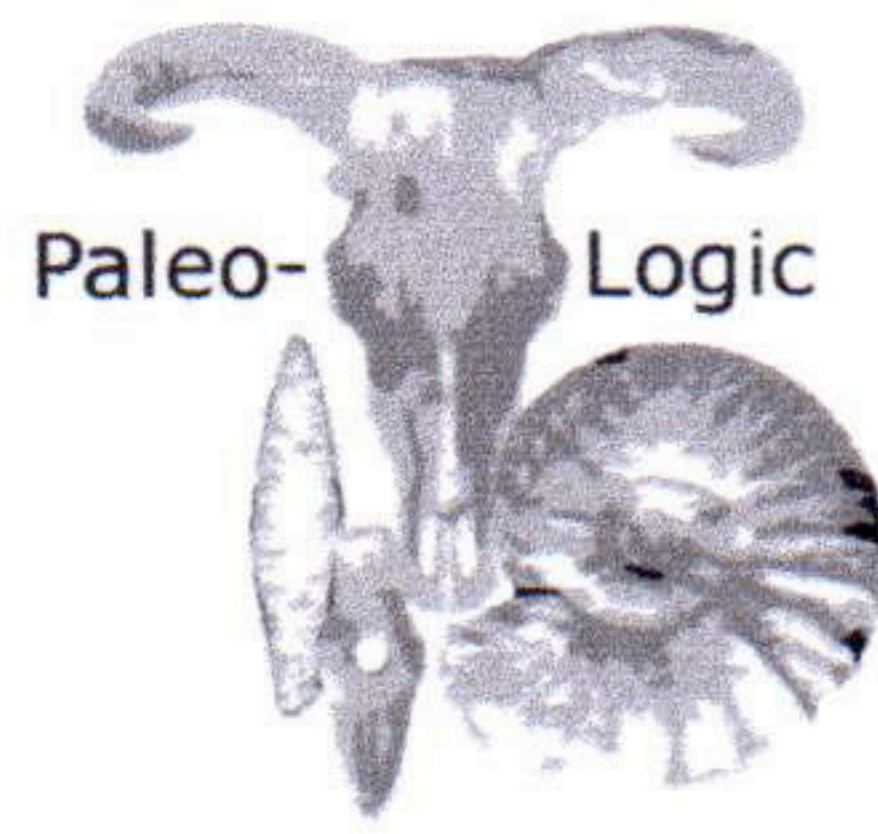


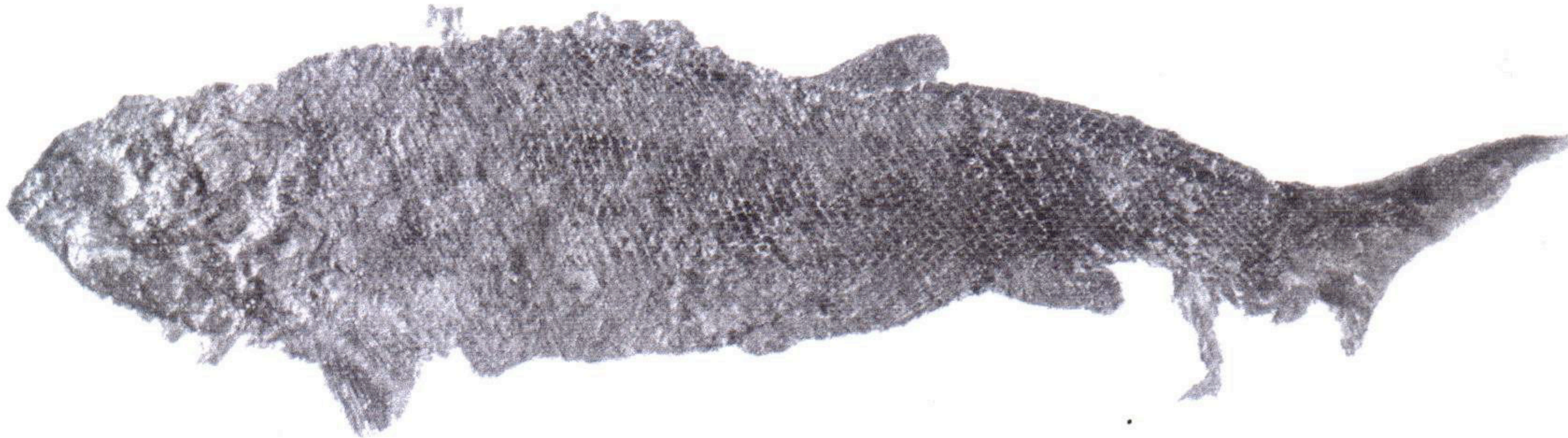


Grabungsbericht

Eine systematische Flächengrabung im Kupferschiefer (Ober-Perm) von Hasbergen (NW-Deutschland)

Dr. CAJUS DIEDRICH

2004



"Kupferschieferhering"

Zusammenfassung

Im Zuge einer zweiwöchigen Prospektionsgrabung wurden am Hüggel in Hasbergen (NW-Deutschland) im März 2004 sequenzstratigraphische und paläoökologische Untersuchungen im Ober-Perm (Werra Formation, Zechstein) durchgeführt. Im Bereich des Kupferschiefers konnten in Europa erstmals durch systematische Flächengrabungen wirbellose Tiere, Fische und Pflanzenreste auch am Hüggel (Osnabrücker Bergland, NW-Deutschland) umfangreich nachgewiesen und taphonomisch betrachtet werden.

Das Ober-Perm liegt am Hüggel transgressiv auf den Rotliegend-Konglomeraten und ist mit 258 Millionen Jahren datiert. Hierauf lagert ein Bivalven-Schill mit dem *Bakevillia*-Event, das hypersaline flachmarine und subtropische Bedingungen zur Zeit des Transgressive Systems Tract anzeigt. Darüber bildet der Kupferschiefer den High Stand Systems Tract und Regressive Systems Tract mit seinen marinen bituminösen Schwarzschiefern unter hypersalinen anoxischen Beckenbedingungen. Darauf lagert der *Horridonia*-Event an der Basis der "Stinkkalke", der mit seiner Brachiopoden- und Bryozoenfauna einen Vorriffbereich zur Zeit des Sequence Boundary anzeigt. In Lebendstellung findet sich in geringer Dichte eine infaunistische Bivalve im 15 cm darüber liegenden *Panopea*-Event. Sowohl die "Stinkkalke", als auch die darüber lagernden plattigen bis bankigen makrofossilleeren, aber gelegentlich bioturbierten Dolomite des unteren und mittleren Zechsteins entstanden in einer lagunären Situation oder im flachen Meeresbecken.

Auf einer Grabungsfläche von sechs Quadratmetern wurden im Kupferschiefer in sechs Befundebenen von jeweils 5 cm Mächtigkeit alle Fossilfunde dokumentiert und taphonomisch sowie paläoökologisch ausgewertet.

An wirbellosen Meerestieren tritt der Nautilide *Peripetoceras freieslebeni* (GEINITZ 1848) auf, auch sind Koprolithen in unterschiedlichen Größen bis zu 20 cm Länge vorhanden. Fische sind mit dem Hai *Wodnika striatula* MÜNSTER 1843, dem rochenartigen *Janassa bituminosa* (SCHLOTHEIM 1820), die Schmelzschupperfische mit *Palaeoniscum freieslebeni* BLAINVILLE 1818, *Pygopterus humboldti* AGASSIZ 1833, *Platysomus striatus* AGASSIZ 1833, *Dorypterus hoffmanni* GERMAR 1842, *Acentrophorus glaphyrus* (AGASSIZ 1833), *Acrolepis* sp. und die Fleischflosser mit *Coelacanthus granulatus* AGASSIZ 1833 nachgewiesen worden. *Palaeoniscum freieslebeni* ist mit unterschiedlich alten Individuen und verschiedenen Erhaltungen von der Fischleichenstarre bis zu völlig zerfallenen Skeletten angetroffen worden. Dieser "Kupferschieferhering" nimmt insgesamt 83% und alle anderen nachgewiesenen Fische 1-3% an der Fischfauna ein.

Die Botanischen Reste können vorläufig mit Koniferenresten wie Treibhölzern und seltenen Zapfen, besonders aber an den beblätterten Ästen mit den Arten *Ulmania frumentaria* (SCHLOTHEIM 1820) und *Pseudovoltzia liebeana* (GEINITZ 1862) sowie *Quadrocladus solmsii* (GOTHAN & NAGELHARD) bestimmt werden. Nur wenige Farnreste von *Callipteris martinsii* (KURTZE), Ginkgo-Blätter von *Sphenobaiera digitata* (BROGNIART) oder Fruchtfikationen wurden entdeckt. Koniferen dominieren mit 73%, gefolgt von Treibhölzern mit 20%. Andere botanische Reste nehmen lediglich einen Anteil von 1-3% ein.

Es zeigen sich innerhalb des Kupferschiefers drei sedimentäre Sequenzen. Innerhalb der Schiefer ändern sich die Faunen- und Florenvergesellschaftungen von einer *Pygopterus*-Tiefwasserfauna (erste Sequenz) über eine *Palaeoniscum/Peripetoceras*-Mitteltiefwasserfauna (zweite Sequenz) zu einer *Coelacanthus*-Flachwasserfauna (dritte Sequenz). Insgesamt kann innerhalb des Kupferschiefers eine bathymetrische Verflachung festgestellt werden, die sich in den basalen Zechsteinkalk fortsetzt.

Der hohe Florenanteil von 38% und das häufige Auftreten des Nautiliden *Peripetoceras freieslebeni* (10%) deutet auf eine Landnähe hin. Auch die häufigeren Quastenflosser unterstützen diese Annahme und belegen zusätzlich den gelegentlichen Einfluß von Süßwasser.

Die Einregelungsmessungen besonders an Fischen, Koniferenzweigen und Treibhölzern aus dem Kupferschiefer zeigen in fast allen Befundebenen (Planum II-VI) einheitliche Einregelungen der Fische und Pflanzenreste mit einer Längs- und Quereinstreuung. Die Haupteinstreuungsrichtung ist NO-SW orientiert, auf der in einem Winkel von 90° eine zweite Quereinstreuung vorhanden ist. Mit eindeutigen Einregelungsanzeigern, wie einem Koniferenbaumstamm und der Verfrachtungsrichtung auseinanderfallender Fische kann eine Hauptströmungsrichtung nach SW angenommen werden. Auffällig ist das massenhafte, meist nicht eingeregelte Auftreten des Kupferschieferherings *P. freieslebeni* in einer Schicht im untersten Bereich des Kupferschiefers (Planum I), das damit tiefsten Meeresbereich widerspiegelt. Das oberste Planum mit Quastenflossern und Baumstammfunden hingegen weist auf die flachsten Meeresbedingungen zur Zeit des Kupferschiefers hin.

Aufgrund der Koniferendominanz kann ein arides Klima angenommen werden. Quastenflosser und die Pflanzenreste deuten auf ein landnahe Lage "Hasbergens" im Einflussbereich eines Wadis hin. Die Einstreuungswerte korrespondieren mit angenommenen Windrichtungen des damaligen Nordpassats nach SW.

1 Einleitung

1.1 Forschungsgeschichte

Am Hüggel finden sich die Schichten des Perms (Rotliegend, Zechstein) mit verschiedenen Schichten aufgeschlossen, die bereits in Form von Geotopen teilweise in einen Geologischen Lehrpfad eingebunden sind. Während die geologische Situation des bereits mittelalterlich begonnenen Eisenerz-Abbaus bereits dargestellt wurde (vgl. HARMS 1985, 1995), ist die Paläontologie bisher nur am Rande sehr untergeordnet erwähnt worden. Dies verwundert, da in anderen Regionen Deutschlands, wie am Harz (vgl. z.B. BRANDT 1997) oder in Nordhessen (Richelsdorf, vgl. z.B. SCHAUMBERG 1977a-c), der erzhaltige und fossilreiche Kupferschiefer des Zechsteins gezielt abgebaut wurde und am Hüggel durch den Eisenerz-Tagebau bereits vor über 80 Jahren zu Tage trat (vgl. HARMS 1985).

Besonders am Schafberg bei Ibbenbüren und am Hüggel in Hasbergen stehen im Geopark TERRA.VITA die Schichten des Kupferschiefers an. Diese Bereiche sind nur ein wichtiges Bindeglied zwischen bekannten polnischen, ostdeutschen und englischen Kupferschieferfundstellen (vgl. HAUBOLD & SCHAUMBERG 1985).

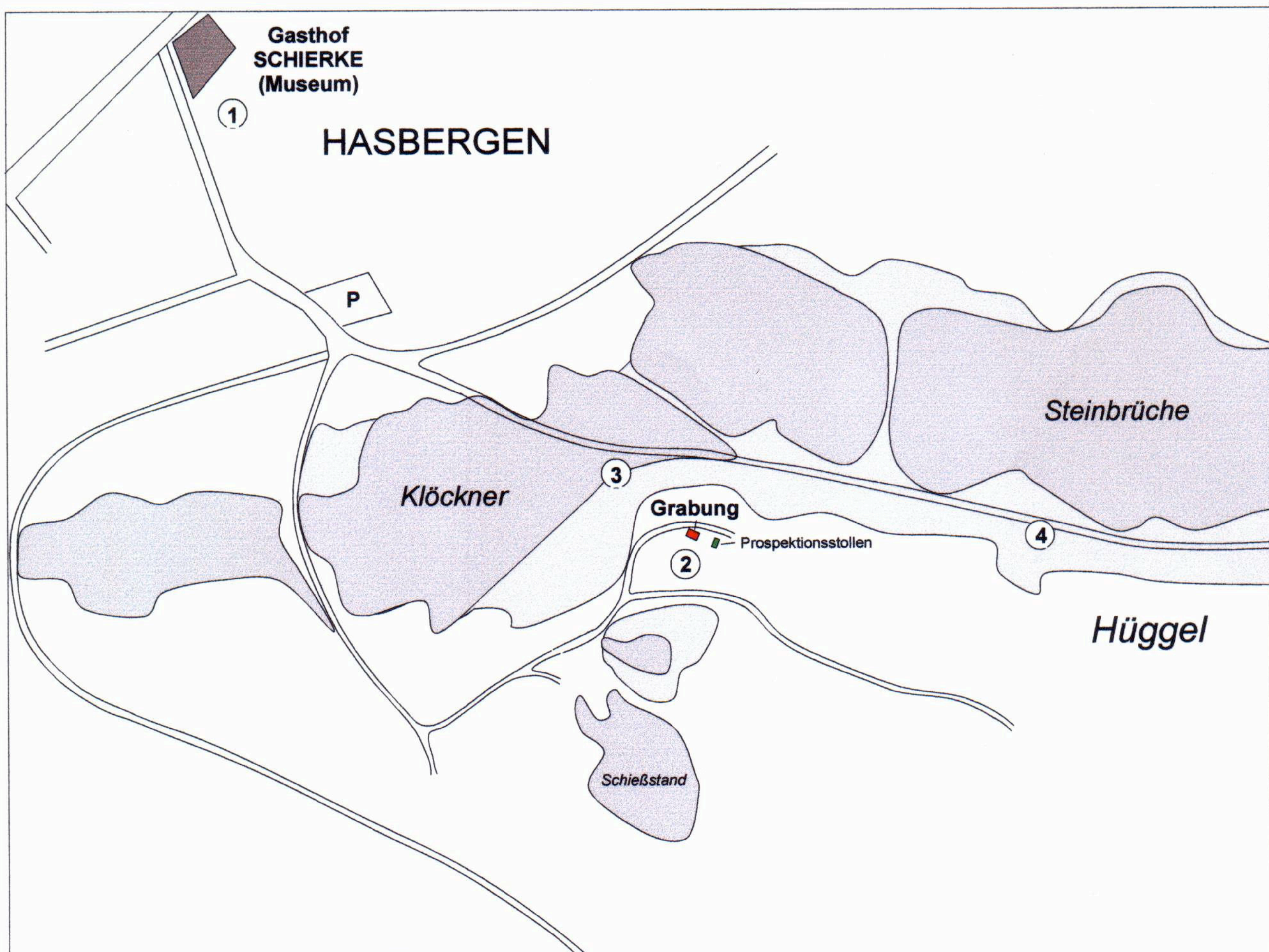


Abb. 1. Lage des Museumsstandortes Gasthof Schierke (1), der Kupferschiefer-Grabungsstelle und des Prospektionsstollens (2) sowie Stationen des geologischen Lehrpfades (3, 4) am Hüggel (Osnabrücker Bergland).

1.2 Grabungstechnik

Die Grabungstechnik und Dokumentation orientierte sich an den systematischen paläontologischen Flächengrabungen von DIEDRICH (2001, 2003a,b), in denen Funde und Befunde von Invertebraten und Vertebraten stratigraphisch und flächig dokumentiert

wurden. Der Kupferschiefer, aber auch die unterlagernden Schichten ("Mutterflöz") und der überlagernde Zechsteinkalk ("Stinkkalk") wurden zusammen mit dem "Kupferschiefer" stratigraphisch und paläoökologisch sowie taphonomisch untersucht.

Hierzu wurde mit einem Bagger eine durch Prospektionen entdeckte Fundstelle am Rande der alten Klöckner-Steinbrüche südlich von Hasbergen nördlich des "Schießstandes" (Abb. 1a, 2a) freigelegt. Die Kalkbank über den Kupferschiefern wurde zum Schutz der Kupferschiefer per Hand abgetragen (Abb. 2b). Dadurch fanden sich erstmals der *Panopea*-Event und der *Horridonia*-Event (alte Bezeichnung = *Productus*-Bank) flächig aufgeschlossen und darin zahlreiche Invertebraten (Tafel. I). Auch wurde später die dem Kupferschiefer unterlagernde Dolomitbank (*Bakevillia*-Event) auf ihre Fossilführung hin durchklopft (Abb. 3a).

Die Kupferschiefer wurden zunächst komplett flächig freigelegt und anschließend systematisch von oben nach unten hin abgegraben (3a). Insgesamt wurde eine Fläche von ca. 14 qm mit einem Grabungsteam von durchschnittlichen sechs Personen vollständig abgegraben. Hierbei konnte, soweit möglich, Schicht für Schicht mit speziellen Messern und Flachmeißeln abgetragen werden (Abb. 4a), wobei die Funde (Abb. 4b) zuerst auf dem Planum verblieben und eine Einmessung vorgenommen werden konnte.

1.3 Bergungstechnik

Die Funde wurden weitestgehend mit Positiv- und Negativplatten entnommen. Nur bei zu schlecht erhaltenen und verwitterten Negativabdrücken wurden diese nicht geborgen. Ein bereits stark angewitterter Fisch (Abb. 5a) und ein 1,2 Meter langer Koniferen-Stamm konnten mittels Transfermethode (Direktabguss mit Kunstharzprodukten) gerettet werden. Besonders große Fische lagen meist in zerscherten oder zerstückelten Bereichen (Abb. 5b) deren sichtbare Partien abgedeckt und im Block geborgen wurden. Durch das Auftragen von schnell abbindenden QUICKMIX-Produkten in Verbindung mit einer grobmaschigen eingelassenen Glasfasermatte konnte nach der Aushärtung die Platte durch Unterstechen abgehoben und auf einer Holz- oder Styroporplatte abtransportiert werden (Abb. 6a-7b).

1.4 Grabungsdokumentation

Besonders zur Datierung und zum Verständnis der Sedimentologie wurde ein Profil aufgenommen, das im Laufe der Grabungen vervollständigt wurde.

Auf sechs qm (von zehn qm) wurden die Funde von mehr als 5 mm Größe jeweils in sechs Ebenen mit je fünf cm Schichtmächtigkeit (Kupferschiefermächtigkeit = 30 cm) in sogenannten Plana dokumentiert, beschriftet und in Microsnapbeuteln verpackt. Außerhalb dieser Fläche wurde vorher einfach abgegraben, um erste Funddichten oder Erhaltungen bzw. Bergungstechniken testen zu können.

1.5. Präparation

Einige wichtige Fossilien wurden aus dem Fundus selektiert und mechanisch präpariert. Hierbei wurde eine neue Methode zum Plattenaufspaltung entwickelt: Befanden sich Fische in zerstückelten Schieferplatten, wurden die Schieferplatten mit Ponal wieder in einem Sandbett zusammengeklebt und Stück für Stück aufgebaut, anschließend mit einem Kunststoff-/Mörtel-Produkt der Fa. QUICKMIX und Glasfaser beidseitig verstärkt. Nach dieser Prozedur konnten die Platen unter Erhaltung beider Fischhälften aufgespalten und präpariert werden. In der Regel war eine der Hälften besser erhalten. Im Falle eines Quastenflossers wurde mit Zweikomponenten-Kunstharzkleber ein Schädelstück erfolgreich umgebettet. Nach verschiedenen Tests zur Konservierung der Fische und Pflanzen wurde ein Holzlack auf Nitrobasis verwendet. Dieser wurde in einer ersten Schicht in 50% Verdünnung und später unverdünnt mit dem Pinsel aufgetupft. Weder Pflanzen noch Fische können, aufgrund der Anwitterung der meisten Stücke



a



b

Abb. 2. a. Freigebagerte Grabungsfläche, b. Freilegen der *Horridonia*-Kalkbank, die den Kupferschiefer direkt überlagert.



a



b

Abb. 3. a. Zerschlagen der *Bakevillia*-Dolomitbank, b. Abtragen der Schichten im Kupferschiefer auf der Grabungsfläche.



a



b

Abb. 4. a. Abtragen der Schwarzschiefer in cm-Schritten und Entdeckung eines Quastenflossers, b. Freigelegter Quastenflosser *Coelacanthus granulatus* (Länge 36 cm) in Rückenlage.

bepinselt werden, da ansonsten die Strukturen zerstört würden. In unverwittertem Schwarzschiefer können Fische unproblematisch eingepinselt werden.

1.6 Fundverwahrung

Das gesamte Fundmaterial wird derzeit im Gasthof SCHIERKE, teilweise in einem Magazin, aufbewahrt. Einige wichtige Stücke wurden Präpariert, in diesem Bericht abgebildet und werden wahrscheinlich zukünftig in einem Raum des alten Gasthofes Hasbergen im ehemaligen Gasthof in einer Ausstellung zu sehen sein. Dieser Ausstellungsraum mit dem Thema "Kupferschieferfossilagerstätte Hüggel" wird mit dem bereits vorhandenen Geologischen Lehrpfad am Hüggel verbunden und unterstreicht das Geoparkkonzept.

2 Geologie

Umfangreichere geologische Untersuchungen führte HAACK (1935) zur Erstellung der preußischen Geologischen Karten am Hüggel durch. Später wurde der Hüggel aus bergbautechnischer und geologischer Sicht durch HARMS (1985, 1995) betrachtet.

2.1 Stratigraphie

Im Zuge der Untersuchungen wurde der untersuchte Profilabschnitt an die derzeitige deutsche und die internationale Gliederung (vgl. KULICK & PAUL 1987, DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION 2002) angepasst. Weder Events noch Sequenzen waren bisher in dieser Region von den vorherigen Bearbeitern ausgeschieden worden (vgl. HARMS 1985, 1995).

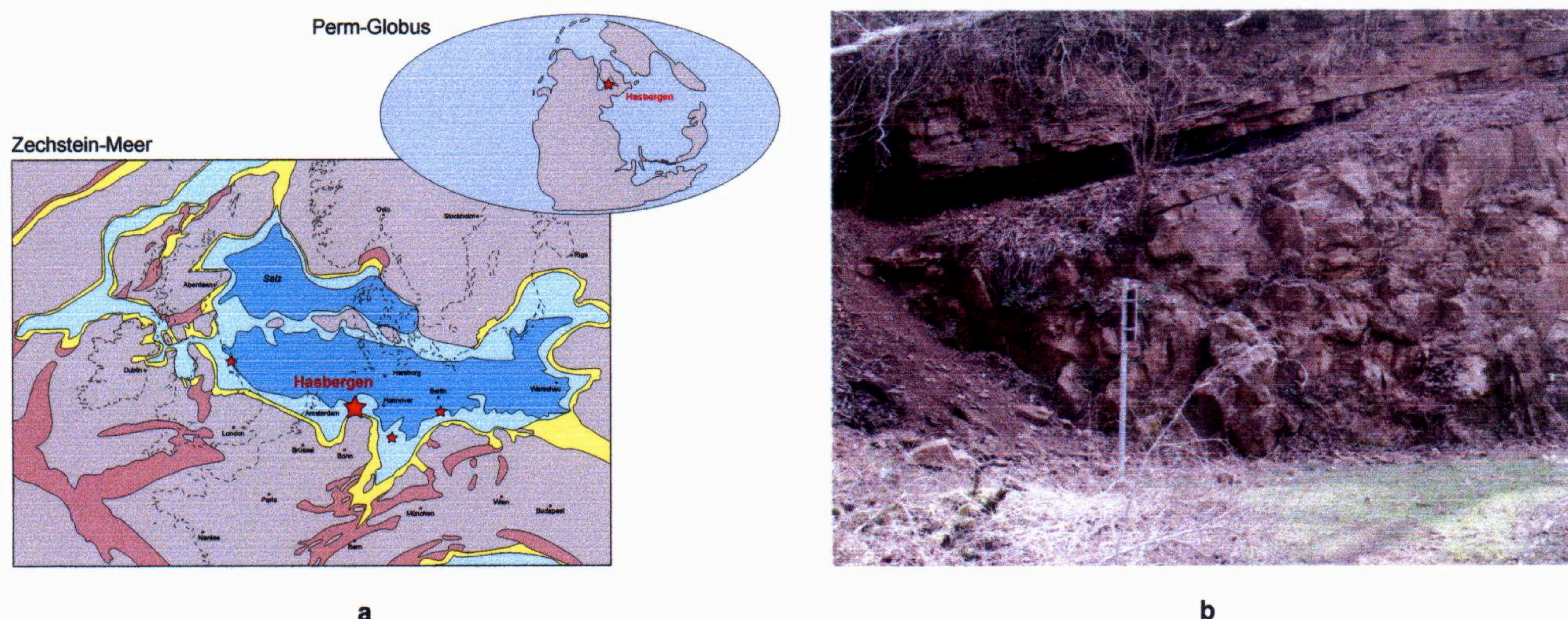


Abb. 8.a. Paläogeographie des Ober-Perm und Lage von Hasbergen, b. Perm-Aufschluß mit deutlicher, 50 cm mächtigen herausgewitterten Kupferschiefer-schicht am Hüggel unterhalb der Grabungsstelle (Geologischer Lehrpfad-Aufschluss Nr. 4) (Paläogeographie umgezeichnet nach ZIEGLER 1990).

Das schematische Profil im Bereich der Grabungsstelle und am Geologischen Lehrpfad-Aufschluss Nr. 4 umfasst das Top des Karbons, Teile des Rotliegend und den basalen Zechstein (Abb. 9).

Das Karbon ist aus mittel- bis grobkörnigen Sandsteinen und eingeschalteten Konglomeraten aufgebaut. Die Mächtigkeit der Konglomerate und Sandsteine wechselt innerhalb weniger Meter. Oft keilen die Konglomerate aus. Das primäre Geröllausgangsgestein dieser Kiese stellen Quarzite dar. Insgesamt handelt es sich bei den Ablagerungen um fluviatile deltaische Ablagerungen (vgl. JOSTEN et al. 1985).

Das basale Perm (Rotliegend, Zechsteinkonglomerat z1C) ist an der Decke des alten Prospektionsstollens neben der Ausgrabung sedimentologisch kaum von den



a



b

Abb. 5. a. Vorpräparation eines Fisches *Palaeoniscum freieslebeni* für einen Transferabguss, b. Oft zerscherte und auf mehreren Platten befindliche Fische (hier ein 50 cm langer Raubfisch *Pygopterus humboldti*) wurden in einer Blockbergungstechnik geborgen.



a



b

Abb. 6. a. Eingießen der Blöcke mit Glasfasermattenverstärkung von besonderen Funden durch die Fa. QUICKMIX, b. Unterstechen der abgedeckten Schieferplatte zum Ablösen.



a



b

Abb. 7. a. Umkippen des Blockes, b. Abschließender Abtransport.

unterlagernden Karbon-Sandstein und Konglomeraten zu trennen. Gelegentlich werden aber dünne Konglomeratlagen von glimmereichen Siltsteinen überlagert. Am Top des Zechsteinkonglomerates finden sich an Sedimentstrukturen kleindimensionale Channels, die in unterlagernde Schichten erodiert sind. Insgesamt handelt es sich bei den Ablagerungen wiederum um terrestrische fluviatile, vermutlich bereits deltaische Ablagerungen (vgl. HARMS 1985).

Mit dem oberen Perm (Zechstein 1, Werra-Folge) setzt die marine karbonatische Sedimentation direkt auf den Rotliegend-Konglomeraten ein. Die Datierungen an dieser Schichtgrenze werden mit 258 Millionen Jahren angegeben (vgl. DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION 2002). Direkt auf den siliziklastischen Rotliegend-Sedimenten lagert am Hüggel eine 10 cm mächtige dolomitische Karbonatbank, die bereits das basale Ober-Perm (bergmännisch = "Mutterflöz", vgl. HARMS 1985) markiert. In dieser finden sich aufgearbeitete Rotliegend-Gerölle als Extraklasten. Hierüber ist der charakteristische fossilreiche Kupferschiefer in einer Mächtigkeit von nur 30 cm ausgebildet. Am Top befindet sich ein wenige cm dünner und stark bioturbierter Siltstein. Von diesem greifen bis zu 1,2 cm breite, hakenförmige Grabgänge bis zu 20 cm in die feingeschichteten Schiefer. In diesem Siltstein, bzw. an der Basis der überlagernden dolomitischen Kalkbank, dem *Horridonia*-Event (früher *Productus*-Bank genannt), finden sich weitere, bis zu 3 cm breite und Y-verzweigte Grabgänge des Ichnotaxons *Thalassinoides*. In Hasbergen ist für Norddeutschland im Zuge der Ausgrabungen erstmals eine umfangreiche, von Brachiopoden dominierte marine Vorriff-Fauna dokumentiert worden (Tafel 1). Sechs verschiedene Species sind belegt. Davon treten am häufigsten die beiden Arten *Horridonia horrida* (SOWERBY 1822) und *Pterospirifer alatus* (SCHLOTHEIM 1813) auf. Seltener sind die eher in Riffen häufig vorhandene *Dielasma elongatum* (SCHLOTHEIM 1816) oder *Rhynchopora geinitziana* (VERNEUIL 1845). Aufmerksamkeit verdient der erstmalige Nachweis eines Krebses *Erymastacus hoerstgensis* BACHMEYER & MALZAHN 1983 für Norddeutschland. Die rifftypische Muschel *Parallelodon striata* (SCHLOTHEIM 1816) konnte nur einmal belegt werden. Bryozoen sind mit einer fächerartigen und riffbildenden *Fenestella retiformis* (SCHLOTHEIM 1816) zu finden. Von dieser Karbonatbank reichen Grabgänge tief in den Kupferschiefer hinein, die mit dem hangenden Sediment und gelegentlich auch Schillmaterial verfüllt sind.

In 15 cm Bankhöhe kann man einen stylolithenreichen Horizont im Stinkkalk aufspalten, der gelegentlich infaunistische Bivalven (*Panopea*) in Lebendstellung beinhaltet und auf einen Weichboden ("Softground") zur Besiedlungszeit durch Muscheln schließen lässt.

2.2 Sedimentologie

Durch die makroskopische Gesteinsansprache und besonders den Makrofossilinhalt kann das gesamte aufgeschlossene Ober-Perm am Hüggel folgendermaßen interpretiert werden:

Schillreiche Dolomite des Bakevillia-Event sind das Resultat von mehreren Sturmereignissen und Schillanreicherungen im hypersalinen Flachwasserbereich von 1-3 m Wassertiefe der Küstenregion (vgl. MC KERROW 1978).

Die Karbonate des Horridonia-Event müssen, nach der aufgefundenen epibenthischen und grabenden fossilen Makrofauna zu urteilen, einen semiverfestigten Kalkschlamm ("Firmground") dargestellt haben. Hierfür sprechen insbesondere der oft in Lebensstellung versteinerte Brachiopode *Horridonia*. Diese Annahme unterstreicht auch die Interpretation eines Tempestites, bei dem Schalenmaterial angereichert und epibenthische Tiere bzw. deren Schalen schnell zugeschüttet wurden. Durch diesen Tempestit (subtropisches Sturmereignis) wurde beckenweit der *Horridonia*-Event im Faziesbereich des Vorriffes gebildet. Das Fehlen dominanter Perm-Riffbewohner im *Horridonia*-Event belegt die paläogeographische und sedimentologische Situation der

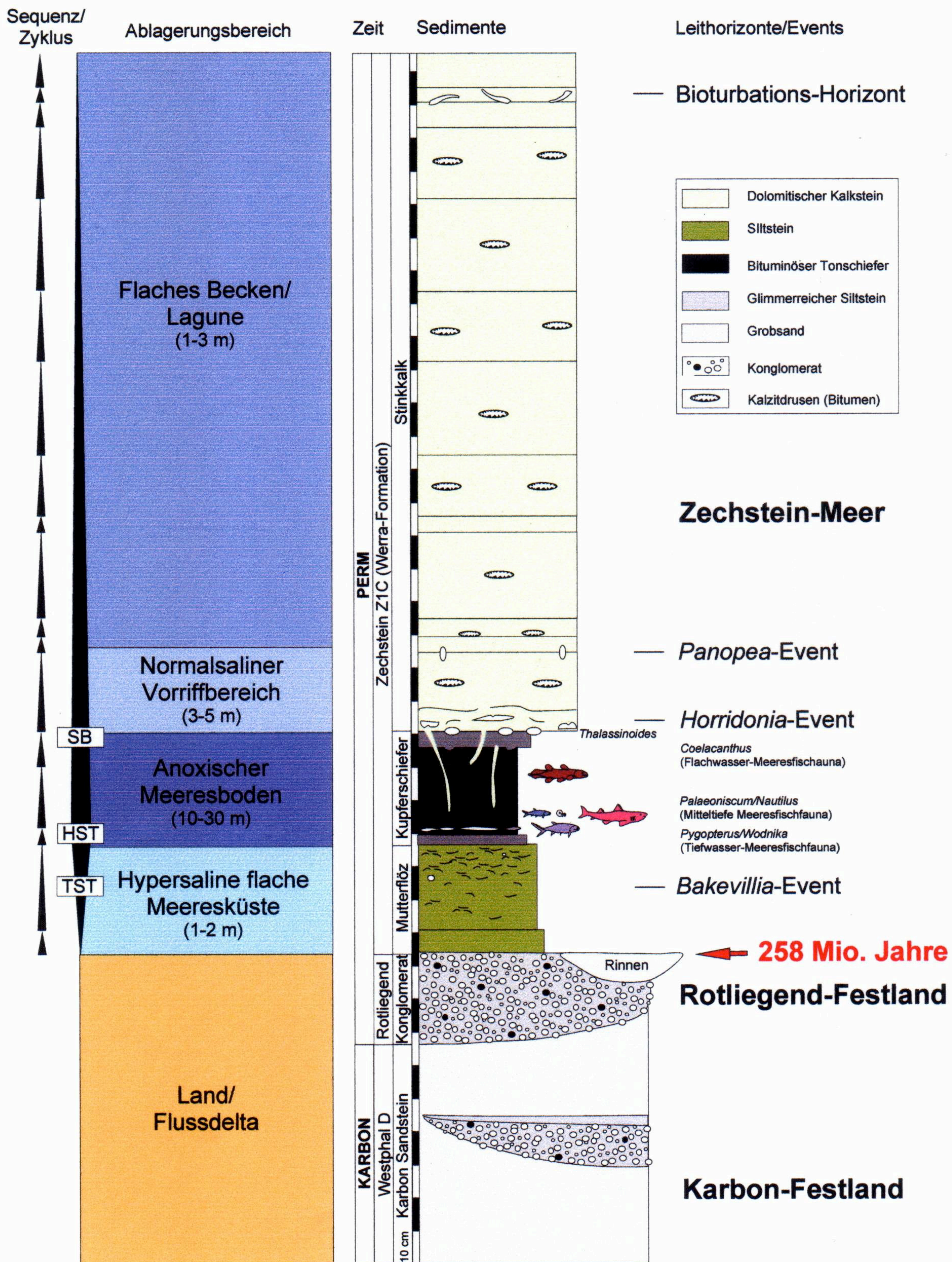


Abb. 9. Profil des aufgeschlossenen und untersuchten Bereiches im Übergang vom Ober-Karbon zum basalen Ober-Perm (TST = Transgressive Systems Tract, HST = High Stand Systems Tract, SB = Sequence Boundary).

Grabungsstelle bei Hasbergen" im Vorriffbereich (vgl. MC KERROW 1978, HOLLINGWORTH & PETTIGREW 1988, MUNK 1996, ERNST 2000).

Stinkkalke sind am Hügel dolomitische bankige Karbonate, die ihren Namen durch die spätdiagenetische Imprägnation des aus dem Kupferschiefer migrierten Erdöls erhalten haben. Reste dieses Erdöls finden sich oft als Bitumen in den häufigen Calcit-

drusen-Hohlräumen. Sie stellen den unteren Teil einer plattig-bankigen Dolomitserie dar. Das weitestgehende Fehlen von Makrofossilien und die sequenzartigen Ablagerungen weisen das Environment als lagunär oder flachmarin hypersalin aus (vgl. z.B. FÜCHTBAUER & MÜLLER 1970, REINECK & SINGH 1973).

Die Plattige Dolomitfolge mit Muschelschilllagen und Oolithen kann man als typische Flachwasserbildungen interpretieren (vgl. z.B. GINSBURG & HARDIE 1975). Die dolomitischen, weitestgehend fossilisierten dünnbankigen Dolomite dürften lagunäre oder äußerst flachmarine Ablagerungen unter hypersalinen Bedingungen darstellen. Ooide werden noch heute im Persischen Golf (z.B. U.A.E., vgl. KNAUST 1997, 1998) in Wassertiefen um 1 m gebildet. Es entstehen der Küste vorgelagerte Sandbarren, die gelegentlich durch die Gezeiten trockenfallen können.

Kupferschiefer entstanden vor dem Vorriff als Produkt von schwefelbakterienreichen anoxischen Faulschlamm (z.B. REINECK & SINGH 1973). Hierbei ist nicht eine große Wassertiefe entscheidend, sondern die Durchlüftung und Salinität, sowie das Vorhandensein von Schwefelbakterien. Die Kupferschieferablagerungen spiegeln die besonderen Bedingungen entlang der damaligen Küsten des Zechsteinmeeres wider. Daher wird dieser Faziesgürtel entlang der ehemaligen Küsten von England über Deutschland bis hin nach Polen angetroffen (Abb. 8a). Zu vermuten ist eine Wassertiefe unterhalb der Sturmwellenbasis von maximal ca. 30 m zu Beginn der Kupferschieferablagerungen und eine allmähliche Verflachung auf wenige Meter innerhalb einer Ablagerungssequenz. Diese Verflachungszyklen belegen in Hasbergen eindeutig Biomarker (vgl. Perm-Biomarker in GRICE et al. 1995) in Form von Krebs-Grabgängen (*Thalassinoides*), die in zwei Niveaus angetroffen werden. Sie finden sich am Top des ersten Sedimentzyklus (Grenze Planum I/2) und am Top des dritten Zyklus in den Siltsteinen. Aufgrund der geringen Reliefenergie der mitteleuropäischen Senke können bathymetrische Veränderungen nur im Meterbereich gelegen haben. Eine dreimalige, beckenweit nachgewiesene Verflachung des Meeresspiegels innerhalb der Kupferschiefer, die sich auch in Hasbergen besonders sedimentologisch und ichnologisch sowie in der Fauna und Flora deutlich abzeichnet, wird damit nicht über 100 Meter betragen haben. Selbst bei angenommenen Wassertiefen von 30 Metern liegen noch hohe Schwankungen vor. Vergleicht man moderne Untersuchungen in unterschiedlichen geologischen Epochen und Rezentuntersuchungen (z.B. SCHIEBER et al. 1998), so muss man die Feinschichtung der Kupferschiefer auf Mikrobenmatten zurückführen. Solche von Algen und Cyanobakterien mit Mikrobenmatten überzogenen tonigen Sedimente können auch in wenigen Metern Wassertiefe, bis hin zum Gezeitenbereich vorkommen (z.B. BECHTEL & PUETTMANN 1997).

3 Paläontologie

Im folgenden werden nur die Kupferschieferfossilien (Invertebraten, Vertebraten) in einer ersten groben Übersicht vorgestellt. Die zahlreichen oft noch unpräparierten botanischen Reste müssten einer weiteren Auswertung unterzogen werden.

3.1 Forschungsgeschichte

Bereits im 19. Jahrhundert bildete GERMAR (1824) erste Fische des Deutschen Kupferschiefermeeres ab. Auch der bedeutende Schweizer Paläontologen AGASSIZ bearbeitete in seiner Monographie (1833-1843) über die fossilen Fische in Europa einige Funde aus dem Kupferschiefer von Deutschland. Über die sagenhaften ersten deutschen "Ursaurier" des Kupferschiefers publizierte der Deutsche VON MEYER (1847-1855). Auch der bekannte deutsche Paläontologe GEINITZ (1848) arbeitete im 19. Jahrhundert über Kupferschieferfossilien.

An paläontologisch wichtigen Kupferschiefer-Fundstellen sind aus Polen Lubin-Polkowice, vorwiegend aber in Zentraldeutschland die großen, heute stillgelegten Kupfer-Minen in Sangershausen oder Mansfeld sowie Richelsdorf bekannt geworden (vgl. HAUBOLD & SCHAUMBERG 1985). Aus hessischen Fundstellen befindet sich die bedeutendste Sammlung im Naturkundemuseum Ottoneum in Kassel (FICHTER 2003). Im Westen des damaligen Meeresbeckens lieferte lediglich Kamp-Lintfort wenige Kupferschieferfossilien, wobei ein Insektenfund von dort einmalig ist.

Aus dem Hüggel des Osnabrücker Berglandes listeten HAACK (1935) und HARMS (1985, 1995) nur wenige Fossilien auf: *Platysomus gibbosus* AGASSIZ, *Palaeoniscus freieslebeni* AGASSIZ, *Janassa bituminosa* SCHLOTHEIM, *Coelacanthus granulatus* AGASSIZ, außerdem die Pflanzen *Walchia piniformis* STERNBERG, *Pseudovoltzia* sp. und *Ullmannia* sp. Einige der erwähnten Fischreste wurden anscheinend bereits beim Abbau der Eisenerze am Hüggel gefunden, die sich im Museum der Villa Stahmer Georgsmarienhütte befinden. Invertebraten aus dem Zechstein-Kalk aus der Region wurden bisher nicht abgebildet.

3.2 Systematik

Wichtige Arbeiten zur taxonomischen Systematik der Fauna des Kupferschiefers finden sich z.B. in HAUBOLD & SCHAUMBERG (1985), SCHAUMBERG (1977b), HOLZAPFEL & MALZAHN (1984) oder FICHTER (2003).

3.2.1 Invertebrata

***Peripetoceras freieslebeni* (GEINITZ 1848)**

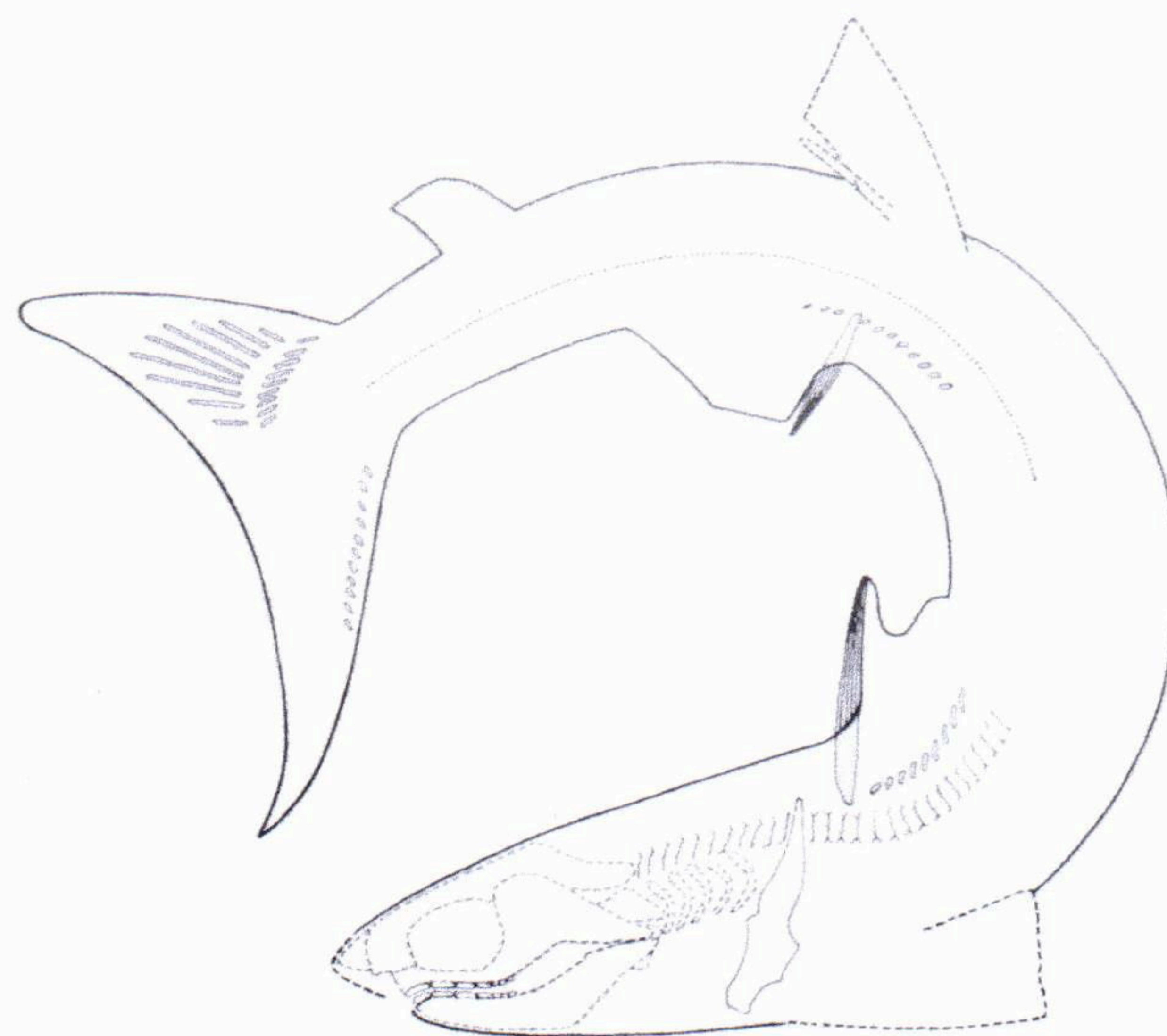
Material: Auf sechs qm Grabungsfläche fanden sich 10 flachgedrückte Stücke.

Beschreibung: Gut beschrieben sind diese Nautiliden bei SCHAUMBERG (1977a). Das Material aus den Grabungen zeigt die kupferschiefertypische Einbettung wobei oft Hohlräume in den Nautiliden zu beobachten sind. Die Gehäuse des Nautiliden *Peripetoceras* sind alle dorso-ventral (Tafel 1, Fig. 6, Nr. B-II-17), in einigen Fällen leicht schräg (Tafel 1, Fig. 7, Nr. 0-III-2) eingebettet und durch die spät-diagenetische Kompaktion verdrückt (Tafel I). Das Fehlen von seitlicher Einbettung deutet auf eine mögliche benthische Lebensweise der Nautiliden. Das breite Gehäuse wäre auch dazu geeignet, ein Leben als Sedimentauflieger zu führen.

3.2.2 Vertebrata

Klasse Chondrichthyes HUXLEY 1880 (Knorpelfische)

***Wodnika striatula* MÜNSTER 1843**

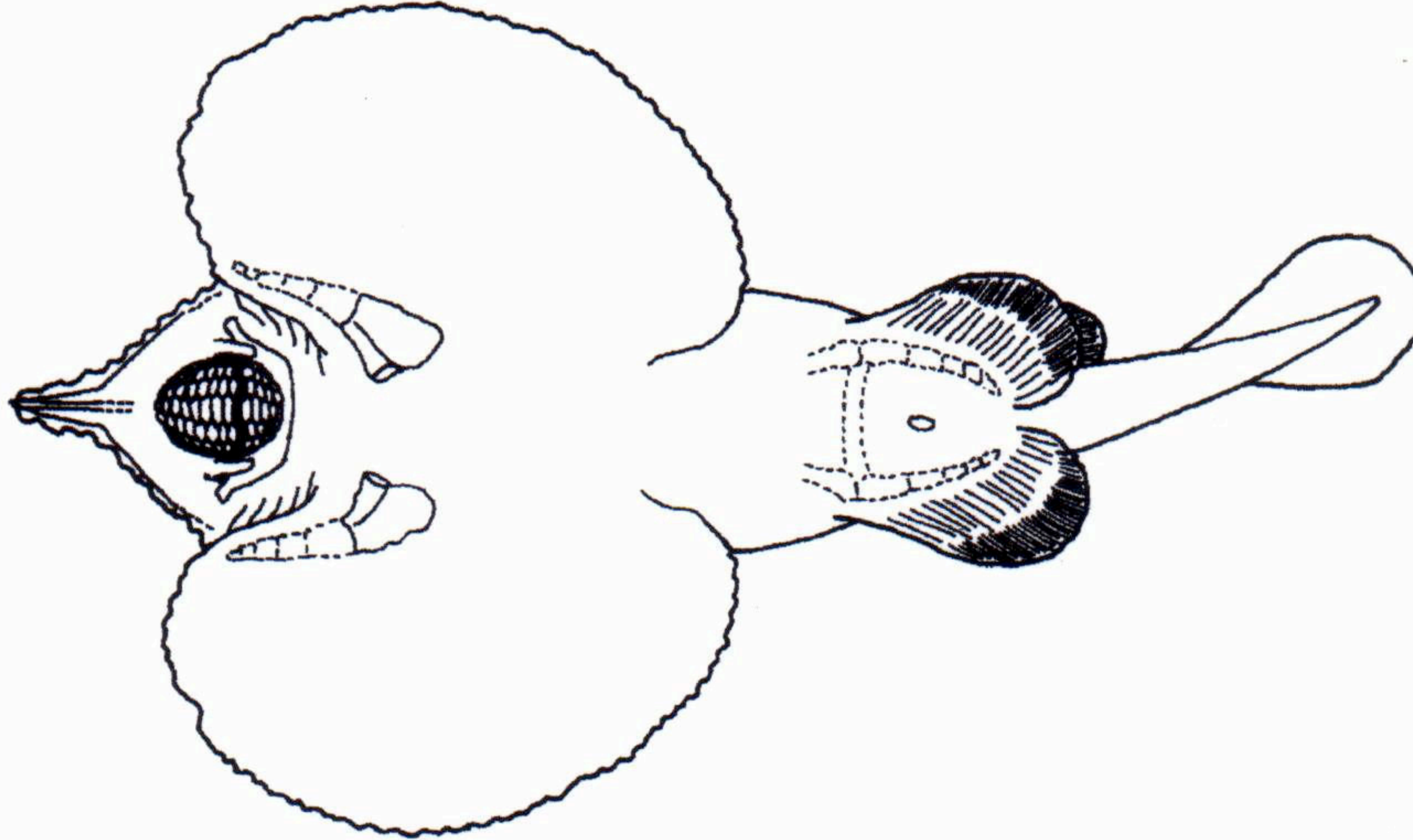


Rekonstruktion aus ZANGERL (1981).

Material: Ein Skelett fand sich außerhalb des Planums III in 11 cm Höhe von der Kupferschieferbasis.

Beschreibung: Ein Flossenstachel im Querbruch zeigte den typischen Querschnitt, außerdem die charakteristische Striation auf der Stacheloberfläche (vgl. ZANGERL 1981, SCHAUMBERG 1999). Teile des haitypischen Placoidschuppenkleides liegen bereits frei. Der Fund ist unpräpariert im Kupferschiefer belassen worden und die Vollständigkeit daher unklar.

***Janassa bituminosa* (SCHLOTHEIM 1820)**

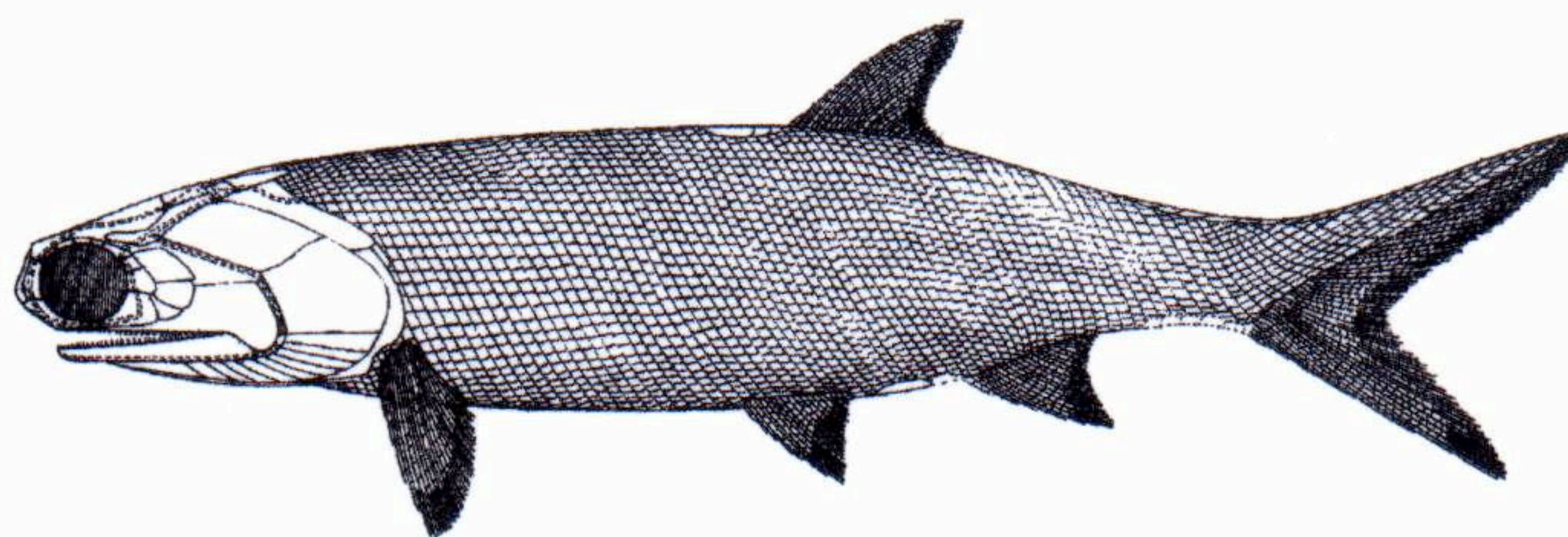


Rekonstruktion aus HAUBOLD & SCHAUMBERG (1985)

Material: Ursprünglich stammen zwei Skelettfunde aus dem Planum IV (23 cm Höhe) und dem Planum I (4 cm Höhe).

Beschreibung: Gute Beschreibungen dieses urtümlichen "Rochens" finden sich bei MALZAHN (1968) oder SCHAUMBERG (1979). Benannt wurde die Gattung nach antiken Meeresgottheiten, die Art nach dem Auftreten in bituminösen Schiefen. Der erste Fund aus Hasbergen ist noch unpräpariert, der zweite konnte aufgrund der Anwitterung nur in Belegbruchstücken (u.a. Zähne) geborgen werden.

Klasse Osteichthyes HUXLEY 1880 (Knochenfische)
***Palaeoniscum freieslebeni* BLAINVILLE 1818**

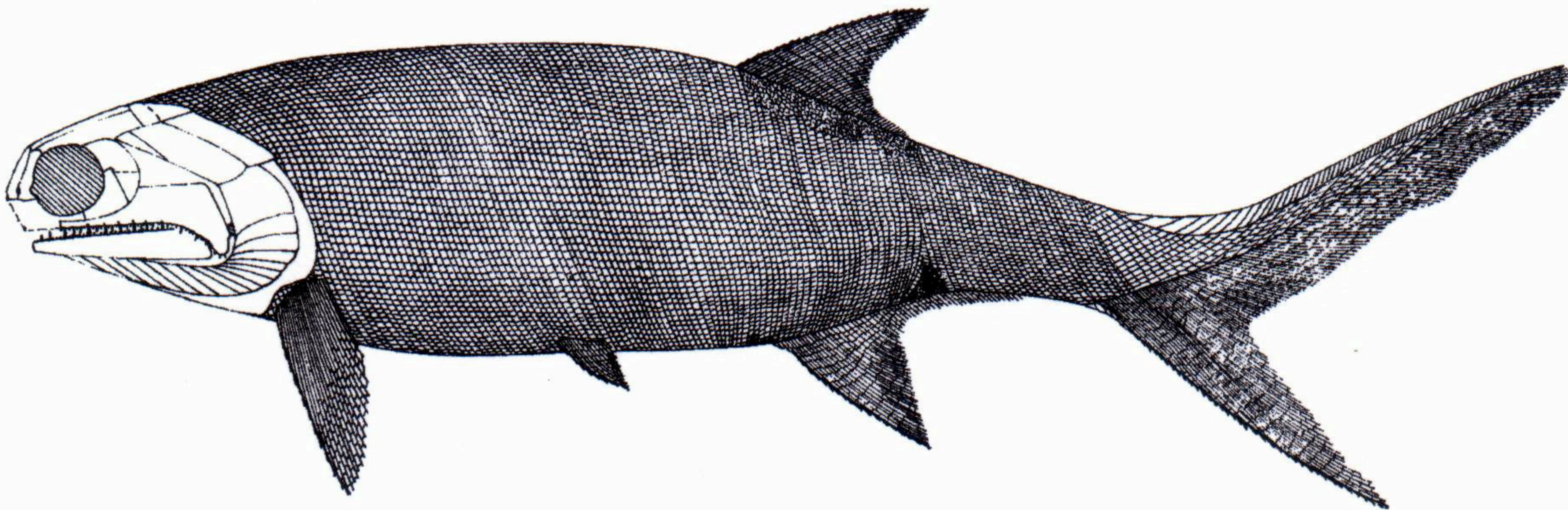


Rekonstruktion aus HAUBOLD & SCHAUMBERG (1985)

Material: 64 unterschiedlich vollständige Fische in unterschiedlichen Altersstadien und Erhaltungsformen aus allen Schichten des Kupferschiefers (Planum I-VI).

Beschreibung: Benannt wurde die Art durch den französischen Anatomen BLAINVILLE (1818) nach dem Berghauptmann von Sachsen K.F. FREIESLEBEN. ALDINGER (1937) rekonstruierte und beschrieb detailliert das Fischeskelett. In Hasbergen finden sich unterschiedlich alte Exemplare zwischen 5 bis 30 cm Länge (Tafel 2, Wachstumsreihe: Fig. 5, 2, 8). Verschiedene Erhaltungen von stark dorsal eingekrümmten Todesstarrenerhaltungen bis bereits zerfallenen Fischen (nur Kopf, Rumpf oder Schwanzflosse erhalten) sind dokumentiert (Tafel 2). Auch bereits am Meeresboden abgelagerte Fische zeigen oft Verdriftungen einzelner Knochenelemente oder Schuppen. An einem Exemplar verschliffen grabende Crustaceen den Schwanzflossenbereich (Tafel 2, Fig. 8).

***Pygopterus humboldti* AGASSIZ 1833**

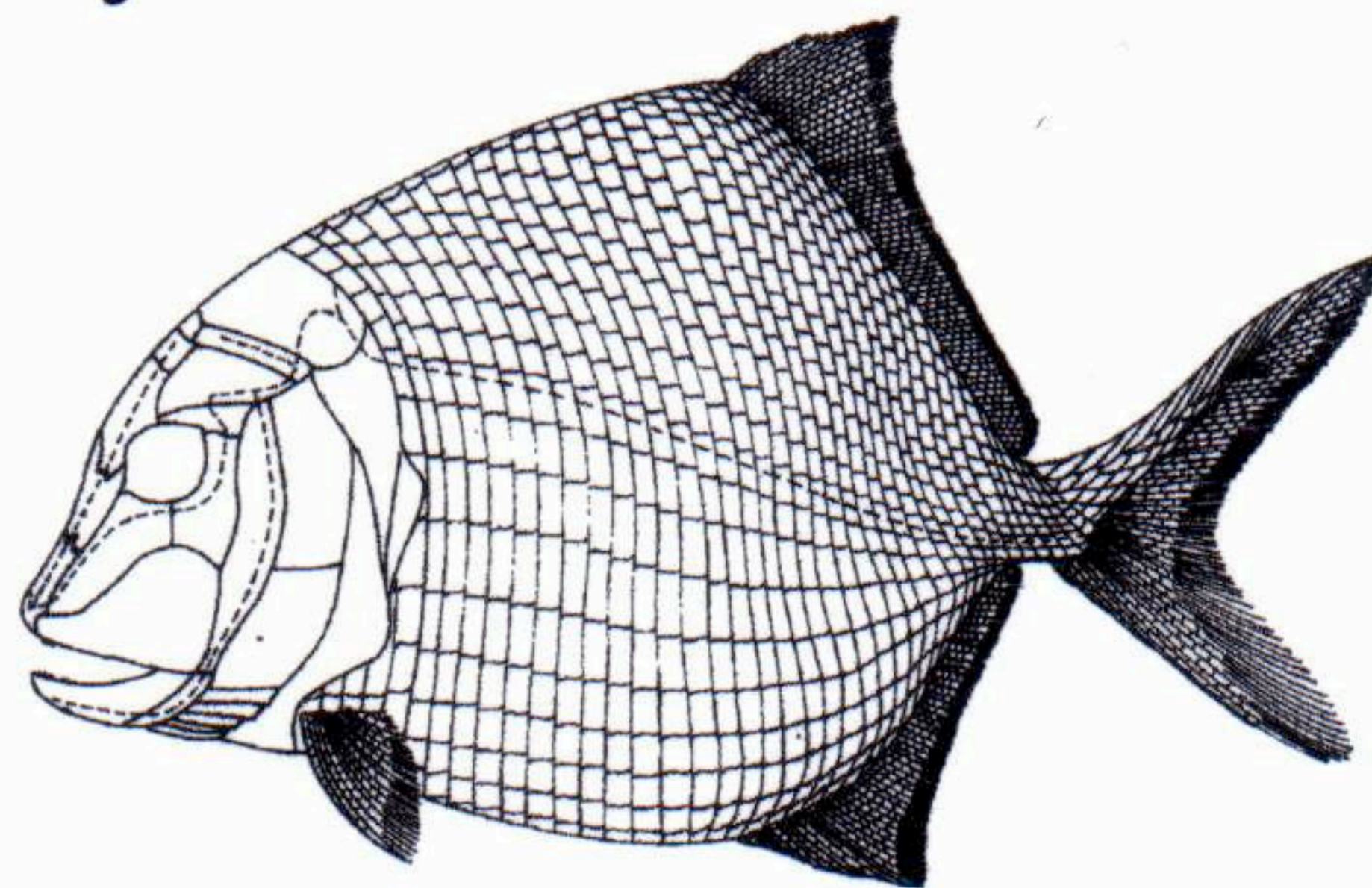


Rekonstruktion aus HAUBOLD & SCHAUMBERG (1985)

Material: Ein vollständiges Exemplar in dorsaler Einbettung aus dem Planum I und ein nicht kompletter Fisch mit halbem Schädel aus dem Planum IV.

Beschreibung: Durch AGASSIZ (1833) wurde dieser "ellenlange" (griech. = pygon) Fisch des Kupferschiefers nach A. VON HUMBOLDT benannt. Der Fisch aus Hasbergen (Planum I, Nr. E-I-1) wurde in 4 cm Höhe teilweise noch innerhalb des Planums I gefunden. Der mittlere Körperabschnitt erscheint aufgrund einer nahezu senkrechten Einbettung sehr schmal, wobei auch der Schädel von oben verdrückt, hingegen die Caudalflosse seitlich eingebettet wurde (Tafel 3, Fig. 1). Der noch ca. 40 cm lange, bisher nur teilpräparierte Fisch des Planums IV wurde in 17 cm Höhe mit der Schwanzflosse noch in das Planum IV hineinreichend gefunden, wobei der Körper durch starke Zerscherungen der Gesteine und Anwitterung des Kupferschiefers unvollständig erhalten ist. Die Caudalflosse zeigt die typischen Schuppen und Strukturen von *Pygopterus* und nicht der Raubfische *Reticulolepis* oder *Acrolepis*.

***Platysomus striatus* AGASSIZ 1833**

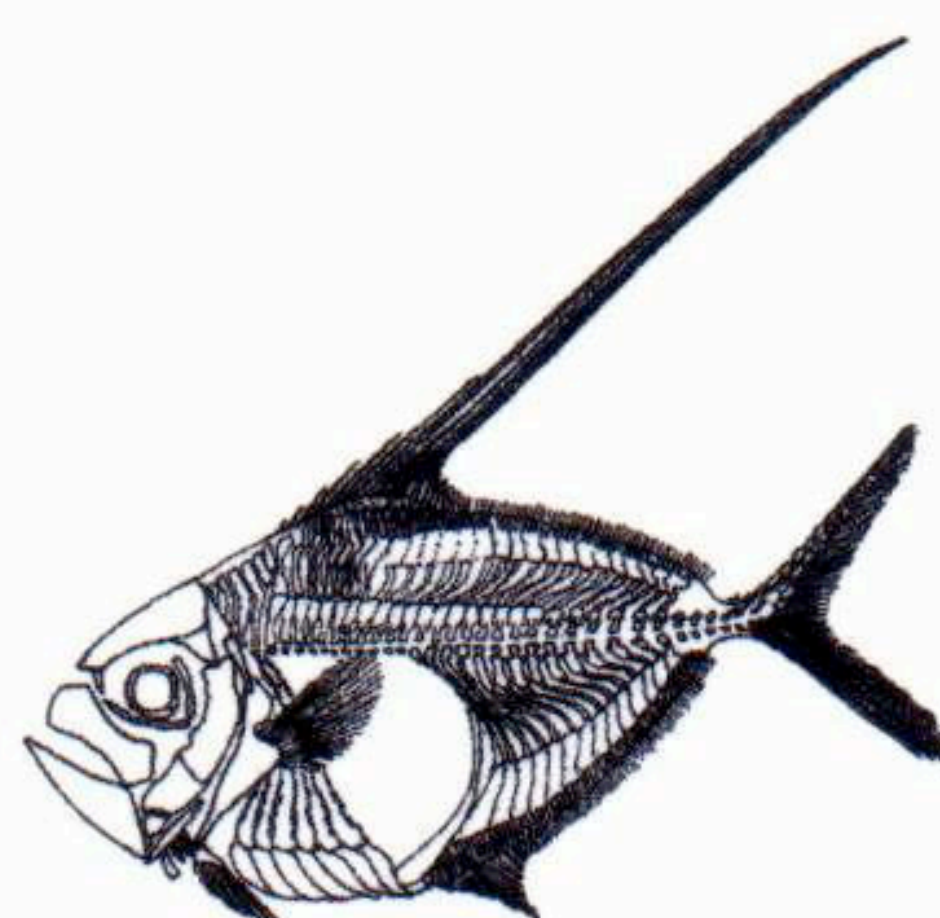


Rekonstruktion aus HAUBOLD & SCHAUMBERG (1985)

Material: Drei Exemplare aus den Plana I, II und V.

Beschreibung: Der Artnamen bezieht sich auf die gestreifte Schuppenstruktur (lat. "striatus" = gestreift). Der Gattungsname ist griechischen Ursprungs und der Gesamtform entspringend (platys = flach). Der im Tafelkatalog abgebildete (Tafel 3, Fig. 3) vollständigste *Platysomus* aus dem Planum I (Nr. B-I-2) zeigt leichte Verdriftungen zweier Schädelknochenelemente. Es handelt sich um ein mittelaltes Individuum.

***Dorypterus hoffmanni* GERMAR 1842**

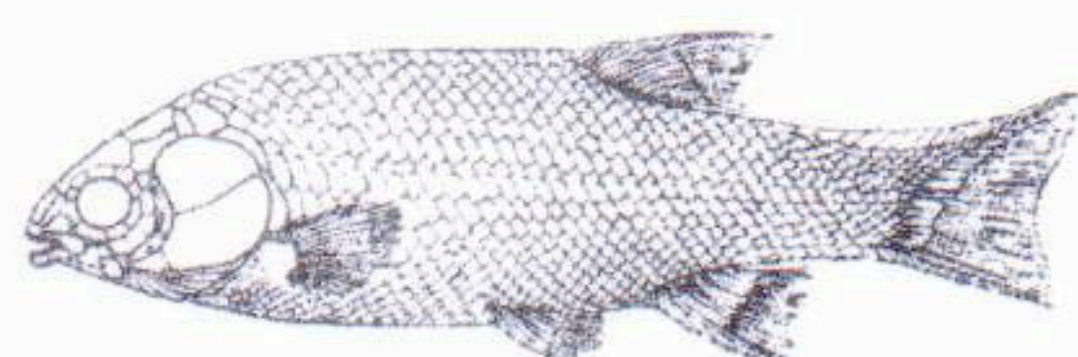


Rekonstruktion aus SCHAUMBERG (1977)

Material: Ein unvollständiges Exemplar liegt aus dem Planum IV vor, ein weiterer erwähnenswerter und hier abgebildeter Fund stammt aus dem Bereich außerhalb des Planums III.

Beschreibung: Die sehr hohe Rückenflosse der männlichen Tiere brachte dem Fisch den Gattungsnamen (griech. "dory" = Lanze) ein (WESTOLL 1941). Geehrt wurde mit der Benennung der Vorsteher der Kupferhütte von Hettstatt E.C. HOFFMANN. Beide vorliegenden Funde aus Hasbergen sind unvollständig und aufgrund der starken Anwitterung der Schichten teilweise schlecht erhalten. Der abgebildete Fund (Tafel 3, Fig. 4, Nr. 0-III-4) besitzt eine lange Dorsalflosse und stellt damit einen männlichen Fische dar.

***Acentrophorus glaphyrus* (Agassiz 1833)**

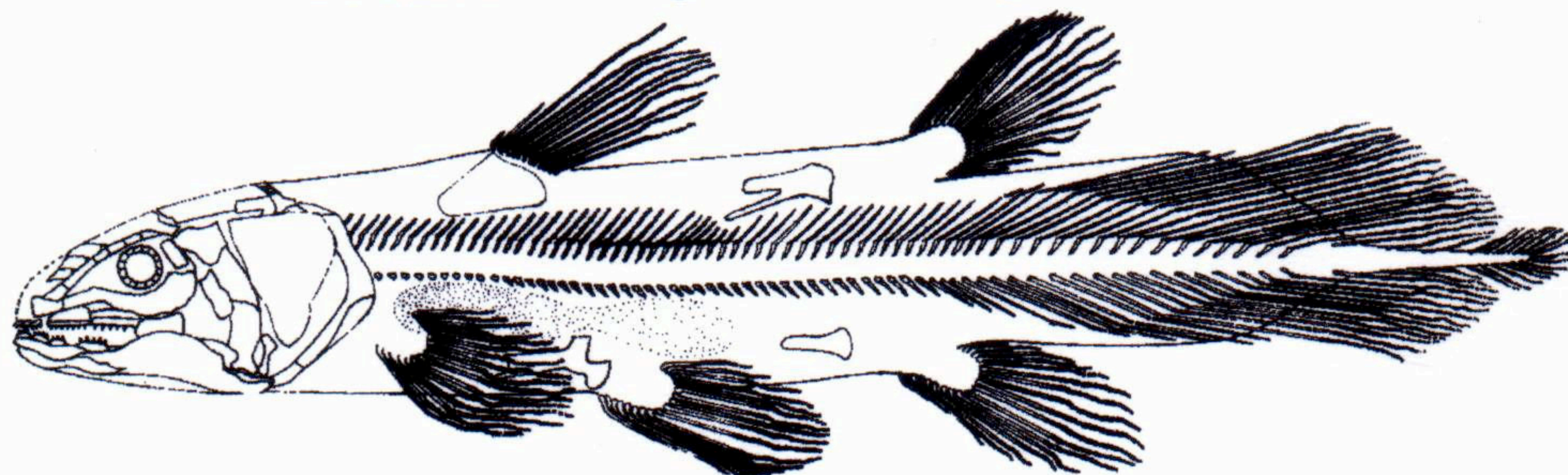


Rekonstruktion aus GILL(1923)

Material: Ein nahezu vollständiges Exemplar wurde im Planum IV gefunden.

Beschreibung: Diese kleinen, nur maximal 6,5 cm langen Fische sind die evolutiv modernsten Fische (Holostei, Knochenganoide) des europäischen Kupferschiefermeeres. Dem einzigen Fischfund aus Hasbergen (Nr. D-IV-3) fehlt die vordere Kopfpattie, auch ist die Bauchflosse nicht zu erkennen.

***Coelacanthus granulatus* Agassiz 1833**



Rekonstruktion aus HAUBOLD & SCHAUMBERG (1985)

Material: Es liegen aus den Ausgrabungen drei unvollständige bzw. auseinandergefallene Exemplare und ein Kiemendeckel eines vierten Tieres außerhalb des Planums V vor. Ein Skelett fand sich im Planum VI (26 cm Höhe), ein zweites teilweise noch im Planum III (16 cm Höhe) und ein drittes außerhalb des Planums III (11 cm Höhe).

Beschreibung: Nach den "hohlen Flossenstrahlen" (griech. = coelacanthus) wurde diese Gattung durch AGASSIZ (1833) benannt (vgl. auch SCHAUMBERG 1978, LONG 1995). Der Artnamen resultiert aus der granulierten Cykloidschuppen. Das erste im Tafelkatalog abgebildete Teilskelett (Planum III) besteht aus dem Schädel, Brust und Bauchflossen sowie Brustgürtелеlementen (Tafel 4). Die beiden anderen Skelette (Planum V und VI) sind noch unpräpariert. Vom Skelett aus dem Planum VI (Nr. 0-III-1) sind zerfallene Schädel- und Brustgürtелеlemente sowie die Caudalflosse zu sehen. Das dritte Skelett (Planum V) wurde in einem Block geborgen. Der zusammenhängende Schädel, die Caudalflosse und ein Schuppenkleidrest sind zu erkennen. Ein isoliertes Operculum (Planum V, Nr. 0-V-1) wurde präpariert und abgebildet (Tafel 4).

3.2.3 Plantae

Beschreibungen der Kupferschieferflora finden sich z.B. in WEIGELT (1928), MÄDLER (1957), SCHAUMBERG (1963, 1977c), MÄGDEFRAU (1968) oder HAUBOLD & SCHAUMBERG (1985).

Zahlreiche botanische Reste aus den Kupferschiefern von Hasbergen sind oft durch die Schichtverwitterung schlecht erhaltenen geblieben. Einige Stücke sind sehr kontrastreich mit schwarzen inkohlten Resten auf hellgrauen Schieferplatten als zukünftige Exponate anzusehen. Koniferenresten sind besonders an den Ästen, aber

Fische



Peripetoceras freieslebeni

Koprolithen



Klein mit Fischeschuppen



Groß ohne Fischeschuppen

Pflanzen



Koniferen-Zweig



Farn-Fragment



Treibholz



Samen



Ginkgo

15

zahl erhält. Hier sind diese sehr gut erhalten, lassen sich aber aufgrund der schlechten Spaltbarkeit nur schwer gewinnen und daher nicht genau in Befundplänen statistisch dokumentieren. Dieses wäre ein Ziel einer botanisch ausgerichteten weiteren Grabung speziell in diesem Horizont. Nur hier traten drei Zapfen neben Koniferenzweigen und Treibhölzern auf.

3.2.4 Koprolithen

Eine detaillierte Untersuchung der Koprolithen des Kupferschiefers liegt bisher nicht vor. Am Material von Hasbergen können verschiedene Koprolithengruppen unterschieden werden. Der kleinere Typ ist nur bis zu 3 cm groß, in der Regel stark flachgedrückt und beinhaltet Fischschuppen. Er muss daher von Raubfischen oder von Haien stammen. Der auffälligere Koprolith wird bis zu 15 cm lang und zeigt keine Fischreste. Diese Form variiert von zweiseitig abgerundet bis einseitig abgerundet und spitz zulaufend. Letzterer wurde im Planum III gefunden (Nr. D-III-8) und abgebildet (Tafel I, Fig. 8-9). Solche langen Koprolithen mit spiralen Einschnürungen werden Lungenfischen zugeordnet (MÜLLER 1985). Nach HAUBOLD & SCHAUMBERG (1985), sollen sie vom Raubfisch *Pygopterus* stammen, wobei es hierfür keinerlei Beweise gibt.

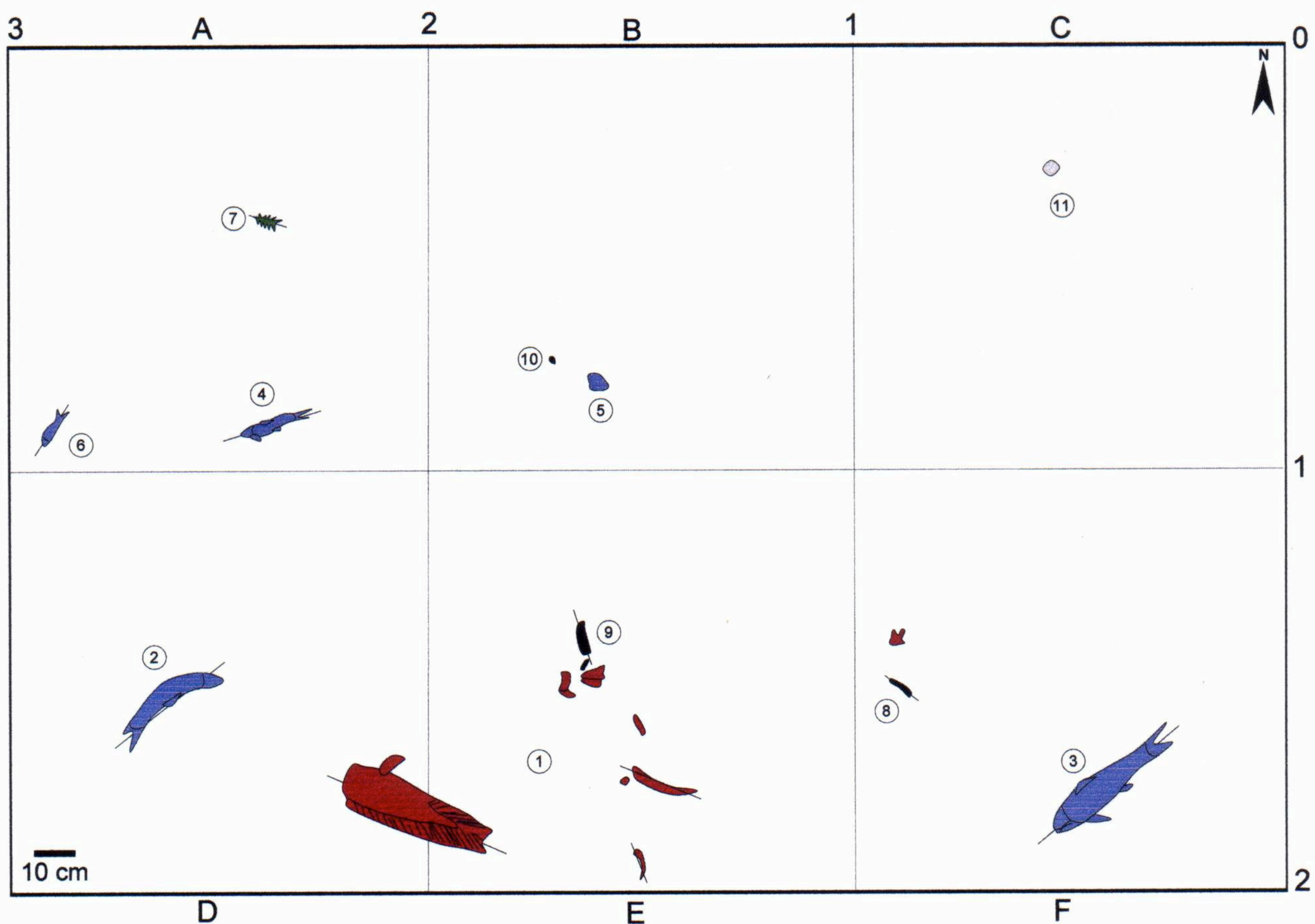


Abb. 11. Befundplan des Planums VI. Hervorzuheben ist ein im Zerfall befindlicher *Coelacanthus granulatus* (Nr. 1). *Palaeoniscum freieslebeni* ist mit unterschiedlich alten Tieren (Nr. 2-6) sowohl in Leichenstarrenhaltung (dorsal gekrümmt), als auch mit elongiert eingebetteten Skeletten vorhanden. Ein Farn- (Nr. 7) und Treibholzreste (Nr. 8-10) vertreten die botanischen Funde. Schließlich fand sich ein Koprolith (Nr. 11). Außerhalb des Planums fand sich im Anschluss der Quadranten C1/2 ein 1,2 m langer Koniferen-Baumstamm in NO-SW Einstreuungsrichtung.

3.3 Taphonomie

Auf einer Grabungsfläche von sechs qm wurden alle Funde qualitativ bestimmt, in Befundplänen dokumentiert und quantitativ, sowie taphonomisch ausgewertet. Eine

Dokumentation jeder einzelnen millimeterdünnen Schicht war grabungstechnisch nicht möglich. Innerhalb des Kupferschiefer-Paketes konnten die Funde eines Schichtpaketes von jeweils fünf cm Mächtigkeit jeweils auf einem Planum zusammengefasst dargestellt werden. Die fünf übereinanderliegenden Plana zeigen deutliche Differenzen sowohl in der Faunen und Florenzusammensetzung, als auch in der Taphonomie.

Planum VI

In den obersten fünf cm der Kupferschiefer (30-25 cm) wurden 11 Fossilien ergraben. Diese verteilen sich auf sechs Fische, einen Koprolithen, einen Franrest und kleine Treibhölzer (Abb. 11). Außerhalb der dokumentierten Fläche fand sich ein 1,2 Meter langer NO-SW eingesteuerter Koniferen-Stamm mit einer Astgabel. Interessant ist ein seltener, zerfallener Quastenflosser *Coelacanthus granulatus* (Nr. 1), von dem der Schädel auseinandergedriftet und der Schwanzflossenbereich erhalten ist. Drei unterschiedlich große Exemplare und ein Schuppenkleidrest des häufigen *Palaeoniscum freieslebeni* (Nr. 2-6) wurden dokumentiert. An botanischen Resten wurde ein Farnrest (Nr. 7) neben kleinen Treibhölzern (Nr. 8-10) dokumentiert.

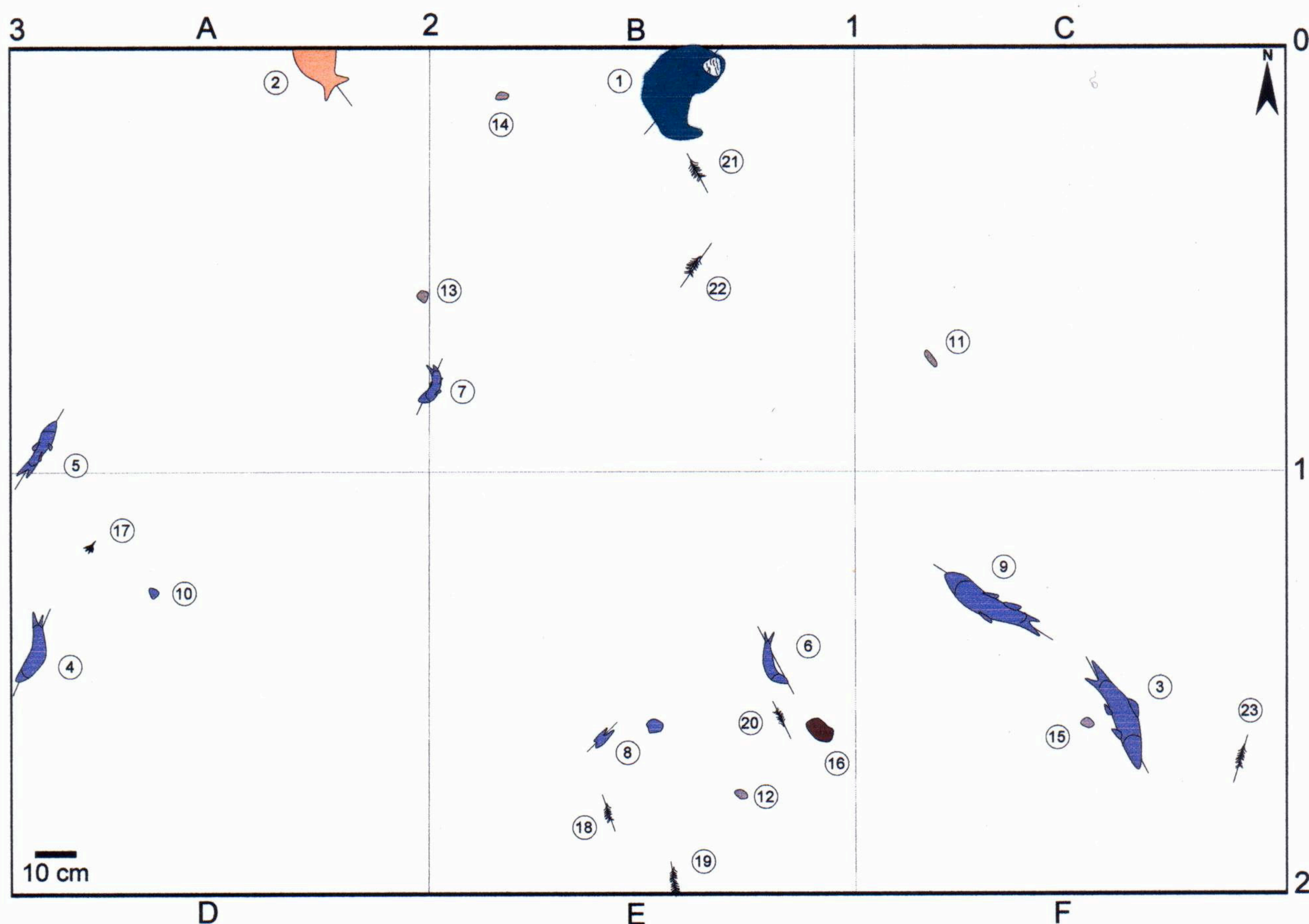


Abb. 12. Befundplan des Planums V. Ein Skelett des Rochen *Janassa bituminosa* (Nr. 1) und des Fisches *Platysomus striatus* (Nr. 2) sind neben den unterschiedlich alten *Palaeoniscum freieslebeni* (Nr. 3-9, meist in gekrümmter Leichenstarrenerhaltung) die Besonderheiten. Es fanden sich außerdem Koprolithen (Nr. 12-15), ein Nautilide (Nr. 16), eine Ginkgo-Blatt (Nr. 17) und Koniferenzweige (Nr. 18-23).

Planum V

In den oberen 25-20 cm des Kupferschiefers der sechs qm sind 22 Fossilien ergraben worden (Abb. 12). Von Bedeutung ist ein *Janassa bituminosa* (Nr. 1), dessen Gebiss sich aus dem Schiefer hervorhob. Der Umriss und die Einbettung des Rochens ist vor einer Präparation nur zu erahnen. Ein *Platysomus striatus* (Nr. 2) reicht noch in das Planum hinein. Sieben *Palaeoniscum freieslebeni* (Nr. 3-9) sind in unterschiedlichen Altersstufen und meist in gekrümmter Leichenstarrenerhaltung eingebettet worden. Fünf kleine Kopro-

lithen (Nr. 11-15) enthielten in der Regel Schuppen und Fischreste. Ein Nautilide *Peripetoceras* (Nr. 16) liegt als einziger Wirbelloser in typisch gestauchter Erhaltung vor.

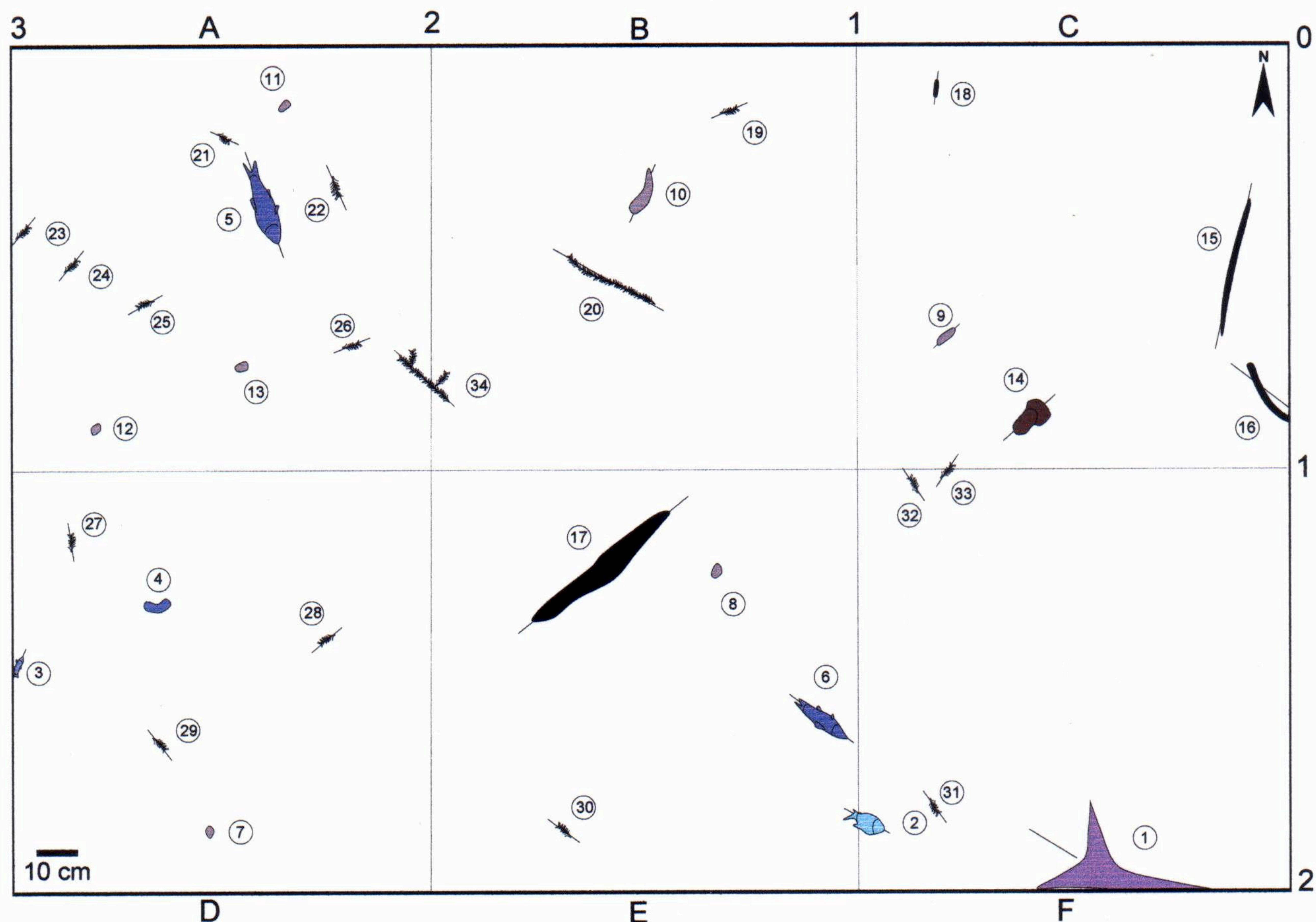


Abb. 13. Befundplan des Planums IV. An herausragenden Funden sind ein *Pygopterus humboldti* (Nr. 1) dessen Schwanzflosse nur noch in das Planum hineinreichte, ein *Dorypterus hoffmanni* (Nr. 2) und ein *Acentrophorus glaphyrus* (Nr. 3) zu nennen. Sehr hoch ist der Anteil an Koniferen-Zweigresten (Nr. 18-34) sowie Treibhölzern (Nr. 15-17) und die geringe Anzahl an *Palaeoniscum freieslebeni* (4-6). Weiterhin sind Koprolithen (Nr. 7-13) vorhanden. Im Tafelanhang abgebildet finden sich die Funde Nr. 1 und 3.

Ein Ginkgo-Blatt (Nr. 17) war die botanische Besonderheit innerhalb der weiteren botanischen Funde von sechs kleinstückigen Koniferen-Astfragmenten (Nr. 18-23).

Planum IV

Im Bereich zwischen 20-15 cm konnten auf den sechs Quadratmetern 34 Funde dokumentiert werden (Abb. 13). Von selteneren Fischen wie *Dorypterus hoffmanni*, *Pygopterus humboldti*, dessen Schwanzflosse nur noch in das Planum hineinreichte und *Acentrophorus glaphyrus* sind jeweils ein Skelettfund vorhanden. Zwei *Palaeoniscum freieslebeni* und ein Schuppenkleidrest zeigen keine Leichenstarreerhaltungen. Aus den sieben, meist schuppenreichen Koprolithen, ragt einer durch seine Größe hervor (Nr. 10). Der Nautilide *Peripetoceras* ist mit einem Exemplar senkrecht eingebettet (Nr. 14). Auffällig häufig sind 16 Koniferen-Astfragmente, von denen längere Stücke teilweise auch mit Verzweigungen vorliegen. Weitere Pflanzenreste sind mit vier teilweise größeren Treibhölzern erhalten.

Planum III

In einer Höhe von 15-10 cm wurden 31 Fossilien auf der dokumentierten Fläche nachgewiesen (Abb. 14). Außerhalb der Dokumentationsfläche lag neben dem Quadrant A1/2 ein zweites teilzerfallenes *Coelacanthus*-Skelett, von dem wahrscheinlich ein Brustgürtelknochen aus dem Planum (Nr. 7) stammt. *Palaeoniscum freieslebeni* ist mit sechs Tieren nachweisbar, die unterschiedlich groß sind und teilweise gekrümmt bzw.

schon teilzerfallen auftreten. Bei den vier Koprolithen (Nr. 8-11) ist besonders Nr. 8 äußerst groß und von keilförmigem Umriss. Sehr häufig ist hier *Peripetoceras* in senkrechter Einbettung vorhanden (4 Exemplare). Ein mittelgroßes Treibholz tritt neben

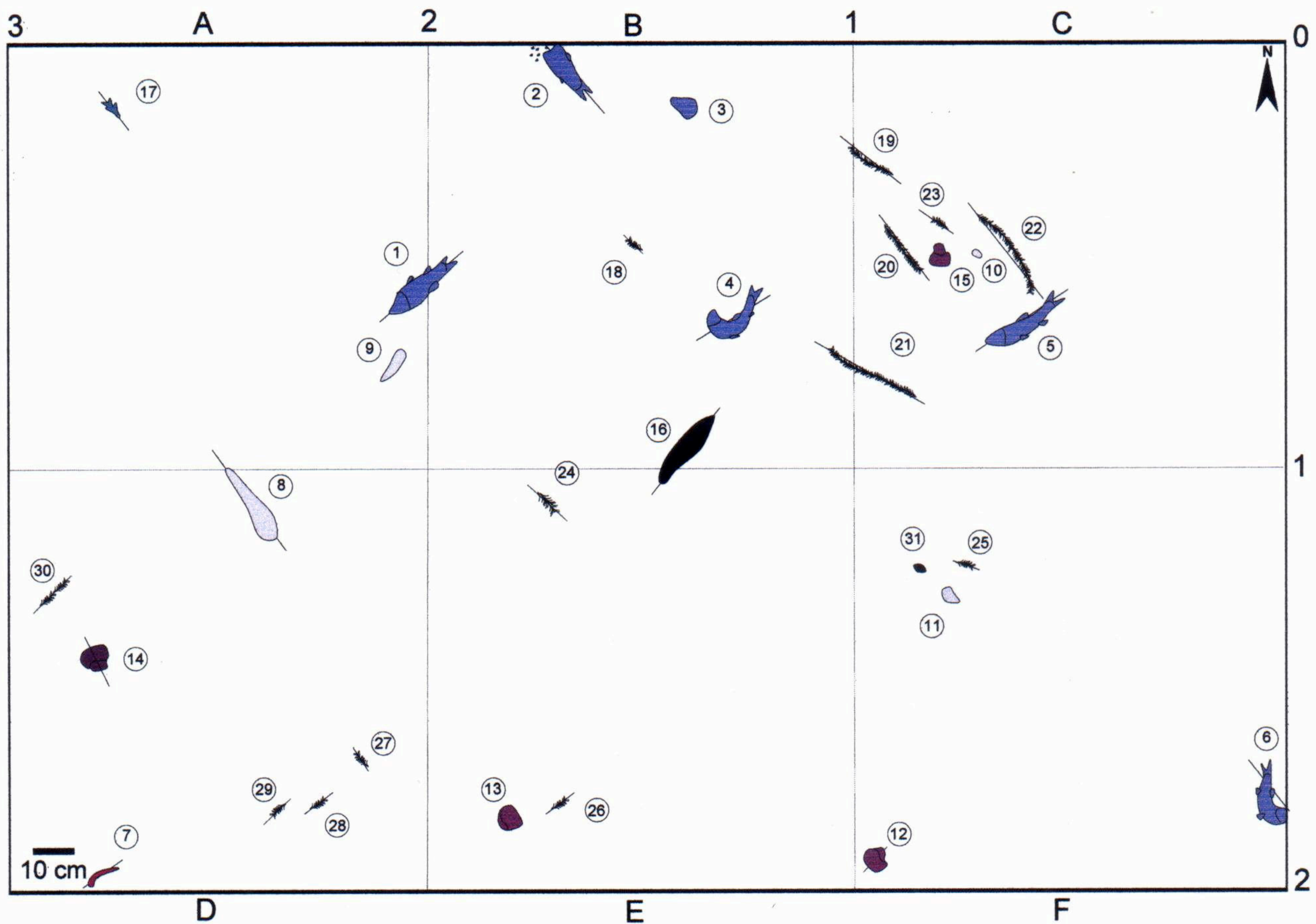


Abb. 14. Befundplan des Planums III. *Palaeoniscum freieslebeni* (Nr. 1-6) ist wiederum mit unterschiedlich alten Individuen teilweise in Leichenstarre und im Zerfall befindlichen kopflosen Skeletten oder Schuppenkleidresten vertreten. Ein *Coelacanthus* lag außerhalb des Planums neben den Quadranten A1/2, wobei ein Schultergürtelknochen (Nr. 7) noch im Planum isoliert angetroffen wurde. Interessant sind teilweise sehr große Koprolithen (Nr. 8-11). In diesem Planum sind Nautiliden mit *Peripetoceras* nun häufiger vorhanden (Nr. 12-15). Ein größeres Treibholz (Nr. 16), ein Farnrest (Nr. 17) und 13 Koniferen-Astreste (Nr. 18-30) vertreten die botanischen Funde. Im Tafelanhang abgebildet finden sich die Funde Nr. 1, 8 und 29.

13 Koniferen-Astresten auf. Schließlich werden die botanischen Reste von einem Farnwedelrest neben einer unbestimmten Fruchtifikation ergänzt.

Planum II

Zwischen 10 und 5 cm Schichthöhe ließen sich 28 Fossilien dokumentieren (Abb. 15). Ein *Platysomus* konnte nur bruchstückhaft geborgen werden. *Palaeoniscum freieslebeni* wurde mit neun unterschiedlich großen und in zwei Fällen kopflosen Skeletten (Nr. 6-7) oder Schuppenkleidstücken (Nr. 4, 8) gefunden. Typische starke dorsale Einkrümmungen zeigten die Fische Nr. 5, 9 und 10. Lediglich ein Koprolith war vorhanden. Auffällig häufig waren in diesem Planum die Nautiliden *Peripetoceras* mit acht Tieren. Die Pflanzenreste verteilten sich auf zwei Treibhölzer, sechs Koniferen-Aststücke und eine vermutliche Fruchtifikation.

Planum I

In den unteren 5 cm direkt über den pflanzenreichen Kupferschiefermergeln wurde der fischreichste Fundhorizont in 3-4 cm Höhe lokalisiert (Abb. 16). Er befindet sich kurz unterhalb einer von *Thalassinoides* durchzogenen Schicht und damit in der untersten Ablagerungssequenz. An besonderen Funden sind ein *Pygopterus humboldti* (Nr. 1), ein

Platysomus striatus (Nr. 2) und ein *Janassa bituminosa* (Nr. 26) zu nennen. Am häufigsten ist der Kupferschieferhering *Palaeoniscum freieslebeni* (Nr. 3-25). Dieser zeigt, wie in allen Horizonten, unterschiedlich alte Tiere in verschiedenen Zerfallsstadien. Pflanzenreste wie Treibhölzer (Nr. 33-34) und Koniferen-Zweigreste (Nr. 28-32) sind neben dem Nautiliden *Peripetoceras* (Nr. 27) deutlich geringer als in den oberen Schichten vertreten. Im Tafelanhang abgebildet finden sich die Funde Nr. 1, 2 und 7.

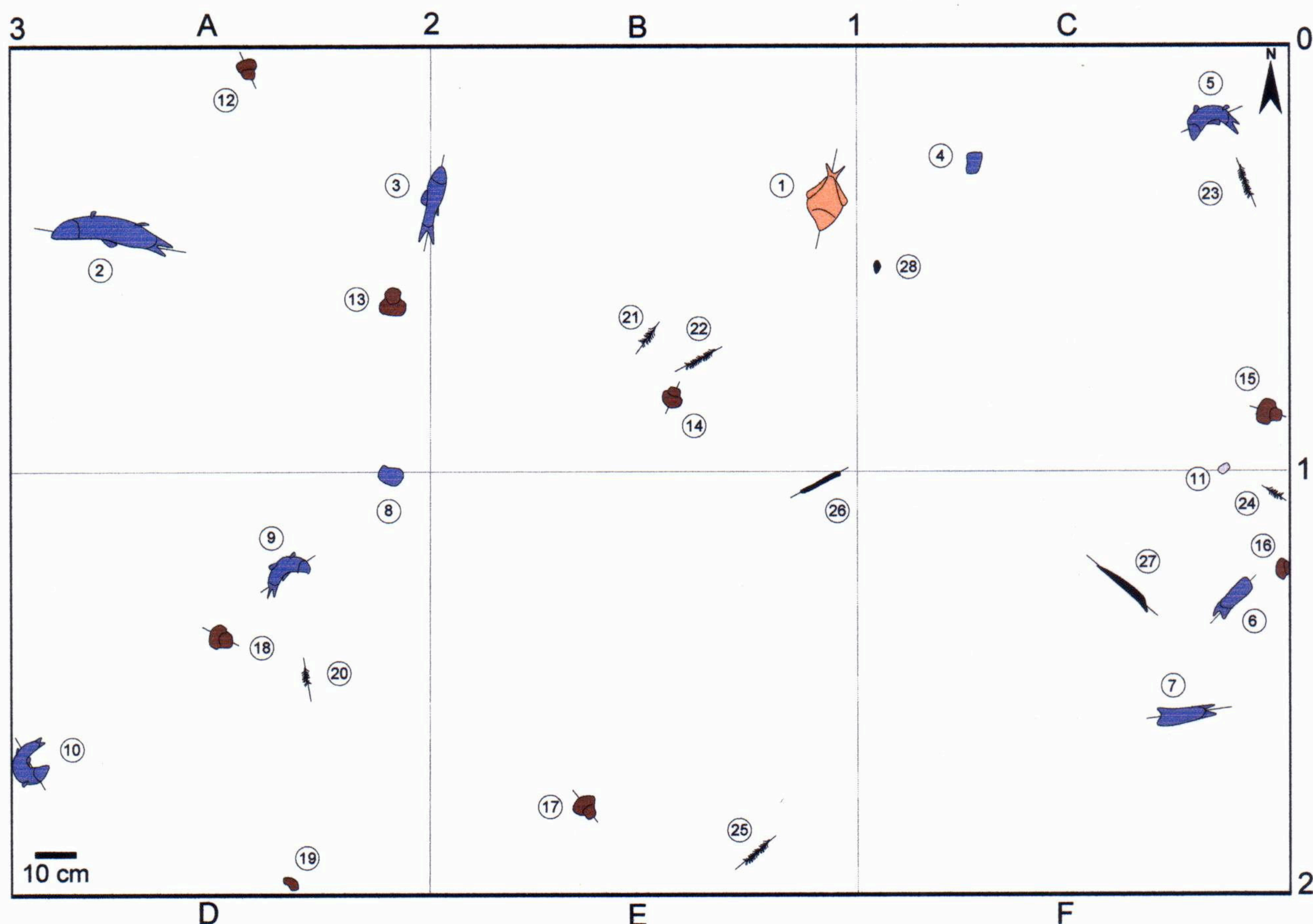


Abb. 15. Befundplan des Planums II. Neben einem noch nicht ausgewachsenen *Platysomus striatus* (Nr. 1) ist wieder *Palaeoniscum freieslebeni* (Nr. 2-10) mit unterschiedlich alten Tieren und Zerfallsstadien belegt. Ein Koprolith (Nr. 11) fand sich neben den hier auffällig häufigen Nautiliden *Peripetoceras* (Nr. 12-19). Koniferen-Äste (Nr. 20-24) sind neben den Treibhölzern (Nr. 26-27) die pflanzlichen Belege. Im Tafelkatalog wurde das Stück Nr. 28 abgebildet.

4. Diskussion

Das Zechstein-Profil der basalen Werra-Folge (unteres Zechstein 1, Ober-Perm) kann im Osnabrücker Bergland sequenz- und eventstratigraphisch international angegliedert werden.

An der Basis des Zechsteins findet sich im Hüttel ein schillreicher *Bakevillia*-Event als siltige schillreiche Dolomitbank (= "Mütterflöz") ausgebildet. Die Bivalven gehören zu den epifaunistischen Sedimentaufliegern und treten nahezu monofaunistisch und mit nur bis zu fünf mm kleinwüchsigen Arten zahlreich auf. Sie deuten auf ungünstige benthische flachmarine Bedingungen und Hypersalinität des transgredierenden Kupferschiefermeeres hin (= Transgressive Systems Tract). Auf dieser Dolomitbank lagert zuerst der pflanzenreiche Kupferschiefermergel und darauf der nur 30 cm mächtige fossilreiche Kupferschiefer, der an anderen Stellen des Osnabrücker Berglandes (vgl. HARMS 1985) bis zu 70 cm mächtig werden kann. Innerhalb des Kupferschiefers (High Stand Systems Tract, Regressive Systems Tract) kann anhand der Sedimentologie, der Fischerhaltung und Faunen-, sowie Florenzusammensetzungen insgesamt eine bathymetrische Ver-

flachung (mit drei internen Sequenzen) belegt werden, die im Kupferschiefermeer von "Europa" beckenweit stattgefunden haben muss.

Während im basalen Kupferschieferpaket meist vollständige Schmelzschupperfische in hoher Funddichte meist uneingeregelt zu finden sind (Abb. 16), so werden Fische zum Top hin deutlich seltener (Abb. 11). Der Quastenflosser *Coelacanthus granulatus* trat mit drei Exemplaren und einem isolierten Kiemendeckel in den oberen zwei Dritteln (11-30 cm Höhe) auf. Der Selachier *Wodnika* hingegen fand sich im unteren Drittel (10 cm Höhe). *Pygopterus* war zwischen vier und 20 cm Höhe mit Exemplaren angetroffen worden. *Acanthophorus* und *Dorypterus* wurden in der Mitte der Schwarzschiefer ausgegraben (Planum IV, 15-20 cm Höhe).

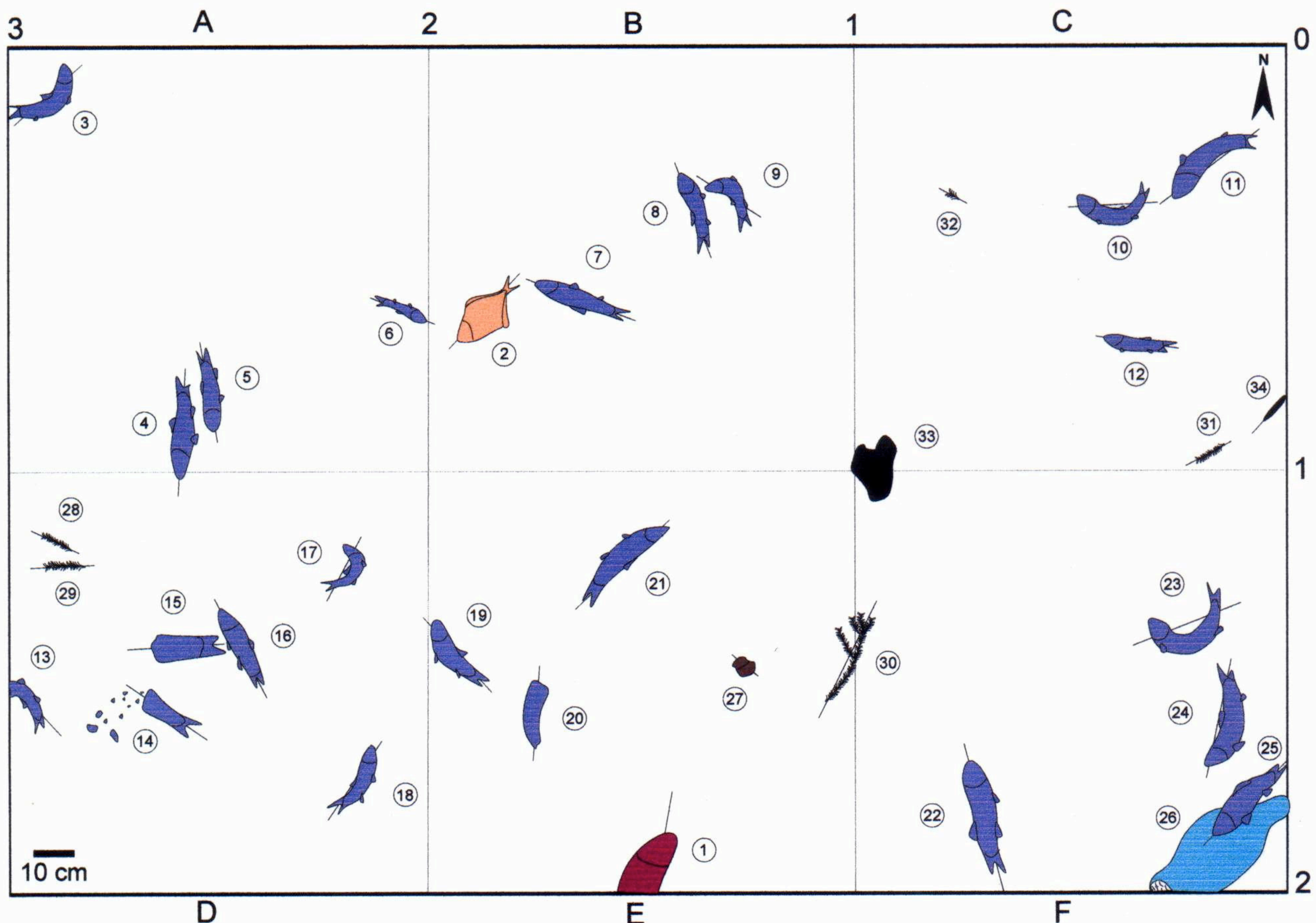


Abb. 16. Befundplan des Planums I. Dies ist der fischreichste Bereich des Kupferschiefers von Hasbergen. Hier wurde ein *Pygopterus humboldti* (Nr. 1), ein *Platysomus striatus* (Nr. 2) und ein *Janassa bituminosa* (Nr. 26), neben etlichen *Palaeoniscum freieslebeni* (Nr. 3-25) gefunden. Letztere zeigen, wie in allen Horizonten, unterschiedlich alte Tiere in verschiedenen Zerfallsstadien. Pflanzenreste wie Treibhölzer (Nr. 33-34) und Koniferen-Zweigreste (Nr. 28-32) sind, wie auch *Peripetoceras* (Nr. 27), gering vertreten. Im Tafelanhang abgebildet finden sich die Funde Nr. 1, 2, 7 und 21.

Einstreuung: Die Einregelung langgestreckter Objekte wie Fische, Zweige oder Treibhölzer muss im Kupferschiefer für die jeweiligen Plana gesondert betrachtet werden, da es leichte Veränderungen der Einregelungsrichtungen innerhalb der Schwarzschiefer gibt. An der Basis der Kupferschiefer (Planum I) sind die Objekte nahezu regellos orientiert, es zeichnet sich jedoch die im gesamten Kupferschiefer zu beobachtende NO-SW Haupteinstreuungsrichtung noch ab. Ebenso die beiden anderen Einstreuungsrichtungen NW-SO und NNW-SSO bildeten sich mit leichten Peaks noch aus (Abb. 17). In den folgenden Schichten zeichnen sich die erwähnten Einstreuungsrichtungen wesentlich deutlicher ab. Betrachtet man alle Plana, so ist die Haupteinstreuung von NO-SW klar zu erkennen, die auch noch mit der Einstreuung eines Koniferenstammes außerhalb des Planums I eindeutig belegt wird. Nicht eindeutig ist festzulegen, ob es sich hierbei um eine Längs- oder Quereinstreuung handelt. Im ersten Fall würden die bereits

angenommenen Windrichtungen für eine SW-Drift der Oberflächenwässer sprechen. Diese bewirkten besonders im flacheren Wasser eine deutliche Einsteuerung von länglichen Objekten, im tieferen Wasser wirkten sie sich nur bei tiefgreifenden Strömungen aus. Einige Fische und Pflanzenreste steuerten sich typischerweise quer dazu ein. Dies verursachte vermutlich die zweite ermittelte Einsteuerungsrichtung NW-SO. Eine dritte, untergeordnete Einsteuerungsrichtung von NNW-SSO könnte mit Gezeitenströmungen zusammenhängen.

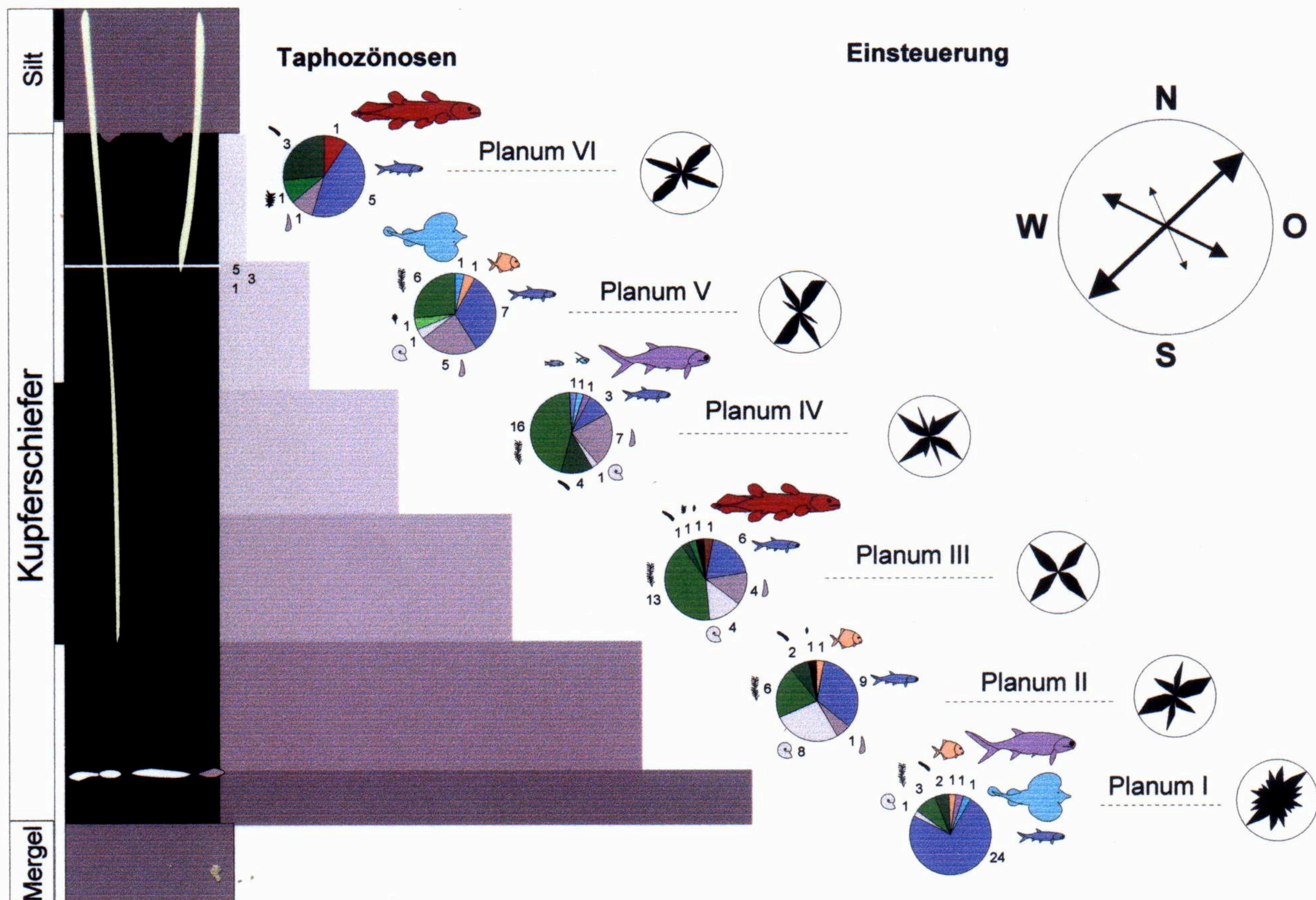


Abb. 17. Taphozönosen sowie Einsteuerung von Fischen und Pflanzen. In den Faunen- und Florentodesgemeinschaften zeichnen sich Veränderungen ab. An der Basis des Kupferschiefers befindet sich in der ersten sedimentären Ablagerungssequenz bis zum *Thalassinoides*-durchzogenen Horizont (Planum I) eine außergewöhnlich hohe Fischfunddichte und eine auffällige Dominanz von *Palaeoniscum* (blau). In der zweiten Sequenz (Planum II-V) sind zuerst häufig die Nautiliden *Peripetoceras* (dunkelgrau) und in den Plana II-IV die hohen Anteile (ca. 50%) an botanischen Resten (grünliche Farben) auffällig. Zwischen Planum II-VI treten Fische der oberen Wassersäule bzw. des flacheren Meeres, wie *Coelacanthus* (rotbraun), *Dorypterus* (hellblau) und *Acentrophorus* (mittelblau) auf. Zwischen Planum I-IV fanden sich hingegen Fische der tieferen Meeresbereiche wie *Pygopterus* (violett) oder außerhalb des Planums III der Hai *Wodnika*. Die Einsteuerungen von Fischen und botanischen Resten sind nahezu einheitlich. Insgesamt sind propellerartige Einsteuerungen zu beobachten. Diese belegen eine Längs- oder Quereinsteuerung der Objekte zur Strömungsrichtung. Diese kann eindeutig an einem Baumstamm außerhalb des Planum VI ermittelt werden, der ebenfalls NO-SW eingeregelt war. Die wechselhafte Einsteuerung im untersten Planum I belegt größere Wassertiefen, bei denen die Fischleichen durch fehlende Oberflächenwasserströmungen in den meisten Fällen nicht mehr eingeregelt wurden.

Fundanteile: Von den 157 Fossilfunden aus der sechs qm großen Flächengrabung entfallen nur 41% auf Fische (Abb. 18). Der enorm hohe Pflanzenanteil von 38% belegt eindeutig eine insgesamt sehr küstennahe bzw. wadinahe Position von Hasbergen zur gesamten Kupferschieferzeit, wobei im unteren Kupferschiefer (Planum I) deutlich weniger Pflanzenreste auftreten. Auffällig häufig (10%) sind auch die Nautiliden *Peripetoceras* freieslebeni, die aber ein Häufigkeitsmaximum im unteren mittleren Kupferschiefer-Paket (Planum II-III) von Hasbergen zeigen (Abb. 16).

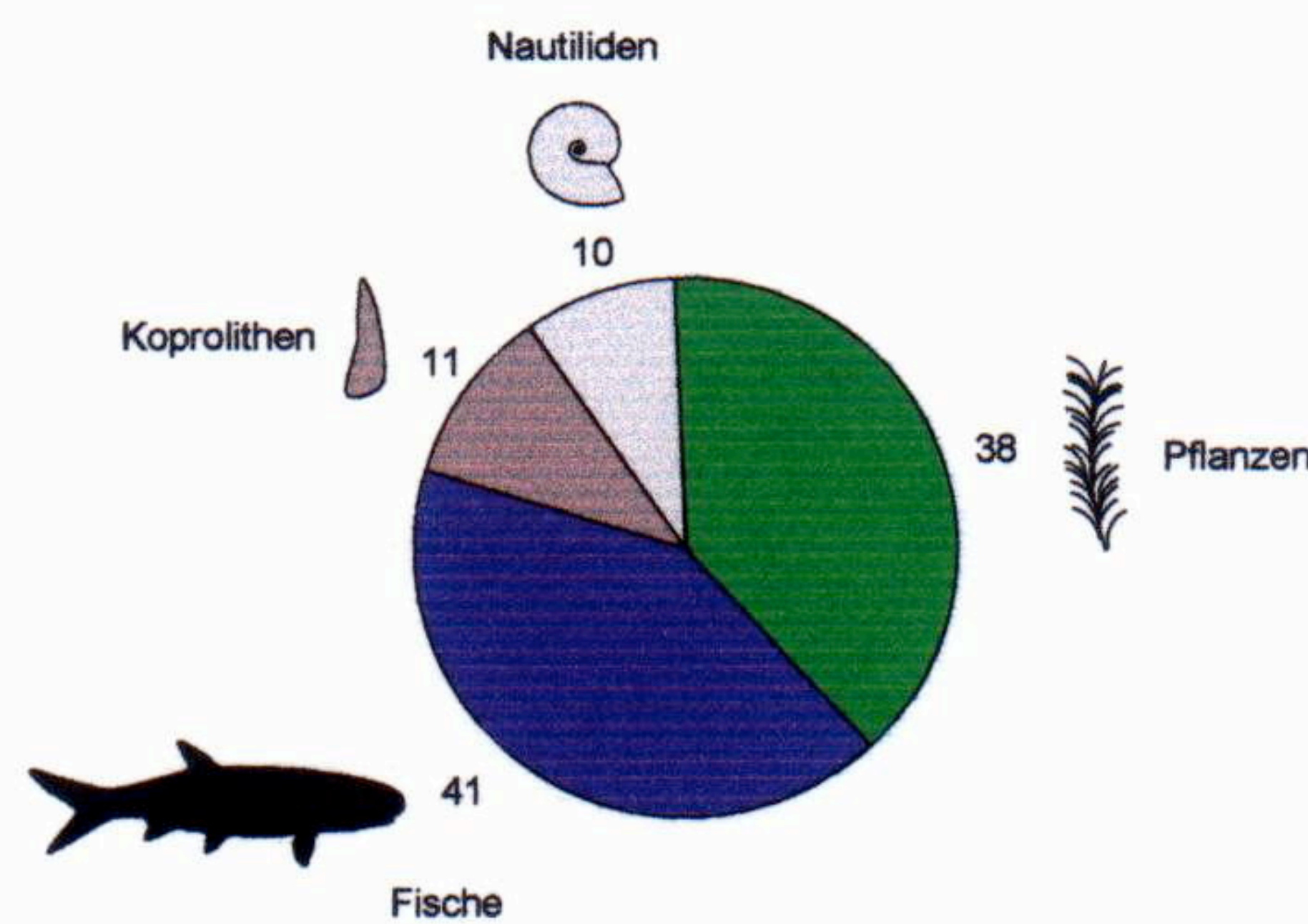


Abb. 18. Zusammensetzung der gesamten Funde (Angaben in %) aus der sechs qm großen Flächengrabung. Der hohe Anteil an Pflanzen und an Nautiliden ist typisch für eine damalige Küstennähe.

Koprolithen sind die dritthäufigsten Funde (11%) im Hasberger Kupferschiefer. Diese geben jedoch keine weiteren Informationen zur Bathymetrie und können dem ursprünglichen Erzeuger nicht zugeordnet werden.

Fischanteile: Insgesamt wurden 64 Fische auf 6 qm Fläche gefunden. 83% fallen auf den Kupferschieferhering *Palaeoniscum*, gefolgt vom Quastenflosser *Coelacanthus*, *Platysomus* und *Janassa*, die mit jeweils 3% an den Fischen ausmachen (Abb. 19). Alle anderen wie *Acentrophorus*, *Dorypterus* und *Pygopterus* sind mit jeweils 2-4% an den Fischen beteiligt. Bei einer Flächenvergrößerung auf 10 qm tritt der Hai *Wodnika* und der Raubfisch *Acrolepis* mit jeweils einem Exemplar hinzu.

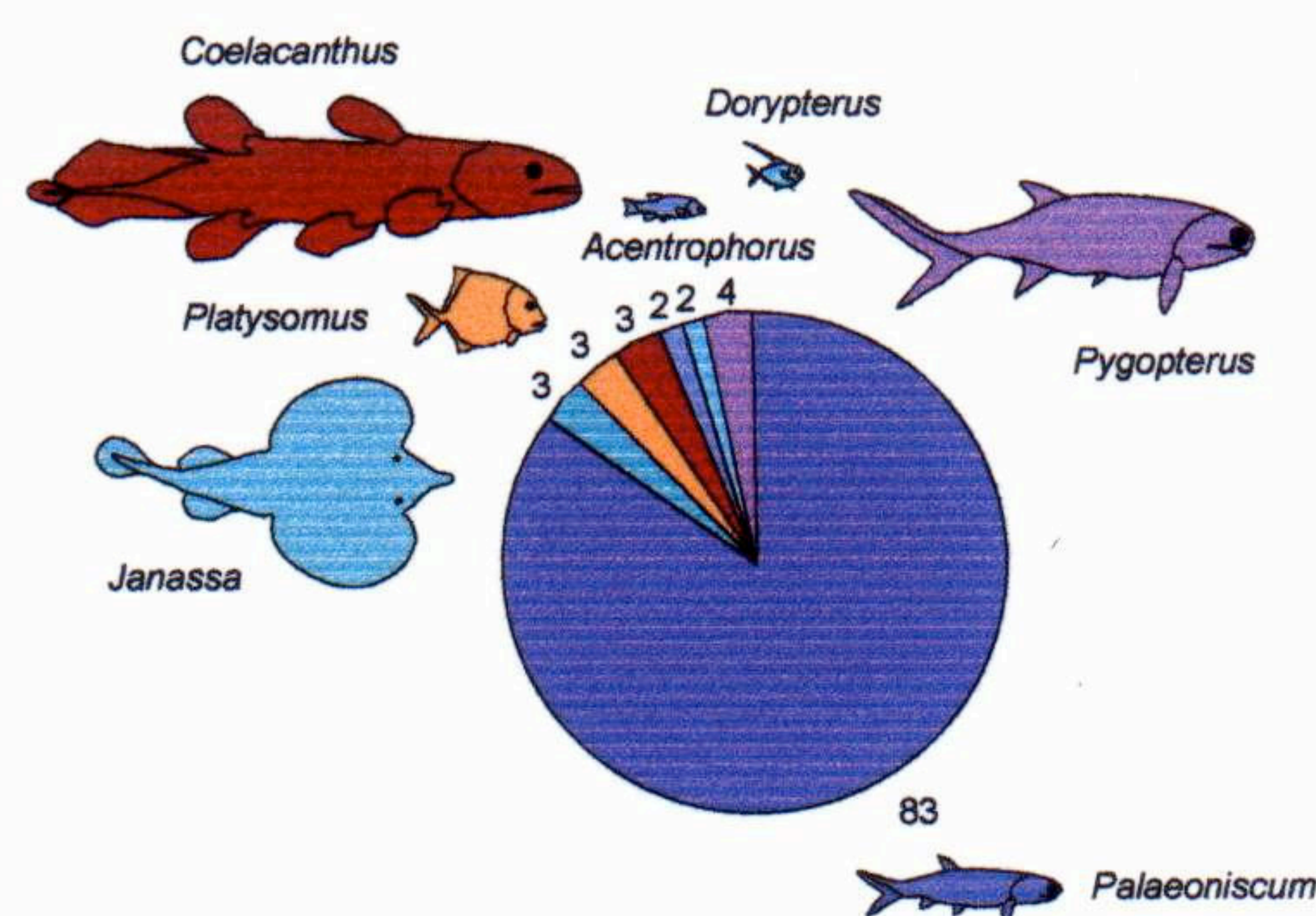


Abb. 19. Zusammensetzung der gesamten Fischfunde (Angaben in %) aus der sechs qm großen Flächengrabung und des gesamten Schwarzschieferschichtpaketes. Es dominiert deutlich der Kupferschieferhering *Palaeoniscum freieslebeni*. Andere Fische sind mit nur 1-3% am Fischmaterial vertreten. Der relativ hohe Anteil an Quastenflossern deutet auf eine stärkere Süßwasserzufuhr hin.

Nach HAUBOLD & SCHAUMBERG (1985) sollen die Kupferschieferheringe 95% an den gesamten Kupferschieferfunden ausmachen. Da das Material der Bergbauhalden durch Aufsammeln anthropogen selektiert wurde, können die Angaben von HAUBOLD & SCHAUMBERG (1985) jedoch keine repräsentative Statistik wiedergeben. Eine Statistik für beobachtete Unterschiede in Fischfaunen des Beckenzentrums und der Küstenzonen fehlt bisher. Eine einzelne zusammenfassende statistische Auswertung von Fischfaunen innerhalb des gesamten Schwarzschieferpaketes an einer kleinräumigen Fundstelle macht nach den Untersuchungen in Hasbergen ebenfalls keinen Sinn, da der basale Bereich der Kupferschiefer von Hasbergen im tieferen Meeresbereich lag, als zu Zeiten der höheren Schichten. Damit wechseln die Fischfaunenanteile innerhalb der Zeit und der Wassertiefe. Nimmt man in Hasbergen anhand der Fischfaunenzusammensetzung und der Erhaltung an, dass das Planum I bis II den tieferen Beckenbereich darstellen, so nimmt dort der Kupferschieferhering 88% der Fische ein. Fasst man die oberen quastenflosserführenden Schichten zusammen, so sinkt der Wert auf 73%. In diesen oberen Schichten nimmt *Coelacanthus granulosus* dann 6% an den Fischfunden ein (Planum I-II). Dieser Anteil ist sehr hoch, wenn man den subjektiv betrachteten Angaben von HAUBOLD & SCHAUMBERG (1985) Glauben schenkt, dass sie nur 1% an den

Kupferschieferfischen ausmachen sollen. Die Angaben würde im unteren Kupferschiefer von Hasbergen zutreffen, nicht aber auf den oberen Schichten (Planum III-VI). Die Statistiken von Hasbergen zeigen ein sehr häufiges Auftreten von Quastenflossern in den oberen Schichten, zusammen mit einer sehr artendiversen Fischfauna. Um detailliertere Statistiken und bathymetrische Faziesdifferenzierungen oder unterschiedliche Perioden der Süßwasserzufuhr innerhalb des Kupferschiefers über alle Fischarten rekonstruieren zu können, müssten weitere großflächige Grabungen erfolgen. Die hier vorliegenden Ergebnisse zeigen sehr deutlich einen Trend, der dann zu verifizieren wäre.

Florenanteile: Auf der Grabungsfläche von sechs qm dominierten Koniferenäste in den Kupferschiefen mit 73%, gefolgt von Treibhölzern (20%, teilweise oder meist Koniferen). Ein mit der Transfermethode geborgener Baumstamm von 1,2 Metern Länge außerhalb des Planums I (NO-SW eingesteuert) zeigt die typische Faserung und zwei Astansätze, die für Koniferen spricht. Andere botanische Reste machen lediglich 1-3% der Florenfunde in Hasbergen aus.

Die dominierenden Anteile an Koniferen müssen taphonomisch betrachtet werden. Besonders Nadelgehölze und die stabilen Nadeln sind gegen Salzwasser sehr resistent und werden im Meeresbereich nur äußerst langsam zersetzt. Daher könnte eine Selektion von fragileren Blättern des Ginkgo oder Farnen sowie Schachtelhalmen ein falsches Bild der damaligen Botanik liefern.

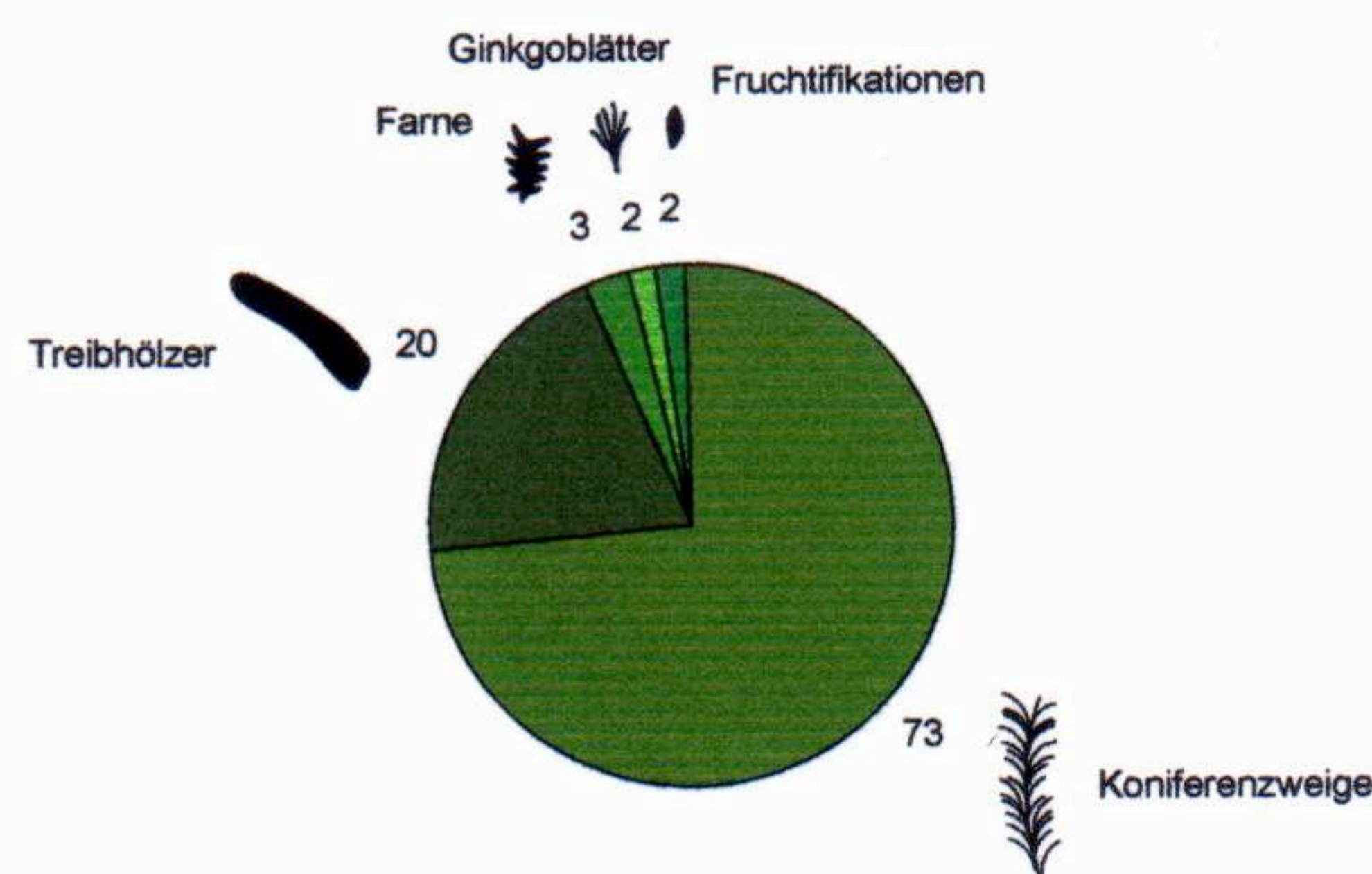


Abb. 20. Zusammensetzung der gesamten Pflanzenfunde (Angaben in %) aus der 6 qm großen Flächengrabung. Die Dominanz an Nadelhölzern, insbesondere Zweigen, deutet auf aride subtropische Klimate hin.

Weiterhin stammen die Pflanzenreste höchstwahrscheinlich primär aus dem Hinterland (Rheinischen Masse) und weniger direkt aus der versalzene Küstenzone. Diese muss man sich aktuopaläontologisch eher wie die flachen Zonen des Persischen Golfes vorstellen, in denen keinerlei Bäume (bis auf Mangrovensümpfe) wachsen. Man muss davon ausgehen, dass bei subtropischen Stürmen Geäst und andere Florenstücke abgerissen und in Wadis zusammengespült in die Küstenzone des Kupferschiefermeeres verfrachtet wurden. Bei solchen Sturmereignissen konnten auch ganze Baumstämme an die Küsten verfrachtet werden.

Das Top des Kupferschiefers ist schließlich von benthischen grabenden Organismen (Crustaceen, Annaliden) durchzogen, die ihre Gänge vom 3 cm dünnen überlagernden Siltstein und dem *Horridonia*-Event her erst später angelegt hatten. Besonders Grabgänge des Types *Thalassinoides* sp. belegen geringe Wassertiefen bis max. 3 m. Auch der Sturmschill, der *Horridonia*-Event, sowie die hohe Artendiversität der Brachiopoden und das Vorhandensein von fächerartigen Bryozoen deuten auf flachmarine und sauerstoffreiche benthische Bedingungen zu Beginn des Zechsteinkalkes und eine Vorriff-Zone als Lebensraum dieser Meerestiere hin.

An der Basis der rhythmischen plattigen bis bankigen Dolomite des Zechsteinkalkes wurden die ersten acht Meter durch das Erdöl aus dem Kupferschiefer imprägniert (berg-

männisch = Stinkkalke). Diese makrofossilere Karbonate scheinen Ablagerungen des flachen Meeres bzw. von Lagunen zu sein.

Nach einer kleinen Prospektionsgrabung im angewitterten Kupferschiefer des Hügels kann erstmals eine enorme Funddichte an Fossilien festgestellt werden. Diese zeigt gleichzeitig bereits auf 10 qm mehrfach alle häufigeren Kupferschieferfossilien, aber auch schon seltenere Funde wie Quastenflosser oder Haie. Die hohe Dichte an Coelacanthiden und botanischen Resten belegt eine Süßwasserzufuhr. Diese kann in subtropisch ariden Klimaten nur mit Stürmen und periodischem Eintrag von Süßwasser über Wadis erklärt werden.

Ausblick

Die Ergebnisse der Prospektionsgrabung beweisen, dass der Hügel ein hohes Potential an Landreptilien (fünf verschiedene Arten sind in Europa bisher nachgewiesen), seltenere Pflanzen und vielleicht auch Insekten mit sich bringen kann. Nur eine Großflächengrabung von ca. 100 qm über mehrere Jahre hinweg organisiert, wird weitere spektakuläre Funde, vielleicht auch Erstfunde neuer Arten mit sich bringen.

Diese Grabungen sollten zukünftig vorwiegend in unverwitterten Schwarzschiefern erfolgen, um eine bessere Fossilqualität zu erhalten. In der Probegrabungsfläche waren Bereiche des Kupferschiefers bereits zu stark oder sogar völlig verwittert, was für eine Prospektionsgrabung und schnelles Aufspalten, sowie Dokumentieren der Funde vorteilhaft war. Die Fische und Pflanzen waren dafür aber meist zu stark angewittert. In einigen Fällen bot eine exzellente Erhaltung und mit starkem Kontrast zwischen schwarzem Fossil und hellgrauem Gestein äußerst ansprechende Exponate.

Mit einer umfangreichen Sammlung aus mehrjährigen Grabungen und wissenschaftlichen Begleitung eines Forschungsprojektes kann die Welt vor ca. 258 Millionen Jahren über einen bisher angedachten Ausstellungsraum deutlich hinauswachsen. Hasbergen könnte sich mit dem Standort Gasthof Schierke in Deutschland und darüber hinaus in Europa zu einem Präsentationsstandort der Perm-Epoche, speziell der Kupferschiefer-Zeit und populärwissenschaftlichen Darstellung einer Zeit noch vor den Dinosauriern auch Geotouristen erschließen und hätte das Potential eines "Permischen Messel".

Schaut man sich die Schwarzschiefer-Fossilagerstätten in Europa an, so bildet der Kupferschiefer die älteste Formation (258 Mio. Jahre), die frühe Wirbeltierfossilien wie z.B. Quastenflosser liefert. Die nächsten Schwarzschiefer findet man erdgeschichtlich in der Mitteltrias (240 Mio. Jahre) in der Schweiz (Weltnaturerbe Monte San Giorgio) mit den bedeutenden Sauropterygier- und ersten Landraubsaurierfunden aus Meeresablagerungen. Im unteren Jura (180 Mio. Jahre) sind in den Posidonien-Schiefer nur die süddeutschen Fundstellen weltweit, besonders durch die unter Wasser lebendgebärenden Ichthyosaurier, bekannt geworden, obwohl diese Schichten auch im Geopark Terra.Vita vorhanden sind. Aus der Oberkreide (90 Mio. Jahre) sind die Schwarzschiefer des Teutoburger Waldes international mit den Fischen und Urwaranen bedeutsam. Schließlich findet sich im Eozän (50 Mio. Jahre) das Weltnaturerbe Messel mit den frühen Säugetieren, wie z.B. dem Urpferdchen.

Allen klassischen Schwarzschieferfundstellen ist eine lange Forschungstradition gemeinsam, die mit ersten Fundbeschreibungen bis zu 300 Jahren zurückreicht. Die Kupferschiefer des Hügels würden zuerst den Status "überregional bedeutende Fossilagerstätte" schon nach einigen Jahren erlangen können. Erst nach ca. 10-15 Jahren könnte sie bei langfristigen intensiven Forschungen und einer ausführlichen interessanten Präsentation vielleicht auch zu einem "Weltnaturerbe" heranwachsen.

Dieses hängt primär von der guten wissenschaftlichen und intensiven Grabungstätigkeit sowie musealen Präsentation Vor-Ort ab.

Danksagung

Für die Projektfinanzierung danke ich dem Naturpark Terra.Vita, insbesondere dem Leiter Herrn H. ESCHER, der Naturschutzstiftung des Landkreises Osnabrück, sowie dem Projektträger Kultur- und Verkehrsverein Hasbergen e.V., hier besonders Herrn H. BARKEY und Herrn W. WESSEL, sowie Herrn H.-U. BARDELMEIER. Durch die Entdeckerin der Grabungsstelle, Frau G. HAUNERT, und der Erlaubnis des Grundstücksbesitzers F. PLOGMANN war eine Grabung erst möglich geworden. Herr H. SCHALLENBERG als Entdecker der ersten Fischreste am Hüggel und Produktentwicklungsleiter der Fa. QUICKMIX setzte sich besonders durch die Bereitstellung von Materialien und die fachgerechte Bergung auf der Grabung und der nachbereitenden Präparation für das Projekt ein. Durch den enthusiastischen Einsatz des paläontologischen Grabungstechnikers Herr J. HAUNERT konnte die Grabung hervorragend vorbereitet und erfolgreich durchgeführt werden. Für die Kooperation und Verköstigung des Grabungsteams danke ich insbesondere dem Vereinsvorsitzenden der Bildungswerkstatt Hüggel e.V. Herrn T. SAUTMANN und der Geschäftsleiterin Frau SCHULTE-HILLEN. H. BIGKOWSKI drehte Videofilme, die für eine zukünftige Präsentation der Fundstelle hilfreich sind. Folgenden Grabungshelfern danke ich schließlich für ihren vollen Einsatz: E. DRIEMEYER, J. GRIEB, K. GRITZKA, M. JAKUBEIT, T. KATKE, K.-H. LÜCKING, J. SCHMIDT, S. und H. SIMONSEN.

Literatur

- AGASSIZ, L. 1833-1843. Recherches sur les Poissons fossiles. - 3 + 8, +390 + 32 S., Neuchatel et Soleure.
- BECHTEL A. & PUETTMANN, W. 1997. Palaeoceanography of the early Zechstein Sea during Kupferschiefer deposition in the Lower Rhine Basin (Germany): A reappraisal from stable isotope and organic geochemical investigations. - Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **136**: 331-358, Amsterdam.
- BRANDT, S. 1997. Die Fossilien des Mansfelder und Sangerhäuser Kupferschiefers. - Schriftenreihe des Mansfeld-Museums, Neue Folge, **2**: 1-68, Hettstedt.
- DIEDRICH, C. 2001. Die Großammoniten-Kolktafaphozöosen des Puzosia-Event I (Ober-Cenoman) von Halle/Westf. (NW-Deutschland). - Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie, **90**: 1-208, Münster.
- DIEDRICH, C. 2003a. Die Wirbeltier-Fauna aus einer Bonebed-Prospektionsgrabung in der *enodis/posseckeri*-Zone des Oberen Muschelkalkes (Unter-Ladin, Mitteltrias) von Lamerden (NW-Deutschland). - Philippia, **2003 (11/2)**: 133-150, Kassel.
- DIEDRICH, C. 2003b. Eine systematische Grabung im Bereich eines Bonebeds in der *compressus*-Zone des mittleren Oberen Muschelkalkes (Ladin, Mitteltrias) von Bissendorf (NW-Deutschland). - unveröff. Grabungsbericht, Geopark Terra.Vita, Osnabrück.
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION. 2002. Stratigraphische Tabelle von Deutschland. - Poster und Begleitheft, Druckerei Stein GmbH, Potsdam.
- ERNST, A. 2000. Permian Bryozoans of the NW-Tethys. - Facies, **43**: 79-102, Erlangen.
- 2001. Bryozoa of the Upper Permian Zechstein Formation of Germany. - Senckenbergiana Lethaea, **81**: 135-181, Frankfurt.
- FICHTER, J. 2003. Katalog des publizierten Materials aus der paläontologischen Sammlung des Naturkundemuseums der Stadt Kassel. - Philippia, **7 (2)**: 129-157, Kassel.
- FÜCHTBAUER, H. & MÜLLER, G. 1970. Sedimente und Sedimentgesteine. - 726 S.; Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- GINSBURG R.N. & HARDIE, A.H. 1975. Tidal and storm deposits northwestern Andros Island, Bahamas. - In: GINSBURG, R.N. (Hrsg.): Tidal deposits: 202-208, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York.
- GRICE, K., SCHWARK, L., SCHAEFFER, P., ECKARDT, C.B. & MAXWELL, J.R. 1995. Stable carbon isotopic compositions and distributions of biomarkers in the Permian Kupferschiefer. - In: GRIMALT, J.O. & DORRONSORO, C. (Hrsg.): Organic Geochemistry: Developments and Applications to Energy, Climate, Environment and Human History, 61-64, A.I.G.O.A., San Sebastian.
- HAACK, W. 1935. Erläuterungen zu Blatt Hasbergen. - 84 S., Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1 : 25 000, Berlin.

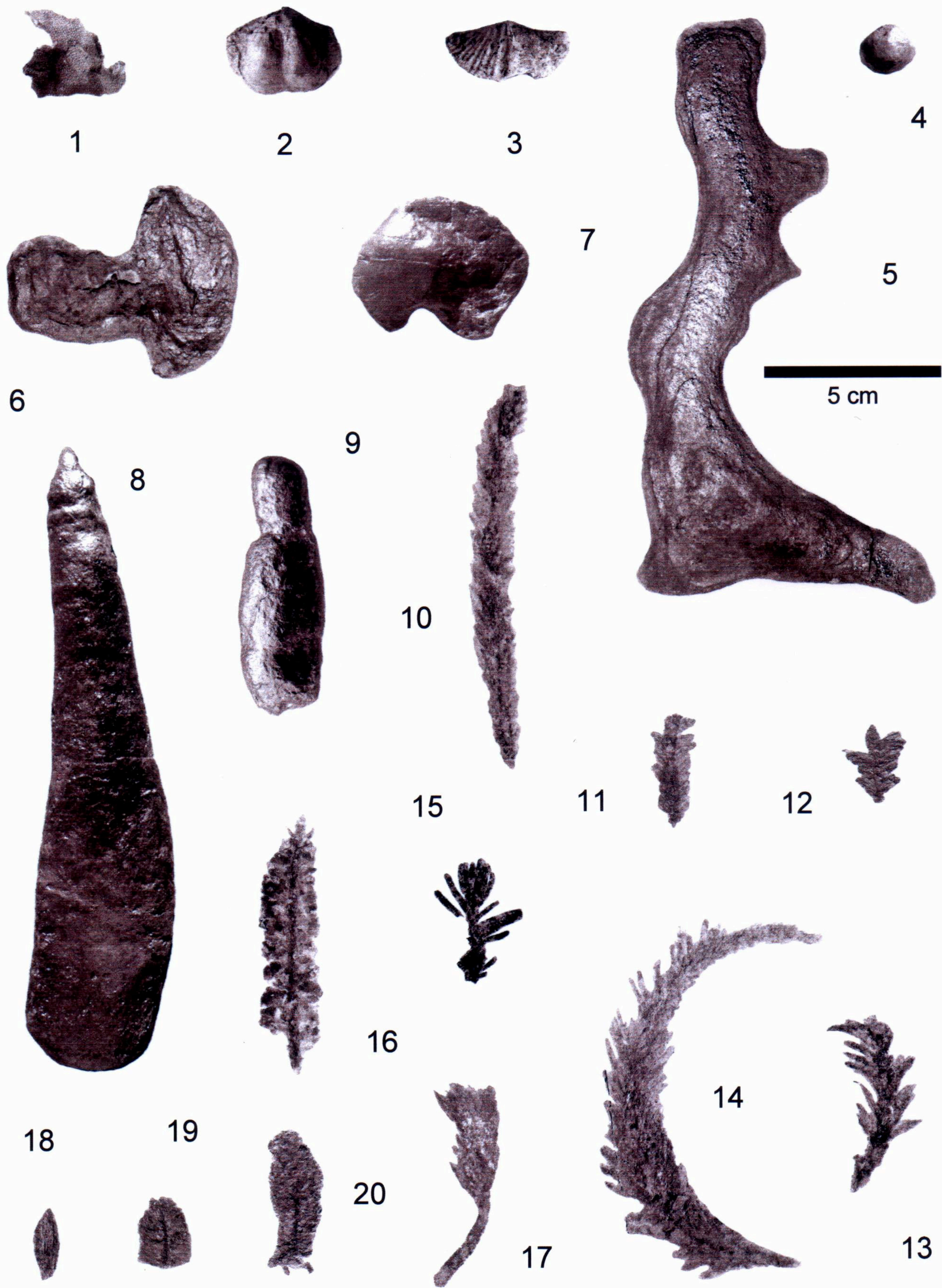
- HARMS, F.-J. 1985. Perm. - In: KLASSEN, H. (Hrsg.): Geologie des Osnabrücker Berglandes, 79-113, Rasch-Verlag, Bramsche.
- HARMS, F.-J. 1995. Hügge. Geologischer Exkursionsführer. - 79 S., 2 Aufl., Rasch Druckerei und Verlag GmbH & Co.KG, Hasbergen.
- HAUBOLD, H. & SCHAUMBERG, G. 1985. Die Fossilien des Kupferschiefers. - 223 S., Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen-Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- HOLLINGWORTH, N. & PETTIGREW, T. 1988. Zechstein reef fossils and their palaeoecology. - Palaeontological Association field guides to fossils, 3: 1-75, The Palaeontological Association London.
- HOLZAPFEL, H.W. & MALZAHN, E. 1984. Die Fischreste der küstennahen Sedimente des unteren Zechstein 1 Westdeutschlands. - Geologica et Palaeontologica, 18: 81-99, Marburg.
- JOSTEN, K.-H., KÖWING, K. & RABITZ, A. 1985. Oberkarbon. - In: KLASSEN, H. (Hrsg.): Geologie des Osnabrücker Berglandes, 7-78, Rasch-Verlag, Bramsche.
- KNAUST, D. 1997. Die Karbonatrampe am SE-Rand des Persischen Golfes (Vereinigte Arabische Emirate) - rezentes Analogon für den Unteren Muschelkalk der Germanischen Trias? - Greifswalder Geowissenschaftliche Beiträge, 5: 101-123, Greifswald.
- 1998. Trace fossils and ichnofabrics on the Lower Muschelkalk carbonate ramp (Triassic) of Germany: tool for high resolution sequence stratigraphy. - Geologische Rundschau, 87: 21-31, Stuttgart.
- KULICK, J. & PAUL, J. 1987. Internationales Symposium Zechstein 1987. Exkursionsführer I und II. - 309 S., Wiesbaden.
- LAATSCH, W. 1931. Die Biostratonomie der Ganoidfische des Kupferschiefers. - Palaeobiologica, 4: 175-238, Wien und Leipzig.
- LONG, J.A. 1995. The Rise of Fishes: 500 million years of evolution. - 223 S., Johns Hopkins University Press, Baltimore & London.
- MÄDLER, K. 1957. *Ullmania*-Blätter und andere Coniferenreste aus dem Zechstein der Bohrung Friedrich-Heinrich 57. - Geologisches Jahrbuch, 73: 75-90, Berlin.
- MÄGDEFRAU, K. 1968. Die Nadelhölzer am Strande des mitteldeutschen Kupferschiefermeeres. - In: Palaeobiologie der Pflanzen, 227-241, Jena, Stuttgart.
- MALZAHN, E. 1968. Über neue Funde von *Janassa bituminosa* (SCHLOTH.) im niederrheinischen Zechstein. - Geologisches Jahrbuch, 85: 67-96, Hannover.
- Mc KERROW, W.S. 1978. Palökologie. - 248 S., Franck'sche Verlagsbuchhandlung W. Keller & Co., Stuttgart.
- MÜLLER, A.-H. 1985. Lehrbuch der Paläozoologie, Band III Vertebraten, Teil 1, Fische im weiteren Sinne und Amphibien. - 694 S., VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- MUNK, W. 1996. *Horridonia horrida* (Brachiopoda, Productacea) aus dem Zechstein (Ober-Perm, Tatarium) der "Korbacher Bucht". - Geologisches Jahrbuch Hessen, 123: 39-47, Wiesbaden.
- REINECK, H.-E. & SINGH, I.B. 1973. Depositional Sedimentary Environments. - 439 S., Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York.
- SCHAUMBERG, G. 1963. Der weibliche Zapfen von *Pseudovoltzia liebeana* und seine Bedeutung für die Phylogenie der Coniferen. - Palaeontographica, B, 113: 1-29, Stuttgart.
- 1977a. Der Richelsdorfer Kupferschiefer und seine Fossilien. II. Die tierischen Fossilien des Kupferschiefers. 1. Invertebraten. - Aufschluss, 28: 189-198, Heidelberg.
- 1977b. Der Richelsdorfer Kupferschiefer und seine Fossilien. II. Die tierischen Fossilien des Kupferschiefers. 1. Vertebraten. - Aufschluss, 28: 297-352, Heidelberg.
- 1977c. Der Richelsdorfer Kupferschiefer und seine Fossilien. IV. Die pflanzlichen Fossilien des Kupferschiefers, sonstige Lebensspuren, Aufrechnung der Fundhäufigkeit. - Aufschluss, 28: 427-442, Heidelberg.
- 1978. Neubeschreibung von *Coelacanthus granulatus* AGASSIZ (Actinistia, Pisces) aus dem Kupferschiefer von Richelsdorf (Perm, W.-Deutschland). - Paläontologische Zeitschrift, 52: 159-197, Stuttgart.
- 1979. Neue Nachweise von Bryozoen und Brachiopoden als Nahrung des permischen Holocephalen *Janassa bituminosa* (SCHLOTHEIM): Ein Beitrag zur Ökologie des Kupferschiefers. - Philippia, 4 (1): 3-11, Kassel.
- 1999. Ergänzungen zur Revision des Euselachiers *Wodnika striatula* MÜNSTER 1843 aus dem oberpermischen Kupferschiefer und Marl-Slate. - Geologica et Palaeontologica, 33: 203-217, Marburg.
- SCHIEBER, J., ZIMMERLE, W. & SETHI, P. 1998. Shales and Mudstones. Volume 1. Basin Studies, Sedimentology and Paleontology. - 384 S., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- SCHIEBER, J., ZIMMERLE, W. & SETHI, P. 1998. Shales and Mudstones. Volume 2. Petrography, Petrophysics, Geochemistry, and Economic Geology. - 296 S., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- WEIGELT, J. 1928. Die Pflanzenwelt des mitteldeutschen Kupferschiefers und ihre Einschaltung ins Sediment. - Fortschritte der Geologie und Paläontologie, 19 (6): 395-592, Berlin.
- WESTOLL, T.S. 1941. The Permian fishes *Dorypterus* and *Lekanichthys*. - Proceedings of the Zoological Society London, B, 111: 39-58, London.

- ZANGERL, R. 1981. Chondrichthyes I. - *In*: SCHULTZE, H.-P. (Hrsg.): Handbook of Paleoichthyology 3A: 1-115, Stuttgart.
- ZIEGLER, P.A. 1990. Geological Atlas of Western and Central Europe. - 239 S., Shell, Amsterdam.

Tafel 1

Wirbellose, Spuren und Pflanzen aus dem Ober-Perm von Hasbergen. **1-4.** *Horridonia*-Event. **5-18.** Kupferschiefer, **19-20.** Kupferschiefermergel.

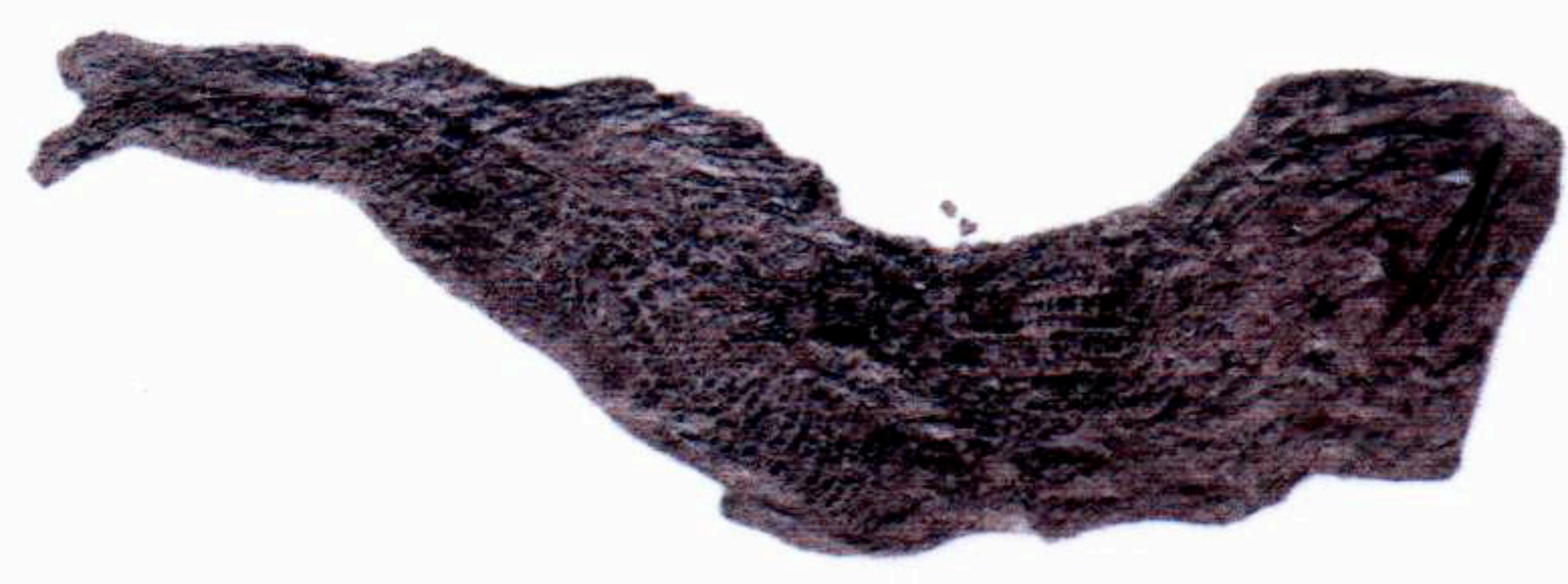
1. Abdruck von *Fenestella retiformis* (SCHLOTHEIM 1816) (Bryozoa), (Nr. HE-6).
2. Steinkern von *Horridonia horrida* (SOWERBY 1822) (Brachiopoda), (Nr. HE-3).
3. Steinkern von *Pterospirifer alatus* (SCHLOTHEIM 1813) (Brachiopoda), (Nr. HE-2).
4. Steinkern von *Dielasma elongatum* (SCHLOTHEIM 1816) (Brachiopoda), (Nr. HE-4).
5. *Thalassinoides*-Grabgang (Thalassinoides-Horizont zwischen Planum I und II, Nr. KU-1).
6. Steinkern von *Peripetoceras freieslebeni* (GEINITZ 1848), hochkant (außerhalb Planum III, Nr. B-II-17).
7. Steinkern von *Peripetoceras freieslebeni* (GEINITZ 1848), halbseitliche Einbettung (außerhalb Planum III, Nr. 0-III-2).
8. Koprolith (? von *Coelacanthus*), (Planum III, Nr. D-III-8).
9. Koprolith (außerhalb Planum II, Nr. 0-II-1).
10. *Ulmania frumentaria* (SCHLOTHEIM 1820), Zweig (außerhalb Planum II, Nr. 0-II-2).
11. ?*Ulmania frumentaria* (SCHLOTHEIM 1820), Zweig (außerhalb Planum III, Nr. 0-III-4).
12. Conifera indet., Zweig (außerhalb Planum IV, Nr. 0-IV-2).
13. *Pseudovoltzia liebeana* (GEINITZ 1862), Zweig (Nr. D-III-29).
14. *Pseudovoltzia liebeana* (GEINITZ 1862), Zweig (Nr. 0-II-3).
15. *Quadrocladus solmsii* (GOTHAN & NAGELHARD), Zweig (außerhalb Planum II, Nr. 0-II-5).
16. *Callipteris martinsii* (KURTZE) (außerhalb Planum IV, Nr. 0-IV-3).
17. Conifera indet., Zweig (außerhalb Planum II, Nr. 0-II-4).
18. Fruchtfikation (Planum II, Nr. C-II-28).
19. Koniferen-Zapfen (Nr. KM-2).
20. Koniferen- Zapfen (Nr. KM-1).



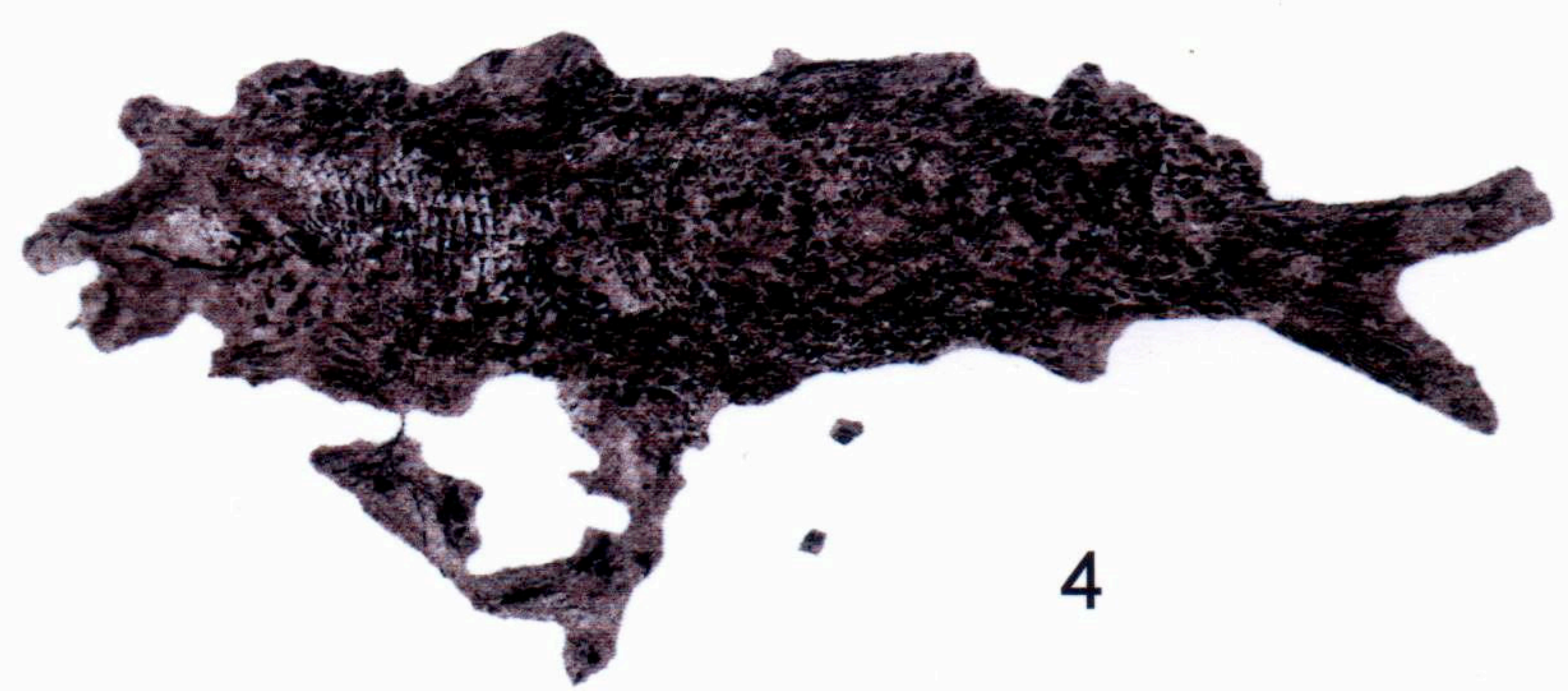
Tafel 2

Fische aus dem Kupferschiefer (Ober-Perm) von Hasbergen. Der Kupferschieferhering *Palaeoniscum freieslebeni* BLAINVILLE 1818 in unterschiedlichen Alterstadien und Erhaltungen.

1. Schräg eingebetteter Fisch mit aufgeplatzter Leibeshöhle und teilzerfallenem Schädel (Planum III, Nr. A-III-1).
2. Jungfisch in Leichenstarrenerhaltung (außerhalb Planum , Nr. 0-0-2).
3. Jungfisch in Leichenstarrenerhaltung, und auflösendem Schuppenkleid (außerhalb Planum , Nr. 0-0-1).
4. Mittegroßer Fisch ohne Leichenstarre mit zerfallenem Schädel und Schuppenkleidverdriftung (außerhalb Planum , Nr. 0-0-3).
5. Kleinster Fisch ohne Dorsalkrümmung (außerhalb Planum , Nr. 0-IV-1).
6. Großer Fisch in Leichenstarrenerhaltung (außerhalb Planum III, Nr. 0-III-5).
7. Langgestreckte Seiteneinbettung ohne Leichenstarre mit teilzerfallenem Schädel (Planum I, Nr. B-I-7).
8. Größtes Exemplar bei dem der untere Schwanzflossenanteil durch grabende Krebse verschleppt wurde (Planum I, Nr. E-I-21).



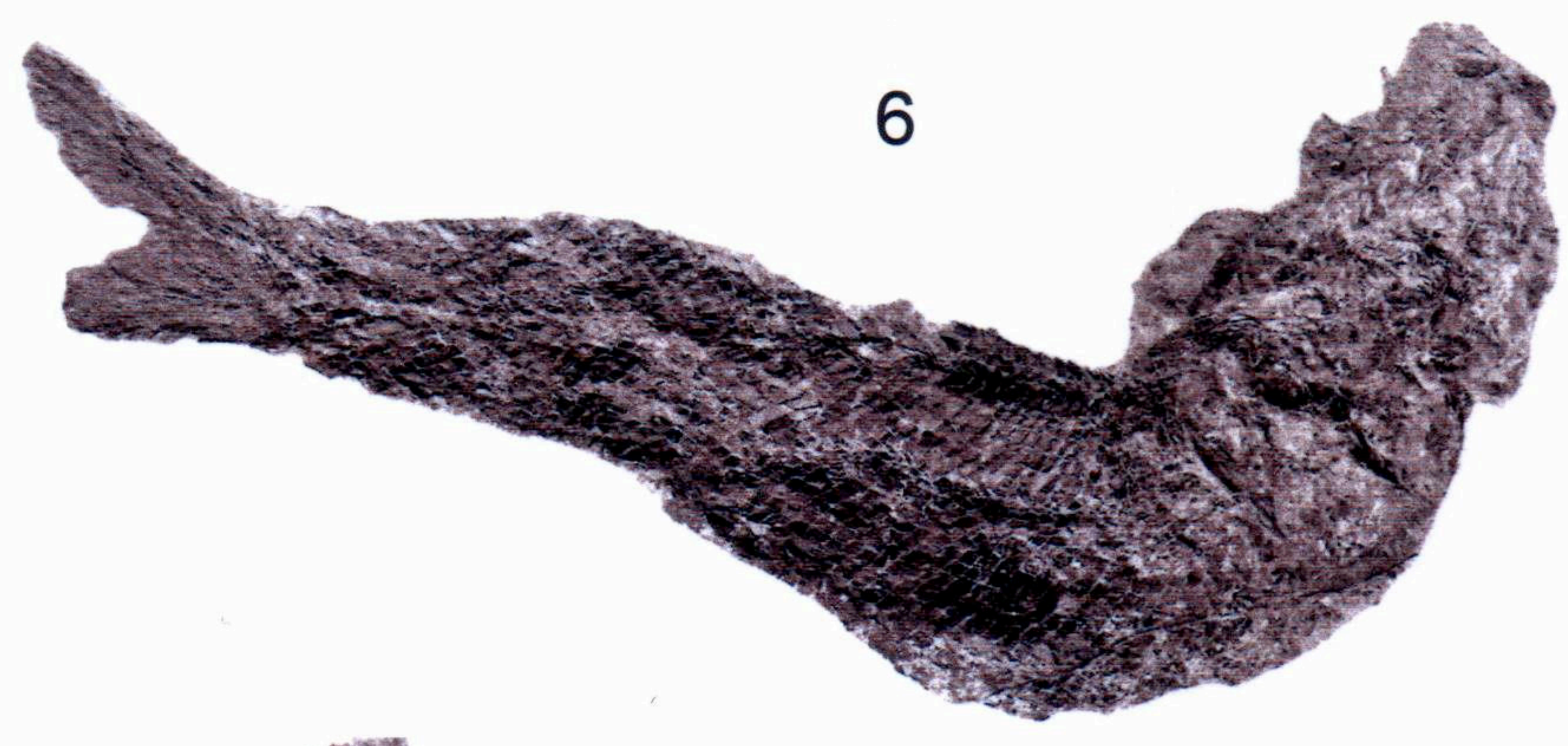
2



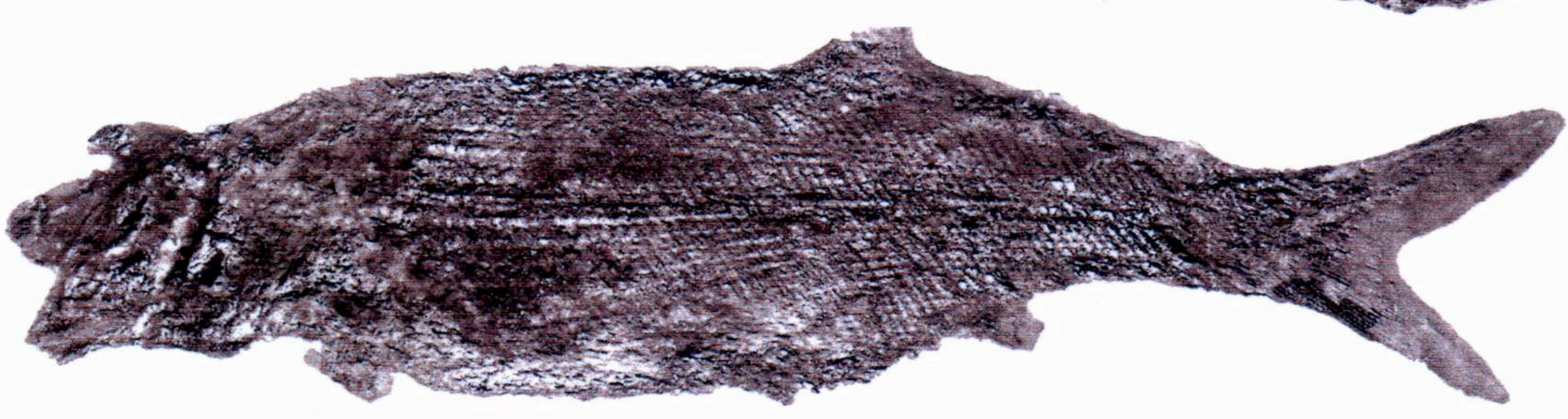
4



5



6



7

5 cm



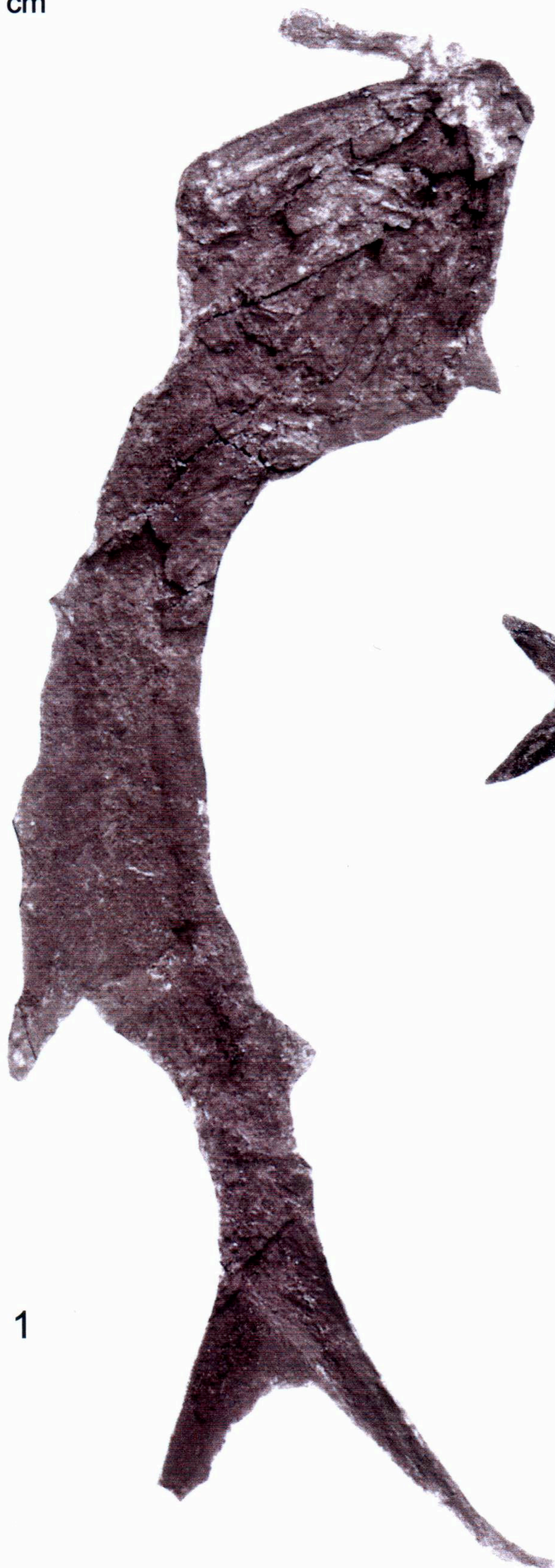
8

Tafel 3

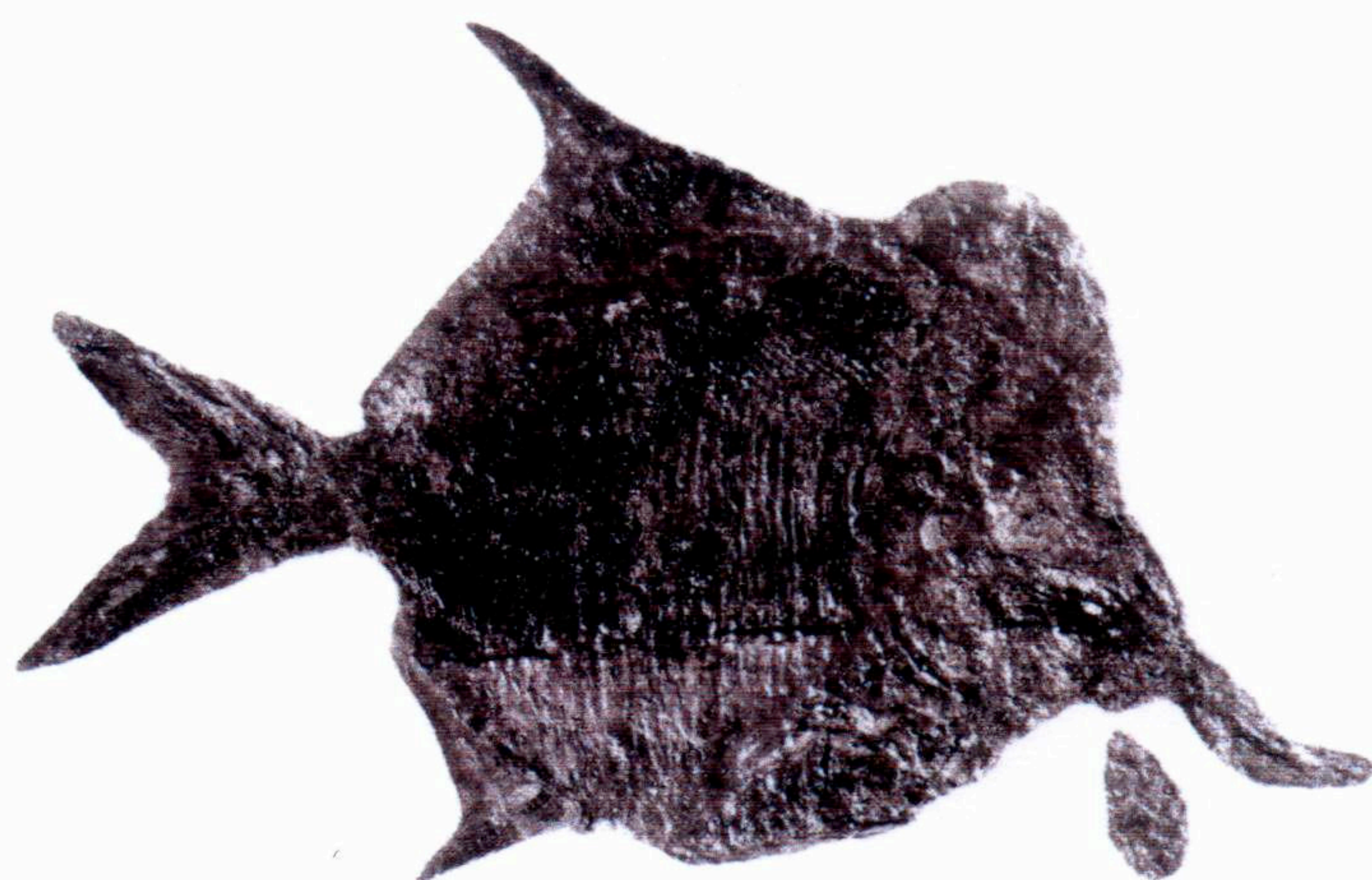
Fische aus dem Kupferschiefer (Ober-Perm) von Hasbergen.

1. *Pygopterus humboldti* AGASSIZ 1833, in dorsaler Einbettung (Planum I, Nr. E-I-1).
2. *Acentrophorus glaphyrus* (AGASSIZ 1833) (Planum IV, Nr. D-IV-3).
3. *Platysomus striatus* AGASSIZ 1833 mit verdrifteten Schädelknochenplatten (Planum I, Nr. B-I-2).
4. *Dorypterus hoffmanni* GERMAR 1842 (außerhalb Planum III, Nr. 0-III-4).

5 cm



2



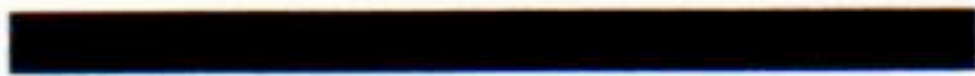
3



4

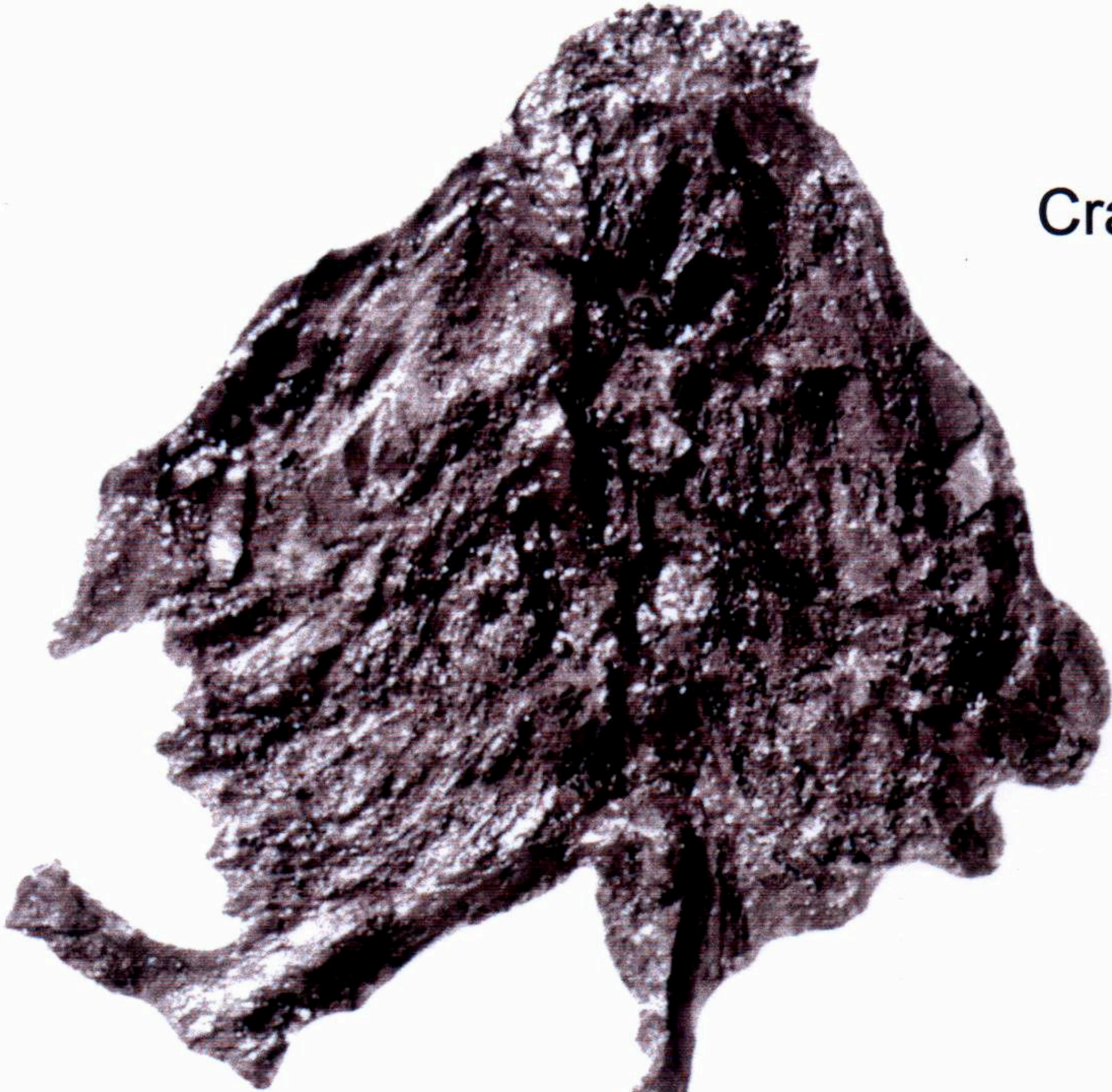
Tafel 4

Fische aus dem Kupferschiefer (Ober-Perm) von Hasbergen. Der Quastenflosser *Coelacanthus granulatus* AGASSIZ 1833. 1. Ausgewachsenes unvollständiges Tier in Ventralansicht (Planum III, Nr. 0-III-1), 2. Operculum in Seitenansicht (Planum V, Nr. 0-V-1).



5 cm

1



Cranium

Clavicula

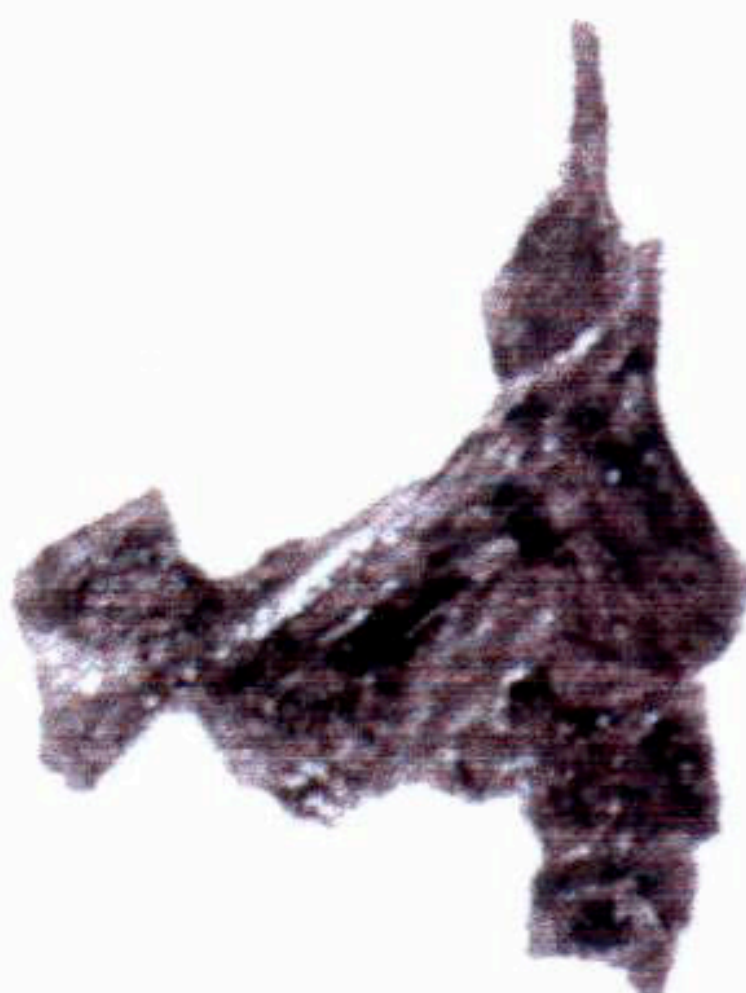


Pectoral-
Flosse



Pectoral-
Flosse

Pectoralgürtel



2

Ventral-
Flossenpaar

