

Ein Neufund von *Fayolia* sp. (Chondrichthyes: Hai-Eikapsel) mit paläoökologischen Anmerkungen zum Fundhorizont (Niedermoschel-Bank, Unteres Rotliegend; Saar-Nahe-Becken)

MARKUS POSCHMANN & THOMAS SCHINDLER

Kurzfassung: Aus den Jeckenbach-Schichten von Niedermoschel/Pfalz wird der seltene Fund einer Hai-Eikapsel beschrieben. Er wird der Gattung *Fayolia* RENAULT & ZEILLER zugeordnet und mit allen bisherigen *Fayolia*-Arten verglichen. Paläoökologische Anmerkungen zum Fundhorizont und zum möglichen Erzeuger der Hai-Eikapsel werden gemacht.

Abstract: Egg capsules from sharks are very seldomly found in the permocarboniferous Saar-Nahe basin. Three finds have been done up to now, but only one find comes from the lower Rotliegend. A second one comes now from the black shale called Niedermoschel bed (Jeckenbach formation, northern Palatinate). It belongs to the genus *Fayolia* RENAULT & ZEILLER. It will be described and compared with all other species of *Fayolia*.

In addition flora and fauna of the Niedermoschel bed are listed, and their paleoecological relationships are discussed. The origination of the egg capsule is interpreted.

Einleitung

Rezente Haie sind meistens lebendgebärend; einige Gruppen, speziell in Grund- oder Ufernähe lebende Formen, legen jedoch Eier (DECKERT & DECKERT 1991, S. 59). Es handelt sich um Hüllen aus Keragen (FIEDLER 1991, S. 222), die büschel- oder paarweise abgelegt werden; bei Stürmen werden sie häufig ans Ufer gespült (DECKERT & DECKERT 1991, S. 62). Ihr Fossilisationspotential ist aufgrund ihrer harten Hülle recht hoch (MÜLLER 1978, S. 7).

Fossile Hai-Eikapseln sind schon aus oberdevonischen Ablagerungen bekannt (*Fayolia interstitialis* STAINIER; CROOKALL 1928, S. 326). In Sedimenten des saarpfälzischen Permokarbon zählen sie zu den seltenen Funden. Neuere Fossilzusammenstellungen (STAESCHE 1964, STAESCHE 1969, BOY 1976, FRANKE 1986, GERMER & ENGEL 1986) führen sie nicht auf. Die erste Beschreibung einer Hai-Eikapsel aus dem Saar-Nahe-Becken brachte GOLDENBERG (1875). Die Haiei-Natur des Fundes konnte erst NATHORST (1889) klären, der ihn richtig als *Fayolia ornata* (GOLDENBERG) bestimmte. Das Haiei stammt aus den Sulzbach-Schichten des Westfalium C (WATERLOT 1934).

Ein zweites Haiei beschrieb WEISS (1884) als *Fayolia palatina*. Differierende Angaben zur Stratigraphie (WEISS 1884, S. 153: Lebacher Schichten; Erläuterungen zu Taf. IV, Fig. 3: Unterrotliegendes, Cuseler Schichten) sind anhand der Fundortangaben und der Fazies des Fundstückes klärbar. Der Fund stammt wahrscheinlich aus den Disibodenberg-Schichten des Unteren Rotliegend von Oberalben.

Die dritte Hai-Eikapsel wurde von WATERLOT (1934) als *Palaeoxyris helicteroides* MORRIS bestimmt und kommt ebenfalls aus den Sulzbach-Schichten des Westfalium C.

Ein vierter Fund wird von BOERSMA (1973) angeführt. Es handelt sich um *Fayolia* sp., die bei Pflanzenaufsammlungen in den oberen Heusweiler-Schichten (Stephanium B) bei Hinzweiler gefunden wurde.

Der bisher letzte Fund kam ebenfalls während der Suche nach pflanzlichen Fossilien zustande. Es handelt sich um eine Kapsel von *Palaeoxyris* sp. aus der Illingen-Flözzone (untere Heusweiler-Schichten, Stephanium B) von der Grube Reisbach im Saarland (KERP, mündl. Mitt. 1997).

Nachfolgend wird ein Neufund von *Fayolia* sp. aus dem Unteren Rotliegend (Jeckenbach-Schichten, L-O5 nach BOY & FICHTER 1982) von Niedermoschel beschrieben.

Ohne die Unterstützung durch Finanzierung der Grabung und Prospektion in Niedermoschel wäre dieser Fund nicht zustande gekommen. Dafür und für seine kritischen Anmerkungen zum Text danken wir Dr. MICHAEL WUTTKE, Landesamt für Denkmalpflege, Mainz, sehr herzlich. Desweiteren schulden wir Prof. Dr. JÜRGEN BOY und Dr. KARINA SCHINDLER, beide Institut für Geowissenschaften/Paläontologie, Mainz, Dank für die Revision des Textes. Dr. GERRY MCGOWAN/Mainz korrigierte dankenswerterweise den englischen Abstract.

Geologie und Paläontologie der Fundstelle

Die Fundstelle östlich von Niedermoschel (Abb. 1, rechts oben) ist schon lange bekannt. REIS (1913, S. 239; 1921, S. 15) erwähnt graue Schiefer mit dem Palaeonisciden *Elonichthys macropterus* (BRONN) und dem Krebs *Gampsonyx fimbriatus* JORDAN. In den achtziger und neunziger Jahren wurde die Fundstelle immer wieder von Sammlern aufgesucht. Dadurch wurde reiches Arthropodenmaterial entdeckt. Im Jahre 1993 wurden im Rahmen von Bauarbeiten für einen Kanalgraben mehrere Tonnen Tonsteinplatten des Fundhorizontes abgegraben und durch Privatsammler, das Paläontologische Museum Nierstein und das Landesamt für Denkmalpflege Rheinland-Pfalz, in Zusammenarbeit mit der Landessammlung für Naturkunde aufbereitet. Ebenfalls im Zuge der Kanalarbeiten wurde 1994 durch einen der Autoren (SCHINDLER) im Auftrage des Landesamtes für Denkmalpflege eine Profilaufnahme des Liegenden und Hangenden und eine Profilgrabung an der Fundstelle durchgeführt. MALZ & POSCHMANN (1993) sowie HAMPE (1996) publizierten erste Ergebnisse der Faunenuntersuchungen.

Der Fundhorizont wird Niedermoschel-Bank genannt und ist in den stratigraphischen Abschnitt L-O5 der Lauterecken- bis Odernheim-Schichten (nach BOY & FICHTER 1982) zu stellen (SCHINDLER, dieser Band; Abb. 1, Übersichtsprofil). Unter- und überlagert wird er von feinsandigen Deltasedimenten. Man kann den Fundhorizont in drei Lithofaziesbereiche unterteilen (Abb. 1, Detailprofil). Der liegende Abschnitt (Schichten 16 – 14) ist stellenweise karbonatisch und wird von – durch eine Kuselitintrusion beeinflussten – grünlichen laminierten Tonsteinen gebildet. An der Basis sind andeutungsweise stromatolithische Krusten zu erkennen. An Fossilien treten Pflanzenachsen, Kopolithen, Zähne des Süßwasserhaies *Xenacanthus meisenheimensis* HAMPE sowie Schuppen und selten komplett erhaltene Reste des Palaeonisciden *Paramblypterus* auf. Einen Einzelfund stellt das Skelett eines kleinen Amphibs aus der Gruppe der Branchiosaurier dar.

Der mittlere Abschnitt (Schichten 13 – 1) setzt sich aus dunkelgrauen bis braungrauen Tonsteinen von großer Mächtigkeit (204 cm) zusammen und enthält viele Limonitkonkretionen. Der Abschnitt kann als Arthropodenlagerstätte bezeichnet werden. Die Tonsteine enthalten auffallend viele Pflanzenachsen, Fiedern und Samen, z. T. in Schwemmlagen angereichert. Man findet Lebensspuren, benthische Arthropoden wie den Kleinkrebs *Uronectes*, Ostracoden und den seltenen Pfeilschwanzkrebs *Palatinaspis beimbaueri* MALZ & POSCHMANN (1993) sowie stellenweise Massenlagen von Conchostraken. Die

Insektenfauna ist sehr reich und sowohl durch Flügel als auch durch komplette Körper dokumentiert. Überwiegend handelt es sich um Schabenartige (MALZ & POSCHMANN 1993, Abb. 2). Die Wirbeltierfauna ist relativ divers. Es treten die Schmelzschupper *Elonichthys eupterygius* (AGASSIZ) und *Paramblypterus* sp., der Acanthodier *Acanthodes* cf. *bronni* AGASSIZ, Zähne der Süßwasserhaie *Triodus palatinus* HAMPE, *Xenacanthus meisenheimensis* HAMPE, *Lissodus* sp. NM (HAMPE 1996) sowie wiederum ein Skelett eines Branchiosauriers auf. Aus diesem Abschnitt (Schicht 7) stammt auch das zu beschreibende Haiei.

Der oberste Profilabschnitt setzt sich auffallend gegen das Liegende ab. Über nahezu fossilfreien Tonsteinen in der Fazies des mittleren Abschnitts folgen 20 cm bräunliche karbonatische Tonsteine. Sie enthalten wenige Pflanzenreste, einige Koprolithen und etliche komplette Skelette von *Elonichthys eupterygius* (AGASSIZ) und *Acanthodes* cf. *bronni* AGASSIZ. Arthropoden fehlen völlig.

Systematischer Teil

Klasse Chondrichthyes HUXLEY

Ordnung incertae sedis

Gattung *Fayolia* RENAULT & ZEILLER

Fayolia sp. NM

Material: Fundstück und Gegenstück, aufbewahrt in der Landessammlung für Naturkunde Rheinland-Pfalz, Nr.5890 a+b

Fundort: Straßenanschnitt östlich von Niedermoschel/Pfalz

Fundsicht: Niedermoschel-Bank, L-O5 (nach BOY & FICHTER 1982), Unteres Rotliegend

Beschreibung: Die Art der Beschreibung folgt MÜLLER (1978) und SCHNEIDER & REICHEL (1989). Die Merkmale sind in Tab. 1 zusammengefaßt. Das Fragment der ursprünglich zylindrischen Kapsel wurde bei der Kompaktion des Tonsteins plattgedrückt, so daß sich die Spiralbänder der Ober- und Unterseite überlagern und ein typisches Rhombenmuster erkennen lassen (Abb. 2). Die erhaltene Länge beträgt ca. 110 mm, die maximale Breite ca. 40 mm. Der ursprüngliche Durchmesser betrug ca. 25,5 mm. Zwei, je ca. 13 mm breite, zum Teil leicht sigmoidal geschwungene umlaufende Bänder bilden mit der Querachse einen Winkel von ca. 20°. Vier Umgänge beider Bänder sind erhalten. Der Rhythmus der Bandbreite ist 'AAA'. Die Bänder zeigen eine feine parallele Streifung. Die für *Fayolia* typischen Narben, an denen gestreifte Stacheln inserierten (RENAULT & ZEILLER 1884, Abb. 3), sind nur undeutlich an wenigen Stellen erkennbar. Sie sitzen auf den als flache Grate hervorstehenden Begrenzungen der Bänder. Die Narben sind kreisrund mit einem Durchmesser von ca. 1 mm und einem Abstand der Zentren von 2 bis 3 mm. Die Basis einer „collerette“ (frz.: Halskrause) im Sinne von RENAULT & ZEILLER 1884 ist nicht auszumachen. Allerdings könnte eine Ausstülpung, die sich neben einer der Umbiegungsstellen der Grate befindet (Pfeil in Abb. 2), eventuell als Anzeichen einer randlich überstehenden collerette gedeutet werden (vgl. RENAULT & ZEILLER 1884, Taf. 16, Abb. 6).

Vergleiche: Merkmale fossiler Chondrichthyer-Eikapseln unterliegen in hohem Maße einer innerartlichen Variabilität (CROOKALL 1928, MÜLLER 1978) und taphonomischen Überprägungen (SCHNEIDER & REICHEL 1989). Eine artliche Zuordnung ist deswegen erschwert. Dies fand in der Vergangenheit nicht immer Berücksichtigung, so daß zum Formgenus *Fayolia* RENAULT & ZEILLER dreizehn Arten gestellt wurden, die sich teilweise nicht unterscheiden lassen (Tab.1). Vergleicht man alle Literaturdaten mit dem Neufund, so ergeben sich die größten Übereinstimmungen mit den Arten *F. sterzeliana* WEISS, *F. ornata* (GOLDENBERG), *F. dentata* RENAULT & ZEILLER und *F. crenulata* MOYSEY. Der Winkel der Umgänge und die Skulptur der Bänder sind ähnlich; die Spannbreite der Werte für

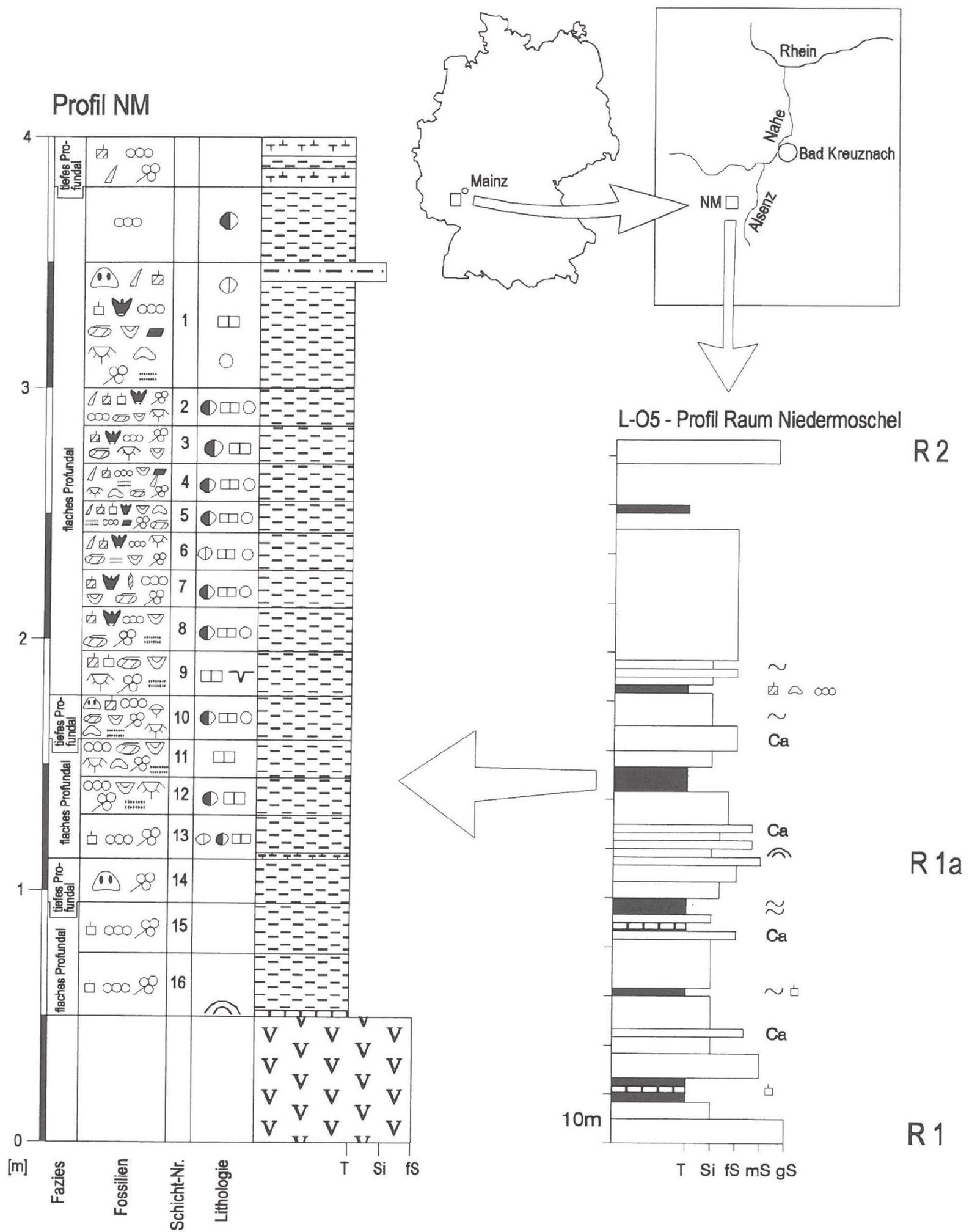


Abb. 1: Lage des Fundgebietes sowie Übersichts- und Detailprofil der Niedermoschel-Bank (NM).

Legende

Lithologie

	Mergelstein		Conchostraken
	Kalkstein		Ostracoden
	Tonstein		<i>Uronectes</i>
	Schwarzschiefer		Insekten
	Siltstein		<i>Palatinaspis</i>
	Tuff		Haizähne allgemein
	Kuselit		<i>Triodus-Z.</i>
	Stromatolith		<i>Xenacanthus-Z.</i>
	Synaereserisse		Haieier
	Holzgeröll		<i>Acanthodes</i> -Reste
	Lithoklast		<i>Elonichthys</i> -Schuppen
	Karbonatkonkretion		<i>Paramblypterus</i> -Sch.
	Konkretion um Fossil		Koprolithen
	karbonatisch		Amphibien-Reste
Fossilien			Lebensspuren
	Häcksel		
	Pflanzen		

Tabelle 1: Übersicht über die Merkmale der bisher beschriebenen *Fayolia*-Arten. Die Meßdaten wurden – soweit möglich – den Abbildungen der angeführten Quellen entnommen, um größtmögliche Datenkongruenz zu erreichen.

Art	erhaltene Länge (mm)	Durchmesser (mm)	Breite (kompaktiert) (mm)	Form Kapsel	Winkel Umgänge	Breite Umgänge (mm)	Anzahl erhaltener Umgänge	Rhythmus der Bandbreite
<i>Fayolia besti</i> SEWARD	80	27	–	fusiform	12°	9	5	AAA
<i>F. bohémica</i> (CROOKALL)	50–140	9,9–20,4	15,5–32	zylindrisch	16–20°	3,5–5,5	5–6	AAA
<i>F. cambriensis</i> (CROOKALL)	20	nicht erhalten	nicht erhalten (> 14)	zylindrisch	8°	4–5	2	nicht erhalten
<i>F. crenulata</i> (MOYSEY)	45–110	10–40	45–65	zylindrisch	12–33°	12–20	2–4	AAA
<i>F. dentata</i> RENAULT & ZEILLER	80–160	9,5–16	15–25	fusiform	15–30°	5–10	6–7	AAA
<i>F. eltringhami</i> (CROOKALL)	32	4	–	zylindrisch	17°	2–3	5–6	AAA
<i>F. grandis</i> RENAULT & ZEILLER	> 400	16–25	30–40	fusiform	30°	45–55	8–10	?ABAB
<i>F. interstitialis</i> (STAINIER)	140	≤25	–	nicht erhalten	45°	20	nicht erhalten	nicht erhalten
<i>F. moyseyi</i> PRUVOST	48–50	7,6–10,2	12–16	fusiform	15°	5	6	AAA
<i>F. ornata</i> (GOLDENBERG)	55	13,4	21	?fusiform	22°	20	3	AAA
<i>F. palatina</i> WEISS	117	26	–	zylindrisch	20°	10	4	AAA
<i>F. randalli</i> NEWBERRY	70–170	15–25	–	fusiform bis zylindrisch	5°–38° (Typ: 15°)	4–12	4–6	AAA
<i>F. sterzeliana</i> WEISS	90–130	20–35	–	zylindrisch	15–20°	6–14	≤9	AAA
<i>F. warei</i> (CROOKALL)	56	8,3	13	leicht fusiform	15°	4	6	ABAB
<i>F. sp. WE</i> SCHNEIDER & REICHEL	95–100	1,8–2,5	–	fusiform bis zylindrisch	10–14°	5–10	≤5	AAA
<i>F. sp. NM</i> diese Arbeit	110	25,5	37–40	zylindrisch	20°	13	4	AAA

Ein Neufund von *Fayolia* sp. mit paläoökologischen Anmerkungen zum Fundhorizont

Anzahl Bänder	Skulptur Bandoberfläche	Form Narben	Abstand Narben (mm)	Durchmesser Narben (mm)	Collarette ja/nein	Form Collarette	Stratigraphie	Daten von:
2	nicht erhalten	Kreis	10	0,33	?ja	nicht erhalten	co, Westfalium	CROOKALL 1928
2	nicht erhalten	Kreis	4	≤1,4	nicht erhalten	nicht erhalten	co, Westfalium D	CROOKALL 1930
nicht erhalten	glatt	Kreis	1,5	1	ja	?glattrandig	co, Westfalium (Radstockian Series)	CROOKALL 1930
2	gestreift	Kreis	2,5–5	2	ja	crenuliert	cu, L. Mississippian, co, Westfalium A	CROOKALL 1928, v. d. HEIDE 1943
2	gestreift	Kreis, mit Stacheln	1,5–3	0,75–1,5	ja	gezähnt	co, Stephanium C	CROOKALL 1928
2	nicht erhalten	Kreis	nicht erhalten	0,5	?ja	nicht erhalten	co, Westfalium	CROOKALL 1930
2	gestreift	Oval	3,8	2,3	ja	glattrandig	co, Stephanium C	CROOKALL 1928
nicht erhalten	gestreift	nicht erhalten	nicht erhalten	nicht erhalten	nicht erhalten	nicht erhalten	do	CROOKALL 1928
2	fein bis gar nicht gestreift	Kreis	<1,0–1,5	nicht erhalten	ja	setzt in der Mitte der Bänder an!	co, Westfalium D	CROOKALL 1928
2	fein gestreift	Kreis	1,5–2,2	1	ja	nicht erhalten	co, Westfalium C	GOLDENBERG 1875, NATHORST 1889 etc.
2	glatt	Kreis	ca. 5	1,2–1,5	?ja	nicht erhalten	pu, Autunium, Disibodenberg-Schichten	WEISS 1884, CROOKALL 1928
2	glatt	nicht erhalten	nicht erhalten	nicht erhalten	?ja	nicht erhalten	cu, L. Mississippian	CROOKALL 1928, 1930
2	gestreift	Kreis	0,8–2,9 (Typ: 1,9)	1	ja	glattrandig	cu, Kulm, co, Westfalium A–C	CROOKALL 1930, MÜLLER 1978
2	fein gestreift	Kreis	<0,25	0,25	ja	glattrandig	co	CROOKALL 1928, 1930
2	?glatt	Kreis	1,8	1	ja	glattrandig	pu, Autunium, Weissig-Schichten	SCHNEIDER & REICHEL 1989
2	fein gestreift	Kreis	2–3	1	?nein	nicht erhalten	pu, Autunium, Jeckenbach-Schichten	diese Arbeit

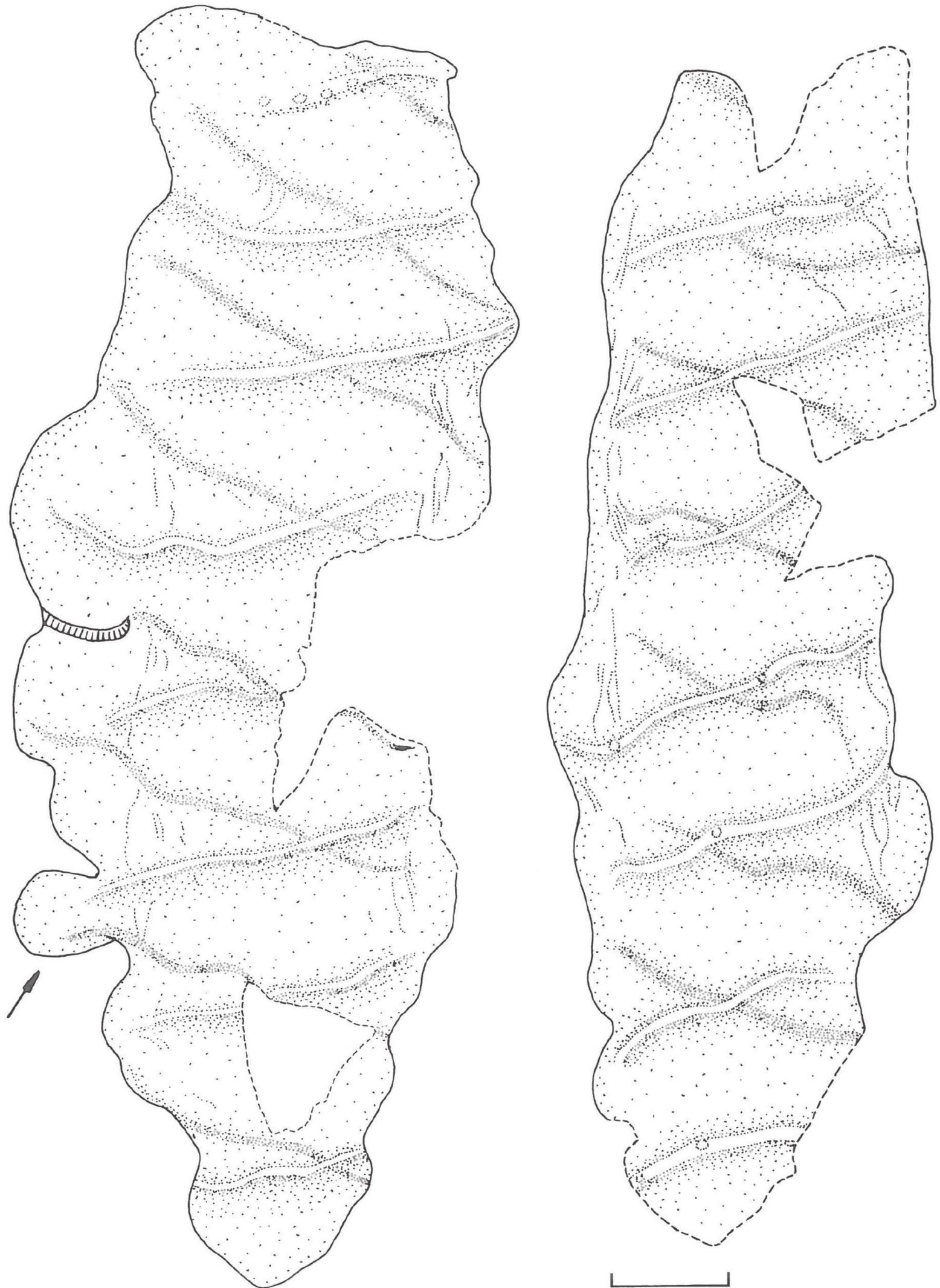


Abb. 2: Linker und rechter Abdruck der Hai-Eikapsel; der Pfeil weist auf eine Ausstülpung der Kapsel hin. Maßstabsbalken entspricht 1 cm.

die Breite der Bänder und den Abstand der Narben zueinander umfaßt die Werte von *Fayolia* sp. NM. Der Unterschied zu diesen Arten liegt allerdings in dem scheinbaren Fehlen einer collerette sowie in der Reduzierung der Narben bei *Fayolia* sp. NM. Zu den bisher beschriebenen *Fayolia*-Arten aus dem Rotliegend bestehen deutlichere Unterschiede. *Fayolia palatina* WEISS weist bei ähnlichen Proportionen deutlich schmälere Bänder auf. Die Narben sind sehr deutlich und viel weiter gesetzt. *Fayolia* sp. aus dem Weis-sig-Becken (SCHNEIDER & REICHEL 1989) besitzt wesentlich kleinere Umgangs-Winkel, viel schmälere Bänder, einen geringeren Narben-Abstand und zeigt keine Skulptur der Bänder. Außerdem sitzen bei beiden Arten die Narben neben dem Begrenzungsgrat der Bänder.

Unter Berücksichtigung der nicht optimalen Erhaltung des Niedermoscheler Fundes und der großen Bandbreite der Merkmale bisher beschriebener *Fayolia*-Arten (vgl. Tabelle 1) unterlassen wir eine artliche Zuordnung. Den Unterschieden zu den oben genannten ähnlichen Arten tragen wir dadurch Rechnung, daß wir den Neufund als *Fayolia* sp. Formtyp NM (für Niedermoschel) bezeichnen.

Anmerkungen zur Paläoökologie des Fundhorizontes und zum möglichen Erzeuger der Eikapsel

Der Profilabschnitt des Niedermoschel-Sees, der den *Fayolia*-Fund lieferte, ist durch eine Elonichthyiden-Xenacanthiden-Assoziation gekennzeichnet. Topräuber waren die xenacanthiden Haie *Xenacanthus meisenheimensis* HAMPE und *Triodus palatinus* HAMPE. Sie machten Jagd auf kleinere Fische, nämlich *Elonichthys eupterygius* (AGASSIZ), *Paramblypterus* sp., *Acanthodes* cf. *bronni* AGASSIZ und den seltenen hybodontiden Hai *Lissodus* sp. NM (HAMPE 1996), sowie auf die hier selten auftretenden Amphibien aus der Gruppe der Branchiosaurier. Auf der unteren trophischen Ebene lebten Arthropoden wie Conchostraken, Ostrakoden und der Kleinkrebs *Uronectes* sp., die den kleinen Fischen und den Branchiosauriern zum Opfer fielen. Auch Anflug von Insekten dürften die Fische nicht verschmäht haben. Primärproduzenten sind nicht überliefert.

Die terrestrischen Insekten und Pflanzenteile sind von einem Delta her eingeschwemmt worden. Dieses war wahrscheinlich nicht weit entfernt, wie einzelne turbiditische Siltlagen im Top von Schicht 1 sowie verteilt über das Profil auftretende Schwemmlagen von Pflanzenresten belegen. Aus solch einer Schwemmlage stammt auch das Haiei. Der Seeboden war gut durchlüftet, so daß sich benthische Arthropoden wie *Uronectes* sp., *Palatinaspis beimbaueri* MALZ & POSCHMANN sowie bestimmte Conchostraken gut entwickeln konnten. Strömungen erreichten regelmäßig den Seeboden (unruhige Lamination, Schwemmlagen). Enge Lamination und artikulierte Wirbeltiere sprechen für eine Wassertiefe von mindestens 10 m (tiefes Profundal; Schicht 14, 10 und Top des Profils), während weit laminierte Tonsteine und die überwiegend disartikulierte Wirbeltiererhaltung in den übrigen Schichten auf etwas flacheres Wasser hinweist (flaches Profundal, vgl. ELDER 1985).

Durch das massenhafte Auftreten von Insektenresten und dem einzigen Vorkommen von Pfeilschwanzkrebsen im Saar-Nahe-Becken dokumentiert sich ein einmaliger paläoökologischer Befund.

Als möglicher Erzeuger von *Fayolia* sp. NM kommen sehr wahrscheinlich die im See vertretenen Süßwasserhaie in Betracht. Sie repräsentieren ohnehin die beiden einzigen, im Saar-Nahe-Becken nachgewiesenen Chondrichthyer-Gruppen, nämlich die Xenacanthiden und die Hybodontier. Hybodontiden Haien wird aber u. a. wegen des zeitlichen Parallelvorkommens mit *Palaeoxyris*-Eikapseln dieser Kapseltyp zugeordnet (MÜLLER 1978, SCHNEIDER 1986). Als Erzeuger des *Fayolia*-Typs gelten nach SCHNEIDER & REICHEL

(1989, S. 61) xenacanthide Haie. Stimmt man den Argumenten für den Ausschluß hybodontider Haie zu, so sind als Erzeuger von *Fayolia* sp. NM die Xenacanthiden *Xenacanthus meisenheimensis* HAMPE oder *Triodus palatinus* HAMPE anzunehmen.

Man kann vermuten, daß der Erzeuger von *Fayolia* sp. NM zum Ablachen das fluviatil-deltaische Milieu aufsuchte (SCHNEIDER & REICHEL 1989). Anschließend wurde die Hai-Eikapsel zusammen mit Pflanzenteilen von der Deltaebene her in das Seebecken eingeschwemmt.

Nach Fertigstellung des Manuskriptes erschien eine Bearbeitung stephanischer Xiphosuren (ANDERSON 1997). Hier wird gezeigt, daß *Palatinaspis beimbaueri* MALZ & POSCHMANN 1993 ein jüngeres Synonym von *Liomesaspis laevis* RAYMOND 1944 ist.

Schriften

- ANDERSON, L. I. 1997: The xiphosuran *Liomesaspis* from the Montceau-les-Mines Konservat-Lagerstätte, Massif Central, France. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **204**, S. 415–436, 7 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- BOERSMA, M. (1973): Die Stefanflora von Hinzweiler. - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **1**, S. 10–12, Frankfurt a. M.
- BOY, J. A. (1976): Überblick über die Fauna des saarpfälzischen Rotliegenden (Unterperm). - Mainzer geowiss. Mitt., **5**, S. 13–85, 41 Abb., Mainz.
- BOY, J. A. & FICHTER, J. (1982): Zur Stratigraphie des saarpfälzischen Rotliegenden (?Oberkarbon – Unterperm; SW-Deutschland). - Z. deutsch. geol. Ges., **133**, S. 607–642, 7 Abb., Hannover.
- CROOKALL, R. (1928): The genus *Fayolia*. - The Naturalist, **1928**, S. 325–332 + S. 361–367, 2 Taf., London.
- (1930): Further morphological studies in *Palaeoxyris*, etc. - Summary of Progress. Geol. Survey Great Britain, **1929**, part 3, S. 8–36, 3 Tab., 4 Taf., London.
- DECKERT, K. & DECKERT, D. (1991): Chondrichthyes. - In: Urania-Tierreich: Fische-Lurche-Kriechtiere, S. 58–78, 10 Abb., Leipzig, Jena, Berlin.
- ELDER, R. L. (1985): Principles of Aquatic Taphonomy with Examples from the Fossil Record. Thesis, 336 S., University of Michigan, Ann Arbor, Mich.
- FIEDLER, K. (1991): Fische. - In: STARCK, D. (Hrsg.): Wirbeltiere, 2. Teil, 498 S., 9 Abb., 59 Taf., Jena.
- FRANKE, W. R. (1986): Bestandsaufnahme der fossilen Flora und Fauna des Rotliegenden in den Sammlungen von Rheinland-Pfalz. - Mainzer naturwiss. Arch., **24**, S. 1–68, 3 Abb., 15 Tab., Mainz.
- GERMER, R. & ENGEL, H. (1986): Beiträge zur Biostratigraphie des Saarkarbons. - Beih. geol. Landesaufnahme Saarland, **6**, 174 S., 76 Abb., 16 Taf., Saarbrücken.
- GOLDENBERG, F. (1875): Fauna Saraepontana Fossilis. Die fossilen Thiere aus der Steinkohlenformation von Saarbrücken. - Heft **1**, 26 S., 2 Taf., Saarbrücken.
- HAMPE, O. (1996): Dermale Skelettelemente eines *Lissodus* (Chondrichthyes: Hybodontidea) aus dem Unterperm des Saar-Nahe-Beckens. - Paläont. Z., **70** (1/2), S. 225–243, 9 Abb., Stuttgart.
- HEIDE, S. v. d. (1943): La Faune Ichthyologique du Carbonifère Supérieur des Pays-Bas. - Med. Geol. Stichting, ser. C-IV-3-No. 2, S. 4–65, 9 Abb., 3 Taf., Maastricht.
- MALZ, H. & POSCHMANN, M. (1993): Erste Süßwasser-Limuliden (Arthropoda, Chelicerata) aus dem Rotliegenden des Saar-Nahe-Beckens. - Osnabrücker naturwiss. Mitt., **19**, S. 21–34, 8 Abb., Osnabrück.

- MÜLLER, A. H. (1978): Über Palaeoxyris und andere Eikapseln fossiler Knorpelfische (Chondrichthyes). – Freiburger Forschungshefte, **C342**, S. 7-28, 11 Abb., 1 Tab., 7 Taf., Leipzig.
- NATHORST (1889): Ueber GOLDENBERG's *Onisima ornata*. – Z. deutsch. geol. Ges., **41**, S. 545–547, 2 Abb., Berlin.
- REIS, O. M. (1913): Über einige im Unter- und Oberrotliegenden des östlichen Pfälzer Sattels gefundene Tierreste. – Geogn. Jahreshfte, **25**, S. 237–254, 1 Abb., 2 Taf., München.
- (1921): Erläuterungen zu dem Blatte Donnersberg (Nr. XXI) der Geognostischen Karte von Bayern (1:100.000). 320 S., 100 Abb., 1 Taf., 1 Kte., München.
- RENAULT, B. & ZEILLER, R. (1884): Sur un nouveaux genre de fossiles végétaux. – C. R. Acad. Sci., **1884**, 2. juin, Paris. – [zitiert nach WEISS (1884), S. 202].
- SCHNEIDER, J. (1986): Limnoselache n. g. – ein Süßwasser-Hai der paläozoisch-mesozoischen Familie Tristychiidae (Hybodontoida). – Freiburger Forschungshefte, **C410**, S. 7–87, 2 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Leipzig.
- SCHNEIDER, J. & REICHEL, W. (1989): Chondrichthyer-Eikapseln aus dem Rotliegenden (Unter-Perm) Mitteleuropas – Schlußfolgerungen zur Paläobiologie paläozoischer Süßwasserhaie. – Freiburger Forschungshefte, **C436**, S. 58–69, 5 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Leipzig.
- STAESCHE, K. (1964): Übersicht über die Fauna des deutschen Rotliegenden (Unteres Perm). C. Wirbeltiere. – Stuttgarter Beitr. Naturkunde, **135**, S. 1–12, 1 Tab., Stuttgart.
- (1969): Übersicht über die Fauna des deutschen Rotliegenden (Unteres Perm). D. Nachtrag zur systematischen Übersicht. – Stuttgarter Beitr. Naturkunde, **198**, S. 1–10, Stuttgart.
- WATERLOT, G. (1934): Étude de la Faune Continentale du Terrain Houiller Sarro-Lorrain. – Études des Gites Minéraux de la France: Bassin Houiller de la Sarre et de la Lorraine, **II**, Faune Fossile, 317 S., 66 Abb., 24 Taf., Lille.
- WEISS, C. E. (1884): Beiträge zur fossilen Flora. III. Steinkohlen-Calamarien, II. – Abh. geol. Specialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten, **V** (2), 204 S., 8 Abb., 28 Taf., Berlin.

Anschriften der Autoren:

MARKUS POSCHMANN, Landesamt für Denkmalpflege Rheinland-Pfalz, Abteilung Archäologische Denkmalpflege, Referat Erdgeschichtliche Denkmalpflege, Am Obstmarkt 13, D-55126 Mainz.

Diplom-Geologe THOMAS SCHINDLER, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Geowissenschaften – Paläontologie –, Saarstraße 21, D-55099 Mainz.

Manuskript eingegangen am 19. 9. 1996