

Das jüngste Vorkommen von Pfeilschwanzkrebse (Xiphosurida, Euproopidae) im Saar-Nahe-Becken, mit Anmerkungen zur Paläoökologie der Fundschichten (Perm, Südwestdeutschland)

THOMAS SCHINDLER & MARKUS POSCHMANN

Kurzfassung: Der Nachweis von Pfeilschwanzkrebse (Xiphosurida) aus dem permokarbonischen Saar-Nahe-Becken gelang erstmals vor zwei Jahrzehnten. Seitdem sind eine ganze Reihe weiterer Funde getätigt worden, die bisher alle aus der Meisenheim-Formation stammten. Kürzlich erschlossen Straßenbauarbeiten ein deutlich jüngeres Vorkommen, welches hier vorgestellt wird. Die Fundhorizonte werden lithofaziell und paläoökologisch ausgewertet und miteinander verglichen. Gemeinsam ist allen, dass es sich um Ablagerungen aus mäßig tiefen bis tiefen Seen mit zumindest zeitweiser Durchlüftung bis zum Seeboden und im Einflussbereich eines Deltas handelt.

Abstract: The first record of horseshoe crabs (Xiphosurida) from the Permocarboniferous of the Saar-Nahe Basin dates from about two decades ago. Since then a number of new finds have come to light, all from the Meisenheim Formation of the lower Rotliegend. Recently, a new occurrence, which belongs to the younger Thallichtenberg Formation, has been detected during earthworks. This constitutes the hitherto youngest occurrence of Xiphosurids in the Saar-Nahe Basin. The Xiphosurid host strata are evaluated and compared to each other in terms of lithology and palaeoecology. In all cases they represent moderately deep to deep lake deposits, which were, at least at times, well-aerated and influenced by deltaic input.

1. Anlass und Untersuchungsmethodik

Die Pfeilschwanzkrebse (Xiphosurida) sind eine Gruppe von Gliederfüßern, deren erstes Extremitätenpaar zu scherenförmigen Greiforganen, den Cheliceren, umgebildet ist. Dieses Merkmal zeichnet sie als Verwandte der ausgestorbenen Seeskorpione (Eurypterida) und der Spinnentiere aus. Der Ursprung der Xiphosuriden lässt sich mittlerweile anhand von unlängst getätigten Fossilfunden bis in das Ordovizium zurück verfolgen (RUDKIN et al. 2008, VAN ROY et al. 2010). Die bislang im Saar-Nahe-Becken nachgewiesenen Pfeilschwanzkrebse lassen sich der Familie Euproopidae zuweisen, deren Lebensweise durchaus kontrovers diskutiert wurde (siehe z. B. SCHULTKA 2000 für eine Zusammenfassung). Wir schließen uns hier der Auffassung an, dass es sich um überwiegend wasserlebende Tiere handelte, die sich allenfalls für kurze Zeiträume an Land aufhielten bzw. deren frühontogenetische Stadien dazu in der Lage waren (ANDERSON 1994, 1997, SCHULTKA 2000).

Die erste Beschreibung von Pfeilschwanzkrebse aus dem Permokarbon des Saar-Nahe-Beckens geht auf MALZ & POSCHMANN (1993) zurück. Seitdem konnten zahlreiche Neufunde getätigt werden (POSCHMANN & SCHINDLER 2004, POSCHMANN 2007). Alle bis-

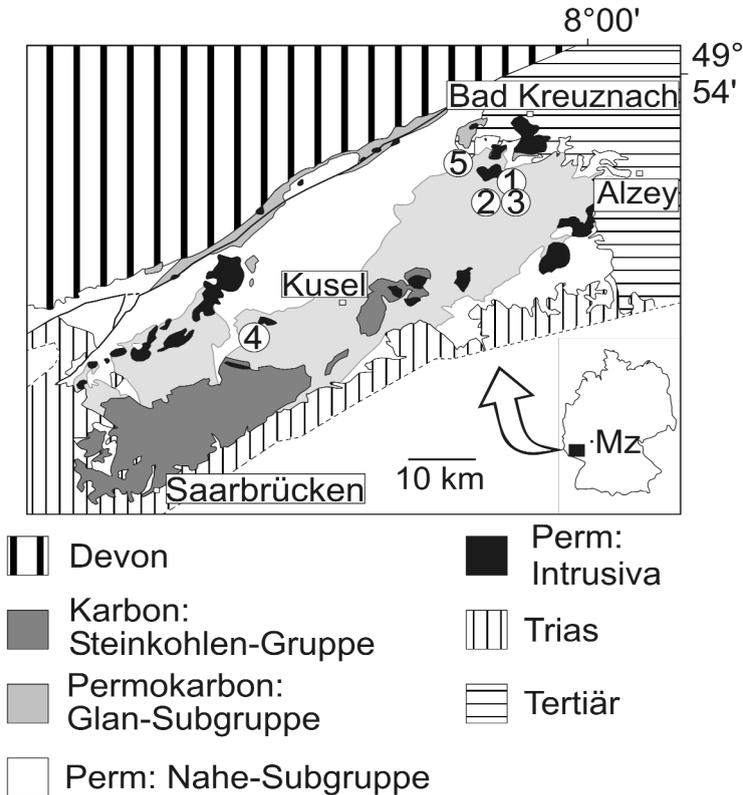


Abb. 1: Geologische Karte des Saar-Nahe-Beckens mit Lage der *Liomesaspis*-Fundstellen (verändert nach POSCHMANN & SCHINDLER 2004); 1 = Niedermoschel, 2 = Sitters II, 3 = Mannweiler-Cölln, 4 = Grüelborn, 5 = Staudernheim.

lang publizierten Nachweise stammten aus der Meisenheim-Formation der Rotliegend-Gruppe.

Während der Erneuerung der Landesstraße L377 zwischen Staudernheim und Abtweiler (Abb. 1) konnten nun erstmals Pfeilschwanzkrebse in dem deutlich jüngeren Niveau der Thallichtenberg-Formation nachgewiesen werden (Abb. 2). In dem vorliegenden Beitrag soll die Paläoökologie innerhalb der Fundschicht diskutiert und mit derjenigen der älteren Fundstellen verglichen werden.

Hinsichtlich der Taxonomie folgen wir hier der vielfach akzeptierten Auffassung von ANDERSON (1997), der mehrere Taxa, darunter auch *Palatinaspis beimbaueri* MALZ & POSCHMANN, 1993 aus dem Saar-Nahe-Becken und *Pringlia fritschi* REMY & REMY, 1959 aus dem Stephan der Halleschen Mulde als jüngere Synonyme von *Liomesaspis laevis* RAYMOND, 1944 betrachtet (siehe z. B. die aktuelle Zusammenstellung von DUNLOP et al. 2012).

Thomas Schindler dankt dem Referat Erdgeschichte der Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz herzlich für den Auftrag zur Baubegleitung.

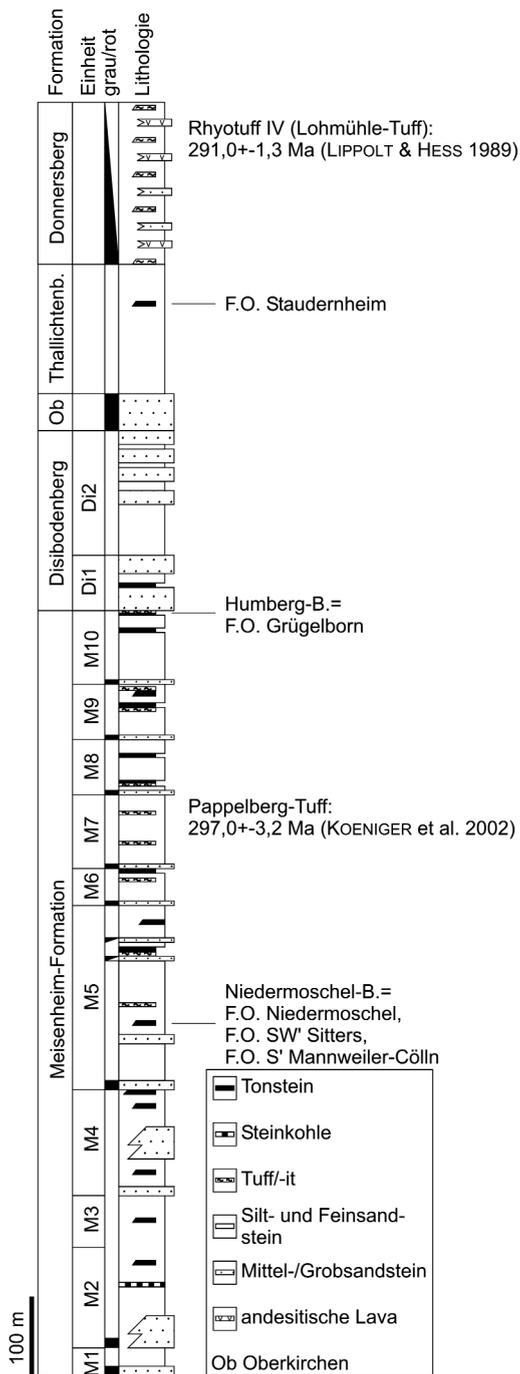


Abb. 2: Lithostratigrafie der jüngeren Glan-Subgruppe und basalen Nahe-Subgruppe des Saar-Nahe-Beckens mit *Liomesaspis*-führenden Fundschichten (verändert nach SCHINDLER 2007).

2. Bisherige Funde von *Liomesaspis* im Saar-Nahe-Becken

Die Xiphosuriden-Gattung *Liomesaspis* war bisher aus zwei Fundschichten an vier Fundstellen bekannt (Tab. 1). Sie liegen in der mittleren und obersten Meisenheim-Formation (Rotliegend-Gruppe; Asselium, Unterperm). Dazu kommt nun die fünfte und jüngste Fundstelle.

Tab. 1: *Liomesaspis*-Fundstellen im Saar-Nahe-Becken.

| Fundstelle | Lithostratigrafie | Bearbeitungen |
|---|--|-------------------------------|
| Straßenböschung in Niedermoschel | Meisenheim-Formation Niedermoschel-Bank | POSCHMANN & SCHINDLER 1997 |
| aufgelassener Steinbruch südwestlich Sitters | Meisenheim-Formation Niedermoschel-Bank | erwähnt in POSCHMANN 2007 |
| Weganschnitt östlich Mannweiler-Cölln | Meisenheim-Formation Niedermoschel-Bank | unpubl. Daten T.SCHINDLER |
| Kanalgraben südlich Grügelborn | Meisenheim-Formation Humberg-Bank | POSCHMANN & SCHINDLER 2004 |
| Straßenböschung südwestlich Staudernheim | Thallichtenberg- Formation. | diese Arbeit |

Von den Fundstellen Niedermoschel, Sitters, und Grügelborn liegen weitgehend vollständige Exemplare vor, ansonsten dominieren isolierte Kopf- und Schwanzschilder.

3. Geologie der Fundstelle Staudernheim

Während der Erneuerung der Landesstraße L377 zwischen Staudernheim und Abtweiler im Frühjahr 2010 konnte durch den Erstautor im Auftrag des Referats Erdgeschichte der Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz die Geologie und Fossilführung der Böschungsanschnitte untersucht werden. Die Ausbaustrecke erschließt eine Abfolge von Sedimenten und Vulkaniten der Oberkirchen-, Thallichtenberg- und Donnersberg-Formation (ATZBACH 1980, 1984). Die Baubegleitung konzentrierte sich auf die Abfolge der Thallichtenberg-Formation, da hier potenziell fossilführende Ton- und Kalksteine bekannt waren (HOLLINGER, unpubl. Diplom-Kartierung Inst. f. Geowiss. Univ. Mainz, 1967).

Die Thallichtenberg-Formation weist hier einerseits graue bis gelbbraune, gebankte bis plattige Mittelsandsteine auf (Fundpunkt 3, R 3404360, H 5514810), teils auch eine Wechsellagerung aus graubraunem, dm-mächtigem Feinsandstein (Trog- bis Kleinrippelschichtung, unruhig plattig gebankt) mit grauem Silt- bis siltigem Feinsandstein mit Pflanzenhäcksel (Fundpunkt 5, R 3404150, H 5514370). In einer ähnlichen Wechsellagerung aus graubraunem, gebanktem Mittelsandstein (Kleinrippelschichtung) und grauolivem, ungeschichtetem bis feingeschichtetem Siltstein (mit mm- und cm-Limonitkonglomerationen) und olivem, sandigem, feingeschichtetem Siltstein mit Helglimmer fand HOLLINGER 1967 einen Tonstein mit Onkoidkalk (Fundpunkt 6, R 3404160, H 5514130), der bei unseren Begehungen nicht wiedergefunden werden konnte. Dieser von BOY et al. (2012) Grundbach-Bank genannte Horizont führt Pflanzenreste und Ostracoden.

Schließlich tritt in verrutschter Lagerung im jüngsten Abschnitt der Thallichtenberg-Formation von Staudernheim ein bisher unbekannter, dunkelgrauer Tonstein im Wechsel mit grauem Siltstein und eingelagerten, dünnen, grauen Feinsandsteinbänkchen auf

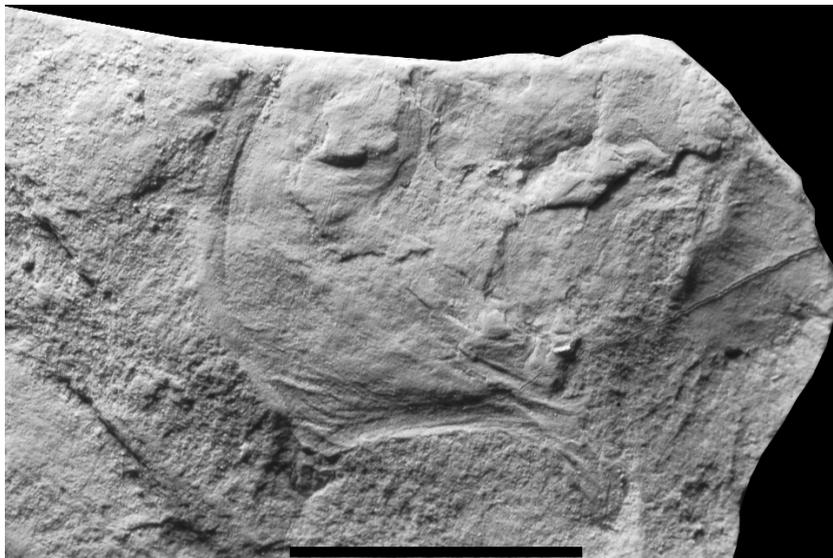


Abb. 3: Prosoma von *Liomesaspis laevis* RAYMOND, 1944, mit Magnesiumoxid geweißt; Maßstab 5 mm (Landessammlung für Naturkunde RLP, PWL2010/5078-LS).

(Fundpunkt 2, R 3404600 H 5515105). Hierin konnte eine aquatische Fauna nachgewiesen werden.

4. Lithofazies, Fossilführung und abgeleitete Paläolimnologie der *Liomesaspis*-Fundschicht in Staudernheim

Folgende Lithofaziestypen wurden nachgewiesen:

- dunkelgrauer, unruhig weit laminiertes Tonstein mit seltenen Ostracoden, ebenfalls seltenen und stark zerdrückten Conchostraken und einem *Liomesaspis*-Prosoma (Abb. 3),
- mm-mächtige Limonit-Lagen im Tonstein mit Pflanzenhäckseln, Samen, Farnfiedern, Ostracoden (Abb. 4), vielen Conchostraken (*Pseudestheria* cf. *glasbachensis* MARTENS, Abb. 5), je einem *Liomesaspis*-Prosoma und -Opisthosoma und einer mit wenigen Leisten skulpturierten aber unbestimmten Schuppe eines Vertreters der Palaeonisci,
- graue, sandige mm-mächtige Siltsteinlagen im Tonstein mit feinen Hellglimmern, vielen sehr kleinen, inkohlten (fusitischen) Häckseln (teils mit Reduktionshof) und seltenen, relativ räumlich erhaltenen Conchostraken,
- in Siltstein eingelagerte cm-mächtige, graue, feingeschichtete Feinsandsteinbänken, teils kohlig wirkend, mit Hellglimmer und Pflanzenhäcksel.

Die Paläolimnologie muss aus dem leicht verrutschten Anstehenden abgeleitet werden: Die weit laminierten Tonsteine deuten auf ein mäßig tiefes, stehendes Gewässer hin. Die Belüftung am Seeboden war gut, was durch das Auftreten von Benthos belegt ist. Das zeigen auch dünne Limonitlagen mit Benthos. Dünne Siltsteinlagen mit Pflanzenhäcksel lassen auf Zuflüsse schließen. Silt- und Feinsandsteine mit Pflanzenhäcksel

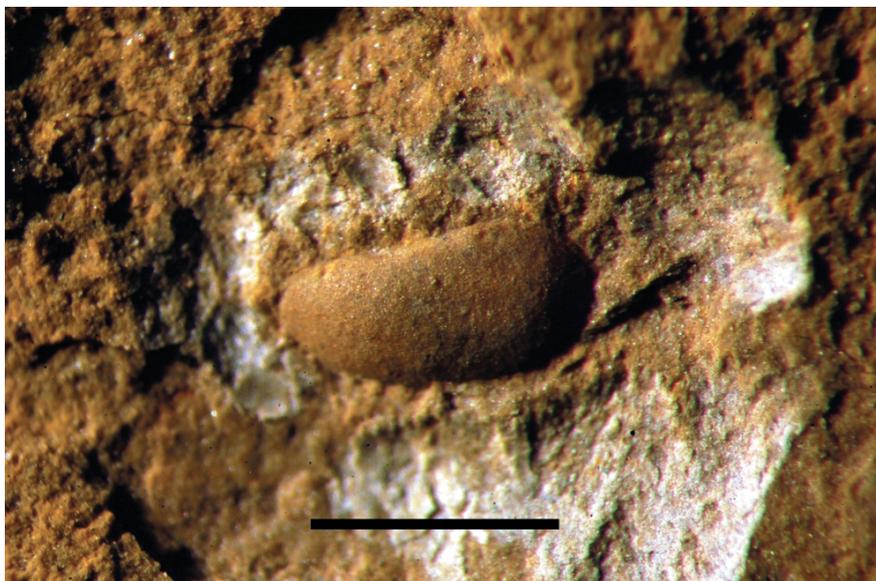


Abb. 4: Ostracode; Maßstab 1 mm (Landessammlung für Naturkunde RLP, PWL2010/5210-LS).



Abb. 5: Conchostrake *Pseudestheria* cf. *glasbachensis*; Maßstab 1 mm (Landessammlung für Naturkunde RLP, PWL2010/5206-LS).

und Fusit weisen auf ein näher rückendes Delta hin. Der See dürfte schließlich verlandet sein, was aber aufgrund der unzulänglichen Aufschlussverhältnisse nicht eindeutig belegt ist.

5. Die Pfeilschwanzkrebse von Staudernheim

Insgesamt liegen drei Pfeilschwanzkrebs-Fossilien vor. Dabei handelt es sich um zwei Prosomata (Abb. 3 und 6) und ein Opisthosoma (Abb. 7). Das Material ist so bruchstückhaft und schlecht erhalten, dass eine eingehende Beschreibung nicht möglich bzw. nicht sinnvoll ist. Das Prosoma zeigt einen vorderen Randsaum sowie deutlich die Ansätze von Genal- und Intergenalstacheln. Die Rhachis ist undeutlich erkennbar und wird seitlich von Furchen gesäumt. Das Opisthosoma zeigt nur einen undeutlichen Umriss, eine gegliederte Rhachis, sowie glatte Seitenfelder und unbestachelte Ränder. So wenig zufriedenstellend die Erhaltung der Pfeilschwanzkrebs-Reste von Staudernheim auch ist, so lassen sie sich immerhin anhand der beobachteten Merkmale von anderen Gattungen innerhalb der Euproopidae, bzw. Limuloidea im Falle der Gattung *Alanops*, abgrenzen. Das Opisthosoma von *Euproops* zeigt auch auf den Seitenflächen Reste der ursprünglichen Segmentierung und seine Ränder sind bestachelt (vgl. ANDERSON 1997). Das Prosoma von *Alanops* weist keine Genal- und Intergenalstacheln auf und unterscheidet sich damit ebenfalls deutlich von den Staudernheimer Resten (vgl. RACHEBOEUF et al. 2002). Laut RAYMOND (1944) fehlen *Anacontium* die Intergenalstacheln und *Prolimulus* die Genalstacheln. Diese Unterschiede könnten aber auch taphonomisch bedingt sein, denn beide Gattungen erscheinen unzulänglich bekannt und revisionsbedürftig. Obwohl eine eindeutige Bestimmung des vorliegenden Materials kaum möglich erscheint, spricht nichts gegen eine artliche Identität der Funde von Staudernheim und der übrigen Funde aus dem Saar-Nahe-Becken. Folglich sprechen wir diese Reste mit Vorbehalt als *Liomesaspis laevis* RAYMOND, 1944 an.

6. Paläoökologischer Vergleich der *Liomesaspis*-Fundsichten des Saar-Nahe-Beckens

Für die Fundstellen Niedermoschel (POSCHMANN & SCHINDLER 1997) und Grügelborn (POSCHMANN & SCHINDLER 2004) wurden bereits Daten zur Paläoökologie publiziert. Eine bei POSCHMANN (2007) erwähnte Fundstelle südwestlich Sitters (hier Sitters II genannt; entspricht nicht dem Fundpunkt südsüdwestlich Sitters in POSCHMANN & SCHINDLER 2004!) sowie eine unpublizierte Fundstelle südlich Mannweiler-Cölln lassen sich mit dem Niveau der Niedermoschel-Bank korrelieren und weisen dieselbe Paläoökologie auf. Für die bisher bekannten Fundstellen und die neue Fundstelle Staudernheim werden Nahrungspyramiden für die aquatischen Ökosysteme aufgestellt und miteinander verglichen.

6.1. Niedermoschel (stellvertretend auch für Sitters II und Mannweiler-Cölln)

Der mittlere Abschnitt des Profils (Schicht 13 bis 1 in POSCHMANN & SCHINDLER 1997) stellt eine Arthropodenlagerstätte dar. Die aquatische Lebensgemeinschaft setzt sich aus Cyanobakterien (Mikroonkoide), Xiphosuriden (*Liomesaspis laevis* RAYMOND, 1944), Ost-racoden, Conchostraken, Malakostraken (Syncarida indet.), Knorpelfischen (*Triodus palatinus* HAMPE, *Xenacanthus meisenheimensis* HAMPE, *Lissodus* sp. NM HAMPE), Acanthodieren (*Acanthodes* sp.), Knochenfischen (*Elonichthys* cf. *fritschi* FRIEDRICH, Amblypteriden) und Tetrapoden (*Apateon* sp.) in Assoziation mit sinuösen Epichnia zusammen (REIS 1913, MALZ & POSCHMANN 1993, HAMPE 1996, POSCHMANN & SCHINDLER 1997, UHL 1999, POSCHMANN 2007, POSCHMANN & UHL 2007). POSCHMANN & SCHINDLER (1997) weisen die

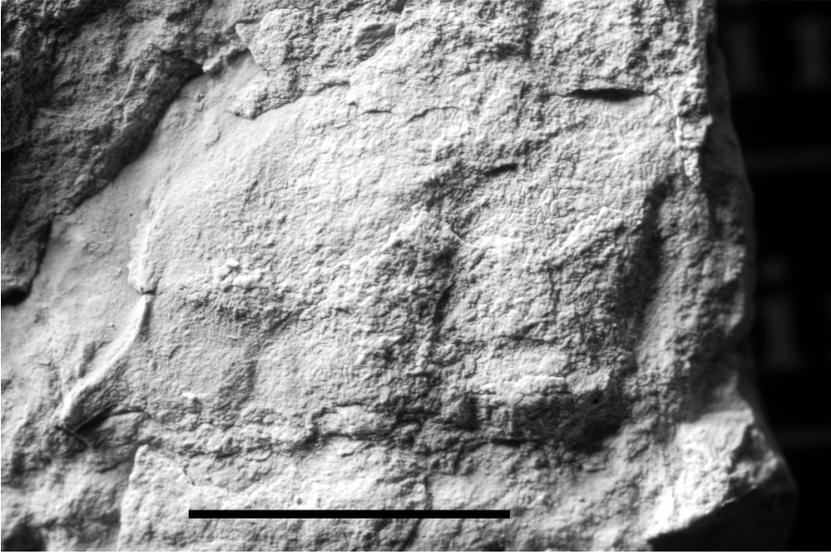


Abb. 6: Prosoma von *Liomesaspis laevis* RAYMOND, 1944, mit Magnesiumoxid geweißt; Maßstab 5 mm (Landessammlung für Naturkunde RLP, PWL2010/5211-LS).

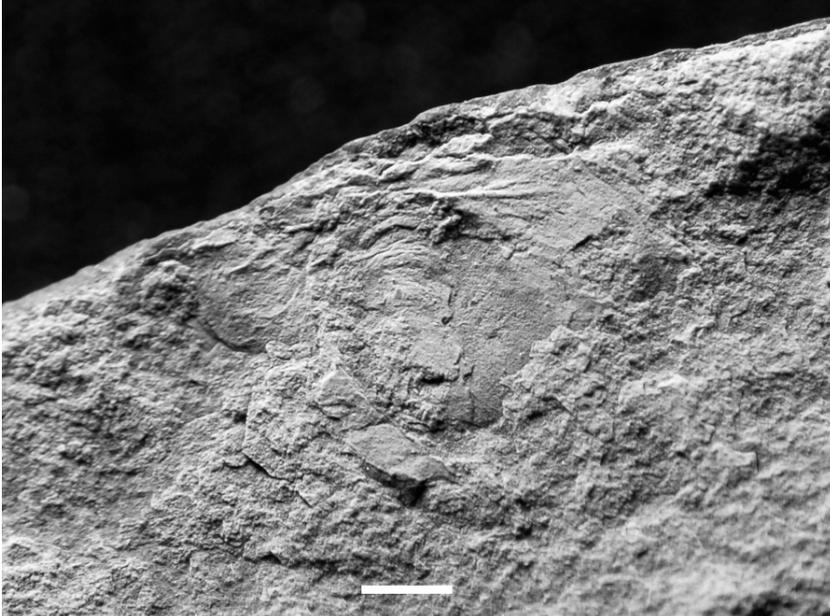


Abb. 7: Opisthosoma von *Liomesaspis laevis* RAYMOND, 1944, mit Magnesiumoxid geweißt; Maßstab 1 mm (Landessammlung für Naturkunde RLP, PWL2010/5212-LS).

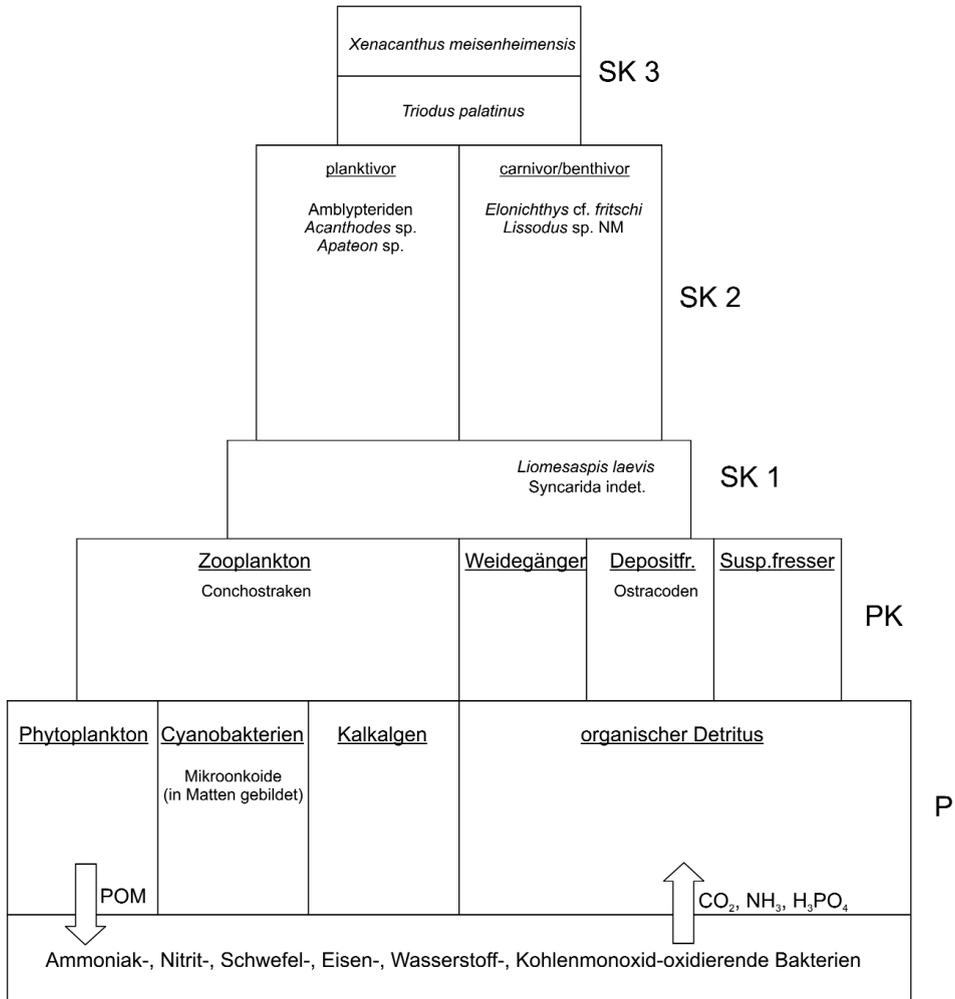


Abb. 8: Nahrungspyramide der *Liomesaspis*-Fundschichten von Niedermoschel (Meisenheim-Formation, Niedermoschel-Bank, Schicht 13 bis 1 in POSCHMANN & SCHINDLER 1997).

Fundschichten einer *Elonichthyiden-Xenacanthiden*-Assoziation zu. Die Nahrungspyramide (Abb. 8) weist gut entwickelte planktivore als auch carnivor/benthivore Nahrungsketten auf.

Ablagerungsmilieu ist ein mäßig tiefer, mittelgroßer See mit (zeitweise) sauerstoffreichem Seeboden im Einflussbereich eines nahen Deltas.

6.2. Grügelborn

Die von hier bekannten *Liomesaspis*-Reste stammen aus dem Aushub eines Kanalgrabens südlich von Grügelborn (POSCHMANN & SCHINDLER 2004). Die aquatische Lebens-

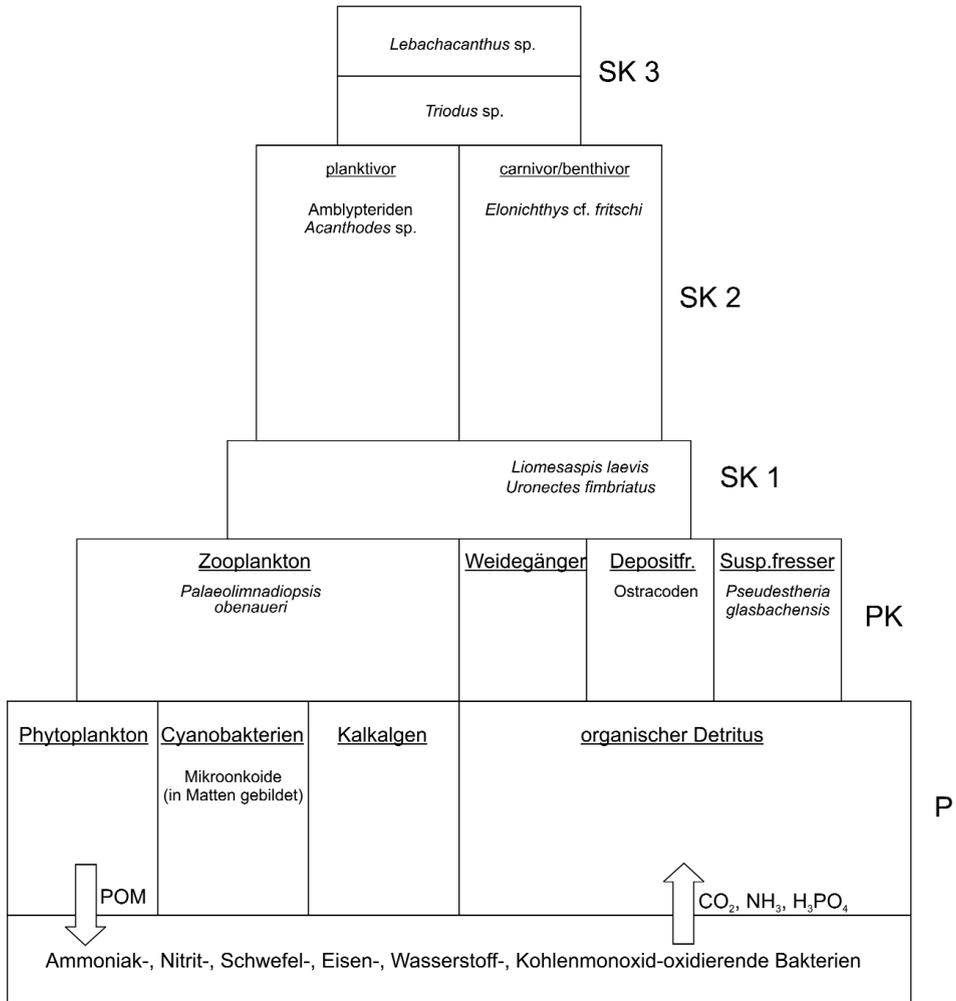


Abb. 9: Nahrungspyramide der *Liomesaspis*-Fundsichten von Grügelborn (Meisenheim-Formation, Humberg-Bank, Seestadium III).

gemeinschaft setzt sich aus Cyanobakterien (Mikroonkoide), Ostracoden, Conchostraken (*Palaeolimnadiopsis obenaueri* (GUTHÖRL), *Pseudestheria glasbachensis* MARTENS), Malakost-raken (*Uronectes fimbriatus* (JORDAN)), Xiphosuriden (*Liomesaspis laevis* RAYMOND, 1944), Acanthodiern (*Acanthodes* sp.), Knorpelfischen (*Triodus* sp., *Lebachacanthus* sp.) und Knochenfischen (*Elonichthys* cf. *fritschi* FRIEDRICH, Amblypteriden) zusammen (POSCHMANN & SCHINDLER 2004). Die Fundsichten gehören einer Elonichthyiden-Xenacanthiden-Assoziation an. Die Nahrungspyramide (Abb. 9) weist gut entwickelte planktivore als auch carnivor/benthivore Nahrungsketten auf.

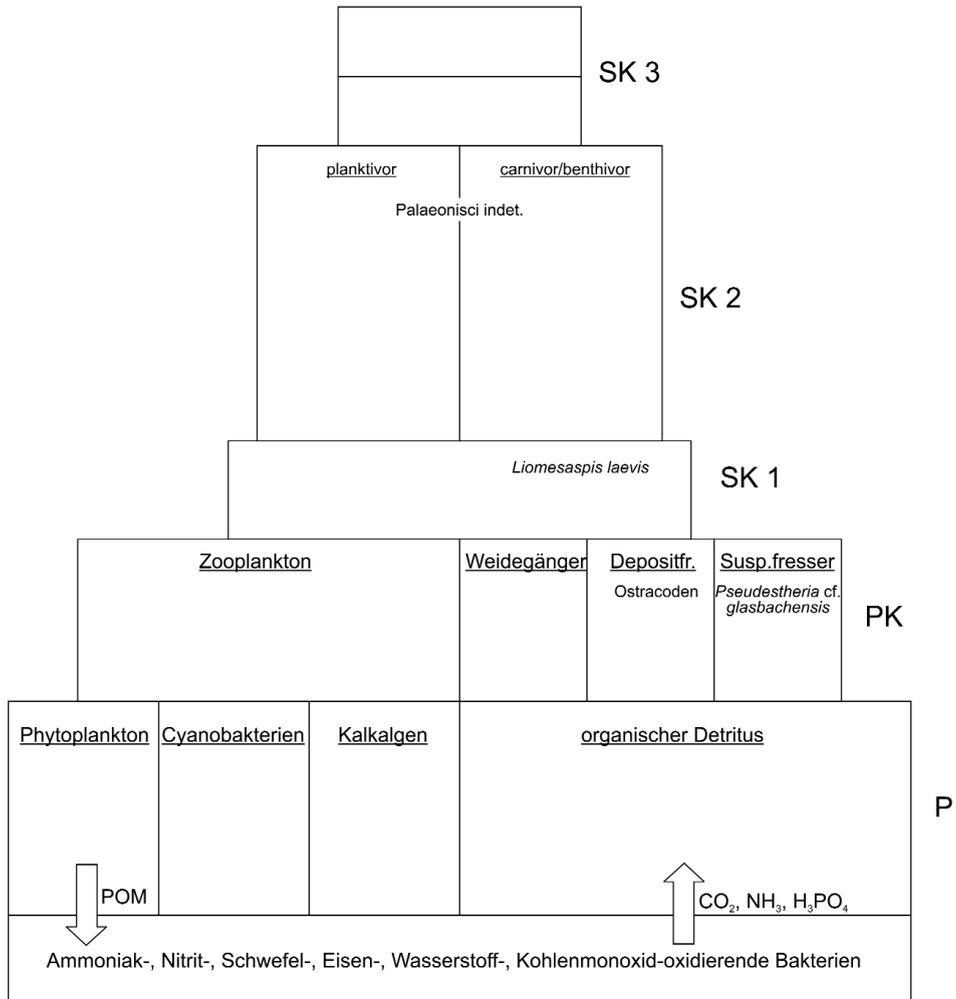


Abb. 10: Nahrungspyramide der *Liomesaspis*-Fundsichten von Staudernheim (Thallichtenberg-Formation).

Ablagerungsmilieu ist ein mäßig tiefer bis tiefer, sehr großer See mit zeitweise guter Belüftung und schwachen Strömungen am Seeboden sowie unter dem Einfluss eines Deltas (POSCHMANN & SCHINDLER 2004).

6.3. Staudernheim

Die aquatische Lebensgemeinschaft setzt sich aus Ostracoden, Conchostraken, Xiphosuriden (*Liomesaspis*) und seltenen Knochenfischen (Palaeonisci indet.) zusammen. Die Conchostraken können zur Gattung *Pseudestheria*, mit Vorbehalt *P. cf. glasbachensis*

MARTENS zugeordnet werden. Sie weisen einen geraden bis leicht gebogenen Dorsalrand auf, was auf eine pelagisch-planktivore Lebensweise deutet (T. MARTENS in BOY 1998). Gut erhaltene Vertreter anderer Lokalitäten zeigen aber eine recht massiv gebaute Schale, die auf benthisch-filtrierende Aktivität hin weist (POSCHMANN & SCHINDLER 2004). Wir haben wie in der Fundstelle Grügelborn letzteren Ökomorphotyp bevorzugt. Die Schuppe eines Vertreters der Palaeonisci ist im unteren Drittel mit zwei Leisten skulpturiert, was auf einen Amblypteriden hindeuten könnte; allerdings ist die Schuppe nicht diagnostisch genug, so dass die Taxonomie als auch die genaue Autoökologie dieses Fisches offen bleiben muss. Die übrigen Seehorizonte der Thallichtenberg-Formation (BOY et al. 2012) lieferten eine Elonichthyiden-Xenacanthiden-Gemeinschaft; Staudernheim ist aber aufgrund schlechter Aufschlussverhältnisse noch zu wenig erforscht, um hier eine Aussage zu machen. Die Nahrungspyramide (Abb. 10) weist eine nahezu unbesetzte planktivore und eine gut entwickelte carnivor/benthivore Nahrungskette auf.

Ablagerungsmilieu ist ein flacher bis mäßig tiefer, kleiner See mit sauerstoffreichem Seeboden im Einflussbereich eines Deltas.

7. Schlussbetrachtungen zur Paläoökologie und Biostratigrafie von *Liomesaspis* im Saar-Nahe-Becken

In paläoökologischer Hinsicht zeigen die *Liomesaspis*-Fundsichten des Saar-Nahe-Beckens folgende Gemeinsamkeiten:

Es handelt sich um arthropodendominierte, deltanaher Taphozönosen in mäßig tiefen Seen bzw. Seeabschnitten, die zumindest zeitweise bis hinab zur Sediment/Wasser-Grenze gut belüftet waren. Unterschiede zeigen sich dagegen in der taxonomischen Zusammensetzung und der Dichte der Besetzung einzelner trophischer Ebenen. Zudem handelt es sich im Falle des Staudernheim-Sees um ein einseitig entwickeltes Nahrungsnetz.

Die *Liomesaspis*-Fundsichten des Niedermoschel-Sees ähneln in paläoökologischer Hinsicht sehr dem *Liomesaspis*-führenden Seeabschnitt des Seestadiums III der Humberg-Bank von Grügelborn. Der Staudernheim-See fällt demgegenüber durch die geringe Besetzungsdichte seiner trophischen Ebenen und dem Fehlen der Sekundärkonsumenten 3. Ordnung etwas heraus. Wahrscheinlich lassen sich diese Unterschiede aber durch ein Sammlungsartefakt erklären, denn die geborgenen Materialmengen waren vergleichsweise gering.

Als Lebensraum von *Liomesaspis* können wir mit einiger Wahrscheinlichkeit das Flussdelta annehmen. Das würde auch zu dem Vorkommen im Stefan von Wettin passen: Dort wird *Liomesaspis* sowohl in einer Pflanzen-Muscheln-Arthropoden-dominierten Verfüllungsfazies (SCHNEIDER et al. 1984) als auch in der Elonichthyiden-Xenacanthiden-Gemeinschaft zählenden lakustrinen Muschelschiefer (vgl. SCHINDLER 2009) gefunden.

Liomesaspis hat mit der Fundstelle Staudernheim sein jüngstes Vorkommen innerhalb des Saar-Nahe-Beckens (Abb. 2). Es handelt sich dabei um eines der wenigen permischen Vorkommen von Euproopiden überhaupt, nur wenige jüngere Funde sind bekannt geworden (z. B. TASCH 1961).

Betrachtet man die Vorkommen von *Liomesaspis* im Saar-Nahe-Becken, so fällt das späte Erscheinen auf (Meisenheim-Formation, Autunium). Vorausgesetzt es handelt sich dabei nicht um ein Sammlungsartefakt, dann kam es erst während der Raumbach-Invasion (Meisenheim-Formation, informelle Einheiten M5 und M6; vgl. BOY & SCHINDLER 2012) zu einer Einwanderung von *Liomesaspis* ins Saar-Nahe-Becken. Das wäre aber

umso erstaunlicher, weil die scheinbar bevorzugte ökologische Nische von *Liomesaspis*, die Elonichthyiden-Xenacanthiden-Gemeinschaft in mäßig tiefen, gut belüfteten Arthropoden-reichen Seen, in vielen stratigrafisch älteren Seehorizonten des Saar-Nahe-Beckens verwirklicht ist (vgl. BOY 1989, BOY et al. 1990, BOY & MARTENS 1991, BOY & SCHINDLER 2000, SCHINDLER 2007). Im Übrigen euramerischen Raum ist diese ökologische Nische spätestens seit dem Stefan B/C (z. B. Fundstelle Wettin) durch *Liomesaspis* (oder Vertreter der Limuloidea wie z. B. *Alanops magnifica* RACHEBOEUF et al., 2002 im Becken von Blanzky-Montceau-les-Mines) besetzt. In manchen Fällen lässt sich auch die Gattung *Euproops* in diesem stratigrafischen Niveau nachweisen, wie beispielsweise im Stefan von Graissessac/Frankreich (CRÔNIER & COURVILLE 2005). Da Xiphosuriden-Funde aber generell untergeordnete Komponenten der Saar-Nahe-Fauna darstellen (POSCHMANN 2007), ist in Zukunft wahrscheinlich noch mit Funden in älteren stratigrafischen Niveaus, wie z. B. dem gut an die euramerischen Flusssysteme angebundenen Stefan C (BOY & SCHINDLER 2000) zu rechnen.

Schriften

- ANDERSON, L.I. (1994): Xiphosurans from the Westphalian D of the Radstock Basin, Somerset Coalfield, the South Wales Coalfield and Mazon Creek, Illinois. – Proc. geol. Assoc., **105**, S. 265–275, London.
- (1997): The xiphosuran *Liomesaspis* from the Montceau-les-Mines Konservat-Lagerstätte, Massif Central, France. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **204** (3), S. 415–436, Stuttgart.
- ATZBACH, O. (1980): Geologische Karte 1:25 000, Blatt 6211 Sobernheim. (Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz) Mainz.
- (1984): Geologische Karte 1:25 000, Blatt 6212 Meisenheim. (Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz) Mainz.
- BOY, J.A. (1989): Zur Lithostratigraphie des tiefsten Rotliegend (?Ober-Karbon - ?Unter-Perm) im Saar-Nahe-Becken (SW-Deutschland). – Mainzer geowiss. Mitt., **18**, S. 9–42, Mainz.
- (1998): Möglichkeiten und Grenzen einer Ökosystem-Rekonstruktion am Beispiel des spätpaläozoischen lakustrinen Paläo-Ökosystems. 1. Theoretische und methodische Grundlagen. – Paläont. Z., **72** (1/2), S. 207–240, Stuttgart.
- BOY, J.A. & HANEKE, J. & LORENZ, V. & SCHINDLER, T. & STOLLHOFEN, H. & THUM, H. (2012, im Druck?): 8.3.3. Saar-Nahe-Becken. – In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland. X. Rotliegend. Teil I: Innervarisische Becken. Schriftenreihe deutsche Ges. f. Geowiss., **61**, S. ??–??, Stuttgart.
- BOY, J.A. & MARTENS, T. (1991): Zur Problematik chronostratigraphischer Korrelationen im mitteleuropäischen Rotliegend (?oberstes Karbon -Perm). – Newsl. Stratigr., **25** (3), S. 163–192, Stuttgart.
- BOY, J.A. & MECKERT, D. & SCHINDLER, T. (1990): Probleme der lithostratigraphischen Gliederung im unteren Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens (?Ober-Karbon - Unter-Perm; SW-Deutschland). – Mainzer geowiss. Mitt., **19**, S. 99–118, Mainz.
- BOY, J.A. & SCHINDLER, T. (2000): Ökostratigraphische Bioevents im Grenzbereich Stephanium/Autunium (höchstes Karbon) des Saar-Nahe-Beckens (SW-Deutschland) und benachbarter Gebiete. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **216** (1), S. 89–152, Stuttgart.
- BOY, J.A. & SCHINDLER, T. (2012, im Druck): 5.4 Ökostratigraphie des Rotliegend. – In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland. X.

- Rotliegend. Teil I: Innervarisische Becken. Schriftenreihe deutsche Ges. f. Geowiss., **61**, S. 74–91, Stuttgart.
- CRÔNIER, C. & COURVILLE, P. (2005): New xiphosuran merostomata from the Upper Carboniferous of the Graissessac Basin (Massif Central, France). – *Comptes Rendus Palévol*, **4**, S. 123–133, Paris.
- DUNLOP, J. A. & PENNEY, D. & JEKEL, D. (2012): A summary list of fossil spiders and their relatives. – In: PLATNICK, N. I. (ed.): *The world spider catalog, version 12.0* American Museum of Natural History, online at <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>.
- HAMPE, O. (1996): Dermale Skelettelemente eines *Lissodus* (Chondrichthyes: Hybodontoida) aus dem Unterperm des Saar-Nahe-Beckens. – *Paläont. Z.*, **70** (1/2), S. 225–243, Stuttgart.
- 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). – *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundschau)*, **91**, S. 341–356, Stuttgart.
- LIPPOLT, H.J. & HESS, J.C. (1989): Isotopic evidence for the stratigraphic position of the Saar-Nahe-Rotliegende volcanism. III. Synthesis of results and geological implications. – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1989** (9), S. 553–559, Stuttgart.
- MALZ, H. & POSCHMANN, M. (1993): Erste Süßwasser-Limuliden (Arthropoda, Chelicerata) aus dem Rotliegenden der Saar-Nahe-Senke. – *Osnabrücker naturwiss. Mitt.*, **19**, S. 21–34, Osnabrück.
- POSCHMANN, M. (2007): Gliederfüßer (ohne Insekten und Krebstiere). – In: SCHINDLER, T. & HEIDTKE, U.H.J. (Editoren): *Kohlesümpfe, Seen und Halbwüsten. Dokumente einer rund 300 Millionen Jahre alten Lebewelt zwischen Saarbrücken und Mainz. POLLICHIA-Sonderveröffentlichung*, **10**, S. 124–143, Bad Dürkheim.
- 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 geowiss. Mitt.*, **26**, S. 25–36, Mainz.
- (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). – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **232** (2/3), S. 283–314, Stuttgart.
- POSCHMANN, M. & UHL, D. (2007): Syncaride Krebse – Im Häutungshemd mit Fransenlook. – In: SCHINDLER, T. & HEIDTKE, U.H.J. (Editoren): *Kohlesümpfe, Seen und Halbwüsten. Dokumente einer rund 300 Millionen Jahre alten Lebewelt zwischen Saarbrücken und Mainz. POLLICHIA-Sonderveröffentlichung*, **10**, S. 164–168, Bad Dürkheim.
- RAYMOND, P.E. (1944): Late Paleozoic xiphosurans. – *Bull. Mus. Comp. Zool.*, **94** (10), S. 475–508, Cambridge, Mass.
- RACHEBOEUF, P.R. & VANNIER, J. & ANDERSON, L.I. (2002): A new three-dimensionally preserved xiphosuran chelicerate from the Montceau-les-Mines Lagerstätte (Carboniferous, France). – *Palaeontology*, **45**, S. 125–147, Oxford.
- REIS, O.M. (1913): Über einige im Unter- und Oberrotliegenden des östlichen Pfälzer Sattels gefundene Tierreste. – *Geognostische Jahreshefte*, **25** (f. 1912), S. 237–254, München.
- REMY, W. & REMY, R. (1959): Arthropodenfunde im Stefan der Halleschen Mulde. – *Monatsber. deutsche Akad. Wiss. Berlin*, **1** (15), S. 299–312, Berlin.

- RUDKIN, D.M. & YOUNG, G.A. & NOWLAN, G.S. (2008): The oldest horseshoe crab: a new xiphosurid from late Ordovician Konservat-Lagerstätten deposits, Manitoba, Canada. – *Palaeontology*, **51**, S. 1–9, Oxford.
- SCHINDLER, T. (2007): Geologie, Stratigraphie und Genese des permokarbonischen Saar-Nahe-Beckens. – In: SCHINDLER, T. & HEIDTKE, U.H.J. (Editoren): Kohlesümpfe, Seen und Halbwüsten. Dokumente einer 300 Millionen Jahre alten Lebewelt zwischen Saarbrücken und Mainz. POLLICHIA-Sonderveröffentlichung, **10**, S. 4–37, Bad Dürkheim.
- (2009): Tierisches aus dem Oberkarbon: Wettin ist auch für Fische gut. – *Fossilien*, **26** (6), S. 363–366, Wiebelsheim.
- SCHNEIDER, J. & SIEGESMUND, S. & GEBHARDT, U. (1984): Paläontologie und Genese limnischer Schill- und Algenkarbonate in der Randfazies der kohleführenden Wettiner Schichten (Oberkarbon, Stefan C) des NE-Saaletroges. – *Hallesches Jb. Geowiss.*, **9**, S. 35–51, Gotha.
- SCHULTKA, S. (2000): Zur Palökologie der Euproopiden im Nordwestdeutschen Oberkarbon. – *Mitt. Mus. Naturk. Berlin, Geowiss. Reihe*, **3**, S. 87–98, Berlin.
- TASCH, P. (1961): Paleolimnology: part 2 – Harvey and Sedgwick counties, Kansas: stratigraphy and biota. – *J. Paleont.*, **35**, S. 836–865, Lawrence, Kansas.
- UHL, D. (1999): Syncarids (Crustaceae, Malacostraca) from the Stephanian D (Upper Carboniferous) of the Saar-Nahe-Basin (SW-Germany). – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **199** (11), S. 679–697, Stuttgart.
- VAN ROY, P. & ORR, P.J. & BOTTING, J.P. & MUIR, L.A. & VINTHER, J. & LEFEBVRE, B. & EL HARIRI, K. & BRIGGS, D.E.G. (2010): Ordovician faunas of Burgess Shale type. – *Nature*, **465**, S. 215–218, London.

Anschriften der Autoren:

THOMAS SCHINDLER, Beratender Geowissenschaftler BDG, Büro für Paläontologie,
Stratigrafie und Geotopschutz, Am Wald 11, D-55595 Spabrücken,
E-mail: psg.t.schindler@t-online.de

MARKUS POSCHMANN, Generaldirektion Kulturelles Erbe, Direktion Landesarchäologie,
Referat Erdgeschichte, Große Langgasse 29, D-55116 Mainz,
E-mail: markus.poschmann@gdke.rlp.de

Manuskript eingegangen am 27.1.2012