

Geol. Paläont. Westf.	70	55-63	2 Abb. 2 Tab.	Münster März 2008
--------------------------	----	-------	------------------	----------------------

Ein artikulierter Fund von *Ptychodus* aus dem Obercenoman von Westfalen

Arnold Müllert*

Zusammenfassung:

Einer der spektakulärsten neuen Funde fossiler Fische aus der westfälischen Oberkreide ist ein artikuliertes *Ptychodus*-Exemplar. Es stammt aus dem höchsten Cenoman (Schwarzbunte Wechselfolge) von Lengerich (Westfalen). Das Fundstück umfaßt eine Anzahl komplett erhaltener Wirbel, einen massiven Flossenstachel der ersten Rückenflosse, ein nahezu komplett erhaltenes Gebiß sowie Reste eines „Hautschattens“. Dieser artikulierte Fund wird kurz beschrieben und ermöglicht eine Diskussion über die systematische Position der Gattung *Ptychodus* im System der Neoselachier. Wichtige Skelettmerkmale legen eine enge Verwandtschaft zu *Heterodontus* (Heterodontidae) nahe.

Abstract:

One of the most spectacular new finds of fossil fishes from the Westphalian Late Cretaceous is an articulated *Ptychodus* specimen. It has been collected in latest Cenomanian beds („Schwarzbunte Wechselfolge“) at Lengerich (Westphalia). This specimen comprises a number of completely preserved vertebrae, a massive spin of the first dorsal fin, a nearly complete dentition, and some remains of a „skin shadow“. In this paper a first short description of the specimen will be given, and the systematical position of *Ptychodus* within Neoselachians will be discussed. Main characters of the skeleton indicate close relationships to *Heterodontus* (Heterodontidae).

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

1.	Einleitung56
2.	Zur Lithologie und Biostratigraphie des Fundpunktes56
3.	Beschreibung des Fundes57
4.	Determination62
5.	Diskussion62
6.	Literatur63

* Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Arnold Müller, Universität Leipzig, Institut für Geophysik und Geologie, Geologisch-Paläontologische Sammlung, Talstr. 35, D-04103 Leipzig

1. Einleitung

In der Oberkreide Westfalens wurden in verschiedenen Horizonten immer wieder artikulierte Fischreste gefunden. Am bekanntesten ist sicherlich die schöne Fauna aus obercampanen Schichten der Baumberge und von Sendenhorst. In den letzten Jahren sind zahlreiche Fischfunde in cenomanen und turonen Horizonten bekannt geworden, die aber bis heute kaum paläontologisch bearbeitet wurden. Einer dieser neuen Funde ist ein artikulierter Skelettrest einer *Ptychodus*-Art (*P. decurrens*) mit Gebiß, Wirbeln, einem massiven Flossenstachel und Hautschatten. Nach Literaturübersicht sind artikulierte *Ptychodus*-Funde bisher nicht vermeldet, so daß der neue Fund Gelegenheit gibt, Einzelheiten der Skelettanatomie und die verwandtschaftliche Stellung der Gattung *Ptychodus* zu diskutieren.

2. Zur Lithologie und Biostratigraphie des Fundpunktes

Der Steinbruch der Dyckerhoff AG, Lengerich, liegt innerhalb der südlichen Plänerkalk-Kette, die in einem schmalen Ausstrich den NW-SE-streichenden Teutoburger Wald zwischen dem Bielefelder Raum und Rheine begleitet (siehe dazu Abb. 1). Innerhalb dieses Ausstriches sind an verschiedenen Stellen Schichten von Cenoman- bis Coniac-Alter aufgeschlossen, wobei entsprechend der Lagerungsverhältnisse (Schichteinfallen ca. 17°SW) die cenomanen Schichten den nördlichen Teil der Plänerkette einnehmen.

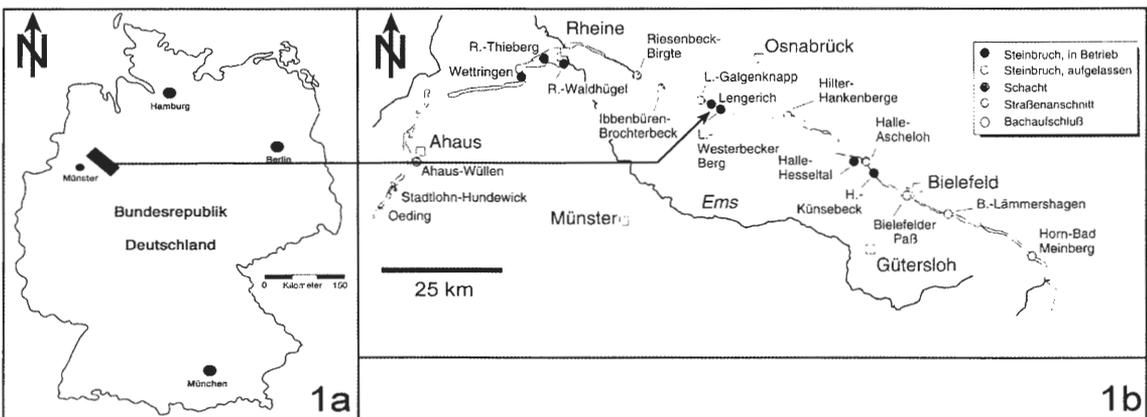


Abb. 1: Zur Lage des Fundpunktes. 1a: Übersicht, 1b: Detailkarte (1b entnommen aus Abb. 2 in Kaplan et al., 1998).

Im Steinbruch der Dyckerhoff AG, Lengerich, ist eine Schichtenfolge vom Obercenoman bis zum Unterturon aufgeschlossen. Profildarstellungen der Schichtenfolge finden sich in KAPLAN (1992) und KAPLAN et al. (1998). Der Fundhorizont liegt im höchsten Obercenoman, in der Schwarzbunten Wechselfolge (*Neocardioceras juddii* - Zone), in Schicht 195 nach KAPLAN (1992) (siehe Abb. 2). Der leitende Ammonit *N. juddii* wurde im Top von Schicht 195 gefunden. Die Schwarzbunte Wechselfolge besteht aus einer Wechsellagerung von braunen bis roten Kalkmergeln mit Schwarzschiefer-Lagen und einzelnen weißen bis grünlichen Kalkbänken. Sie erreicht im Gebiet eine Mächtigkeit um 22 m und setzt sich bis in das Unterturon fort.

Die Schwarzschieferlagen repräsentieren euxinische Verhältnisse (anoxische Events). Sie bestehen aus fein laminierten, bituminösen Mergelsteinen, die in der Regel weder autochthone Benthos-Organismen noch Bioturbationen enthalten. Dieses Milieu ist eine ideale Voraussetzung für die Überlieferung von artikuliertem Fischmaterial, und in der Tat gewinnen die Schwarzschiefer der Oberkreide am Teutoburger Wald immer mehr an Bedeutung als Fossilagerstätte für Fische.

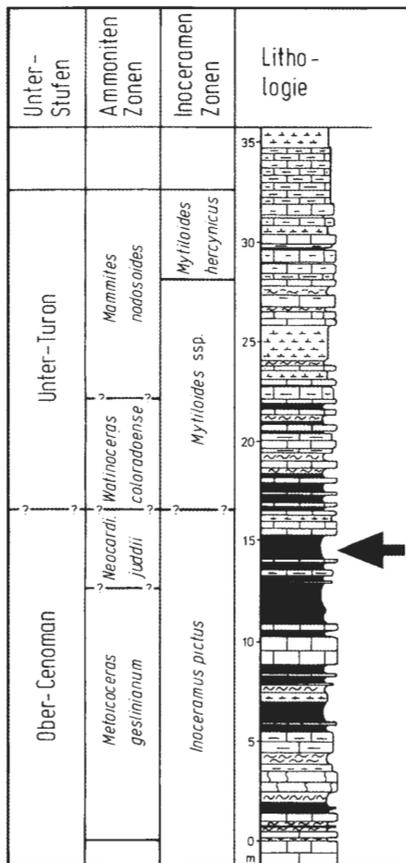


Abb. 2: Profil des Fundbereiches des *Ptychodus*-Teilskelettes im Obercenoman (Schicht 195)

3. Beschreibung des Fundes

Die *Ptychodus*-Reste liegen auf einer Gesteinsplatte (Schwarzschiefer) von dreieckigem Umriß (siehe Abb. 3 und Taf. 1 Fig. 1), deren längste Seite etwa 51cm erreicht, bei einer maximalen Höhe von 29 cm. In richtiger Position (dorsoventral) orientiert, liegt die anteriore Seite des Fisches rechts, die posteriore links. Von der Kopfregion zieht sich die Wirbelsäule ziemlich gerade nach hinten, wobei die einzelnen Wirbel teilweise noch im natürlichen Verband stehen, teilweise aber auch etwas aus dem Verband herausgefallen und gedreht sind. Insgesamt sind 17 Wirbel oder deren mehr oder weniger deutliche Reste erhalten. Die Wirbelsäule ist inkomplett, der gesamte caudale Bereich fehlt (die Details werden weiter unten beschrieben). Über der Mitte des Wirbelsäulenstückes liegt ein kräftiger, dreieckiger Flossenstachel. In der Kopfregion des Fisches sind noch Knorpelreste des Schädels erhalten, allerdings teilweise stark verdrückt und unsicher abzugrenzen. Das Gebiß ist ursprünglich annähernd komplett überliefert worden. Einige Zähne liegen noch in der großen Gesteinsplatte, der überwiegende Teil jedoch ist an einer Ablösefläche herausgefallen und existiert in zwei Teilstücken, wovon beide von verschiedenen Sammlern geborgen wurden. Leider (und ironischerweise) steht damit ein Teilstück nicht zur Bearbeitung zur Verfügung. Auf der großen Platte sind die Abdrücke der Zähne als flache Gruben mehr oder weniger scharf zu erkennen. Nahezu die gesamte große Fundplatte zeigt charakteristische helle Reste der Haut. An vielen Stellen ist ein feines Charginmuster zu erkennen. Allerdings konnten keine Placoidschuppen nachgewiesen werden. Da der Fisch insgesamt größer war als die Platte, sind keine von der Haut nachgezeichnete Körpergrenzen zu erkennen. Die gesamte Anordnung der erhaltenen Skelettelemente läßt auf schräg dorsoventrale Einbettung schließen, mit einer deutlichen Drehung oder Verdrückung zur linken Körperseite. Nach dieser Übersichtsdarstellung sollen nachfolgend detailliertere Beschreibungen der einzelnen Elemente vorgenommen werden.

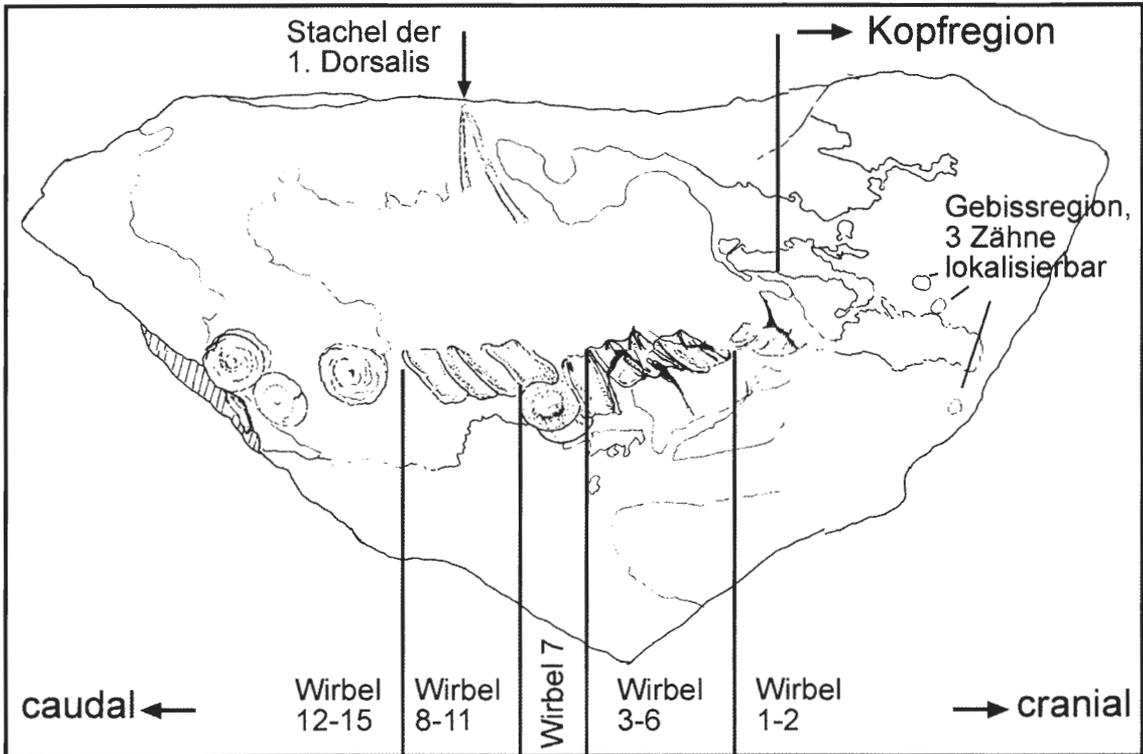
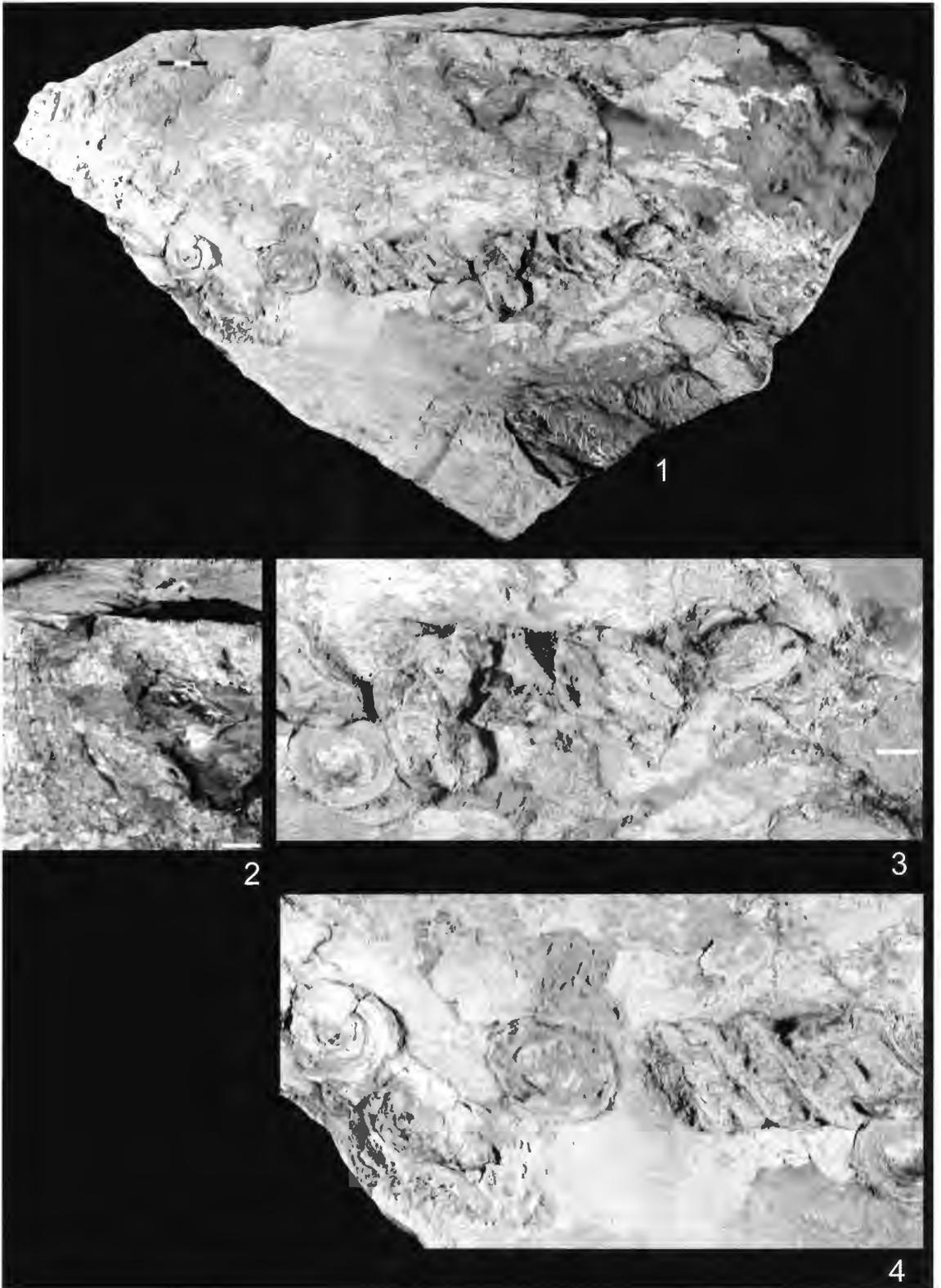


Abb. 3: Schematisierte Übersichtszeichnung des **Ptychodus**-Teilskelettes

Wirbelsäule (Taf. 1 Fig. 2-4): Der erste Rumpfwirbel direkt am Kopf ist aus der ursprünglichen Richtung der Wirbelsäule nach oben gedreht und durch die Kompaktion schief verdrückt. Er sitzt einer undeutlich strukturierten, verkalkten Knorpelmasse an, die man als Hinterhauptgelenk interpretieren kann (bei der undeutlichen Erhaltung nicht sicher). Der nächste Wirbel folgt nach einer Lücke in fast natürlicher Position und gehört zu einer Serie von vier in lateraler Lage fossilisierter Wirbelkörper, die in sich etwas gegen einander verschoben sind. Am Grund der Lücke, auf der Gesteinsoberfläche, ist noch ein undeutlicher Wirbelrest in Laterallage zu erkennen. Demzufolge war die Lücke ursprünglich von Wirbel 2 ausgefüllt, die nachfolgenden vier sind dann also Position 3-6. Die Serie 3-6 zeigt nach hinten stärkere Lösung aus der ursprünglichen Position und Drehung in ventraler Richtung. Auf Position 7 folgt ein Wirbel, der aus dem Verband herausfällt und so gedreht wurde, daß eine Gelenkfläche (wohl die anteriore) freiliegt, leicht in dorsale Richtung verdrückt. Auf Position 8-11 folgen wieder Wirbelkörper im Verband, in lateraler Lage eingebettet und schräg nach hinten verschoben. Nach Position 11 sind keine weiteren Wirbel mehr im ursprünglichen Verband erhalten. Drei weitere Wirbel liegen auf einer ihrer Gelenkflächen, sind also gedreht und oberflächlich mehr oder weniger geschädigt. Am unmittelbar folgenden Rand des Gesteinsstückes ist noch ein spärlicher Anbruch eines weiteren Wirbels zu erkennen, so daß sich insgesamt 15 Wirbel nachweisen lassen.

Die Wirbelkörper sind massiv verkalkt und die Ränder der Gelenkflächen treten wegen ihrer besonderen Stabilität in der Lateralansicht deutlich leistenartig hervor. In Lateralansicht ist der einfach asterospondyle Bau der Wirbelkörper recht gut zu erkennen (Ränder der radialen Kalkblätter zwischen den Gelenkflächen). In Serie 9-11 liegen die Wirbelkörper in Dorsalposition und zeigen die Einsatzstellen der Neurapophysen. Insgesamt variieren die Wirbelkörper nur geringfügig in der Größe. Ihr Durchmesser liegt bei 30mm, ihre Länge bei 11mm.

Flossenstachel (Taf. 1 Fig. 5): Der Flossenstachel ist (im mäßig erhaltenen Teil) ca 60mm lang und an der Basis um 25mm breit. Vorder- und Hinterrand sind verdickt und treten leistenartig hervor, die hintere Leiste zieht (erhaltungsbedingt?) nicht so weit nach unten wie die vordere. Die Fläche dazwischen ist eingesenkt und wohl auch nicht mehr komplett erhalten. Über den größten Teil dieser Fläche erscheint die



Tafel 1: 1-4: *Ptychodus decurrens* Agassiz, 1835

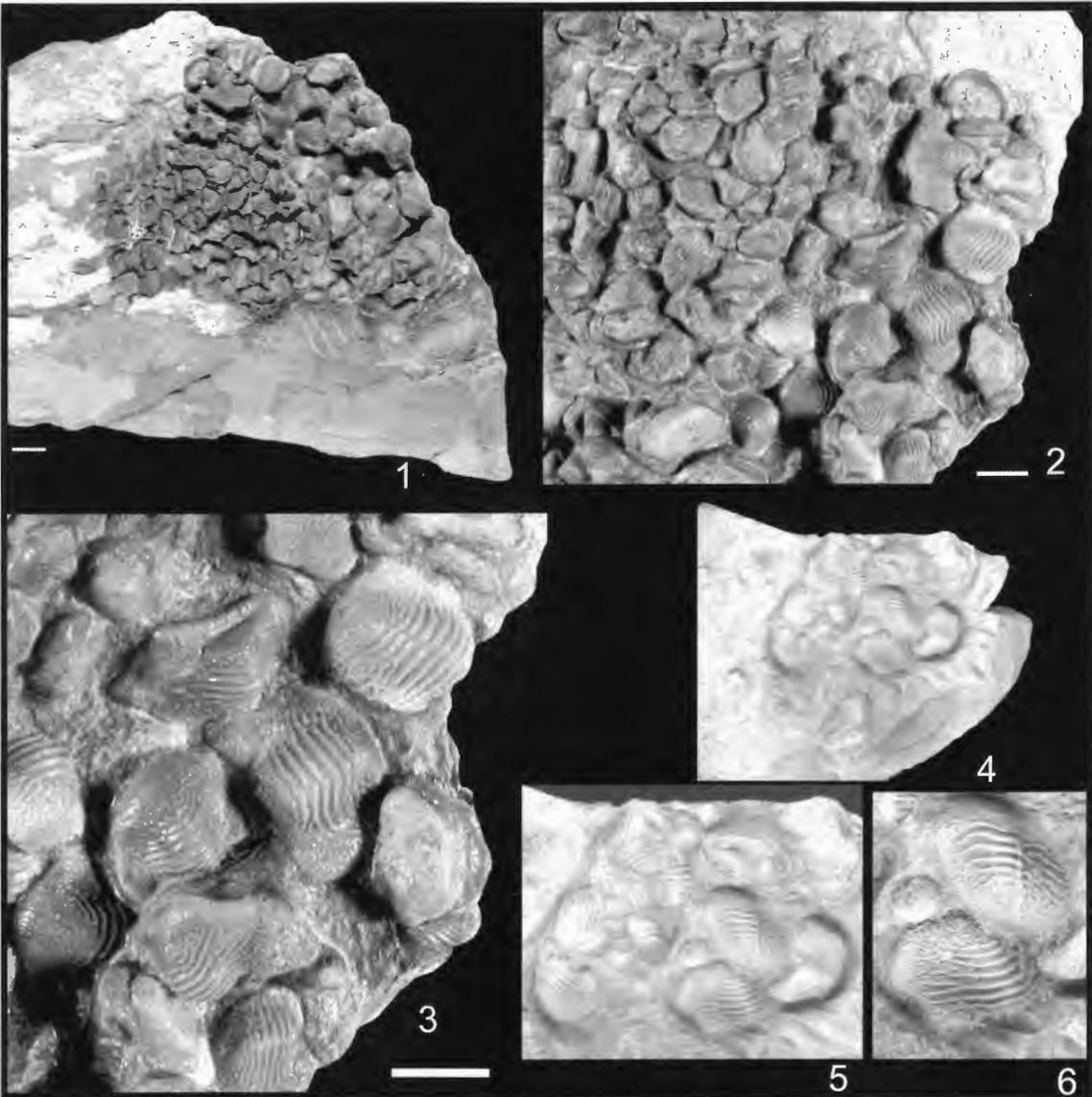
Fig. 1: Große Platte (Hauptstück) mit Teilen der Wirbelsäule,
Stachel der 1. Dorsalis und Resten der Kieferregion

Fig. 2: Stachel der 1. Dorsalis.

Fig. 3: Vorderer (cranialer) Abschnitt der erhaltenen Wirbelsäule.

Fig. 4: Hinterer (caudaler) Abschnitt der erhaltenen Wirbelsäule.

Maßstab: Balken = 1 cm



Tafel 2: 1-4: *Ptychodus decurrens* Agassiz, 1835

Fig. 1-3: Großes Teilstück der Kieferregion mit großem Zahncluster: 1: Übersicht, 2. stärkere Vergrößerung des zentralen Bereiches, 3: noch stärker vergrößertes Detail – größere anteriore Zähne.
 Fig. 4-6: kleineres Teilstück der Kieferregion: 4: Gesamtansicht, 5: Vergrößerung des zentralen Bereiches, 6: stärker vergrößerte Ansicht von zwei größeren Zähnen aus anteriorer Position
 Maßstab: Balken = 1 cm

unter dem Stachel liegende Haut. Irgendeine Skulptur ist bei der ungünstigen Erhaltung des Stachels nicht überliefert oder auch primär nicht vorhanden gewesen. Nach der Lage handelt es sich um den Stachel der anterioren Dorsalis. Von der posterioren Dorsalis ist nichts mehr erhalten, sie lag außerhalb des geborgenen Gesteinsstückes.

Kopfreion: Im Bereich der Kopfreion befinden sich flächige Reste organischen Materials, die sich nicht mehr differenzieren lassen. Es handelt sich vermutlich um die stark komprimierten, verdrückten Reste der Schädelkapsel. Lediglich im ventralen Bereich findet sich ein wenigstens teilweise abgrenzbares Element, das vermutlich den proximalen Teil des rechten Unterkiefers (Mandibel) darstellt. Dieses Element endet am Rand des Gesteinsstückes und ist ursprünglich deutlich länger gewesen. Der gesamte vordere Teil der Kopfreion wird vom Mundraum eingenommen. Durch die diagonale Verschiebung (Verdrückung) der

Kopfgregion liegen Teile des Oberkiefers nach links gegen den Unterkiefer verschoben. Das vorliegende isolierte Stück mit Bezahnung entstammt somit dem Oberkiefer, und die Abdrücke im Gestein in dorsaler Position gehören als Gegenseite dazu. Vom Unterkiefer sind einzelne Zähne im unteren Teil der Mundregion erhalten. Sie liegen mit der Kaufläche nach oben auf der großen Platte.

Zähne: Im kleinen Teilstück (Taf. 2 Fig. 4-6), welches dem Oberkiefer zugerechnet wird, sind 14 Zähne zu erkennen. Sie befinden sich nicht mehr im ursprünglichen Verband, sondern bilden ein ineinander verschachteltes Cluster. Obwohl nicht alle Zähne vollständig zu diagnostizieren sind (sie überdecken sich partiell), sind Größenunterschiede festzustellen. Am besten sind mehrere größere Zähne zugänglich. Sie gehören zu den paramedianen bis anterolateralen Reihen des Oberkiefers. Einige kleinere, dazwischen liegende Zähne kommen aus mehr lateraler Position des Oberkiefers. Die einzelnen Zähne sind deutlich gedrückt und erhalten dadurch eine etwas schief asymmetrische Form. Die Skulptur der Oberfläche ist aber hervorragend erhalten.

Die größeren Zähne (4 Stück gut erhalten) zeigen eine stark konvex gewölbte Zentralregion, die lateral in eine weniger gewölbte Basis übergeht. Die Zentralregion wird von scharfen, mesodistal orientierten Schmelzfalten überquert. Ihre Zahl schwankt zwischen 5 und 7. Die Transversalfalten schwächen sich lateral ab und laufen auf der flachen Basis der Kronen aus, teilweise unter dichotomer Verzweigung. Die laterale Kronenbasis und der labiale Teil der Krone tragen eine feine Skulptur aus irregulär mäandrierenden dünnen Leisten, die sich auch in einzelne Tuberkeln auflösen können. Besonders markant ist diese Skulptur im labialen Teil der Kronenbasis entwickelt. Hier laufen häufig fein verästelte Fältchen nach unten zum Kronenrand. Von den anderen Zähnen ist häufig nur die Zentralregion mit 6-7 Transversalfalten erhalten, der Rest der Kronenmorphologie entzieht sich der Beobachtung. Die beiden erhaltenen Unterkieferzähne auf der Großplatte entsprechen morphologisch den Oberkieferzähnen, Skulpturdifferenzen sind nicht zu erkennen. Über die gesamte Zahl und Anordnung der Zähne läßt sich nichts Genaueres sagen. Teile des Gebisses fehlen.

Das dritte Stück des Gesamtfundes (Taf. 2 Fig. 1-3) zeigt ein aus dem ursprünglichen Verband geratenes Cluster von zahlreichen Zähnen. Eine Serie von ca. 15 größeren Zähnen stammt aus der anterioren bis anterolateralen Kieferposition. Daran schließen sich zahlreiche (über 40) kleinere Zähne mit schmalerem Sockel und etwas stärker gewölbter Kaufläche an. Ihre genaue Zahl ist wegen der Verschachtelung und Überdeckung innerhalb des Zahnclusters nicht auszumachen. Ihre Skulptur ist die gleiche wie im zuvor beschriebenen Teilstück. Die kleineren Zähne entstammen dem lateralen bis posterolateralen Kieferbereich. Eine differenziertere Positionsbestimmung der Zähne im Kiefer ist in der Erhaltung nicht möglich.

Placoidschuppen: Obwohl an vielen Stellen des Fundstückes Reste der Haut vorhanden zu sein scheinen, lief die Untersuchung von Hautfragmenten (?) auf Placoidschuppen recht mager aus. Proben von verschiedenen Regionen des erhaltenen Körperteiles erbrachten keine Placoidschuppen. Lediglich unmittelbar hinter der Kopfgregion wurden einige Schuppen gefunden. Es handelt sich um einfache Formen mit tropfenförmigem Umriß (in cranialer Richtung gerundet, in caudaler Richtung spitz ausgezogen), ohne definierbare Skulptur. Ferner sind nur die Kronen erhalten, während die Basis fehlt. Diese morphologisch wenig differenzierte Form der Placoidschuppen erweist sich als wenig hilfreich in einer vergleichenden Analyse. Aus der Situation kann man zwei Schlußfolgerungen ziehen: Entweder waren große Teile des Rumpfes nackt, oder die Schuppen sind nicht erhalten. Letzteres ist bei der ansonsten ausgezeichneten Erhaltung der Hartteile nur denkbar durch taphonomische Prozesse. Die kleinen Schuppen können schon durch schwach bewegtes Wasser fortgeführt worden sein, während die größeren (und schwereren) Hartteile in situ verblieben.

4. Determination

Familia Ptychodontidae A.S. Woodward 1932

Genus *Ptychodus* L. Agassiz, 1835

Typus: *Ptychodus mammillaris* Agassiz, 1838

***Ptychodus decurrens* Agassiz, 1835**

*1835-1839 *Ptychodus decurrens* AGASSIZ: 1835 Poiss. foss.: 54; 1839 Rech. Pois. Foss., 3: 154, Taf. 25b, Fig. 1-2, 4, 6-8 (non Fig. 3 & 5).

Synonyma: (ausführliche Liste in HERMAN, 1977)

1850 *Ptychodus depressus* DIXON: 363, Taf. 31 Fig. 9.

1889 *Ptychodus multistriatus* WOODWARD: 146, Taf. 5 Fig. 4-6.

Bemerkungen: *Ptychodus decurrens* gehört zu den geologisch ältesten *Ptychodus*-Arten (vielleicht die früheste Art der Gattung überhaupt) und kommt bereits im Alb vor. Die Art reicht bis in das tiefere Turon. Die Zähne der stratigraphisch älteren Populationen unterscheiden sich in ihrer Kronenmorphologie etwas von denen der obercenomanen bis unterturonen Populationen, weshalb verschiedene Autoren Unterarten ausschieden (*P. decurrens hemidecurrens* für die älteren Populationen, *P. decurrens decurrens* für die jüngeren Populationen - Diskussion in HERMAN, 1977: 52). Unser Material entspricht völlig der Morphologie der jüngeren Populationen und könnte der Unterart *P. d. decurrens* zugerechnet werden, sofern man das Unterarten-Konzept akzeptiert. Die Übergänge sind jedoch fließend, und eine Zuordnung ist nicht immer eindeutig möglich. Daher verzichten wir an dieser Stelle auf eine subspezifische Zuordnung.

Bisher sind Funde von *P. decurrens* aus dem Alb bis Turon von Belgien, Frankreich und Großbritannien bekannt. Vermutlich ist der Ursprung der Gattung *Ptychodus* in der europäischen borealen Kreideprovinz zu suchen.

5. Diskussion

Über die systematische Stellung der Gattung *Ptychodus* im System der Neoselachier haben sich verschiedene Autoren geäußert, freilich immer auf der Basis der Zähne. Zusammenhängende Reste der Bezahnung sind von drei Arten der Gattung bekannt: *P. decurrens* (Großbritannien), *P. mortoni* (USA) und *P. belluccii* (Italien). So ist zumindest der Modus der Bezahnung mit der morphologischen Differenzierung von Zähnen unterschiedlicher Stellung im Gebiß bekannt (Darstellung in HERMAN, 1977: 45). Im Unterkiefer befindet sich ein kleiner Symphysenzahn, flankiert von je einem großen Parasymphysenzahn auf jeder Seite. Daran schließen sich die kleineren anterolateralen und lateralen Zähne an. Im Oberkiefer fällt ein großer medianer Zahn auf, dem auf jeder Seite ein etwas kleinerer paramedianer Zahn folgt. Die folgenden lateralen Zähne sind deutlich kleiner und nehmen in Richtung Kommissur noch an Größe ab, ebenso wie die Unterkieferzähne. Bei den Oberkieferzähnen ist die Wölbung der Zentralregion der Krone zumindest der anterioren Zähne stärker entwickelt als bei den Unterkieferzähnen.

Die *Ptychodus*-Zähne bilden ein Pflaster-Gebiß zum Zerknacken hartschaliger Nahrung, wie dies bei vielen Rochen ganz analog der Fall ist. Entsprechend groß ist die Versuchung gewesen, die Gattung *Ptychodus* als Rochen zu interpretieren. Während bereits L. AGASSIZ (1835) eine Verwandtschaft mit den Stierkopfhaien (Heterodontidae) annahm, sah WOODWARD (1889) Beziehungen zu den Adlerrochen (Myliobatidae). CASIER hat sich mehrfach mit der Zahnhistologie befaßt (1947, 1953, 1959), besonders mit der Vascularisation, und die Beziehungen zu den verschiedenen Rochen, zu den Acrodontidae und zu den Heterodontidae diskutiert. Die Kronenmorphologie ist zwar ähnlich zu den Acrodontidae, doch ist das funktionsmorphologisch bedingt (durophages Gebiß). Die Anaulacorhizie (besser: Polyaulacorhizie) der Zahnwurzeln ist sekundär, ebenso wie bei den Heterodontidae. Dort ist jedoch wenigstens bei den anterioren Zähnen der ursprüngliche hemiaulacorhize Zustand noch vorhanden, der auch bei frühjuvenilen Lateralzähnen noch zu beobachten ist. Allerdings ist bisher kein frühjuveniles Material von *Ptychodus* beschrieben worden, so daß wir nicht wissen, ob sich die polyaulacorhize Wurzel bei *Ptychodus* aus einem hemiaulacorhizen Vorstadium heraus entwickelt. Insofern lassen die Zähne allein letztlich keine sicheren Schlüsse zu.

Der neue Fund nun zeigt zusätzlich zwei wichtige Merkmale:

1. Massiv verkalkte, asterospondyle Wirbel.
2. Einen massiven Flossenstachel der 1. Dorsalis von heterodontidem Habitus.

Massive Flossenstachel an den Dorsalflossen kommen bei mesozoischen Hybodontidae und Acrodontidae vor. Sie sind jedoch noch massiver und zeigen eine andere Morphologie (Haken auf der Hinterseite und meist eine ausgeprägte Leistenskulptur). Innerhalb der Neoselachier kommen Rückenflossenstachel noch bei den Squaliformes und bei den Heterodontidae vor. Bei den Squaliformes sind sie schlanker und einfach gestaltet, bei den Heterodontidae ganz analog dem vorliegenden Stück.

Massiv verkalkte Wirbelkörper kommen bei Acrodontidae und Hybodontidae nicht vor, und auch die primitivsten Neoselachier (Hexanchiformes) besitzen höchstens im caudalen Abschnitt der Wirbelsäule einige verkalkte Wirbelkörper von asterospondylem oder cyclospndylem Bau. Squaliformes besitzen cyclospndyle oder tectospondyle Wirbel, Heterodontidae asterospondyle Wirbelkörper.

Die Merkmalskombination aus polyaulacorhizer Bezahnung, heterodontidem Flossenstachel und asterospondylen Wirbelkörpern trifft neben *Ptychodus* nur noch für Heterodontidae zu, so daß nach dem neuen Fund eine enge verwandtschaftliche Beziehung beider Gruppen hinreichend erwiesen und gesichert ist. *Ptychodus* ist demnach als ein ausgestorbener Seitenzweig der Heterodontidae aufzufassen. Ob man dafür eine separate Familie beibehält, ist zu diskutieren.

Die Zahnfolge in den Kiefern zeigt einige bemerkenswerte Differenzen zwischen *Ptychodus* und *Heterodontus*: Während bei *Heterodontus* im Vordergebiß kleine, spitze Greifzähne sitzen und die großen, molariformen Quetschzähne erst in lateraler Position folgen, gibt es bei *Ptychodus* nur molariforme Zähne. Die größten Zähne sitzen dabei in der vordersten Position des Vordergebisses. Die funktionale Differenzierung ist also nicht so groß wie bei *Heterodontus*.

Literatur

- AGASSIZ, L. (1843-1845): Recherches sur les Poissons fossiles, I-V: 142 S., 396 Taf.; Neuch tel.
- APPLEGATE, S. (1970): The Vertebrate Fauna of the Selma Formation of Alabama. VIII. The Fishes.- Fieldiana Geol. Mem. **3**(8): 389-433, 30 Abb.
- BASSANI, F. & ERASMO, G.. (1912): La ittiofauna del calcare cretacio di Capo d'Orlando.- Mem. Soc. Ital. Sc., **17**; Roma.
- CANESTRELLI, G.: (1970): Denti di *Ptychodus* Ag. nel territorio dell'Appennino toscano-emiliano.- Mem. Soc. tosc. Sc. Nat., **26**: 102-110; Pisa.
- CASIER, E. (1947): Constitution et évolution de la racine dentaire des Euselachii. I-III. I: 15 S.; II: 32S., 5 Taf.; III: 45 S.;- Bull. Inst. Sc. Nat. Belg., **23**, Nr. 13 (I), 14 (II) und 15 (III), Bruxelles.
- CASIER, E. (1953): Origine des *Ptychodontes*.- Mém. Inst. R. Sc. Nat. Belg., 2 me sér., **49**: 52 S., 2 Taf.; Bruxelles.
- DIXON, F. (1850): The Geology and Fossils of the Tertiary and Cretaceous Formations of Sussex, 1. ed.: 408 S., 40 Taf.
- HERMAN, J. (1977): Les Sélaciens des terrains néocretacés & paléocènes de Belgique & des contrées limitrophes. Elements d'une biostratigraphie intercontinentale.- Mém. Expl. Cartes Géol. et Min. Belg.; 1977 (15): 450 S., 25 Abb., 21 Taf.; Bruxelles.
- KAPLAN, U. (1992): Die Oberkreide-Aufschlüsse im Raum Lengerich/Westfalen.- Geol. Paläont. Westf., **21**: 7-37, 9 Abb., 3 Taf.; Münster.
- KAPLAN, U. et al. (1998): Stratigraphie und Ammonitenfaunen des westfälischen Cenoman.- Geol. Paläont. Westf., **51**: 236 S, 36 Abb., 2 Tab., 66 Taf.; Münster.
- WOODWARD, A. S. (1998): Catalogue of the Fossil Fishes in the British Museum (Natural History) Part 1 : Elasmobranchii.- I-XL VII, 1-474, 17 Taf.; London.