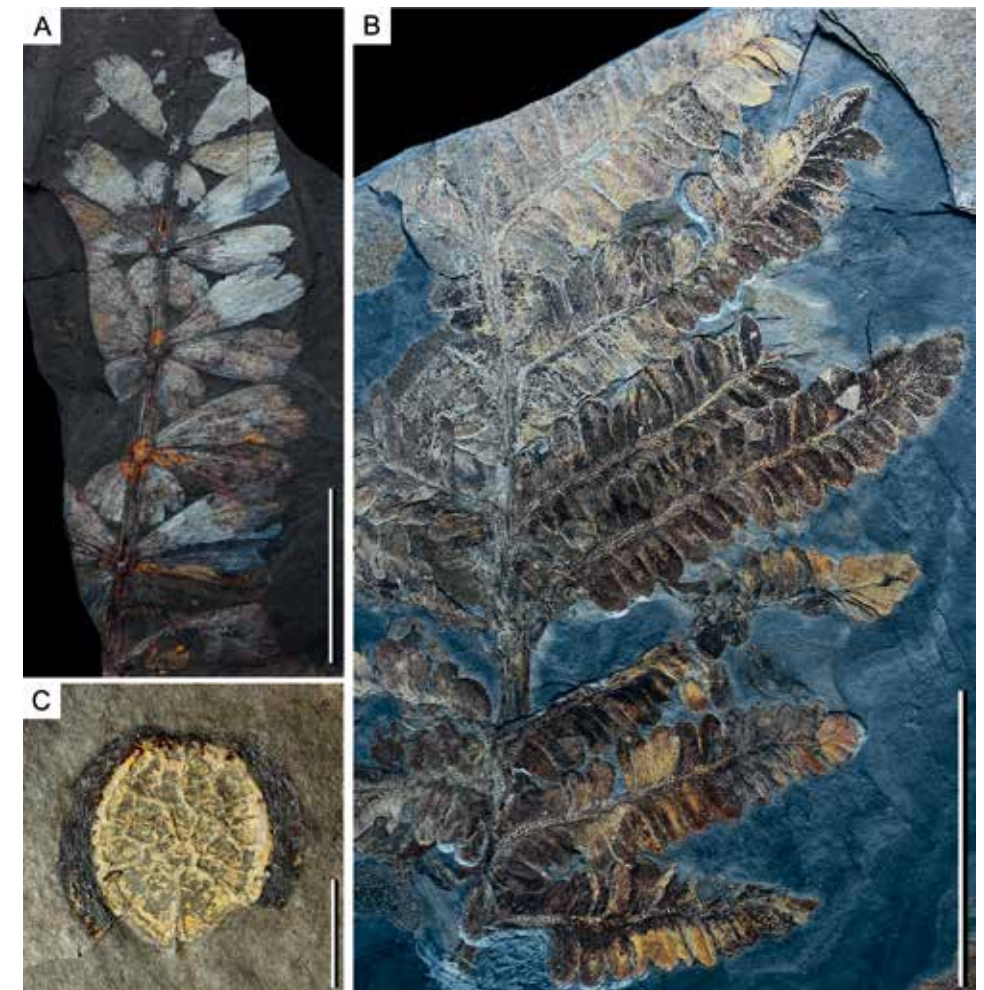
Bank. Wahrscheinlich repräsentieren sie eine einzige Art. Eine Bearbeitung und Bestimmung der Funde stehen noch aus, weshalb wir hier nicht weiter darauf eingehen.

Seltener als Muschelschaler, aber wesentlich häufiger als Pfeilschwanzkrebse, sind syncaride Krebse. Diese wurden schon von UHL (1999) in einem Überblick über die Syncariden aus dem Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens berücksichtigt, konnten aber aufgrund mangelhafter Erhaltung nicht näher bestimmt wer-

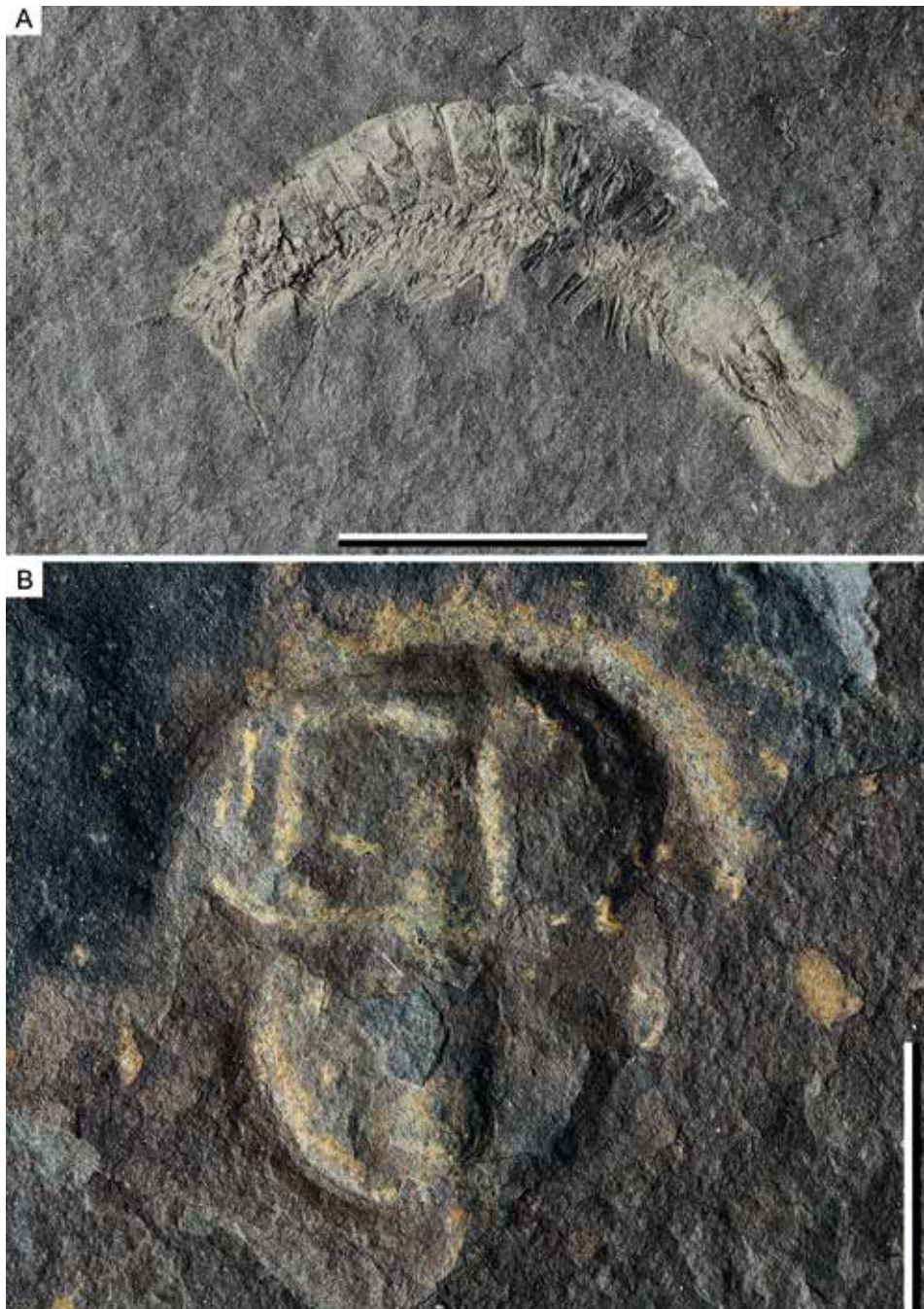
den. Die zwischenzeitlich an den hier genannten Lokalitäten getätigten Neufunde (Taf. 4A) ermöglichen eine eingehendere Beschreibung und weitergehende taxonomische Schlussfolgerungen. Eine Neubearbeitung ist geplant.

6. Insekten

Die bislang umfassendste Betrachtung der Insektenfunde aus der Niedermoschel-Bank



Tafel 3: Pflanzen aus der Niedermoschel-Bank östlich von Niedermoschel. A: Die als Spreizklimmer gedeutete Art *Sphenophyllum oblongifolium* (in *Trizygia*-Ausprägung); NHMMZ PB 2020/5075-LS. Maßstab entspricht 10 mm. B: Größeres Wedel-Fragment der Pteridosperme *Autunia conferta*; NHMMZ PB 2020/5153-LS a. Maßstab entspricht 50 mm. C: Samen von *Cordaicarpus* sp.; NHMMZ PB 2020/5079-LS. Maßstab entspricht 2 mm.



Tafel 4: Aquatische Arthropoden aus der Niedermoschel-Bank. A: Unbestimmter syncarider Krebs; NHMMZ PWL 2020/7534-LS; Niedermoschel. B: Mäßig erhaltenes Exemplar des Pfeilschwanzkrebsses *Liomesaspis laevis*; NHMMZ PWL 2020/7535-LS; Sitters. Maßstäbe entsprechen 5 mm.

stammt von HÖRNSCHEMEYER (1999) und basiert auf der Untersuchung von mehr als 900 Exemplaren aus privaten und öffentlichen Sammlungen. Nach HÖRNSCHEMEYER (1999) und HÖRNSCHEMEYER & STAPF (2001) entfallen mindestens 100 dieser Insektenreste auf die Familie Blattinopsidae (11 %) (Taf. 5A), eine außergewöhnlich hohe Anzahl, denn nach diesen Autoren waren bis zu diesem Zeitpunkt nur 56 Funde von Blattinopsiden in der Literatur überhaupt erwähnt worden. Den größten Anteil mit rund 360 Fossilien (40 %) stellen die zur Ordnung der Grillenschaben (Grylloblattida) gehörenden Lemmatophorina (Taf. 6A), darunter mehrere Arten der Familie Euryptilonidae (POSCHMANN & NEL 2020). Die Vertreter der ausgestorbenen Familie Palaeomanteidae sensu PROKOP et al. (2017) (= Ordnung Miomoptera), eine Stammgruppe der Acercaria (welche z. B. die rezenten Läuse und Wanzen umfassen), sind mit etwa 130 Exemplaren die zweithäufigste Gruppe (Taf. 7D). Mit einem Anteil von etwa 6 % sind auch die Blattodea (Schaben) nicht besonders selten (Taf. 7B). Neben meist unbestimmbaren Körperresten, die etwa 11 % der Fossilien ausmachen, entfallen alle anderen Insektengruppen unter die restlichen 17 %. HÖRNSCHEMEYER (1999) erwähnt das Vorkommen von Käfern (Coleoptera), die, wenn sich dies bestätigt, sogar noch geringfügig älter sind als *Coleopsis archaica* aus dem jüngeren Anteil der Meisenheim-Formation (Odernheim-Subformation) von Grügelborn im Saarland (KIREJTSHUK et al. 2014). Die Käfer aus dem Unterrotliegend des Saar-Nahe-Beckens gehören jedenfalls zu den weltweit ältesten Nachweisen dieser Ordnung überhaupt (KIREJTSHUK et al. 2014, BEUTEL et al. 2020, KIREJTSHUK 2020). Beschrieben wurden darüber hinaus vor allem Archaeorthoptera, d. h. Stammgruppenvertreter der Geradflügler (Orthoptera), zu denen auch unsere Heuschrecken und Grillen etc. gehören, so der besonders vollständig erhaltene *Nosiption niedermoschelensis* und die relativ große *Palatinoedischia elongata* (Taf. 5C, 6B, 7A; BÉTHOUX & POSCHMANN 2009, NEL & POSCHMANN 2020). Im Anhang zu vorliegendem Artikel beschreiben wir einen weiteren Flügel,

der ebenfalls von einem Archaeorthopteren (Panorthoptera) stammt, aber nicht genügend Merkmale zeigt, um ein neues Taxon darauf zu begründen (Taf. 6C). Angesichts der Tatsache, dass erst ein kleiner Teil der Insektenfunde aus der Niedermoschel-Bank taxonomisch bearbeitet wurde, ist die tatsächliche Diversität sicher noch wesentlich höher als bislang bekannt. Wahrscheinlich ist die Niedermoschel-Bank eins der bedeutendsten Fundniveaus für terrestrische Insekten ähnlicher Zeitstellung im westlichen Europa.

7. Taphonomie der Insekten

Nach HÖRNSCHEMEYER (1999) handelt es sich bei den Insektenresten ganz überwiegend um isolierte Flügel, die zudem, wenn sie größer als etwa 20 Millimeter sind, nur selten vollständig überliefert wurden. Im Wesentlichen deckt sich das mit unseren Beobachtungen, wobei Ausnahmen immer wieder vorkommen. Es gelangten neben kleinen vollständigen oder zumindest teilarthikulierten Insekten (Taf. 7C) auch große komplette Flügel zur Einbettung, wie der mehr als 60 Millimeter lange Flügel von *Palatinoedischia* (Taf. 6B), und sogar relativ große, fast vollständige Tiere, wie *Nosiption* (geschätzt über 50 Millimeter Gesamtlänge; Taf. 7A) oder große Schaben (Taf. 7B).

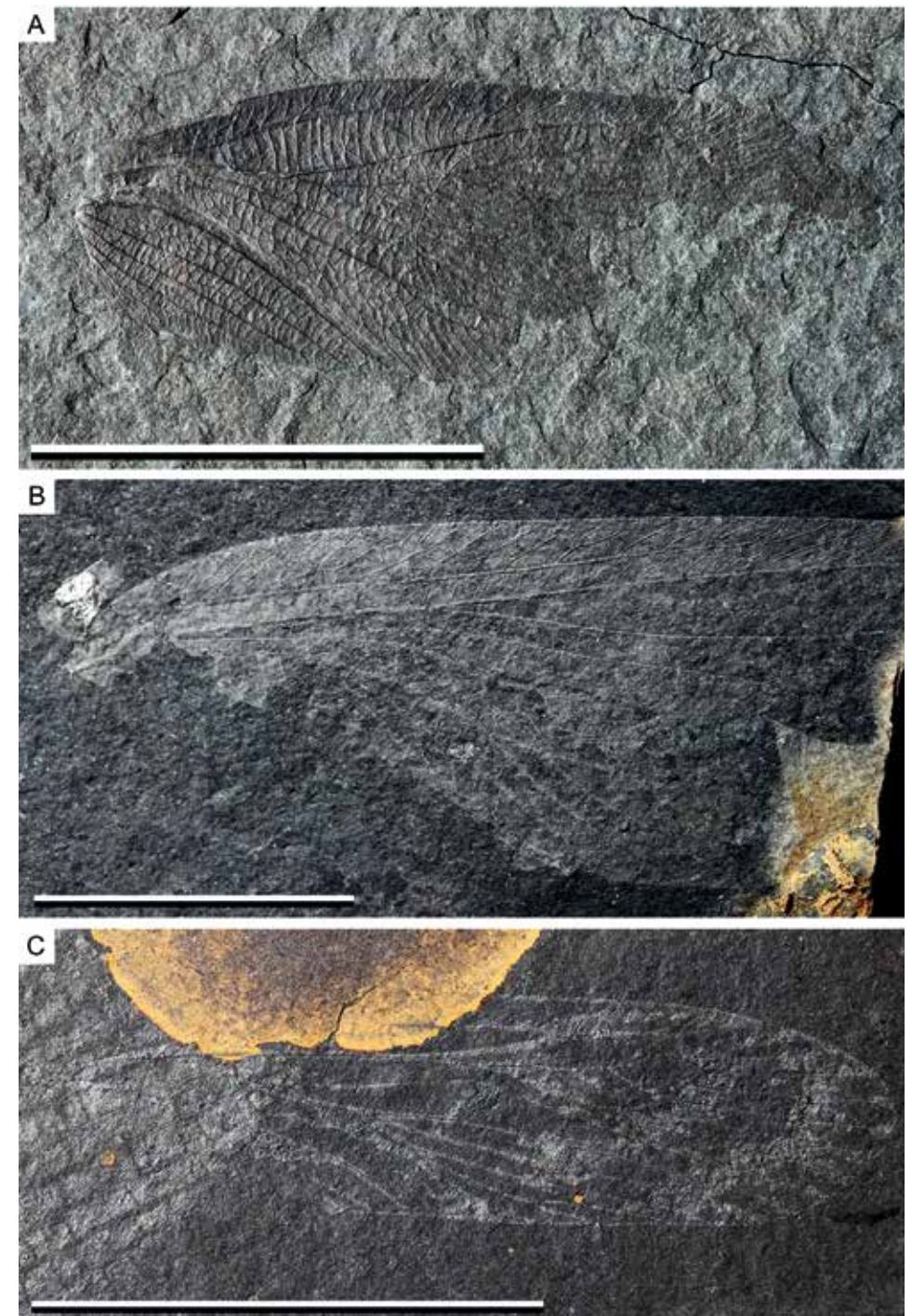
Wenn ein (totes) Insekt in den See gelangt, tendiert es dazu, auf der Wasseroberfläche zu treiben und mit fortschreitender Verwesung zu zerfallen. Frühere Studien legten nahe, dass diese Insekten ohne Beeinflussung durch Transport, Turbulenzen und Sedimenteintrag schon an der Wasseroberfläche zerfallen (MARTÍNEZ-DELCLÓS & MARTINELL 1993, DUNCAN 1997, DUNCAN et al. 2003). Insbesondere Insekten mit einer verhältnismäßig großen Flügelfläche, wie z. B. Schmetterlinge, sinken nur sehr selten zum Seeboden ab ohne vorher vollständig zu zerfallen. Die Insektenfunde der Niedermoschel-Bank entsprechen dieser Erwartung: Der Anteil von zerfallenen Resten, wie isolierten Flügeln, ist hoch und vollständiger erhalten sind eher kleinere, kompakte Insekten mit einer im Verhältnis zum Körper kleineren

Flügeloberfläche (vgl. z. B. DUNCAN et al. 2003, SMITH 2012). Anhand der Fossilassoziaton und der sedimentologischen Gegebenheiten, wie der überwiegend etwas weisständigeren Lamination und dem Siltanteil, kann für die Niedermoschel-Bank, zumindest in der Typusregion, von einem relativ starken delatäischen Sedimenteintrag ausgegangen werden. Mancher Insektenrest wurde, vielleicht infolge von Starkregenereignissen, über einmündende Fließgewässer und Deltaschüttungen in das Seebecken eingebracht (POSCHMANN & SCHINDLER 1997). Die gute Korrelation der Häufigkeit von Pflanzen- und Insektenresten (rote Kurven in Abb. 3) steht mit dieser Deutung in Einklang. Wahrscheinlich spielte aber auch der Eintrag mit dem Wind eine wichtige Rolle. Für Windeintrag und ein Ablagerungsmilieu in größerer Entfernung von einem Ufer sprechen auch das Fehlen wasserlebender Insektentaxa bzw. larvaler Stadien und die relative Häufigkeit kleinerer, flugfähiger Insekten (vgl. ZHERIKHIN 2002). Auf der Wasseroberfläche treibende Insekten wurden sicher auch von Fischen nicht verschmäht. Dabei kommt es, insbesondere wenn kleinere Fische aktiv sind, zu einer Abtrennung der Flügel (ZHERIKHIN 2002). Bei vielen Flügelfragmenten ist aber zu beobachten, dass der Flügel nicht entlang der Hauptadern sondern quer dazu zerbrochen ist. Dies spricht eher dafür, dass diese Flügel in trockenem Zustand, schon bevor sie in den See gelangten, fragmentierten. Bezüglich der Schabenflügel aus dem Oberkarbon von Writhlington (Großbritannien) halten es DUNCAN et al. (2003) für möglich, dass es sich um Fraßreste von landlebenden Prädatoren handeln könnte, wobei sie insbesondere an Trigonotarbidien („Panzerospinnen“) denken. Diese Spinnentier-Ordnung ist auch für das Oberkarbon und Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens nachgewiesen (POSCHMANN 2007), und ein ähnliches Szenario können wir auch für Niedermoschel annehmen. Skorpione kommen als Fressfeinde der Insekten ebenfalls in Betracht (McCORMICK & POLIS 1990), aller-

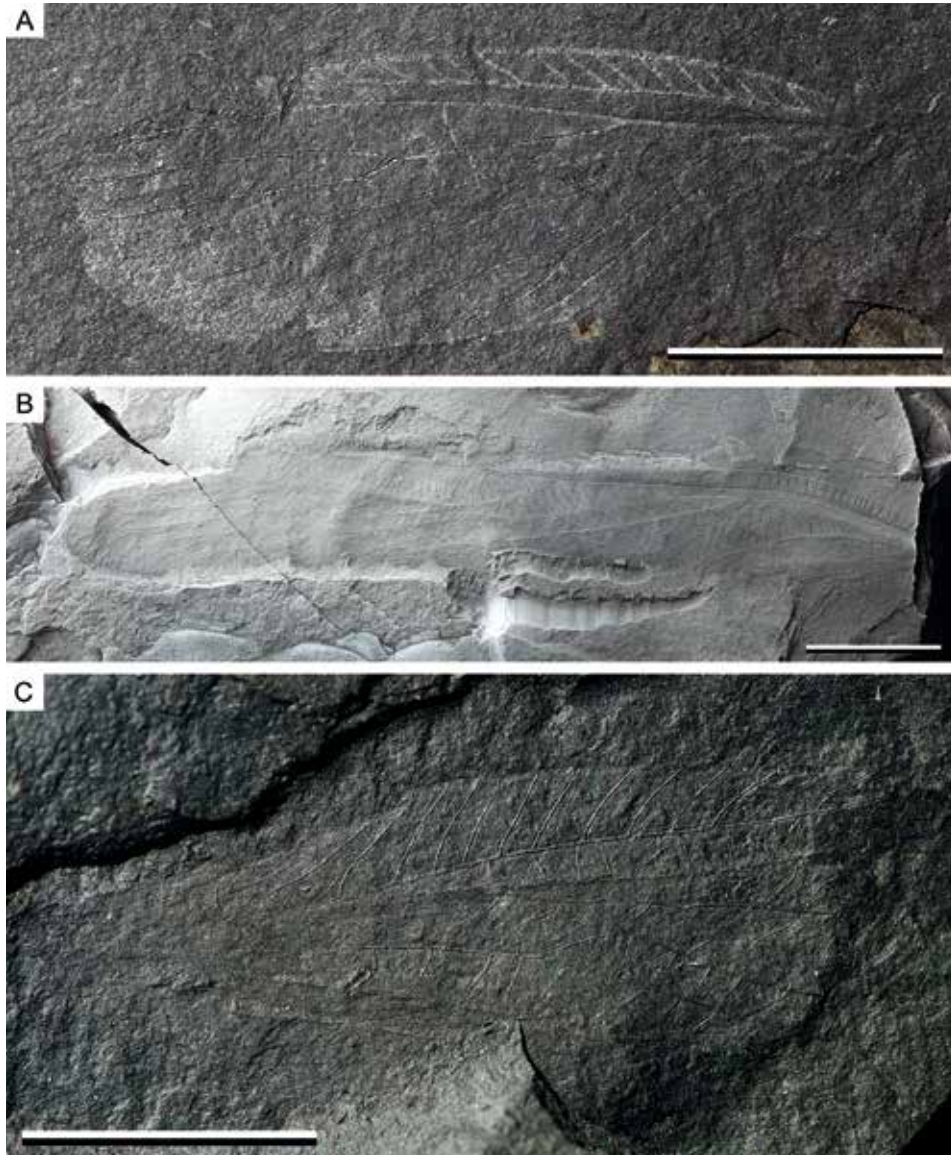
dings sind sie bislang erst aus dem Oberkarbon des Saar-Nahe-Beckens nachgewiesen (BRAUN 1997, POSCHMANN 2009), aber auch aus dem Unterperm von Chemnitz/Sachsen (DUNLOP et al. 2016). Aus dem Oberrotliegend des Saar-Nahe-Beckens kennt man jedoch auch Spurenfossilien der Gattung *Paleohelcura*, als deren Verursacher Skorpione angesehen werden (MINTER et al. 2007).

Bei manchen Insektenfossilien handelt es sich nicht um isolierte Flügel, sondern um Flügelpaare, während Abdomen und Thorax fehlen (HÖRNSCHEMEYER 1999). Wahrscheinlich sanken die Insektenreste erst im Anschluss an längere Driftphasen und meist starken Zerfall zum Seeboden ab und wurden dort relativ schnell eingebettet – schnell, d. h. im Verhältnis zu mehr distalen See-Bereichen mit entsprechend geringerem Sedimenteintrag und feinerer Lamination. Das Vorkommen von teilarthierten bis nahezu vollständigen und größeren Insektenresten führen wir auf das Wachstum von Biofilmen auf den treibenden Insektenleichen zurück. Diese bewirkten sozusagen eine Volumen- und Flächenvergrößerung, die, vor allem im Zusammenspiel mit anhaftendem Sediment, bewirkte, dass das Insekt/die Insektenreste den Auftrieb überwinden und zum Seeboden absinken konnten (vgl. HARDING & CHANT 2000, TIAN et al. 2020). Eine Assoziation von Flügeln ohne andere Körperteile, kann ebenfalls durch das Wachstum von Mikrobenmatten erklärt werden. Die Flügel können u. U. durch die Matten fixiert werden, während Körperteile wie der Thorax sich erst im Anschluss daran lösen und abtransportiert werden (Peñalver et al. 2002). Eine weitere Besonderheit der Insekten aus der Niedermoschel-Bank ist die relativ häufige Erhaltung von Farbmustern auf den Flügeln (Taf. 5C, 8A, 8B). Solche Muster lassen sich nicht nur palökologisch interpretieren und dienen wahrscheinlich der Tarnung (JARZEMBOWSKI 2005), sondern sind auch in taxonomischer Hinsicht bei der Unterscheidung von Arten hilfreich.

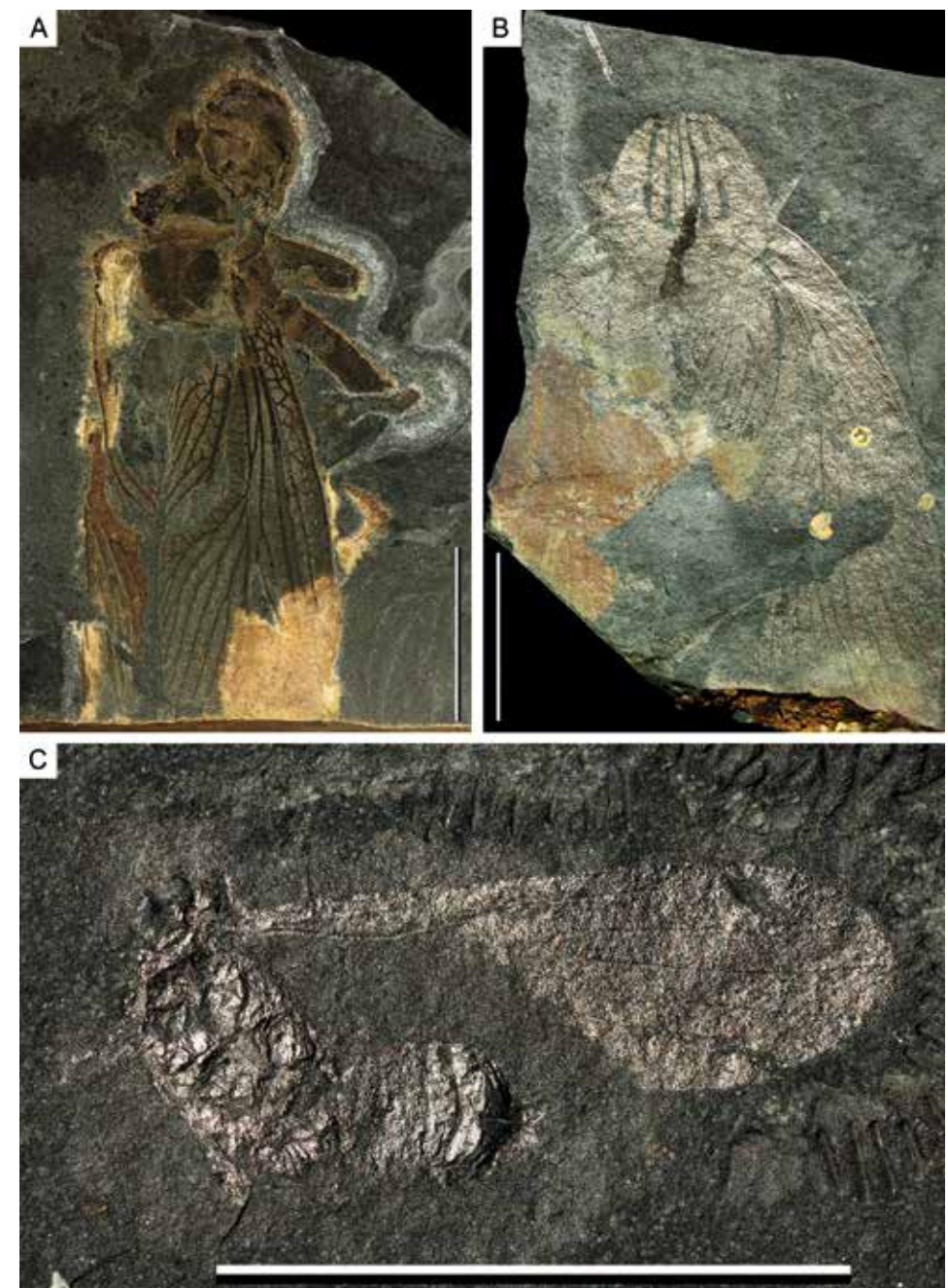
Tafel 5: Insekten aus der Niedermoschel-Bank. A: Paoliida, Blatinopsidae, *Glaphyrophlebia* cf. *robwedderi*; NHMMZ PE 2020/5001-LS a; Niedermoschel. B: Paoliida, Paoliidae, *Permula simpliciradialis*; Holotyp NHMMZ PE 2020/5002-LS a; Sitters. C: Archaeorthoptera, Cnemidolestida indet.; NHMMZ PE 2020/5004-LS a; Niedermoschel. Maßstäbe entsprechen 10 mm.



Von den Lokalitäten Sitters und Mannweiler-Cölln wissen wir, dass dort im Wesentlichen dieselben Fossilgruppen vorkommen wie an der B 420 östlich von Niedermoschel, nämlich Pflanzenreste, Fische, Syncariden, „Conchostraken“, Pfeilschwanzkrebse, Insekten und das Spurenfossil *Cochlichnus* (s. u.). Es steht zu erwarten, dass sich die taphonomische und damit auch taxonomische Zusammensetzung der



Tafel 6: Insekten aus der Niedermoschel-Bank. A: Grylloblattida, Euryptilonidae, *Oborella monsjoensis*; Holotyp NHMMZ PE 2020/5003-LS; Niedermoschel. Maßstab entspricht 5 mm. B: Orthoptera, Oedischiiidae, *Palatinedischia elongata*; Holotyp NHMMZ PE 2018/5000-LS a; Sitters. Maßstab entspricht 10 mm. C: Archaeorthoptera, Panorthoptera incertae sedis; NHMMZ PE 2020/5000-LS a; Mannweiler-Cölln. Maßstab entspricht 5 mm.



Tafel 7: Insekten aus der Niedermoschel-Bank. A: Archaeorthoptera, *Nosipteron niedermoschelensis*; Holotyp NHMMZ PE 2008/5007-LS; Niedermoschel. Maßstab entspricht 10 mm. B: Blattodea incertae sedis; NHMMZ PE 2017/5000-LS a; Mannweiler-Cölln. Maßstab entspricht 10 mm. C: Palaeomanteidae incertae sedis; NHMMZ PE 2018/5002-LS; Niedermoschel. Maßstab entspricht 5 mm.

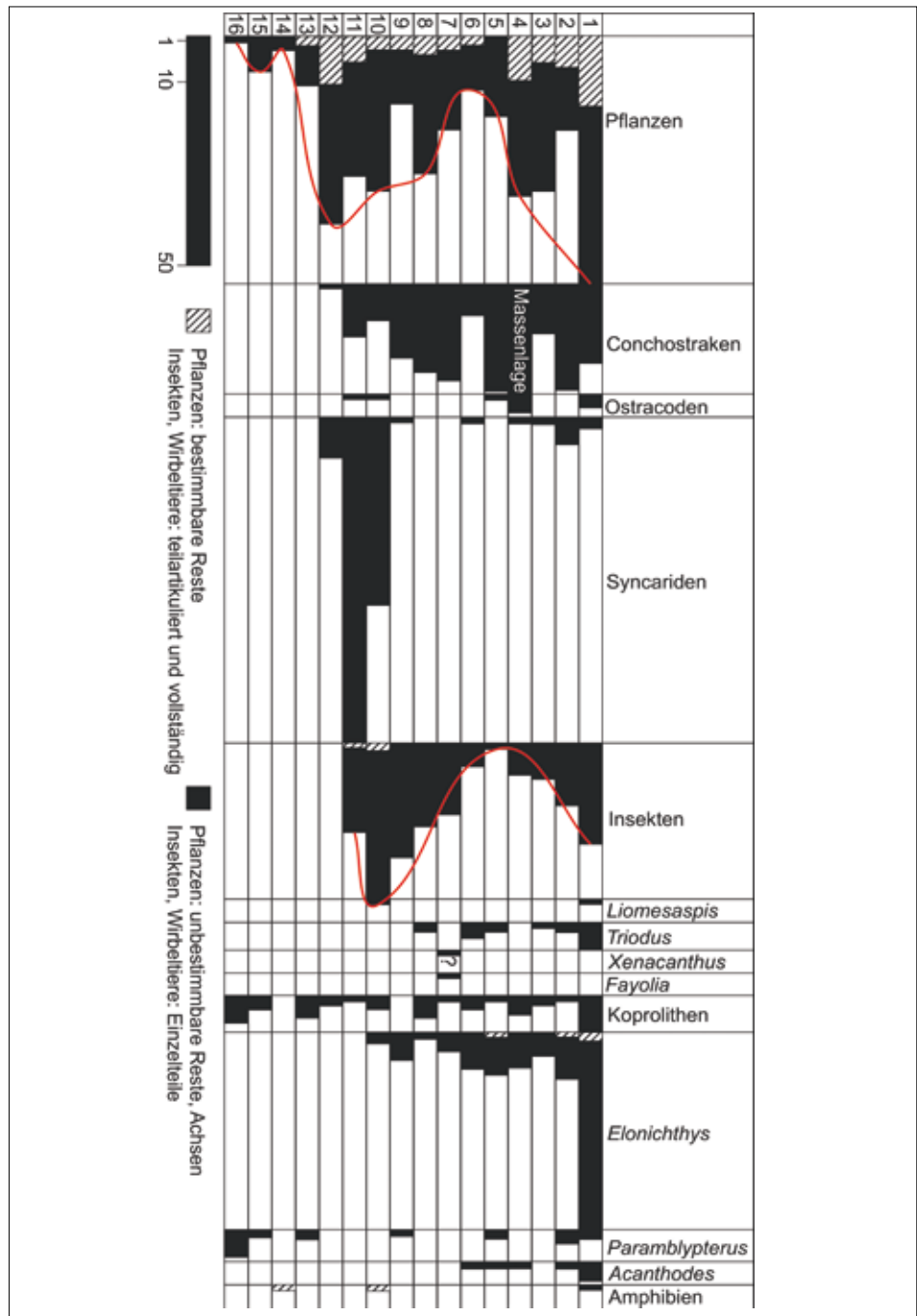


Abb. 3: Vertikale Verteilung der Fossilgruppen der Grabung 1994 an der Typuslokalität der Niedermoschel-Bank östlich von Niedermoschel; die Tendenz der Verteilung der Pflanzen und der Insekten ist farblich hervorgehoben.

Insektenassoziationen an verschiedenen Aufschlusspunkten der Niedermoschel-Bank von den Befunden an der Typuslokalität in Abhängigkeit der Entfernung von einmündenden Gewässern bzw. Deltas verändern (vgl. z. B. SMITH 2012 und die dort angegebene Literatur). Es wäre spannend, dies durch statistische Erhebungen zu den Insektenvorkommen an Lokalitäten wie Sitters oder Mannweiler-Cölln zu verifizieren. Ein erster grober Überblick über die Insektenassoziation von Mannweiler-Cölln zeigt eine starke Dominanz der Blattinopsiden und eine relative Häufigkeit der euryptiloniden Gattung *Oborella*. Dies erinnert zwar an die Typuslokalität Niedermoschel. Dort sind aber Euryptiloniden und Palaeomantiden häufiger als Blattinopsiden.

8. Pflanzen-Insekten-Interaktionen

Die Hinweise auf Pflanzen-Insekten-Interaktionen hinsichtlich der abdruckerhaltenen Floren des Saar-Nahe-Beckens haben bislang wenig Beachtung gefunden oder sind tatsächlich sehr selten. Besser untersuchte unterpermische Floren in vergleichbarer Erhaltung zeigen, dass diverse Insekten-induzierte Befunde, die sich auf Fraßschäden, Gallbildungen, Minen oder auch Eiablagen zurückführen lassen, durchaus zu erwarten sind (vgl. z. B. BECK & LABAND-EIRA 1998, SCHACHAT et al. 2014, LAASS & HAUSCHKE 2019, FERNÁNDEZ & CHIESA 2020). Die Flora aus der Niedermoschel-Bank bietet noch einiges Potential für die künftige Untersuchung von Pflanzen-Insekten-Interaktionen im Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens. Das gilt insbesondere, da sie in Assoziation mit teils gut erhaltenen Insekten dokumentiert ist. Ein schönes Beispiel einer Beblätte-



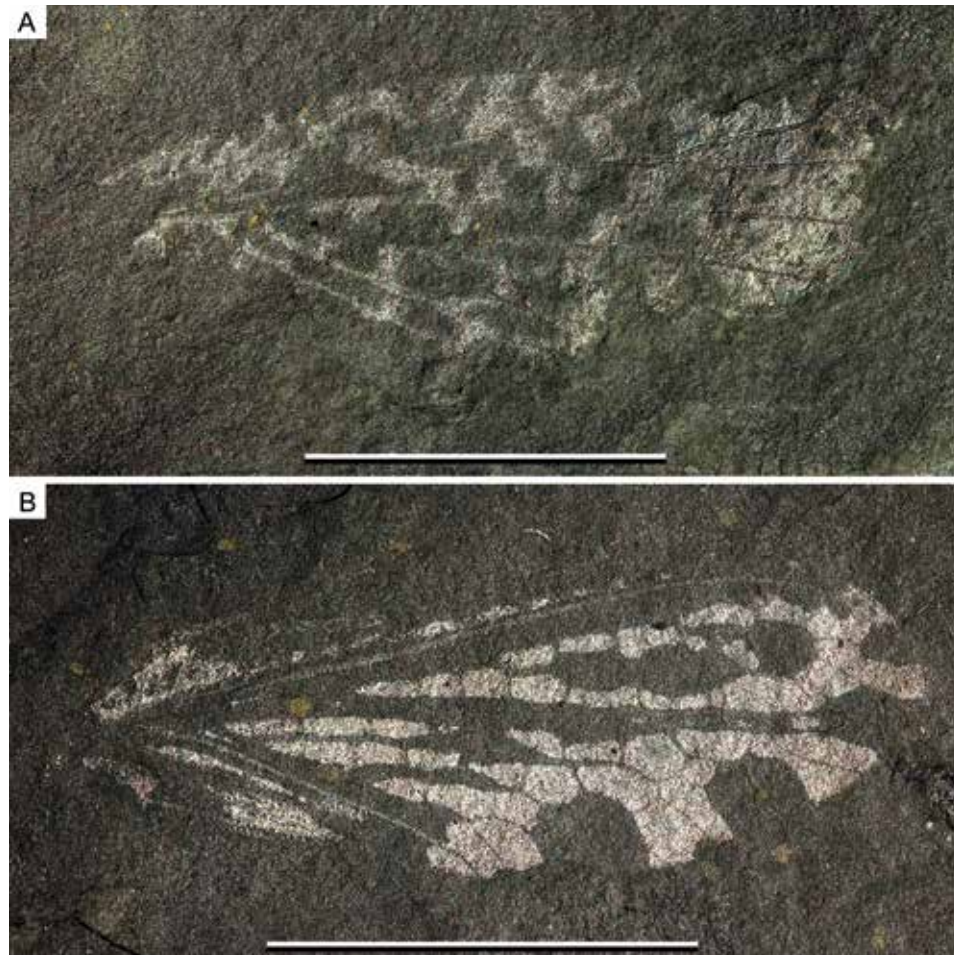
Abb. 4: Ein unbestimmter Branchiosaurier aus der Niedermoschel-Bank östlich von Niedermoschel; NHMMZ PW 2020/5134-LS. Maßstab entspricht 10 mm.

rung mit möglichen Fraßspuren und Gallen zeigt Tafel 2B (vgl. LABANDEIRA et al. 2007).

9. Wirbeltiere

Die Wirbeltier-Assoziation der Niedermoschel-Bank ist relativ divers und umfasst sieben Arten. Gegenüber der Liste in POSCHMANN & SCHINDLER (1997) haben sich nur taxonomische Änderungen ergeben. Die häufigsten Wirbeltierreste im mittleren, dem hauptsächlich insektenführenden Profilab-

schnitt, sind die Schuppen von *Elonichthys fritschi* (Taf. 9A), gefolgt von Zähnen des xenacanthiden Hais *Triodus palatinus* (Taf. 9B), *Acanthodes*-Stacheln und eher seltenen Zähnen des *Xenacanthus meisenheimensis* (Taf. 9C). Sehr selten sind Branchiosaurier (Abb. 4). Die Hai-Eikapsel *Fayolia* sp. NM (Taf. 9D) ist bis heute ein Einzelfund geblieben, und die bekannt gewordenen Reste des hybodontiden Hais *Lissodus* sp. NM (HAMPE 1996) stammen mit einiger Wahrscheinlichkeit von einem einzigen dis- oder teilartikulierten Individuum.

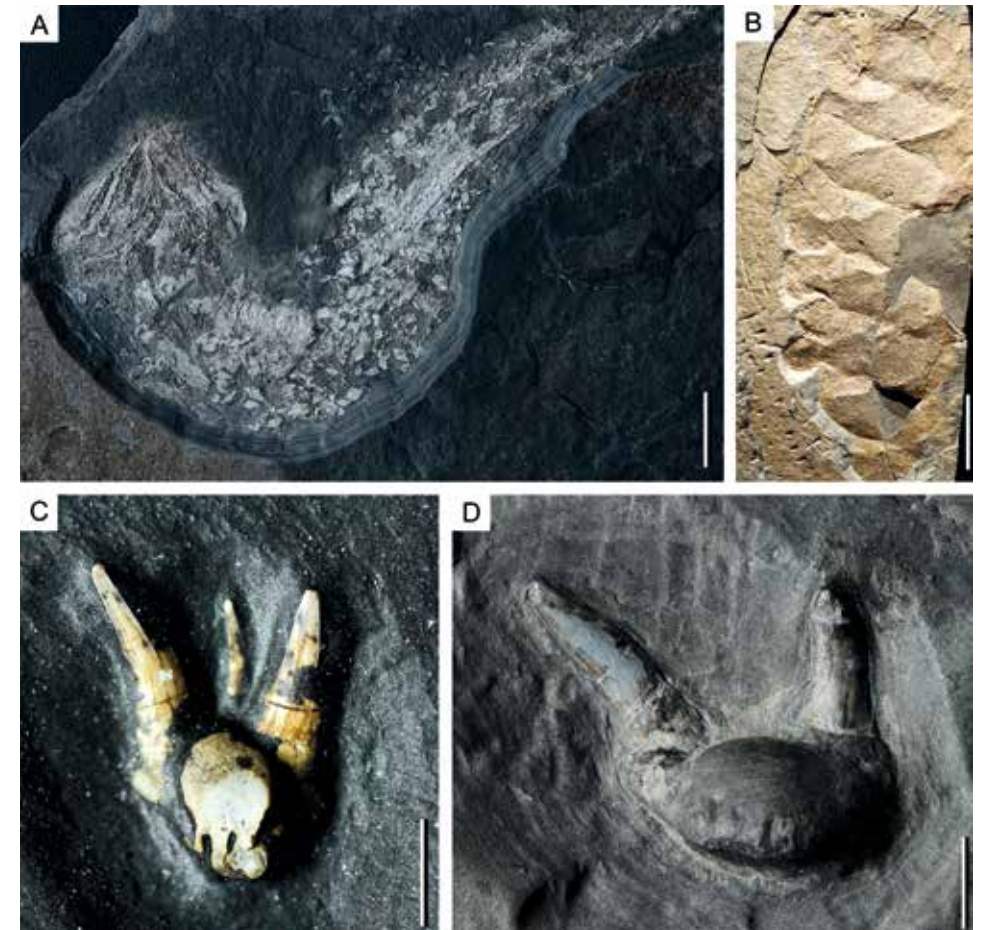


Tafel 8: Insektenflügel mit Erhaltung der Farbmuster aus der Niedermoschel-Bank. A: Vorderflügel von *Oborella germanica* (Grylloblattida, Euryptilonidae); NHMMZ PE 2021/5001-LS; Mannweiler-Cölln. B: Vorderflügel eines unbestimmten Vertreters der Ordnung Glosselytrodea; NHMMZ PE 2020/5005-LS; Niedermoschel. Maßstäbe entsprechen 5 mm.

10. Spurenfossilien

Im Allgemeinen waren die Bedingungen am Grunde der tieferen Rotliegend-Seen im Saar-Nahe-Becken aufgrund von Sauerstoffarmut eher lebensfeindlich. Das wiederum hat zur Folge, dass in der Profundalfazies Spurenfossilien selten sind oder fehlen. Die Niedermoschel-Bank weicht davon ab, da wir immer wieder auf einzelnen Schichtflächen regelmäßig sinusartig geschwungene, mäandrierende Spurenfossilien, die teils recht häufig sind,

beobachten (Taf. 2D). Der eigentliche Gang ist wenige Millimeter breit, die Amplitude kann bis etwa 5 Millimeter betragen, die Wellenlänge zeigt meist Werte um 15 Millimeter. Diese Bewegungsspuren lassen sich dem Ichnotaxon *Cochlichnus* cf. *anguineus* zuordnen, als dessen Erzeuger wurmförmige Organismen wie beispielsweise Fadenwürmer (Nematoden), aber auch Insektenlarven diskutiert wurden (z. B. GLUSZEK 1995). Wahrscheinlich steht die Spur mit der Nahrungssuche des Erzeugers innerhalb eines tonigen Sediments und unterhalb einer neuer-



Tafel 9: Wirbeltierreste aus der Niedermoschel-Bank. A: Der Actinopterygier *Elonichthys* cf. *fritschi*; NHMMZ PW 2020/5133-LS; Niedermoschel. Maßstab entspricht 10 mm. B: Haieikapsel *Fayolia* sp. NM; NHMMZ PW 1995/5890-LS; Niedermoschel. Maßstab entspricht 10 mm. C: Zahn des xenacanthiden Hais *Triodus palatinus*; NHMMZ PW 2020/5132-LS; Mannweiler-Cölln. Maßstab entspricht 1 mm. D: Zahn des xenacanthiden Hais *Xenacanthus meisenheimensis*; NHMMZ PW 2020/5131-LS; Niedermoschel. Maßstab entspricht 2 mm.

lich abgelagerten siltigen Schicht in Verbindung. *Cochlichmus* ist ein faziesübergreifendes und zumindest im Oberkarbon weit verbreitetes Spurenfossil (MICHELAU 1955), das sowohl in flachen als auch tiefen Seen auftreten kann und nicht selten in deltaisch beeinflusster Fazies beobachtet wird (z. B. EAGAR et al. 1985, BUATOIS & MANGANO 2011). Abgesehen von den Vorkommen in der Niedermoschel-Bank scheint *Cochlichmus* im Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens sehr selten aufzutreten und wurde von hier bislang noch nicht beschrieben (vgl. z. B. BOY 1976). Im vorliegenden Fall spricht das Auftreten von *Cochlichmus* für eine zumindest zeitweise Belüftung des Seebodens, was wiederum mit einer Beeinflussung durch ein nicht weit entferntes Delta in Einklang steht.

11. Danksagung

Thomas BIZER (GDKE, Landesarchäologie/ Erdgeschichte, Mainz) fand den Flügel NHMMZ PE 2020/5000-LS während einer Begehung. Herzlich danken wir Dr. Carsten RENKER (Mainz) und Sabine TREPTOW (Waldesch) für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

12. Literatur

- ANDERSON, L. I. (1997): The xiphosuran *Liomesaspis* from the Montceau-les-Mines Konservat-Lagerstätte, Massif Central, France. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen **204**: 415-436. Stuttgart.
- BECK, A. L. & LABANDEIRA, C. C. (1998): Early Permian insect folivory on a giantopterid-dominated riparian flora from north-central Texas. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **142**: 139-173. Amsterdam.
- BÉTHOUX, O. & JARZEMBOWSKI, E. A. (2010): New basal neopterans from Writhlington (UK, Pennsylvanian). – *Alavesia* **3**: 87-96. Vitoria-Gasteiz.
- BÉTHOUX, O. & NEL, A. (2002): Venation pattern and revision of Orthoptera sensu nov. and sister groups. Phylogeny of Palaeozoic and Mesozoic Orthoptera sensu nov. – *Zootaxa* **96**: 1-88. Auckland.
- BÉTHOUX, O. & NEL, A. (2003): Wing venation morphology and variability of *Genarus fischeri* (Brongniart, 1885) sensu Burnham (Panorthoptera; Upper Carboniferous, Commeny, France), with inferences on flight performance. – *Organisms Diversity and Evolution* **3** (3): 173-183. Berlin.
- BÉTHOUX, O. & POSCHMANN, M. (2009): A new lobe-attid insect from the Permo-Carboniferous of Niedermoschel, southwestern Germany (Archaeorthoptera). – *Journal of Orthoptera Research* **18**: 139-143. Philadelphia, PA.
- BÉTHOUX, O., GU, JUN-JIE & REN, D. (2012): A new Upper Carboniferous stem-orthopteran (Insecta) from Ningxia (China). – *Insect Science* **19**: 153-158. Carlton South, Vic.
- BEUTEL, R. G., LUO, X. & WIPPLER, B. (2020): Is †*Umeno-coleus* a roach or a beetle (Dictyoptera or Coleoptera)? – *Palaeoentomology* **3** (1): 96-102. Auckland. <https://doi.org/10.11646/palaeoentomology.3.1.13>
- BICKNELL, R. D. C. & PATES, S. (2020): Pictorial atlas of fossil and extant horseshoe crabs, with focus on Xiphosurida. – *Frontiers in Earth Science* **8**: article 98. Lausanne. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00098>
- BOY, J. A. (1976): Überblick über die Fauna des saarpfälzischen Rotliegenden (Unter-Perm). – *Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen* **5**: 13-85. Mainz.
- BOY, J. A., HANEKE, J., KOWALCZYK, G., LORENZ, V., SCHINDLER, T., STOLLHOFEN, H. & THUM, H. (2012): Rotliegend im Saar-Nahe-Becken, am Taunus-Südrand und im nördlichen Rheingraben. – 254-377. In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [eds]: *Stratigraphie von Deutschland X. Rotliegend. Part I: Innervariatische Becken. – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* **61**: 882 S. Stuttgart.
- BRAUCKMANN, C. (2007): Die Insekten im Permokarbon des Saar-Nahe-Beckens. – 170-196. In: SCHINDLER, T. & HEIDTKE, U. H. J. [Hrsg.]: *Kohlesümpfe, Seen und Halbwüsten. Dokumente einer rund 300 Millionen Jahre alten Lebewelt zwischen Saarbrücken und Mainz. – Pollichia-Sonderveröffentlichung* **10**: 316 S., Bad Dürkheim.
- BRAUN, A. (1997): Vorkommen, Untersuchungsmethoden und Bedeutung tierischer Cuticulae in kohlgigen Sedimentgesteinen des Devons und Karbons. – *Palaeontographica Abteilung A* **24**: 83-156. Stuttgart.
- BUATOIS, L. & MANGANO, M. G. (2011): Ichnology: organism-substrate interactions in space and time. – 358 pp., Cambridge University Press. Cambridge.
- CARPENTER, F. M. (1944): Carboniferous insects from the vicinity of Mazon Creek. – *Illinois State Museum, Scientific Papers* **3** (1): 1-20. Springfield, Ill.
- COTY, D., HÁVA, J., PROKOP, J., ROQUES, P. & NEL, A. (2014): New archaeorthopteran insects from the Late Carboniferous of the Nord and Pas-de-Calais basins in northern France (Insecta: Cnemidolestodea, Panorthoptera). – *Zootaxa* **3878** (5): 462-470. Auckland.
- CRAMPTON, G. C. (1928): The grouping of insect orders and their lines of descent. – *The Entomologist* **61**: 82-85. London.
- DUNCAN, I. J. (1997): The taphonomy of insects. – 328 pp., PhD thesis, University of Bristol. Bristol.
- DUNCAN, I. J., TITCHENER, F. & BRIGGS, D. E. G. (2003): Decay and disarticulation of the cockroach: implications for preservation of the blattoids of Writhlington (Upper Carboniferous), UK. – *Palaaios* **18**: 256-265. Tulsa, Oklahoma.
- DUNLOP, J. A., LEGG, D. A., SELDEN, P. A., FET, V., SCHNEIDER, J. W. & RÖSSLER, R. (2016): Permian scorpions from the Petrified Forest of Chemnitz, Germany. – *BMC Evolutionary Biology* **16**: 72. London. <https://doi.org/10.1186/s12862-016-0634-z>
- DUNLOP, J. A., PENNEY, D. & JEKEL, D. (2020): A summary list of fossil spiders and their relatives. In: *World Spider Catalog. Natural History Museum Bern*, online at <http://wsc.nmbe.ch>, version 20.5, accessed on 30.11.2020.
- EAGAR, R. M. C., BAINES, J. G., COLLINSON, J. D., HARDY, P. G., OKOLO, S. A. & POLLARD, J. E. (1985): Trace fossil assemblages and their occurrence in Silesian (mid-Carboniferous) deltaic sediments of the Central Pennine Basin, England. In: CURRAN, H. A. [ed.]: *Biogenic structures: their use in interpreting depositional environments. – Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* **35**: 99-149. Tulsa, Oklahoma.
- FERNÁNDEZ, J. A. & CHIESA, J. O. (2020): Plant-insect interactions in the fossil flora of the Bajo de Veliz Formation (Gzhelian – Asselian): San Luis, Argentina. – *Ichnos* **27** (2): 156-166. London. <https://doi.org/10.1080/10420940.2019.1697263>
- GEUSZEK, A. (1995): Invertebrate trace fossils in the continental deposits of an Upper Carboniferous coal-bearing succession, Upper Silesia, Poland. – *Studia Geologica Polonica* **108**: 171-202. Krakau.
- HAMPE, O. (1996): Dermale Skelettelemente von *Lisodius* (Chondrichthyes: Hybodontidae) aus dem Unterperm des Saar-Nahe-Beckens. – *Paläontologische Zeitschrift* **70**: 225-243. Stuttgart.
- HARDING, I. C. & CHANT, L. S. (2000): Self-sedimented diatom mats as agents of exceptional fossil preservation in the Oligocene Florissant lake beds, Colorado, United States. – *Geology* **28**: 195-198. Boulder, Col.
- HEIDTKE, U. H. J. (1999): Erster Nachweis von *Arthropleura* (Arthropoda) aus dem pfälzischen Rotliegend. – *Pollichia-Kurier* **15** (2): 12. Bad Dürkheim.
- HITCHCOCK, E. (1858): *Ichnology of New England. A report on the sandstone of the Connecticut Valley, especially its footmarks.* – 220 pp., W. White. Boston.
- HÖRNSCHEMEYER, T. (1999): Fossil insects from the Lower Permian of Niedermoschel (Germany). *AMBA projects AM/PFICM98/1.99. – Proceedings of the First International Palaeoentomological Conference, Moscow 1998*: 57-59. Bratislava.
- HÖRNSCHEMEYER, T. & STAPF, H. (2001): Review of Blattinopsidae (Protorthoptera) with description of new species from the Lower Permian of Niedermoschel (Germany). – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* **221**: 81-109. Stuttgart.
- JARZEMBOWSKI, E. A. (2005): Colour and behaviour in Late Carboniferous terrestrial arthropods. – *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* **156**: 381-386. Stuttgart.
- KERP, J. H. F., POORT, R. J., SWINKELS, H. A. J. M. & VERWER, R. (1990): Aspects of Permian Palaeobotany and Palynology. IX. Conifer-dominated Rotliegend floras from the Saar-Nahe Basin (?Late Carboniferous-Early Permian; SW-Germany) with special reference to the reproductive biology of early conifers. – *Review of Palaeobotany and Palynology* **62**: 205-248. Amsterdam.
- KIREJTSHUK, A. G. (2020): Taxonomic review of fossil coleopterous families (Insecta, Coleoptera). Suborder Archostemata: Superfamilies Coleopseioidea and Cupedoidea. – *Geosciences* **10** (2), 73. Basel. <https://doi.org/10.3390/geosciences10020073>
- KIREJTSHUK, A. G., POSCHMANN, M., PROKOP, J., GARROUSTE, R. & NEL, A. (2014): Evolution of the elytral venation and structural adaptations in the oldest Palaeozoic beetles (Insecta: Coleoptera: Tshekardocoleidae). – *Journal of Systematic Palaeontology* **12**: 575-600. Cambridge. <https://doi.org/10.1080/14772019.2013.821530>
- KÖNIGER, S., LORENZ, V., STOLLHOFEN, H. & ARMSTRONG, R. A. (2002): Origin, age and stratigraphic significance of distal fallout ash tuffs from the Carboniferous-Permian continental Saar-Nahe Basin (SW Germany). – *International Journal of Earth Science (Geologische Rundschau)* **91**: 341-356. Stuttgart.
- LAASS, M. & HAUSCHKE, N. (2019): Earliest record of exophytic insect oviposition on plant material from the latest Pennsylvanian (Gzhelian, Stephanian C) of the Saale Basin, Germany. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **534**: 109337. Amsterdam. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.109337>
- LABANDEIRA, C. C., WILF, P., JOHNSON, K. R. & MARSH, F. (2007): *Guide to insect (and other) damage types on compressed plant fossils. Version 3.0.* – 25 pp., Smithsonian Institution, Washington, D. C.
- LAMSDALL, J. C. (2020): The phylogeny and systematics of Xiphosura. – *PeerJ* **8**: e10431. London. <https://doi.org/10.7717/peerj.10431>
- LAUSBERG, S. & KERP, H. (2000): Eine Coniferen-dominierte Flora aus dem Unterrotliegend von Alsenz, Saar-Nahe-Becken, Deutschland. – *Feddes Repertorium* **111**: 399-426. Berlin.
- MALZ, H. & POSCHMANN, M. (1993): Erste Süßwasser-Limuliden (Arthropoda, Chelicerata) aus dem Rotliegenden der Saar-Nahe-Senke. – *Osnabrücker naturwissenschaftliche Mitteilungen* **19**: 21-34. Osnabrück.
- MARTÍNEZ-DELCLÓS, X. & MARTINELL, J. (1993): Insect taphonomy experiments: their application to the Cretaceous outcrops of lithographic limestones from Spain. – *Kaupia* **2**: 133-144. Darmstadt.
- MCCORMICK, S. J. & POLIS, G. A. (1990): Prey, predators, and parasites. – 294-320. In: POLIS, G. A. [ed.]: *The Biology of Scorpions.* – 587 pp., Stanford University Press. Stanford, CA.
- MICHELAU, P. (1955): *Belorhaphe kochi* (LUDWIG 1869), eine Wurmspur im europäischen Karbon. – *Geologisches Jahrbuch* **71**: 299-330. Hannover.
- MINTER, N. J., BRADY, S. J. & VOIGT, S. (2007): Klein aber fein – Die Arthropodenfährten aus dem Permokarbon des Saar-Nahe-Beckens. – 198-205. In: SCHINDLER, T. & HEIDTKE, U. H. J. [Hrsg.]: *Kohlesümpfe, Seen und Halbwüsten. Dokumente einer rund 300 Millionen Jahre alten Lebewelt zwischen Saarbrücken und Mainz. – Pollichia-Sonderveröffentlichung* **10**: 316 S., Bad Dürkheim.

- MONTENARI, M. & UHL, D. (2005): Mikroanalytische und rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen zur Taphonomie von Arthropoden in „kontaktmetamorphem“ Sedimenten – Erste Ergebnisse. – Mitteilungen der Pollichia **91**: 13-20. Bad Dürkheim.
- NEL, A. & POSCHMANN, M. J. (2020): A new stem Orthoptera (Archaeorthoptera: Oedischioidae) from the Early Permian of the Saar-Nahe basin, southwest Germany. – *Geobios* **63**: 47-52. Amsterdam. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2020.10.001>
- NEL, A. & POSCHMANN, M. J. (2021): Comparison of the recently described early Permian paoliid genus *Permometovia* with the ‘eoblattid’ genera of the families Permuliidae and Permoteropsidae. – *Palaeoentomology* **4**: 39-43. Auckland. <https://doi.org/10.11646/palaeoentomology.4.1.8>
- PEÑALVER, E., MARTÍNEZ-DELCLOS, X. & DE RENZI, M. (2002): Evidence of continental microbial mats based on the study of fossil insects – examples from two Spanish *Konservat Fossil-Lagerstätten*. – 281-287. In: DE RENZI, M. et al. [eds]: Current topics on taphonomy and fossilization. – 544 pp., Valencia.
- POSCHMANN, M. (2007): Gliederfüßer (ohne Insekten und Krebstiere). – 124-143. In: SCHINDLER, T. & HEIDTKE, U. H. J. [Hrsg.]: Kohlesümpfe, Seen und Halbwüsten. Dokumente einer rund 300 Millionen Jahre alten Lebewelt zwischen Saarbrücken und Mainz. – Pollichia-Sonderveröffentlichung **10**: 316 S., Bad Dürkheim.
- POSCHMANN, M. (2009): Ein fossiler Skorpion aus dem Oberkarbon (Westfalium C) des Saar-Nahe-Beckens (SW-Deutschland). – Mitteilungen der Pollichia **94**: 5-10. Bad Dürkheim.
- POSCHMANN, M. J. & NEL, A. (2020): New Early Permian insects (Insecta: Paoliida and Grylloblattida) from the Niedermoschel black shale of the Saar-Nahe Basin, SW Germany. – *Palaeoentomology* **3**: 623-631. Auckland. <https://doi.org/10.11646/palaeoentomology.3.6.14>
- POSCHMANN, M. & SCHINDLER, T. (1997): Ein Neufund von *Fayolia* sp. (Chondrichthyes: Hai-Eikapsel) mit paläoökologischen Anmerkungen zum Fundhorizont (Niedermoschel-Bank, Unteres Rotliegend; Saar-Nahe-Becken). – Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen **26**: 25-36. Mainz.
- POSCHMANN, M. & SCHINDLER, T. (2004): Sitters and Grügelborn, two important Fossil-Lagerstätten in the Rotliegend (?Late Carboniferous – Early Permian) of the Saar-Nahe Basin (SW-Germany), with the description of a new palaeoniscoid (Osteichthyes, Actinopterygii). – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* **232**: 283-314. Stuttgart.
- PROKOP, J., WEISS, K.-D., DECHAMBRE, R.-P. & NEL, A. (2012): Early Permian insects from Saar-Nahe Basin of Odernheim town site, Rheinland-Pfalz in Germany (Insecta, Grylloblattida, Blattinoidea). – *Geodiversitas* **34**: 271-281. Paris.
- PROKOP, J., PECHAROVÁ, M., GARROUSTE, R., BEATTIE, R., CHINTAUAN-MARQUIER, I. C. & NEL, A. (2017): Redefining the extinct orders Miomoptera and Hypoperlida as stem acercarian insects. – *BMC Evolutionary Biology* **17**: 205. London. <https://doi.org/10.1186/s12862-017-1039-3>
- REIS, O. M. (1913): Über einige im Unter- und Oberrotliegenden des östlichen Pfälzer Sattels gefundene Tierreste. – *Geognostische Jahreshefte* **25**: 237-254. München.
- SCHACHAT, S. R., LABANDEIRA, C. C., GORDON, J., CHANEY, D., LEVI, S., HALTHORE, M. N. & ALVAREZ, J. (2014): Plant-insect interactions from Early Permian (Kungurian) Colwell Creek Pond, north-central Texas: the early spread of herbivory in riparian environments. – *International Journal of Plant Sciences* **175** (8): 855-890. Chicago. <https://doi.org/10.1086/677679>
- SCHINDLER, T. (1997): Neue lithostratigraphische Leithorizonte im unteren Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens (U. Perm, SW-Deutschland). 1. Leithorizonte der lithostratigraphischen Einheit Lauterecken- bis Odernheim-Schichten L-O 5 (Boy and Fichter). – Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen **26**: 37-44. Mainz.
- SCHINDLER, T. (2007): Geologie, Stratigraphie und Genese des permokarbonischen Saar-Nahe-Beckens. – 4-37. In: SCHINDLER, T. & HEIDTKE, U. H. J. [Hrsg.]: Kohlesümpfe, Seen und Halbwüsten. Dokumente einer 300 Millionen Jahre alten Lebewelt zwischen Saarbrücken und Mainz. – Pollichia-Sonderveröffentlichung **10**: 316 S., Bad Dürkheim.
- SCHINDLER, T. & POSCHMANN, M. (2012): Das jüngste Vorkommen von Pfeilschwanzkrebsen (Xiphosurida, Euproopidae) im Saar-Nahe-Becken, mit Anmerkungen zur Paläoökologie der Fundschichten (Perm, Südwestdeutschland). – Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen **40**: 23-38. Mainz.
- SCHUBNEL, T., DESUTTER-GRANDCOLAS, L., LEGENDRE, F., PROKOP, J., MAZURIER, A., GARROUSTE, R., GRANDCOLAS, P. & NEL, A. (2020): To be or not to be: postcubital vein in insects revealed by microtomography. – *Systematic Entomology* **45**: 327-336. Oxford. <https://doi.org/10.1111/syen.12399>
- SMITH, D. M. (2012): Exceptional preservation of insects in lacustrine environments. – *Palaos* **27**: 346-353. Tulsa, Oklahoma.
- TIAN, Q., WANG, S., YANG, Z., MCNAMARA, M. E., BENTON, M. J. & JIANG, B. (2020): Experimental investigation of insect deposition in lentic environments and implications for formation of Konservat Lagerstätten. – *Palaeontology* **63**: 565-578. Oxford. <https://doi.org/10.1111/pala.12472>
- UHL, D. (1999): Syncarids (Crustacea, Malacostraca) from the Stephanian D (Upper Carboniferous) of the Saar-Nahe-Basin (SW-Germany). – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte* **1999**: 679-697. Stuttgart.
- UHL, D. (2008): Die Paläoflora aus dem Rotliegend (Oberkarbon – Unterperm; Meisenheim Formation; M5) von Niedermoschel (Saar-Nahe-Becken, SW-Deutschland). – Mainzer geowissenschaftliche Mitteilungen **36**: 7-36. Mainz.
- ZHERIKHIN, V. V. (2002): Patterns of insect burial and conservation. – 17-63. In: RASNITSYN, A. P. & QUICKE, D. L. J. [eds]: History of Insects. – 517 pp., Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

Anschriften der Verfasser

Markus J. Poschmann &
Dr. Thomas Schindler
Generaldirektion Kulturelles Erbe RLP
Direktion Landesarchäologie/Erdgeschichte
Niederberger Höhe 1
D-56077 Koblenz
E-Mails: markus.poschmann@gdke.rlp.de;
thomas.schindler@gdke.rlp.de

Prof. Dr. André Nel
Institut de Systématique, Evolution,
Biodiversité
ISYEB, UMR 7205, CNRS, MNHN,
UPMC, EPHE, Muséum national d'Histoire
naturelle, Sorbonne Universités
57 rue Cuvier, CP 50, Entomologie
F-75005, Paris, France
E-Mail: andre.nel@mnhn.fr

Prof. Dr. Dieter Uhl
Senckenberg Forschungsinstitut und
Naturmuseum
Senckenberganlage 25
D-60325 Frankfurt am Main
E-Mail: dieter.uhl@senckenberg.de

Manuskript eingegangen: 10.02.2021

Appendix: Systematic description and discussion of wing NHMMZ PE 2020/5000-LS (A. NEL & M. J. POSCHMANN)

Methods

We follow the wing venation nomenclature of BÉTHOUX & NEL (2002) and SCHUBNEL et al. (2020) for the Archaeorthoptera. Abbreviations: C costa; ScA subcosta anterior; ScP subcosta posterior; RA radius anterior; RP radius posterior; MA median anterior; MP median posterior; CuA cubitus anterior; CuP cubitus posterior; PCu postcubital vein; AA anal veins.

Systematic palaeontology

Superorder **Archaeorthoptera** BÉTHOUX & NEL, 2002
Clade **Panorthoptera** CRAMPTON, 1928 (sensu BÉTHOUX & NEL 2002)
Genus and species undetermined
Tafel 6C

Material: Specimen NHMMZ PE 2020/5000-LS a,b (basal half of a forewing, part and counterpart), stored at the Naturhistorisches Museum Mainz, Landessammlung für Naturkunde Rheinland-Pfalz.

Age and outcrop: Early Permian, Rotliegend, Meisenheim Formation (M5), near the cemetery of Mannweiler-Cölln/Palatinate, Germany.

Description: Counterpart of the basal half of a well-preserved forewing. Preserved length 15.0 mm, width 5.3 mm; apparently a ScA independent of ScP at wing base; ScP anteriorly pectinate, ending on anterior wing margin, with long simple branches, more or less curved, the most basal one being distinctly longer than others; area between costal margin and ScP 1.3 mm wide; base of RP 13.5 mm distal of wing base; ScP and R(+M+CuA) basally separated; presence of a common stem R+(M+CuA); RA convex, simple; area between R and ScP broad with several simple crossveins; only base of RP preserved; CuA separated from M in basal

third of wing; M forked into rather convex MA and rather concave MP 1.5 mm distally; preserved part of MA simple and straight, but distal part missing, but MA apparently well distant from RP; preserved part of MP simple but all its apical part missing; CuA fused with CuPα 0.7 mm distal of its separation from M; rather elongate (ca. 4.0 mm long) preserved part of CuA+CuPα simple without any posterior branch; CuPα elongate basal of its fusion with CuA, 1.4 mm long; CuPβ simple; a series of simple crossveins in area between CuA+CuPα and CuPβ; division of CuP into CuPa and CuPb 4.0 mm from wing base; CuPa elongate, 5.0 mm long before its fork; CuPb simple; area between CuPa and CuPb as broad as that between CuA+CuPα and CuPβ; anal veins, poorly preserved, apparently all simple.

Discussion: The venation of this forewing corresponds to that of a clade Panorthoptera CRAMPTON, 1928 sensu BÉTHOUX & NEL (2002: 27) because of the following synapomorphies: CuPa differentiated into two branches (CuPα and CuPβ) just basal of the fusion of the anterior one (CuPα) with CuA (synapomorphy of Panorthoptera); ScP probably reaching anterior wing margin and not RA; CuPb simple.

A more precise attribution to the Orthoptera (sensu BÉTHOUX & NEL 2002: 38-39) cannot be done because we lack information on the distal forks of MA, MP, and 1A.

Even if this fossil shares some characters with the Geraridae (a long basal stem of CuPa, a rather short stem of M, and a rather long stem of CuA+CuPα), the veins CuPβ and CuPb seem to be simple, which would exclude affinities with the Geraridae that have a branched CuP (BÉTHOUX & NEL 2002: fig. 13, BÉTHOUX & NEL 2003, BÉTHOUX & JARZEMBOWSKI 2010: 92). Also, the distal free part of CuPα is long, unlike in the Geraridae. Lastly the cells in the areas between the branches of CuP and M are nearly all rectangular, unlike in the Geraridae, but this character is not very stable in this family. This fossil shows some similarities with *Heterologus* CARPENTER, 1944 or with *Bruaylogus* COTY et al., 2014 but the

distal free part of CuPα is quite longer than in these taxa and the area between ScP and R is distally broadened, while ScP ends in R in these genera (CARPENTER 1944, BÉTHOUX et al. 2012, COTY et al. 2014).
In fact, there is no taxon in the Panorthoptera that would fit exactly with this fossil. It is

probably a new genus and species, even family, but it is too incomplete to permit naming it. Nevertheless, it confirms that the diversity of this clade was already very high during the Late Carboniferous – Early Permian.

Tabelle 1: Zusammenstellung der bislang aus der Niedermoschel-Bank beschriebenen Makrofossil-Taxa.

Fossilgruppe	Taxa	Literatur
Pflanzen	hydro- bis hygrophile Standorte: Sphenopsiden, Calamiten: <i>Annularia spinulosa</i> STERNBERG <i>Annularia spicata</i> (GUTBIER) SCHIMPER <i>Asterophyllites equisetiformis</i> (SCHLOTHEIM ex STERNBERG) BRONGNIART <i>Asterophyllites longifolius</i> (STERNBERG) BRONGNIART <i>Calamites</i> spp. cf. <i>Palaeostachya</i> sp. Sphenopsiden, Sphenophyllen: <i>Sphenophyllum thonii</i> MAHR <i>Sphenophyllum oblongifolium</i> (GERMAR & KAULFUSS) UNGER <i>Sphenophyllum</i> spp. Lycopsiden: <i>Lepidostrobophyllum</i> sp. Farne: <i>Scolecopteris</i> cf. <i>arborescens</i> (SCHLOTHEIM ex BRONGNIART) STUR <i>Pecopteris</i> (<i>Scolecopteris</i>) cf. <i>oreopteridia</i> (SCHLOTHEIM) BRONGNIART <i>Pecopteris</i> (<i>Scolecopteris</i>) <i>candolleana</i> BRONGNIART <i>Pecopteris</i> (<i>Scolecopteris</i>) cf. <i>densifolia</i> GÖPPERT <i>Pecopteris monyi</i> ZEILLER <i>Pecopteris</i> spp. indet. <i>Asterotheca sternbergii</i> (GÖPPERT) STUR <i>Remia pinnatifida</i> (GUTBIER) KNIGHT <i>Crossothea</i> sp. Pteridospermen, Callistophytaceen: <i>Dicksonites pluckenettii</i> (SCHLOTHEIM ex STERNBERG) STERZEL	UHL 2008
	meso- bis xerophile Standorte: Pteridospermen, Medullosaceen: cf. <i>Neurodontopteris auriculata</i> (BRONGNIART) POTONIÉ Cordaiten: <i>Cordaites</i> sp. Koniferen: Coniferae indet. <i>Gomphostrobus bifidus</i> (GEINITZ) POTONIÉ cf. <i>Dicranophyllum gallicum</i> GRAND'EURY Pteridospermen, Peltaspermeen: <i>Autunia conferta</i> (STERNBERG) KERP <i>Rhachiphyllum schenkii</i> (HEYER) KERP	

Insekten	Paoliida, Blattinopsidae: <i>Blattinopsis ebersi</i> (DOHRN) <i>Blattinopsis reticulata</i> (GERMAR) <i>Blattinopsis seberi</i> HÖRNSCHEMEYER & STAPF <i>Blattinopsis</i> sp. <i>Glaphyrophlebia arnulfi</i> HÖRNSCHEMEYER & STAPF <i>Glaphyrophlebia jeckenbachi</i> HÖRNSCHEMEYER & STAPF <i>Glaphyrophlebia parvavena</i> HÖRNSCHEMEYER & STAPF <i>Glaphyrophlebia rohwedderi</i> HÖRNSCHEMEYER & STAPF <i>Glaphyrophlebia</i> sp. Paoliida, Paoliidae: <i>Permula lebachensis</i> (SCHLECHTENDAL) <i>Permula</i> (= <i>Permomertovia</i>) <i>simpliciradius</i> (POSCHMANN & NEL) Blattodea indet. Lemmatophorina, Euryptilonidae: <i>Oborella germanica</i> PROKOP, WEISS, DECHAMBRE & NEL <i>Oborella brauckmanni</i> PROKOP, WEISS, DECHAMBRE & NEL <i>Oborella monsjovisensis</i> POSCHMANN & NEL Miomoptera (=Palaeomanteidae): cf. <i>Palaeomantis</i> sp. Stammgruppenvertreter der Orthoptera (Archaeorthoptera): <i>Nosipteron niedermoschelensis</i> BÉTHOUX & POSCHMANN <i>Palatinoedischia elongata</i> NEL & POSCHMANN Cnemidolestidae incertae sedis genus et species indet. Glosselytrodea indet. (?)Coleoptera indet.	HÖRNSCHEMEYER 1999, HÖRNSCHEMEYER & STAPF 2001, BÉTHOUX & POSCHMANN 2009, PROKOP et al. 2012, NEL & POSCHMANN 2020, 2021, POSCHMANN & NEL 2020, diese Arbeit
Krebstiere	Syncarida indet. Conchostraca indet. Ostracoda indet.	REIS 1913, POSCHMANN & SCHINDLER 1997, UHL 1999
Cheliceraten	Xiphosurida, Belinuridae: <i>Liomesaspis laevis</i> RAYMOND	MALZ & POSCHMANN 1993, POSCHMANN 2007
Myriapoden	Arthropleurida: <i>Arthropleura</i> sp.	HEIDTKE 1999
Vertebraten	Chondrichthyes: <i>Triodus palatinus</i> HAMPE <i>Xenacanthus meisenheimensis</i> HAMPE <i>Lissodus</i> sp. NM <i>Fayolia</i> sp. NM (Haiei) Osteichthyes: <i>Paramblypterus</i> sp. <i>Elonichthys</i> cf. <i>fritschi</i> FRIEDRICH <i>Acanthodes</i> sp. Amphibia: Branchiosauridae indet.	HAMPE 1996, POSCHMANN & SCHINDLER 1997, SCHINDLER & POSCHMANN 2012
Ichnotaxa	<i>Cochlichnus</i> cf. <i>anguineus</i> HITCHCOCK diverse Arthropoden-induzierte Schadbilder an Pflanzen	diese Arbeit

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mainzer naturwissenschaftliches Archiv](#)

Jahr/Year: 2021

Band/Volume: [58](#)

Autor(en)/Author(s): Poschmann Markus J., Nel André, Schindler Thomas, Uhl Dieter

Artikel/Article: [Die Niedermoschel-Bank, ein bedeutender Fundhorizont mit einer hoch-diversen Insekten- und Pflanzenassoziaton im Rotliegend \(Unterperm\) des Saar-Nahe-Beckens \(Rheinland-Pfalz, SW-Deutschland\) 17-40](#)