Mitt. POLLICHIA	70	65–86	14 Abb.	Bad Dürkheim/Pfalz 1982
				ISSN 0341-9665

Ulrich HEIDTKE

Der Xenacanthide *Orthacanthus senckenbergianus* aus dem pfälzischen Rotliegenden (Unter-Perm)

Kurzfassung

HEIDTKE, U. (1982): Der Xenacanthide *Orthacanthus senckenbergianus* aus dem pfälzischen Rotliegenden (Unter-Perm). – Mitt. POLLICHIA, **70**: 65–86, Bad Dürkheim/Pfalz.

Kürzlich erfolgte Neufunde von fast vollständigen Skeletten und Skeletteilen des Xenacanthiden *Orthacanthus senckenbergianus* FRITSCH vom Geisberg bei Rockenhausen/Pfalz (SW-Deutschland) geben erstmals die Möglichkeit einer Gesamtrekonstruktion. Es zeigt sich, daß bisherige Annahmen über Ansatz des Nackenstachels, Ausbildung der Caudalis und Ansatz der hinteren Analis revidiert werden müssen.

Wegen der ungewöhnlichen Fundumstände werden die geologischen Verhältnisse gestreift. Um eine exakte Bergung zu ermöglichen, war die Entwicklung einer neuen Methode notwendig, die kurz erwähnt wird.

Abstract

HEIDTKE, U. (1982): Der Xenacanthide *Orthacanthus senckenbergianus* aus dem pfälzischen Rotliegenden
[The xenacanthid *Orthacanthus senckenbergianus* from the Rotliegend (Lower Permian) of the Palatinate].– Mitt. POLLICHIA, **70**: 65–86, Bad Dürkheim/Pfalz.

Recently made new finds of nearly complete skeletons and parts of skeletons of the Xenacanthid *Orthacanthus senckenbergianus* FRITSCH of Geisberg near Rockenhausen, Palatinate (SW-Germany) for the first time make possible a complete reconstruction. It becomes apparent that former opinions concerning the base of the back analis have to be revised. The geological conditions are touched upon because of the unusual circumstances of the find. In order to make possible an exact salvage, the development of a new method, that is briefly mentioned, was necessary.

Résumé

HEIDTKE, U. (1982): Der Xenacanthide *Orthacanthus senckenbergianus* aus dem pfälzischen Rotliegenden (Unter-Perm).
[Le xénacanthide *Orthacanthus senckenbergianus* de Rotliegendes du Palatinat (Permien inférieur)].- Mitt. POLLICHIA, **70**: 65–86, Bad Dürkheim/Pfalz.

On a recemment découvert des squelettes presque complets et des parties de squelettes du *Orthacanthus senckenbergianus* de Geisberg près de Rockenhausen (Palatinat) qui donnent pour la première fois la possibilité d'une reconstruction complète. Cela prouve qu'il faut reconsidérer les hypothèses émises jusque là en ce qui concerne l'endroit où l'épine dorsale prend naissance, la forme de la caudalis et la place de l'analis postérieure. Ces découvertes inhabituelles permettent une approche de la situation géologique.

Pour rendre possible cette extraction difficile, le développement d'une nouvelle méthode décrite ici, s'est avéré nécessaire.

1. Vorbemerkungen

Der Holotypus von *Orthacanthus senckenbergianus* wurde als unvollständiges Exemplar in den Toneisensteinen von Lebach/Saar gefunden und von FRITSCH (1889) beschrieben.

Weitere Belege stammen aus dem oberen Karbon Englands und dem Perm der ČSSR und Nordamerikas (ZANGERL 1981).

Aus dem deutschen Rotliegenden werden neben dem Holotyp nur noch Einzelzähne, seltener Nackenstachel erwähnt (REIS 1913, 1914). Eine Gesamtrekonstruktion war nicht möglich, da geeignetes Fundmaterial fehlte.

Die Fundstelle mehrerer, fast vollständiger Skelette und einiger Skeletteile von *Orthacanthus senckenbergianus* wurde im Jahre 1977 von Herrn B. GRAUMANN, Mehlingen, entdeckt. In den Folgejahren konnten annähernd 1500 m^2 der Fundschichten untersucht werden. Mehrere guterhaltene *Orthacanthus*-Skelette wurden geborgen. Das vorläufige Ergebnis der 1982 abgeschlossenen Feldarbeiten wird hier vorgestellt.

2. Geologische Verhältnisse

Die Fundstelle liegt südlich Rockenhausen/Pfalz am Südosthang des Geisberges. Die Bergflanke besteht aus einem Lagergang, der sich in seiner Längsausdehnung von der Obermühle bei Rockenhausen bis zur Schleifmühle, östlich Imsweiler, erstreckt (Abb. 1). Im Zentrum des von NE nach SW verlaufenden Lagerganges sind fünf Linsen aus Sedimenten des unteren Rotliegenden eingeschlossen. Bei der Anlage eines Wirtschaftsweges im Jahre 1977 wurde die im Norden gelegene Linse angeschnitten. Der hier anstehende Schichtkomplex ist den oberen Jeckenbach-

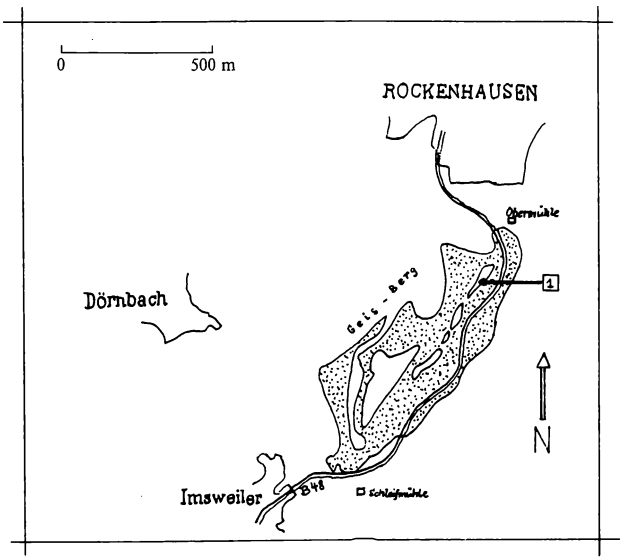


Abb. 1: Die Umgebung der Fundstelle (1). Der Lagergang ist punktiert

Schichten, Lebach-Gruppe, Unterrotliegendes, zuzuordnen. Es stehen sehr feinkörnige, grauschwarze Tonsteine mit guter Spaltbarkeit an. Am Kontakt zum Intrusivgestein ist der Tonstein stark gefrittet, von grünbrauner Farbe und nur schwer spaltbar. In Ost-West-Richtung durchziehen die Linse mehrere Verwerfungen. Sie bewirken eine vertikale Versetzung der Schichten bis zu 50 cm, so daß der Schichtkomplex nach Süden stufenförmig ansteigt. Die gesamte Linse hat eine Ausdehnung von annähernd 1500 m^2.

3. Grabungs- und Bergungsmethodik

Der Anstoß zu den umfangreichen Grabungsarbeiten in vier Kampagnen war das Auffinden eines zum Teil freiliegenden Skeletts von *Orthacanthus senckenbergianus* auf dem oben erwähnten Wirtschaftsweg.

Durch Witterungseinflüsse und die ständige Benutzung des Weges durch landwirtschaftliche Fahrzeuge war das Skelett erheblich zerbrochen. So mußte das Fossil in maximal handgroßen Stücken mit anhängenden Gesteinsplatten entnommen und auf bereitgelegten Holztafeln fundgerecht zusammengelegt werden. Hierbei wurde festgestellt, daß die Ventralregion durch die Baggerarbeiten bei der Anlage des Weges entfernt worden war. Ein der Fundsituation entsprechendes Zusammensetzen des Fossils erwies sich als problematisch und sehr zeitraubend. So wurde eine Methode entwickelt, die bei weiteren Funden von *Orthacanthus*-Skeletten die Bergung in einem Stück erlaubte. Dies geschah durch Eingießen der weitgehend freigelegten Skelette in situ mittels Kunstharz, der durch Glasfasermatten verstärkt und bruchfest gemacht wurde. Nach dem Aushärten war die entstandene Stützplatte fest mit dem Fossil verbunden. Mit einer Gesteinssäge konnte die Platte aus dem Schichtverband getrennt, bruchsicher transportiert und zu einem späteren Zeitpunkt präpariert werden.

4. Gesamtfauna

Folgende Taxa wurden im Grabungsgebiet belegt:

1. Invertebrata
1.1. Crustacea
1.1.1. Ostracoda
(nicht näher bestimmte Ostracoden wurden in Anhäufungen gefunden)
1.1.2. Malacostraca
1.1.2.1. *Uronectes fimbriatus* JORDAN
1.2. Insecta und Myriapoda
(in besonders feinkörnigen Lagen wurden Einzelflügel von Insekten und Reste von Tausendfüßern gefunden. Bemerkenswert ist der Fund eines 6 cm langen, vollständigen Insekts. Alle Insekten- und Myriapodenreste sind noch unbearbeitet)
2. Vertebrata
2.2. Pisces
2.2.1. Xenacanthidae
2.2.1.1. *Orthacanthus senckenbergianus* FRITSCH
(siehe nachfolgende Auflistung des untersuchten Materials)

2.2.2. Acanthodii
2.2.2.1. *Acanthodes bronni* AGASSIZ
(zwei fragliche Nachweise)
2.2.2.2. *Acanthodes* cf. *gracilis* BEYRICH
2.2.2.3. *Acanthodes* sp. Typ C (weitgehend schuppenlos)
2.2.3. Palaeoniscidae
2.2.3.1. *Rhabdolepsis macropterus* BRONN
2.2.3.2. *Paramblypterus* sp.
2.2.3.3. *„Elonichthys"* gen. et sp. indet.
2.3. Tetrapoda
2.3.1. Rhachitomi
2.3.1.1. *Branchiosaurus* cf. *petrolei* GAUDRY
2.3.1.2. *Micromelerpeton credneri* BULMANN & WHITTARD
2.3.2. Reptilia
2.3.2.1. *Batropetes* cf. *truncatus* CARROL & GASKILL
(fragmentarischer Einzelfund)

5. Untersuchtes Material

Exemplar A: Skelett in linksseitiger, gestreckter Einbettung, Ventralbereich weitgehend beschädigt, Gesamtlänge 245 cm
(Samml. B. GRAUMANN, Mehlingen)

Exemplar B: Weitgehend komplettes Skelett in rechtsseitiger Einbettung, Vorderrumpf hochgekrümmt, Gesamtlänge 285 cm
(Samml. B. GRAUMANN, Mehlingen)

Exemplar C: Nahezu vollständiges Skelett in linksseitiger, hakenförmig gekrümmter Einbettungslage, Gesamtlänge 260 cm
(Samml. B. GRAUMANN, Mehlingen)

Exemplar D: Leicht verschwemmtes Skelett, Vorderrumpf und Ventralbereich in dorsoventraler Einbettung, Chorda mehrfach spiralförmig aufgedreht, Gesamtlänge 225 cm
(Samml. Ph. DRIMARACCI/S. KROHN, Ludwigshafen)

Exemplar E: Schädel mit geöffneter Mundspalte und Vorderrumpf bis zum pectoralen Bewegungsapparat
(Samml. U. HEIDTKE, Bad Dürkheim, als Dauerleihgabe im Pfalzmuseum für Naturkunde, Bad Dürkheim)

Exemplar F: Vollständiger Schädel mit teilweise körperlicher Erhaltung, linksseitig, lateral eingebettet
(Samml. B. GRAUMANN, Mehlingen)

Exemplar G: Verschwemmtes Skelett, Schädel und Schultergürtel in dorsoventraler Einbettung
(Samml. U. HEIDTKE, Bad Dürkheim, als Dauerleihgabe im Pfalzmuseum für Naturkunde, Bad Dürkheim)

Exemplar H: Skelett eines juvenilen Tieres mit mäßig erhaltenem Schädel, Körper bis zum Rand der Beckenregion in rechtsseitiger Einbettung
(Samml. B. GRAUMANN, Mehlingen)

6. Beschreibung des *Orthacanthus senckenbergianus* FRITSCH

Durch die Ummantelung der vorbeschriebenen Sedimentlinse von glutflüssigen Magmen wurden die Fossilien erheblich aufgeheizt und die Substanz umgewandelt. So liegen die Fundstücke in atypischer, weißlicher Erhaltung vor. Die bis fingerdicke, fossile Substanz der *Orthacanthus*-Skelette ist meist brüchig und von geringer Festigkeit. Die Umwandlung der Substanz hatte weiterhin zur Folge, daß feinere Details wie Foramina in der Regel nicht mehr erkennbar sind. Nicht selten sind selbst Nähte zwischen den knorpeligen Skelett-Teilen kaum noch auszumachen. Da die fossile Substanz weitaus weicher ist als das umgebende Gestein, mußte die Präparation mit größter Sorgfalt ausgeführt werden. Das Endoskelett des *Orthacanthus senckenbergianus* ist als prismatisch verkalkter Knorpel erhalten. Im Vergleich zu anderen Xenacanthiden ist *Orthacanthus senckenbergianus* ausgesprochen großwüchsig. Adulte Exemplare können nach Beurteilung der gefundenen Skelette eine Gesamtlänge von mehr als 250 cm erreichen.

Schädel (Abb. 3d, 4, 5)

Alle untersuchten Exemplare liegen mit erhaltenem Schädel vor. Leider sind die Schädel der meisten Exemplare entweder ungünstig eingebettet oder erheblich verdrückt. So stützen sich die Untersuchungen weitgehend auf die Exemplare E und F.

a) Neurocranium

Wie aus der vorstehenden Aufstellung der untersuchten Stücke hervorgeht, sind die meisten Exemplare in seitlicher Einbettung erhalten. Durch die Verdrückung ist das Neurocranium fast immer weitgehend durch das großflächige Palatoquadratum abgedeckt. Exemplar F läßt die laterale Ansicht des Neurocraniums noch am besten erkennen.

Praeorbital steigt das Neurocranium mäßig an. Dorsal des Orbitalbereichs wird der Steigungswinkel flacher. Hier setzt der Processus postorbitalis an, der als kräftige, fast rechteckige Leiste den postorbitalen Rand der Augenhöhle bildet. Der dorsale Oticalkamm steht deutlich aus der Wölbung des Neurocraniums hervor. Er zeigt seitlich einen Wulst, der sich in die Occipitalregion fortsetzt. Unterhalb des Oticalkammes ist bei Exemplar E eine schwache, rinnenförmige Eintiefung ausgebildet, in der sehr deutlich die von SCHAEFFER (1981) festgestellte „otico-occipitalfissure" verläuft, bis sie unter dem überdeckenden Palatoquadratum verschwindet und ventral nicht mehr verfolgt werden kann (Abb. 4, 5).

Die Occipitalregion ist bogenförmig aufgewölbt und zeigt randlich einen als Wulst sichtbaren Occipitalkamm, der bis zum dorsalen Rand des Foramen magnum verläuft. Hier zeigt das Neurocranium eine Einbiegung von annähernd 90° zum Artikulationsbereich des Hyomandibulare.

Eine Dorsalansicht des Neurocraniums wurde von den Exemplaren D und G erhofft, da beide Exemplare einen dorsoventral eingebetteten Schädel zeigen. Im

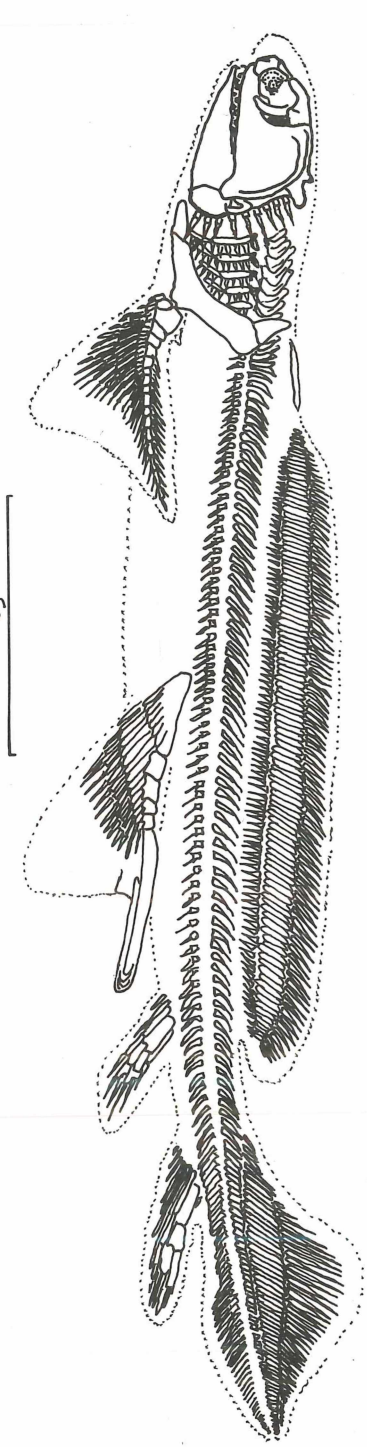


Abb. 2: *Orthacanthus senckenbergianus,* Gesamtkonstruktion

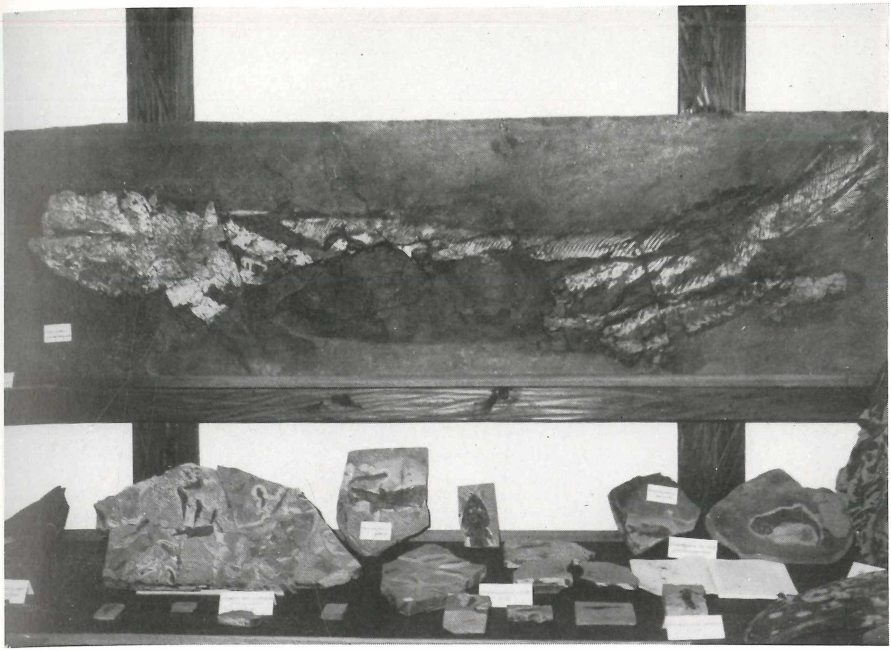


Abb. 3a: *Orthacanthus senckenbergianus,* Exemplar A
Bildbreite 190 cm

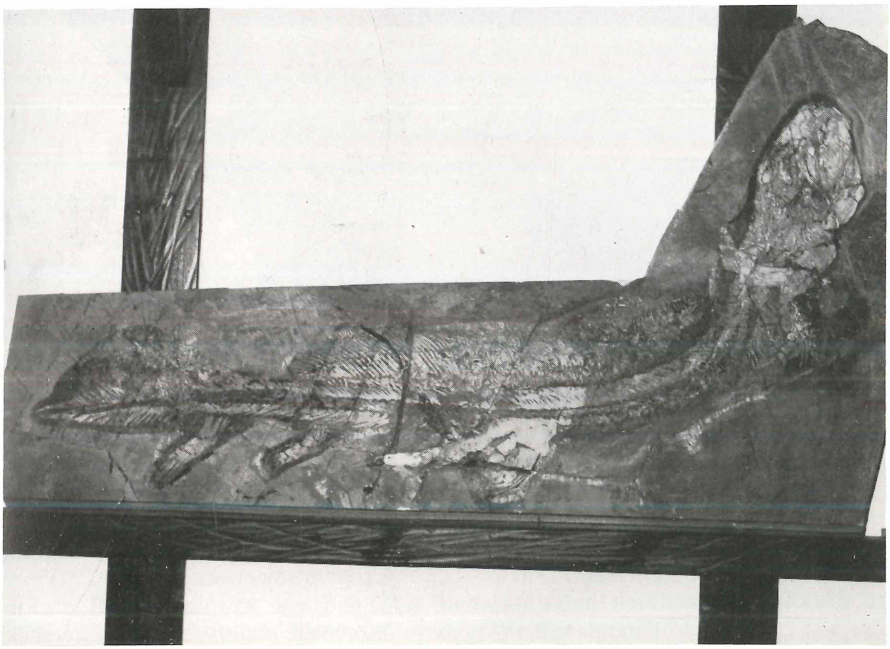


Abb. 3b: *Orthacanthus senckenbergianus,* Exemplar B
Bildbreite 145 cm



Abb. 3c: *Orthacanthus senckenbergianus,* Exemplar C
Bildbreite 130 cm

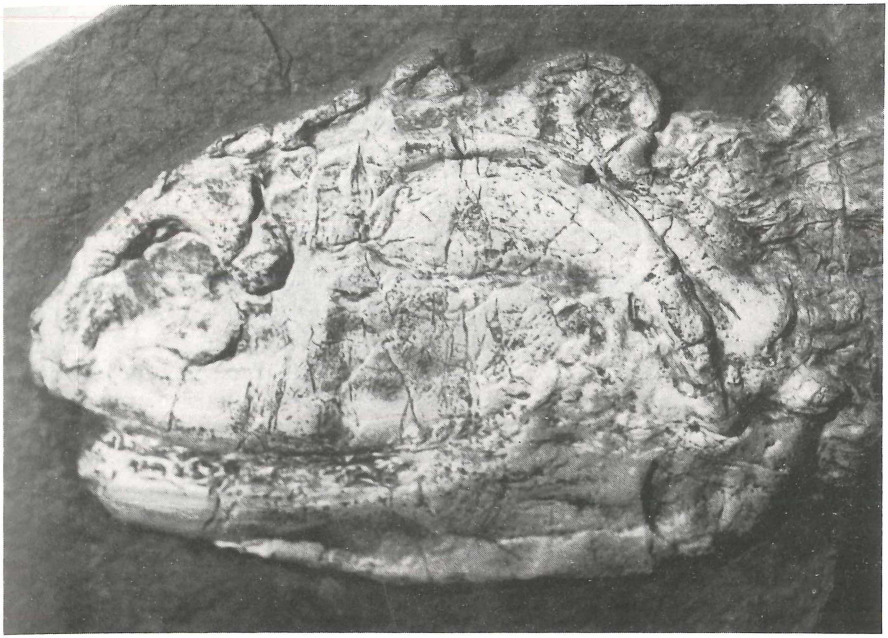


Abb. 3d: *Orthacanthus senckenbergianus,* Exemplar F
Bildbreite 39 cm

Zuge der Präparation mußte leider festgestellt werden, daß an beiden Skeletten die ventrale Ansicht freigelegt wurde. Das Neurocranium ist jeweils durch ventrale Schädelteile und auch vom Schultergürtel abgedeckt. So konnte lediglich Exemplar E herangezogen werden, wo die dorsale Ansicht des Neurocraniums halbseitig erkennbar ist. Das Stück zeigt einen nach außen gebogenen Processus praeorbitalis, unter dem die Nasenkapsel sichtbar ist. Die Orbitalregion ist leider beschädigt und undeutlich, zeigt aber einen kräftigen, aufgewölbten Processus postorbitalis. Otical- und Occipitalkamm treten durch die Verdrückung nicht hervor, sind aber durch klare Nähte von der Schädelkapsel getrennt. Der Processus oticus lateralis ist deutlich ausgebogen und zeigt einen Wulst. Die Ausbildung des Occipitalcondylus und des Foramen magnum ist an keinem Exemplar ersichtlich. Die Gesamtgestaltung des Neurocraniums ist aufgrund der ungünstigen Einbettungs- und Erhaltungsbedingungen kaum zu erfassen. Im Vergleich mit *Xenacanthus* zeigt das Neurocranium von *Orthacanthus senckenbergianus* eine größere Breite im Verhältnis zur Länge. Der oticale Bereich nimmt wie bei allen Xenacanthiden deutlich mehr Raum in Anspruch als der orbitale Abschnitt, er zeigt die fast doppelte Länge.

Die Schnauzenspitze endet in einem kurzen, stumpfen Rostralfortsatz, der durch eine Fontanelle von den praeorbitalen Processen getrennt ist.

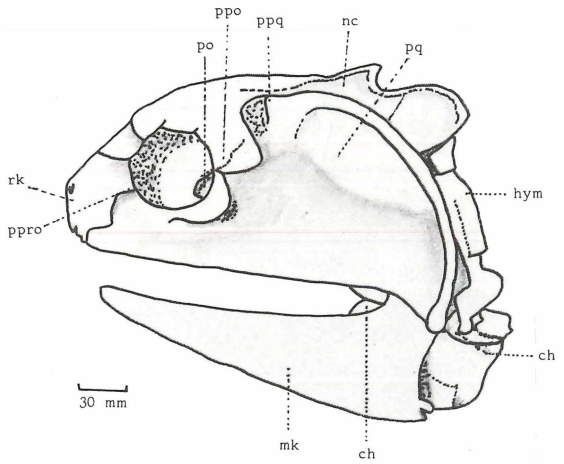


Abb. 4: *Orthacanthus senckenbergianus,* Schädelrekonstruktion, ppro: Prozessus praeorbitalis rk: Rostralknorpel, po: Prozessus orbitalis, ppo: Prozessus postarbitalis, nc: Neurocranium, pq: Palatoquadratum, hym: Hyomandibulare, ch: Ceratohyale (?), mk: Meckel'scher Knorpel (Unterkiefer)

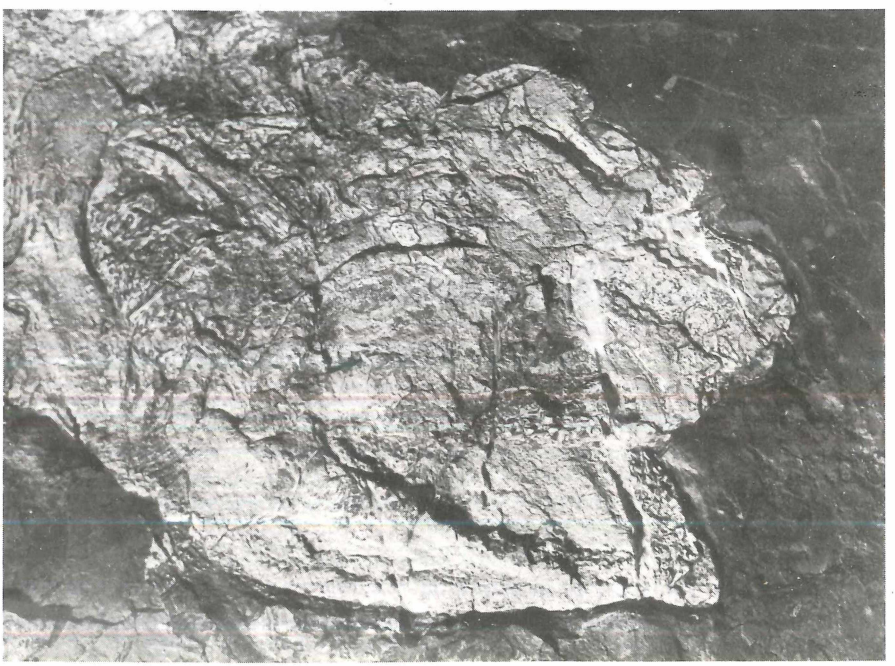


Abb. 5: *Orthocanthus senckenbergianus,* Exemplar E Schädel mit geöffneter Mundspalte Bildbreite 65 cm

b) Kieferskelett (Palatoquadratum und Mandibulare)

Beobachtungen am Kieferskelett des *Orthacanthus senckenbergianus* stützen sich ebenfalls zumeist auf die Exemplare E und F.

aa) Palatoquadratum

Die laterale Ansicht eines *Orthacanthus*-Schädels wird durch das charakteristische, großflächige Palatoquadratum geprägt. Es setzt bereits vor den Orbita, unterhalb der Ethmoidalregion an. Als kräftiger Wulst bildet es den ventralen Bogen der Orbita und erreicht postorbital fast die Höhe des Neurocraniums. Die Vorderkante des Processes palatoquadrati erscheint senkrecht. In einem rechtwinkeligen Knick geht er in den dorsalen Rand des Palatoquadratums über, der einen kräftigen Wulst zeigt und waagerecht zur Körperachse verläuft. Unterhalb des Oticalkammes fällt die dorsale Kante bogenförmig zur Artikulationsgrube des unteren Kieferapparates ab. Der sehr plastisch hervortretende hintere Rand des Palatoquadratums leitet zu einem keulenförmigen Gelenkfortsatz über.

Während bei den meisten untersuchten *Orthacanthus*-Schädeln das sichtbare Palatoquadratum flach und verdrückt wirkt, zeigt Exemplar F noch plastische Formen. Es wird deutlich, daß das Palatoquadratum bei *Orthacanthus senckenbergianus* dorsal eng am Neurocranium anliegt. In Höhe des Processus postorbitalis beginnt eine Wölbung nach außen, die sich bis zum ventralen Rand fortsetzt. Der Schädel ist demzufolge im dorsalen Bereich weitaus schmaler als in der Kieferregion (Abb. 3d).

bb) Mandibulare

Exemplar F zeigt ein linkes Mandibulare in lateraler Ansicht. Exemplar E, mit mäßig geöffneter Mundspalte, läßt das rechte Mandibulare von der Außenseite, das linke von der Innenseite erkennen. Die Spitze des Unterkiefers beginnt in Höhe des bezahnten Teils des Palatoquadratums. Die verbindende Symphyse an der Spitze beider Mandibularen ist deutlich aufgewölbt und zeigt eine feine Naht. Die Mundspalte ist unterständig. Bei allen Exemplaren erscheint das Mandibulare gestreckt und zeigt nicht die für *Xenacanthus* typische, bogenförmige Abwärtskrümmung. Ob dies dem natürlichen Zustand entspricht oder auf Gesteinsdruck zurückzuführen ist, wage ich nicht zu beurteilen.

Alle untersuchten Mandibularen zeigen lateral eine Naht, die von der Unterkante fast senkrecht zur Gelenkgrube der Kieferbefestigung verläuft. Bei den Stücken E und F ist weiterhin eine rinnenförmige Eintiefung festzustellen, die von der Spitze des Mandibulare lateral über die gesamte Länge des Unterkiefers in ungefähr halber Höhe verläuft. Es bedarf weiterer Untersuchungen, inwieweit die histologische Struktur des Meckel'schen Knorpels identische Muster infolge Gesteinsdruckes ermöglichen.

Die Befestigung des Kieferapparates ist deutlich amphistyl. Das Mandibulare zeigt eine schwach ausgewölbte Gelenkgrube, die den Gelenkfortsatz des Palatoquadratums aufnimmt.

Die Kieferbezahnung ist bei geschlossener oder schwach geöffneter Mundspalte nicht sichtbar, da sie sowohl am Palatoquadratum, als auch beim Mandibulare durch einen Knorpelwulst abgedeckt ist. Lediglich Exemplar E gewährt einen guten Einblick in die mandibulare Bezahnung und in die rechtsseitige Bezahnung des Palatoquadratums, da der oben erwähnte Wulst am Palatoquadratum bei diesem Exemplar bereits abgewittert war. Die Unterkieferleisten sind auf durchschnittlich 15 cm Länge bezahnt, das Palatoquadratum auf ca. 16 cm. Es können vier hintereinander gestaffelte Zahnreihen beobachtet werden.

Die Einzelzähne zeigen drei Spitzen. Die mittlere ist sehr kurz. Die Seitenspitzen sind deutlich abgeflacht und weisen gezähnelte Schneiden auf. Die massive Wurzel zeigt labial einen kräftigen Basaltuberkel, von dem eine Leiste zur lingualen Seite verläuft. Auf der Oberseite der Wurzel ist ein annähernd herzförmiger Apikalhöcker ausgebildet (Boy 1976). Bei adulten *Orthacanthus senckenbergianus* liegt die durchschnittliche Höhe der äußeren Spitzen bei 10 mm, die mittlere Spitze übersteigt kaum 2,5 mm (Abb. 6).

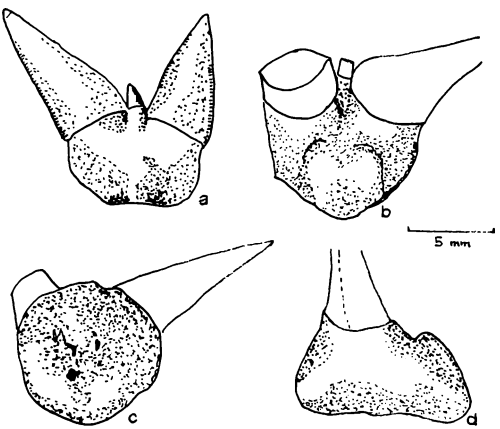


Abb. 6: *Orthacanthus senckenbergianus,* Kieferzähne (nach Boy 1976): a = Labial- (Außen-) ansicht, b = Wurzeloberseite, c = Wurzelunterseite, d = Profilansicht

Kiemenstützskelett

a) Hyoidbogen

Das dorsal liegende Hyomandibulare verläuft eng am hinteren Rand des Palatoquadratums. Es artikuliert mit einer kegelförmigen Verbreiterung an der Regio otica des Neurocraniums. Ventral verläuft es gerade, stabförmig und artikuliert mit einem ovalen Fortsatz am Ceratohyale. Das Ceratohyale ist nur undeutlich, bisweilen unsicher, als schmale Knorpelleiste hinter dem Gelenkfortsatz des Palatoquadratums zu erkennen. Bei allen untersuchten Stücken ist das Ceratohyale vom Mandibulare abgedeckt und scheint an dessen Innenseite zu verlaufen. Auch hier ergibt sich die Problemstellung, ob diese Beobachtung auf Verdrückungsfaktoren zurück-

zuführen ist. In der offenen Mundspalte bei Exemplar E zeigt sich im Winkel zwischen Palatoquadratum und Mandibulare eine kaum hervortretende Knorpelspange, die als vordere Spitze des Ceratohyale gedeutet wird.

Der Hyoidbogen ist mit caudalwärts gerichteten Radialien besetzt. Diese Kiemenradialien zeigen eine Zweiteilung, die an dem Kiemenstrahlen der Branchialbögen nicht zu beobachten ist (Abb. 7).

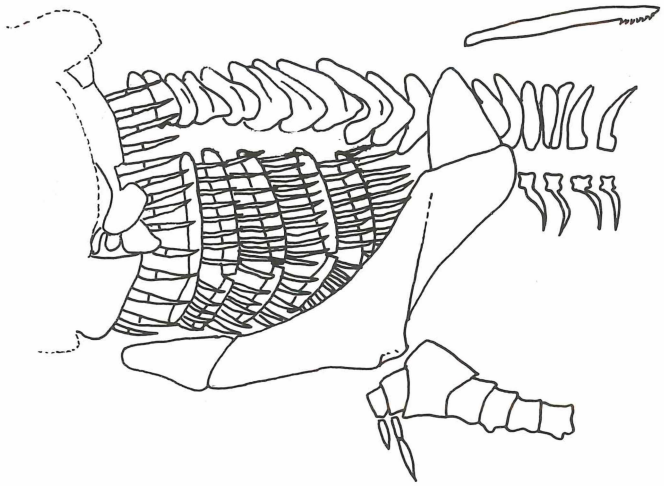


Abb. 7: *Orthacanthus senckenbergianus,* Kiemenregion und Schultergürtel
Bildbreite ca. 40 cm

b) Branchialbögen

In seiner Erstbeschreibung des *Orthacanthus senckenbergianus* geht FRITSCH (1889) davon aus, daß „auch hier sieben Kiemenbögen vorhanden waren". Der Erhaltungszustand der Rockenhausener Stücke macht eine Beurteilung der Branchialbögen nicht einfach. Dennoch konnten an allen Exemplaren nur fünf Branchialbögen festgestellt werden. Die Teilung in ein dorsales Epibranchiale und ein ventrales Ceratobranchiale ist immer deutlich. Die Epibranchialen stehen fast senkrecht zur Körperachse, während die Ceratobranchialen zum Schädel hin geneigt sind.

Die Branchialbögen sind mit ungeteilten Radialien besetzt, die den caudalwärts folgenden Branchialbogen überlagern. Die ventral verbindenden Basibranchialen und Pharyngobranchialen können nicht zweifelsfrei festgelegt werden, da sie bei allen untersuchten Stücken vom Schultergürtel weitgehend bedeckt sind (Abb. 7).

Wirbelsäule

Das Achsenskelett verläuft bei gestreckter Körpererhaltung geradlinig vom Foramen magnum bis zur Schwanzspitze. Bei den vollständigen Exemplaren

wurden 125 Wirbel gezählt. Wirbelkörper sind nicht ausgebildet. So tritt der Chordaraum als dunkle, substanzfreie Linie hervor. Die dorsalen Neuralbögen sind regelmäßig höher als die ventralen Hämalbögen (Abb. 2). Die vorderen 15 Neuralbögen sind schädelwärts geneigt; beginnend mit dem 16. Neuralbogen zeigen sie eine caudalwärtige Neigung. 15. und 16. Bogen stehen sehr eng. Die Hämalbögen bestehen aus einer sichtbaren, quadratischen Basis und paarigen kurzen Rippen, die nach hinten gekrümmt sind. In Höhe der vorderen Analis ändert sich die sichtbare Ausbildung der Basiventralen in stiftförmige, rudimentär wirkende Rippen, ohne deutlich quadratische Basis. Die genaue Ausbildung der Basidoralen und Basiventralen ließ sich durch präparatorische Maßnahmen nicht feststellen. Eine Klärung dieses Problems und anderer Unsicherheiten, wurde von einer Röntgendurchleuchtung erhofft. Da die geeigneten Fossilien jedoch in glasfaserverstärkte Kunststoffharzplatten gebettet sind, wurden keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielt.

Gürtel und paarige Flossen

a) Schultergürtel und Pectoralis

Der Schultergürtel ist immer deutlich dreigeteilt in Scapulocoracoid und je einen dorsalen und einen ventralen akzessorischen Knorpel.

Die untersuchten Schultergürtelhälften, bisweilen sind beide Seiten sichtbar (Exemplar E), sind äußerst massiv, mit einer oval aufgewölbten Oberfläche. Bei *Xenacanthus* ist regelmäßig ein randlicher Wulst zu beobachten, das Zentrum wirkt flach und eingedrückt. Der Schultergürtel bei *Orthacanthus senckenbergianus* zeigt dieses Erscheinungsbild nicht.

Der dorsale akzessorische Knorpel artikuliert mit der gesamten Breite an der dorsalen Endfläche des Scapulocoracoids. Der Knorpel ist als gestrecktes Oval sichtbar und läuft dorsal in einer rundlichen Spitze aus. Bei den in Seitenlage erhaltenen Stücken ragt der dorsale akzessorische Knorpel über die Chorda hinaus, er endet unmittelbar unter dem Ansatz des Nackenstachels. Auch hier ergibt sich das Problem, ob es sich um eine Erscheinung infolge des Gesteinsdruckes handelt.

Der dorsale Rand des Scapulocoracoids ist am Hinterrand kräftig aufgewölbt, die schädelwärtige Rundung ist flach eingebogen. Dies gibt dem Scapulocoracoid eine bumerangähnliche Form. Am Ansatz der Pectoralflosse ist ein kräftiger, kurzer Fortsatz ausgebildet, der eine flache Gelenkgrube zeigt. Der ventrale Teil des Scapulocoracoids ist mit dem ventralen akzessorischen Knorpel schädelwärts geneigt. Der ventrale Knorpel steht eng am Scapulocoracoid und artikuliert mit der gesamten Breite. Beide akzessorische Knorpel wirken als Verlängerung des Scapulocoracoids. Die trennenden Nähte sind nicht immer zweifelsfrei erkennbar.

Die Brustflosse artikuliert beiderseits am ventralen Knick des Scapulocoracoids. Die sehr lange Flossenachse besteht aus 17 Einzelsegmenten, an denen prae- und postaxiale Radialien ansitzen. Die Basis der Flossenachse zeigt eine zweifelsfrei tribasale Gliederung in Propterygium, Mesopterygium und Metapterygium. Die drei basalen Elemente sind sehr engstehend. Das Metapterygium ist sehr groß, während Propterygium und Mesopterygium rudimentär wirken; sie sind kaum an der Artikulationsfläche zum Scapulocoracoid beteiligt. Das fast rechteckige Metapterygium trägt die weiteren Elemente der Flossenachse. Propterygium und Mesop-

terygium tragen je einen Flossenstrahl. Am Metapterygium artikulieren vier Radialien, die dreifach gegliedert sind. Insgesamt enthält eine Pectoralis 30 praeaxiale Radialien, von denen der zwölfte mit fünf Gliederungen der längste ist. Die Gliederung der weiteren Flossenstrahlen zeigt Abb. 9. Postaxial sind 16 kurze,



Abb. 8: *Orthacanthus senckenbergianus,* Exemplar D, Pectoralregion
Bildbreite 85 cm

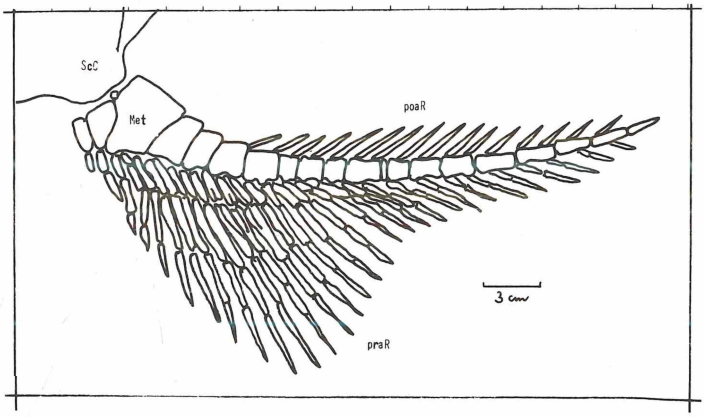


Abb. 9: *Orthacanthus senckenbergianus,* linke Pectoralflosse
ScS = Scapulocoracoid, Met = Metapterygium, poaR = postaxiale Radialien, praR = praeaxiale Radialien
Bildbreite ca. 28 cm

ungegliederte Radialien vorhanden, die am dritten Segment der Flossenachse beginnen und am vorletzten, distalen Segment enden.

Nach dem Skelett zu urteilen, zeigen die Pectoralflossen einen dreieckigen Umriß, mit langgestreckter, sehr kräftiger Achse. Die Flosse ist ausgesprochen groß. Das kräftig entwickelte Metapterygium, der massive Schultergürtel, in Verbindung mit der großen Brustflosse, lassen vermuten, daß *Orthacanthus senckenbergianus* einen leistungsfähigeren pectoralen Bewegungsapparat besaß als andere Xenacanthiden.

b) Beckengürtel und Ventralis

Das freie, basale Element des Beckens zeigt einen dreieckigen Umriß. Die ventrale Seite weist sieben Einkerbungen auf, die seine ventrale Hälfte in acht parallel liegende Segmente fächern.

Ob bereits am basalen Element des Beckens geschlechtsbedingte Unterschiede vorliegen, kann nicht beurteilt werden, da nur Ventralregionen männlicher Exemplare untersucht werden konnten.

Am caudalgerichteten Bogen des basalen Beckenelements artikuliert jederseits die basipterygoidale Achse. Sie ist in vier aufgereihte Elemente gegliedert, deren Teilung nur bei Exemplaren mit erhaltener Oberfläche sichtbar ist. Bei längsgebrochenen Basipterygien ist eine Teilung nicht zu erkennen. So erscheint eine zentrale Verwachsung möglich.



Abb. 10: *Orthacanthus senckenbergianus,* Exemplar D, Ventralregion (männliches Exemplar) Bildbreite 95 cm

Zum basalen Beckenelement zeigt das Basipterygium eine ausgeprägte Artikulationsgrube. Die Ventralseite der basipterygoidalen Achse ist an den Artikulationspunkten der Radialien der Bauchflosse deutlich eingebogen. Das Basipterygium endet jederseits im Pterygopodium. Die Pterygopodien bestehen aus zwei längsseitig parallel verwachsenen Segmenten. Das distale Ende ist an der Innenseite etwas schmaler und zeigt hier fünf bogenförmige, parallel angeordnete Lamellen. Im Querbruch zeigt ein Pterygopodium im Gegensatz zu dem 5 äußerlich sichtbaren insgesamt 15 Lamellen, die fächerförmig angeordnet sind (Abb. 11).

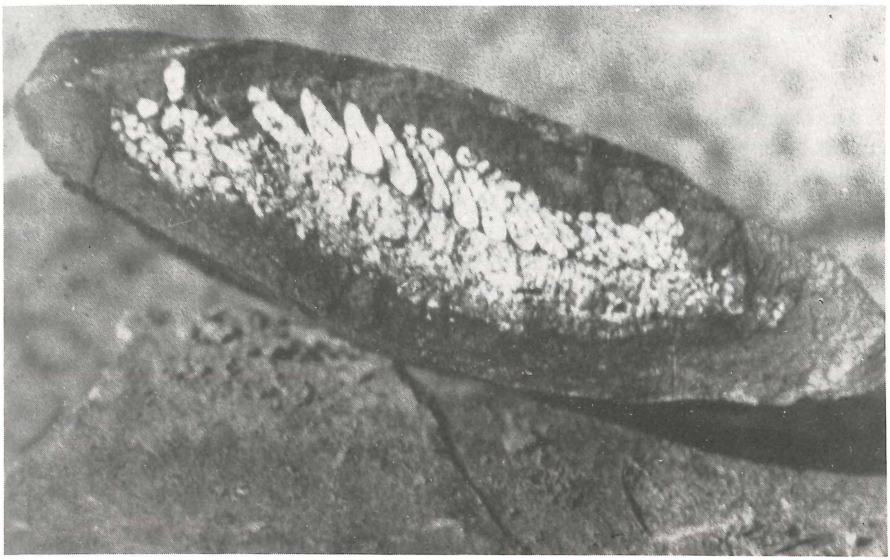


Abb. 11: *Orthacanthus senckenbergianus,* Pterygopodium im Querbruch
Bildbreite 3,3 cm

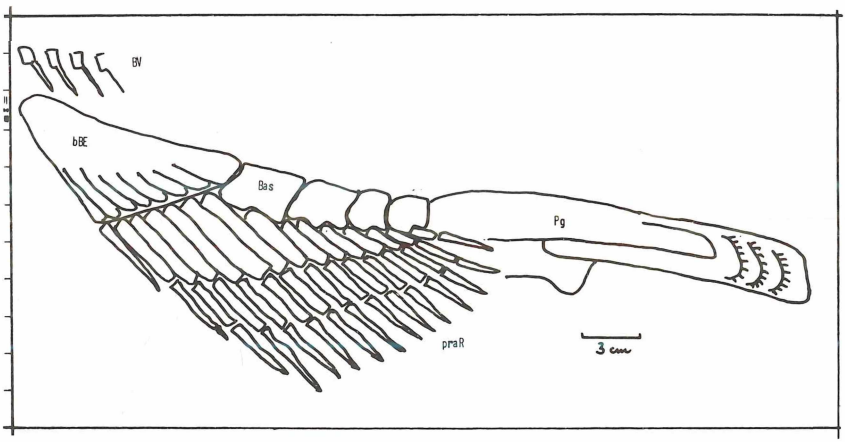


Abb. 12: *Orthacanthus senckenbergianus,* (männliches Exemplar) Ventralflosse
BV = Basiventralia, bBE = basales Beckenelement, Bas = Basipterygium, Pg = Pterygopodium, praR = praeaxiale Radialien
Bildbreite ca. 36 cm

Die Ventralis ist einfach gebaut. Wie oben erwähnt, zeigt das basale Element des Beckens sieben parallele Kerben, die den ventralen Rand in acht halbrunde Bögen auffächern. Am hintersten Bogen artikuliert das Basipterygium. Die davor angeordneten Bögen tragen je einen Flossenstrahl. Insgesamt sind 15 schmale, längliche Radialien vorhanden, die acht hinteren artikulieren am Basipterygium. Die Gliederung der Radialien wird in Abb. 12 deutlich gemacht.

Unpaare Flossen

a) Dorsalis mit Nackenstachel

Die Dorsalflosse erstreckt sich als gleichmäßig hoher Saum, in Höhe des Schultergürtels beginnend, bis zum Schwanzstiel. Die Flosse wird durch engstehende, dreigegliederte Flossenstrahlen gestützt. Die proximalen Radialien sind kurz und laufen zur Chorda spitz zu. Die mittleren Flossenträger sind stabförmig und liegen eng aneinander. Die distalen Radialien laufen spitz zum Flossenrand aus. Der Nackenstachel ist im Vergleich mit anderen Xenacanthiden, auch unter Berücksichtigung der Körpergröße, kurz. Seine Länge schwankt bei adulten Exemplaren zwischen 90 und 120 mm. Andererseits ist er kräftig, der Durchmesser kann 10 mm überschreiten. Der Querschnitt ist regelmäßig drehrund. Die Unterseite zeigt im hinteren Viertel zwei engstehende Reihen von Dentikeln, die zu Widerhaken gekrümmt sind. Zu klären ist die Frage, ob der Nackenstachel frei aus dem Körper hervorstand, mit einer Hautbrücke mit der Dorsalis in Verbindung stand oder vollständig von der Körperhaut überwachsen war. Es wurden Nackenstachel gefunden, die verheilte Brüche aufwiesen. Bei allen untersuchten Exemplaren liegt der Stachel eng am Körper an und steht nicht deutlich vom Schädel ab wie bei *Xenacanthus*. Weiterhin artikuliert der Nackenstachel bei *Orthacanthus senckenbergianus* in Höhe des Schultergürtels und nicht wie bei anderen Xenacanthiden am Neurocranium. Dies läßt die Möglichkeit offen, daß der Nackenstachel bei *Orthacanthus senckenbergianus* in Körperhaut eingebettet war und nicht mit dem Wasser in Berührung kam.

b) Caudalis

Die Schwanzflosse des *Orthacanthus senckenbergianus* ist im Gegensatz zu anderen Xenacanthiden nicht deutlich diphycerc. Der dorsale Saum des epichordalen Lobus ist hoch aufgeschwungen. Er wird durch einfach geteilte, länglich-schmale Radialien gestützt. Der ventrale Saum der Schwanzflosse ist schmal und zeigt nur kurze, ungeteilte Radialien, die zum Schwanzstiel hin völlig fehlen. Hier setzt bereits die hintere Analis an. Die Chorda verläuft innerhalb der Schwanzflosse bei kontinuierlicher Größenabnahme geradlinig bis zur distalen Schwanzspitze (Abb. 13).

c) Analis

Die Analflosse ist zweigeteilt. Die hintere Analis ist weit zurückgesetzt und setzt in Höhe des dorsalen Saums der Caudalis an. Die enge Stellung von Caudalis und hinterer Analis täuscht dem Betrachter eine heterocerce Ausbildung der Schwanzflosse vor.

Die hintere Analis ist etwas größer als die vordere. Sie zeigt zehn Radialien, deren Teilung sich aus Abb. 13 ergibt.

Die vordere Analis wird von fünf Flossenstrahlen getragen. Das caudale Ende der vorderen Analis liegt genau unterhalb des hinteren Flossenrandes der Dorsalis. Die Gliederung der einzelnen Radialien ist aus Abb. 14 ersichtlich.

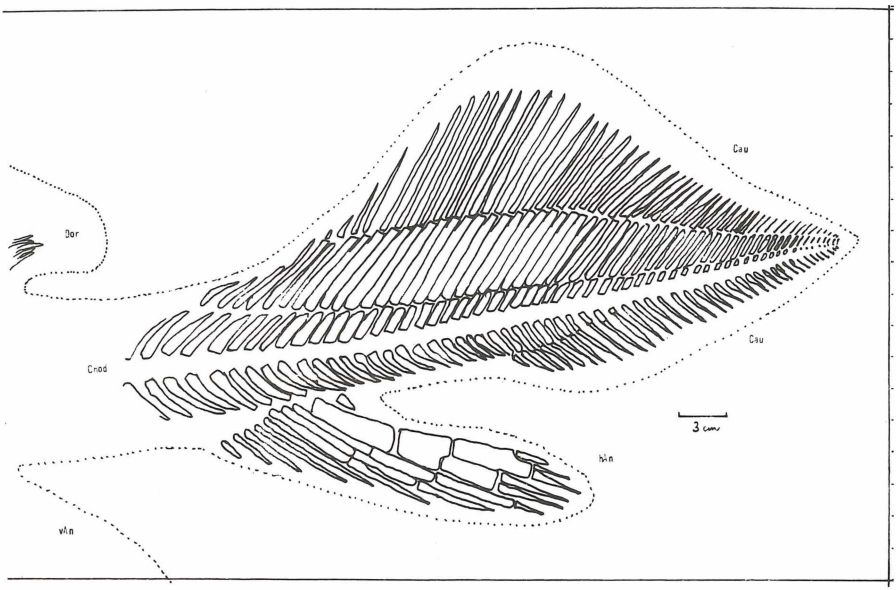


Abb. 13: *Orthacanthus senckenbergianus,* Caudalregion
Dor = Dorsalflosse, vAn = vordere Analflosse, Chod = Chordaraum, hAn = hintere Analflosse, Cau = Caudalflosse.
Bildbreite ca. 48 cm

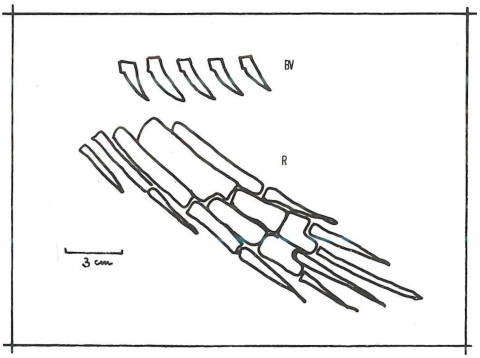


Abb. 14: *Orthacanthus senckenbergianus,* Vordere Analflosse
BV = Basiventralia, R = Radialien
Bildbreite ca. 18 cm

Dermalskelett

Die untersuchten Fossilien zeigen keine Hautreste oder verstreute Placoidschuppen, so daß über die Körperbedeckung keine Aussagen gemacht werden können.

Beziehungen

Orthacanthus senckenbergianus ist aus dem Unterrotliegenden Südwestdeutschlands durchlaufend bekannt geworden. Die Belege erfolgten in der Regel durch Zahnmaterial. Die Funde von Einzelzähnen sind in den Jeckenbach-Schichten noch häufig, sie finden sich in den Odernheim-Schichten hingegen nur noch sporadisch. Aus Europa und Nordamerika ist *Orthacanthus* bereits aus dem Oberkarbon bekannt. Die Species entwickelt sich demnach im Oberkarbon und verschwindet noch im Unterrotliegenden.

Durch deutliche, zahnmorphologische Unterschiede wurden bislang im südwestdeutschen Rotliegenden drei Xenacanthiden unterschieden (Boy 1976). Es ergab sich eine Trennung in *Orthacanthus senckenbergianus* Fritsch, *Xenacanthus sessilis* Jordan und *Xenacanthus* sp. B Boy. *Xenacanthus* sp. B entspricht dem *„Pleuracanthus"* bei Fritsch (1889). Da dieser Name jedoch praeoccupiert ist, hat Heyler (1969) die Benennung *„Expleuracanthus"* vorgeschlagen. Ob eine Trennung in *Xenacanthus* und *„Expleuracanthus"* erforderlich ist, muß durch weitere Untersuchungen erwiesen werden.

Zangerl (1981) verwendet für *Xenacanthus sessilis* den Namen *Triodus sessilis* Jordan. Da *„Triodus"* die Erstbenennung ist, müßte sie nach den international geltenden nomenklatorischen Regeln Anwendung finden. Neuere Untersuchungen deuten darauf hin, daß der *„Expleuracanthus" (Xenacanthus* Sp. B), weitgehende Übereinstimmung mit dem nordamerikanischen *Xenacanthus* zeigt (mündl. Mitt. K. Krätschmer, Odernheim). Eine Klärung der Beziehungen innerhalb der Ordnung Xenacanthida wird durch Untersuchungen erhofft, die derzeit am Institut für Geowissenschaften/Paläontologie) der Johannes Gutenberg-Universität, Mainz, durchgeführt werden.

Folgende anatomische Unterschiede der aus dem südwestdeutschen Rotliegenden bekannten Xenacanthiden sind durch die Funde der Skelette von *Orthacanthus senckenbergianus* festzustellen:

	Orthacanthus senckenbergianus	*Xenacanthus* (syn. *Triodus) sessilis*	*„Expleuracanthus"* (syn. *Xenacanthus* sp. Typ B)
Einzelzähne	äußere Spitzen abgeflacht mit gezähnelten Schneiden, Mittelspitze sehr kurz, keine Riefung	alle drei Spitzen rund, mittlere Spitze fast so hoch wie die äußeren, äußere Spitzen schwach gerieft	alle drei Spitzen fast rund, mittlere Spitze erreicht über halbe Höhe der äußeren alle Spitzen gerieft

	Orthacanthus senckenbergianus	*Xenacanthus* (syn. *Triodus*) *sessilis*	*„Expleuracanthus"* (syn. *Xenacanthus* sp. Typ B)
Nackenstachel	drehrunder Querschnitt, kurz, Dentikel in zwei Reihen an der caudalwärtigen Spitze, sitzt dorsal des Schultergürtels	flacher Querschnitt, schmal, lang, längsgerieft, Dentikel auf Zweidrittellänge, sitzt am Neurocranium an	ovaler Querschnitt, lanzettförmig, sehr lang Dentikel an beiden Seiten der vorderen Hälfte, sitzt am Neurocranium
Schultergürtel	massive Scapulocoracoide mit ovaler Oberfläche	dünne, flache Scapulocoracoide, mit ebener Oberfläche, Rand aufgewölbt	dünne, flache, kurze Scapulo-coracoide mit ebener Oberfläche, kräftiger Randwulst
Caudalis	dorsaler Saum sehr hoch, ventraler Saum sehr schmal nicht typisch diphycerc	dorsaler und ventraler Saum gleich schmal typisch diphycerc	dorsaler und ventraler Saum gleich schmal typisch diphycerc
hintere Analis	setzt knapp vor der Caudalis, weit hinter der vorderen Analis an	setzt weit vor der Caudalis, knapp hinter der vorderen Analis an	setzt etwas weniger weit, vor der Caudalis, kurz hinter der vorderen Analis an
Gesamtlänge	ca. 250 cm	ca. 50 cm	ca. 100 cm

Danksagung

Herrn Prof. Dr. J. A. Boy, Universität Mainz, für die Durchsicht der ersten Notizen;

Herrn Dr. W. W. Gettmann, Pfalzmuseum für Naturkunde, Bad Dürkheim, für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes zur Präparation von Fundstücken;

Herrn B. Graumann, Mehlingen, für die Genehmigung, in dem von ihm angepachteten Fundgelände graben und Untersuchungen durchführen zu können, für die Erlaubnis, seine Fundstücke untersuchen und fotografieren zu dürfen und für die zahlreichen Hinweise und Mitteilungen von Eigenbeobachtungen;

Frau S. Krohn und Herrn Ph. Drimaracci, Ludwigshafen, für die Erlaubnis, ihr Exemplar ebenfalls mit einbeziehen zu können;

Herrn G. Schaumberg, Eschwege, für die Überlassung von Schrifttum und die freundlichen Hinweise und Diskussionsbeiträge und allen Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaft Rotliegendes e. V., die sich aktiv an den Grabungen beteiligt haben.

Literaturverzeichnis

BOY, J. A. (1976): Überblick über die Fauna des saarpfälzischen Rotliegenden (Unterperm). – Mainzer geowiss. Mitt., **5**: 13–85, 41 Abb., Mainz.

FALKE, H. (1972): Rotliegend. Essays on European Lower Permian. – International Sedimentary Petrographic Series, **XV**, 299 S., 66 Abb., Leiden.

– (1974): Das Rotliegende des Saar-Nahe-Gebietes. – Jber. u. Mitt. Oberrh. geol. Ver., N. F. **56**: 1–14, 3 Abb., Stuttgart.

FRITSCH, A. (1889): Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens. II (Stegocephali-Dipnoi-Selachii), 114 S., Taf. 49–90, Prag.

HEYLER, D. (1969): Vertébrés de l'Autunien de France. – Cahiers de Paléont., 259 S., 166 Abb., 2 Tab., 52 Taf., Paris.

REIS, O. M. (1921): Erläuterungen zu dem Blatt Donnersberg (Nr. XXI.) der Geognostischen Karte von Bayern (1:100 000). – 320 S., 101 Abb., 1 Karte, München.

SCHAEFFER, B. (1981): The Xenacanth Shark Neurocranium, with comments on Elasmobranch monophyly. – Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **169**, Art. 1: 1–66, New York.

STAESCHE, K. (1963): Übersicht über die Fauna des deutschen Rotliegenden (Unteres Perm), C. Wirbeltiere. – Stuttg. Beitr. Naturkunde, Nr. 135, 12 S., Stuttgart.

ZANGERL, R. (1981): Handbook of Paleoichthyology, Vol. 3 A Chondrichthyes I, Paleozoic Elasmobranchii. – 115 S., Stuttgart, New York: G. Fischer.

(Bei der Schriftleitung eingegangen am 31. 12. 1982)

Anschrift des Verfassers:
Ulrich Heidtke, Seebacher Straße 26, D-6702 Bad Dürkheim.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: 70

Autor(en)/Author(s): Heidtke Ulrich H. J.

Artikel/Article: Der Xenacanthide Orthacanthus senckenbergianus aus dem pfälzischen Rodiegenden (Unter-Perm) 65-86