WESTFÄLISCHES MUSEUM FÜR NATURKUNDE

Geologie und Paläontologie in Westfalen
Heft 47

Hagenoselache sippeli n. gen. n.sp., ein früher xenacanthider Elasmobranchier aus dem Oberkarbon (Namurium B) von Hagen-Vorhalle (NW-Sauerland/Deutschland)

Oliver Hampe und Ulrich H.J. Heidtke

Ein Dentale von *Coniosaurus crassidens* OWEN (Varanoidea) aus dem Ober-Cenoman von Halle/Westf. (NW-Deutschland)

Cajus Diedrich

Der Schädel eines dicerorhinen Nashorns aus der Dechenhöhle bei Iserlohn-Letmathe

Klaus-Peter Lanser

Wirbeltierreste aus holozänen Tierbautensedimenten des südlichen Münsterlandes

Gottfried Böhme
mit Beiträgenvon Karlheinz Fischer-Wolf-Dieter Heinrich und Klaus Skupin

Landschaftsverband
Westfalen-Lippe

Hinweise für Autoren

In der Schriftenreihe **Geologie und Paläontologie in Westfalen** werden geowissenschaftliche Beiträge veröffentlicht, die den Raum Westfalen betreffen.

Druckfertige Manuskripte sind an die Schriftleitung zu schicken.

Aufbau des Manuskriptes

1. Titel kurz und bezeichnend.
2. Klare Gliederung.
3. Zusammenfassung in Deutsch am Anfang der Arbeit.

Äußere Form

4. Manuskriptblätter einseitig und weitzeilig beschreiben; Maschinenschrift, Verbesserungen in Druckschrift.
5. Unter der Überschrift: Name des Autors (ausgeschrieben), Anzahl der Abbildungen, Tabellen und Tafeln; Anschrift des Autors auf der 1. Seite unten.
6. Literaturzitate im Text werden wie folgt ausgeführt: (AUTOR, Erscheinungsjahr: evtl. Seite) oder AUTOR (Erscheinungsjahr: evtl. Seite). Angeführte Schriften werden am Schluß der Arbeit geschlossen als Literaturverzeichnis nach den Autoren alphabetisch geordnet. Das Literaturverzeichnis ist nach folgendem Muster anzuordnen:

   SIEGFRIED,P.(1959):Das Mammut von Ahlen *(Mammonteus primigenius* BLUMENB.*)*.-Paläont. Z.**30,3:**172-184, 3 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.

   WEGNER, T. (1926): Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. 2. Aufl. - 500 S., 1 Taf., 244 Abb.; Paderborn (Schöningh).
7. Schrifttypen im Text:

   doppelt unterstrichen = **Fettdruck**

   einfach unterstrichen oder g e s p e r r t = S p e r r u n g.

   Gattungs- und Artnamen unterschlängeln = *Kursivdruck*

   Autorennamen durch GROSSBUCHSTABEN wiedergeben.

Abbildungsvorlagen

8. In den Text eingefügte Bilddarstellungen sind Abbildungen (Abb. 2). Auf den Tafeln stehen Figuren (Taf. 3, Fig.2) oder Profile (Taf. 5, Profil 2).
9. Strichzeichnungen können auf Transparentpapier oder Photohochglanzpapier vorgelegt werden. Photographien müssen auf Hochglanzpapier abgezogen sein.

Korrekturen

10. Korrekturfahnen werden den Autoren einmalig zugestellt. Korrekturen gegen das Manuskript gehen auf Rechnung des Autors.

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren allein verantwortlich.

Geologie und Paläontologie in Westfalen

Heft 47

Dieses Heft wurde finanziert durch das
Ministerium für Stadtentwicklung, Kultur und Sport
des Landes Nordrhein-Westfalen
als oberste Denkmalbehörde

Hagenoselache sippeli n. gen. n.sp., ein früher xenacanthider Elasmobranchier aus dem Oberkarbon (Namurium B) von Hagen-Vorhalle (NW-Sauerland/Deutschland)

Oliver Hampe und Ulrich H.J. Heidtke

Ein Dentale von *Coniosaurus crassidens* OWEN (Varanoidea) aus dem Ober-Cenoman von Halle/Westf. (NW-Deutschland)

Cajus Diedrich

Der Schädel eines dicerorhinen Nashorns aus der Dechenhöhle bei Iserlohn-Letmathe

Klaus-Peter Lanser

Wirbeltierreste aus holozänen Tierbautensedimenten des südlichen Münsterlandes

Gottfried Böhme
mit Beiträgen von Karlheinz Fischer-Wolf-Dieter Heinrich und Klaus Skupin

Geol. Paläont. Westf.	**47**	93 S.	29 Abb. 3 Taf. 1 Tab.	Münster März 1997

Impressum

Geologie und Paläontologie in Westfalen

Herausgeber: Dr. Alfred Hendricks
Landschaftsverband Westfalen-Lippe
Westfälisches Museum für Naturkunde, Münster
Sentruper Str. 285, 48161 Münster
Telefon 02 51/5 91-05, Telefax: 02 51/5 91 60 98

Druck: Druckhaus Cramer, Münster

Schriftleitung: Dr. Peter Lanser

ISSN 0176-148X
ISBN 3-924590-59-1

© 1997 Landschaftsverband Westfalen-Lippe

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung des LWL reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Geol. Paläont. Westf.	**47**	5 - 42	12 Abb. 1 Tab.	Münster März 1997

Hagenoselache sippeli n. gen. n. sp., ein früher xenacanthider Elasmobranchier aus dem Oberkarbon (Namurium B) von Hagen-Vorhalle (NW-Sauerland/Deutschland)

Hagenoselache sippeli n. gen. n. sp., an early xenacanthid elasmobranch from the Upper Carboniferous (Namurian B) of Hagen-Vorhalle (NW-Sauerland/Germany)

Oliver Hampe und Ulrich H.J. Heidtke*

K u r z f a s s u n g: Aus dem Namurium B des nordwestlichen Sauerlandes wird mit *Hagenoselache sippeli* n.gen. n.sp. ein neuer Xenacanthide beschrieben. Bekannt ist bislang nur das relativ vollständige, artikulierte Exemplar des Holotypus. *Hagenoselache sippeli* weicht in mehreren Merkmalen von den bisher bekannten Gattungen der Xenacanthida, wie zum Beispiel im Bau der Flossen oder in der Bezahnung, ab. Unglücklicherweise ist weder der für die Xenacanthida charakteristische Dorsalstachel erhalten, noch seine Position ermittelbar. Somit bleibt unklar, ob es sich um einen cephalen oder um einen im Bereich der Schultergürtelregion inserierten Stachel handelt.

A b s t r a c t: A new xenacanthid, *Hagenoselache sippeli* n.gen. n.sp., is described from the Namurian B of NW Sauerland. Only the relatively complete articulated specimen of the holotype is known so far. In some characteristics *Hagenoselache sippeli* differs from other recognized genera of the Xenacanthida, e.g. in the structure of the pectoral fin and in the dentition. Unfortunately, the distinctive dorsal spine as well as its possible position is not preserved. It remains unclear if the spine had a cephalic origin, or if it was instead inserted in the neighborhood of the shoulder girdle.

Inhaltsverzeichnis

Seite

Kurzfassung 5
Abstract 5
1. Einleitung 6
1.1. Fundgeschichte und Stratigraphie 6

Anschriften der Verfasser:
Dr. Oliver Hampe, Museum für Naturkunde, Zentralinstitut der Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Paläontologie, Invalidenstr. 43, D-10115 Berlin
Ulrich H.J. Heidtke, Pfalzmuseum für Naturkunde (POLLICHIA-Museum), Hermann-Schäfer-Str. 17, D-67098 Bad Dürkheim

1.2. Material 8
1.3. Arbeitsmethodik 8
2. Systematische Paläontologie 9
3. Diskussion 27
3.1. Cranialskelett 27
3.2. Bezahnung 29
3.3. Postcranialskelett 32
4. Zur Phylogenie des *Hagenoselache* 35
5. Zusammenfassung 39
6. Dank 40
7. Literatur 40

1. Einleitung

1.1. Fundgeschichte und Stratigraphie

Die Ziegeleigrube der ehemaligen Firma SCHÜTTE & TÜCKING südlich des Sporbecker Weges in Hagen-Vorhalle befindet sich seit 1964 in Abbau. Innerhalb der Grube ist eine fossilhöffige Sequenz aus siltigen Tonsteinen angeschnitten, in der die Ammonoidea-Art *Bilinguites metabilinguis* (= *Reticuloceras superbilingue metabilingue* WRIGHT 1927, s. PATTEISKY 1959: Taf. 7, 8, 9, Fig. 19-33, 36, 37, 39; BRAUCKMANN et al. 1985: Taf. 23) auf denselben Schichtflächen vielfach auftritt. Aufgrund des Fehlens weiterer Leitfossilien der Ammonoideen, wird die Abfolge in das Namurium B (R2c der Goniatiten-Stratigraphie), mittleres Marsdenium, Vorhalle-Schichten, gestellt.

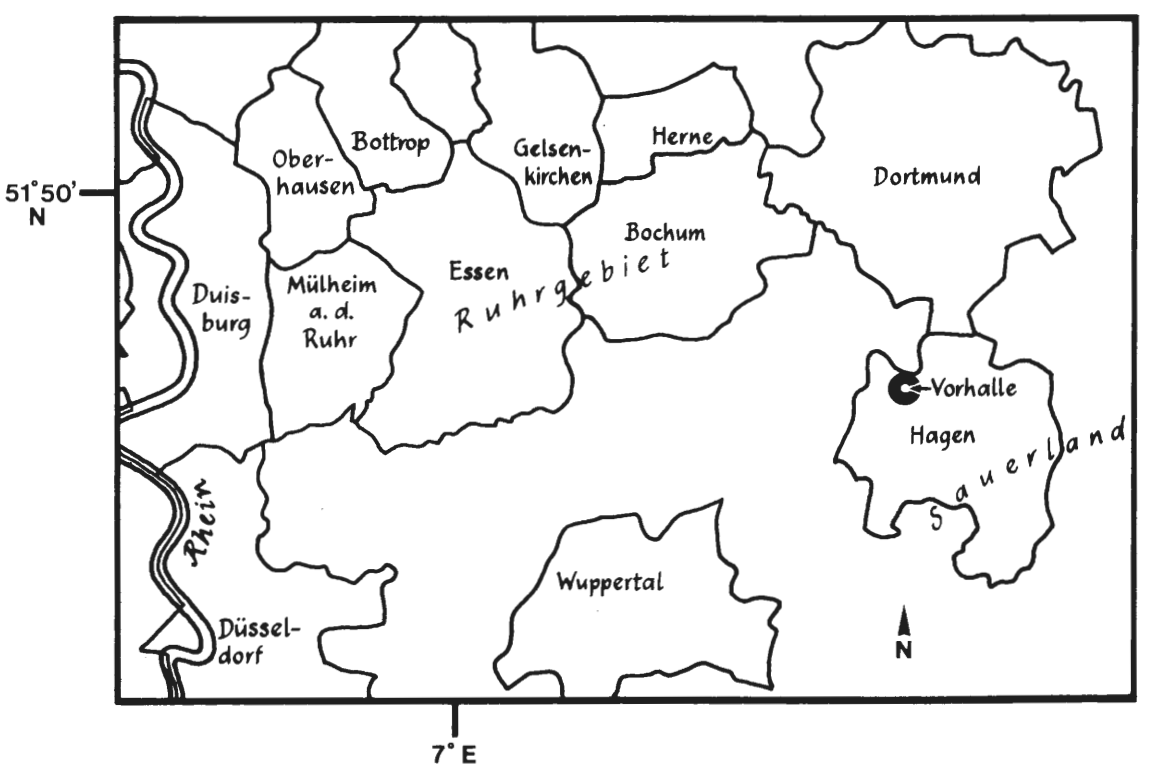


Abb. 1: Schematische Karte der Umgebung des Fundgebietes Hagen-Vorhalle.

fig. 1: Schematic map of the Ruhr region showing location of Hagen-Vorhalle/West-Germany.

Abb. 2: Fundstelle des *Hagenoselache sippeli* (Pfeil) in der Ziegeleigrube Hagen-Vorhalle. Das Alter der Schichten wurde durch das häufige Auftreten des Goniatiten *Bilinguites metabilinguis* auf das mittlere Marsdenium (Namurium B) bestimmt. Die Länge des abgebildeten Brecheisens beträgt 1 m.

fig. 2: Point of discovery of *Hagenoselache sippeli* (arrow) in the brickyard pit of Hagen-Vorhalle. Based on the common appearence of the goniatite *Bilinguites metabilinguis* the age of the deposits can be determined as the Middle Marsdenian (Namurian B). The scale of the crowbar is 1 m.

In der Folgezeit wurden in der Grube sporadisch Arachniden und Insekten in ungewöhnlich guter Erhaltung gefunden. Die ausgezeichnete Qualität dieser Fossilien, teilweise sind selbst Farbstreifen der Flügel überliefert, sowie zahlreiche Erstnachweise machten die Grube schnell in Fachkreisen bekannt. Eine Zusammenfassung der nachgewiesenen Arachniden und Insekten nebst Befunden, stellt BRAUCKMANN (1991) vor. Neben den Invertebraten erbrachten die systematischen Grabungen des Westfälischen Museums für Naturkunde in Münster in den letzten Jahren eine reichhaltige Sammlung an Flora und auch Überreste von Vertebraten, darunter ein Tetrapode und diverse Fische, hervor. Die bislang belegte Ichthyofauna umfaßt disartikulierte Skelette von Palaeonisciden, ein artikuliertes Exemplar eines noch unbearbeiteten Sarcopterygiers, mehrere Acanthodier (s. HEIDTKE 1995), vermutlich ein weitgehend vollständiges Exemplar eines Myxinoiden sowie das hier neu vorgestellte Skelett eines Xenacanthiden.

Die Sedimente der Lokalität sind mariner Herkunft, unter anderem belegt durch die zahlreichen Funde des Goniatiten *Bilinguites metabilinguis*. Die relative Häufigkeit von Wedeln terrestrischer Pflanzen, von Arachniden und Insekten lassen ein ufer- bzw. küstennahes Milieu annehmen (BRAUCKMANN 1991). Jene Komponenten der fossilen Fazies sind allochtonen Ursprungs, können eingeweht, aber auch eingeschwemmt worden sein. Der Beleg eines vermutlich aquatischen Amphibiums sowie die bis jetzt gefundene Fischfauna können auf eine Einschwemmung aus fluvio-lakustrinem Milieu hinweisen. So sind Xenacanthiden hauptsächlich aus Süßwasserablagerungen bekannt (vergl. ZANGERL 1981, HAMPE 1993).

1.2. Material

Das im folgenden bearbeitete Stück wurde 1985 von W. SIPPEL, Ennepetal, gefunden und über Monate unter schwierigsten Bergungsverhältnissen nach und nach freigelegt (Abb. 2). Nunmehr liegt das Exemplar in 14 Einzelplatten vor, wobei einige Teile des Cranialskeletts, der Wirbelsäule und des Schultergürtels sowie der Dorsalstachel nicht überliefert sind.

N 717 A:	Vollständige Caudalis, der posteriore Appendix befindet sich in einer „sandigen Geode“ und ist plastisch erhalten
N 717 B:	Präcaudaler Abschnitt der Wirbelsäule
N 717 C:	Saum der Dorsalis
N 717 D:	Pelvicalgürtel in „sandiger Geode“ plastisch erhalten
N 717 E:	Analis mit einigen Basiventralia mit dünner Sedimentschicht überzogen
N 717 F:	Gegendruck zu N 717 C
N 717 G:	Mittlerer Körperabschnitt mit Fragmenten der Dorsalis, Basidorsalia und vereinzelte Bereiche dermaler Bedeckung
N 717 H:	Fragmente des posterioren Abschnittes der Dorsalis
N 717 I:	Fragment der Dorsalis
N 717 J:	Gegenstück zu N 717 H
N 717 K:	Pectoralis mit Teilen des Schultergürtels und einigen Basiventralia
N 717 L, M:	Gegendrucke zu N 717 K
N 717 O:	Cranialfragment mit Visceralskelett und teilweiser überlieferter Bezahnung

Das gesamte Material gehört in die Sammlung Wolfgang SIPPEL/Ennepetal.

1.3. Arbeitsmethodik

Die Rekonstruktion der Schädelbereiche wurde mit Hilfe der Auswertung von Röntgenbildern vorgenommen.

Die Zähne, von denen keiner isoliert vorlag, wurden aus den artikulierten Kieferelementen gezeichnet und morphologisch beschrieben. Für die histologischen Untersuchungen wurde ein kleiner Quader mit 16 x 10 x

4 mm Kantenlänge aus dem distalen Abschnitt des Mandibularbereiches extrahiert und in verschiedenen Schnittebenen angeschliffen. Anschließend erfolgte die Analyse mit Hilfe eines Fluoreszenzmikroskops im Auflichtverfahren (s. hierzu detaillierte Beschreibung in HAMPE 1991).

Die vorliegenden Fragmente des postcranialen Skeletts wurden in geringem Umfang nachpräpariert, anschließend fotographisch dokumentiert und gezeichnet. Anhand der Zeichnungen wurden die Skelettelemente bei ständigem Vergleich mit den Originalstücken rekonstruiert. Die Gesamtrekonstruktion erfolgte als Montage der Einzelzeichnungen des Skeletts. Da das überlieferte Fossil insbesondere Lücken im Bereich des Branchialskeletts, des Schultergürtels, der Wirbelsäule und der Dorsalis aufweist, mußten einige Maße interpoliert werden.

Für die cladistischen Analysen wurde zur Unterstützung das PAUP-Programm, Version 3.1.1 für Apple® Macintosh™ der Smithsonian Institution angewendet.

2. Systematische Paläontologie

Classis **Chondrichthyes** HUXLEY 1880
Subclassis **Elasmobranchii** BONAPARTE 1838
Ordo **Xenacanthida** GLIKMAN 1964
Familia incertae sedis

Genus ***Hagenoselache*** n. gen.

E t y m o l o g i e : Kombination aus der deutschen Ortsbezeichnung für die Stadt Hagen und dem griechischen Wort für Knorpelfisch, „Selachos".

T y p u s a r t : *Hagenoselache sippeli* n.sp.

D i a g n o s e : wie für Species

E i n b e z o g e n e S p e c i e s : nur *Hagenoselache sippeli*.

Hagenoselache sippeli n. sp.
Abb. 3-11

E t y m o l o g i e : zu Ehren des Finders Herrn Wolfgang SIPPEL.

H o l o t y p u s : ein artikuliertes, nicht ganz vollständiges Skelett, Nr. N 717 A-O, Sammlung SIPPEL/ Ennepetal.

L o c u s t y p i c u s : Ziegeleigrube Hagen-Vorhalle, NW Hagen, Sauerland.

S t r a t u m t y p i c u m : Vorhalle-Schichten, mittleres Marsdenium des oberen Namurium B (Unteres Oberkarbon = Subzone R2c der Goniatiten-Stratigraphie).

V o r k o m m e n : bislang nur von der Typuslokalität gleichen Alters bekannt.

M a t e r i a l : ein nahezu vollständiges Skelett; der für Xenacanthiden typische Dorsalstachel ist nicht überliefert.

D i a g n o s e : Eine Art der der Gattung Hagenoselache mit folgenden Merkmalen: Cranium klein mit einer Länge von nur ca. 1/8 bis 1/9 des Gesamtkörpers; Pars quadrata des Palatoquadratums mit gleichmäßig kreisförmig gestaltetem dorsalen Rand; Zähne tricuspid mit 2 bis 3,5 mm Höhe; Medianspitze mit 3/4 bis 4/5 Lateralspitzenlänge; Umriß der Spitzen annähernd gerundet mit ca. 3 bis 6, selten 8 kurzen Skulpturleisten im oberen Abschnitt; Zahnbasis flach und längsoval dreieckig bis birnenförmig mit linguad gerichteter Verjüngung gestaltet; Wurzeloberseite mit in der Regel 3 bis 6 Nährforamina, teilweise auch unübersichtlich genarbter Oberfläche und morphologisch sehr variabel ausgebildetem Coronaltuberkel mit möglichem Schaft;

3 bis 7 Nährforamina auf der Wurzelunterseite; Basaltuberkel rund, deutlich kreisförmig eingetieft mit möglichem Schaft; lateraler Anstellwinkel zwischen Krone und Wurzel bei 120° bis 125°; Vaskularisationssystem englumig; Krone und Wurzel aus Orthodentin bestehend, Coronaltuberkel aus Trabeculardentin; Dentintubuli parallel mit schwach zick-zack-artigen Krümmungen im peripheren Bereich; Pectoralis wahrscheinlich monobasal, axial biserial mit schlanken Axialia und kräftigen Radialia; Flossensaum der Dorsalis lang und gleichmäßig hoch; Analis kurz und breit mit vermutlich 8 einfach geteilten Radialia und ohne deutliche Reduktion durch Verschmelzung; Caudalis heterocerk, deutlich von der Dorsalis abgesetzt mit großem epicaudalen Lobus sowie mit einem posterioren Appendix als Beginn einer funktionalen Diphycerkie; hypochordaler Lobus fast doppelt so lang wie Analis, gestützt von einer Serie langer, zweifach segmentierter Radialia.

B e s c h r e i b u n g : Von dieser neuen, in vielen Details von bislang bekannten Vertretern der Xenacanthiden, abweichenden Gattung ist ein beinahe komplettes Skelett überliefert. So sind große Teile des Achsenskelettes verfügbar sowie als Körperanhänge die sinistrale Pectoralis, Fragmente der Pelvicalflossen und als unpaare Flossen Caudalis und Analis. Es handelt sich um ein männliches Individuum, anschaulich durch die Klasperbildung der distalen Bereiche der Pelvisflossen wiedergegeben. Der für die Xenacanthida typische Dorsalstachel ist nicht überliefert. Nach erfolgter Rekonstruktion des Tieres (Abb. 11) ergibt sich für *Hagenoselache sippeli* eine Gesamtlänge von etwa 1 m.

Cranialskelett: Das Kopfskelett (Abb. 3) ist relativ klein im Vergleich mit bereits bekannten Xenacanthiden. Es macht bei *Hagenoselache sippeli* nur ungefähr 1/8 bis 1/9 der Gesamtkörperlänge aus. 1/6 bis 1/7 entspricht der Norm anderer Genera, lediglich *Orthacanthus* (gemessen an *O. senkenbergianus*) zeigt eine Längenrelation von ca. 1/8.

Das Neurocranium ist stark zerdrückt, ohne klar rekonstruierbare Konturen. Erhalten ist hier nur der anteriore Bereich, die Regio ethmoidalis und Regio orbitotemporalis umfassend. Der posteriore Abschnitt mit Regio oticalis und Regio occipitalis fehlt. Auffällig ist die große Orbita mit einem Durchmesser von etwa 3,5 bis 4 cm. Die Länge des überlieferten, anterioren Teils des Neurocraniums beträgt 8 cm.

Am Hinterrand der Orbita ragt, besonders im Röntgenbild sichtbar, der Processus postorbitalis deutlich in einer abwärts gerichteten Orientierung hervor.

Abb. 3: Das überlieferte Cranialskelett des *Hagenoselache sippeli* (oben) und seine Rekonstruktion (unten) in Lateralansicht (sinistral).

Für die Darstellung der relativen Proportionen (nicht maßstabsgetreu!) des Neurocraniums wurden als Vergleich die Umrisse dreier sehr gut bekannter Xenacanthiden-Hirnschädel in unterschiedlicher Schattierung eingefügt:*Triodus sessilis* (Unter-Rotliegend des Saar-Nahe- Gebietes, hellgrau), *Orthacanthus texensis* (Unterperm von Texas, mittelgrau), *Tamniobatis* sp. (Lower Mississippian von Kentucky, dunkelgrau); nähere Erläuterungen, siehe Text.

Maßstab = 3 cm.

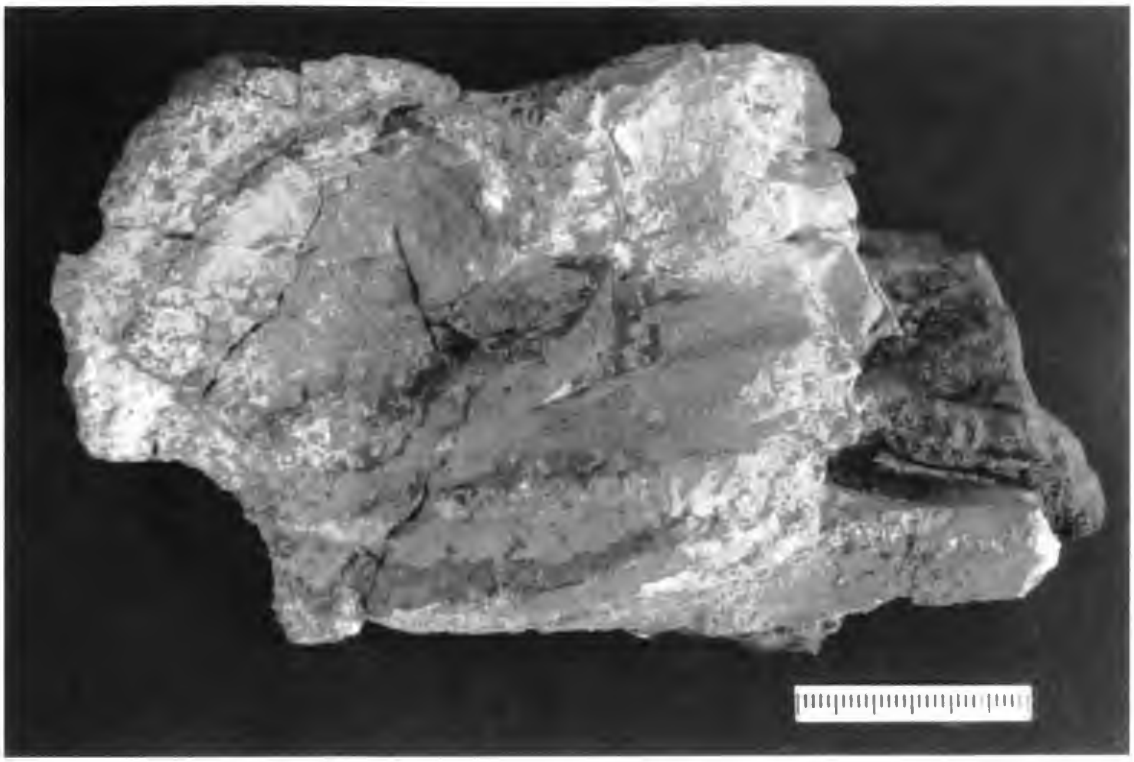
Abkürzungen: Md - Mandibulare
Nc - Neurocranium
Pq - Palatoquadratum

fig. 3: Preserved skeleton of the cranium of *Hagenoselache sippeli* (above) plus reconstruction (below) in lateral (sinistral) view.

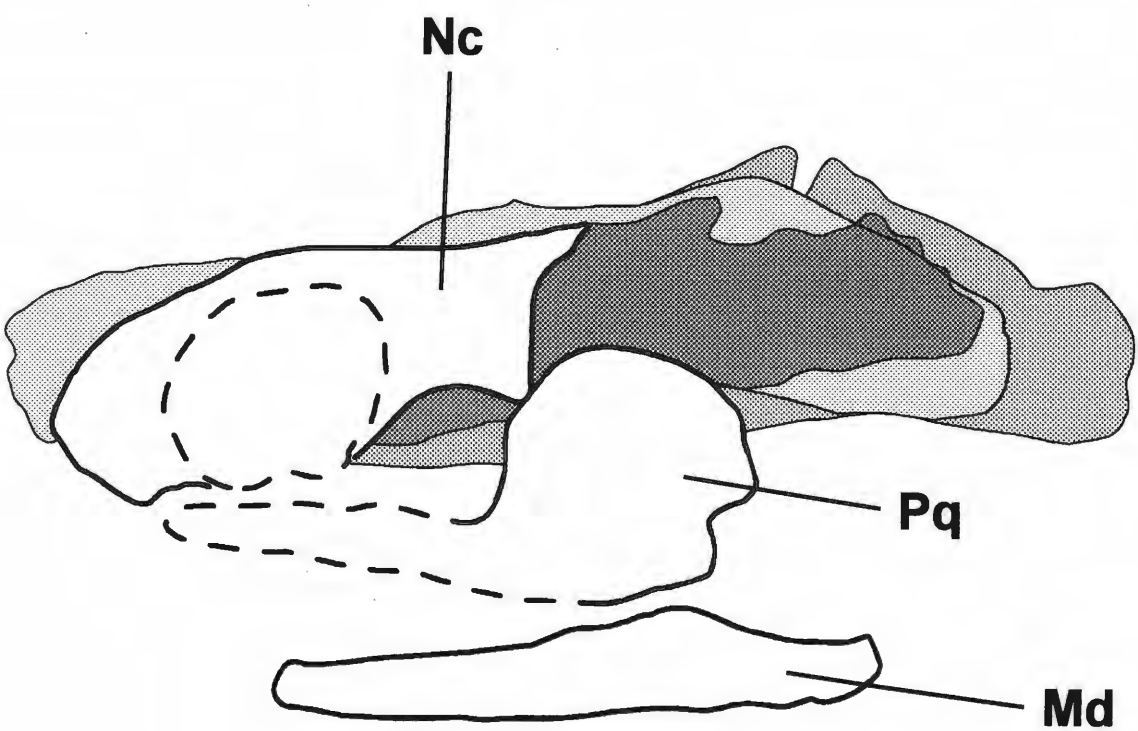
For comparison of the relative proportions of the neurocranium the outlines from three well known xenacanthids were added (not true to scale!): *Triodus sessilis* (Lower Rotliegend of the Saar-Nahe area, filled with light grey), *Orthacanthus texensis* (Lower Permian of Texas, medium grey), *Tamniobatis* sp. (Lower Mississippian of Kentucky, dark grey); for further explanations, see text.

Scale bar = 5 cm.

Abbreviations: Md - mandibular
Nc - neurocranium
Pq - palatoquadrate



A



B

Vom Palatoquadratum ist lediglich die relativ hohe Pars quadrata einigermaßen differenzierbar. Sie besitzt einen gleichmäßig kreisförmig gerundeten dorsalen Rand. Der in der Regel sich im oberen anterioren Bereich befindliche Proc. oticus ist nicht verifizierbar. In der posterioren ventralen „Ecke" befindet sich der hier wenig prominente Proc. quadrati, ein Teil der Quadrato-Artikulargelenkung, unterhalb einer vermutlich mechanisch-diagenetisch induzierten Einbuchtung.

Die Pars palatina ist in ihrer Ausdehnung und ihren Umrissen nicht genau erkennbar. Sie beschreibt vermutlich einen äußerst schlanken, relativ gerade anterior weisenden Ast.

Das Mandibulare ist morphologisch unauffällig, schlank und schwach bananenförmig gestaltet und zeigt auf seiner dorsalen Kante eine schwache Erhebung. Der Proc. articularis ist in der vorliegenden Erhaltung wenig differenziert.

Zähne: Innerhalb der Kieferknorpelelemente sind verschiedene Areale der zum Teil stark umgelagerten Bezahnung (Umkristallisation, Sekundärmineralisation, Instabilität durch FeS_2-Modifikation Markasit) zu erkennen. Es handelt sich um 2 bis 3,5 mm hohe, für Xenacanthiden typische Zähne mit dreispitziger Krone (Abb. 4). Alle Spitzen weisen keinerlei stärkere Divergenzen oder Biegungen außer einer leichten lingual gerichteten Krümmung auf. Die kürzere Medianspitze erreicht dabei Höhen von 3/4 bis 4/5 der Lateralspitzen und kann an seiner Basis schwach eingeschnürt ausfallen. Im Querschnitt zeigen die Spitzen einen annähernd runden, nahe der Basis ovalen Umriß. Die Spitzen sind relativ stumpf und tragen im oberen

Abb. 4: Zähne bzw. Zahnfragmente des *Hagenoselache sippeli*.

A) und B) von lingual, C) und D) Wurzel von lingual, E) von basal, F) separate Lateralspitze mit kurzen Skulpturleisten im oberen Abschnitt.

Maßstäbe = 1 mm.

Abkürzungen:
- Bt - Basaltuberkel
- Ct - Coronaltuberkel
- Cts - lingualer Coronaltuberkelschaft
- Ls - Lateralspitze
- Ms - Medianspitze
- Nf - Nährforamina
- Skl - Skulpturleiste

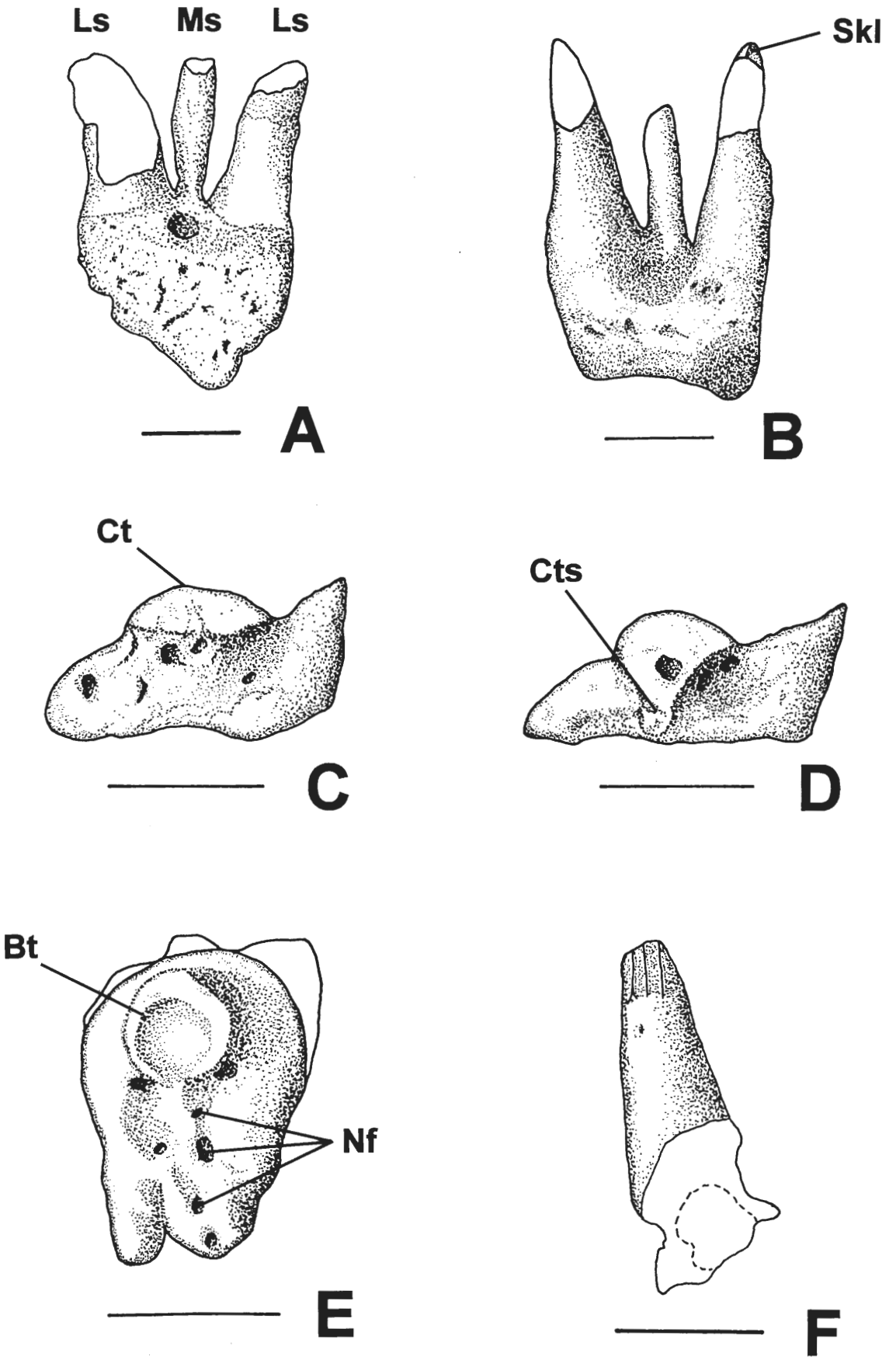
fig. 4: Teeth and tooth fragments of *Hagenoselache sippeli*.

Their main characteristics are: height between 2 and 3,5 mm; median cusp 3/4 to 4/5 that of lateral cusps; cross-section of cusps rounded; about 3 to 6, occasionally 8 short vertical cristae in the upper part of the cusps; even base with labio-lingually directed oval to triangular outline, sometimes pear-shaped and lingually tapered; upperside of the base with 3 to 6 nutrient foramina but also partly scarred surface; coronal button of variable shape and size; 3 to 7 nutrient foramina of the bottom side; basal tubercle rounded with well developed concave depression; angle between crown and base 120° to 125°.

A) and B) lingual view, C) and D) base in lingual view, E) basal view, F) separate lateral cusp with short vertical cristae in the upper part.

Scale bars = 1 mm.

Abbreviations:
- Bt - basal tubercle
- Ct - coronal (apical) button
- Cts - lingual shaft of the coronal button
- Ls - lateral cusp
- Ms - median cusp
- Nf - nutient foramina
- Skl - vertical cristae


Ls
Ms
Ls
A
Skl
B
Ct
C
Cts
D
Bt
Nf
E
F

Bereich ca. 3 bis 6, selten auch 8 kurze Skulpturleisten von unterschiedlich starker Ausprägung. Es sind auch Zähne ohne Skulpturleisten beobachtet worden. Es ist jedoch an diesem Objekt kein sicheres Verteilmuster bezüglich der Gebißvariation erstellbar.

Die Wurzel der Zähne ist typisch linguad hervortretend und trägt auf der Oberseite einen oft sehr schwach ausgeprägten rundlichen Coronaltuberkel; er kann bei vielen Zähnen auch fast vollständig rückgebildet sein (Abb. 4A, B), bei anderen ist er wohl proportioniert (Abb. 4C). Ein lingualer Schaft ist teilweise vorhanden (Abb. 4D). In der Regel sind 3 bis 6 Nährforamina auf der Wurzeloberseite ausgebildet; ein zusätzliches Medianforamen kann ebenso vorhanden sein. Es sind auch Zähne mit stark genarbter Oberfläche und mangelhaft ausgeprägten Nährforamina beobachtet worden (Abb. 4A). Hier handelt es sich wahrscheinlich um noch nicht ausreichend vaskularisierte Ersatzzähne der jüngeren Generationen, einer bei *Hagenoselache* etwa 7 bis 8 Zähne in Reserve tragenden Reihe oder Familie, d.h. Zähne aus einer Zahnanlage stammend, senkrecht zur Kieferlängsachse.

Der Umriß der Zahnbasis kann als längsoval dreieckig bis birnenförmig mit linguad gerichteter Verjüngung beschrieben werden. Die Wurzel ist dabei oft sehr flach ausgeprägt und kann auch im gesamten Habitus eine konkave Einwölbung aufweisen. Die Unterseite (Abb. 4E) trägt im labialen Abschnitt einen runden, deutlich kreisförmig eingetieften Basaltuberkel mit möglichem, schwachen, lingual weisenden Schaft. Zwischen 3 und 7 Nährforamina befinden sich ohne regelmäßig wiederkehrendes Muster linguad vom Basaltuberkel.

Der laterale Anstellwinkel der Krone zur Wurzel beträgt bei *Hagenoselache* ca. 120°/125°.

Das Vaskularisationssystem ist generell als ausgesprochen englumig zu bezeichnen. Die Pulpakanäle der Spitzen machen nur etwa 1/6 bis 1/7, selten bis zu 1/4 des Spitzendurchmessers aus. Die in die Wurzel eintretenden Gefäße erweitern sich in lingualer Richtung im wesentlichen in der Horizontalen; man kann von flach gedrückten Säcken sprechen (Abb. 5). Diese stehen mit dünnen Kanälen mit der Wurzeloberfläche in Form der Nährforamina in Verbindung oder treten als größere Öffnungen auf der Unterseite auf.

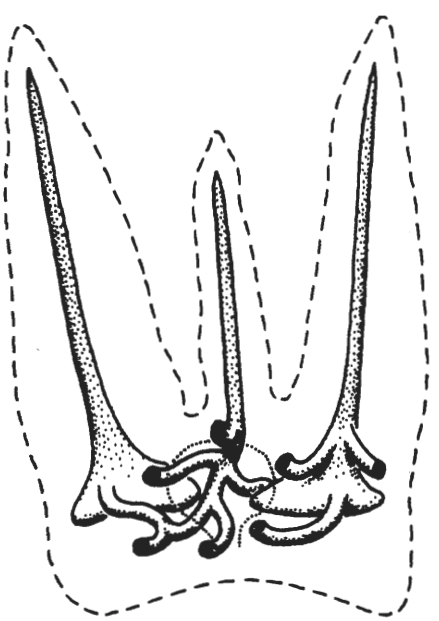


Abb. 5: Generalisiertes Vaskularisationsystem der Kieferzähne des *Hagenoselache sippeli* (Zahnumriß = gestrichelte Linie; Coronaltuberkel = gepunktete Linie).

fig. 5: Blood and nerve supply (vascularization) system of the teeth of *Hagenoselache sippeli*. Generally, it is composed of very narrow lumina with pulp canals of only 1/6 to 1/7, seldom 1/4 of the entire cross-section of the cusps. The base reveals lingually expanded and horizontally compressed sacs (outline of the tooth = dashed line; coronal button = dotted line).

Histologisch sind die Zähne durch eine gleichmäßige innere Struktur gekennzeichnet. Sowohl die Krone, als auch die Wurzel sind von zirkumpulpärem, dichten Orthodentin gebildet worden. Deutlich sind umlaufende Wachstumlinien unterschiedlicher Dicke (= Owen´sche Linien, rhythmisch ablaufende Mineralisation von unterschiedlicher zeitlicher Dauer) im Anschnitt sichtbar (Abb. 6B, C, E); im Wurzelbereich können diese Wachstumslamellen einen leicht welligen Verlauf haben („Umfließen" der Pulpahohlräume). Im Bereich der Spitzen sind im Horizontalschnitt die vorgewölbten, angeschnittenen Skulpturleisten bei Fluoreszenzbestrahlung dunkel abgesetzt. Diese Teile der äußeren Lage können als Pallialdentin, es handelt sich um Gewebeareale geringerer Dichte, angesprochen werden (Abb. 6A). Ein schmelzartiges Gewebe, Enameloid, ist wie bei allen anderen bekannten Xenacanthiden nicht nachweisbar.

Der Coronaltuberkel unterscheidet sich als einziges Element eines Zahnes durch seinen spongiösen Charakter (gyrisativer Aufsatz). Er besteht aus Trabeculardentin und zeigt eine Vielzahl kleiner unregelmäßig geformter Lakunen (Abb. 6D). An der Peripherie der Wurzelbasis sind in der lingualen Hälfte feine, kurze und nach lingual gebogene Fasern erkennbar (Abb. 6F). Hierbei könnte es sich um Reste von Anheftungsstrukturen, Sharpey-Fasern vergleichbar, handeln. GROSS (1973: Abb. 29.C, 30.C) benutzt diesen Begriff um die faserigen Strukturen u.a. bei *Phoebodus politus* und *Protacrodus* sp., cladodonten/ctenacanthoiden Elasmobranchiern aus dem oberen Oberdevon von Iowa, zu deuten. Zahnmedizinisch ist dieser Begriff jedoch nicht ganz korrekt verwendet, da er für im Zement befindliche Fasern gebraucht wird (SCHROEDER 1992: 151). Außerdem handelt es sich um kollagene Bildungen, d.h. es liegen höchstens die Eindrücke ehemaliger Fasern vor.

Die Dentintubuli, sehr gut zu erkennen im Bereich der Spitzen, sind mehr oder weniger parallel senkrecht zur Pulpa- und Zahnoberfläche angeordnet und spalten in den topographisch äußeren Schichten häufig auf (Abb. 6A). Ihr Verlauf ist dabei nahe der Pulpa relativ gerade, im äußeren Bereich zeigen sie „blitz"-artige Krümmungen.

Branchialskelett und Dorsalstachel: Fragmente des Branchialskeletts und des Dorsalstachels sind nicht überliefert. Zur Erstellung der Teilrekonstruktion (Abb. 11) wurde das präpectorale Verhältnis von Schädellänge zur Länge des branchialen Skeletts mit 50:50 angenommen.

Wirbelsäule: Teile der Wirbelsäule sind insbesondere in den Fragmenten N 717 A, B, G, und in geringen Resten aus N 717 K, D, I, H, J, und E zu entnehmen. Das gesamte Exemplar ist nicht hinreichend komplett, um die Gesamtzahl der Segmente annähernd festzulegen. Für die Rekonstruktion (Abb. 11) wurde die Wirbelsäule auf 125 bis 130 Segmente interpoliert. Die Chorda dorsalis ist im vorliegenden neuen Genus persistierend; die Wirbelsäule ist aspondyl. Das Fragment N 717 K zeigt vier postscapulare Basiventralia, die wahrscheinlich aus paarigen Elementen verschmolzen sind. Die vier Elemente weisen einen spitzen, kegelförmigen Umriß auf; Hinweise zur Existenz von Rippen fehlen. Reste der Wirbelsäule aus dem Abschnitt zwischen Cranium und Scapula sind nicht belegt.

Basidorsalia sind ausschließlich aus dem hinteren Körperabschnitt (N 717 G, B, A), etwa aus dem Bereich dorsal der Pelvicalis bis in die distale Spitze der Caudalis vorhanden. Die Basidorsalia ventral des Saumes der Dorsalis zeigen einen pfeifenkopfförmigen Umriß (Abb. 8B), an denen postero-dorsal längliche Neuralspinae im Winkel von etwa 50° ansitzen. Im Bereich der Caudalis bestehen die Basidorsalia aus stumpfen, kegelförmigen Elementen, die in Richtung der distalen Spitze des epicaudalen Lobus der Caudalis kontinuierlich an Größe abnehmen.

Die erhaltenen Basiventralia posterior der Pelvicalis sind als spitzkegelförmige Elemente ohne erkennbare Basis auszumachen. Die Länge der postero-ventral gerichteten Hämalspinae nimmt innerhalb der Caudalis nach posterior ebenfalls ab. Lediglich im Insertionsbereich des hypochordalen Lobus der Caudalis sind die Elemente breiter, sie zeigen einen länglich-rechteckigen Umriß. Unterhalb des epicaudalen Lobus der Caudalis endet die Wirbelsäule in einem posterioren Appendix, der durch verlängerte dorsale und ventrale Spinae gestützt wird (Abb. 10C).

Schultergürtel und Pectoralis: Vom Schultergürtel ist lediglich ein ventrales Fragment überliefert, an dem die Pectoralis ansitzt (Abb. 7A, B). Ob es sich allein um einen Rest des Scapulocoracoids oder teilweise um einen ventralen Fortsatz (Procoracoid) handelt, wird nicht deutlich. Das Fragment des Schultergürtels ist lateral kräftig aufgewölbt und zeigt im Querschnitt einen rundlich-ovalen Umriß. Der mittlere Abschnitt ist

entlang der sichtbaren Lateralseite V-förmig eingetieft. Die Ausbildung des Fragmentes erinnert an den ventralen Abschnitt des Schultergürtels bei *Orthacanthus senkenbergianus* und zeigt weniger Ähnlichkeit mit den entsprechenden Skelettelementen etwa bei *Xenacanthus* oder *Triodus* (FRITSCH 1895, HEIDTKE 1982).

Die Pectoralis inseriert am ventro-distalen Knick des Scapulocoracoids im Bereich eines kleineren Fortsatzes. Sie ist axial, biserial und wahrscheinlich monobasal gebaut (Abb. 7A-C). Dem basalen Axiale folgen fünf oder sechs weitere Axialia. Die Flossenachse endet distal vermutlich in einem kurzen Terminalfaden, der im Fragment N 717 K jedoch nur angedeutet ist. Dem Axiale sitzen 18 präaxiale Radialia an. Das erste

Abb. 6: Dentalhistologie des *Hagenoselache sippeli*, dargestellt mit Hilfe fluoreszenzmikroskopischer Aufnahmen.

A) Horizontalschnitt einer Lateralspitze: zu sehen sind die umlaufenden Wachstumslinien des Orthodentins sowie die bräunlich erscheinenden, randlichen Zonen anderer Dichte, das sog. Pallialdentin. Schwach erkennbar sind einige senkrecht zur Zahnoberfläche verlaufende Dentintubuli; Bh, t = 10:59 min, 102x

B) Horizontalschnitt einer Median- und Lateralspitze aus dem obersten Wurzelbereich mit deutlichstrukturiertem Orthodentin; Nh, t = 1.66 sec, 51x

C) Vertikalschnitt einer Lateralspitze, Orthodentin; Bh, t = 10:34 min, 51x

D) Der spongiöse Coronaltuberkel aus Trabeculardentin gebildet, Vertikalschnitt; Bh, t = 10:42 min, 51x

E) Zahn im Vertikalschnitt von lateral: Orthodentin von Krone und Wurzel mit Coronaltuberkel als trabeculärem Aufsatz; Bh, t = 9:12 min, 51x

F) Lingualabschnitt einer Wurzel im Vertikalschnitt von lateral mit Sharpey-Faser-ähnlichen Strukturen an der Unterseite (Pfeil); Bh, t = 8:32 min, 51x

Abkürzungen:
B - Blauanregung, Wellenlängenbereich 420-490 nm
h - Lichtquelle: Halogenglühlampe
N - Normallicht
t - Belichtungszeit
x - ..-fache Vergrößerung

fig. 6: Dental histology of *Hagenoselache sippeli*, documented by fluorescence microscopy.

Vascularization system with narrow lumina; structure of crown and base of orthodentine, coronal button of trabecular dentine; dentine tubules more or less parallel with peripheral embranchments, partially zig-zag shaped.

A) Horizontal section of a lateral cusp: The circumpulpously developed growing lines of the orthodentine and a brownish, peripheral zone of probably different density (pallial dentine) are visible. Some dentine tubules can be seen as thin filaments perpendicular to the surface of the cusp; Bh, t = 10:59 min, 102x

B) Horizontal section of a median and a lateral cusp from the uppermost part of the base showing the distinctly structured orthodentine; Nh, t = 1.66 sec, 51x

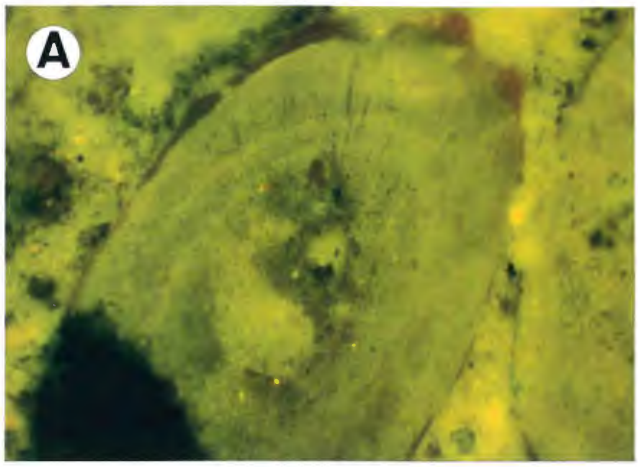
C) Vertical section of a lateral cusp, orthodentine; Bh, t = 10:34 min, 51x

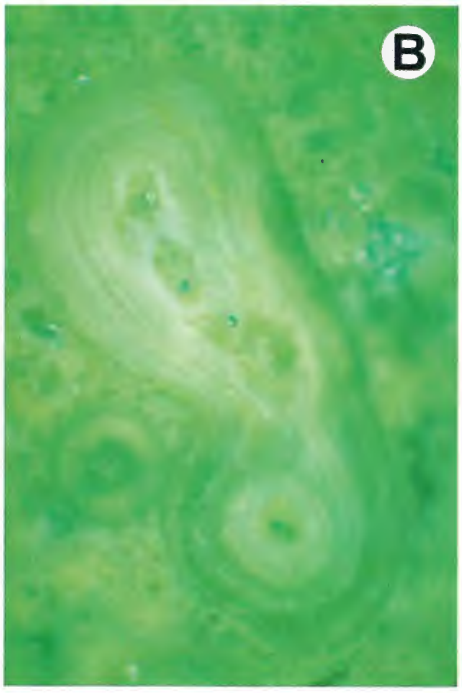
D) The spongy coronal button made of trabecular dentine, vertical section; Bh, t = 10:42 min, 51x

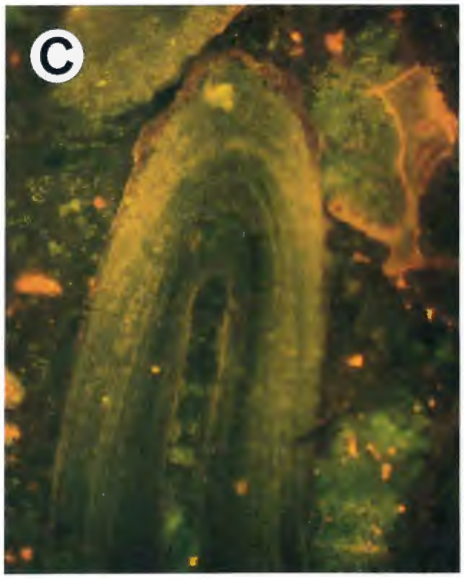
E) Vertical section of a tooth in lateral view: orthodentine of crown and base in contrast to the trabecular dentine of the coronal button; Bh, t = 9:12 min, 51x

F) Vertical section of a lingual tip of a base, also in lateral view, with a texture like Sharpey fibers originating on the bottom side (white arrow); Bh, t = 8:32 min, 51x

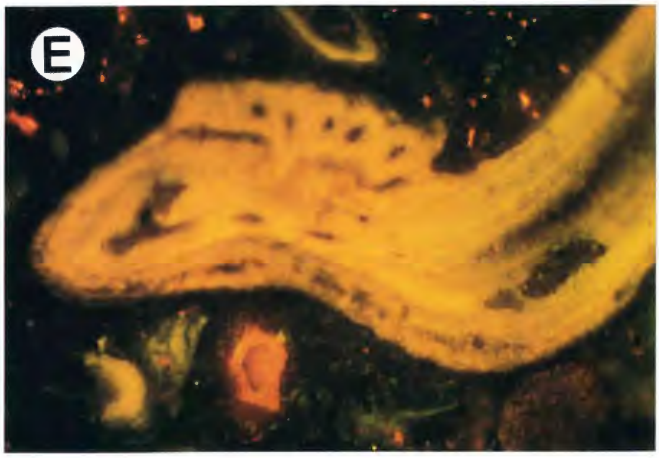
Abbreviations:
B - blue light excitation, range 420-490 nm
h - source of light: halogen lamp
N - standard illumination
t - exposure time
x - magnification


A


B


C

D


E

F

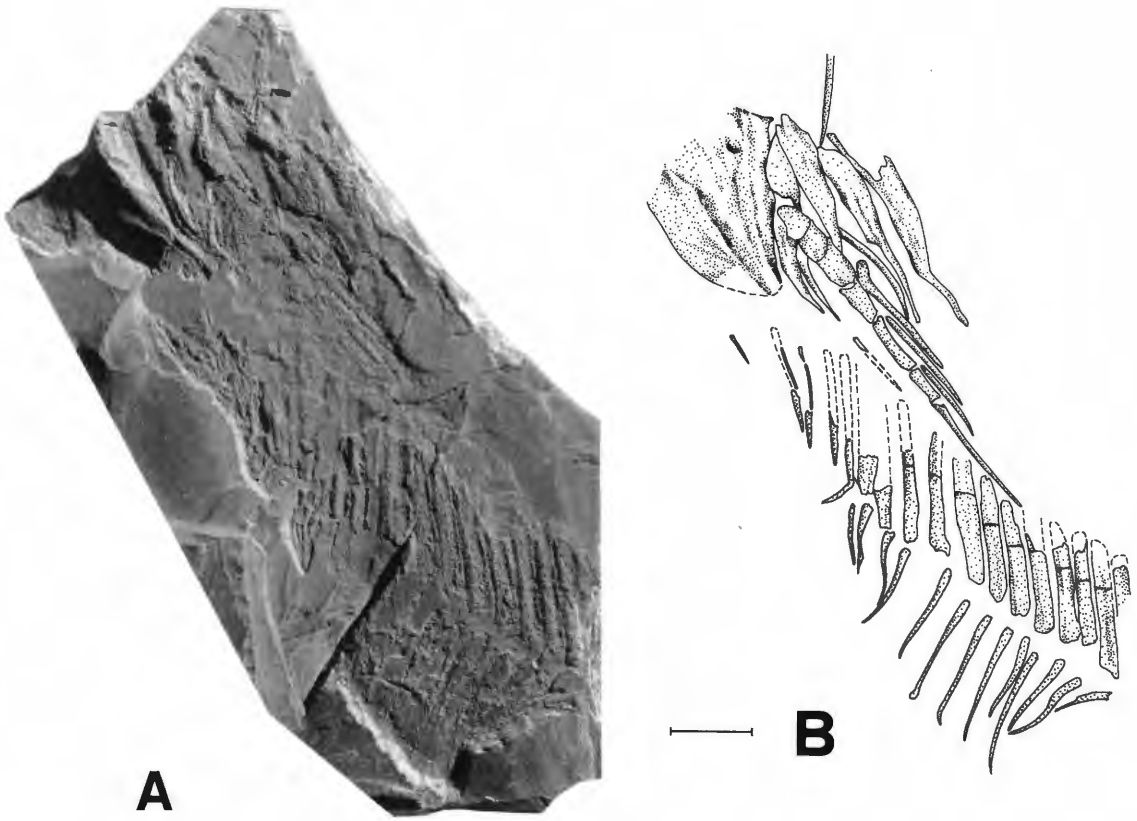
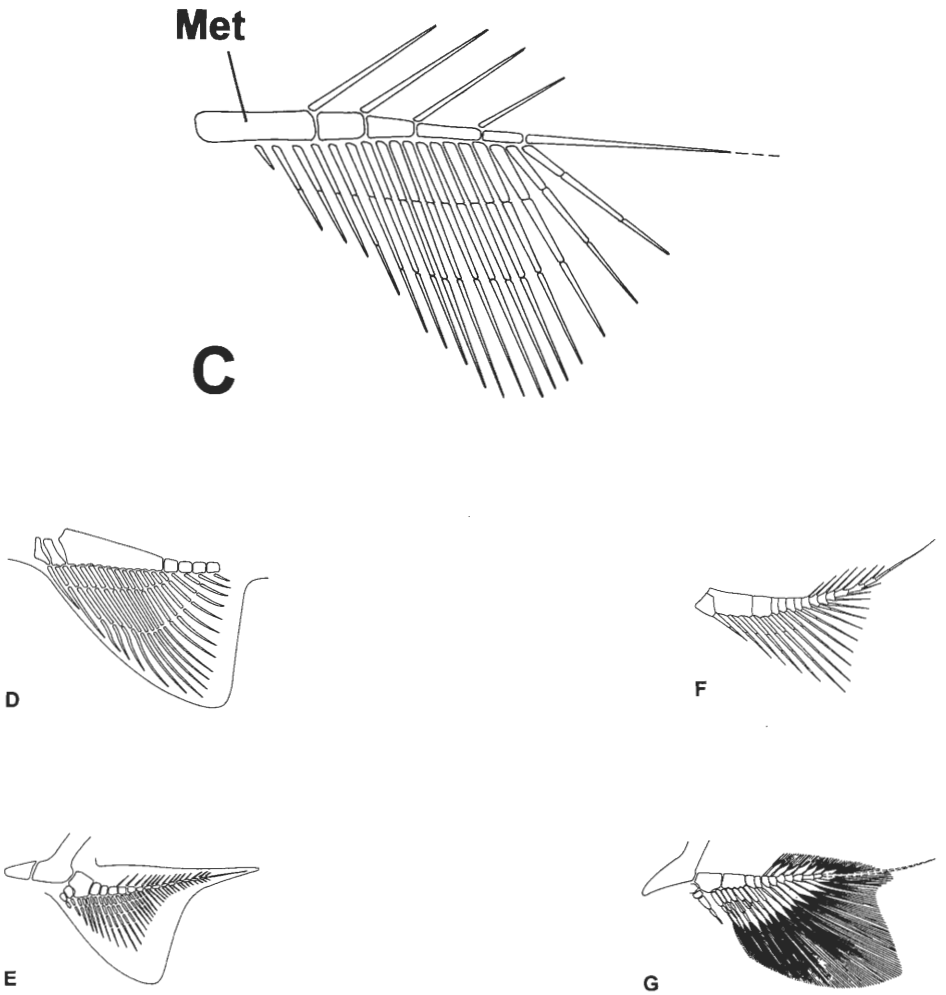


Abb. 7: Schultergürtel und Pectoralis des *Hagenoselache sippeli*.
A) Foto des Schultergürtelfragmentes mit sinistraler Pectoralflosse
B) Zeichnung vom Original
C) Rekonstruktion der Pectoralis des *Hagenoselache sippeli*
Rekonstruktion der Pectoralis des:
D) *Diplodoselache woodi*, nach DICK (1981)
E) *Orthacanthus senkenbergianus*, nach HEIDTKE (1982)
F) *Triodus sessilis*, nach SCHWIND (1991)
G) *Xenacanthus meisenheimensis*, nach SCHWIND (1991)
Maßstab = 2 cm (bezogen auf Abbildungsteil B).
Abkürzung: Met - Metapterygium

fig. 7: Shoulder girdle and pectoral fin of *Hagenoselache sippeli*.
A) Photograph of shoulder girdle fragment and left pectoral fin
B) illustration from the original
C) reconstruction of the pectoral fin of *Hagenoselache sippeli* (most probably a monobasal articulation)
Reconstructions of the pectorals of:
D) *Diplodoselache woodi*, after DICK (1981)
E) *Orthacanthus senkenbergianus*, after HEIDTKE (1982)
F) *Triodus sessilis*, after SCHWIND (1991)
G) *Xenacanthus meisenheimensis*, after SCHWIND (1991)
Scale bar = 2 cm (for illustration B).
Abbreviation: Met - metapterygium



Radiale ist kurz und nicht segmentiert. Die folgenden vier Radialia sind in jeweils zwei Segmente unterteilt; alle folgenden Radialia zeigen eine Segmentierung in je drei Abschnitte. Während die Axialia recht dünn und schmal wirken, erscheinen die basalen Segmente der Radialia breit und kräftig. Inwieweit diese Beobachtung auf den Erhaltungsbedingungen beruht, bleibt unklar. Dennoch bietet sich ein Vergleich mit der Gattung *Triodus* an, bei der männliche Exemplare schmalere Axialia und einen kurzen Terminalfaden in der Pectoralis aufweisen, im Gegensatz zu weiblichen Individuen (s. SCHWIND 1991: 91). Postaxial sind vier ungeteilte Radialia sichtbar, die jeweils im Teilungsbereich zwischen dem ersten bis fünften Axiale inserieren (Abb. 7C). Im Gegensatz hierzu setzen die postaxialen Radialia bei anderen Gattungen (*Xenacanthus*, *Triodus*, *Orthacanthus*) erst am vierten oder fünften Axiale an. Der Umriß der Pectoralis ist bei den Xenacanthiden gewöhnlich mehr oder weniger dreieckig. Der Skelettaufbau der Pectoralis in *Hagenoselache sippeli* deutet mehr einen blattförmigen Umriß an.

Dorsalis: Die Dorsalis ist nur fragmentarisch überliefert (Abb. 8). Einzelne Abschnitte liegen aus den Fragmenten N 717 C, G und H vor. Die Flosse setzt als länglicher Saum wahrscheinlich etwas posterior des Schultergürtels an und verläuft gleichmäßig hoch bleibend bis zur Höhe der Analis. Zwischen Dorsalis und epicaudalem Lobus der Caudalis verbleibt eine flossenfreie Lücke auf einer Distanz von etwa neun Basidorsalia (Abb. 11). Diese Modifikation entspricht der Ausbildung bei der Gattung *Orthacanthus*. Die Flosse wird durch eine Serie von etwa 75 bis 80 Radialia gestützt. Die Radialia sitzen dorsal den Neuralspinae an, vermutlich ist jedem neuralen Fortsatz ein Radiale der Dorsalis zugeordnet. Jedes Radiale ist zweifach geteilt, zerfällt demnach in drei Segmente.

Inwieweit ein Dorsalstachel dem vordersten Abschnitt der Dorsalis ansitzt bleibt unklar, da der Stachel, wie erwähnt, nicht überliefert ist.

Das Fragment N 717 C zeigt wahrscheinlich den anterioren Rand der Dorsalis. Aus dem Überrest ergibt sich kein Hinweis auf einen unmittelbar assozierten Dorsalstachel. Das Fragment N 717 H beinhaltet den leicht disartikulierten posterioren Abschnitt der Dorsalis. Bei der Rekonstruktion der Rückenflosse anhand der vorhandenen Fragmente ergibt sich rein rechnerisch, daß die Flosse von 75 bis 80 Radialia gestützt wurde; dem stehen zum Vergleich 110 bis 125 Radialia der Dorsalis bei *Orthacanthus senkenbergianus* gegenüber.

Pelvicalis: Die Bauchflosse des vorliegenden Exemplares (Abb. 9A-C), ersichtlich aus Fragment N 717 D, gehört zu einem männlichen Individuum. Das Element des Beckengürtels zeigt einen leicht gebogenen, etwa dreieckigen Umriß. Mit dem Element artikulieren vier Radialia und ein längliches, drei Radialia tragendes Basipterygium. Die Achse setzt sich aus vier, möglicherweise fünf weiteren Axialsegmenten und dem langen, etwas einwärts gebogenen Pterygopodium zusammen. An den Axialia inserieren sieben weitere Radialia, wobei das letzte Axialsegment sowie das Pterygopodium nicht mit Radialia versehen sind (Abb. 9C). Alle Radialia sind in drei Segmente geteilt, lediglich das letzte Radiale zeigt keine Teilung. Durch die Einbettung in einer „sandigen Geode" ist die Pelvicalis plastisch erhalten. Danach zeigen die Radialia im basalen Segment einen fast quadratischen -, im mittleren Abschnitt ovalen Querschnitt. Die langen distalen Segmente der Radialia weisen hingegen einen völlig runden Querschnitt auf. Sie sind wesentlich länger als bei männlichen Exemplaren anderer Xenacanthiden (*Triodus*, *Xenacanthus*: Abb. 9F, G).

Die Pterygopodien beider Flossen sind an den medialen Seiten löffelartig eingetieft. Die distale Spitze der Pterygopodien ist lateral auf einer Fläche von etwa einem Quadratzentimeter mit einer Serie sogenannter Sichelhaken dicht besetzt (vergl. hierzu SCHWIND 1991: Taf. 57). An der medio-distalen Seite des Pterygopodiums der rechten Körperseite ist ein einzelner etwa zentimeterlanger hakenförmiger Fortsatz überliefert (z.B. Abb. 9B), den SCHWIND als „separaten, wikingerhelmhornartigen Sichelhaken" bezeichnet. Dieser separate Haken war bisher nur bei männlichen Exemplaren der Gattung *Triodus* bekannt. In der Darstellung von SCHWIND ist dieser krallenförmige Haken bei *Triodus* distal gekrümmt, mit der offenen Biegung nach posterior. *Hagenoselache* hingegen zeigt einen um 180° gedrehten Haken, dessen offene Biegung anterior gerichtet ist. Das dicht besetzte Feld kleiner Haken an der Lateralseite des Pterygopodiums wurde zuvor in männlichen Exemplaren von *Xenacanthus*, *Triodus* (SCHWIND 1991) und *Orthacanthus* (HEIDTKE 1982)

Abb. 8: Dorsalis des *Hagenoselache sippeli*.
A) Foto eines Bruchstückes mit ventralen Elementen der Dorsalia und Neuralia
B) Zeichnung vom Original
C) Foto des Flossensaumes
D) Zeichnung vom Original
Maßstäbe = 2 cm. (für B und D)
Abkürzungen: Bd - Basidorsalia
De - Dermis
Ns - Neuralspinae
Ved - Ventral-Elemente der Dorsalia

fig. 8: Dorsal fin of *Hagenoselache sippeli*.
A) Photograph of a fragment with ventral elements of the dorsals and neurals
B) illustration from the original
C) Photograph of the elongated fin
D) illustration from the original
Scale bars = 2 cm. (for B and D)
Abbreviations: Bd - basidorsals
De - dermal remains
Ns - neural spines
Ved - ventral elements of the dorsals

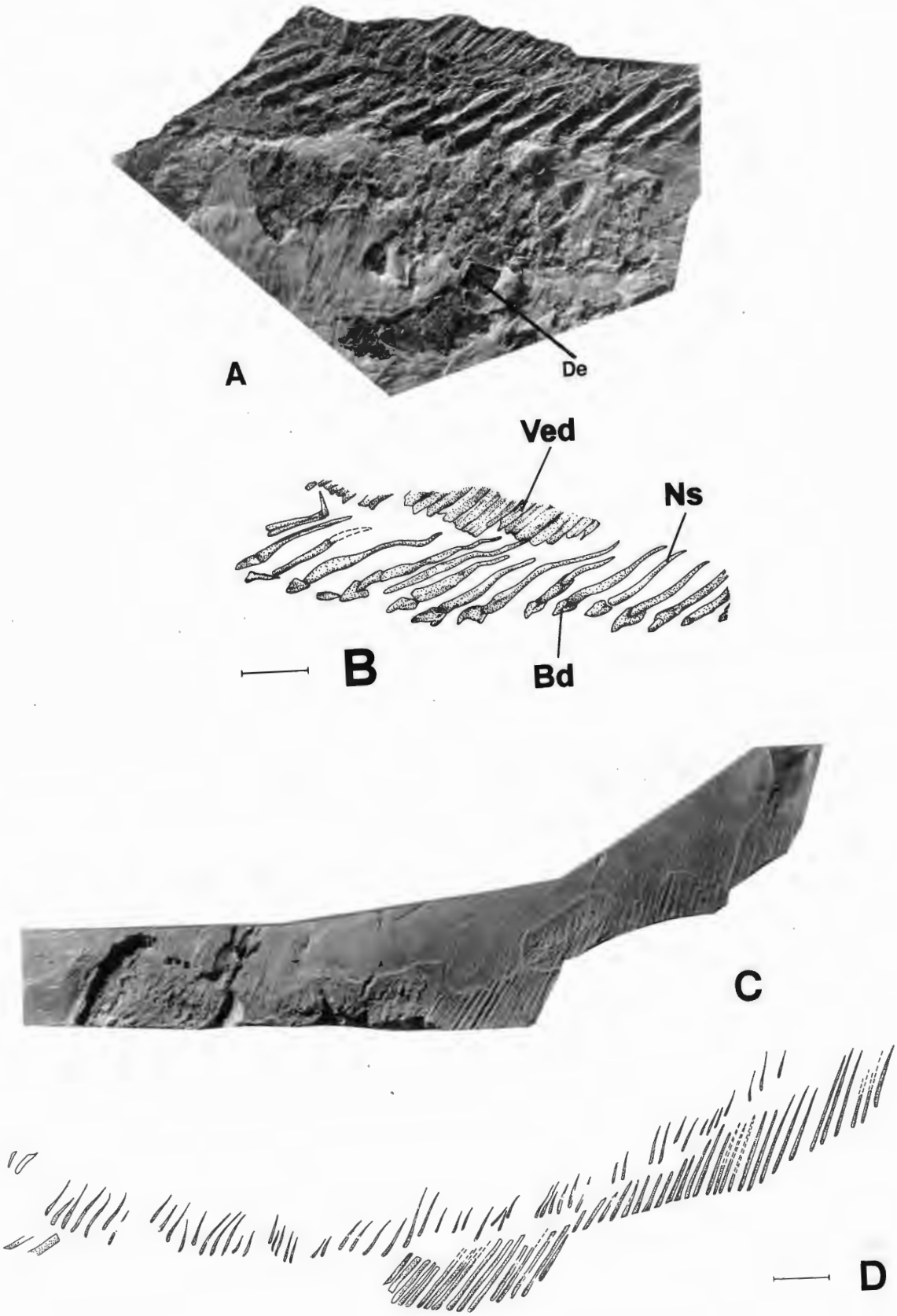
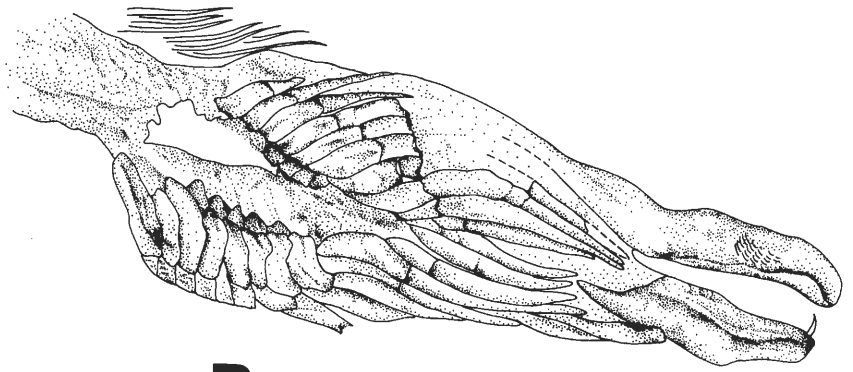
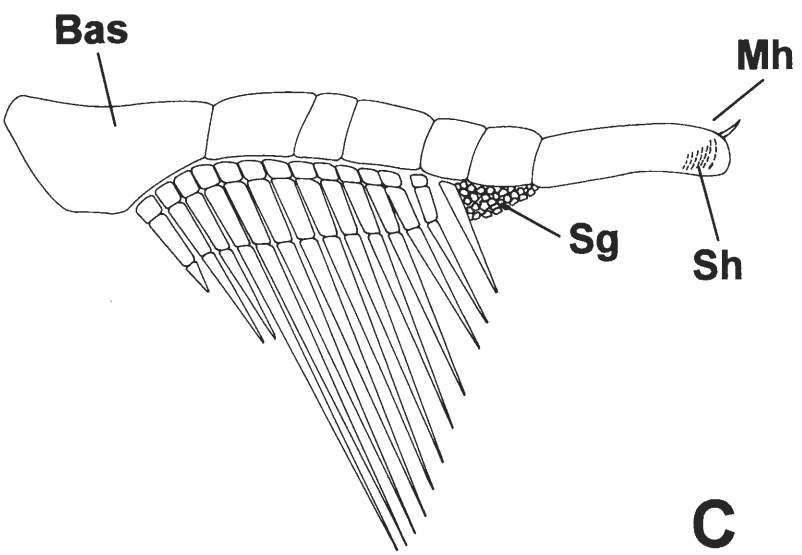

A
De
Ved
Ns
B
Bd
C
D

Abb. 9: Pelvicalis des *Hagenoselache sippeli*.
A) Foto der Pelvicalis von ventral
B) Zeichnung vom Original
C) Rekonstruktion der Pelvicalis von lateral (sinistral)
Rekonstruktion der Pelvicalis des:
D) *Diplodoselache woodi*, nach DICK (1981)
E) *Orthacanthus senkenbergianus*, nach HEIDTKE (1982)
F) *Triodus sessilis*, nach SCHWIND (1991)
G) *Xenacanthus meisenheimensis*, nach SCHWIND (1991)
Maßstab = 2 cm (bezogen auf Abbildungsteil B).
Abkürzungen: Bas - Basipterygium
Mh - Mesialhaken
Sg - separates Schuppengeflecht
Sh - Sichelhaken

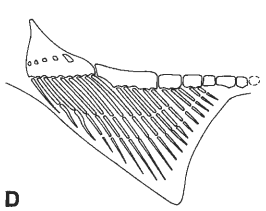
fig. 9: Pelvical fin of *Hagenoselache sippeli*.
A) Photograph of pelvical fin in ventral view
B) illustration from the original
C) reconstruction of pelvical fin from lateral (sinistral)
Reconstructions of the pelvicals of:
D) *Diplodoselache woodi*, after DICK (1981)
E) *Orthacanthus senkenbergianus*, after HEIDTKE (1982)
F) *Triodus sessilis*, after SCHWIND (1991)
G) *Xenacanthus meisenheimensis*, after SCHWIND (1991)
Scale bar = 2 cm (for illustration B).
Abkürzungen: Bas - basipterygium
Mh - mesial hook
Sg - separated web of scales
Sh - crescent-shaped hook



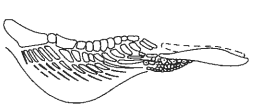
B



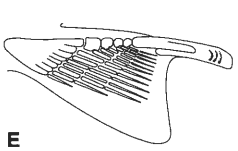
C



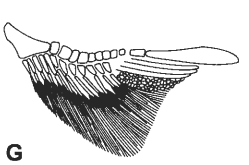
D



F



E



G

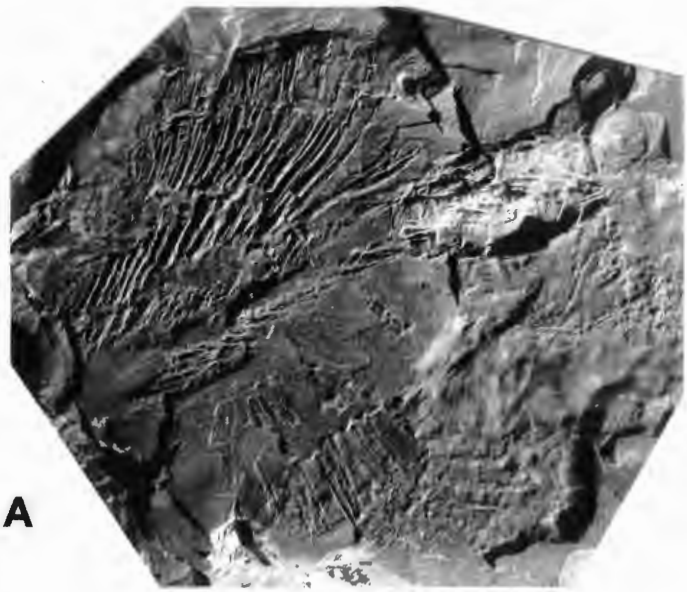
gefunden. Sie sind anscheinend in bogenförmigen Reihen angeordnet, die Anzahl der Bögen ist nicht ersichtlich. Das an der Ventralseite der Pelvicalis männlicher Xenacanthiden wiederholt beobachtete Geflecht separater Schuppen (s. auch SCHWIND 1991) ist beim vorliegenden Stück entlang des distalen, nicht mit einem Radiale versehenen Axialsegment mit einem etwa dreieckigen Umriß vorhanden (Abb. 9C).

Analis: Die Analis (Abb. 10B, C) des *Hagenoselache sippeli* ist im Fragment N 171 E enthalten. Leider sind große Teile der Flosse mit einer dünnen Sedimentschicht überzogen, die sich auf präparatorischem Wege bisher nicht entfernen ließ. So wird nicht deutlich, in welche Anzahl von Ästen die Flosse zerfällt. Erkennbar ist eine Aufteilung in acht basale Segmente der Radialia, jedoch wird nicht ersichtlich, ob diese verschmolzen sind. Offensichtlich ist eine Verschmelzung des zweiten und dritten basalen Segmentes, von anterior gesehen. Alle Radialia zeigen eine einfache Teilung, bestehen demnach aus jeweils zwei Segmenten.

Caudalis: Die Caudalis von *Hagenoselache sippeli* ist modifiziert heterocerk. Nach ihrem strukturellen

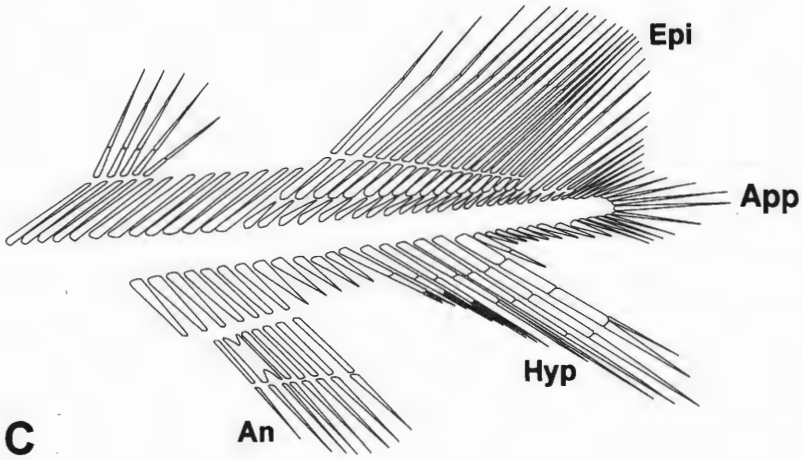
Abb. 10: Anal- und Caudalflossen des *Hagenoselache sippeli*.
A) Foto der Caudalis
B) Zeichnung vom Original + Analis
C) Rekonstruktion
Rekonstruktion von Analis und Caudalis des:
D) *Diplodoselache woodi*, nach DICK (1981)
E) *Orthacanthus senkenbergianus*, nach HEIDTKE (1982)
F) *Triodus sessilis*, nach SCHWIND (1991)
G) *Xenacanthus meisenheimensis*, nach SCHWIND (1991)
Maßstab = 2 cm (bezogen auf Abbildungsteil B).
Abkürzungen: An - Analis
App - posteriorer Appendix des Epicaudallobus
Epi - Epicaudallobus
Hyp - Hypochordallobus

fig. 10: Anal and caudal fin of *Hagenoselache sippeli*.
The main characteristics are: anal fin broad and short with probably single divided radials without fusion-induced reduction; heterocercous caudal fin, significantly separated from the dorsal fin; large epicaudal lobe and posterior positioned appendix (evolutionary beginning of diphycercy?); hypochordal lobe twice the length of the anal fin, supported by long double segmented radials.
A) Photograph of the caudal fin
B) illustration from the original incl. anal fin
C) reconstruction
Reconstructions of anal and caudal fins of:
D) *Diplodoselache woodi*, after DICK (1981)
E) *Orthacanthus senkenbergianus*, after HEIDTKE (1982)
F) *Triodus sessilis*, after SCHWIND (1991)
G) *Xenacanthus meisenheimensis*, after SCHWIND (1991)
Scale bar = 2 cm (for illustration B).
Abkürzungen: An - anal fin
App - posterior appendix of the epicaudal lobe
Epi - epicaudal lobe
Hyp - hypochordal lobe



A

B



C

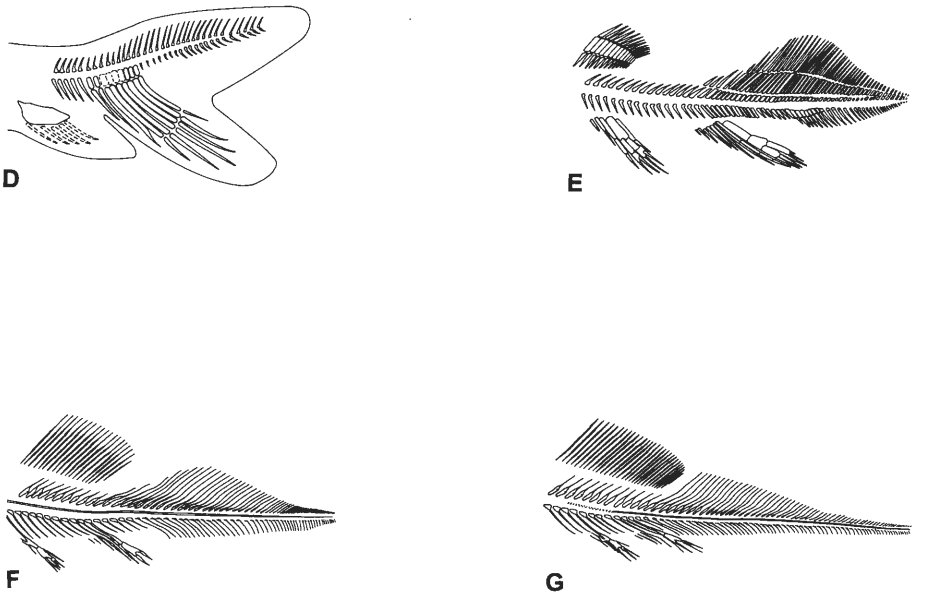


Abb.10: Fortsetzung

Aufbau nimmt sie eine Stellung zwischen *Diplodoselache* (DICK 1981) und *Orthacanthus* (s. HEIDTKE 1982) ein. Der epicaudale Lobus ist deutlich von der Dorsalis abgesetzt. Er setzt sich aus etwa 30 Radialia zusammen, die dorsal kurzen Basidorsalia ansitzen. Jedem Basidorsale ist ein Radiale zugeordnet. Die Radialia sind jeweils in drei Segmente geteilt. Sie sind lang und bilden zusammen einen hoch aufgeschwungenen Flossenlobus. Der posteriore Abschnitt des epicaudalen Lobus ist durch verlängerte Radialia (?Basidorsalia/-ventralia) zu einem Appendix verlängert (Abb. 10C). Eine vergleichbare Modifikation des Innenbaus der Caudalis ist bei anderen Xenacanthiden bisher nicht bekannt geworden. Zwar besitzt auch *Orthacanthus* einen nach posterior lang ausgezogenen Epicaudallobus (Abb. 10E), dieser zeigt jedoch einen wesentlich anders strukturierten Innenbau (HEIDTKE 1982). Der ventrale Abschnitt des epicaudalen Lobus zeigt eine Serie kurzer Basiventralia, denen keine stützenden Radialia zugeordnet sind. Dies deutet auf einen nur sehr schmalen Ventralbereich des Epicaudallobus hin (Abb. 10A-C). Der vorgenannte Appendix wird als frühes Merkmal des Überganges zu einer funktionalen Diphycerkie der Flosse gewertet.

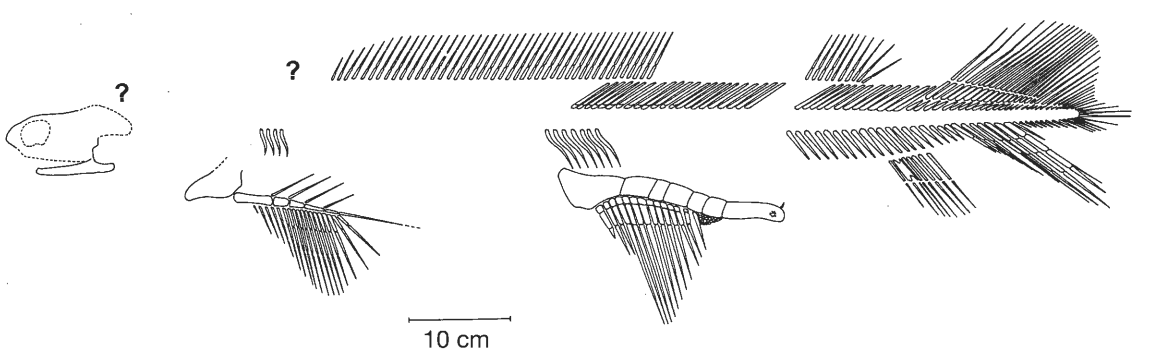


Abb.11: Gesamtrekonstruktion des *Hagenoselache sippeli* aus dem Namurium B des NW Sauerlandes. Die Fragezeichen markieren den möglichen Positionsbereich des hier fehlenden Dorsalstachels.

fig.11: General reconstruction of *Hagenoselache sippeli* from the Namurian B of West-Germany. The questionmarks display the possible positions of the missing dorsal spine.

Der hypochordale Lobus der Caudalis inseriert entlang einer Reihe von acht ventral verbreiterten Basiventralia. Jedem Basiventrale ist ein langes Radiale zugeordnet. Alle Radialia sind in drei Segmente geteilt, hierbei können dem mittleren Segment zwei distale Segmente zugeordnet sein. Wie in der Analis zeigen die Radialia des Hypochordallobus Tendenzen zur parallelen Verschmelzung. Sie ist nach Beurteilung des Fragments N 717 A (Abb. 10A) jedoch nicht oder nur unvollkommen vollzogen, im Gegensatz zu den jüngeren, permischen Xenacanthiden. Zumindest kann vermutet werden, daß die Radialia am lebenden Organismus sehr engstehend waren. Die Radialia des Hypochordallobus sind im Vergleich mit *Orthacanthus* recht lang. Sie erreichen fast die doppelte Länge der Radialia der Analis; es bietet sich eher ein Vergleich mit der Situation bei *Diplodoselache* an (Abb. 10D).

Dermale Bedeckung: Das Fragment N 717 G (Abb. 8A) zeigt schemenhaft mehrere fingernagelgroße „Fetzen" dermaler Bedeckung. Die Oberfläche der Haut besitzt eine mit kleinen Pusteln besetzte, leicht warzige Struktur. Hinweise auf Dermaldentikel fehlen. Auf das separate Schuppengeflecht ventral der basipterygoidalen Achse wurde hingewiesen (s.o.).

3. Diskussion

3.1. Cranialskelett

Neurocranium: Da das Kopfskelett lateral stark zusammengepreßt wurde, ist der Proc. postorbitalis in seiner Ausbildung und Ausdehnung nicht genauer rekonstruierbar. Er bietet jedoch einen möglichen Anhaltspunkt zur Rekonstruktion der Gesamtlänge des Neurocraniums bei *Hagenoselache sippeli*.

Zum Vergleich dienten gut untersuchte Neurocranien anderer Xenacanthiden-Arten einschließlich des *Tamniobatis*, dessen systematische Stellung aufgrund des Fehlens weiteren Fundgutes (bekannt bzw. beschrieben sind bislang nur Neurocranien) noch umstritten ist. SCHAEFFER (1981) diskutiert seine Nähe zu den Xenacanthiden; NELSON (1984) betrachtet *Tamniobatis* (Lower Mississippian von Powell County, Kentucky) als der Ordnung der Xenacanthiden zugehörig.

Gemessen, bzw. rechnerisch ermittelt wurde das Verhältnis (s. Tab. 1) des anterioren Neurocranial-Abschnittes bis zum Proc. postorbitalis (N_{ant}) zur Gesamtlänge des Neurocraniums (N_{ges}).

Species	Abbildung	$N_{ant} : N_{ges}$
Orthacanthus texensis	SCHAEFFER 1981: Fig. 6 als *Xenacanthus* sp.	1 : 1,6
Tamniobatis sp.	ROMER 1964: Fig. 2	1 : 1,7
Triodus sessilis	SCHWIND 1991: Taf.22, Fig. 4, weibl.	1 : 1,8
Orthacanthus buxieri	HEYLER & POPLIN 1989: Fig. 1	1 : 2,0
Xenacanthus humbergensis	SCHWIND 1991: Taf. 59, Fig. 1	1 : 2,5
Orthacanthus commailli	HEYLER & POPLIN 1982: Fig. 3; Pl. II, Fig. 4	1 : 2,9

Tab. 1: Verhältnis des anterioren Neurocranial-Abschnittes bis zum Proc. postorbitalis zur Gesamtlänge des Neurocraniums ($N_{ant} : N_{ges}$) einiger bekannter Xenacanthiden.

tab. 1: Ratio of the anterior part of the neurocranium to the postorbital process in comparison with the entire length of the neurocranium ($N_{ant} : N_{ges}$) in known xenacanthids.

Bei einem Vergleich der sechs oben zum Vergleich herangezogenen Neurocranien fällt weiterhin auf, daß das distale Ende des Proc. postorbitalis bei *Orthacanthus* (vergl. SCHAEFFER 1981, HEYLER & POPLIN 1989) stumpfer gestaltet ist; bei den Xenacanthidae (*Triodus* und *Xenacanthus*) sowie auch bei *Tamniobatis* ist die Endung wesentlich spitzer (ROMER 1964, SCHAEFFER 1981, SCHWIND 1991).

Nach Betrachtung der Tabelle fällt auf, daß die Neurocranial-Proportionen in ihrer Länge recht variabel, insbesondere für die Gattung *Orthacanthus*, sein können. Daher sollte für die Rekonstruktion des *Hagenoselache sippeli* als zusätzliches Kriterium die Größe und Position der Orbita unterstützend hinzugenommen werden.

Jetzt zeigt sich, daß im Verhältnis *Orthacanthus* (in diesem Beispiel: *O. texensis*, Abb. 3, mittelgraue Rasterung) einen recht langen, die Regio oticalis und Regio occipitalis umfassenden Abschnitt besitzt. *Tamniobatis* (dunkelgraue Rasterung) und *Triodus* (hellgrau) sind in ihrer posterioren Länge etwa gleich; bei *Triodus sessilis* ragt anterior die Regio ethmoidalis hervor.

Aufgrund der wenigen zur Verfügung stehenden Daten kann ein dem *Triodus* vergleichbar proportioniertes Neurocranium angenommen werden. Weitere Diskussionen zur Morphologie und Innervierung sind aus Erhaltungsgründen für *Hagenoselache sippeli* nicht möglich.

Palatoquadratum: Aufgrund des nur sehr begrenzten Erhaltungszustandes kann im wesentlichen nur die Morphologie der Pars quadrata diskutiert werden; die Pars palatina ist bei *Hagenoselache sippeli* nicht ausreichend überliefert.

Große Affinität besitzt der Hagener Hai zu *Triodus sessilis* (unteres Rotliegend des Saar-Nahe-Gebietes). Die Pars quadrata besitzt hier ebenso eine posterior gleichmäßige Rundung (SCHWIND 1991: Taf. 23-27, Taf. 45, Fig. 1a), allerdings im Gegensatz zu *Hagenoselache* eine teilweise konkave Einbuchtung ventral des Proc. oticus. Der Proc. oticus ist bei verschiedenen Individuen mehr oder weniger gut entwickelt. Der Proc. quadrati ist bei *Triodus sessilis* recht deutlich, spitz hervorspringend.

Auch mit *Diplodoselache woodi* (Unterkarbon, Viséum von Schottland) hat *Hagenoselache* die ebenfalls gerundete Pars quadrata sowie den wenig stark differenzierten Proc. oticus gemeinsam (DICK 1981: Fig. 2). Der Proc. quadrati des *Diplodoselache* ist im Gegensatz dazu sehr prominent entwickelt.

Größere Unterschiede bestehen zu Vertretern der Gattung *Xenacanthus*. Sowohl in *X. meisenheimensis* (SCHWIND 1991: Taf. 61, Fig. 1, Taf. 62, Fig. 1a) als auch in *X. humbergensis* (SCHWIND 1991: Taf. 58, Fig. 1a, beide unteres Rotliegend/Saar-Nahe-Becken) ist die Pars quadrata längendominierend und deutlich flacher ausgeprägt als bei *Hagenoselache sippeli*. Bei *X. decheni* (oberstes Autunium von Böhmen) ist die Rundung der Pars quadrata relativ gleichmäßig, unterhalb, bzw. anterior des Proc. oticus folgt jedoch eine konkave Linienführung in Richtung Pars palatina (FRITSCH 1895: Taf.101; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 4-6, Taf. 1). Diese Region ist bei *Hagenoselache sippeli* ebenfalls konvex gestaltet. *X. parallelus* (Westfalium D von Böhmen) zeigt eine Pars quadrata mit sowohl dorsaler als auch anterior (unterhalb des Proc. oticus) weisender deutlicher Einbuchtung (FRITSCH 1895: Taf. 92, 93 Fig. 2; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 14, 16).

Keine Gemeinsamkeiten haben die Oberkieferelemente des *Hagenoselache sippeli* mit *Orthacanthus*: *O. senkenbergianus* (unteres Rotliegend des Saar-Nahe-Gebietes) besitzt eine extrem massive, beilartige Pars quadrata, gleichmäßig gerundet mit moderat entwickletem Proc. quadrati; der Proc. oticus ist deutlich anterior gerichtet (HEIDTKE 1982: Abb. 3d, 4). Ähnlich zeigt *O. buxieri* (Unterperm des französischen Zentralmassivs) eine sehr massive, beilförmige Pars quadrata mit deutlich abgesetztem Proc. oticus und ventrad weisendem Proc. quadrati (HEYLER & POPLIN 1989: Fig. 2). Bei *O. texensis* (Unterperm von Texas und Oklahoma) ist die massive Pars quadrata eher quadratisch-kantig entwickelt (HOTTON 1952: Fig. 1, Pl. 58, Fig. 1A, C; SCHAEFFER 1981: Fig. 1). Ein sehr prominenter Proc. quadrati und ein wulstig hervorspringender Proc. oticus sind bei der nordamerikanischen Art verwirklicht.

Mandibulare: Der Unterkiefer ist wegen der doch sehr uniformen Gestaltung wenig diagnostisch. Hinzu kommen unterschiedliche Verdrückungsgrade, die an der Gesamtmorphologie, insbesondere der Höhen- und Längenverhältnisse starken Einfluß nehmen können. Dennoch sollen die wenigen Merkmale kurz diskutiert werden.

Wie *Hagenoselache sippeli* zeigt der „Meckel'sche Knorpel" bei *Triodus sessilis* (SCHWIND 1991: Taf. 24, Fig. 3, 5, Taf. 28) eine relativ gleichmäßige Krümmung, ist hier aber weniger schlank als bei dem Hagener Exemplar. Auch *T. carinatus* (basales Autunium von Böhmen) besitzt ein „normal" gekrümmtes Mandibulare, ist jedoch mit einem prominenten Proc. articularis versehen (FRITSCH 1895: Taf. 97; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 19, 20 als „*Bohemiacanthus*" *carinatus**).

Das Mandibulare des *Diplodoselache woodi* (DICK 1981: Fig. 2) ist wie in *Hagenoselache* ebenfalls als eher schlank zu bezeichnen.

Bei den Genera *Orthacanthus* und *Xenacanthus* ist das Bild etwas uneinheitlich, was den oben genannten Problemen zuzuschreiben ist. So besitzt der Unterkiefer in *X. meisenheimensis* (SCHWIND 1991: Taf. 60, Fig. 2a; Taf. 61, Fig. 1a) einen geringeren Krümmungsrad und zeichnet sich durch eine gleichmäßige anterior gerichtete Verjüngung des Knorpels aus. In *X. decheni* (FRITSCH 1985: Taf. 101; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 4-6, Taf. 1) ist ein stärker entwickelter Proc. articularis auffällig. Bei *X. parallelus* (FRITSCH 1895: Taf. 92, 93, Fig. 2; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 14, 16) ist dieser dorsad aufragend.

O. senkenbergianus (FRITSCH 1889: Fig. 186; HEIDTKE 1982: Abb. 3d, 4) wird ohne anteriore Aufwärtskrümmung rekonstruiert, dabei anterior verjüngend und mit schwacher Gelenkgrube zur Aufnahme des Proc. quadrati dargestellt. Bei *O. texensis* (SCHAEFFER 1981: Fig. 1) ist das Mandibulare besonders im posterioren Abschnitt wesentlich massiver, erreicht hier fast die Ausdehnung der Pars quadrata des Palatoquadratums.

3.2. Bezahnung

Der Übersichtlichkeit halber werden die folgenden Vergleiche stichwortartig aufgeführt.

Diplodoselache woodi DICK 1981 aus dem Viséum der Umgebung von Edinburgh/Schottland (DICK 1981: Fig. 12, 13 a, b; HAMPE in Vorbereitung).

Gemeinsamkeiten: ca. 4 Nährforamina auf der Wurzeloberseite; kein Enameloid.

Unterschiede: Zahnhöhe bis zu 10 mm; Medianspitze stark stumpfartig reduziert; Spitzenquerschnitt meist lanceolat mit Seitenschneiden; nur eine zusätzliche kurze Skulpturleiste; Zahnbasis annähernd rund; höhere Anzahl an Nährforamina auf der Unterseite (bis 12?); Trabeculardentin in Wurzel und Kernbereich der Spitzen.

Vertreter der *Orthacanthus*-Gruppe aus dem Oberkarbon und Unterperm Mitteleuropas und Nordamerikas (z.B. FRITSCH 1889: Taf. 82, 85, 89; HOTTON 1952: Fig. 2-4; HAMPE 1988a: Abb. 1-3; HAMPE 1991: Abb. 1a; Taf. 1-3; HAMPE 1994: Abb. 1-6; SCHNEIDER 1988: Bild 3.1.-3.3.; Taf. I, Fig. 1-5).

Gemeinsamkeiten: Medianforamen vorhanden; Vaskularisationssystem englumig; Orthodentin der Krone; kein Enameloid.

Unterschiede: Zahnhöhen bis über 20 mm; sehr kurze Medianspitze, mit maximal 1/2 Lateralspitzenlänge; lanceolat abgeflachte Spitzen mit crenulierter Schneide ohne Skulpturleisten; Zahnbasis hoch gebaut, meist mit gerundet-rhomboidem Umriß; Coronaltuberkel sattel- oder herzförmig; in der Regel nur 2 bis 4 Nährforamina auf der Wurzeloberseite; Basaltuberkel ohne basale pfannenartige Eintiefung; meist 2-6 Nährforamina auf der Wurzelunterseite; Wurzel aus Trabeculardentin.

---

* Die Abkoppelung von „Bohemiacanthus"-Arten von übrigen Triodus-Arten allein anhand geringfügiger Merkmalsdifferenzen, wie sie die Zähne bieten (Skulpturleistenverzweigungsunterschiede) entbehrt momentan jeder Grundlage, da das Skelettsystem keinerlei nennenswerte Unterschiede zwischen Triodus-Arten aufweist (vergl. SCHWIND 1991).

Vertreter des Genus *Xenacanthus* aus dem Oberkarbon und Unterperm Mitteleuropas (z.B. FRITSCH 1895: Taf. 91, 100, 102; SCHNEIDER 1985: Taf. I; HAMPE 1988b: Abb. 1-4; HAMPE 1991: Abb. 1b; Taf. 4; HAMPE 1994: Abb. 8-11, 13; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 13c-g, 17; Taf. 1, Fig. 1b; Taf. 3, Fig. 1).

Gemeinsamkeiten: Zahnhöhe innerhalb der Spanne der *Xenacanthus*-Arten; Basaltuberkel mit gelenkpfannenartiger Eintiefung; Vaskularisationssystem englumig; Orthodentin der Krone; kein Enameloid.

Unterschiede: Medianspitze mit 1/5 bis 2/3 Lateralspitzenlänge kürzer; Spitzenquerschnitt lanceolat mit glatten Seitenschneiden; Coronaltuberkel regelmäßig flach und rund/oval; Anzahl der Nährforamina sowohl auf Ober- als auch Unterseite der Wurzel meist deutlich höher um 10 bis ca. 20; lateraler Anstellwinkel zwischen Wurzel und Krone nur 90°-120°.

Vertreter des Genus *Plicatodus* aus dem Stephanium B von Böhmen und dem Unterperm des Saar-Nahe-Beckens (HAMPE 1995: Fig. 2-6).

Gemeinsamkeiten: Zahnbasis flach; Basaltuberkel rund und eingetieft; Krone und Wurzel aus Orthodentin bestehend; Dentintubuli weitgehend parallel mit peripheren Aufspaltungen; kein Enameloid.

Unterschiede: Zahnhöhe bis zu 6 mm; Medianspitze kürzer mit 1/4 bis 1/2 Lateralspitzenlänge; teilweise hohe Anzahl geschwungener, an Hybodontier erinnernde Skulpturleisten; Zahnbasis breitoval; deutlich höhere Zahl an Nährforamina mit bis zu ca. 15 auf beiden Seiten; Coronaltuberkel klein und aus Orthodentin bestehend; Basaltuberkel ohne Schaft; lateraler Anstellwinkel zwischen Krone und Wurzel kleiner mit 100° (*P. jordani*) bis 115° (*P. plicatus*); Vaskularisationssystem weitlumig.

Triodus lauterensis HAMPE 1989 aus dem Stephanium C und tiefes Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens/ SW-Deutschland (HAMPE 1989: Abb. 3; HAMPE 1991: Taf. 8, Fig. 4, 5).

Gemeinsamkeiten: Querschnitt der Spitzen ± rund; ca. 3 bis 8 Skulpturleisten je Lateralspitze; Medianspitze mit 1/2 bis 4/5 Lateralspitzenlänge etwa gleich, lediglich der untere Wert ist hier geringer; Basaltuberkel mit pfannenartiger Eintiefung; Coronaltuberkel aus Trabeculardentin mit kleinem Schaft; Krone und Wurzel aus Orthodentin gebildet; kein Enameloid.

Unterschiede: Zahnhöhe 1-2,5 mm; Skulpturleisten lang, teilweise bis nahe der Basis reichend; Anzahl der Nährforamina auf der Wurzeloberseite mit 3 bis 8 und 4 bis 8 auf der Unterseite etwas höher; Anstellwinkel zwischen Wurzel und Krone in Lateralansicht 100-110°; Vaskularisationssystem weitlumig.

Triodus carinatus (FRITSCH 1895) aus dem basalen Perm des Podkrkonoŝe-Beckens und der Boskovice-Furche/Tschechische Republik (FRITSCH 1895: Taf. 97; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 21; Taf. 2 als „*Bohemiacanthus*").

Gemeinsamkeiten: Medianspitze mit 3/4 Lateralspitzenlänge; zwischen 3 und 6 Skulpturleisten je Lateralspitze; Anzahl der Nährforamina auf der Wurzeloberseite ca. 5 bis 6, auf der Unterseite ca. zwischen 2 und 8; Basaltuberkel mit deutlicher Pfanne; Anstellwinkel zwischen Wurzel und Krone 100°-130° (Amplitude hier etwas größer).

Unterschiede: Zähne mit größerer Höhenvariabilität zwischen 1,5 und 4 mm; Skulpturleisten können bis an die Kronenbasis reichen; Coronaltuberkel von ± regelmäßiger, oviform-rhomboider Gestalt; Zahnbasis rhomboid.

Triodus palatinus HAMPE 1989 aus dem unteren Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens (HAMPE 1989: Abb. 4; HAMPE 1991: Abb. 1c; Taf. 6, Fig. 1; Taf. 7, Fig. 2-6; Taf. 8, Fig. 1-3).

Gemeinsamkeiten: Spitzenquerschnitt gerundet; Coronaltuberkel oft mit Schaft; zwischen 3 und 6 Nährforamina auf Wurzeloberseite und -unterseite; Basaltuberkelpfanne vorhanden; Coronaltuberkel aus Trabeculardentin - Krone und Wurzel aus Orthodentin gebildet; kein Enameloid.

Unterschiede: Zahnhöhen mit 1-3 mm etwas geringer; 6 bis 9 Skulpturleisten je Lateralspitze; Medianspitze mit 1/2 bis 3/4 Lateralspitzenlänge kürzer; Wurzel-Krone Anstellwinkel bei 90-120° niedriger; Vaskularisationssystem weitlumig.

Triodus obscurus HAMPE 1989 aus dem unteren Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens (HAMPE 1989: Abb. 5).

Gemeinsamkeiten: Spitzenquerschnitt gerundet; Basaltuberkelpfanne.

Unterschiede: Zahnhöhe lediglich 1-2 mm; Skulpturleisten ausschließlich auf der Labialseite; Medianspitzenhöhe geringer mit 1/2 bis 2/3 Lateralspitzenlänge; Zahnbasis rund bis rhomboid; Anzahl der Nährforamina auf der Wurzeloberseite 2 bis 4 und auf der -unterseite 3 bis 5; lateraler Anstellwinkel zwischen Wurzel und Krone mit 90-120° geringer.

Triodus sessilis JORDAN 1849 aus dem unteren Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens (z.B. SCHNEIDER 1985: Taf. IV, Fig. 9-17; HAMPE 1989: Abb. 1-2).

Gemeinsamkeiten: Spitzenquerschnitt gerundet; Medianspitze >2/3 Lateralspitzenlänge; Medianforamen oft vorhanden; Basaltuberkel mit deutlicher, basaler „Gelenkpfanne"; Coronaltuberkel aus Trabeculardentin - Krone und Wurzel aus Orthodentin gebildet; kein Enameloid.

Unterschiede: Zahnhöhe 1-2 mm; in der Regel 6 Skulpturleisten mit „Y"-Verzweigungs- bzw. Vereinigungsmuster im Apicalbereich; Coronaltuberkel rund bis rhomboid, kräftig; Anzahl an Nährforamina mit bis zu 9 je Wurzelseite etwas höher; lateraler Anstellwinkel konstant bei 90°; Vaskularisationssystem weitlumig.

Triodus kraetschmeri HAMPE 1989 aus dem tieferen Abschnitt des oberen Rotliegend im Saar-Nahe-Becken (HAMPE 1989: Abb. 6; HAMPE 1991: Taf. 5, Fig. 1-4; HAMPE 1993: Fig. 3c, 4e).

Gemeinsamkeiten: Medianspitze mit >3/4 Lateralspitzenlänge; Basaltuberkel mit Pfanne; Zahnbasis im Umriß teilweise längsoval; Coronaltuberkel bestehend aus Trabeculardentin - Krone und Wurzel aus Orthodentin; kein Enameloid.

Unterschiede: Zähne mit 1 mm wesentlich kleiner; 5 bis 6 sich in Apicalnähe vereinigende Skulpturleisten; geringere Anzahl an Nährforamina auf Wurzelober- sowie -unterseite (je 2 bis 4); Anstellwinkel stets um 100°; Vaskularisationssystem weitlumig mit großem, zentralen Hohlraum innerhalb der Wurzel.

Vertreter der *moorei*-Gruppe aus der Obertrias von Süddeutschland, England, USA, Indien und Australien (WOODWARD 1889: Pl. XIV, Fig. 4, 5; SEILACHER 1943: Abb. 47-50; JAIN 1980: Fig. 2; JOHNSON 1980: Text-Fig. 1, 3-5).

Gemeinsamkeiten: Umriß der Spitzen rund; ca. 4 bis 8 Skulpturleisten in der oberen Hälfte der Spitzen; Zahnbasis längsoval dreieckig, linguad verjüngt; etwa 4 bis 7 Nährforamina auf der Wurzelunterseite.

Unterschiede: Zahnhöhen mit 2,5 bis 4 mm etwas größer; Medianspitze in der Regel kürzer (1/2 Lateralspitzenlänge; lang und schlank lediglich bei „*X.*" *indicus* und „*X.*" *parvidens*); Wurzeloberseite mit meist über 10 Foramina; Coronaltuberkel flach, meist oval bis rautenförmig gestaltet; Basaltuberkel kaum bis gar nicht eingetieft; lateraler Anstellwinkel zwischen Krone und Wurzel geringer mit 90° bis 120°.

Anmerkung: Die Histologie der Arten aus dem *moorei*-Kreis ist noch nicht genügend bekannt.

Innerhalb der Bezahnung zeigen sich deutlich die größten Affinitäten zur Gattung *Triodus* und hier besonders mit *T. lauterensis* aus dem Stephanium C und tiefem Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens und *T. carinatus* aus dem basalen Perm des Podkrkonoše-Beckens und der Boskovice-Furche Böhmens. Übereinstimmungen existieren insbesondere in der Länge der Medianspitze, der Anzahl der vertikalen Skulpturleisten auf den Spitzen, der deutlichen Basaltuberkelpfanne. Darüberhinaus hat *Hagenoselache sippeli* noch die

Anzahl der Nährforamina und den lateralen Anstellwinkel zwischen Wurzel und Krone mit *T. carinatus* gemeinsam. Die Dentinstruktur ist mit der Gattung *Triodus* völlig übereinstimmend; ein Enameloid ist wie bei allen bisher untersuchten Xenacanthidenzähnen nicht nachzuweisen. Als wesentliche Unterschiede fallen auf, daß die Zähne des *Hagenoselache sippeli* etwas größer sind und im Vergleich mit *T. carinatus* „isodonter". Darüberhinaus ist das Vaskularisationssystem englumiger als bei *Triodus* und die Skulpturleisten sind auf den oberen Abschnitt der Spitzen beschränkt.

Aus dem frühen Karbon von Zentral-Queensland/Australien bildet TURNER (1993: Fig. 4 u. 5) Zähne ab, die sie als „Xenacanthoid cf. *Diplodoselache woodi*" beschreibt und die in starkem Maße an die des hier neu eingeführten *Hagenoselache* erinnern. Die australischen Zähne sind mit 0,5 bis 3 mm Höhe kleiner als die des *Hagenoselache sippeli*, zeigen aber ebenfalls nur kurze Skulpturleisten im oberen Abschnitt der Spitzen. Ebenso ist die Anzahl der Nährforamina auf beiden Seiten der Wurzel wie bei *Hagenoselache* aus dem Sauerland gleich, auch das Verteilungsmuster auf der Wurzelunterseite scheint weitgehend identisch (vergl. TURNER 1993: Fig. 5B). Der Coronaltuberkel, wenn auch bei TURNER's abgebildeten Zähnen gut ausgeprägt, ist morphologisch variabel gestaltet und mit möglichem Schaft versehen. Die Höhe der Medianspitze ist nicht genau ermittelbar; sie ist bei den australischen Zähnen meist abgebrochen.

Als Unterschiede sind herauszustellen: Die Zahnbasis der Zähne aus Queensland kann sowohl längs- als auch breitoval ausgebildet sein. Die Medianspitze eines Zahnes (TURNER 1993: Fig.5A) zeigt zwei labial weit herunterreichende Skulpturleisten.

3.3. Postcranialskelett

Schultergürtel: Das überlieferte, ventrale Fragment des Schultergürtels zeigt im Querschnitt einen rundlich-ovalen Umriß mit einer V-förmigen Vertiefung auf der Lateralseite. Eine sehr ähnliche Ausbildung wurde bei *Orthacanthus senkenbergianus* (HEIDTKE 1982: Abb. 7) und *Diplodoselache woodi* (DICK 1981: Fig. 6) beobachtet.

Hingegen zeigen andere gut beschriebene Gattungen, wie *Triodus* (*T. sessilis* - JAEKEL 1906: Fig. 1; *T. carinatus* - FRITSCH 1895: Taf. 97), *Xenacanthus* (*X. decheni* - FRITSCH 1895: Taf. 101; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Taf. 1, Fig. 2; *X. parallelus* - FRITSCH 1895: Fig. 196; Taf. 92; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 14; *X. ovalis* - FRITSCH 1895: Fig. 205), flach wirkende Verknöcherungen des Schultergürtels mit randlichem Wulst. Einen schwächer ausgebildeten Wulst entlang der anterioren Kante zeigt *Orthacanthus buxieri* (HEYLER & POPLIN 1989: Fig. 3; POPLIN & HEYLER 1989: Fig. 1, 3). Auch „*Expleuracanthus*" *gaudryi* * besitzt einen von *Triodus* und *Xenacanthus* morphologisch nicht abweichenden Schultergürtel (BRONGNIART & SAUVAGE 1888: Pl. III, IV).

Wirbelsäule und Dorsalis: Der Bau der Wirbelsäule und das Skelett der Dorsalis variieren innerhalb der Xenacanthiden nur geringfügig. *Hagenoselache*, von dem Wirbelsäule und Dorsalis nur fragmentarisch überliefert sind, weicht von diesem Grundschema (ungeteilte Neuralspinae und dreigeteilte Radialia der Dorsalia)

---

* HEYLER führte 1969 (danach durchgehend in der französischen Literatur) die Genusbezeichnung „*Expleuracanthus*" anstelle des Namens *Pleuracanthus* ein und bezog sich dabei auf das von AGASSIZ 1837 beschriebene erste *Pleuracanthus*-Material.

AGASSIZ (1837) stellte die Gattung *Pleuracanthus* mit der Typus-Art *Pleuracanthus laevissimus* anhand eines Nackenstachels aus den oberkarbonischen Coal Measures Englands auf. Diesen Fund bezog er auf einen Rochen, während er die von ihm *Diplodus* genannten Einzelzähne, ebenfalls aus England, Haien zuschrieb. Spätere Funde bestätigten jedoch eine Zusammengehörigkeit der einzelnen Fragmente zu der Gruppe der Xenacanthiden (BEYRICH 1848, JORDAN 1849, KNER 1867, DAVIS 1880, 1892). Einige Arten der ehemals sehr weit gefaßten Gattung „*Pleuracanthus*" sind heute dem *Xenacanthus* zuzuordnen, andere dem *Triodus*.

Bislang ist das englische Xenacanthiden-Material nicht wieder untersucht und revidiert worden (HAMPE in Vorbereitung). „*Pleuracanthus*" *laevissimus* ist nach dem momentanen Wissensstand anhand der in den frühen Arbeiten abgebildeten Zähnen weder der Gattung *Xenacanthus* noch der Gattung *Triodus* eindeutig zuordbar. Auch aus diesem Grund ist es höchst kritisch, dieses Material, welches HEYLER (mdl. Mitt.) selbst nicht studiert hat, als Typus für einen neuen Namen einzusetzen. Leider taucht die Übernahme der ungerechtfertigten Emendation „*Expleuracanthus*" [ICZN: Art. 33 (b) (iii)] seit kurzem auch im nicht-französischen Sprachkreis auf (s. ZIDEK 1988, ZAJÍC 1989).

nicht ab. Hinsichtlich der Lage des dorsalen Umrisses des postcranialen Körpers sind die Rekonstruktionen von „*Expleuracanthus*" nach BRONGNIART & SAUVAGE (1888: Fig. 2, 3), später übernommen durch POPLIN & HEYLER (1989: Fig. 6) unrichtig. Bei allen anderen Xenacanthiden, fossil eindeutig belegt, liegt die Rückenlinie zwischen den ungeteilten Neuralspinae und den dreigeteilten Radialia der Dorsalis. Würde diese Linie in „*E.*" *gaudryi* entsprechend korrigiert, resultiert anschließend eine Dorsalmorphologie die dem Genus *Xenacanthus* entspricht.

Die exakte Anzahl der Wirbelfortsätze und der Radialia läßt sich bei *Hagenoselache* in Anbetracht der unvollständigen Erhaltung nicht ermitteln.

Pectoralis: Der axiale, biseriale Bau der Brustflosse ist für einen Xenacanthiden typisch. Ungewöhnlich hingegen ist die wahrscheinlich monobasale Ausbildung. *Diplodoselache* (DICK 1981: Fig. 3b, 7) und *Orthacanthus* (*O. senkenbergianus* - HEIDTKE 1982: Abb. 8, 9; KLAUSEWITZ 1986: Fig. 4; KLAUSEWITZ 1987: Bild 9) zeigen tribasale, *Triodus* (*T. sessilis* - SCHWIND 1991: Taf. 35, 36, 43, 46, Fig. 1c-e; *T. palatinus* - SCHWIND 1991: Taf. 49, Fig. 2; *T. carinatus* - FRITSCH 1895: Taf. 97; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 19) und *Xenacanthus* (*X. meisenheimensis* - SCHWIND 1991: Taf. 66, 67, Fig. 2, Taf. 69, Fig. 1; *X. decheni* - SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 1, 7, 13b; *X. parallelus* - SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 14) eine bibasale Modifikation. Schlanken und zarten Segmenten des Axialskeletts bei *Hagenoselache* stehen kräftige, breite Basalelemente der Radialia gegenüber, eine Konstellation, die SCHWIND (1991) auch in der Pectoralis männlicher Individuen von *Triodus* beobachtet hat. Der anhand des Skelettbaus der Pectoralis rekonstruierte etwa blattförmige Umriß der Flosse kommt der Ausbildung in *Orthacanthus* nahe, die anderen Xenacanthiden zeigen einen dreieckigen Flossenumriß (vergl. Abb. 7C-G). „*Expleuracanthus*" *gaudryi* wurde sowohl durch BRONGNIART & SAUVAGE (1888: Fig. 9) als auch in der modernen Umsetzung durch POPLIN & HEYLER (1989: Fig. 6) mit einem blattförmigen Umriß dieser Flosse rekonstruiert.

Pelvicalis: Das Element des Beckens entspricht in Größe und Umriß den Elementen der bekannten Xenacanthiden. Die Teilung der basipterygoidalen Achse in vier, möglicherweise fünf Segmente ist der Ausbildung bei *Orthacanthus senkenbergianus* (HEIDTKE 1982: Abb. 10, 12; KLAUSEWITZ 1986: Fig. 6; KLAUSEWITZ 1987: Bild 10) mit vier Segmenten recht ähnlich.

Xenacanthus (*X. meisenheimensis* - SCHWIND 1991: Taf. 66, 70; *X. decheni* - FRITSCH 1895: Fig. 221, 222; Taf. 101; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 9, 11; *X. parallelus* - FRITSCH 1895: Fig. 199, 200; Taf. 92, Fig. 1; Taf. 93, Fig. 6; *X. oelbergensis* - FRITSCH 1895: Fig. 208, 209; Taf. 95, Fig. 3; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 24) und *Triodus* (*T. sessilis* - JAEKEL 1906: Fig. 1; SCHWIND 1991: Taf. 37-39, 43, 46, Fig. 1g, 2; *T. carinatus* - FRITSCH 1895: Taf. 97) zeigen bei männlichen Individuen hingegen eine Teilung in etwa zehn Segmente (explizit für „*E.*" *gaudryi* - BRONGNIART & SAUVAGE 1888: Fig. 12, 13, Pl. II, V; POPLIN & HEYLER 1989: Fig. 6), bei *Diplodoselache* (DICK 1981: Fig. 8, 9) liegen mindestens acht Segmente vor. Die Radialia der Pelvicalis sind bei *Hagenoselache* auffallend lang (Abb. 9C), sie deuten eine großflächige Flossenmembran an. Bemerkenswert ist die Länge der distalen Segmente der Radialia. Die distale Spitze des Pterygopodiums ist lateral mit Reihen kleiner Sichelhaken besetzt. Eine vergleichbare Modifikation wurde in *O. senkenbergianus* (HEIDTKE 1982: Abb. 12), *T. sessilis* (SCHWIND 1991: Taf. 46, Fig. 1g) und *X. meisenheimensis* (SCHWIND 1991: Taf. 70) beobachtet. Auffallend große Elemente (Kammplatten) beschreiben HOOK & HANSEN (1985) von der Lokalität Linton/Ohio aus dem mittleren Pennsylvanium unter der Bezeichnung *Euctenius* sp., von der bisher als einziger xenacanthider Hai nur *Orthacanthus compressus*, vorwiegend durch isolierte Zähne dokumentiert, bekannt ist. Sein Aufbau der pterygoidalen Achse mit mehr als zehn Segmenten entspricht allerdings dem eines *Xenacanthus* oder *Triodus*.

Gut erhalten ist bei *Hagenoselache* der separate große Haken an der Medianseite des Pterygopodiums. SCHWIND (1991: Taf. 57, Fig. 2a, b) fand diesen Haken bereits bei *Triodus* und nannte ihn „separaten, wikingerhelmhornartigen Sichelhaken". Diese komplizierte Benennung ist unrichtig, da Wikinger an ihren Helmen niemals Hörner trugen (KENDRICK 1930: 35). Der Begriff „Sichelhaken" würde auf ein Element mit sehr flachem Querschnitt hindeuten, tatsächlich ist er rund. Nach unserer Ansicht sollte die Umschreibung deskriptiv durch „mesialer Haken des Pterygopodiums" substituiert werden. Im Rahmen der derzeit laufenden Neubeschreibung des *Orthacanthus senkenbergianus* (HEIDTKE in Vorbereitung) wurde dieser Haken auch am Pterygopodium männlicher Individuen dieser Art entdeckt.

Das separate Schuppengeflecht des *Hagenoselache* distal der Radialia ist dem des *Triodus sessilis* (SCHWIND 1991: Taf. 46, Fig. 1g, Taf. 57, Fig. 2b) und *Xenacanthus meisenheimensis* (SCHWIND 1991: Taf.

70) sehr ähnlich. Ebenso ist es in *O. senkenbergianus* (HEIDTKE in Vorbereitung) und in *Euctenius* sp. (= *O. compressus*?) realisiert.

Analis: Die Teilung des Analskeletts in vermutlich acht Radialia, die wiederum in je zwei Segmente zerfallen, entspricht in dieser Modifikation keinem bislang bekannten Xenacanthiden. Tendenzen zur parallelen Verschmelzung der Segmente sind bei *Hagenoselache* angedeutet, jedoch aufgrund von Sedimentbedekkungen nicht zweifelsfrei verifizierbar. Bei anderen gut beschriebenen Xenacanthiden (*Orthacanthus*, *Xenacanthus*, *Triodus*) ist die Anzahl der Radialia wesentlich geringer, sie überschreitet fünf zu trennende Elemente nicht (u.a. FRITSCH 1895, HEIDTKE 1982, SCHWIND 1991, SCHNEIDER & ZAJÍC 1994). Gleichzeitig ist die Reduktion der Radialia durch Parallelverschmelzung bei allen anderen Xenacanthiden weiter fortgeschritten. Eine Ausnahme bildet *Diplodoselache* (DICK 1981: Fig. 4). Das bisher vorliegende Material dieser Gattung wurde ergänzend untersucht. Danach scheinen die basalen Segmente der Analis zu einem Element verschmolzen, der ungünstige Erhaltungszustand läßt hier keine eindeutige Aussage zu.

Das Skelett der Analis in „*Expleuracanthus*" *gaudryi* ist dem in *Xenacanthus* sehr ähnlich; auffallend ist der im französischen Exemplar hervorragend erhaltene Hautschatten mit fast vollständig rundem Umriß der Flosse (BRONGNIART & SAUVAGE 1888: Fig. 5, Pl. II, V; POPLIN & HEYLER 1989: Fig. 6).

Caudalis: *Hagenoselache* zeigt eine Schwanzflosse, die deutlich von der Dorsalis abgesetzt ist, ein Merkmal, das sich auch in *Diplodoselache* (DICK 1981: Fig. 4, 15) und in *Orthacanthus senkenbergianus* (HEIDTKE 1982: Abb. 2, 13; KLAUSEWITZ 1986: Fig. 7; KLAUSEWITZ 1987: Bild 12) wiederspiegelt. Der hoch aufgeschwungene Epicaudallobus erinnert in etwa an *O. senkenbergianus*, während der große langgestreckte Hypochordallobus weitgehend der Ausbildung bei *Diplodoselache* entspricht. In beiden Gattungen ist eine Parallelverschmelzung der Radialia nicht vollzogen. So deutet der gesamte Flossenumriß auf eine Stellung zwischen dem unterkarbonischen *D. woodi* und dem unterpermischen *O. senkenbergianus* hin.

Das Skelett der Caudalis zeigt in *Hagenoselache* einen modifiziert heterocerken Aufbau. Der posterior vorhandene Appendix wird als frühes Merkmal einer beginnenden funktionellen Diphycerkie interpretiert, die ihre deutlichste Ausprägung bei *Xenacanthus* (*X. meisenheimensis* - SCHWIND 1991: Taf. 63, Fig. 1b; Taf. 64-66; *X. decheni* - FRITSCH 1895: Taf. 101; *X. parallelus* - FRITSCH 1895: Taf. 92, Fig. 1, 2; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 14, 15) und *Triodus* (*T. sessilis* - SCHWIND 1991: Taf. 41, 42, Fig. 1b, 3b; Taf. 43; *T. obscurus* - SCHWIND 1991: Taf. 48, Fig. 1f; *T. carinatus* - FRITSCH 1895: Taf. 97; SCHNEIDER & ZAJÍC 1994: Abb. 19) findet.

Die Struktur der Caudalis spiegelt zwischen den verschiedenen Genera einige Entwicklungslinien wider. So zeigt die Größenabnahme des Hypochordallobus eine gleichförmige Entwicklungsreihe *Diplodoselache* - *Hagenoselache* - *Orthacanthus* - *Xenacanthus* (+ *Triodus* + „*Expleuracanthus*"). Der Epicaudallobus des *Orthacanthus* (Proportionsänderungen in Richtung Längenzunahme und vertikale Vergrößerung durch Radialia) ist hingegen einerseits direkt aus *Diplodoselache* ableitbar, während *Hagenoselache* mit der Ausbildung eines Appendix in Richtung funktioneller Diphycerkie der Xenacanthidae (*Xenacanthus*, *Triodus*) einen zweiten Weg beschreibt.

Aufgrund seiner Merkmalsverteilung im Postcranialskelett ist *Hagenoselache* deutlich von allen anderen Xenacanthiden verschieden, was sich insbesondere in der ungewöhnlichen monobasalen Ausbildung der Pectoralis oder in der Teilung des Analskeletts in ca. acht Radialia, die wiederum in je zwei Segmente zerfallen, äußert. Auch ist die Anzahl der Radialia durch Parallelverschmelzung bei allen anderen Xenacanthiden, mit Ausnahme des *Diplodoselache* (er scheint proximal ein singuläres Element besessen zu haben), reduziert worden. Der posterior (caudal) endständige, leicht fächerförmige Appendix wirkt wie ein Vorstadium einer Entwicklung zur funktionellen Diphycerkie.

Es existieren jedoch einige morphologische Parallelen zu *Orthacanthus senkenbergianus*, wie die sehr ähnliche Ausbildung des Scapulocoracoids oder auch die Teilung der basipterygoidalen Achse der Pelvisflosse in nur vier oder fünf Segmente. Auch der hoch aufgeschwungene Epicaudallobus der Caudalflosse erinnert in etwa an den des *O. senkenbergianus*.

Affinitäten zum stratigraphisch älteren *Diplodoselache* spiegeln sich ebenso in der Morphologie des Schultergürtelfragmentes sowie in dem relativ großen, langgestreckten Hypochordallobus wieder.

Xenacanthiden-typisch für *Hagenoselache* sind der axiale Bau der Brustflosse (biseriales Archipterygium), ebenso wie die Morphologie der Dorsalis mit ungeteilten Neuralspinae und dreigeteilten Radialia sowie der Proportionen und des Umrisses der Pelvicalis.

Der rekonstruierte Flossenumriß der Caudalis suggeriert deutlich seine Position zwischen dem unterkarbonischen *D. woodi* und dem unterpermischen *O. senkenbergianus* .

4. Zur Phylogenie des *Hagenoselache*

Mit dem Fund des *Hagenoselache sippeli* erweitern sich die Kenntnisse der Xenacanthiden maßgeblich. Dieser stellt nach einer cladistischen Analyse ein Bindeglied zwischen dem noch sehr urtümlich gebauten *Diplodoselache* und den modernen, seit dem Westfalium bekannten und geographisch weit verbreiteten Vertretern der Gattungen *Orthacanthus*, *Xenacanthus*, *Triodus* und dem seit jüngstem bekannten *Plicatodus* (HAMPE 1995) dar.

Für den methodisch angewendeten Außengruppen-Vergleich wird die basale Gruppe der Euselachier, die Ctenacanthoidea gewählt. Aufgrund ihrer Eigenschaften (vergl. MOY-THOMAS 1936, ZANGERL 1981, CARROLL 1993) könnten sie vermutlich mit den Xenacanthiden eine gemeinsame bislang noch unbekannte Stammart besessen haben.

Das Cladogramm stützt sich auf die Aus- und Bewertung von insgesamt 25 Merkmalen, wobei die Merkmale [1] bis [11] Zahncharakteristika umfassen, die Merkmale [12] bis [15] beschreiben die Zahnhistologie, [16] und [17] sind den Dorsalstachel betreffende Merkmale und [18] bis [25] sind postcraniale Charakteristika:

[1] Zähne tricuspid mit deutlich separierten Spitzen; plesiomorph: Zähne oft multicuspid, Krone proximal verschmolzen, z.B. in ctenacanthoiden Haien

[2] Medianspitze stets kürzer als Lateralspitzen; plesiomorph: Medianspitze länger (cladodonter Bauplan), praktisch in allen Ctenacanthoidea

[3] Zahnspitzen lanceolat mit lateralen Schneidkanten; plesiomorph: Zahnspitzen ohne Schneiden, in ctenacanthoiden Haien

[4] Schneiden crenuliert; plesiomorph: Schneiden glatt, Merkmalsausprägung nicht in Ctenacanthoidea

[5] Zahnspitzen mit vertikalen, wellenartig geschwungenen Skulpturleisten (hybodontides Muster); plesiomorph: Skulpturleisten gerade verlaufend oder fehlend, z.B. in Ctenacanthoidea

[6] Zahnbasis ohne labial positionierte Nährforamina; plesiomorph: labiale Foramina vorhanden, in vielen Ctenacanthoidea

[7] Anzahl der Nährforamia auf der Wurzelober- oder Unterseite in der Regel < 8; plesiomorph: Anzahl der Nährforamina > 8 je Seite, ctenacanthoide Haie

[8] Wurzeloberseite mit deutlich entwickeltem Coronaltuberkel; plesiomorph: kein deutlich abzugrenzender Coronaltuberkel, fast alle Ctenacanthoidea

[9] Wurzelunterseite mit prominent entwickeltem Basaltuberkel; plesiomorph: kein Basaltuberkel, lediglich labiale halbmondartige Aufwölbung, alle Ctenacanthoidea

[10] Basaltuberkel mit gelenkpfannenartiger Eintiefung; plesiomorph: kein Basaltuberkel, halbmondartige Aufwölbung am labialen Rand, alle Ctenacanthoidea

[11] Basaltuberkel hervorspringend und gerundet oder zungenförmig; plesiomorph: kein Basaltuberkel, Ctenacanthoidea

[12] Enameloid der Bezahnung fehlend; plesiomorph: Enameloid-artige periphere Schicht oft ausgebildet, in ctenacanthoiden Genera

[13] Zahnkrone (Spitzen) aus Orthodentin bestehend; plesiomorph: Spitzen aus Trabeculardentin bestehend, alle Ctenacanthoidea

[14] Zahnbasis (Wurzel) aus Orthodentin bestehend; plesiomorph: Wurzel besteht aus Trabeculardentin, alle Ctenacanthoidea

[15] Coronaltuberkel aus Orthodentin bestehend; plesiomorph: Coronaltuberkel aus Trabeculardentin bestehend, alle Ctenacanthoidea

[16] Dorsalstachel artikuliert mit dem Neurocranium; plesiomorph: kein „Cranialstachel" ausgebildet, alle Ctenacanthoidea

[17] Dorsalstachel dorso-ventral abgeflacht und mit lateral angeordneten Dentikelreihen; plesiomorph: runder Querschnitt und mit Dentikel-Doppelreihe auf der posterioren Fläche, z.B. viele Ctenacanthoidea

[18] Metapterygoidalachse der Pectoralis mit postaxialen Strahlen; plesiomorph: Metapterygoidalachse ohne postaxiale Strahlen, alle ctenacanthoiden Elasmobranchier

[19] Pectoralis-Artikulation monobasal, Propterygium und Mesopterygium verloren; plesiomorph: bi- oder tribasal, vermutlich alle Ctenacanthoidea

[20] Teilung der basipterygoidalen Achse der Pelvicalis in 5 oder weniger Segmente; plesiomorph: basipterygoidale Achse mit deutlich mehr als 5 Segmenten, bei ctenacanthoiden Haien unklar

[21] Ungeteilte, verlängerte Dorsalis; plesiomorph: zwei segelartig gestaltete dorsale Flossen, alle Ctenacanthoidea

[22] Caudalis mit heterocerkem Winkel < 10°, kombiniert mit vergrößertem Epicaudallobus (= funktionelle Diphycerkie); plesiomorph: Caudalis mit höherem heterocerken Winkel, dabei verkürzter Epicaudallobus, alle bekannten Ctenacanthoidea

[23] Hypochordallobus mit einer Flossenhauptachse ausgebildet; plesiomorph: im Hypochordallobus gibt es keine Flossenhauptachse, alle Ctenacanthoidea

[24] Analis und Hypochordallobus besitzen innerhalb eines Genus den gleichen Grundbauplan; plesiomorph: Bauplan von Analis und Hypochordallobus verschieden, z.B. Ctenacanthoidea

[25] Teilung des Analskeletts in acht Radialia; plesiomorph: Aufteilung in 5 oder weniger Segmente, Ctenacanthoidea

Characters:

[1] Teeth tricuspid with distinctly separated cusps; plesiomorphous: teeth often multicuspid, cusps proximally fused, e.g. in ctenacanthoid sharks

[2] Median cusp always shorter than laterals; plesiomorphous: median cusp longer (cladodont design), in practically all Ctenacanthoidea

[3] Cusps of lanceolate cross-section having lateral cutting edges; plesiomorphous: cusps without cutting edges, in ctenacanthoid sharks

[4] Cutting edges serrated; plesiomorphous: edges smooth, character not expressed in Ctenacanthoidea

[5] Cusps with vertically oriented wavy cristae (hybodont pattern); plesiomorphous: cristae straight or lacking, e.g. in Ctenacanthoidea

[6] No nutrient foramina on the labial side of the base; plesiomorphous: labially positioned nutrient foramina existent, in many Ctenacanthoidea

[7] Number of nutrient foramina regularly less than 8 per side of base; plesiomorphous: number of nutrient foramina greater than 8, ctenacanthoid sharks

[8] Upperside of base with well defined coronal button: plesiomorphous: no distinctly developed coronal button, almost all Ctenacanthoidea

[9] Bottom side of base with prominent basal tubercle; plesiomorphous: no basal tubercle, only half-moon shaped labial margin, all Ctenacanthoidea

[10] Basal tubercle with concave depression; plesiomorphous: no basal tubercle, half-moon shaped labial margin, all Ctenacanthoidea

[11] Basal tubercle prominent and rounded or tongue-shaped; plesiomorphous: no basal tubercle, Ctenacanthoidea

[12] Absence of enameloid in teeth; plesiomorphous: peripheral layer of enameloid often developed, in ctenacanthoid genera

[13] Crown of teeth (cusps) consists of orthodentine; plesiomorphous: crown consists of trabecular dentine, all Ctenacanthoidea

[14] Base of teeth consists of orthodentine; plesiomorphous: base consists of trabecular dentine, all Ctenacanthoidea

[15] Coronal button consists of orthodentine; plesiomorphous: coronal button consists of trabecular dentine, all Ctenacanthoidea

[16] Dorsal spine articulates with the neurocranium; plesiomorphous: no„cranial" spine developed, all Ctenacanthoidea

[17] Dorsal spine dorso-ventrally compressed having laterally arranged denticles; plesiomorphous: rounded cross-section and with two rows of denticles on the posterior surface, e.g. many Ctenacanthoidea

[18] Metapterygoidal axis of the pectoral fin with postaxial radials; plesiomorphous: metapterygoidal axis without

postaxial radials, all ctenacanthoid elasmobranchs

[19] Monobasal articulation of pectoral fin (loss of propterygium and mesopterygium); plesiomorphous: bi- or tribasally, presumably all Ctenacanthoidea

[20] Division of the basipterygoidal axis of the pelvic fin in 5 or less segments; plesiomorphous: basi-pterygoidal axis with significantly more than 5 segments, in ctenacanthoid sharks unclear

[21] Undivided, elongated dorsal fin; plesiomorphous: two dorsal fins developed with contours like sails, all Ctenacanthoidea

[22] Caudal fin with heterocercal angle less than 10°, combined with an enlarged epicaudal lobe (= functional diphycercy); plesiomorphous: caudal fin with greater heterocercal angle, together with a shortened epicaudal lobe, all known Ctenacanthoidea

[23] Hypochordal lobe having a major skeletal axis; plesiomorphous: no major axis existent in the hypochordal lobe, all Ctenacanthoidea

[24] Within one genus anal fin and hypochordal lobe show an equal structure; plesiomorphous: skeletal structure of anal fin and hypochordal lobe different, e.g. Ctenacanthoidea

[25] Division of the skeleton of the anal fin into 8 radials; plesiomorphous: division into 5 or less segments, Ctenacanthoidea

Die Xenacanthiden heben sich deutlich als geschlossenes System gegenüber der hier eingesetzten Außengruppe ab. Sieben eindeutige Synapomorphien kennzeichnen alle Vertreter der Ordnung. Es sind dies die Merkmale der tricuspiden Zähne mit deutlich separierten Spitzen [1], der kürzeren Medianspitze [2], einer Zahnbasis ohne labial positionierte Nährforamina [6], des deutlich entwickelten Coronaltuberkels auf der Wurzeloberseite [8] sowie des prominent entwickelten Basaltuberkels auf deren Unterseite [9], des fehlenden Enameloids der Zähne [12] und schließlich der ungeteilten, verlängerten Dorsalis [21]. Das Merkmal der geringeren Anzahl an Nährforamina (in der Regel < 8) auf der Wurzelober- und Unterseite [7] erfährt in *Xenacanthus* und *Plicatodus* ein Reversal [7R].

Diplodoselache besitzt keine eigene Autapomorphie und steht im Schwestergruppenverhältnis zu allen anderen Xenacanthiden, die sich die Synapomorphien der aus Orthodentin bestehenden Zahnkrone [13], der mit postaxialen Radien versehenen Metapterygoidalachse [18] sowie der im gleichen Genus im Grundbauplan gleich gestalteten Analis und Hypochordallobus [24] teilen.

Hagenoselache, als Adelphotaxon zu den Gattungen *Orthacanthus* (jene Merkmale gehen im wesentlichen zurück auf die am besten bekannte Art *O. senkenbergianus* FRITSCH 1889; die systematische Stellung der Arten der Gattung *Orthacanthus* ist zur Zeit im Umbruch begriffen, SOLER-GIJÓN in Vorbereitung; HEIDTKE in Vorbereitung), *Xenacanthus*, *Triodus* und *Plicatodus* besitzt zwei Autapomorphien, lokalisiert im postcranialen Bereich: die offensichtlich monobasale Artikulation der Pectoralis [19] und die Teilung des Analskeletts in acht Radialia [25].

Auch *Orthacanthus* ist durch zwei Autapomorphien ausgezeichnet, die crenulierten Schneiden der Zahnspitzen [4] und den hervorspringenden, gerundeten oder zungenförmigen Basaltuberkel der Wurzelunterseite [11]. Als Schwestergruppe zu *Xenacanthus*, *Triodus* und *Plicatodus* ist er mit diesen Gattungen durch die Synapomorphie der Ausbildung einer Flossenhauptachse des Hypochordallobus der Caudalis [23] verbunden.

Die folgenden, recht eng miteinander in Beziehung stehenden Genera *Xenacanthus*, *Triodus* und *Plicatodus* teilen sich folgende Synapomorphien: der Dorsalstachel artikuliert stets mit dem Neurocranium [16] (unterschiedlich ist die Situation innerhalb der Gattung *Orthacanthus*: *O. senkenbergianus* trägt einen Stachel, der im Bereich des Schultergürtels positioniert ist; andere Arten besitzen Nacken- bzw. Kopfstachel, z.B. *O. bohemicus*, Westfalium D aus Böhmen), er ist zudem dorso-ventral abgeflacht und mit je einer lateral angeordneten Dentikelreihe versehen [17] und die Morphologie der Caudalis beschreibt eine funktionelle Diphycerkie bei vergrößertem Epicaudallobus [22]; der heterocerke Winkel beträgt weniger als 10° (zur Erläuterung, siehe THOMSON 1976). Lediglich in *Plicatodus* ist letzteres Merkmal bislang nicht bekannt. Die überlieferten anterioren Skelettelemente des Typus unterscheiden sich gesamtmorphologisch kaum von denen des *Triodus* oder *Xenacanthus* (HAMPE 1995) und lassen daher auch keine Überraschungen für den posterioren Abschnitt vermuten. Weiter ist die Gruppe in dieser Merkmalsanalyse nach dem Muster der Dichotomie nicht aufschlüsselbar (Abb. 12).

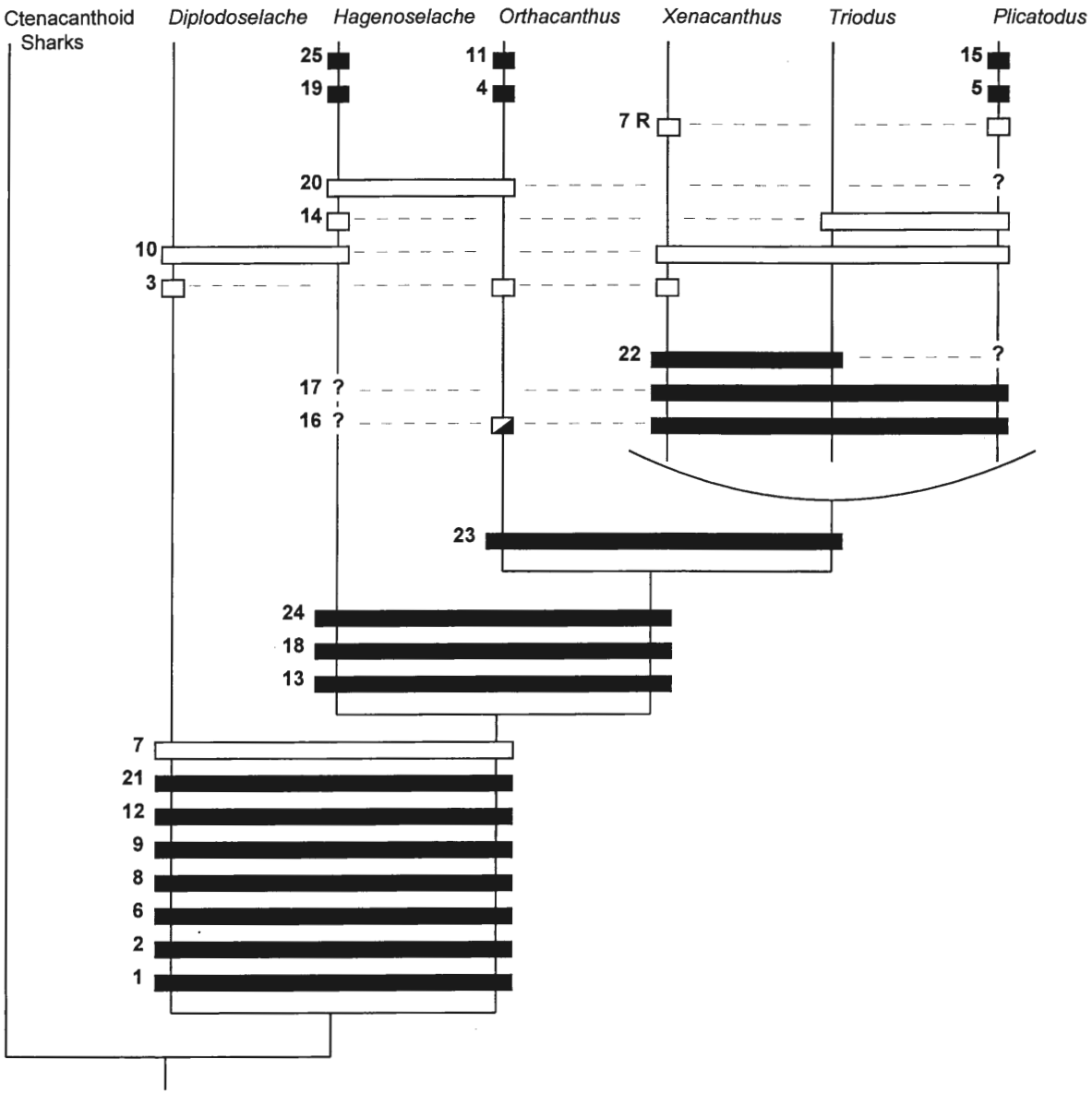


Abb. 12: Cladogramm der Ordnung Xenacanthida.

fig.12: Cladogram of the order Xenacanthida.

Used for out-group comparison: Superfamily Ctenacanthoidea ZANGERL 1981

Genera *Diplodoselache* DICK 1981
Hagenoselache n.gen.
*Orthacanthus** AGASSIZ 1843
Xenacanthus BEYRICH 1848
Plicatodus HAMPE 1995
Triodus JORDAN 1849

*Features of the skeleton chiefly originate from the knowledge of *O. senkenbergianus* FRITSCH 1889.

Die Gattung *Plicatodus* ist eindeutig durch zwei Autapomorphien gekennzeichnet. Es sind dies das hybodontide Muster auf den Zahnspitzenoberflächen aus vertikalen, wellenartig geschwungenen Skulpturleisten [5] sowie dem aus Orthodentin bestehenden Coronaltuberkel [15]. *Xenacanthus* und *Triodus* lassen sich aufgrund fehlender Autapomorphien nicht eindeutig definieren.

Eine Reihe von Homoplasien sind für die Ordnung der Xenacanthida ebenso nachweisbar. So haben *Diplodoselache*, *Orthacanthus* und *Xenacanthus* die lanceolat abgeflachten Zahnspitzen mit lateralen Schneidkanten gemeinsam [3]. Innerhalb der Xenacanthida besitzen sämtliche hier behandelten Gattungen mit Ausnahme des *Orthacanthus* durchgehend konvergent einen gelenkpfannenartig eingetieften Basaltuberkel [10]. Das Merkmal der aus Orthodentin bestehenden Zahnbasis [14] bei *Hagenoselache*, *Plicatodus* und *Triodus* muß in dieser Analyse ebenso als Parallelentwicklung gewertet werden, obwohl diese Entwicklung im Vergleich mit anderen Elasmobranchiergruppen als evolutive Neubildung angesehen werden kann. Darüberhinaus hat der ursprünglichere *Hagenoselache* die Teilung der basipterygoidalen Achse der Pelvicalis in 5 oder weniger Segmente mit *Orthacanthus* gemeinsam [20].

Wahrscheinlich sind die Xenacanthiden monophyletisch. Jedes Taxon dieser Ordnung besitzt, so demonstrieren es auch die sieben gemeinsamen Synapomorphien, mit jeder anderen Gattung dieser Gruppe erheblich engere morphologische Beziehungen als mit jeder anderen Form außerhalb der Xenacanthida.

In ihrer phylogenetischen Entwicklung repräsentiert *Hagenoselache sippeli* ein interessantes Beispiel für die Kombination von Funktionselementen im Skelett der Xenacanthiden. Die neue Gattung füllt eine große zeitliche Lücke, die zwischen *Diplodoselache* aus dem Viséum und den im Westfalium und Stephanium weit verbreiteten Vertretern dieser Ordnung bestand. *Hagenoselache* zeigt zwar Zähne vom „*Triodus*"-Typ, aber einen Innenbau insbesondere der Caudalflossen, der ihn als Bindeglied zwischen *Diplodoselache* und *Orthacanthus* erscheinen läßt.

Die Ausbildung von Hornstrahlen, sogenannter Ceratotrichia, ein für die Gattung *Xenacanthus* zur Unterstützung der paarigen Flossen bislang als charakteristisches Merkmal angesehen, wird in der vorangegangenen Analyse nicht verwendet, da sie nicht immer erhaltungsfähig zu sein scheinen, bzw. ihre Ausprägung möglicherweise ontogenetisch gebunden ist.

Interessant ist die Feststellung, daß nach Auswertung der verwendeten Merkmale die Ordnung der Xenacanthida hauptsächlich durch Zahnmerkmale definiert wird, ebenso wie der Gattungslevel, hier durch die Autapomorphien gekennzeichnet. Die dazwischen befindlichen Gruppierungen bzw. Aufspaltungen (würde in etwa Familienlevel entsprechen) sind überwiegend durch Skelettmerkmale klassifiziert.

5. Zusammenfassung

Der neu beschriebene Xenacanthide *Hagenoselache sippeli* aus dem unteren Oberkarbon (Namurium B) stellt mit seinen Charakteristiken ein Bindeglied zwischen dem unterkarbonischen (Viséum) *Diplodoselache* und den modernen Xenacanthiden des Westfaliums bis Perms dar. Das wertvolle Fundgut, bislang bestehend aus einem artikulierten Exemplar, ist weitgehend vollständig erhalten, wenngleich der für Xenacanthiden typische Dorsalstachel nicht überliefert ist.

Auffallend ist das im Verhältnis zur Gesamtkörperausdehnung relativ kleine Cranium. Die Kieferelemente enthalten Xenacanthiden-typische Zähne, die insbesondere im Hinblick auf das Vorhandensein von Skulpturleisten und ihrer Dentinstruktur sehr denen des *Triodus* ähneln.

Die vermutlich monobasale Anheftung der Pectoralis ist nur von *Hagenoselache* bekannt. Auch das Analskelett aus acht einfach geteilten Radialia bestehend ohne Verschmelzungstendenzen ist in der Dokumentation der Xenacanthiden neu. Nur *Diplodoselache* besaß anstelle der Radialia proximal eine Art plattiges Element. Erwähnenswert ist die Ähnlichkeit mit *Orthacanthus* die Teilung der basipterygoidalen Achse der Pelvicalis betreffend: sie ist durch eine nur geringe Anzahl, bestehend aus lediglich vier oder fünf Segmenten, gekennzeichnet. Der Struktur der Caudalis zeigt Affinitäten sowohl zu *Diplodoselache* als auch zu *Orthacanthus*, wobei der hoch aufgefächerte Epicaudallobus in starkem Maße an den des *O. senkenbergianus* und der ausgedehnte, langgestreckte (beinahe doppelt so lang wie die Analis) Hypochordallobus dem bei *D. woodi* erinnert.

Im Hinblick auf die Gesamtmorphologie der Caudalregion läßt sich eine Entwicklungsreihe rekonstruieren, die sicherlich auch an die Änderungen der Lebensumstände vom Freischwimmer zu sich in Bodennähe fortbewegenden Vertretern angepaßt sein dürften: *Diplodoselache* - *Hagenoselache* - *Orthacanthus* - *Xenacanthus* (einschließlich *Triodus*). Der in der Medianen verlängerte posterior positionierte Appendix scheint bei *Hagenoselache* den Beginn einer funktionalen Diphycerkie anzudeuten.

Die Xenacanthida sind vermutlich monophyletisch. In einer cladistischen Analyse können deutlich sieben Merkmale als allen Gattungen dieser Ordnung gemeinsame Synapomorphien gewertet werden. Die besondere Stellung des *Hagenoselache* und seine abweichenden Merkmalskombinationen könnten ihn als Mitglied einer neuen Familie auszeichnen. Zukünftige Funde in der noch zugänglichen Lokalität in Hagen-Vorhalle, auch im Hinblick auf die Stachelmorphologie, sollten diese Annahme erst noch bestätigen.

6. Dank

Wir danken Herrn W. SIPPEL, Ennepetal, für die Überlassung des Materials zur wissenschaftlichen Bearbeitung. Herr K. SCHUCHMANN, Mainz, präparierte mit großer Akribie Zähne für die histologische Beschreibung aus dem Cranialskelett. Frau Dr. R.L. PATON und Herr Dr. M.A. TAYLOR, beide Edinburgh, ermöglichten uns Vergleichsstudien an *Diplodoselache*. Außerdem danken wir Herrn Dr. H. MERK, Bingen/Rhein, für seine Hilfe bei der röntgenologischen Untersuchung des Schädelrestes. Zu großem Dank sind wir Frau D. HERR-HEIDTKE, Bad Dürkheim, und Frau E. SIEBERT, Berlin, die einen Großteil der photographischen und zeichnerischen Dokumentation des Postcranialskeletts sowie der Graphiken ausführten, verpflichtet. Nicht zuletzt geht unser Dank an Herrn Prof. J.A. BOY, Mainz, für die Durchsicht des Manuskripts und die fruchtbaren Anregungen.

7. Literatur

AGASSIZ, L. (1837): Recherches sur les Poissons fossiles. **3**. Contenant l'Histoire de l'Ordre des Placoïdes.– 422 S., 65 Taf.; Neuchâtel (Petitpierre).

BEYRICH, E. (1848): Über *Xenacanthus decheni* und *Holacanthus gracilis*, zwei Fische aus der Formation des Rothliegenden in Norddeutschland.– Preuss. Akad. Wiss. Ber., S. 24-33; Berlin.

BRAUCKMANN, C. (1991): Arachniden und Insekten aus dem Namurium von Hagen-Vorhalle (Oberkarbon; West-Deutschland).– Veröffentl. Fuhlrott-Mus., **1**: 1-275, 78 Abb., 6 Tab., 25 Taf.; Wuppertal.

BRAUCKMANN, C., KOCH, L. & KEMPER, M. (1985): Spinnentiere (Arachnida) und Insekten aus den Vorhalle-Schichten (Namurium B; Ober-Karbon) von Hagen-Vorhalle (West-Deutschland).– Geol. Paläont. Westf., **3**: 1-132, 57 Abb., 23 Taf.; Münster.

BRONGNIART, M.C. & SAUVAGE, M.E. (1888): Faunes ichthyologique et entomologique.– Bull. Soc. l'Ind. min., 3. sér., **2**: 1-120, 15 Abb., 16 Taf.; St. Etienne.

CARROLL, R.L. (1993): Paläontologie und Evolution der Wirbeltiere. – 684 S., 710 Abb., 4 Tab., 1 Anh.; Stuttgart (Thieme).

DAVIS, J.W. (1880): On the genus *Pleuracanthus*, AGASS., including *Orthacanthus*, AGASS., and GOLDF., *Diplodus*, AGASS., and *Xenacanthus*, BEYR.– Quart. J. Geol. Soc. London, **36**: 321-336, 10 Abb., 1 Taf.; London.

DAVIS, J.W. (1892): On the fossil fish-remains of the coal measures of the British Islands. – Sci. Trans. Roy. Dublin Soc., **4**(2): 703-748, 9 Taf.; Dublin.

DICK, J.R.F. (1981): *Diplodoselache woodi* gen. et sp. nov., an early Carboniferous shark from the Midland Valley of Scotland.– Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Earth Sci., **72**: 99-113, 15 Abb.; Edinburgh.

FRITSCH, A. (1889): Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens, **2**. – 114 S., 71 Abb., 42 Taf.; Prag (Fr. Rivnác).

FRITSCH, A. (1895): Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens, **3**.– 132 S., 22 Abb., 42 Taf.; Prag (Fr. Rivnác).

GROSS, W. (1973): Kleinschuppen, Flossenstacheln und Zähne von Fischen aus europäischen und nordamerikanischen Bonebeds des Devons.– Palaeontogr. Abt. A, **142**: 51-155, 35 Abb., 11 Taf.; Stuttgart.

HAMPE, O. (1988a): Über die Bezahnung des *Orthacanthus* (Chondrichthyes: Xenacanthida; Oberkarbon-Unterperm).– Paläont. Z., **62**(3/4): 285-296, 3 Abb.; Stuttgart.

HAMPE, O. (1988b): Über die Bezahnung des *Xenacanthus* (Chondrichthyes: Xenacanthida; Unterperm, SW-Deutschland).– N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1988**(12): 743-756, 4 Abb.; Stuttgart.

HAMPE, O. (1989): Revision der *Triodus*-Arten (Chondrichthyes: Xenacanthida) aus dem saarpfälzischen Rotliegenden (Oberkarbon-Perm, SW-Deutschland) aufgrund ihrer Bezahnung.– Paläont. Z., **63**(1/2): 79-101, 7 Abb.; Stuttgart.

HAMPE, O. (1991): Histologische Untersuchungen an fossilen Zähnen der Haifisch-Ordnung Xenacanthida (Chondrichthyes: Elasmobranchii) mit Hilfe der Fluoreszenzmikroskopie.– Leica Mitt. Wiss. Tech., **10**(1): 17-27, 2 Abb., 8 Taf.; Wetzlar.

HAMPE, O. (1993): Variation of xenacanthid teeth in the Permo-Carboniferous deposits of the Saar-Nahe Basin (SW-Germany).— [In:] HEIDTKE, U. (compiler): New Research on Permo-Carboniferous Faunas.– POLLICHIA-Buch, **29**: 37-51, 5 Abb.; Bad Dürkheim.

HAMPE, O. (1994): Neue Erkenntnisse zur permokarbonischen Xenacanthiden-Fauna (Chondrichthyes: Elasmobranchii) und deren Verbreitung im südwestdeutschen Saar-Nahe-Becken.– N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **192**(1): 53-87, 14 Abb.; Stuttgart.

HAMPE, O. (1995): *Plicatodus jordani* n.g., n.sp., a new xenacanthid shark from the Lower Permian of Europe (Saar-Nahe Basin, Germany).– [In:] ARSENAULT, M., LELIÈVRE, H. & JANVIER, P. (eds.): Studies on Early Vertebrates (VIIth International Symposium, 1991, Miguasha Parc, Quebec).– Bull. Mus. natl. Hist. nat. 4e sér., Section C, **17**(1-4): 209-226, 7 Abb.; Paris.

HEIDTKE, U. (1982): Der Xenacanthide *Orthacanthus senckenbergianus* aus dem pfälzischen Rotliegenden (Unter-Perm).– Mitt. POLLICHIA, **70**: 65-86, 14 Abb.; Bad Dürkheim.

HEIDTKE, U.H.J. (1995): *Acanthodes sippeli* n.sp., ein Acanthodier (Acanthodii: Pisces) aus dem Namurium (Karbon) von Hagen-Vorhalle.– Geol. Paläont. Westf., **39**: 5-14, 5 Abb.; Münster.

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

HEYLER, D. & POPLIN, C. (1982): Sur quelques neurocrânes d'elasmobranches du Permien du Bassin d'Autun (Saône-et-Loire, France).– Ann. Paléont. (Vert.-Invert.)., **68**(1): 15-32, 3 Abb., 2 Taf.; Paris.

HEYLER, D. & POPLIN, C. (1989): Systematics and relationships among the Xenacanthiformes (Pisces, Chondrichthyes) in the light of Carboniferous and Permian French material.– Act. Mus. Reginaehradecensis, Ser. A: Sci Nat., **22**: 69-78, 4 Abb.; Hradec Králové.

HOOK, R.W. & HANSEN, M.C. (1985): The ichthyodorulite *Euctenius* from the Middle Pennsylvanian Cannel Coal of Linton, Ohio, identified as an intromittent organ of xenacanth sharks.– Geol. Soc. Amer., Abstracts with programs, **17**(2): 95; Boulder, CO.

HOTTON, N. (1952): Jaws and teeth of American xenacanth sharks.– J. Paleont., **26**: 489-500, 4 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Tulsa, OK.

INTERNATIONAL CODE OF ZOOLOGICAL NOMENCLATURE.– XX General Assembly of the International Union of Biological Sciences (1985): 338 S., 3. Aufl.; Huddersfield/England (H. Charlesworth and Co. Ltd.).

JAEKEL, O. (1906): Neue Rekonstruktionen von *Pleuracanthus sessilis* und von *Polyacrodus (Hybodus) Hauffianus*.– Sitz.-Ber. Ges. Naturforsch. Freunde, **1906**: 155-159, 2 Abb.; Berlin.

JAIN, S.L. (1980): Freshwater xenacanthid (=pleuracanth) shark fossils from the Upper Triassic Maleri Formation, India.– J. Geol. Soc. India, **21**: 39-47, 2 Abb., 1 Tab.; Kalkutta.

JOHNSON, G.D. (1980): Xenacanthodii (Chondrichthyes) from the Tecovas Formation (Late Triassic) of West Texas.– J. Paleont., **54**(5): 923-932, 5 Abb.; Lawrence, KS.

JORDAN, H. (1849): *Triodus sessilis*, ein neuer Fisch der Kohlenformation von Lebach.– N. Jb. Min. Geol. Paläont., **1849**: 843, 2 Abb.; Bonn.

KENDRICK, T.D. (1930): A history of the vikings.– 412 S., 40 Abb., 12 Taf.; London (Methuen & Co. Ltd.).

KLAUSEWITZ, W. (1986): Redescription of *Orthacanthus senckenbergianus* FRITSCH.– Proc. Second Internat. Conf. Indo-Pacific Fishes: 125-132, 12 Abb; Tokyo.

KLAUSEWITZ, W. (1987): Der „senckenbergische Urdornhai" *Orthacanthus senckenbergianus*.– Nat. Mus., **117**(5): 135-142, 15 Abb.; Frankfurt a.M.

KNER, R. (1867): Über *Orthacanthus dechenii* GOLDF. oder *Xenacanthus dechenii* BEYR.– Sitz.-Ber. Math.-Naturw. Kaiserl. Akad. Wiss., **55**: 540-584, 10 Taf.; Wien.

MOY-THOMAS, J.A. (1936): The structure and affinities of the fossil elasmobranch fishes from the Lower Carboniferous of Glencartholm, Eskdale.– Proc. Zool. Soc. London, **3**: 761-788, 19 Abb., 2 Taf.; London.

NELSON, J.S. (1984): Fishes of the world.– 523 S., zahlr. Abb., 2 Anh.; New York (Wiley).

PATTEISKY, K. (1959): Die Goniatiten im Namur des Niederrheinisch-Westfälischen Karbongebietes.– Mitt. Westf. Berggewerkschaftskasse, **14**: 1-66, 18 Abb., 14 Taf.; Herne.

POPLIN, C. & HEYLER, D. (1989): Évolution et phylogénie des Xenacanthiformes (=Pleuracanthiformes) (Pisces, Chondrichthyes).– Ann. Paléont. (Vert.-Invert.)., **75**(4): 187-222, 12 Abb., 2 Taf.; Paris.

ROMER, A.S. (1964): The braincase of the Paleozoic elasmobranch *Tamniobatis*.– Bull. Mus. Comp. Zool., **131**(4): 87-105, 4 Abb., 1 Taf.; Cambridge, MA.

SCHAEFFER, B. (1981): The xenacanth shark neurocranium, with comments on elasmobranch monophyly.– Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **169**(1): 1-66, 26 Abb., 1 Tab.; New York.

SCHNEIDER, J. (1985): Elasmobranchier-Zahntypen (Pisces, Chondrichthyes) und ihre stratigraphische Verbreitung im Karbon und Perm der Saale-Senke (DDR).– Freiberger Forsch.-Heft., **C400**: 90-100, 3 Abb., 4 Taf.; Leipzig.

SCHNEIDER, J. (1988): Grundlagen der Morphogenie, Taxonomie und Biostratigraphie isolierter Xenacanthodier-Zähne (Elasmobranchii).– Freiberger Forsch.-Heft., **C419**: 71-80, 2 Abb., 1 Taf.; Leipzig.

SCHNEIDER, J.W. & ZAJÍC, J. (1994): Xenacanthiden (Pisces, Chondrichthyes) des mitteleuropäischen Oberkarbon und Perm - Revision der Originale zu GOLDFUSS 1847, BEYRICH 1848, KNER 1867 und FRITSCH 1879-1890.– Freiberger Forsch.-Heft, **C452**: 101-151, 31 Abb., 3 Taf.; Leipzig.

SCHROEDER, H.E. (1992): Orale Strukturbiologie. Entwicklungsgeschichte, Struktur und Funktion normaler Hart- und Weichgewebe der Mundhöhle und des Kiefergelenks.– 421 S., 132 Abb., 26 Tab.; Stuttgart (Thieme).

SCHWIND, C. (1991): Zur Organisation und zur Phylogenie der beiden Gattungen *Triodus* und *Xenacanthus*.– 201 S., 5 Abb., 71 Taf.; Mainz [unveröff. Diss.].

SEILACHER, A. (1943): Elasmobranchier-Reste aus dem oberen Muschelkalk und dem Keuper Württembergs.– N. Jb. Min. Geol. Paläont. Mh., **1943**: 256-292, 50 Abb.; Stuttgart.

THOMSON, K.S. (1976): On the heterocercal tail in sharks.– Paleobiol., **2**(1): 19-38, 15 Abb., 4 Tab.; Chicago, IL.

TURNER, S. (1993): Early Carboniferous microvertebrates from the Narrien Range, central Queensland.– Mem. Ass. Australas. Palaeontols., **15**: 289-304, 14 Abb.; Sydney.

WOODWARD, A.S. (1889): Palæichthyological notes. 2. On *Diplodus Moorei*, sp. nov., from the Keuper of Somersetshire.– Ann. Mag. Nat. Hist., **3**(6): 297-302, Taf. 14; London.

ZAJÍC, J. (1989): Remains of Permo-Carboniferous vertebrates from the HK-1 borehole (Horní Kalná, Krkonoše Piedmont Basin, East Bohemia).– Vest. Ústr. úst. geol., **64**(5): 287-296, 3 Abb., 4 Taf.; Prag.

ZANGERL, R. (1981): Chondrichthyes I - Paleozoic Elasmobranchii.– [In:] SCHULTZE, H.-P. (ed.): Handbook of Paleoichthyology, **3A**: 115 S., 116 Abb.; Stuttgart (Fischer).

ZIDEK, J. (1988): Hamilton quarry (Kansas, Late Pennsylvanian) Chondrichthyes.– Reg. Geol. Paleont. Upper Paleozoic Hamilton area, KGS Guidebook Series, **6**: 167-172, 4 Abb.; Lawrence, KS.

Geol. Paläont. Westf.	47	43 - 51	3 Abb. 1 Taf.	Münster März 1997

Ein Dentale von *Coniosaurus crassidens* OWEN (Varanoidea) aus dem Ober-Cenoman von Halle/Westf. (NW-Deutschland)

Cajus Diedrich*

Kurzfassung: Zum ersten Mal lieferte eine deutsche Fundstelle einen Skelettrest von ***Coniosaurus crassidens*** OWEN 1850, einem sehr seltenen marinen Reptil. Das Unterkieferfragment wurde 1989 im Hesseltal bei Halle/Westf. im Teutoburger Wald in Nordwest-Deutschland gefunden. Litho- und biostratigraphisch befindet sich der Fundhorizont in der Schwarzbunten Wechselfolge im oberen Ober-Cenoman im „Kolk-Horizont I" des *Puzosia*-Event I. Das Mandibelfragment stammt aus der Wohnkammer eines Großammoniten der Gattung *Puzosia* aus dem Kolk 28.

Das Dentale und die Zahnmorphologie von *Coniosaurus* wird beschrieben und mit englischem Material verglichen. Taphonomische und Paläoökologische Aussagen über *Coniosaurus* können durch die besondere Kolk-Befundsituation der gesamten Makrofauna des *Puzosia*-Event I gewonnen werden. Biogeographische Studien zeigen eine Verbreitung der marinen Art nur im südlichen, borealen, cenomanen Nordsee-Becken am Rande von submarinen Schwellenbereichen, wie der London-Brabanter und der Nordwestfälisch-Lippischen Schwelle.

Abstract: The marine reptile *Coniosaurus crassidens* OWEN 1850 is recorded for the first time in Germany by a mandibular fragment found in Halle/Westf. (NW-Germany). Litho- and biostratigraphically the specimen was deposited in the Upper Cenomanian in the „scour trough horizon I" of the *Puzosia*-Event I. The mandibular-fragment was found in a „taphocoenosis" in the scour trough 28 within the bodychamber of an ammonite of the genus *Puzosia*. These dentale and the tooths-morphology is described and compared with British material. Taphonomical and palaeoecological informations on *Coniosaurus* can be derived from the macro fauna of the scour troughs. Biogeographical studies show that this marine reptile occurs only in the southern, boreal, Cenomanian Northsea Basin close to submarine swells such as the London-Brabant and the Nordwestfalen-Lippe high.

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung 44
2. Geologie 45
3. Paläontologie 46

Anschrift des Verfassers:
Cajus Diedrich, Westf. Wilhelms-Universität Münster, Corrensstr. 24, 48149 Münster

3. 1. Systematische Beschreibung 46
3. 2. Vergleich 47
4. Taphonomie 47
5. Paläoökologie 48
6. Biogeographie 48
7. Literatur 49

Danksagung

Für fachliche Diskussionen bin ich Herrn Priv. Doz. Dr. M. SANDER von der Universität Bonn zu Dank verpflichtet. Bei den Fotoarbeiten wurde ich freundlicherweise von Herrn G. OLESCHINSKI, dem Fotografen des geologisch / paläontologischen Institutes der Universität Bonn unterstützt.

1. Einleitung

Die Fundstelle des Reptilrestes liegt am Nordrand der Münsterländer Kreidebucht im Teutoburger Wald. Im Steinbruch der DIECKMANN KG im Hesseltal bei Halle/Westf. (Abb. 1) wurde ein Dentalerest von *Coniosaurus* in der Wohnkammer eines Großammoniten im Kolk 28 des *Puzosia*-Event I entdeckt.

Zuvor wurden nur sehr wenige Reste dieser Art in Südengland gefunden. Genauere paläogeographische und ökologische Studien fehlen bisher aufgrund des geringen Fundmateriales. Um so wichtiger ist die Beschreibung von *Coniosaurus*-Resten.

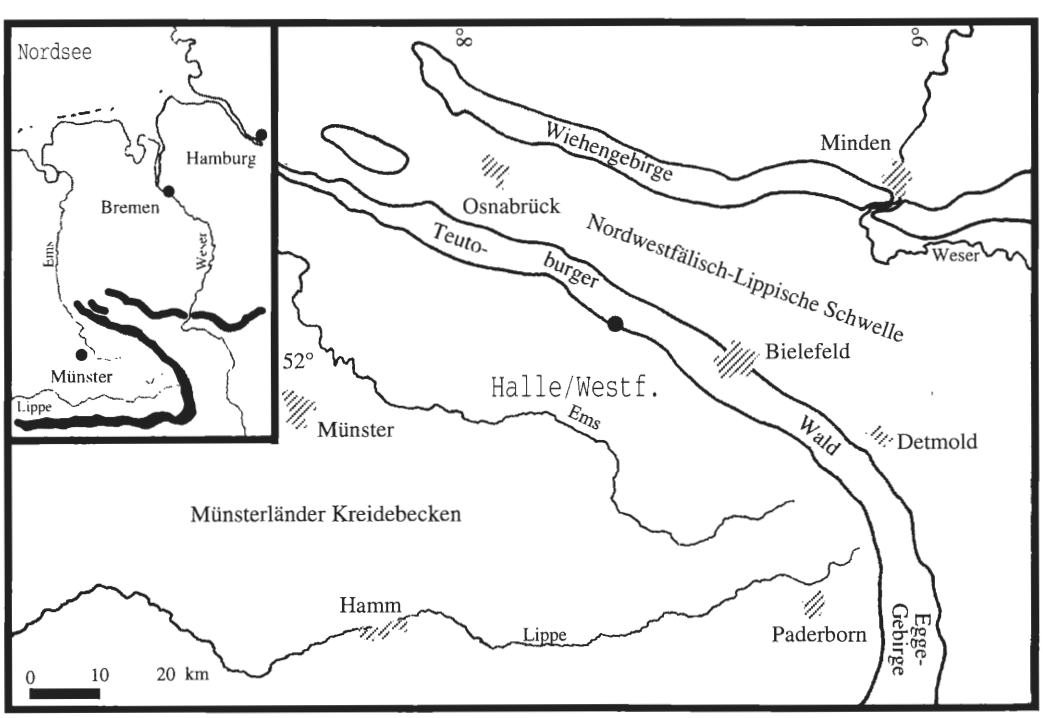


Abb. 1. Lage des *Coniosaurus*-Fundplatzes Halle/Westf. in NW-Deutschland.

2. Geologie

Der Kiefer stammt lithostratigraphisch aus dem Bereich der Schwarzbunten Wechselfolge des oberen Ober-Cenoman (Abb. 2). Diese Schichten treten am Nordrand des Münsterländer-Kreidebeckens am Teutoburger Wald zu Tage und bestehen aus Wechsellagerungen von Schwarzschiefern, grauen und grünlichen Mergelsteinen, Kalkmergelsteinen und Rotplänern. Der genaue Faziesbereich der Fundschicht befindet sich in der Rampenfazies am Südwesthang der Nordwestfälisch-Lippischen Schwelle (DIEDRICH 1996).

Biostratigraphisch findet sich die Fundschicht des Reptilrestes in der *M. geslinianum*-Zone („*plenus*-Zone") im *Puzosia*-Event I, das einen Kondensationshorizont in einer regressiven Phase darstellt (DIEDRICH 1996). An der Basis dieses Events treten zwei Horizonte mit besonderen Befunden in Form von „Großammoniten-

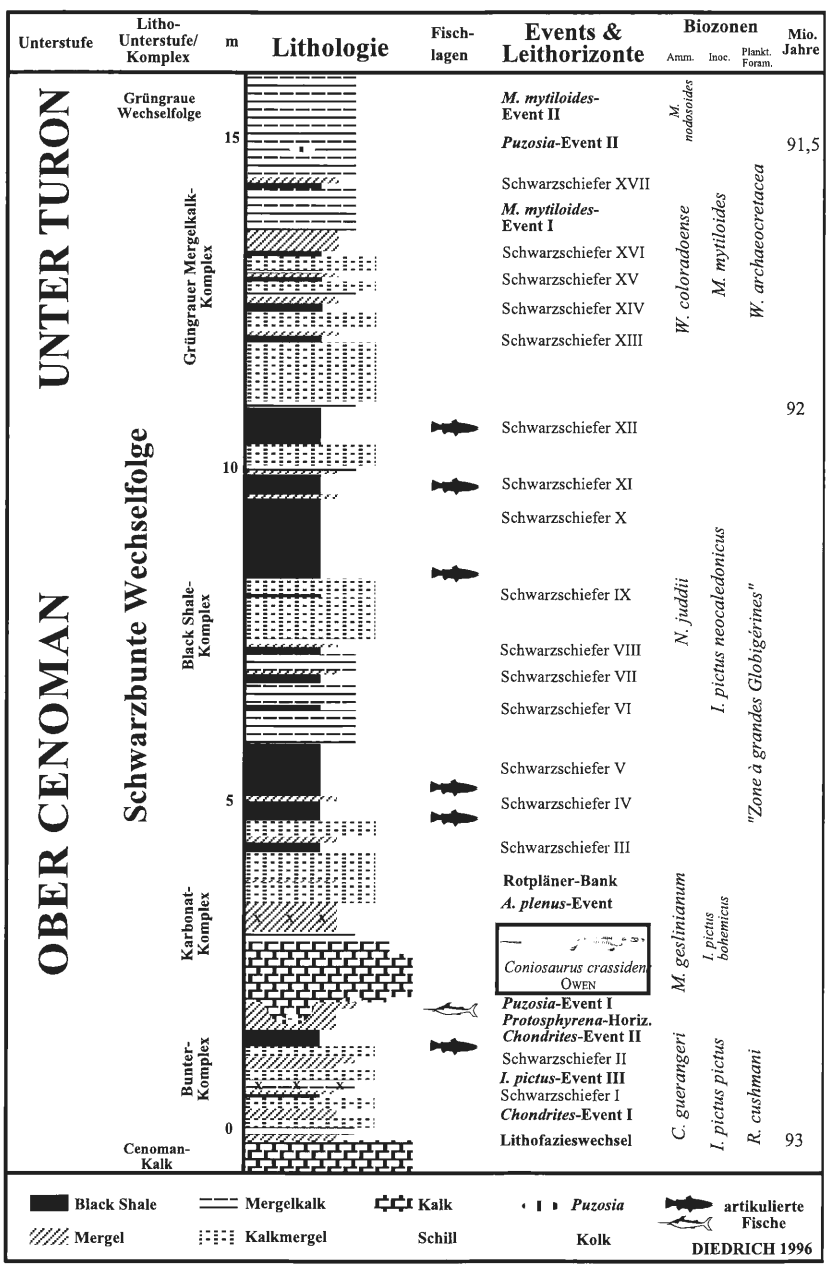


Abb. 2. *Coniosaurus*- Fundhorizont (*Puzosia*-Event I) im Steinbruch der DIECKMANN KG in Halle/westf. (Profil aus DIEDRICH 1996).

Kolken" auf. Die Kolke sind im Rampen bis Hangbereich unterhalb der submarinen Nordwestfälisch-Lippischen Schwelle am Südwesthang, eingetieft worden (DIEDRICH 1996). Die bis zu 70 cm großen Ammonitengehäuse der Gattung *Puzosia* sind für die Bildung der Kolke verantwortlich, da sie sich durch die Bodenströmungen in das liegende Sediment eintieften. Die Mulden und Ammonitengehäuse wirkten als Fossilfalle, so daß sich die gesamte Makrofauna nur hier anreicherte. Neben Großammoniten fanden sich fast alle marinen Tiergruppen. In den Kolken des Horizontes I des *Puzosia*-Event I treten Schalen- und Skelettreste von Gastropoden, Cephalopoden, Brachiopoden, regulären Echiniden, Asteroiden, Serpuliden, Cirripedier und Ostreen sowie weitere Lamellibranchiaten wie Inoceramen auf. Eine diverse Selachier- und Fischfauna ist neben dem seltenen Reptil *Coniosaurus* ebenfalls vorhanden.

3. Paläontologie

3. 1. Systematische Beschreibung

Klasse Reptilia LINNAEUS 1758

Unterklasse Diapsida OSBORN 1903

Überordnung Lepidosauria HAECKEL 1866

Ordnung Squamata OPPEL 1811

Überfamilie Varanoidea BOULENGER 1831

Familie Dolichosauridae OWEN 1850

Gattung **Coniosaurus** OWEN 1850

Coniosaurus crassidens OWEN 1850
Taf. I, Fig. 1-2a, b

1850 *Coniosaurus crassidens*; - OWEN: 386-388, Tab. XXXVII, Figs. 18, 19, 19a, 20.
1851 *Coniosaurus crassidens* OWEN; - OWEN: 21-22, Tab. XXXVII, Figs. 13, 14a, 15a, b.
1888 *Coniasaurus crassidens* OWEN - LYDEKKER: 289.
1939 *Coniasaurus crassidens* OWEN - KUHN: 79.
1987 *Coniasaurus crassidens* OWEN; - MILNER: 142, Tab. 57, Figs. 7a, b.

M a t e r i a l : Ein linkes Dentalefragment mit drei vollständigen Zähnen und einem beschädigten Zahn aus der Wohnkammer eines Großammoniten der Gattung *Puzosia* aus einem Großammoniten-Kolk (Kolk 28) des Steinbruches der DIECKMANN KG im Hesseltal bei Halle/Westf. Es liegt im Westfälischen Museum für Naturkunde in Münster unter der Nummer P 19913 vor (Taf. I, Fig 1).

V o r k o m m e n : Die stratigraphischen Angaben reichen vom Unter- bis zum Mittel-Cenoman in England (OWEN 1850, 1851; MILNER 1987) bis zum oberen Cenoman (*M. geslinianum*-Zone, *Puzosia*-Event I) von NW-Deutschland. Nach allen Fundangaben wäre *Coniosaurus* im ganzen Cenoman (unteres bis oberes) im Nordseebecken für einen Zeitraum von ca. 5 Mill. Jahren nachgewiesen.

B e s c h r e i b u n g : Die Erstbeschreibung von *Coniosaurus crassidens* geht auf OWEN 1850 zurück, der dieses Reptil auch „thick-toothed-lizard" nannte. Er stellte die Art aufgrund von isolierten Dentalen auf, die zusammen mit Wirbeln in der oberen Kreide in Südost-England gefunden wurden. Unter den bekannten Funden gehören lediglich die Skelettreste von der südenglischen Fundstelle Clayton (OWEN 1850, 1851).

Sie bestehen aus Kieferresten und einem Wirbelsäulenrest (11 artikulierte Wirbel) eines Individuums. Wenige weitere Funde von Kieferfragmenten und Wirbeln sind in englischen Aufschlüssen gesammelt worden (MILNER 1987). Bis heute ist ein vollständiges Skelett nicht bekannt geworden.

Für taxonomische Vergleiche wurden hier nur die Dentale, insbesondere die Zähne herangezogen, wie sie in der Literatur von OWEN 1850, 1851 und MILNER 1987 beschrieben werden und nach eigenen Studien am Zahnmaterial von Halle vorgenommen wurden. Die charakteristischen Zähne von *Coniosaurus crassidens* sind pleurodont mit gebogenen und leicht eingeschnürten Basen.

Die Kronen sind nach caudal gekrümmt und der Schmelz fein skulpturiert (Taf. I, Fig. 2a, b). Diese charakteristische Schmelzskulptur beginnt an der Basis der Zahnkrone mit einfachen parallelen Primärgraten, die in etwa ähnlichen Abständen zueinander verlaufen. In der oberen Krone verästeln die Hauptgrate stark in sinusförmige Sekundärgrate, die in der Schneidekante enden. Die Schneidekannte zeigt eine bukkelige Skulptur, die durch Einschnürungen hervorgerufen wird. Diese ist besonders bei den vorderen Kronen stark ausgebildet. Auf der Lingualfläche ist eine ausgeprägte Längsfurche vorhanden, die zu den caudalen Kronen hin an Deutlichkeit abnimmt.

Die ungefähre Position des Dentalerestes aus dem Hesseltal kann an den Zahnformen des fast vollständigen linken Dentale von Wouldham (MILNER 1987) bestimmt werden. Die ersten fünf bis sechs Zähne sind schmaler, leicht nach hinten gebogen, spitz oder laniariform. Danach nehmen die Zahnkronen nach hinten an Länge und Volumen zu. Die nur 1,5-4 mm hohen Kronen sind buccolingual angeschwollen. Ein Dentale ist mit 18-20 Zähnen bestückt.

3. 2. Vergleich

Das Dentalefragment hat starke Ähnlichkeiten mit dem von OWEN (1850: Tab. XXXVII, Figs. 18, 19, 19a, 20; 1851: Tab. IX, Figs. 14a, b, 15a, b) abgebildeten und beschriebenen Material. Hierbei ist besonders die Zahnmorphologie zur Bestimmung herangezogen worden, wobei die charakteristische Schmelzriefung auch bei dem deutschen Material auffällig ist ebenso wie die buccolinguale Kronenkrümmung und die Lingualfurche. Ein fast komplettes linkes Dentale bildet MILNER 1987 ab, das die gleichen zahnmorphologischen Merkmale, wie der Neufund zeigt. Anhand dieses Kiefers wurde die ungefähre Lage des deutschen Fundes im Dentale bestimmt, so daß dieser den mittleren Dentalebereich darstellt.

4. Taphonomie

Über die Taphonomie dieser kleinen Varanoidea sind noch keine Studien durchgeführt worden, da sich die Funde vorwiegend auf isolierte Dentalreste beschränken.

Kiefer oder Dentale sind stabile Knochen, die einen weiten Transport durch Wasser überstehen und somit isoliert angetroffen werden können, wie in der Wohnkammer der *Puzosia* aus dem *Puzosia*-Event I von Halle/Westf.. Auch die isolierten englischen Dentale-Funde sprechen für einen Transport und eine meist starke Disartikulation der Skelette von *Coniosaurus*.

Der Lebensraum dieser nur 30-40cm kleinen Reptilien war somit vermutlich nicht das offene flache Schelfmeer oder die submarinen Schwellen, obwohl dort die Reste angetroffen werden, sondern der Küstenbereich. Ein postmortaler Transport der Leichen bzw. deren Reste in Richtung Becken durch ablandige Oberflächenströmungen ist wahrscheinlich. Das Festland zur Nordwestfälisch-Lippischen Schwelle war ca. 80km südlich gelegen. Seltene Blattfunde und kleine Treibhölzer aus der Schwarzbunten Wechselfolge sprechen für einen Einfluß der Rheinischen Masse genauso wie der Reptilrest von Halle/Westf. Sie fingen sich am Südhang der Nordwestfälisch-Lippischen Schwelle in der Osning-Vortiefe in der Rampen-Fazies.

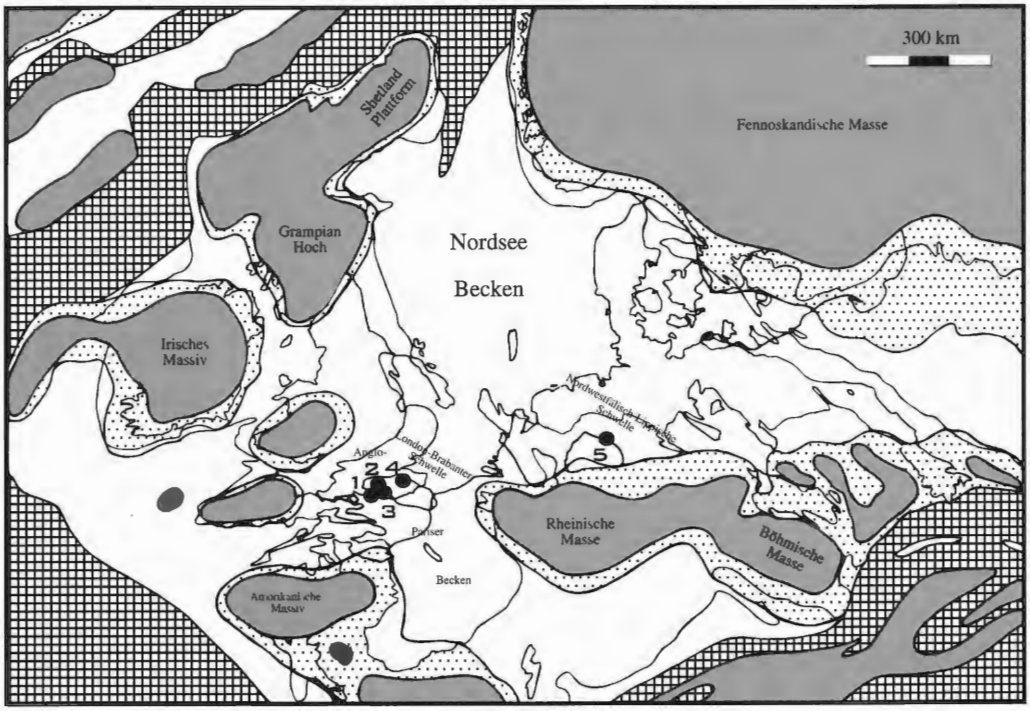
5. Paläoökologie

Über die ökologischen Ansprüche von *Coniosaurus* ist bisher noch fast nichts beschrieben geworden. Aus den „Kolk-Taphozönosen" im oberen Ober-Cenoman von NW-Deutschland ist eine umfangreiche Makrofauna bekannt geworden, mit der dieses Reptil zusammen gelebt haben könnte. Genauere synökologische Beziehungen sowie die Biotoprekonstruktion für das *Puzosia*-Event I sind noch in Arbeit.

Die Bezahnung und dessen Morphologie spricht für eine carnivore Lebensweise, da die vorderen spitzen Zähne eine Haltefunktion und die hinteren Zähne eine Schneidefunktion besitzen (OWEN 1850, 1851).

6. Biogeographie

Coniosaurus crassidens ist bisher nur aus Südost-England und Nordwest-Deutschland bekannt geworden (Abb. 3). Aus England werden die Fundorte Clayton, Worthing, Falmer (Sussex) (OWEN 1850, 1851) und Wouldham (Kent) genannt (MILNER 1987). In Deutschland handelt es sich um die bedeutende Fossillagerstätte Halle/Westf:. Die bisher bekannte Verbreitung ist auf das südliche, boreale, cenomane Nordseebekken beschränkt. Die Funde treten in der Nähe von submarinen Schwellen im Rampenbereich auf: in England im Bereich südwestlich der London-Brabanter Schwelle, in Deutschland südwestlich der Nordwestfälisch-Lippischen Schwelle. Die London-Brabanter Schwelle bildet in etwa die Südgrenze der borealen Faunenzo-



• *Coniosaurus crassidens* OWEN

Festland

Küste

Hebungsbereiche

Flachmarin (Sublitoral)

Vollmarin (Bathyal)

Abb. 3. Biogeographische Verbreitung von *Coniosaurus crassidens* OWEN im südlichen, borealen, cenomanen Nordseebecken. 1. Clayton; 2. Worthing; 3. Falmer; 4. Wouldham; 5. Halle/Westf. (Paläogeographie des Ober-Cenoman nach: JUIGNET 1978, HISS 1982, FRIEG, HISS & KAEVER 1990 und ZIEGLER 1991).

ne zum Pariser Becken im obersten Ober-Cenoman (HILBRECHT 1986, DIEDRICH 1996), so daß *Coniosaurus* in südlicheren, tethyalen Meeresbereichen nicht angetroffen wird. Von der Tethys sind dafür andere Aigialosauriden mit *Aigialosaurus* und *Opetiosaurus* aus dem Cenoman bis Santon bekannt geworden (CARROLL & DEBRAGA 1992).

Literatur

CARROLL, R.L. & DEBRAGA, M. (1992): Aigialosaur mid-Cretaceous lizards. - Journ. Vert. Paleont., **12 (1)**: 66-86, 15 figs; Lincoln, Nebraska.

DIEDRICH, C. (1994): Grabungsbericht Halle/Hesseltal 1994. - Westfälisches Museum f. Naturkunde Münster: 2 S., 40 Abb., 1 Profil, 1 Anl.; Münster (unveröff.).

DIEDRICH, C. (1996): Großammoniten-Kolke in der Schwarzbunten Wechselfolge (Ober-Cenoman) aus Halle/Westf. (NW-Deutschland) und ihre Bedeutung zur Paläoumweltrekonstruktion. Feinstratigraphie, Sedimentologie und Faziesräume. - Diplomarbeit Univ. Münster: - 96 S., 25 Abb., 4 Taf., 1 Karte; Münster (unveröff.).

FRIEG, C., HISS, M. & KAEVER, M. (1990): Alb und Cenoman im zentralen und südlichen Münsterland (NW-Deutschland)-Stratigraphie, Fazies, Paläogeographie. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **181**: 325-363, 9 Abb.; Stuttgart.

HILBRECHT, H. (1986): On the correlation of the upper Cenomanian and lower Turonian of England and Germany (Boreal and Tethys). - Newsl. Strat., **15**: 115-138, 8 figs., 2 tab.; Berlin-Stuttgart.

HISS, M. (1982): Neue Ergebnisse zur Paläogeographie des Cenomans in Westfalen. - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **9**: 533-546, 6 Abb.; Stuttgart.

JUIGNET, P. (1978): Conclusions generales. Rapport sur la paléogeographie (Cénomanien). - Geol. Méditerranéenne, V, **1**: 206-213, 2 fig.; Paris.

KUHN, O. (1939): Fossilum Catalogus. I: Animalia. Pars 86. Squamata: Lacertilia. - 89 S., 'S-Gravenhage.

LYDEKKER, R. (188): Catalogue of the fossil reptilia and amphibia in the British Museum (Natural History). I - Ornithosauria, Crocodilia, Dinosauria, Squamata, Rhynchocephalia and Proterosauria. - 309 p., 69 f., Londen.

MILNER, A.C. (1987): Reptiles. - In: OWEN, E. & SMITH, A.B. (eds.): Fossils of the Chalk. - Pal. Ass. London, Field Guides to Fossils, **2**: 266-280, tab. 57-59; London.

OWEN, R. (1850): Description of the fossil reptiles of the Chalk formations - In: DIXON; F. (ed.): The Geology and fossils of the Tertiary and Cretaceous formations of Sussex:378-405, Tab. XXXVII-XXXVIII u. XXXIX-XL; London.

OWEN, R. (1851): A monograph on the fossil reptilia of the Cretaceous formations. Part I. Chelonia (Lacertilia & C.). - Monogr. Palaeont. Soc., **5 (1851-64)**: 1-118, Tab. I-XXXVII; London.

ZIEGLER, P.A. (1991): Geological atlas of Western and Central Europe. - 130 S., 30 Karten; Amsterdam.

TAFEL I

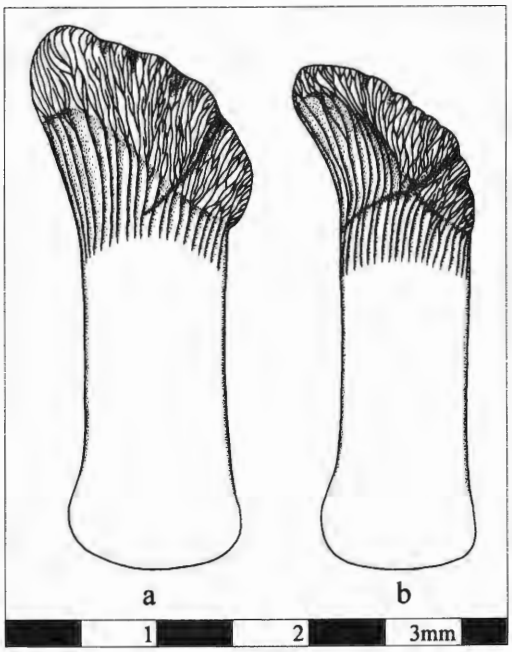
Fig. 1: Linkes Dentalefragment von ***Coniosaurus crassidens*** **OWEN 1850**, aus dem Hesseltal bei Halle/Westf. in NW-Deutschland mit vier (drei vollständigen) Zähnen. Lingual. Westfälisches Museum für Naturkunde Münster, Nr. P 19913.

Fig. 2a: Caudaler Zahn des oben abgebildeten Dentalefragmentes von ***Coniosaurus crassidens*** **OWEN 1850** mit typischer Schmelzskulptur und Lingualfurche. Lingualseite.

Fig. 2b: Rostraler Zahn des oben abgebildeten Dentalefragmentes von ***Coniosaurus crassidens*** **OWEN 1850** mit typischer Schmelzskulptur und Lingualfurche. Lingualseite.

Tafel I

1



2

Geol. Paläont. Westf.	47	53 - 78	12 Abb. 1 Tab.	Münster März1997

Der Schädel eines dicerorhinen Nashorns aus der Dechenhöhle bei Iserlohn-Letmathe

Klaus-Peter Lanser*

Zusammenfassung: Der Schädelfund eines dicerorhinen Nashorns aus der Dechenhöhle bei Iserlohn - Letmathe (Rheinisches Schiefergebirge) wird beschrieben und mit den Angaben aus der Literatur über gleichartige Funde verglichen. Aufgrund der Gebißmorphologie wird der Neufund zu *Dicerorhinus kirchbergensis* JÄGER gestellt.

1. Einleitung

Im Frühjahr 1993 wurde bei Grabungsarbeiten in einem östlichen Seitengang der Dechenhöhle bei Iserlohn ein Rhinozerosschädel entdeckt. Die Grabungen wurden außerhalb des Schauhöhlenbereiches, der als Bodendenkmal in der Denkmalliste eingetragen ist, durchgeführt. Nach einiger Zeit erfolgte eine Fundmeldung an das Westfälische Museum für Naturkunde, das im Bereich des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe die Belange der paläontologischen Bodendenkmalpflege wahrnimmt.

1.1 Lage des Fundortes

Ein im Mai 1993 durchgeführter Ortstermin ergab folgende Situation: Der Fundort liegt ca. 15 m östlich des Einganges der Schauhöhle, dicht an der Bahnlinie Iserlohn-Letmathe, die direkt südlich der Höhle verläuft. Dort befindet sich, genau gegenüber der Höhenmarkierung an der Mauer des ehemaligen Bahnwärterhauses an der Südseite der Bahnlinie, eine mittlerweile zugemauerte, seinerzeit durch ein Trockenmauerwerk geschlossene Öffnung, mit einer Breite von ca. 1,50 m und der Höhe von 0,8 m im hier anstehenden Massenkalk. Von dieser Öffnung zieht sich einerseits ein flacher Gang zu dem Schauhöhlenbereich der Dechenhöhle nach Norden und daneben ein durch die Grabungsarbeiten der Finder aufgefahrener horizontaler Stollen in nord-östlicher Richtung. Hier am Ende dieses ca. 3,5 m langen Stollens, der am Ende einen Querschnitt von ca. 80 x 80 cm aufwies, befand sich der Schädel, bzw. der noch an der Fundstelle verbliebene Rest davon. Der rechte Oberkiefer mit der Zahnreihe war entfernt worden, weiter fehlten der rechte Jochbogen und große Teile der rechten Schädelseite in Bereich des rechten Os nasale und Os frontale.

Der Schädel, bzw. der größere noch an Ort und Stelle befindliche Teil davon, lag etwa um 45° in der Längsachse verdreht auf der linken Seite, quer zur Längserstreckung des Stollens. So befand sich die

Anschrift des Verfassers:
Dr. Klaus-Peter Lanser, Westfälisches Museum für Naturkunde, Sentruper Str. 285, 48161 Münster

Abb. 1: Fundsituation von außen. Links: Treppenaufgang und Eingang zur Schauhöhle. Rechts: Zugang zum Fundort durch die Öffnung im Mauerwerk. Foto: Westfälisches Museum für Naturkunde.

rechte Schädelseite mit dem Jochbogen und der rechten Backenzahnreihe in einer Hochlage und war daher von den Findern zuerst bemerkt worden. Auch die linke Zahnreihe war von den Findern bereits freipräpariert.

Der vordere Teil des Restschädels mit der linken Backenzahnreihe sowie den beiden Ossa nasalia und Teilen des linken Frontalen befand sich in verhältnismäßig lockerem Sediment, während der übrige, hintere Teil des Schädels in einer betonartigen Masse aus verfestigtem Höhlenlehm, Kalksteinen und Kalksinter steckte.

Der Weg aus dem Bereich der Schauhöhle bis zu dem Fundort läßt sich wie folgt beschreiben: Vom Höhleneingang über die Vorhalle (Bezeichnung nach FUHLROTT, 1869) geradeaus weiter über eine Sinterfläche, die in einem an der Dechenhöhle käuflichen Höhlenplan auch als Kapelle bezeichnet wird. Dann rechts bis zu einer Grube, die durch die Sinterdecke bis ca. 1,8 m tief in den hier anstehenden Höhlenlehm herab reicht.

Diese Grube wurde in den Jahren 1910/11 unter Benutzung einer vorhandenen Öffnung in der Sinterschicht angelegt um eine vermutete tiefere Etage der Dechenhöhle zu erreichen (WOLF, 1910; SCHRÖDER, 1930). An dieser Stelle ist die Sedimentfüllung der Höhle, unterhalb der Sinterdecke, teilweise aufgeschlossen.

Von dieser Grube am östlichen, hinteren Ende der Vorhalle geht eine Kriechstrecke von ca. 11m Länge durch einen anfangs engen, später sich weitenden Hohlraum in südöstlicher Richtung bis zur besagten Trockenmauerung, durch die bei der ersten Begehung ein schwaches Tageslicht fiel. Dieser Tunnel wurde nach WOLF (1910) unter Benutzung einer vorhandenen Öffnung angelegt, um den Abraum der Grabung in der Vorhalle, ohne Beeinträchtigung des Besucherverkehrs der Schauhöhle, zu entfernen. Nun von der Öffnung mit der Trockenmauer nach links, bzw. nach Nord-Osten, durch den vorgetriebenen Stollen, an dessen Ende das Schädelfragment lag.

1.2 Die Bergung

Wegen der Gefahr weiterer Bergungsversuche, sowie der Tatsache, daß der Fund bereits in der Lokalpresse gemeldet wurde und der leichten Zugänglichkeit des Fundortes von außen, war eine baldige Bergung der restlichen Schädelteile notwendig geworden. Eine Bergung über den Schauhöhlenbereich wäre mit der geschilderten Kriechtour verbunden gewesen, über die man sämtliches Material hätte transportieren müssen. Um überflüssige Höhlenklettereien zu vermeiden, die zudem auch mit der Gefährdung weiterer fossilführender Höhlensedimente verbunden sind, kam aus praktischen Erwägungen nur eine Bergung durch die vorhandene Öffnung an der Bahnseite in Frage; eine ähnliche Lösung also, wie sie bereits bei den Grabungen der Jahre 1910/11 praktiziert wurde. Die Konsequenz hierbei war, daß man das in regelmäßigen Abständen befahrene Gleis betreten mußte. In Absprache mit Vertretern der Deutschen Bahn AG wurden daher Streckenposten zur Absicherung der Grabungsmannschaft eingesetzt.

Die Ausgrabung der noch an Ort und Stelle verbliebenen Schädelteile wurde vom 17. bis zum 25. Januar 1994 durchgeführt. Vor allem durch die Enge des Raumes an der Fundstelle gestaltete sich die Bergung schwierig. Die Sedimente, in denen man den Stollen vorgetrieben hatte, waren sehr inhomogen. Sehr harte, betonartige Bereiche, in denen auch der Restschädel, wie geschildert, zum Teil steckte, wechselten mit sehr weichen Stellen, besonders links des Schädels, an der dem Berg zugewandten Seite. Das Dach des Stollens wurde zudem im vorderen Bereich von einer freihängenden Sinterplatte gebildet. Eine zu große Erweiterung des Hohlraumes, die sicherlich eine Arbeitserleichterung zur Folge gehabt hätte, mußte daher zum Schutz der dort tätigen Mitarbeiter unterbleiben.

Die den Schädel verhüllenden Sedimente wiesen die oben geschilderten Unterschiede in der Konsistenz auf. Die Herauslösung des Blockes, in dem der hintere Schädelteil steckte, bereitete wegen der engen Raumverhältnisse große Schwierigkeiten. Es war erkennbar, daß der Schädelrest nicht im ganzen zu bergen sei. Daher wurde der vordere, im Lockersediment steckende Teil, unter Ausnutzung bereits vorhandener Risse, abgetrennt und entnommen. Nun war der Weg frei, um mit Hilfe von Abbauhämmern den Sinterblock mit dem restlichen Schädelfragment abzuspalten. Dies gelang jedoch nicht ganz vollständig. Wie sich bei der späteren Präparation herausstellte, blieb ein Teil der Rückwand des rechten Occipitalkammes an den in dem Stollen verbliebenen versinterten Sedimenten haften.

Abb. 2: Die Fundstelle: Abspalten des Sinterblockes.
Foto: Westfälische Rundschau/WMfN.

Auch die anschließende Präparation in der Werkstatt des Westfälischen Museums für Naturkunde in Münster gestaltete sich nicht einfach. Die besonders an der Schädelkapsel vorhandenen Sinterbeläge konnten nur durch vorsichtiges, wochenlanges Arbeiten entfernt werden. Das anschließende Zusammenfügen, auch unter Verwendung von den Teilen, die von den Findern geborgen worden waren, offenbarten besonders im rechten Teil des Schädels große Materialverluste. Ob diese durch den ersten Bergungsversuch bedingt sind oder älteren Ursprungs sind, läßt sich aber nicht eindeutig klären. Neben frischen Brüchen fanden sich auch solche, die sicherlich älteren Ursprungs sind.

2. Sedimentaufbau

Wie im folgenden aufgezeigt wird, handelt es sich bei den Sedimenten im Bereich der Dechenhöhle keineswegs um eine homogene Lehmfüllung. Es liegt hier vielmehr eine gegliederte pleistozäne Abfolge vor, deren Genese sich in der Ausbildung der Sedimente widerspiegelt.

2.1 Die Sedimente an der Fundstelle

Die Profilaufnahme an der Fundstelle erbrachte eine 84 cm mächtige Abfolge von geröllführendem Lehm die vom Hangenden zum Liegenden deutlich verbraunte. Das Profil wurde im Abstand von 10 cm vertikal beprobt.

Hangend

8) grau-brauner Lehm mit Geröllen, hart versintert.

7) grau-brauner Lehm mit teilweise gerundeten Geröllen, lagig angeordnet, hart werdend.

6) braun-grauer Lehm, z.T. sandig, Gerölle bis 4 cm Kantenlänge.

5) braun-grauer Lehm, z.T. sandig, mit z.T. groben Geröllen bis 15 cm Kantenlänge.

4) dunkelbrauner Lehm, mit z.T. groben Geröllen bis 15 cm Kantenlänge.

3) dunkelbrauner Lehm, mit z.T. groben Geröllen bis 15 cm Kantenlänge, knochenführend, dunkle manganartige Schlieren.

2) dunkelbrauner Lehm, mit Geröllen bis 4 cm Kantenlänge, ungerundet, dunkle manganartige Schlieren.

1) Dunkelbrauner Lehm, z. T. sehr locker, mit vereinzelten ungerundeten Geröllen bis 9 cm Kantenlänge, naß, knochenführend.

Liegend

Die Fundstelle selbst befindet sich innerhalb eines Karstschlottens, der eine Verbindung mit einer Geländeeintiefung an der Oberfläche des Massenkalkes hat, die sich an der Geländeoberfläche, an dem zur Bahnlinie geneigten Hang, deutlich als Depression abzeichnet. Diese Eintiefung befindet sich etwa in dem Bereich zwischen der Fundstelle des Schädels und der als Merckiloch bezeichneten Höhle, ca. 24 m weiter von der Fundstelle nach Osten längs der Bahnlinie, in der sich nach WOLF (1910) ein Zahn von Rhinozeros mercki fand. Bei der Anlage der Bahnlinie wurde die Sedimentfüllung der Schlotte, soweit diese freilag, mit einer Mauer oberhalb des Bahnkörpers abgefangen.

Die Anwesenheit der Geländedepression und des darunter befindlichen Karstschlottens läßt Rückschlüsse auf die Entstehung der Fossilführung in den Höhlensedimenten zu. Wahrscheinlich sind die Tiere in eine damals wassergefüllte Doline an der damaligen Oberfläche geraten, aus deren steiler Uferböschung sie sich dann nicht mehr befreien konnten. Die Sedimentfüllung der Doline mit den darin enthaltenen Tierleichen rutschte in der Folge immer tiefer in den darunter befindlichen Höhlenraum. Dies erklärt auch die recht häufige Anwesenheit von Herbivorenresten in den Höhlensedimenten. Diese sind sicher nicht nur als Beutereste von Bären, Löwen oder anderen Carnivoren zu deuten.

2.2 Die Sedimente an der Vorhalle

Von den Sedimenten der Grube an der Grabungsstelle von 1910/11 wurden im Februar 1986 von Mitarbeitern des Westfälischen Museums für Naturkunde, in Münster, zwei Lackfilme zur Dokumentation der anstehenden Höhlensedimente genommen. Der kleinere der beiden Lackfilme ist derzeit im Museum an der Dechenhöhle ausgestellt, dessen Neueinrichtung vom Westfälischen Museum für Naturkunde unterstützt wurde.

Die beiden Lackprofile aus dem Bereich der Vorhalle erfassen lediglich einen Teil der hier anstehenden Sedimentabfolge. Die ersten 70 cm, unterhalb der Sinterschicht konnten nicht mit erfaßt werden, da die Sedimente an dieser Stelle bereits weiträumig unterhalb der Sinterschicht ausgeräumt gewesen waren. Der größere der beiden Lackfilme besitzt eine Länge von 1,75 m. Vor Abnahme der Lackfilme wurde die vorhandene Grube ca. 1,0m weiter eingetieft. Dabei wurde kein anstehendes Sediment oder Fels angetroffen. Der Aushub bestand aus Abraum, vermutlich der Grabung von 1910/11 oder späteren Grabungen in diesem

Bereich. Der Boden der Höhle wurde also nicht erreicht. Eine weitere Eintiefung der Grube und eine damit verbundene Verlängerung der Lackfilme war wegen der anfallenden Lösungsmitteldämpfe bei der Erstellung der Lackfilme, die sich am Boden der Grube ablagerten und die mit Hilfe von Sauggeräten abgeführt werden mußten, nicht möglich gewesen.

Die Höhlensedimente an dieser Stelle bestehen bis ca. 1,60 m unterhalb der Sinterschicht aus gelbgrauem Lehm mit starker Führung von kantengerundeten Kalksteingeröllen. Ab 1,60 m verbraunt der Lehm und die Geröllführung nimmt deutlich ab. Bei 2,60 m unterhalb der Sinterschicht tritt ein hellgrau-brauner Lehmhorizont mit zahlreichen plattigen, ungerundeten Kalksteinen auf, dessen Untergrenze nicht erreicht wurde. Die gesamte Sedimentabfolge ist mit Knochen und Zähnen eiszeitlicher Säugetiere durchsetzt.

2.3 Weitere Profilbeschreibungen

Weitere Hinweise auf die Sedimentfüllung der Höhle liegen von FUHLROTT (1869) vor. Er teilt mit, daß kurz nach der Entdeckung der Höhle im Jahre 1868 "beim Auswerfen einer 6 Fuß tiefen Versuchsgrube in einer der mittleren Abteilungen "..." 11/2 bis 2 Fuß tief unter der mit Sinter bedeckten Oberfläche eine 2 Zoll dicke, auf beiden Seiten völlig ebene zweite horizontale Sinterlage angetroffen" wurde. Weiter schildert er, daß in einer Grube in der Nähe der Orgel, also im vorderen Höhlenbereich, der bis dahin lockere Lehm bei 5 Fuß Tiefe "in eine harte, etwas poröse, bräunliche Sintermasse übergeht, welche größere Knochen, namentlich ganze Schädel vom Höhlenbären enthielt, die aber wegen der Härte der Einschlußmasse nur in größeren Fragmenten geborgen werden konnten."

Ähnlich lassen sich auch die Sedimente beschreiben die den Nashornschädel umhüllten. FUHLROTT (1869) folgert aus diesen beiden Erscheinungen: Die Anwesenheit einer zweiten (oder mehrerer) Sinterschichten unterhalb der oberen zum einen und der Versinterung und Verbraunung der Sedimente im unteren Profilbereich im Bereich der Orgel zum anderen, daß die Sedimentation der Höhlenfüllung einem Wechsel in den Bedingungen der Ablagerung bzw. einer periodischen Unterbrechung unterworfen war.

Dieser Meinung kann man sich auch aus heutiger Sicht anschließen. Die Verbraunung im Bereich der ehemaligen Grabungsstelle läßt sich ebenso wie die Verbraunung im Bereich der Orgel und der Fundstelle des Rhinozeros-Schädels als interglaziale Bodenbildung deuten. Die Sinterschicht darüber, bzw. die Sinterschichten, sind ebenfalls in solch einem Zusammenhang zu sehen.

3. Der Schädel

Der Schädel wurde ohne den dazugehörigen Unterkiefer aufgefunden. Bis auf ein geringes Beckenbruchstück fanden sich in den zahlreichen Knochen und Knochenbruchstücken in den Sedimenten, die den Schädel umhüllten keine weiteren sicheren Rhinozeros-Reste. Die meisten der mit dem Calvarium geborgenen Skelettelemente stammen von Bären.

3.1 Erhaltung

Das rechte Nasenbein weist eine dreieckige Fehlstelle auf, von deren Spitze sich ein Riß über den Hornstuhl zum Außenrand des linken Nasale zieht. Die Nasenscheidewand zeigt einen senkrechten Riß, der in eine rechtwinklige Fehlstelle der Rückseite der Nasenscheidewand mündet. Die Umrandung der rechten Augenhöhle fehlt vollständig. Das Maxillare, Lacrimale, Frontale, Zygomaticum und das Temporale sind an dieser Seite des Schädels stark in Mitleidenschaft gezogen worden. Vom linken Jochbogen fehlt der Jochfortsatz des Temporale. Oberhalb der großen Fehlstelle an der rechten Schädelseite zieht sich ein Riß schräg nach links vorne über den frontalen Hornstuhl bis zum Rand der linken Nasenöffnung. An der Oberseite des Schädels ist im Bereich dieses Risses der vordere Teil des frontalen Hornstuhls gegen den größeren hinteren um ca 1,5 cm abgesenkt. Vermutlich ist diese Deformation durch Auflast eines Gesteinsblockes im

Abb. 3: Dechenhöhle. Lackfilm aus der Grabungsstelle im Bereich der Eingangshalle. Der Lackfilm setzt 70 cm unterhalb der Sinterschicht im Hangenden ein. Die Länge des Lackfilmes beträgt 1,75 m. Foto: WMfN.

Sediment hervorgerufen worden. Das Gaumendach weist in der Mitte Fehlstellen auf, insbesondere zwischen den P4 -M1. Zwei Fehlstellen am Hinterhauptskamm wurden erst nach der Entfernung des Kalksinters sichtbar. Eingedrungenes Sediment an diesen Stellen deutet darauf hin, daß diese Lücken bereits bei der Einbettung vorhanden gewesen sein müssen. Der Schädel ist insgesamt von zahlreichen Rissen durchsetzt, die besonders an der linken Seite mit Sediment und Kalksinter ausgefüllt sind.

Die Konsistenz der Knochensubstanz ist verhältnismäßig fest. Die Farbe der Knochenoberfläche ist weißgrau mit brauner Fleckung.

3.2 Zur Systematik der dicerorhinen Nashörner

Bevor der Schädelfund aus der Dechenhöhle im Folgenden beschrieben und nach Möglichkeit mit anderen Funden solcher Art in Beziehung gebracht werden kann, muß ein kurzer Exkurs über die Systematik der pleistozänen dicerorhinen Nashörner vorausgeschickt werden, um die unterschiedliche Handhabung von Gattung- und Artnamen sowohl in der älteren, als auch in der neueren Literatur zu erläutern.

In der älteren Literatur wird der Name *Rhinozeros Kirchbergensis* JÄGER, 1839, oder *Rhinozeros Merckii* JÄGER, 1841 verwendet. Damit ist in der jüngeren Literatur meist *Dicerorhinus kirchbergensis* JÄGER,1839 gemeint, da diesem Namen Priorität von den meisten der späteren Autoren, gegenüber der jüngeren Bezeichnung *D. mercki* eingeräumt wurde. Trotzdem wurde, auch aufgrund der komplizierten Geschichte der Entstehung der Artnamen, wie sie z.B. bei SCHRÖDER (1903) nachzulesen ist, von einigen Autoren die Bezeichnung *Dicerorhinus merki*, oder *merckii*, beibehalten, so z.B. von GUERIN (1980). Mit welchem Eifer die Diskussion für oder gegen eine der beiden Bezeichnungen geführt wurde, zeigt sich z. B. bei LOOSE (1975).

Es kann nicht Ziel der hier vorliegenden Arbeit sein, den Sinn und Zweck der Bevorzugung eines oder der Unterdrückung eines anderen, lange in der Literatur gebräuchlichen Namens zu ergründen, für den von seinen Verfechtern sicher gute Gründe zur Beibehaltung angeführt werden. Der Name *Dicerorhinus kirchbergensis* wird hier also synonym für die Bezeichnung *Dicerorhinus mercki*, oder *merckii*, verwendet.

In Anbetracht der z. T. unklaren Synonymie wurde auf die Einführung eines neuen Artnamens verzichtet, ebenso wie auf die Verwendung neuer Gattungsnamen für die dicerorhinen Nashörner, wie sie von KRETZOI (1942) oder GUERIN (1980) vorgeschlagen wurden.

3.3 Morphologische Beschreibung

Da sich die Beschädigungen des Schädels zumeist auf die rechte Seite konzentrieren, ist er in seinen Proportionen und Maßen noch gut erhalten. Die hier angegebenen Maße und Winkel dürften trotz der zahlreichen Risse annähernd der Wirklichkeit entsprechen.

In der Seitenansicht steigt bei dem auf der Kauflächenebene orientierten Schädel die Hinterhauptsfläche senkrecht zum Occipitalkamm auf. Der Hinterhauptskamm überragt nur wenig die Condylen des Hinterhauptgelenkes. Das Hinterhaupt ist in der Rückansicht deutlich trapezförmig ausgebildet. Die Oberkante des Occipitalkammes verläuft fast gerade, ohne eine mediale Eindellung oder laterale Abrundungen. Das Foramen magnum ist nicht dorsal erweitert und fast rund ausgebildet. Von seinem oberen Ende ziehen flache Wülste zu den Ecken des Occipitalkammes. Zwischen diesen Wülsten ist die Hinterhauptsfläche deutlich konkav eingezogen.

Das ventrale Ende des Processus paroccipitalis ist leicht nach vorne gekrümmt und endet in einem spitzen leicht abgerundeten Sporn. Der Proc. postglenoidalis ist ebenfalls deutlich nach vorne orientiert, die ventralen Spitzen sind allerdings beidseitig beschädigt. Der Proc. posttympanicus ist mit dem Proc. postglenoidalis verschmolzen, eine Naht ist nicht sichtbar. Deutliche Ähnlichkeiten zu den Verhältnissen der Tympanalregionen wie sie bei LOOSE (1975, Fig. 5) für pleistozäne und rezente Nashörner anhand von Abbil-

Abb. 4: *Dicerorhinus kirchbergensis* aus der Dechenhöhle; Calvarium in der Norma lateralis.
Foto: WMfN.

Abb. 5: *Dicerorhinus kirchbergensis* aus der Dechenhöhle; Calvarium in der Norma caudalis.
Foto: WMfN

dungen aufgezeigt sind, bestehen mit keinem der dort gezeigten Beispiele. Der Wert dieser Merkmale erscheint darüber hinaus zweifelhaft, da die starke individuelle Variabilität in der Morphologie im Bereich der Ohröffnung bereits von TOULA (1902, Fig. 10) anhand des rezenten *Rhinozeros sumatrensis* demonstriert wurde.

Der Anstieg der Ossa parietalia erfolgt verhältnismäßig steil, die lateralen Parietalleisten sind deutlich und ausgeprägt. Mit einem geringsten Abstand der Parietalleisten von 49,7 mm wird der Wert eines Schädels von *Dicerorhinus merckii* (=*D. kirchbergensis*) von Steinheim, den STAESCHE (1941) mit ca. 25 mm angibt, weit übertroffen. Ein Schädelfragment aus der Krefelder Terrasse des Niederrheingebietes (GUERIN, 1980; LANSER, 1983) überbietet mit 56 mm aber noch den Wert des Schädels aus der Dechenhöhle. Der Bereich zwischen den beiden Parietalleisten ist verhältnismäßig glatt und zeigt keinen medialen Höcker, wie er von WÜST (1911) an einem Schädelfragment von *D. kirchbergensis* von Taubach beschrieben worden ist und den auch der schon erwähnte Schädel aus der Krefelder Terrasse aufweist. Der Bereich oberhalb der Gehörregion ist von unregelmäßig verlaufenden Gefäßrinnen bedeckt die, soweit erkennbar, nicht in einer Gefäßöffnung enden. Der Anstieg der Profillinie zum Hinterhauptskamm hinter dem Bereich des frontalen Hornstuhls erfolgt im flachen Winkel und in einer geraden Linie.

Abb. 6: *Dicerorhinus kirchbergensis* aus der Dechenhöhle; Calvarium in der Norma basilaris.
Foto: WMfN.

Der erhaltene linke Jochbogen ist in der Seitenansicht nur wenig ventral gebogen. Seine Oberfläche weist, besonders im Bereich der dorsalen und ventralen Kante, Rauhigkeiten der Knochenoberfläche auf. In der Norma basilaris und N. verticalis verlaufen der linke und der teilweise erhaltene rechte Jochbogen parallel zur Mediane und nicht schräg konvergierend in oraler Richtung wie es die Schädel von *D. etruscus* und von *D. kirchbergensis* von Mosbach deutlich zeigen, die LOOSE (1975, Pl. 4, Fig. 3, 4) abbildet. Sie ähneln vielmehr dem Verlauf des erhaltenen Jochbogens eines Schädel von *D. etruscus* aus Mosbach in SCHRÖDER, 1903 (Taf.1, Fig.1) sowie den Jochbögen an einem Schädel von *D. kirchbergensis* von Geinsheim am Oberrhein (v. KOENIGSWALD, 1988). Die geringe Auslage der Jochbögen in Verbindung mit der geringen Breite der Frontalen, läßt den Schädel aus der Dechenhöhle insgesamt schmal und langgestreckt erscheinen.

Der frontale Hornstuhl erscheint leicht konvex aufgetrieben. Die Rauhigkeiten der Knochenoberfläche (Rugositäten) sind hier, im Vergleich zu den Verhältnissen auf dem nasalen Hornstuhl, deutlich schwächer ausgebildet. Die Knochenhöcker setzen bereits im Ansatz der Parietalen ein und erfüllen, soweit sich dies aufgrund der Beschädigungen auf der rechten Seite erkennen läßt, den gesamten Bereich der Schädeloberfläche zwischen den beiden Orbiten. Auf der linken Seite befinden sich zwischen dem vorderen Augenhöhlenrand und dem hinteren Rand der Nasenhöhle zwei markante Knochenwucherungen, die noch zum lateralen Bereich des frontalen Hornstuhles zu gehören scheinen. Die flache Auftreibung im Bereich des frontalen Hornstuhls ähnelt sehr denen der Schädel von *D. etruscus* und *D. kirchbergensis* wie sie z. B. bei WÜST (1901), SCHRÖDER (1903), LOOSE (1975) und GUERIN (1980) abgebildet sind. In der Schlankheit der Frontalen unterscheidet sich der Schädel aus der Dechenhöhle von dem Schädel von *D. kirchbergensis* aus Mosbach (LOOSE, 1975).

Zwischen dem frontalen und dem nasalen Hornstuhl ist keine scharfe Grenze vorhanden, die Rugositäten laufen übergangslos ineinander über, wobei sie im Bereich des nasalen Hornstuhls kräftiger entwickelt sind. Im Zentrum ist hier ein stumpfer Höcker vorhanden, von dem die distalen Bereiche der Nasalia steil ventral umbiegen. An der vordersten Spitze der Nasalia ist eine flache mediane Rinne vorhanden, die sich vom Ansatz des zentralen Knochenhöckers bis zum oberen, vorderen Teil der Nasenscheidewand hinzieht.

Die knöcherne Nasenscheidewand ist fest mit den Nasalia und den Zwischenkiefern verwachsen. Die rückwärtige, caudale Kante ist in voller Länge offen. Ob es sich hierbei teilweise um die natürliche Grenze der knöchernen Nasenscheidewand handelt, die eventuell eine Fortsetzung aus Gewebe hatte, oder ob hier Bruchkanten vorliegen, läßt sich nicht eindeutig entscheiden. Dicht unterhalb der Nasalia ist die knöcherne Nasenscheidewand noch 16 cm von der oralen Kante erhalten. Ihre dorsale Fortsetzung findet sie in einer offenen Knochenleiste unterhalb der Nasalia, die sich bis über den Hinterrand der Nasalapertur verfolgen läßt. Oberhalb der Zwischenkiefer ist die knöcherne Nasenscheidewand in einer deutlichen Fehlstelle abgebrochen. Die minimale Stärke der knöchernen Nasenscheidewand beträgt caudal 3,8 mm. Dagegen erreicht sie vor der Verbreiterung des Vorderendes eine Stärke von 39,5 mm. Der Hinterrand der Nasalapertur befindet sich in Höhe der Mitte von M^1, das Foramen interorbitale befindet sich etwas hinter dem Hinterrand der Nasalapertur, in Höhe des P^4 und der Vorderrand der Orbita über dem hinteren Bereich des M^3.

3. 4 Schädelmaße

Die Auswahl der Meßstrecken erfolgte überwiegend nach dem Schema von TOULA (1903). Erweiterungen, insbesondere bei den Längenmaßen, sind als solche mit der Angabe der Meßpunkte, den "DUERST"-Nummern (DUERST, 1930) oder mit dem Namen des jeweiligen Autors gekennzeichnet. (Maßangaben in mm)

1.	Länge Hinterhauptsgelenkkopf bis Nasenspitze (TOULA, 1903)	698,5
1a.	Länge Ophistion - Rhinion (KAHLKE, 1965, 1969)	692,0
2.	Basilarlänge (Basion bis Prosthion; DUERST 1)	644,0
2a.	Basion bis Rhinion	668,5
3.	Profillänge (Akrokranion bis Prosthion; DUERST 2)	708,5
4.	Scheitellänge (Ophistokranion bis Prosthion; DUERST 3)	713,5
5.	Größte Breite der Nasenbeine (hinten)	185,6

6.	Kleinste Breite der Parietalleisten	49,7
7.	Entfernung der unteren Grenze der Parietalia in der Gegend des Meatus auditoris	179,0
8.	Breite des Hinterhauptes, oberhalb der Ohröffnung	210,7
9.	Entfernung der Außenränder der Gelenkköpfe des Hinterhauptes	152,6
10.	Größte Breite des Hinterhauptes unten (Proc. posttemporales)	243,2
11.	Breite des Foramen magnum	42,0
12.	Entfernung der Proc. paroccipitales	144,8
13.	Höhe des For. magnum	36,8
14.	Kleine Hinterhauptshöhe (DUERST 6)	151,0
15.	Große Hinterhauptshöhe (DUERST 4)	194,5
16.	Entfernung des Hinterhauptkammes von der Nasenspitze (Projektion auf die Horizontale)	688,0
17.	Entfernung vom Hinterhauptsgelenkkopf bis zum vorderen Augenhöhlenrand (unter dem 1. Tuberculum)	354,0
18.	Entfernung vom vorderen Augenhöhlenrand bis zum hinteren Nasenhöhlenrand	95,5
19.	Entfernung vom hinteren Nasenhöhlenrand bis zur Spitze der Nasenbeine	255,0
20.	Entfernung vom vorderen Augenhöhlenrand bis zur Spitze der Nasenbeine	361,5
21.	Entfernung vom Hinterrand der Nasenbeine nach der Spitze des Zwischenkiefers	228,5
22.	Entfernung vom Hinterhauptsgelenkkopf bis zum M^3 (Projektion)	287,4
23.	Entfernung vom Hinterhauptskamm bis zum vorderen Augenhöhlenrand	407,3
24.	Entfernung vom Hinterhauptskamm zur Höhe des Jochbogens	238,0
25.	Entfernung von der Spitze des Proc. postglenoidalis bis zum Hinterrand des Hinterhauptgelenkkopfes	151,0

In seinen Längen- und den meisten anderen Maßen weicht der Schädel aus der Dechenhöhle nicht von den in der Literatur angegebenen Variationsbreiten der dicerrorhinen Nashörner ab. Nach den vorliegenden Daten liegt er mit seinen Maßen im unteren bis mittleren Bereich der Größenangaben bei ZEUNER (1934), KAHLKE (1965, 1969), LOOSE (1975) und GUERIN (1980). Einschränkend muß hier aber bemerkt werden, daß aufgrund der wenigen bislang vorliegenden Funde die wirklichen Grenzen der Größenvariation bei diesen Arten nicht annähernd bekannt sein können. Dies gilt insbesondere für *Dicerorhinus kirchbergensis*, da ZEUNER (1935) fünf und LOOSE (1975) sowie GUERIN (1980) jeweils lediglich vier Schädel bei der morphologischen Beschreibung und der Auflistung verschiedener Schädelmaße dieser Art zur Verfügung standen. Zudem wurde die Artzuweisung des gut erhaltenen Schädels von Daxlanden (MEYER, 1864) von LOOSE und GUERIN unterschiedlich gehandhabt.

3.5 Schädelwinkel

Die im folgenden aufgeführten Winkelmaße wurden nach den Angaben von ZEUNER (1934) gemessen, wo diese Winkel auch ausführlich erläutert sind. Große Bedeutung kommt dabei dem Occiput-Scheitelwinkel von DUERST (1930) zu, der den Occipitalquerkamm umfaßt (Winkel o bei ZEUNER) und dem Winkel y der zwischen der Foramenachse und der Verlängerung der Gaumenebene liegt. Daneben werden nach

ZEUNER (1935) die Winkel po (zwischen Opisthocranion-Opisthion und der Gaumenebene), Winkel m (zwischen Foramenachse und der Parietalfläche), Winkel x (Winkel m minus Winkel o), Winkel n (zwischen Parietalebene und Tangente der Hornbasen) und Winkel p (gibt die Höhe des Opisthions über dem hinteren Eckpunkt des Gaumens an) angegeben.

Ein Vergleich der Werte von ZEUNER (1935) mit den Angaben von LOOSE (1975) offenbart aufgrund unterschiedlicher Materialauswahl deutliche Unterschiede in den Variationsbreiten der meisten Werte. Die angegebenen Variationsgrenzen beider Autoren werden von den Maßen des Schädels aus der Dechenhöhle teilweise über- oder unterschritten. Dies ist sicherlich eine Folge des zu geringen Datenmaterials auf dem diese Untersuchungen beruhen.

Dicerorhinus etruscus

	ZEUNER (1935)				LOOSE (1975)				Dechenhöhle	Kempen
	min.	med.	max	n	min.	med.	max.	n		
l	57	66	72	12	61	69	73,5	9	66,8	-
o	63	73	83	14	70	75	81	9	68	59
n	142	149	157	12	ca. 140	150	ca. 160	9	ca. 164	-
p	25	27	31	3	25	30	33	3	20	-
po	66	71	90	7	65	76	78	7	87,5	-
y	80	98,5	107	6	88	93	104	7	111	-
M	34	46	70	8	42	51	57	9	44	37
x	-40	-25,6	-12	8	-33	-24	-19	9	-24	-23

Dicerorhinus kirchbergensis

	ZEUNER (1935)				LOOSE (1975)				Dechenhöhle	Kempen
	min.	med.	max	n	min.	med.	max.	n		
l	63	67	74	3	62,2	67,75	78	4	66,85	-
o	70	77,5	83	4	67	70	77	3	68	59
n	147	152	155	3	145	150	155	3	ca.. 164	-
p	21	27	28	4	-	-	-	-	20	-
po	67	67	72	3	72	72	80	3	87,5	-
y	82	95,5	109	4	93	97	101	4	111	-
m	41	55	66	5	46	50	51	3	44	37
x	-42	-17,5	-13	4	-26	-21	-20	3	-24	-23

Dicerorhinus hemitoechus

LOOSE (1975)					Dechenhöhle	Kempen
	min.	med.	max	n		
l	63	65,5	72,5	9	66,85	-
o	47	55	61	11	68	59
n	141	149	ca.. 1 60	9	ca..164	-
p	-	-	-	-	20	
po	-	-	-	-	87,5	
y	ca.110	118	ca.120	7	111	-
m	28	37,5	44	10	44	37
x	-23	-17,5	-7	10	-24	-23

Der Occiput-Scheitel-Winkel befindet sich nach ZEUNER (1935) noch im Variationsbereich von *D. etruscus*, dessen minimaler Wert hier mit 63° angegeben wird. Nach LOOSE beträgt der minimale Wert dieses Winkels 70°. Bei *D. kirchbergensis* betragen die minimalen Werte nach ZEUNER 70° und bei LOOSE 67°. Deutlich unterschritten werden diese Angaben aus der Literatur noch durch das Schädelfragment aus der Krefelder Terrasse des Niederrheingebietes, dessen meßbare Winkel hier mit zum Vergleich angegeben werden, da sie bei GUERIN (1980) und LANSER (1983) nicht aufgeführt sind. Mit 59° fällt der Wert des Winkels o deutlich aus dem in der Literatur aufgezeigten Rahmen für fossile Nashörner. Jedoch ist mit steigender Datenmenge auch hier mit einem Verschieben der Variationsgrenzen zu rechnen. Denn beim rezenten Spitzmaulnashorn (*Diceros bicornis*) betragen die Minimalwerte für diesen Winkel nach LOOSE (1975) nur 55°.

Der Wert des Winkels n zwischen der Ebene der Parietalia und der Tangente der Hornbasen übertrifft mit 164° sowohl bei *D. etruscus* und *D. kirchbergensis* die Maximalwerte beider Autoren. Der größte Wert beträgt bei ZEUNER (1935) und LOOSE (1975) jeweils 155°. Selbst in Anbetracht einer möglichen Verschiebung des hier ermittelten Wertes durch die Beschädigung im Bereich des frontalen Hornstuhls, die aber bei der Messung mit berücksichtigt wurde, drückt sich durch diesen großen Winkel der verhältnismäßig flache Verlauf der Profillinie des Neufundes von der Dechenhöhle aus.

Die Höhe des Opisthions über dem hinteren Eckpunkt des Gaumens wird nach ZEUNER (1935) durch den Winkel p ausgedrückt. Bei insgesamt jeweils 3 vorliegenden Schädeln von *D. etruscus* geben ZEUNER und LOOSE übereinstimmend 25° als Minimalwert an. Bei *D. kirchbergensis* gibt ZEUNER von 4 Schädeln 21° als minimalen Wert dieses Winkels an. Durch den Wert von 20°, bei dem Schädel aus der Dechenhöhle wird auch hier der insgesamt gerade Bau des Schädels deutlich.

Der Winkel po stellt die Beziehung zwischen dem Hinterhaupt und der Gaumenebene dar. Bei einem kräftig entwickelten Occipitalkamm oder einer abgesenkten Gaumenebene wird der Winkel größer. Als maximalen Wert bei *D. etruscus* gibt ZEUNER (1935) 90° an, während der entsprechende Wert bei LOOSE (1975) 78° beträgt. Bei beiden Autoren beruhen die Angaben auf jeweils 7 Messungen. Bei jeweils 3 Messungen betragen die maximalen Werte für *D. kirchbergensis* bei ZEUNER 72° und bei LOOSE 80°.

Die Neigung der Foramenachse (Basion-Opisthion) gegen die Gaumenebene wird nach ZEUNER (1935) durch den Winkel y gekennzeichnet. Dieser Winkel zeigt im Gegensatz zum Winkel po die Beziehung zwischen Hirn- und Gesichtsschädel unabhängig vor der Entwicklung des Occipitalkammes. Mit einem Wert von 111° ist auch dieser Winkel oberhalb des maximalen Wertes den ZEUNER aufgrund von 6 Messungen für *D. etruscus* mit 107° angibt. Bei LOOSE beträgt der entsprechende Wert 104° bei 7 Messungen. Auch die maximalen Werte der Winkel von *D. kirchbergensis*, die ZEUNER mit 109° und LOOSE mit 101° bei jeweils 4 Messungen angeben, werden überschritten. Wie durch den recht hohen Wert des Winkels y bei dem Schädel aus der Dechenhöhle angedeutet ist der Gesichtsschädel gegenüber der Foramenachse deutlich abgesenkt, bzw. der Schädel "hängt". Deutlich wird dies durch einen Vergleich der Werte von *D. hemi-*

toechus, die LOOSE (1975) angegeben hat. Hier beträgt der niedrigste Wert des Winkels y 110°. Der maximalen Wert von 120° dieses Steppennashorns, den LOOSE angibt, wird auch von den maximalen Werten des Winkels y von *Coelodonta antiquitatis* nicht erreicht, die nach ZEUNER 107° bei 19 Messungen und bei LOOSE 102° bei 8 Messungen betragen.

Zwischen der Foramenachse und der Parietalfläche wird der Winkel m gemessen. Nach ZEUNER (1935) gibt dieser Winkel die Stellung des Gesamtschädels zum Foramen occipitale an. Mit 44° bei dem Schädel aus der Dechenhöhle liegt dieser Wert innerhalb der Variationsbreiten wie sie von ZEUNER (34° - 70° bei n = 8) und LOOSE (42° - 57° bei n = 8) für *D. etruscus* angegeben werden. Bei den Werten für *D. kirchbergensis* liegt der Winkel noch im Variationsbereich den ZEUNER mit 41° - 66° bei 5 Messungen angegeben hat. Nach den Angaben von LOOSE wird der geringste Wert für *D. kirchbergensis*, dessen Variation er mit 46° - 51 bei 3 Messungen angibt, unterschritten. Bei dem Schädel von *D. kirchbergensis* aus der Krefelder Terrasse des Niederrheingebietes beträgt der Winkel m 37°. Diese verhältnismäßig geringen Werte für diesen Winkel an beiden Schädeln deuten in Verbindung mit dem großen Winkel y ebenfalls eine leicht abgesenkte mittlere Schädelhaltung an.

Zwischen dem Schnittpunkt der Foramenachse mit der Linie Opisthion- Opisthokranion befindet sich der Winkel x. Er wird nach ZEUNER (1935) aus m-o berechnet. Dieser Winkel ist meist negativ, da die Fläche der Occipitalia gegen die Foramenachse nach vorn geneigt ist, d.h. der Winkel m kleiner als Winkel o ist (ZEUNER, 1935). Bei einem Wert von -24° für den Winkel x für den Schädel aus der Dechenhöhle und -23° für x am Schädel von *D. kirchbergensis* vom Niederrhein, zeigt sich ,daß beide genau, oder fast genau im Bereich des Mittelwertes liegen wie sie von ZEUNER(1935) und LOOSE(1975) für *D. etruscus* angegeben werden. Bei den Angaben beider Autoren zu *D. kirchbergensis*, die auf 4 bzw. 3 Messungen beruhen befinden sich beide Werte aber immer noch in der Nähe angegebenen der Mittelwerte. Bei *D. hemitoechus* hingegen liegt der minimale Wert des Winkels x nach LOOSE (1975) bei - 23° und damit höher als bei dem Schädel aus der Dechenhöhle. Dies ist eine Folge des kräftig entwickelten Hinterhauptkammes dieses Steppennashorns, der zu einer Verringerung des Winkels o und damit zur Erhöhung des Winkels x führt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Winkelmaße des Schädels aus der Dechenhöhle und des Schädelfragmentes vom Niederrhein aufzeigen, daß die Variationsgrenzen der pleistozänen dicerorhinen Nashörner aufgrund der geringen Datenmenge noch nicht genauer erfaßt sind. Dort wo die aufgezeigten Variationsgrenzen durch die Werte des Schädels aus der Dechenhöhle (und auch von dem Schädelfragment vom Niederrhein) über- oder unterschritten werden, so fallen sie aber immer noch in das, bedingt durch eine größere Datenmenge, wesentlich größere Variationsspektrum der rezenten Nashörner, deren Variationsgrenzen sich zudem deutlich überlagern. Große Ähnlichkeiten bestehen z.B. zu den Werten von *Diceros bicornis*. Dem afrikanischen Spitzmaulnashorn wird nach ZEUNER (1935) auch eine ähnliche Schädelform, Kopfhaltung und wenig spezialisierte Lebensweise, ähnlich dem pleistozänen *D. etruscus*, nachgesagt. Da sich nach diesem Autor die Schädelformen von *D. etruscus* und *D. kirchbergensis* auch nicht unterscheiden sollen, ist eine Artdifferenzierung zwischen beiden Arten anscheinend lediglich anhand dieser Schädelmerkmale bislang nicht möglich.

3.6 Das Backenzahngebiß

Die linke und rechte Zahnreihe des Oberkiefergebißes liegt vollständig vor. Die Zähne sind weit abgekaut. So sind die Quertäler lediglich noch bei den linken und rechten M^2 und M^3 vorhanden. Bei dem linken M^1 ist der Boden des Quertals bereits erreicht. Insgesamt betrachtet befindet sich die rechte Backenzahnreihe, mit Ausnahme des vorderen 2. Prämolaren in einem fortgeschritteneren Abkauungsstadium als die linke.

Der Zahnschmelz ist weiß gefärbt, mit blauen Adern im Verlauf von Rissen im Schmelz. Das Dentin ist fast schwarz. Eine schwache Auflage von weißgefärbtem Zement läßt sich insbesondere an den Außenflächen der beiden letzten Molare beobachten. Die Schmelzoberfläche weist ansonsten nur geringe Rauigkeiten auf und ist, bedingt auch durch den fortgeschrittenen Abkauungsgrad der Zähne, fast glatt.

Die Messung der Zähne erfolgte jeweils an der Schmelzbasis. Die Maßangaben erfolgen in mm.

	links	rechts
Länge außen P^2	34,0	31,0
Breite	35,7	38,7
Länge außen P^3	34,2	33,1
Breite	49,4	–
Länge außen P^4	37,0	38,2
Breite	(56,8)	53,6
Länge außen M^1	44,7	45,2
Breite	58,4	58,5
Länge außen M^2	48,5	46,8
Breite	58,6	59,1
Länge außen M^3	51,0	52,7
Breite	53,5	53,8
Länge der Prämolarenreihe	101,0	102,5
Länge der Molarenreihe	137,3	138,2
Länge der Backenzahnreihe	233,0	231,5

3.6.1 Incisiven

Jeweils 4 cm von der Spitze des Zwischenkiefers befindet sich beidseitig eine schräg nach vorn-unten gerichtete Grube. Bei beiden Gruben ist am Boden eine kleine Öffnung sichtbar, die sich als Gefäßöffnung interpretieren läßt. Die Breite der Gruben, soweit sie erhalten sind, beträgt auf der linken Seite 8 und rechts 9 mm. An der linken Seite, wo der orale Rand noch teilweise vorhanden ist, beträgt die erhaltene Länge noch 11 mm. Die größte Tiefe beträgt hier auch 11 mm. Bei diesen beiden paarig angelegten Gruben handelt es sich offensichtlich um Alveolen von Incisiven, bzw. von Incisivenrudimenten. Ähnliche Gruben, die auf das Vorhandensein von Inzisivenrudimenten hindeuten, erwähnt WURM (1912) von einem Schädel von *D. etruscus* von Mosbach.

3.6.2 P^1

Unmittelbar vor den beiden P^2 befindet sich in der Verlängerung der Zahnreihen je eine unregelmäßig begrenzte Vertiefung. Auf der rechten Seite ist eine markante Öffnung in der Knochenoberfläche vorhanden. Die Rückwand dieser Öffnung befindet sich 14 mm vor dem P^2. Darüber hinaus geht noch 7 mm weit eine Zone mit spongioser Struktur der Knochenoberfläche. Auf der linken Kieferhälfte befindet sich eine flachere Vertiefung mit spongioser Struktur 4 mm vor dem Vorderrand des P^2. Die maximale Länge beträgt hier 16,5 mm und die Breite 13 mm.

SCHRÖDER (1903; S. 107)) erwähnt einen 1. Prämolar, bzw. Alveolengruben davon, bei *D. etruscus* von Mauer sowie bei *D. merckii* (= *kirchbergensis*) von Mosbach. Auch WURM (1912) bemerkt die Anwesenheit von 1. Prämolaren an weiteren Gebißresten von *D. etruscus* von Mauer.

Vermutlich waren die 1. Prämolae und auch die Incisiven bei dem Schädel aus der Dechenhöhle rudimentär entwickelt. Ob sie in späterem Alter ausfielen, oder eventuell noch fossil am Schädel vorhanden gewesen waren, läßt sich aufgrund der Grabungsgeschichte nicht entscheiden.

3.6.3 P^2

Die vorderen äußeren Ecken der 2. Prämolare sind deutlich vorgezogen. Über den hinteren Wurzeln bläht sich die Basis der Außenwand leicht auf. Zwischen den beiden Wurzeln fällt der Schmelz deutlich ein. Weitere Strukturen, wie Leisten oder Furchen, sind aufgrund des Abkauungsgrades auf den Außenwänden nicht mehr erkennbar.

Infolge der weit fortgeschrittenen Abkauung ist bei beiden Zähnen der Vorderhügel mit der Außenwand und dem Hinterhügel verschmolzen. Die Kauflächen bestehen im wesentlichen aus weiten Dentinflächen.

Insbesondere bei dem linken Zahn sind die Schmelzstrukturen auf der Kaufläche fast schon verschwunden. Der Rest des Haupttals besteht hier nur noch aus einem kleinen, undeutlichen Schmelzhöcker und die isolierte hintere Grube erreicht noch eine größte Länge von 3 mm. Die Kaufläche fällt hier, ab der Mitte des Zahnes, schräg nach vorne zur Wurzelebene ab. Cinguläre Bildungen sind, aufgrund des Abkauungszustandes, nicht mehr erkennbar.

An dem geringer abgekauten rechten 2. Prämolar erreicht das Haupttal noch eine Länge von 10 mm und die Postfosette 6 mm. An der Vorderwand des Vorderhügels sind noch Reste eines flach verlaufenden Cingulums in Form von 2 Schmelzlinsen erkennbar, die sich durch eine schmale Naht vom Schmelz der Vorderwand abgrenzen. Weitere cinguläre Bildungen sind an den Wänden des weitabgekauten Zahnes nicht mehr erkennbar.

Die Zahnhöhe beträgt außen 12 mm über dem vorderen Bereich der hinteren Wurzel und innen 9 mm. Bei dem stärker abgekauten linken P^2 beträgt die maximale Höhe außen 8 mm über der hinteren Wurzel.

Mit ihren Längen- und Breitenmaßen ähneln die 2. Prämolare des Schädels aus der Dechenhöhle den Zähnen von *D. etruscus* und *D. kirchbergensis*, die von SCHRÖDER (1930) und STAESCHE (1941) aufführt werden. Die Zahnmaße des von SCHRÖDER (1903) als altdiluvial eingestuften Schädels von Daxlanden werden bei den 2. Prämolaren noch übertroffen, die nachfolgenden Zähne des Schädels aus der Dechenhöhle sind hingegen deutlich kleiner.

3.6.4 P^3

Bei den beiden 3. Prämolaren sind die Schmelzbasen der Außenwände zwischen den Wurzeln leicht eingezogen. Ab der vorderen Wurzel sind die apikalen Bereiche der Außenwände deutlich nach innen geneigt. An der Vorderecke der Außenwände sind, insbesondere bei dem rechten geringer abgekauten Zahn, noch die Ansätze einer Leiste sichtbar, die nach vorne durch eine Furche begrenzt wird. Weitere Leisten sind an den Außenwänden nicht sichtbar; der Schmelz in Höhe der Kauflächen verläuft lediglich schwach gebogen.

Dem rechten Zahn fehlt, infolge von Beschädigung, fast die gesamte Innenwand, während links die innere Schmelzkante der Kaufläche beschädigt ist.

Bei den beiden Zähnen ist an der Vorderseite des Vorderhügels ein Cingulum erkennbar, das bei dem rechten Zahn von der Mitte der Vorderseite bis zum Übergang Vorder- und Innenseite des Vorderhügels 2 mm unterhalb der Kaufläche infolge der Beschädigung endet. Links ist das Cingulum an der vorderen Seite des Vorderhügels bereits durch die Kauflächenebene erreicht worden. Über den weiteren Verlauf der Cingula über die Innenseiten der Zähne lassen sich daher bei den 3. Prämolaren keine Angaben machen. Weitere cinguläre Bildungen sind an den Außen- und Rückwänden der beiden Zähne nicht sichtbar.

Infolge der Abkauung sind auf beiden Seiten das Haupttal und die Hintergrube isoliert. Besondere Schmelzbildungen sind, wahrscheinlich aufgrund der weit fortgeschrittenen Abkauung, an den Haupttälern nicht vorhanden.

3.6.5 P^4

Die Vorderecken der Außenwände sind leicht vorgezogen. Eine Leiste ist jeweils nicht sichtbar. Der weitere Verlauf der Außenwände ist einfach gebogen und im hinteren Bereich deutlich nach innen fallend.

Infolge des fortgeschrittenen Abkaustadiums liegen die Quertäler und Hintergruben der beiden 4. Prämolare jeweils als isolierte Schmelzinseln vor.

Sporn und Gegensporn sind bei beiden Zähnen vorhanden. Ihre Spitzen liegen sich gegenüber und haben sich aufgrund des fortgeschrittenen Abkaustadiums zu einer Schmelzbrücke vereinigt, die zur Abschnürung einer Mediofosette als isolierte Schmelzinsel führt.

Die Zähne zeigen an der Vorderwand des Vorderhügels ein Cingulum, das jeweils schräg basalwärts von der Vorderwand des Vorderhügels sich bis zum Übergang Vorder- und Innenwand des Vorderhügels hinzieht. Dort endet es, ohne hakenförmiges Aufbiegen, um am Hinterrand des Vorderhügels wieder einzusetzen. Von dort zieht es verhältnismäßig steil apikalwärts bis zur Innenseite des Hinterhügels, wo es jeweils von der Kauflächenebene abgeschnitten wird.

Die Tiefe des Quertales beträgt links 9,5 und rechts 8 mm. Die äußere Höhe über dem Hinterrand der Vorderwurzel beträgt links 18 mm und rechts 18,5 mm.

Abb. 7: *Dicerorhinus kirchbergensis* aus der Dechenhöhle. Die linke Zahnreihe von innen
Foto: WMfN.

3.6.6 M^1

Links ist die Kaufläche im vorderen Bereich der Außenwand und die Innenwand des Hinterhügels beschädigt.

Die Vorderkanten der Außenwände zeigen noch den basalen Ansatz einer Leiste. Die rückwärtigen Außenwände der Zähne sind deutlich nach innen geneigt. Weitere Gliederungen der Außenwand sind, dicht über der Schmelzbasis, nicht mehr feststellbar.

Aufgrund der fortgeschrittenen Abkauung erreicht die Kaufläche des rechten Zahnes an der Rückseite des Vorderhügels fast schon den Wurzelbereich.

Beide Quertäler sind isoliert. Beim linken, geringer abgekauten Zahn ist der Ansatz der Mündung des Tales noch an der Innenwand erkennbar.

Aus dem Übergangsbereich Hinterhügel und Außenwand zieht ein kräftiger Sporn in das Quertal, der bei dem stärker abgekauten rechten 1. Molar nur noch als Biegung im Schmelz angedeutet ist.

Rechts sind keine cingulären Bildungen mehr erkennbar. Links sind cinguläre Reste am Vorderrand des Vorderhügels und an der noch vorhandenen Mündung des Quertales erkennbar.

Die Höhe außen beträgt links 18,5 und rechts 16 mm, jeweils über der hinteren Wurzel.

3.6.7 M^2

Die Leisten sind kräftig und nach vorne durch eine Furche begrenzt. Sie verflachen jeweils oberhalb der Schmelzbasis. Der mittlere Teil der Außenwand ist bei beiden Zähnen einfach gewölbt. Die rückwärtigen Außenwände sind auch hier nach innen geneigt.

Die Quertäler sind jeweils noch im Kontakt mit den Innenwänden. Bei dem stärker abgekauten rechten Zahn ist der Boden des Tals durch die Kaufläche erreicht. Links ist die Mündung und der Boden des Quertals verhältnismäßig eng und steil ausgebildet.

Der Vorderrand des Vorderhügels zeigt, besonders deutlich bei dem geringer angekauten linken Zahn, eine vertikale Einschnürung.

An den Vorderwänden ist ein Cingulum vorhanden, das steil abfallend am inneren Vorderrand ohne hakenförmiges Aufbiegen endet. Vor der Mündung des Quertals befindet sich jeweils nur schwache Schmelzwülste, die bereits durch die Abkauung flach poliert scheinen. An den Hinterhügeln und den Rückwänden sind cinguläre Bildungen nicht sichtbar.

Bei beiden Zähnen ist ein kräftiger Sporn vorhanden, der sich in stumpfem Winkel von der Vorderwand des Hinterhügels absetzt.

Die Vorder- und die Hinterhügel verjüngen sich apikal deutlich.

Die Höhe außen beträgt links 22 mm und rechts 23 mm, jeweils in der Mitte der hinteren Wurzel gemessen.

3.6.8 M^3

Der linke der beiden Zähne zeigt an der Innenseite des Vorderhügels eine Beschädigung infolge von Schmelzverlust. Die vordere Ecke der Außenwand zeigt bei den beiden Zähnen jeweils eine kräftige Leiste, die nach vorne durch eine Furche begrenzt wird. Beide verflachen oberhalb der Schmelzbasen. Hinter der Leiste sind die Außenwände einfach gebogen.

Der Hinteransatz, als Relikt der Außenwand, bildet eine schwache Schmelzleiste, die sich am äußeren Hinterrand der Außenwand bei beiden Zähnen jeweils 9 mm apikal von der Schmelzbasis fortsetzt, ohne die Kauflächen zu erreichen. Am Vorderrand des Vorderhügels senkt sich ein Cingulum basalwärts, wo es am Übergang Vorderseite zur Innenseite aussetzt.

An der Mündung der weitgeöffneten Quertäler tritt beidseitig Schmelzverlust infolge der Anlage eines Abkauplanums auf, das sich an die Rückwand des Vorderhügels anlagert. Der erhaltene Schmelz der Rückwände erscheint oberhalb dieser mit Dentin gefüllten Flächen deutlich dünner und poliert. Die Flächen reichen bis unterhalb der Schmelzbasen. Diese in der Draufsicht spitz-eiförmigen Flächen haben links eine Breite von 14 mm und eine Tiefe von 9 mm. Rechts betragen die entsprechenden Werte 16 mm für die Breite und 11 mm für die Tiefe. Eine Beschädigung durch auflagernde Gesteine oder etwas Ähnliches scheidet aufgrund der symmetrischen Anlage dieser Flächen bei beiden Zähnen aus. In Frage kommt hier lediglich eine Abnutzung des Zahnschmelzes durch Abkauung, vermutlich aufgrund des fortgeschrittenen Abkauungszustandes des gesamten Gebisses.

Durch die Abkauflächen wird der Eingang der Quertäler deutlich erweitert und verflacht. Der erhaltene Boden im Inneren der Quertäler ist v-förmig ausgebildet. und nicht gerundet. Die Vorder- und Rückwände der Vorderhügel sind deutlich gegeneinander geneigt, entsprechend niedrigkronig wirken die Zähne. Ein Sporn und Gegensporn sind vorhanden und haben sich zu einem Steg vereinigt, der die Quertäler abschließt und zur Bildung von isolierten Mediofosetten führt.

Die größte Höhe, an der Außenwand gemessen, beträgt links 22, 5 mm und rechts 23 mm.

3.6.9 Allgemeine Zahnmerkmale

Der Zahnschmelz ist überwiegend glatt und zeigt allgemein nur geringe Rauigkeiten; diese befinden sich dann bevorzugt im Bereich der Schmelzbasen. Dies ist eine Folge der weitgehenden Abkauung der Zähne. Schwache Reste einer Zementbedeckung sind, besonders an den Außenwänden der Zähne, noch erkennbar. Wie stark die Zementauflage ursprünglich gewesen sein mag, läßt sich heute nicht mehr feststellen, da die Zahnreihen bereits im präparierten Zustand angetroffen wurden.

Auch in dem weit abgekauten Zustand zeigen die Zähne deutliche Merkmale von Niedrigkronigkeit. Diese Brachydontie äußert sich in der basalen Abflachung der Vorder- und Hinterhügel, der Abflachung der Vorderhügel an den Quertaleingängen und dem deutlichen Einfallen der Außenwände.

Die cingulären Bildungen sind nicht stark ausgeprägt und fehlen generell auf den Innenseiten der Vorderhügel.

4. Artdiagnose

Nach den von verschiedenen Autoren (z.B. SCHRÖDER, 1903, 1930; WURM, 1912; STAESCHE, 1941) angegebenen Merkmalen zur Artdifferenzierung der dicerorhinen pleistozänen Nashörner, also von *D. etruscus* , *D. kirchbergensis* und *D. hemitoechus*, die aufgrund der wenigen bislang überlieferten mehr oder weniger vollständigen Schädel, meist Zahnmerkmale sind, fallen die Backenzähne des Nashorns aus der Dechenhöhle aufgrund ihrer Morphologie in den Merkmalsbereich von *D. kirchbergensis* (= *D. mercki* in der älteren Literatur).

Hier ist vor allem die ausgesprochene Niedrigkronigkeit hervorzuheben. Diese Brachydontie, die sich auch bei den weit abgekauten Backenzähnen in der Neigung der Außenwände nach innen und dem flachen Anstieg der Vorderhügel an den Quertaleingängen äußert, ist charakteristisch für Backenzähne von *D. etruscus* und *D. kirchbergensis*. Die Zähne weisen zudem eine recht glatte Schmelzoberfläche auf und die Außenwände der 3. und 4. Prämolare sind nicht durch parallele Schmelzfalten gegliedert, wie es nach STAESCHE(1941) für *D. hemitoechus* typisch ist, sondern zeigen lediglich eine einfache Wölbung.

Das kräftige Cingulum der Backenzähne von *D. etruscus*, daß nach SCHRÖDER (1903) an den Innenseiten der Vorderhügel, auch der vorderen Prämolare, "als ein Wall, der durch einen inneren Graben - eine vertiefte Rinne - von den Querhügeln getrennt wird" ausgebildet ist, fehlt bei den vorliegenden Zähnen. Der steile Anstieg des Cingulums an der Innenwand der Hinterhügel der 4. Prämolare ist ein weiterer Hinweis auf D. kirchbergensis, da bei *D. etruscus* das Cingulum horizontal über die Innenflächen der Quertalhügel verläuft (SCHRÖDER, 1903). Hinzu kommt die weit fortgeschrittene Reduktion des hinteren Quertales bei den 3. Molaren des Schädels aus der Dechenhöhle, die nach SCHRÖDER (1903) und STAESCHE (1941) typisch für *D. kirchbergensis* ist, während das Quertal bei *D. etruscus* dagegen noch als deutliche, tiefe Grube vorhanden ist.

Ein Vergleich mit den in der Literatur aufgeführten Zahnmaßen macht eine Besonderheit deutlich, die das Gebiß des Craniums aus der Dechenhöhle gegenüber den meisten Funden solcher Art aufweist. Nach der Tabelle von SCHRÖDER (1930) werden die dort aufgeführten Zahnmaße von *D.mercki* teilweise beträchtlich unterschritten. Besonders deutlich sind die Unterschiede auch zu den Zahnmaßen von *D. kirchbergensis* der jungpleistozänen Fundplätze Ehringsdorf (KAHLKE, 1975), Taubach (KAHLKE, 1977), Burgtonna (KAHLKE, 1978) und Weimar (KAHLKE, 1984). Geringer fallen dagegen die Größenunterschiede zu den altpleistozänen Funden von Mosbach (SCHRÖDER, 1903) aus.

Auffallend kleine Zähne von *D. kirchbergensis*, die teilweise noch die Zahnmaße des Schädels aus der Dechenhöhle unterbieten, beschreibt STAESCHE (1941) jedoch aus den Ablagerungen von Steinheim an der Murr. Die Beziehung des Gebisses aus der Dechenhöhle zu diesen holsteinzeitlichen Funden wird neben der geringen Größe auch durch die teilweise Anwesenheit von Vertikalfurchen an den Vorderrändern der Vorderhügel der hier vorliegenden Zähne nahegelegt. Da in den Schottern von Steinheim neben den sehr kleinen Backenzähnen von *D. kirchbergensis* auch solche gefunden wurden, die durchaus an die Zahnmaße aus den jungpleistozänen Fundplätze heranreichen, ist als Grund hierfür die Annahme eines Sexualdimorphismus naheliegend.

Auch aus der Dechenhöhle selbst sind einige wenige Reste von *D. kirchbergensis* durch SCHRÖDER (1930) beschrieben worden. Diese wurden in den Jahren 1910 und 1911 bei den Grabungen an der Ostseite der Vorhalle die neue Teile der Dechenhöhle aufzuschließen versuchte, aufgesammelt. Gefunden wurden je ein vereinzelter 1. Molar des rechten Oberkiefergebißes mit deutlichen Abrollungsspuren, ein 2. Molar des linken Unterkiefers ohne Abrollung sowie ein nichtabgerolltes Os carpale IV rechts.

Der 1. Oberkiefermolar unterschreitet, mit einer Länge von 46 mm und einer Breite von 53 mm, noch die Maße der M^1 des Schädelfundes . Der Unterkieferbackenzahn hingegen paßt mit einer Länge von 45,5 und einer größten Breite von 31 mm in das durchschnittliche Größenmaß der *Mercki*-Zähne hinein (SCHRÖDER,1930). Damit deutet sich bei diesen wenigen Funden bereits ein durch Sexualdimorphismus bedingter deutlicher Unterschied in den Zahnmaßen innerhalb einer, sehr wahrscheinlich zeitgleichen, Population an.

Weitere Funde von *D. mercki* aus der näheren Umgebung der Dechenhöhle beschreibt SCHRÖDER (1905) von Heggen, im Biggetal; Luftlinie etwa 35 km von der Dechenhöhle entfernt. Die Fundstelle befand sich, nach der Beschreibung, südöstlich von Heggen in einer Karsthöhle im Massenkalk, im Bereich des ehemaligen Steinbruches Sondermann. Neben Resten von Schweinen und Bären fand man hier an Nashornresten einen rechten Oberkiefer mit Bezahnung, einen vereinzelten 4. Prämolaren des linken Oberkiefergebißes, einen rechten Unterkieferast, 7 im Skelettverband versinterte Brustwirbel, einen rechten Humerus, zwei linke Ossa pisiforme und eine rechte Tibia. Die Funde befinden sich im Besitz des Museums des Märkischen Kreises auf Burg Altena und konnten in der zwischenzeitlich geschlossenen geologischen Abteilung, mit der Beschriftung "wollhaariges Nashorn" zum großen Teil aufgefunden werden. Die Längen- und Breitenmaße der Backenzähne von Heggen übertreffen, wie die meisten Funde solcher Art, die des Schädels aus der Dechenhöhle. Über die Altersstellung der Sedimente und der darin enthaltenen Fossilien aus dieser, inzwischen wahrscheinlich abgebauten, Höhle liegen keine Hinweise vor.

Weitere Tierreste aus einer Höhle im benachbarten, etwa "30-40 Fuß niedriger" (SCHRÖDER, 1905) gelegenen ehemaligen Steinbruch Wiemer, erwähnt HUNDT (1874). Nach einer vorläufigen Bestimmung von TROSCHEL handelt es sich um Geweihstücke, Schädelteile und vielleicht auch Wirbel vom Ren, ein Oberschenkelknochen vom Pferd, Kieferteile mit Zähnen von Hyänen, den Schädel einer Hundeart, vielleicht vom Wolf, den Unterkiefer eines wieselartigen Tieres und den Backenzahn eines Rhinozeros. Eine Bearbeitung dieser Funde liegt nicht vor.

5. Begleitfauna

Aus der Dechenhöhle sind in der Vergangenheit zahlreiche Reste eiszeitlicher Säugetiere geborgen worden. Bereits FUHLROTT (1869) erwähnt Funde von Bärenresten von verschiedenen Fundpunkten innerhalb der Höhle.

Bei der Grabung der Jahre 1910/11 wurden nach WOLF (1910) Bären, Löwe, merk´sches Nashorn (= *Dicerorhinus kirchbergensis*), Rothirsch und Rind nachgewiesen. Die Nashornreste wurden durch SCHRÖDER (1930) wissenschaftlich bearbeitet. Der Löwenfund wurde durch DIETRICH (1968) und SCHÜTT & HEMMER (1978) beschrieben. Die Fundstelle dieser Reste ist die Grube im hinteren Bereich der Eingangshalle zur Schauhöhle und der Verbindungsgang Richtung Bahnlinie gewesen (WOLF,1910).

Bei dem Nachweis des Löwen handelt sich um ein Bruchstück des Horizontalastes einer Mandibel mit dem M_1 und den Alveolen von C, P_3 und P_4. Von DIETRICH (1968) wurde der Kieferrest als fraglich in das Altpleistozän eingestuft. Er charakterisierte ihn als Rest eines kurzschnauzigen Löwen und bezeichnete ihn als *Panthera (Leo) leo brachygnathus.* Von SCHÜTT & HEMMER (1978) wurde dieser Löwenrest als Übergangsform vom altpleistozänen *Panthera leo fossilis* zu den jüngeren mittelpleistozänen Löwen bezeichnet.

Weitere Löwenreste, in Form einer Metapodie (Mt 2, sin), der Spitze eines Eckzahnes (C max, sin) und das proximale Bruchstück der Diaphyse eines rechten Oberschenkelknochens mit fehlender proximaler Epiphyse (Femur, dex. juv.) fanden sich in den Sedimenten, die den Schädel von D. kirchbergensis umhüllten.

Etwas zahlreicher waren die Reste von Bären, die durch verschiedene Knochen und einige Zähne vertreten waren. Durch einzelne Knochen und Zähne ist noch der Rothirsch belegt. Jedoch gestattet das zu geringe Material keine statistisch abgesicherte Auswertung sowohl der Bären-, als auch der übrigen Tierreste . Hierbei muß aber betont werden, daß dieses Faunenspektrum nicht durch gezieltes Nachgraben zustande gekommen ist, sondern lediglich aus den Sedimenten stammt, die den Rhinozeros-Schädel direkt umgaben. Dies deutet die reiche und vielfältige Fossilführung der hier anstehenden Höhlenlehme an.

Auch bei der Abnahme der beiden Lackfilme lösten sich aus der gegliederten Sedimentabfolge einige Knochen und Zähne eiszeitlicher Wirbeltiere. Darunter befanden sich überwiegend Reste von Bären, daneben vereinzelte Zähne von Boviden, Cerviden und eines Caniden.

Diese Liste wird von ZIEGLER (1976) wird noch durch Rotfuchs und Ren erweitert, aufgrund einer Grabungsaktion im Bereich des Verbindungsganges zwischen der Fundstelle von 1910/11 und der Schädelfundstelle. Inwieweit die Bestimmung des Rens aufgrund eines Geweihfundes schlüssig ist, bleibt fraglich, da das Stück unpubliziert blieb.

6. Datierungen

Mit den Angaben von DIETRICH (1968) und SCHÜTT & HEMMER (1978) ist ein ungefährer Datierungsansatz für das Alter der Tierreste aus der Dechenhöhle gegeben.

Dies ist insofern von Bedeutung, da der Versuch einer direkten Datierung der Sedimente, in der sich der Schädel von D. kirchbergensis befand, mit Hilfe des Thermoluminiszensverfahrens aufgrund der ungünstigen Sedimenteigenschaften nicht möglich gewesen war (frdl. mündliche Mitteilung von Herrn Dr. L. ZÖLLER/Max Planck Institut Heidelberg).

6.1 Pollenuntersuchungen

Eine Analyse der Pollenführung wurde von Frau Prof. Dr. Urban durchgeführt. Dazu wurden die im Bereich der Fundstelle, jeweils im Abstand von 10 cm vom Liegenden zum Hangenden genommenen Proben verwendet. Um den Karbonatgehalt und das damit zusammenhängende Maß der Pollenzerstörung ermitteln zu können wurde von Frau URBAN eine Karbonatbestimmung nach SCHEIBLER durchgeführt.

Probe-Nr.	$CaCO_3$ %
Hangend	
8	29,67
7	24,11
6	15,83
5	12,51
4	9,94
3	12,05
2	14,36

1	11,71

Liegend

(Werte nach URBAN, 1994; unveröffentlichter Bericht)

Das Maximum der Probenserie bildet sich mit 29,67 % Kalziumkarbonat am Top der Abfolge (Probe 8). In der Mitte des kleinen Profils (Probe Nr. 4) befindet sich der geringste Wert mit 9.94 %.

Es ist, nach Frau URBAN mit relativ ergiebigen Sporomorphengehalten zu rechnen, wenn die Einbettung von Sporomorphen im stark kalkhaltigen Substrat rasch und unter überwiegend anaeroben Umständen erfolgt, wie es beispielsweise in rasch aufwachsenden Kalktuffen häufig beobachtet wurde. Liegen jedoch Kalksinter bzw. Kalktuffbildungen als über lange Zeiträume entstandene Verwitterungsprodukte vor (Höhlensedimente), so ist mit starker Pollenzerstörung (sekundäre Sterilität) und / oder einer eventuellen Anreicherung besonders widerstandsfähiger Sporomorpher zu rechnen (URBAN, 1994).

Die mikroskopische Untersuchung ergab daher auch die ursächlich beschriebene Sterilität der Proben. In den Proben 1 - 5 und 7 und 8 konnten dagegen vereinzelt Holzkohleflitter nachgewiesen werden. Es wurde beim Durchmustern keine Sporomorphenreste gefunden. Die Probe 6 zeigte prinzipiell das gleiche Erscheinungsbild, lieferte aber einen *Juglans*-Pollen, der auf ein präeemzeitliches Alter der Lagerstätte hindeutet (URBAN,1994).

6.2 Uran-Thorium-Datierungen

Im Jahre 1986 wurde eine Serie von Altersdatierungen nach dem Uran-Thorium-Verfahren an Kalksintern aus der Dechenhöhle durchgeführt. Diese Arbeiten wurden vom Westfälischen Museum für Naturkunde veranlaßt. Die Probennahme vor Ort und die Auswertung der Ergebnisse erfolgte durch Frau Dr. Ruth HAUSMANN / Geologisches Institut der Universität Köln. Die Ergebnisse dieser Datierungen liegen in einem unveröffentlichten Bericht vor, dessen Ergebnisse hier auszugsweise veröffentlicht werden.

Die Probenserie umfaßte sowohl Messungen am Bodensinter, im Hangenden der lehmigen Sedimentabfolge, an aufgewachsenen Stalagmiten sowie an Sintern, die im Höhlensediment umgelagert waren.

Für den Bodensinter im Bereich der Brücke, also dicht vor dem Ausgang der Schauhöhle wurde nach Frau HAUSMANN ein U/Th-Alter von 128 ($^{+18,4}/_{-15,3}$) ka im oberen und für den unteren Bereich, dicht über dem Höhlenlehm, ein Mindestalter von 136 ka (= 136 000 Jahre) ermittelt. Ein verlagerter Stalagmit aus dem Höhlenlehm unterhalb der Sinterdecke an dieser Stelle lieferte Alterswerte von 230-240 ka. Demnach wäre der Höhlenlehm hier in der Zeit zwischen 136 ka und 230 ka zur Ablagerung gelangt. An einem umgelagerten Sinterstück aus dem Höhlenlehm unterhalb der Sinterdecke im Bereich der Grabungsstelle an der Vorhalle (WOLF, 1910) wurde ein U/Th-Alter von 191 ($^{+20,4}/_{-16,9}$) ka festgestellt.

Auch bei vorsichtiger Betrachtung, lassen die vorliegenden absoluten Altersdatierungen den Schluß zu, daß die Altershinweise aufgrund der paläontologischen Befunde bei dem hier beschriebenen Nashornschädel und der Interpretation der Löwenmandibel durch DIETRICH (1968) und SCHÜTT & HEMMER (1978) , sowie der Fund des *Juglans*-Pollens durch Frau URBAN (1994) damit durchaus in Einklang stehen. Immerhin deuten die vorliegenden Daten ein unerwartet hohes Alter der Funde aus der Dechenhöhle an.

7. Schlußbetrachtung

Genauere Angaben über die Altersstellung der Funde aus der Dechenhöhle sowie ein größeres Artenspektrum lassen sich vielleicht durch spätere wissenschaftliche Grabungen gewinnen, die in Zusammenarbeit mit verschiedenen wissenschaftlichen Fachrichtungen durchzuführen sein werden.

Vordringlich erscheint vorerst jedoch die Ausweitung des Schutzgebietes des Bodendenkmalbereiches über den Bereich der eigentlichen Schauhöhle hinaus. Die Hinweise aus der älteren Literatur und der hier vorliegende Neufund lassen vermuten, daß sich sowohl im Untergrund der Höhle, dessen Erstreckung noch völlig unbekannt ist, als auch in deren weiterem Umkreis wichtige und seltene Überreste von pleistozäner

Tierwelt verborgen sind. Diese sind, als wichtige Zeugnisse der Entwicklungsgeschichte des Lebens in unserem Bereich, unter den Schutz des Denkmalschutzgesetzes des Landes Nordrhein-Westfalen zu stellen.

8. Dank

Die vorliegende Arbeit wäre nicht ohne die Hilfe und Unterstützung der Kollegen vom Westfälischen Museum für Naturkunde zustande gekommen. Besonders bedanke ich mich bei den Mitgliedern des Grabungsteams, da sie die schwierige Bergung vor Ort durchführten, den geduldigen Präparatoren, die den Schädel in langwieriger Arbeit von seiner Sinterhülle befreiten, zusammensetzten und anschließend abgossen. Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn E. Hammerschmidt für seine Unterstützung bei der Bergung und den zahlreichen Informationen die er uns geliefert hat. Zuletzt möchte ich mich auch bei allen Dienststellen und Firmen bedanken, die uns bei der Bergung in irgendeiner Form unterstützt haben.

9. Literatur:

DIETRICH, W., O. (1968): Fossile Löwen im europäischen und afrikanischen Pleistozän.- Paläont. Abh., A, Paläozool., **III (2)**: 323-366, 1 Abb., 13 Tab., 8 Taf.; Berlin.

DUERST, J. U. (1930): Vergleichende Untersuchungsmethoden am Skelett bei Säugern.- in : ABDERHALDEN,E.: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, **VII, 1**: 125-530, 227 Abb.; Berlin/Wien.

FUHLROTT, C. (1869): Die Höhlen und Grotten in Rheinland-Westfalen. Nebst Beschreibung und Plan der Dechenhöhle.- 110 S. , 1 Plan i. Anh.; Iserlohn (Bädecker).

GUERIN, C. (1980): Les Rhinozeros (Mammalia, Perissodactyla) du Miocene terminal au Pleistocene superieur en Europe occidentale. Comparaison avec les especes actuelles.- Doc. Lab. Géol. Lyon, **79**, 3 Bd.: 1185 S., 115 Fig., 161 Tabl., 21 Pl.; Lyon.

HUNDT (1874) :Correspondenzbl. Naturh. Ver. Rheinl. Westf. **31**:76-78; Bonn.

KAHLKE, H., D. (1965) : Die Rhinocerotiden-Reste aus den Tonen von Voigtstedt in Thüringen.- Paläont. Abh., A, **II**, 2/3: 451-519, 36 Abb., 8 Taf.; Berlin.

- " - (1969) : Die Rhinocerotiden-Reste aus den Kiesen von Süßenborn bei Weimar.- Paläont. Abh., A, **III**, 3/4: 667-709, 30 Abb., 4 Taf.; Berlin.

- " - (1975) : Die Rhinocerotiden-Reste aus den Travertinen von Weimar-Ehringsdorf.- Abh. zentr. geol. Inst., **23** : 337-397, 32 Abb., 1 Plan, 6 Taf.; Berlin.

- " - (1977) : Die Rhinocerotidenreste aus den Travertinen von Taubach.- Quartärpaläontologie **2**: 305-359, 41 Abb., 7 Taf.; Berlin.

- " - (1978) : Die Rhinocerotiden-Reste aus den Travertinen von Burgtonna in Thüringen.- Quartärpaläontologie **3**: 129-135, 6 Abb., 4 Taf. ; Berlin.

- " - (1984) : Die Rhinocerotiden-Reste aus den Travertinen von Weimar (Travertine im Stadtgebiet).- Quartärpaläontologie **5**: 381-387, 3 Abb., 1 Taf.; Berlin.

KOENIGSWALD, W., v. (Hrsg.) (1988) : Zur Paläoklimatologie des letzten Interglazials im Nordteil der Oberrheinebene.- Paläoklimaforschung **4** : 327 S., 137 Abb., 25 Tab.; Stuttgart (Fischer).

KRETZOI, M. (1942) : Bemerkungen zum System der nachmiozänen Nashorn-Gattungen.- Földtani Közlöny **LXXII**, fasc 4-12: 309-318, 1 Abb. ; Budapest.

LANSER, K. P. (1983) : Die Krefelder Terrasse und ihr Liegendes im Bereich Krefeld.- Diss. Univ. Köln: 241 S., 21 Abb., 11 Tab.; Köln.

LOOSE,H. (1975) : Pleistocene Rhinocerotidae of W. Europe with reference to the recent two-horned species of Africa and S. E. Asia.- Scripta Geol. **33**: 59 S., 13 Taf.; Leiden.

MEYER, H. von (1864) : Die diluvialen Rhinozeros-Arten.- Palaeontographica **11**: 233-283, 32 Taf.; Stuttgart.

SCHRÖDER, H. (1903) : Die Wirbelthier-Fauna des Mosbacher Sandes.- I. Gattung Rhinozeros.- Abh. Kön.Pr. Geol. L.A., NF., H. **18**: 143 S., 14 Taf. i. Atl.; Berlin.

- " - (1905) : Rhinozeros Mercki Jäger von Heggen im Sauerland.- Jahrb. Pr. L.A. **26**: 212-239, 1 Taf. ; Berlin

- " - (1930): Über Rhinozeros mercki und seine nord- und mitteldeutschen Fundstellen.- Abh. Preuß. Geol. L.A. NF., H. **124**: 111 S., 3 Tab., 26 Taf.; Berlin.

SCHÜTT, G. & HEMMER,H. (1978): Zur Evolution des Löwen (*Panthera leo* L.) im europäischen Pleistozän.- N. Jb. Palä-

ont. Mh., **1978** (4): 228-255, 5 Abb., 5 Tab.; Stuttgart.

STAESCHE, K. (1941): Nashörner der Gattung Dicerorhinus aus dem Diluvium Württembergs.- Abh. Reichsst. Bodenf., NF., H. **200**: 148 S., 2 Abb., 14 Taf; Berlin.

TOULA, F. (1902) : Das Nashorn von Hundsheim. Rhinozeros (Ceratorhinus Osborn) hundsheimensis nov. form. Mit Ausführungen über die Verhältnisse von elf Schädeln von Rhinozeros (Ceratorhinus) sumatrensis.- Abh. K.K. Geol. Reichsanst. Bd. **XIX**, H. 1: 92 S., 25 Fig., 12 Taf. ; Wien.

TROSCHEL (1874): Correspondenzbl. Naturh. Ver. Rheinl. Westf. **31**: S.78; Bonn.

WOLF, (1910) : Westdeutsche Höhlen I.- Mitt. d. Rhein.-Westf. Höhlenforschungsver. Elberfeld **2**, Dez.1910: 16 S., 21 Abb. ; Elberfeld

WÜST, E. (1911) : Zwei bemerkenswerte Rhinozeros-Schädel aus dem Plistozän Thüringens.- Palaeontogr. **58**: 133-138, 1 Taf. ; Stuttgart.

WURM, A. (1912) : Über Rhinozeros etruscus FALC. von Mauer a.d. Elsenz (bei Heidelberg).- Verh. naturh.-med. Ver. Heidelberg, NF. **XII**, 1: 1-61, 3 Fig., 4 Taf. ; Heidelberg.

ZEUNER, F. (1935) : Die Beziehungen zwischen Schädelform und Lebensweise bei den rezenten und fossilen Nashörnern.- Ber. Naturf. Ges. Freiburg: 21-80, 8 Taf. ; Freiburg.

ZIEGLER, J., W. (1976) : Neue Funde in der Dechenhöhle. Überreste von sechs Eiszeit -Tierarten.- Iserlohner Kreiszeitung; Samstag, 4. September 1976; Iserlohn.

Geol. Paläont. Westf.	47	79 - 93	2 Abb. 1 Taf.	Münster März 1997

Wirbeltierreste aus holozänen Tierbautensedimenten des südlichen Münsterlandes

Gottfried Böhme *
mit Beiträgen von K. Fischer*, W.-D. Heinrich* und K. Skupin**

Zusammenfassung: Aus einer kolluvialen Sedimentfolge in der Nähe von Gut Alpe bei Benninghausen im südlichen Münsterland wird eine fossile Wirbeltierfauna beschrieben. Sie umfaßt Skelettreste von Fischen, Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren. Die Skelettreste sind aus Füll- und Auswurfsedimenten fossiler Tierbautensysteme in ein Kolluvium umgelagert worden.

Die Zusammensetzung des Artenspektrums spricht für ein holozänes Alter der Fundstätte. Dies wird durch eine ^{14}C-Datierung mit einem konventionellen Alter von 1730 ± 75 Jahren unterstützt. Die ökologischen Bedürfnisse des überwiegenden Teiles der nachweisbaren Arten sprechen für eine im Vergleich zu den gegenwärtigen Verhältnissen wesentlich stärkere Bewaldung des Gebietes.

1. Einleitung

Anhäufungen großer Mengen von Skelettresten kleinerer Wirbeltiere in Füllsedimenten von Säugetier-Erdbauten haben sich in den beiden letzten Jahrzehnten als wertvolle Archive für die Untersuchung der Faunenentwicklung des späten Pleistozäns und des Holozäns erwiesen. Ein hervorragendes und gut untersuchtes Beispiel einer Fossillagerstätte dieses Typs sind die Tierbautensysteme von Pisede bei Malchin (Mecklenburg) (HEINRICH 1975; HEINRICH et al. 1983; PETERS et al. 1972). Die Akzeptanz solch junger „Fossilien", die allgemein als „subfossil" oder „subrezent" aufgefaßt werden, durch Fachkollegen der Paläontologie blieb jedoch zunächst zurückhaltend.

Vor allem erwies sich die Datierung der vorgefundenen Bautenstrukturen und Fossilreste als problemreich, da diese Bauten offensichtlich eine Nutzungsdauer von mehreren Jahrtausenden haben konnten, ohne daß diese sich augenscheinlich in den Strukturen und Füllsedimenten erkennen ließ. Im Verlaufe der strukturellen Entwicklung der Bautensysteme konnte es zu einem grundlegenden Wechsel der Bautenerzeuger und Bautennutzer sowie zur aktiven und passiven Verfüllung von Bautenabschnitten und zur Wiederaufwältigung früher bestehender und bereits verfüllter Abschnitte kommen. Relativ sichere Anhaltspunkte für die Entstehung und Geschichte solcher Bautensysteme ließen sich aber durch die Einbeziehung vielseitiger Untersuchungsmethoden und deren Ergebnisse gewinnen.

Anschriften der Verfasser:
* Dr. Gottfried Böhme, Dr. Karlheinz Fischer, Dr. Wolf-Dieter Heinrich, Museum für Naturkunde, Institut für Paläontologie, Invalidenstraße 43, D-10115 Berlin
** Dr. Klaus Skupin, Geologisches Landesamt Nordrhein Westfalen, De-Greiff-Straße 195, D-47803 Krefeld

Die in den Füll- und Auswurfsedimenten angereicherten Skelettreste von Kleinwirbeltieren konnten zum großen Teil als wieder ausgeschiedene Nahrungsüberreste der Bautenbewohner, z.T. aber auch als Skelettreste von in den Bauten verendeter Tiere (z.B. Überwinterer und Bautenbewohner) gedeutet werden .

Auf Skelettreste von Kleinwirbeltieren im „Löß" in der Nähe von Gut Alpe bei Lippstadt-Benninghausen westlich Lippstadt (Mbl. 4315 Benninghausen) im südlichen Münsterland, wurden Ende 1974 erstmals die damaligen Geologie-Studenten Chr. Gunga und St. Schultka aus Eickelborn aufmerksam. Ihre Beobachtung und die geborgenen „subfossilen" Knochenreste, fanden jedoch zu diesem Zeitpunkt im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Münster wenig Interesse. Im Frühjahr 1985 wurde Frau D. Glimm, Lippstadt-Hellinghausen, bei der Suche nach Gastropoden-Schalen in dem durch einen Wegeanschnitt aufgeschlossenen „Löß" des Hellwegs erneut auf die Fundstelle aufmerksam. Wegen der Lagerung im „Löß" bestand nun der Verdacht eines möglicherweise pleistozänen Alters der Knochenreste. Daher erfolgte aufgrund der Information von Frau Glimm im April 1985 eine weitere Probennahme durch Prof. Kl. Oekentorp, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Münster und Dr. J. Niemeyer, Westfälisches Museum für Naturkunde, Münster. Da das Fundgut überwiegend aus Skelettresten von Amphibien bestand, wurden die Wirbeltierknochen eines Teiles dieser Probe an den Autor zur Bearbeitung übermittelt. Einen ersten Bericht zu diesem Fundgut, welches offensichtlich ebenfalls aus Tierbautensedimenten stammte, erhielt Prof. Oekentorp im Oktober 1985 zugesandt. Die weitere Bearbeitung der Wirbeltierreste wurde jedoch zunächst aufgeschoben, da eine geologische Kartierung des Gebietes und damit genauere Untersuchung der Schichtenfolge im Fundstellenbereich noch ausstand. Aufgrund der Faunenzusammensetzung wurde aber ein holozänes Alter der Fundschichten bereits als wahrscheinlich angesehen. Die Besonderheit der Anreicherung fossiler Knochen veranlaßte nun das Westfälische Museum für Archäologie – Amt für Bodendenkmalpflege-Außenstelle Olpe (zuständig für den Regierungsbezirk Arnsberg) ein Verfahren zur Unterschutzstellung der Fundstelle „Gut Alpe" einzuleiten. Die Anerkennung und Eintragung als Paläontologisches Denkmal im Sinne des § 2 des Denkmalschutzgesetzes Nordrhein-Westfalen erfolgte im November 1986.

Die ab 1991 im Rahmen der geologischen Aufnahme des Blattes TK 25 : 4315 Benninghausen durchgeführte geologische Kartierung (Profilaufnahme, Korngrößenanalyse, Kalkgehaltsbestimmung) im Gebiet der Fundstelle durch Dr. K. Skupin (Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld) sowie ^{14}C-Datierungen von Knochen und Holzkohle (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover, Prof. M. A. Gey) und die Gewinnung weiteren Fundgutes rechtfertigen nun eine Darstellung der Ergebnisse der Analyse der vorliegenden Wirbeltierreste.

Herrn Professor Kl. Oekentorp (Münster) danke ich für die erste Anregung zu dieser Arbeit und die Bereitstellung des Fundgutes aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Münster. Gleichfalls danke ich Herrn Dr. K. Skupin (Krefeld) für das erneute Angebot (1995) zur Bearbeitung des Materials und die Neubeprobung der Fundstelle sowie die Ergebnisse seiner geologischen Aufnahme. Meinen Kollegen Dr. K. Fischer und Dr. W.D. Heinrich danke ich ebenfalls für die Bestimmung der Vogel- und Säugerreste aus dem Fundgut. Nicht zuletzt gilt Dank auch Herrn Dr. K.P. Lanser (Westfälisches Museum für Naturkunde, Münster) als Schriftleiter für die bereitwillige und zügige Publikation und vorzügliche Ausstattung des Beitrages in dieser Zeitschrift.

2. Die Fundstelle

Die Fossilfundstelle (Eigentümer: Paulheinz Löher) liegt in einem Wegeeinschnitt am etwa 8 m tief in das flachwellige Gelände der Hellwegbörden eingeschnittenen rechten Talhang (Abb. 1) des nach Norden zur Lippe fließenden Trotzbaches östlich von Gut Alpe bei Benninghausen (R 34 47 6OO, H 57 23 8OO), TK 25: 4315 Benninghausen), ca. 84 m über NN. Geologisch befindet sich die Fundstelle im Bereich der Lößprovinz des Hellwegs (MÜLLER 1959, SKUPIN 1991). Neben dem weichselzeitlichen Jüngeren Löß, der dort an der Geländeoberfläche in einer Mächtigkeit von 1-2 m anzutreffen ist, sind an den Hängen des Bachtals auch sogenannte „Ältere Lösse" (ARNOLD 1977) der frühen Saale-Kaltzeit (Drenthe-Stadium) angeschnitten, die als mehr oder weniger stark fluviatil oder solifluidal umgelagerte grobschluffreiche Lößfließerden beziehungsweise Verschwemmungsablagerungen den obersten Abschnitt des sogenannten Oberen Schnekkensandes im südlichen Münsterland darstellen (SPEETZEN 1990, SKUPIN & STAUDE 1995). Jüngerer und Älterer Löß werden wiederum von jungen, holozänzeitlichen Sedimenten überlagert, die als ca. 1-2 m mächtige Deckschichten schräg zum Trotzbach hin einfallen.

Abb. 1: Lage der Fundstelle mit Skelettresten von Wirbeltieren am rechten Talhang des Trotzbaches, östlich Gut Alpe bei Benninghausen

Die petrographische und korngrößenmäßige Zusamensetzung des relativ lockeren und undeutlich geschichteten Schwemmlehmmaterials ist recht einheitlich und besteht aus einem braunen bis graubraunen, teilweise schwach feinsandigen bis schwach tonigen Grobschluff mit unterschiedlich zahlreichen Kies-, Grus- und einzelnen Holzkohleresten, die infolge der flächigen Umlagerung teils schichtparallel, teils unregelmäßig im Sediment verteilt sind. Nach den an zwei aus dem Schwemmlehm geborgenen Holzkohlestückchen durchgeführten absoluten Altersdatierungen (^{14}C-Methode) ist die Schwemmlehmbildung erst während des jüngeren Holozäns erfolgt. Dabei wurde für eine aus 0,8 m Tiefe stammende Holzkohleprobe ein konventionelles Alter von 2 665 ± 265 J.v.h., für eine ca. 1 m tiefer liegende Holzkohleprobe ein konventionelles Alter von 2 255 ± 285 J.v.h. ermittelt. Das von unten nach oben zunehmende Alter gibt in diesem Zusammenhang die inverse Lagerung des erodierten und danach wieder abgelagerten Materials wieder. Eine weitere Datierung, durchgeführt an einem darin eingelagerten Skelettrest, erbrachte ein konventionelles Alter von 1 730 ± 75 J.v.h.. Letzterer zeigt in etwa den Besiedlungszeitpunkt des Schwemmlehmvorkommens an.

In einer Tiefe von 1,50-1,80 m befinden sich z.T. lagenförmige, z.T. nesterartige Anreicherungen von Knochen kleiner Wirbeltiere, welche aber auch diffus zusammen mit Gehäusen landbewohnender Schnekken und zwar *Succinella oblonga* (DRAPARNAUD), *Azeca goodalli* (FERUSSAC), *Discus rotundatus* (O.F.MÜLLER), *Clausilia (Clausilia) bidentata* (STRÖM), *Laciniaria plicata* (DRAPARNAUD), *Monacha (Monacha) cartusiana* (O.F. MÜLLER), *Trichia (Trichia) hispida* (LINNAEUS), *Trichia (Trichia) striolata* (C. PFEIFFER), *Arianta arbustorum* (LINNAEUS) und *Cepaea nemoralis* (LINNAEUS) in weiteren Teilen des Sediments auftreten. (Bestimmung: Dr. H. SCHÜTT, Düsseldorf-Benrath) Der hohe Karbonatgehalt begünstigt die gute Erhaltung der Wirbeltierreste. Einlagerungen von Karbonatkonkretionen, insbesondere in den Fundlagen der Wirbeltierreste, machen eine intensive Karbonatdynamik in der Schichtenfolge deutlich (zur Karbonatdynamik in Pisede vergl. JÄGER & HEINRICH 1975). Die Knochenführung des Sediments ist im Aufschluß über eine laterale Erstreckung von ca. 15 m feststellbar. Im Anschnitt waren an einigen Stellen

sedimentgefüllte Bautenstrukturen zu erkennen. Darüberhinaus sind jüngere, z.T. noch offene Bautenstrukturen vorhanden, aus deren Auswurfmassen mit hohem Anteil an pflanzlichen Resten ebenfalls Skelettreste von Kleinwirbeltieren gewonnen wurden. Eine weitere vergleichbare, bisher nicht näher untersuchte Fundstelle befindet sich am gleichen Talhang ca. 100 m bachaufwärts.

Die diffuse Knochenführung des an den Fundstellen talwärts einfallenden Sediments belegt einerseits eine kolluviale Verlagerung bereits knochenführender Sedimente, die aus aufgearbeiteten ehemaligen Auswurf- oder Füllsedimenten von Tierbauten entstammen müssen. Andererseits sind in diesen knochenführenden Hangsedimenten wiederum Tierbauten entstanden, die erneut knochenführende Füll- und Auswurfsedimente erzeugt haben, welche sich lithologisch jedoch nicht deutlich unterscheiden lassen. Somit ist mit erheblichen Massenbewegungen im Hangbereich in den letzten Jahrtausenden zu rechnen, die sowohl auf die landwirtschaftliche Nutzung der Bördeflächen oberhalb des Hanges, als auch auf die Tätigkeit von bautenerzeugenden Säugetieren zurückgeführt werden können.

3. Das Fundgut

Obwohl innerhalb des Aufschlusses die Beprobung an verschiedenen Fundpunkten erfolgte, die im Detail nicht mehr nachvollziehbar ist, wird aufgrund des relativ geringen Umfanges der Einzelproben auf eine getrennte Analyse verzichtet. Es ergaben sich aus ihr keine sicheren Hinweise auf zeitlich oder ökologisch bedingte unterschiedliche Artenspektren in den Teilproben. Lediglich in den Proben aus den Auswurfsedimenten der offenen Bauten befanden sich einige größere Knochen von Säugetieren und Vögeln, die bereits aufgrund ihres Erhaltungszustandes ein etwas jüngeres Alter signalisieren.

Das Probenmaterial wurde z.T. im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Münster, z.T. im Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen in Krefeld und z.T. im Institut für Paläontologie des Museums für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin geschlämmt und ausgelesen.

Der Erhaltungszustand der Knochensubstanz ist aufgrund des hohen Kalkgehalts im Sediment sehr gut. Zahlreiche Fundstücke weisen aber charakteristische Korrosionsformen auf: Die Knochensubstanz der Kompakta ist von der Oberfläche her gleichmäßig angelöst. Bei fortgeschrittener Korrosion tritt die Kompakta an die Oberfläche. Hervortretende Kanten, wie z.B. das Vexillum und die Ränder des Acetabulums am Ilium der Anuren sind stark erniedrigt, durch Biß entstandene Bruchkanten geglättet und gerundet. Vergleichbare Erscheinungen wurden aus dem fossilen Tierbautensystem von Pisede bei Malchin beschrieben und als Verdauungsspuren gedeutet (BÖHME 1983). Zusammenhängende Skelettpartien wurden nicht vorgefunden. In den lagenförmigen Anreicherungen waren dagegen vereinzelt ballenförmige Knochenkonzentrationen festzustellen, die wohl als überlieferte Kotballen gedeutet werden können. Ähnliches wurde ebenfalls in dem fossilen Tierbautensystem von Pisede beobachtet (HEINRICH 1977).

Als Erzeuger der Knochenanreicherungen in den Füll- und Auswurfsedimenten dieser Tierbauten kann in erster Linie der Dachs *Meles meles* angenommen werden. Ebenfalls kommen der Fuchs *Vulpes vulpes* und der Iltis *Putorius putorius* in Betracht, Sklettelemente in die Bautenstrukturen eingebracht zu haben. Der Dachs hat ein sehr breites Nahrungsspektrum und in seinem Verdauungssystem werden Knochen nur teilweise oder nicht aufgelöst. Wie besonders die Befunde an dem fossilen Tierbautensystem von Pisede ergeben haben, legt er offensichtlich einen großen Teil seines Kotes auch innerhalb des von ihm bewohnten Bautensystems ab. So kann es im Verlaufe einer langjährigen Nutzung zu einer erheblichen Anreicherung von Skelettresten innerhalb des Baues kommen. Hinzu können die Skelettreste von Tieren kommen, die die Hohlräume bzw. das lockere Sediment der Füllungen aktiv aufgesucht haben um dort zu überwintern bzw. ungünstige Witterungsphasen zu überdauern und dort dann umgekommen sind.

Die Bestimmung der Arten erfolgte in direktem Vergleich mit Skelettelementen rezenter Arten, bei den Anuren auf der Grundlage der vom Verfasser entwickelten Bestimmungsmethode (BÖHME 1977). Die Reste von Kleinsäugern wurden von Dr. W.-D. HEINRICH, Berlin, die Funde von größeren Säugetieren und Vögeln von Dr. K. FISCHER, ebenfalls Berlin, bestimmt.

Aus der Fundstelle Gut Alpe liegen insgesamt mehrere Tausend Skelettreste vor, die folgenden Arten zuzuordnen sind:

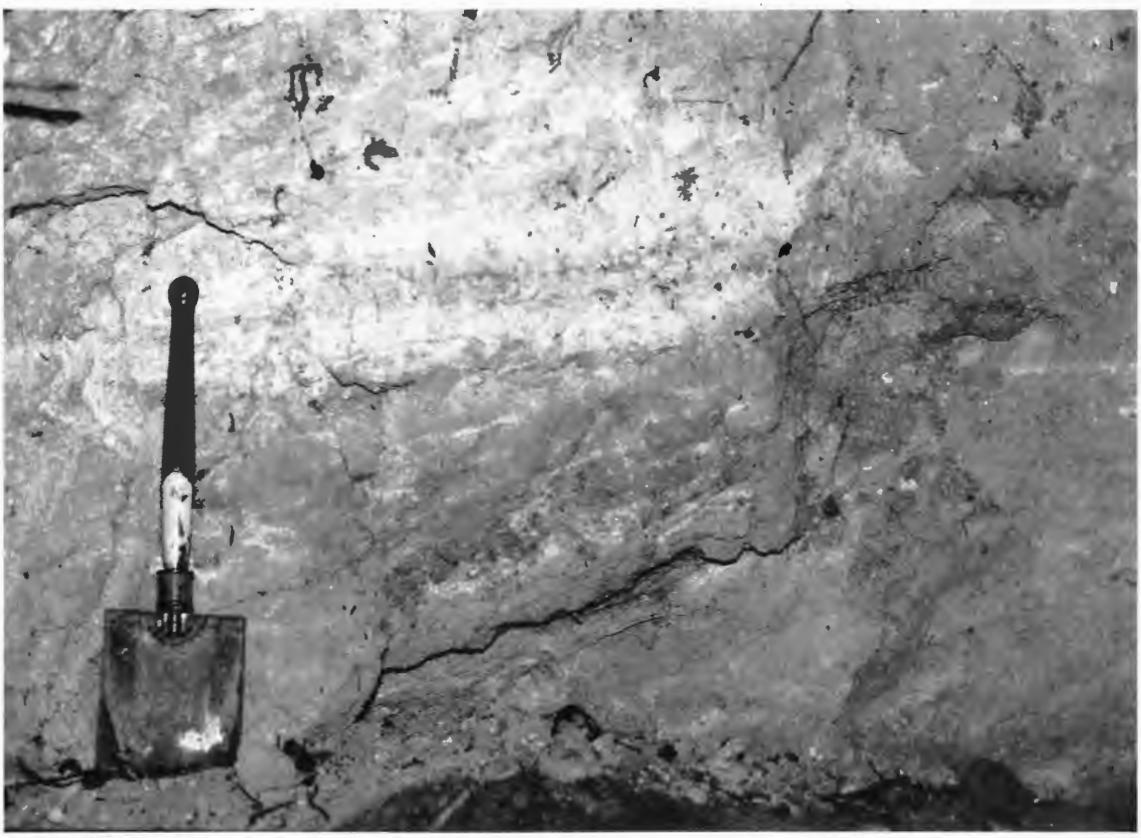


Abb. 2: Kolluviale knochenführende Schichtenfolge des Holozän östlich von Gut Alpe bei Benninghausen

3.1. Osteichthyes HUXLEY, 1880

Cyprinidae JORDAN & EVERMANN, 1896

Phoxinus cf. ***phoxinus*** (LINNAEUS, 1758) - Ellritze
(Tafel 1, Fig. 16)

F u n d g u t: Schlundknochen mit Schlundzähnen (1 dex.)

B e m e r k u n g e n: Die Schlundzähne sind zweireihig angeordnet. Erhalten sind zwei von fünf Schlundzähnen der Hauptreihe und einer von zweien der Nebenreihe. Ihre Form entspricht denen des rezenten Vergleichmaterials dieser Art.

Gasterosteidae BONAPARTE, 1839

Gasterosteus cf. *aculeatus* LINNAEUS, 1758 - Dreistachliger Stichling
(Tafel 1, Fig. 14, 15)

F u n d g u t: Frontale (1 sin.), Hyomandibulare (1 dex.), Dentale (1 dex.) Operculum (1 sin), Suboperculum (1 dex.), Praeoperculum (1 sin.), Rückendorn (1), Beckendorn (1), Wirbel (2)

B e m e r k u n g e n: Die charakteristischen Stacheln (Dornen) sind unverwechselbare Skelettelemente dieser Familie. Gleichzeitig sind die Skelettelemente auch durch ihre eigentümliche Skulptur gekennzeichnet, welche die Möglichkeit der Unterscheidung der beiden Gattungen *Gasterosteus* (Dreistachliger Stichling) und *Pungitius* (Kleiner- oder Neunstachliger Stichling) bietet.

3.2. Amphibia LINNAEUS, 1758

Caudata OPPEL, 1801 (Urodela DUMERIL, 1804)

Salamandridae GRAY, 1825

Salamandra salamandra (LINNAEUS, 1758) - Feuersalamander
(Tafel 1, Fig. 9, 10)

F u n d g u t: Frontale (19), Basisphenoid (8), Prootikum (17), Dentale (5 sin., 9 dex.) „Atlas"-Wirbel (11), Wirbel (358), Extremitäten-Knochen (33)

B e m e r k u n g e n: Die Skelettelemente von *Salamandra* sind relativ robust und gut bestimmbar. Sie erscheinen im Fundgut gegenüber den Resten anderer Amphibien überrepräsentiert. In Hinsicht der Individuenzahl nehmen sie aber nur 1,9 % des Artenspektrums ein. Hinzu kommt, daß sie wahrscheinlich nicht als Nahrungsreste karnivorer Bautenbewohner, sondern als Reste von Überwinterern in die Füll- und Auswurfsedimente gelangt sind. Die Größenvariabilität der Skelettelemente belegt, daß Reste von Individuen sehr unterschiedlichen Alters überliefert sind.

Triturus alpestris (LAURENTI 1768) - Bergmolch
(Tafel 1, Fig. 11, 13)

F u n d g u t: Otoccipitale (1 sin.), Rumpfwirbel (2), Schwanzwirbel (1)

B e m e r k u n g e n: Die Wirbel der kleinen *Triturus*-Arten sind relativ schwierig spezifisch zu bestimmen (vergl. HALLER-PROBST & SCHLEICH 1994). Dies wird durch den Erhaltungszustand der vorliegenden Funde noch erschwert. Da rezent sowohl *T. alpestris* als auch *T. vulgaris* im Gebiet vorkommen, war das Vorhandensein beider Arten im Fundgut mit Sorgfalt zu prüfen. Lediglich ein linkes Otoccipitale, zwei Rumpfwirbel und ein Schwanzwirbel konnten mit einigermaßen Sicherheit *Triturus alpestris* zugeordnet werden. Sie unterscheiden sich vor allem in den Längen-Breiten-Proportionen. Die Wirbel von *T. alpestris* sind relativ schlanker. Bei rezentem Vergleichsmaterial dieser Art ist bei einzelnen Individuen der caudale Rand des Dorsaldaches wesentlich robuster ausgebildet, als bei *T. vulgaris*. Dies trifft auch für die beiden Rumpfwirbel aus dem Fundgut zu.

Triturus vulgaris (LINNAEUS, 1758) - Teichmolch
(Tafel 1, Fig. 8, 12)

F u n d g u t: Basisphenoid (4), „Atlas"-Wirbel (4), Wirbel (74), Extremitäten-Knochen

Salientia LAURENTI, 1768 (Anura GIEBEL, 1847)

Bufonidae HOGG, 1841

Bufo bufo (LINNAEUS, 1758) - Erdkröte
(Tafel 1, Fig. 5)

F u n d g u t: Frontoparietale (31), Prämaxillare (29), Sacralia (20), Ilia (48 sin., 47 dex.)

B e m e r k u n g e n: Sowohl die Ilia als auch die Frontoparietalia, die Prämaxilare und die Sacralia sind zur eindeutigen Bestimmung der europäischen *Bufo*-Arten geeignet. Daraus ergibt sich der alleinige Nachweis von *Bufo bufo* im vorliegenden Fundgut. Skelettelemente der Extremitäten, der Wirbelsäule und des Schultergürtels wurden nicht berücksichtigt. Mit nur 8,48 % der nachweisbaren Individuen ist die Erdkröte, die in anderen Fundstellen meist wesentlich häufiger auftritt (in Pisede 42,3 %), in der Herpetofauna der Fundstelle Gut Alpe ungewöhnlich gering vertreten.

Hylidae HALLOWELL, 1857

Hyla cf. ***arborea*** (LINNAEUS, 1758) - Laubfrosch
(Tafel 1, Fig. 6)

F u n d g u t: Ilium (1 dex.)

B e m e r k u n g e n: Die Ilia von *Hyla* sind durch das breite, dünne Übergangsfeld am ventralen Rand zwischen dem Pars descendens und der Ala sowie durch die laterale Position des Tuber superior ausreichend gekennzeichnet.

Ranidae LINNAEUS, 1758

Rana arvalis (NILSSON, 1842) - Moorfrosch
(Tafel 1, Fig. 7)

F u n d g u t: Frontoparietale (1 dex.)

B e m e r k u n g e n: Die Frontoparietale von *Rana arvalis* zeigen Merkmale, die sie von denen aller anderen europäischen Raniden eindeutig unterscheiden. So genügt dieses einzige Skelettelement für den sicheren Nachweis der Art im Fundgut. Die Häufigkeit im Artenspektrum der Herpetofauna ist jedoch mit 0,18 % sehr gering.

Rana temporaria LINNAEUS, 1758 - Grasfrosch
(Tafel 1, Fig. 4)

F u n d g u t: Frontoparietale (463), Ilia (411 sin., 497 dex.), Extremitätenknochen

B e m e r k u n g e n: Die Ilia von *Rana temporaria* sind durch das relativ niedrige Vexillum und die Proportionen der Junctura ilioischiadica gut zu kennzeichnen. Auch die Frontoparietale zeigen spezifische Merkmale, die in Kombination mit den Ilia eine eindeutige Bestimmung ermöglichen. Mit insgesamt 908 Ilia (87,81 % der nachweisbaren Individuen von Amphibien und Reptilien) ist *Rana temporaria* die häufigste Art im vorliegenden Fundgut. Skelettelemente der Extremitäten, der Wirbelsäule und des Schultergürtels wurden nicht berücksichtigt.

3.3. Reptilia LAURENTI, 1768

Squamata OPPEL, 1811

Anguidae GRAY, 1825

Anguis fragilis LINNAEUS, 1758 - Blindschleiche

F u n d g u t: Maxillare (1 dex.), Dentale (1 dex.), Wirbel, Osteoderme (72)

B e m e r k u n g e n: Anhand der zahntragenden Schädelelemente läßt sich lediglich ein Individuum von *Anguis fragilis* im Fundgut nachweisen (0,18 %). Auch die relativ geringe Anzahl der Osteoderme (Schuppen) deutet darauf hin, daß die Art hier nicht häufig fossilisiert wurde.

Lacertidae BONAPARTE, 1831

Lacerta sp.

F u n d g u t: Wirbel

B e m e r k u n g e n: Die Wirbel der Lacertiden sind von denen der Anguiden vor allem durch die Ausbil-

dung der Ventralseite des Zentrums deutlich unterschieden. Eine Artbestimmung ist jedoch anhand der Wirbel nicht möglich. Da es sich um Wirbel sehr geringer Dimensionen handelt, könnte es sich um solche von *Lacerta vivipara* (Waldeidechse) handeln. Die geringe Repräsentanz von Eidechsen im Fundgut ist auffallend.

Colubridae GRAY, 1825

cf. ***Natrix*** LAURENTI, 1768

F u n d g u t: fragmentarische Wirbel (5, davon 2 juvenil)

B e m e r k u n g e n: Lediglich 5 Wirbelfragmente stammen von Schlangen. Die Existenz des Ansatzes einer ventralen Epiphyse an den Wirbelzentren deutet auf die Zugehörigkeit zur Gattung *Natrix*. Eine genauere Bestimmung ist aufgrund des Erhaltungszustandes nicht möglich.

3.4. Aves LINNAEUS, 1758

(Bestimmung durch K. FISCHER)

Phasianidae VIGORS, 1825

Gallus domesticus LINNAEUS, 1758 - Haushuhn

F u n d g u t: Humerus (1 dex.), Tibiotarsus (1 dex.), Ulna (1 sin.), 1 Os Coxae

B e m e r k u n g e n : Die relativ kleinen Skelettelemente sind keinem der ehemals einheimischen Wildhühner, sondern einem schwachen Haushuhn zuzuordnen. Der proximale Teil des Tibiotarsus und die Ulna zeigen bereits deutliche Ätzspuren von Pflanzenwurzeln.

Corvidae VIGORS, 1825

Corvus corone LINNAEUS, 1758 - Rabenkrähe
(Tafel 1, Fig. 3)

F u n d g u t: Ulna (1 dex.)

B e m e r k u n g e n: Der Fund stimmt sowohl in der Größe als auch in allen Merkmalen mit der Ulna des rezenten Vergleichsmaterials überein. Sein Erhaltungszustand deutet auf ein recht junges Alter hin (hoher Kollagengehalt des Knochens).

3.5. Mammalia LINNAEUS, 1758

Insectivora BOWDICH, 1821
(Bestimmung durch W.-D. HEINRICH)

Talpidae GRAY, 1825

Talpa europaea LINNAEUS, 1758 - Maulwurf

F u n d g u t: 1 M_1 sin. und 1 M^1 sin. von juvenilen Individuen; 1 M^1 sin.; 1 M_2 sin.; 1 M^3 dex.; 3 Endphalangen; 2 Humerus-Fragmente von juv. Individuen

Soricidae GRAY, 1821

Sorex minutus LINNAEUS, 1758 - Zwergspitzmaus

F u n d g u t: 1 Mandibel-Fragment ohne Zähne

Sorex* ex gr. *araneus LINNAEUS, 1758 - Waldspitzmaus-Gruppe

F u n d g u t: 5 Mandibeln sin.; 1 Mandibula dex. mit J - M_3; 1 Mand. dex.; 2 untere Incisiven sin.; 1 unterer Incisivus dex.; 1 Schädelrest mit P^4 - M^2 sin.

Soricidae indet.

F u n d g u t: 1 Mandibula sin. mit J, Z_1 - Z_3; 1 kleines Kieferfragment mit rotzähnigem Zahnbruchstück.

Carnivora BOWDICH, 1821
(Bestimmung durch K. FISCHER)

Mustelidae SWAINSON, 1835

Meles meles (LINNAEUS, 1758) - Dachs
(Tafel 1, Fig. 1)

F u n d g u t: Humerus (1 sin.)

M a ß e (in mm): größte Länge: 101,6; größte proximale Breite: 23,5; kleinste Diaphysenbreite: 9,2; größte distale Breite: 32,6.

B e m e r k u n g e n: Die Dimensionen des Humerus liegen in der Variationsbreite von adulten Dachsen des mitteleuropäischen Tieflandes, wie sie BENES, FISCHER & HEINRICH 1985 mitgeteilt haben.

Putorius putorius (CUVIER, 1817) - Iltis
(Tafel 1, Fig. 2)

F u n d g u t: Femur (1 sin.)

M a ß e (in mm): größte Länge: 48,4; Durchmesser des Caput femora: 5,4; kleinste Diaphysenbreite: 3,7; größte distale Breite: 10,0.

Lagomorpha BRANDT, 1855
(Bestimmung durch K. FISCHER)

Leporidae GRAY, 1821

Lepus europaeus PALLAS, 1778 - Feldhase

F u n d g u t: Os coxae (1 dex.), Vertebra lumbalis (1)

Oryctolagus cuniculus (LINNAEUS, 1758) - Kaninchen

F u n d g u t: Os coxae (1 dex.); Femur (1 sin., 1 dex.)

Rodentia BOWDICH, 1821
(Bestimmung durch W.-D. HEINRICH)

Muridae GRAY, 1821

Apodemus sp. cf. ***flavicollis*** (MELCHIOR, 1844) - Gelbhalsmaus

F u n d g u t: 1 M^1 sin.; 1 M^1 dex.

Apodemus sp. cf. ***sylvaticus*** (LINNAEUS, 1758) - Waldmaus

F u n d g u t: 2 M_1 sin.; 1 M^1 dex.

Apodemus sp.

F u n d g u t: 2 M_1 sin.; 1 M^1 dex.

Arvicolidae GRAY, 1821

Arvicola terrestris (LINNAEUS, 1758) - Schermaus

F u n d g u t: 1 Mandibula sin. mit M_1; 1 Mand. dex. mit M_1 - M_2; 1 Mand. dex. mit M_3; 1 M_1 sin.; 2 M_1 dex.; 1 M_2 sin.; 1 M_2 dex.

B e m e r k u n g e n: Die M_1 des Unterkiefers zeigen die für holozäne *Arvicola*-Populationen typische Schmelzband-Differenzierung (vordere Schmelzwände dicker als hintere).

Microtus subterraneus (DE SELYS-LONGCHAMPS, 1836) - Kurzohrwühlmaus

F u n d g u t: 1 fragmentarischer M_1 dex. eines juvenilen Tieres.

Microtus ex gr. ***arvalis-agrestis*** - Feldmaus- Erdmaus-Gruppe

F u n d g u t: 2 M_1 sin.; 1 M_1 dex.; 2 M^1 dex. sowie 1 M_1 sin. von juvenilen Individuen.

Clethrionomys glareolus (SCHREBER, 1780) - Rötelmaus

F u n d g u t: 2 Mandibulae sin. mit M_1; 1 Mand. sin. mit J, M_1 - M_2; 2 Mand. sin. mit M_1 - M_2; 3 Mand.-Fragm. dex. mit M_1; 18 M_1 sin.; 19 M_1 dex.

B e m e r k u n g e n: Anhand der Wurzelbildung und der Entwicklung der Molaren von *Clethrionomys* kann eine Gruppierung des Fundgutes nach Altersklassen vorgenommen werden. Die 18 linken und 19 rechten unteren M_1 haben dabei folgende Verteilung:

a) juvenil, volle Zahnhöhe nicht erreicht	9 sin., 12 dex.
b) Zahnhöhe erreicht	3 sin., 2 dex.
c) beginnende Wurzelbildung	3 sin., 1 dex.
d) mit Wurzeln	3 sin. 4 dex.

4. Ökologische und faunengeschichtliche Auswertung

Die in dem Fundgut aus der Schichtenfolge von Gut Alpe nachweisbaren Arten haben z.T. recht unterschiedliche ökologische Bedürfnisse.

Die nachgewiesenen Fische (*Phoxinus* cf. *phoxinus* und *Gasterosteus* cf. *aculeatus*) belegen die Existenz eines sauerstoffreichen Fließgewässers in der Umgebung der Fundstelle, welches selbst ein Gewässer sehr kleiner Dimension gewesen sein kann. Beide Arten besiedeln oft kleinste Bachläufe. Die Skelettreste können als Nahrungsreste fischfressender Karnivoren oder als Gewölle von Eulen in die Sedimente eines früheren Bautensystems gelangt sein.

Die überwiegende Anzahl der im Fundgut überlieferten Reste stammt von Amphibien. Sie sind sowohl mit Urodelen als auch mit Anuren vertreten. Wahrscheinlich können von den Urodelen nur die *Triturus*-Reste als Nahrungsrückstände karnivorer Wirbeltiere gedeutet werden. Die Reste von *Salamandra* werden dagegen von Individuen stammen, die die Bautenstrukturen aktiv (z.B. als Überwinterer) aufgesucht haben. Der Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) ist eigentlich ein Charaktertier der europäischen Mittelgebirge. Einzelne Populationen bewohnen jedoch auch colline Gebiete des Tieflandes. Dies ist besonders in der Münsterschen Bucht der Fall (FELDMANN 1981). In Mitteleuropa ist die Art ein ausgeprägtes Waldtier mit deutlicher Bindung an Laubwälder („silvicol" nach FELDMANN 1981). Sie benötigt ein kühlfeuchtes windstilles Mikroklima in schattigen Tallagen, ist aber an warmzeitliche, interglaziale Klimaverhältnisse gebunden. Für die Aktivitätsrhythmik scheint die Luftfeuchtigkeit eine höhere Bedeutung zu haben als die Temperatur. Als Laichgewässer werden saubere Fließgewässer genutzt. Tagesversteck und Überwinterungsplatz sind oft Hohlräume im Untergrund, die sie oft gemeinschaftlich aufsuchen. Zu diesen können auch Tierbauten gehören. Die beiden *Triturus*-Arten sind in der Laichzeit an stehende Kleingewässer gebunden, sie haben beide aber auch ausgedehnte Landphasen, in denen sie vor allem lockere Laub- oder Mischwaldgebiete in der Umgebung aufsuchen.

Von den nachgewiesenen Anuren (Salientia) ist die Erdkröte (*Bufo bufo*) relativ euryök. Sie bevorzugt aber mehr offene Landschaften als dichte Waldgebiete. Funde von Skelettresten dieser Art sind im Pleistozän Europas recht häufig, auch während kühler Klimaphasen. Während der Kaltzeiten mit Dauerfrostböden ist sie allerdings nicht anzutreffen. Dagegen ist der Grasfrosch (*Rana temporaria*) auch während der Kaltzeiten im eisfreien Gebiet in Mitteleuropa als einziger Vertreter der Herpetofauna vorhanden. In Nordosteuropa reicht gegenwärtig sein Verbreitungsgebiet bis in die Taiga und Tundra. Während interglazialer Klimabedingungen kennzeichnet er bewaldete Gebiete. Seine Dominanz im Fundgut von Gut Alpe spricht somit für eine frühere stärkere Bewaldung.

Der Moorfrosch (*Rana arvalis*) bewohnt dagegen in stärkerem Maße Feuchtgebiete (Moorgebiete), er ist ein Charaktertier des osteuropäischen Waldsteppengürtels. Der Laubfrosch (*Hyla arborea*) benötigt vor allem besonnte, vegetationsumgebene Kleingewässer bei warmzeitlichen Klimabedingungen.

Reptilreste aus der Fundstelle Gut Alpe sind relativ selten. Die Blindschleiche (*Anguis fragilis*) ist ein Tier nicht zu trockener offener Landschaften bzw. von Waldrändern und Hecken, wo sie sich sonnen kann. Auch die Waldeidechse (*Lacerta vivipara*), die möglicherweise in der fossilen Fauna vertreten ist, deutet auf Waldrand-Habitate oder Lichtungen hin, jedoch akzeptiert sie auch niedrigere Temperaturen als die Blindschleiche. Die Ringelnatter (*Natrix natrix*) ist wie die Erdkröte ebenfalls euryök. Sie bevorzugt aber die Nähe von Gewässern vor allem deshalb, weil sie dort Frösche als ihre Hauptnahrung erbeuten kann.

Die Zusammensetzung der Herpetofauna spricht somit für die Existenz von Feuchtgebieten mit sauberen Kleingewässern (stehende und fließende Kleingewässer), aber auch für eine stärkere Bewaldung (Laubmischwälder) mit offenen Stellen (eventuell Parklandschaften). Ausgesprochene Offenlandformen (Steppenarten) unter den Amphibien, wie *Pelobates fuscus* und *Bufo viridis,* ebenso *Bufo calamita* fehlen bisher im Fundgut. Ebenfalls fehlen thermophile Arten mit südlicherer Verbreitung, (z.B. *Rana dalmatina* und *Elaphe longissima*) die während des nacheiszeitlichen Klimaoptimums (Atlantikum) weit ins nördliche Mitteleuropa vorgedrungen waren (BÖHME 1991). Vermutlich sind diese Arten aber in das Gebiet der Fundstelle wegen des hier herrschenden stärkeren atlantischen Klimaeinflusses nicht gekommen.

Die Zusammensetzung der Kleinsäugerfauna vermittelt ein ähnliches Bild. *Talpa europaea*, *Sorex minutus*, *Sorex araneus*, *Apodemus flavicollis* und *Clethrionomys glareolus* sprechen für feuchtgründige Laubwälder oder Gehölze in einer Parklandschaft. Der Dachs (*Meles meles*) als vermutlicher Bautenerzeuger und Nutzer belegt ebenfalls eine Bewaldung des Gebietes. Dagegen deuten *Apodemus sylvaticus*, *Microtus subterraneus* und *Microtus arvalis -agrestis* mehr auf offenere Landschaften bzw. Waldränder hin.

Das Faunenspektrum wie auch der Erhaltungszustand der Skelettreste und das vereinzelte ballenförmige Vorkommen im Sediment spricht dafür, daß es sich bei der Knochenanreicherung von Gut Alpe im

wesentlichen um Nahrungsüberreste (Verdauungsreste) karnivorer Wirbeltiere handelt. Die Herkunft aus Gewöllen, wie sie bei Anreicherungen von Kleinwirbeltier-Knochen vielfach diskutiert wird, dürfte in diesem Fall weniger wahrscheinlich sein. Zunächst ist der Dachs (*Meles meles)* als Urheber in Betracht zu ziehen. Er ist durch einen Skelettrest im Fundgut belegt. Auch der ebenfalls durch einen Fund belegte Iltis (*Putorius putorius*) ist als Erzeuger von Kotballen mit Knochen und als Amphibien-Fresser denkbar (ZAPFE 1954), aber wohl nicht in dem hier anzunehmenden Umfang. Die Funde der Skeletteile von Hase (*Lepus europaeus*), Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*), Rabenkrähe (*Corvus corone*) und Haushuhn (*Gallus domesticus*) sprechen auch für die zeitweise Nutzung des Bautensystems in jüngerer Zeit durch den Fuchs. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang der hohe Anteil juveniler Individuen bei den Kleinsäugerresten, die ebenfalls auf die Überlieferung als Nahrungsreste hindeuten. Die Reste des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*) sind dagegen vermutlich durch überwinternde Tiere in die Sedimente des Bautensystems gelang und nicht als Nahrungsreste, da diese Art aufgrund seiner toxischen Hautsekrete kaum Freßfeinde hat.

Die Erfassung der Besiedelung mit Amphibien und Reptilien in der Gegenwart ist im Gebiet des Umlandes der Fundstelle bisher nur lückenhaft erfolgt (FELDMANN 1981, KRONSHAGE et al. 1994). Die in jüngster Zeit publizierten Nachweiskarten (KRONSHAGE et al. 1994) belegen vor allem den rapiden, ja katastrophalen Rückgang der meisten Arten der Herpetofauna im Münsterland in den letzten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts. Aus dem Nachweis von Arten in den Fundschichten bzw. auch aus deren Fehlen ergeben sich dennoch einige interessante Aspekte zur früheren Landschaftsentwicklung und zur Faunengeschichte: Der Grasfrosch (*Rana temporaria*) und die Erdkröte (*Bufo bufo*) sowie der Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) sind aus den pleistozänen Höhlenfüllungen des Hönnetales in der Umgebung von Balve (Sauerland) seit langem bekannt (Grabungen v. DECHEN 1843 - 1871, z.B. in NEHRING 1880, VIRCHOW 1870; sowie Aufsammlungen PAECKELMANN, Preuß. Geol. LA.1920). Diese Arten sind heute auch im nur wenig nördlicher gelegenen Münsterland relativ weit verbreitet. Gleiches gilt für den Teichmolch (*Triturus vulgaris*) und den Bergmolch (*Triturus alpestris*), wobei letzterer im Hellweg sogar dominierte (48,1 %, nach FELDMANN 1981). Von den fossil in der Fundstätte nachgewiesenen Arten fehlen gegenwärtig bzw. fehlten im Bereich des Mbl. 4315 *Rana arvalis* und *Natrix*. Hier ist offensichtlich schon mit einem früheren Rückgang geeigneter Habitate in der Umgebung der Fundstätte durch die landwirtschaftliche Erschließung zu rechnen. Ihre geringe Repräsentanz im Artensprektrum (unter 1 %) läßt jedoch darauf schließen, daß sie auch zur Zeit der Hauptnutzung des Tierbautensystems nicht häufig waren. Andererseits sind *Triturus cristatus*, *Bombina variegata*, *Pelobates fuscus* und *Bufo calamita*, die im Gebiet in jüngerer Zeit verbreitet waren, bisher nicht in der fossilen Herpetofauna der Fundstätte vertreten. Da in den Tierbautensedimenten von Pisede (Mecklenburg) diese Arten (*Bombina* allerdings mit der Art *B. bombina*) vorkommen (BÖHME 1983), sie also durchaus zum Nahrungsspektrum karnivorer Bautenbewohner im norddeutschen Tiefland oder möglicherweise zu Überwinterern gehören können, ist anzunehmen, daß diese Arten erst nach der Entstehung der Tierbautensedimente von Gut Alpe mit der verstärkten antropogenen Veränderung des Landschaftsbildes das Gebiet erreicht haben. Ähnliche Beobachtungen wurden an den Funden aus den Tierbautensystemen von Pisede in Mecklenburg gemacht. Auch dort ist festzustellen, daß z.B. *Bufo calamita* zu den „Späteinwanderern" der nacheiszeitlichen Faunenentwicklung gehört und vermutlich erst mit der Entstehung landwirtschaftlich genutzten „Offenlandes" im Gebiet eingewandert ist.

Die Fauna aus der Schichtenfolge von Gut Alpe hat aufgrund der in ihr vertretenen Arten einen warmzeitlichen Charakter. Da in ihr *Arvicola terrestris* mit deutlich stärkeren vorderen Schmelzwänden an den M_1 vorhanden ist (HEINRICH 1982), kann die Fauna nur ins Holozän eingestuft werden. Eine weitere Eingrenzung des Zeitraumes der Entstehung der Schichtenfolge und Nutzung der Bautensysteme ist anhand der Fauna vorerst nicht möglich. Er kann mehrere Jahrhunderte umfassen, da z.B. nach den Angaben von NIETHAMMER (1963) das Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) erst im Mittelalter wieder in Mitteleuropa eingeführt wurde.

Eine an Knochen-Kollagen von Skelettresten aus der Fundstelle Gut Alpe im ^{14}C -Labor des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung Hannover gewonnene ^{14}C-Datierung (Hv 14148) ergab für sie ein konventionelles Alter von 1730 ± 75 Jahren. Die zu diesem Zeitpunkt im nördlichen Mitteleuropa herrschenden Klimabedingungen dürften den heutigen ähnlich gewesen sein, jedoch modifiziert durch stärkere Bewaldung. Die vorliegende Datierung kennzeichnet jedoch nur einen Zeitpunkt während der Nutzung, bietet dagegen aber keine Anhaltspunkte für den Beginn und die Dauer der Nutzung der Bautensysteme sowie die kolluviale Umlagerung der knochenführenden Sedimente. Die zeitliche Dauer der Akkumulation von Skelettelementen kleiner Wirbeltiere in dem Kolluvium und den Strukturen der Bautensysteme von Gut Alpe kann auch aus der Analyse der vorliegenden Funde nicht weiter erschlossen werden. Dazu wäre eine umfangreichere Erforschung der Sedimentfolge des Talhanges und der in ihr vorhandenen Bautenstrukturen sowie deren Fossilinhalte erforderlich.

5. Literatur

ARNOLD, H. (1977), mit Beitr. von HOYER, P., & VOGLER, H.: Erläuterungen zu Blatt C 4314 Gütersloh. - Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 1OO OOO, Erl., **C 4314**: 156 S., 31 Abb., 1O Tab., 1 Taf.; Krefeld.

BENES, J., FISCHER, K. & HEINRICH, W.-D. (1983): Skelettreste von Raubsäugern (Carnivora, Mammalia) aus dem fossilen Tierbautensystem von Pisede bei Malchin. Teil 1: Taxonomische und biometrische Kennzeichnung des Fundgutes.- Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Naturw. R. **32, 6**: 753-763, 3 Tab., 3 Taf.; Berlin.

BÖHME, G. (1977): Zur Bestimmung quartärer Anuren Europas an Hand von Skelettelementen.- Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Naturw. R. **26,3**: 283-300, 12 Abb.; Berlin.

BÖHME, G. (1983): Skelettreste von Amphibien (Urodela, Salientia) aus dem fossilen Tierbautensystem von Pisede bei Malchin. Teil 1: Taxonomie und Biostrationomie.- Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Naturw. R. **32,6**: 657-670, 3 Abb., 5 Tab.,4 Taf.; Berlin.

BÖHME, G. (1983): Skelettreste von Amphibien (Urodela, Salientia) aus dem fossilen Tierbautensystem von Pisede bei Malchin. Teil 2: Paläoökologische und faunengeschichtliche Auswertung.- Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Naturw. R. **32,6**: 671-680, 4 Abb.; Berlin.

BÖHME, G. (1991): Kontinuität und Wandel känozoischer Herpetofaunen Mitteleuropas.- Mitt. Zool. Mus. Berlin **67,1**: 85-95, 1 Abb.; Berlin.

FELDMANN, R. (Hrsg.)(1981): Die Amphibien und Reptilien Westfalens.- Veröffentlichung der Arbeitsgemeinschaft für biologisch-ökologische Landesforschung.- Abh. Landesmus. Naturk. Münster **43,4**:161 S.; Münster.

HALLER-PROBST, M. & SCHLEICH, H.H. (1994): Vergleichende osteologische Untersuchungen an einigen Urodelen Eurasiens (Amphibia: Urodela, Salamandridae, Proteidae).- Courier Forschungsinstitut Senckenberg **173**: 23-77; Frankfurt a. M.

HEINRICH, W.-D. (Hrsg.)(1975): Die quartäre Wirbeltierfundstätte Pisede bei Malchin (Bez. Neubrandenburg) - Ein Beitrag zur Erd und Lebensgeschichte des Jung-Pleistozäns und Holozäns im nordmitteleuropäischen Tiefland - Teil I.- Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Naturw. R. **24,5**: 571-716; Berlin.

HEINRICH, W.-D. (1977): Die Überlieferung von Fossilien und Lebensspuren im fossilen Tierbautensystem von Pisede bei Malchin.- Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Naturw. R. **26,3**: 229 - 240, 5 Abb., 2 Tab.; Berlin.

HEINRICH, W.-D. (1982): Ein Evolutionstrend bei Arvicola (Rodentia, Mammalia) und seine Bedeutung für die Biostratigraphie im Pleistozän Europas.- Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Naturw. R. **31, 3**: 155 - 160; Berlin

HEINRICH, W.-D., PETERS, G., JÄGER, K.-D. & BÖHME, G. (1983): Erdbaue von Säugetieren - zusammenfassende Kennzeichnung eines neuen Fundstättentyps im baltischen Vereisungsgebiet.- Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Naturw. R. **32,6**: 777 - 781; Berlin.

JÄGER, K.-D. & HEINRICH, W.-D. (1975): Altersbeziehungen zwischen Klüftung, Karbonatumsatz und fossilen Tierbauten im Aufschlußprofil Pisede bei Malchin.- Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Naturw. R. **24,5**: 693-700, 4 Abb., 3 Tab.; Berlin.

KRONSHAGE, A., HENF, M., SCHLÜPMANN, M., KORDGES, Th., GEIGER, A., THIESMEIER, B., WEBER, G. & FELDMANN, R. (1994): Arbeitsatlas zur Verbreitung der Amphibien und Reptilien in Nordrhein-Westfalen 1994 (Ergebnisbericht zum Projekt Herpetofauna NRW 2000 - Heft **2**.- Arbeitskreis Amphibien und Reptilien Nordrhein-Westfalen). 52 S.; Recklinghausen.

MÜLLER, E.H. (1959): Art und Herkunft des Lösses und Bodenbildungen in den äolischen Ablagerungen Nordrhein-Westfalens unter Berücksichtigung der Nachbargebiete. - Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **4**: 255-265, 1 Abb.; Krefeld.

NEHRING, A. (1880): Uebersicht über vierundzwanzig mitteleuropäische Quartär-Faunen.- Z. deutsch. Geol. Ges. **32**: 468-509; Berlin.

NIETHAMMER, G. (1963): Die Einbürgerung von Säugetieren und Vögeln in Europa - Ergebnisse und Aussichten.- 319 S., 54 Abb., 26 Karten; Hamburg, Berlin.

PETERS, G.; HEINRICH, W.-D.; BEURTON, P. & JÄGER, K.-D. (1972): Fossile und rezente Dachsbauten mit Massenanreicherungen von Wirbeltierknochen.- Mitt. Zool. Museum Berlin **48,2**: 415 - 435, 9 Abb.; Berlin.

SKUPIN, K. (1991): Der Löß des Hellwegs. Beobachtungen zur Altersstellung.- Spieker **35**: 55-63, 1 Abb., 1 Tab.; Münster.

SKUPIN, K. & STAUDE, H. (1995): Quartär.- in: Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Geologie im Münsterland: 71-95, 10 Abb., 2 Tab.; Krefeld.

SPEETZEN, E. (1990): Die Entwicklung der Flußsysteme in der westfälischen Bucht (NW-Deutschland) während des Känozoikums.- Geol. Paläont. Westf. **16** : 7-25, 16 Abb., 1 Tab.; Münster.

VIRCHOW, R. (1870): Besuch der westphälischen Knochenhöhlen.- Z. Ethnologie **2**: 358-367; Berlin.

ZAPFE, H. (1954): Beiträge zur Erklärung der Entstehung von Knochenlagerstätten in Karstspalten und Höhlen.- Z. Geologie, Beiheft **12**: 59 S., 12 Abb., 1 Tafel; Berlin.

Tafel 1

Wirbeltierreste aus holozänen Tierbautensedimenten von Gut Alpe bei Benninghausen
(Fig. 1-3: Maßbalken 1 cm; Fig. 4-7, Fig. 8-12 u. 14-16, Fig. 13, : Maßbalken jeweils 1 mm)

Fig. 1: *Meles meles*, linker Humerus

Fig. 2: *Putorius putorius,* linkes Femur

Fig. 3: *Corvus corone,* rechte Ulna

Fig. 4: *Rana temporaria*, linkes Ilium

Fig. 5: *Bufo bufo*, linkes Ilium

Fig. 6: *Hyla* cf. *arborea*, rechtes Ilium-Fragment

Fig. 7: *Rana arvalis*, rechtes Frontoparietale-Fragment

Fig. 8: *Triturus vulgaris*, Basisphenoid, Ventralseite

Fig. 9: *Salamandra salamandra*, Basisphenoid, Ventralseite

Fig. 10: *Salamandra salamandra*, Rumpfwirbel, Dorsalseite

Fig. 11: *Triturus alpestris*, Rumpfwirbel, Dorsalseite

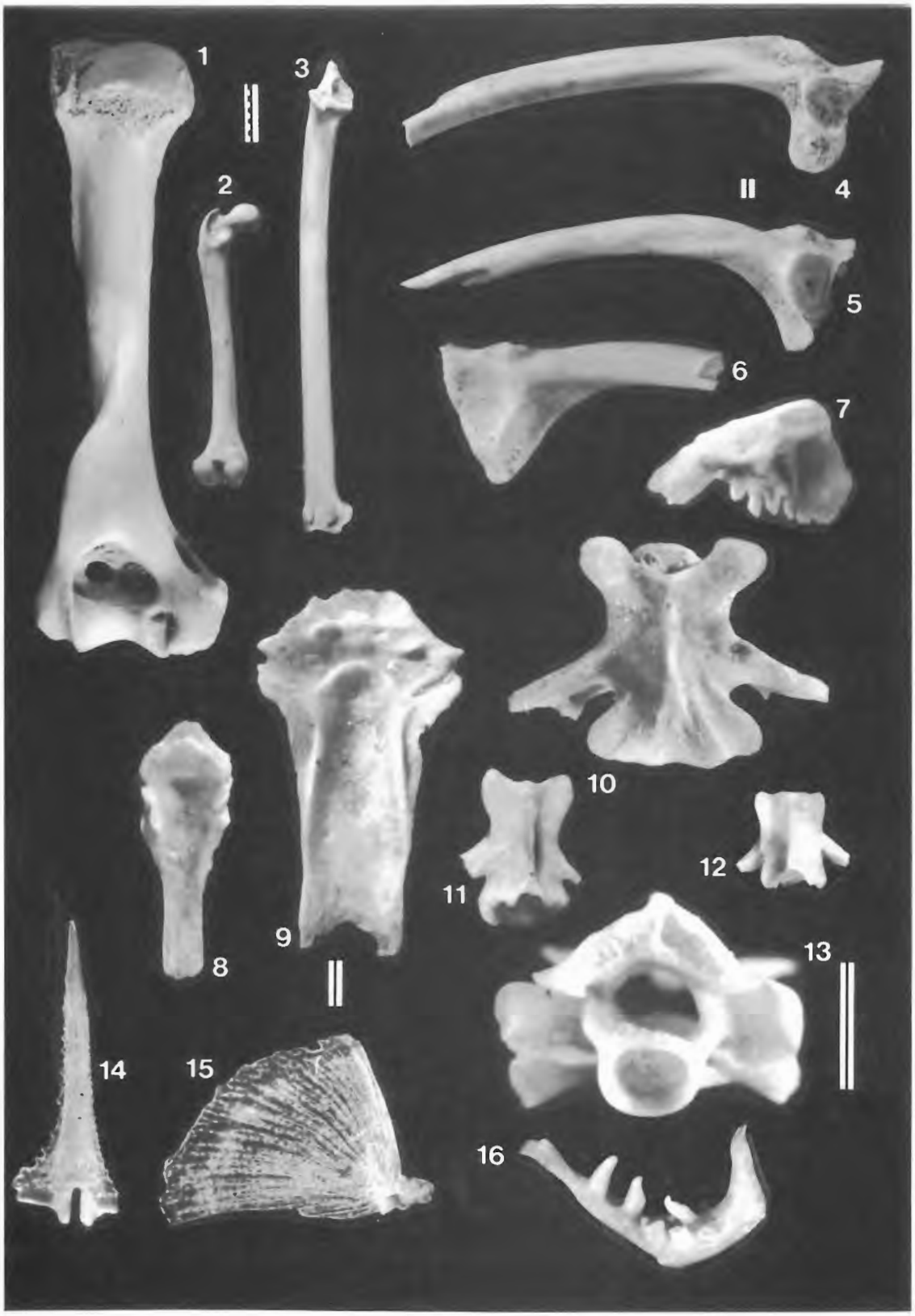
Fig. 12: *Triturus vulgaris*, Rumpfwirbel, Dorsalseite

Fig. 13: *Triturus alpestris*, Rumpfwirbel, posteriore Seite

Fig. 14: *Gasterosteus* cf. *aculeatus*, Rückenstachel

Fig. 15: *Gasterosteus* cf. *aculeatus*, linkes Operculum

Fig. 16: *Phoxinus* cf. *phoxinus*, rechter Schlundknochen


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

Bisher sind in dieser Reihe erschienen:

Heft 1

KAMPMANN, Hans:
Mikrofossilien, Hölzer, Zapfen und Pflanzenreste aus der unterkretazischen Sauriergrube bei Brilon-Nehden. Beitrag zur Deutung des Vegetationsbildes zur Zeit der Kreidesaurier in Westfalen.

November 1983, 146 S., 20 Abb., 1 Tab., 61 Taf. DM 19,00

Heft 2

MINNIGERODE, Christian; KLEIN-REESINK, Josef:
Das Dörentruper Braunkohleflöz als Zeuge eines fossilen Moores.
Petrographische und palynologische Untersuchungen zur Flözgenese.

Juli 1984, 68 S., 17 Abb., 12 Tab., 9 Taf. DM 10,00

Heft 3

BRAUCKMANN, Carsten; KOCH, Lutz; KEMPER, Michael:
Spinnentiere (Arachnida) und Insekten aus den Vorhalle-Schichten (Namurium B; Ober-Karbon) von Hagen-Vorhalle (Westdeutschland).

Januar 1985, 132 S., 57 Abb., 23 Taf. DM 17,00

Heft 4

AVLAR, Hüseyin; DOHMEN, Maria:
Bemerkungen zur Schwarzschiefer-Fazies der Remscheider Schichten und erste Untersuchungsergebnisse der Vertebraten-Fundstelle NE-Kierspe (Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge).

SCHALLREUTER, Roger:
Ein ordovizisches Kalksandstein-Geschiebe aus Westfalen.

SPRINGHORN, Rainer; DIEKMANN, Sieghard:
Böden in Lippe. Anwendung moderner Präparationsmethoden bei der Darstellung ostwestfälischer Bodentypen.

Mai 1985, 65 S., 14 Abb., 1 Tab., 10 Taf. DM 10,00

Heft 5

SCHÖNFELD, Joachim:
Zur Lithologie, Biostratigraphie und Fossilführung des Ober-Santon Mergels von Westerwiehe (Ostwestfalen).

SCHALLREUTER, Roger:
Eine weitere kalkschalige Foraminifere aus einem ordovizischen Geschiebe Westfalens.

Dezember 1985, 56 S., 28 Abb., 2 Tab., 3 Taf. DM 9,00

Heft 6

JORDAN, Hartmut & GASSE, Wolfgang:
Bio- und lithostratigraphisch-fazielle Untersuchungen des glaukonitisch-sandigen Santon und Campan im südwestlichen Münsterland.

FRIEG, Clemens:
Planktonische Foraminiferen zwischen Ober-Alb und Mittel-Turon im Ruhrgebiet.

SVÁBENICKÁ, Lilian:
Coccolithen aus der Ober-Kreide der Bohrung Werne 8, westlich Hamm in Westfalen (NW-Deutschland).

August 1986, 88 S., 10 Abb., 3 Tab., 14 Taf. DM 13,00

Heft 7

Beiträge zur Geschiebekunde Westfalens I

SCHALLREUTER, Roger:
Geschiebekunde in Westfalen

SCHALLREUTER, Roger:
Ostrakoden aus ordovizischen Geschieben Westfalens I

SCHALLREUTER, Roger & SCHÄFER, Rainer:
Cruminata (Ostracoda) aus Silurgeschieben Westfalens I

SCHALLREUTER, Roger:
Ostrakoden aus silurischen Geschieben Westfalens I

SCHALLREUTER, Roger & SCHÄFER, Rainer:
Gibba (Ostracoda) aus einem Silurgeschiebe Westfalens

SCHALLREUTER, Roger & SCHÄFER, Rainer:
Karbonsandsteine als Lokalgeschiebe

SCHÄFER, Rainer:
Erfahrungen beim Geschiebesammeln im Münsterländer Hauptkiessandzug

Mai 1987, 88 S., 8 Abb., 11 Taf. DM 16,00

Heft 8

NORMAN, David B. & HILPERT, Karl-Heinz mit einem Beitrag von HÖLDER, Helmut:
Die Wirbeltierfauna von Nehden (Sauerland), Westdeutschland.

August 1987, 77 S., 54 Abb., 2 Taf. DM 13,00

Heft 9

SCHÖLLMANN, Lothar:
Sporen und Phytoplankton aus den Raumländer Schichten (Bl. 4916 Bad Berleburg).

ZYGOWSKI, Dieter W.:
Hydrologische Markierungsversuche in Westfalen: Ein historischer Überblick.

November 1987, 68 S., 7 Abb., 6 Tab., 3 Taf. DM 12,00

Heft 10

SCHUDACK, Michael:
Charophytenflora und Alter der unterkretazischen Karsthöhlen-Füllung von Nehden (NE-Sauerland).

WILDE, Volker; GOTH, Kurt:
Keimlinge von Araukarien aus der Unterkreide von Brilon-Nehden.

MAY, Andreas:
Der Massenkalk (Devon) nördlich von Brilon (Sauerland).

Dezember 1987, 87 S., 22 Abb., 1 Tab., 5 Taf. DM 13,00

Heft 11

KORN, Dieter:
Die Goniatiten des Kulmplattenkalkes (Cephalopoda, Ammonoidea; Unterkarbon; Rheinisches Schiefergebirge).

November 1988, 293 S., 88 Abb., 60 Taf. DM 40,00

Heft 12

KAPLAN, Ulrich:
Die Ammoniten-Subfamilie Collignoniceratinae WRIGHT & WRIGHT 1951 aus dem Turon (Ober-Kreide) von Westfalen und Niedersachsen (NW-Deutschland).

KAPLAN, Ulrich; SCHMID, Friedrich:
Die heteromorphen Ammoniten der Gattungen *Eubostrychoceras* und *Hyphantoceras* aus dem Turon NW-Deutschlands.

Juni 1988, 90 S., 10 Abb., 1 Tab., 20 Taf. DM 14,00

Heft 13

LIEBAU, Alexander:
Skulptur-Evolution bei Ostracoden am Beispiel europäischer „Quadracytheren".

März 1991, 395 S., 103 Abb., 8 Tab., 95 Taf. DM 70,00

Heft 14

MÜLLER, Arnold:
Selachier (Pisces, Neoselachii) aus dem höheren Campanium (Ober-Kreide) Westfalens (NRW, NW-Deutschland)

Dezember 1989, 161 S., 39 Abb., 4 Tab., 24 Taf. DM 30,00

Heft 15

KAPLAN, Ulrich & SCHUBERT, Siegfried:
Metaytychoceras smithi – ein seltener heteromorpher Ammonit aus dem Turon von Westfalen.

KORN, Dieter:
Weitere Goniatiten aus dem Ober-Visé des Sauerlandes (Cephalopoda, Ammonoidea; Unterkarbon, Rheinisches Schiefergebirge).

KAPLAN, Ulrich:
Die heteromorpheAmmonitengattung *Allocrioceras* SPATH aus dem Turon NW-Deutschlands.

Dezember 1989, 105 S., 23 Abb., 24 Taf. DM 15,00

Heft 16

SPEETZEN, Eckhard:
Die Entwicklung der Flußsysteme in der Westfälischen Bucht (NW-Deutschland) während des Känozoikums.

OTTO, Roland:
Der saalezeitliche Geschiebemergel am westlichen Stadtrand von Münster/Westfalen: Lithologie und seine Eigenschaften als Baugrund.

SPEETZEN, Eckhard:
Ziegelrohstoffe und Ziegeleien im zentralen Münsterland (Westfalen, NW-Deutschland).

April 1990, 61 S., 37 Abb., 6 Tab., 2 Taf. DM 12,00

Heft 17

MAY, Andreas:
Die Fossilführung des westsauerländischen Givetiums (Devon; Rheinisches Schiefergebirge) in der Sammlung des Städtischen Museums Menden.

SCHULTKA, Stephan:
Das Profil der Tongrube am Hof Wersborg bei Ibbenbüren.

KAMPMANN, Hans:
Die fossilen Reste in einem Kalkspatbruch südlich Oberalme im Grubental.

März 1991, 84 S., 22 Abb., 11 Taf. DM 24,00

Heft 18

CLAUSEN, Claus-Dieter; KORN, Dieter; LUPPOLD, Friedrich W.:
Litho- und Biofazies des mittel- bis oberdevonischen Karbonatprofils am Beringhäuser Tunnel (Messinghäuser Sattel, nördliches Rheinisches Schiefergebirge).
MALMSHEIMER, Klaus W.; MENSING, Hans & STRITZKE, Rüdiger:
Gesteinsvielfalt im Riffgebiet um Brilon.

STRITZKE, Rüdiger:
Zur Geologie am Südrand des Briloner Riffs.

April 1991, 91 S., 26 Abb., 7 Tab.,13 Taf. DM 22,50

Heft 19

HESSE, Renate:
Untersuchungen an einem monotypischen Fund von *Encrinus liliiformis* aus dem Oberen Muschelkalk bei Bad Driburg.

MÖNNING, Eckhard:
Das Wittekind-Flöz (Mittlerer Jura) des Wiehengebirges (Nordwestdeutschland).

SCHULTKA, Stephan:
Beiträge zur oberjurassischen Flora des Wiehengebirges.

Mai 1991, 93 S., 22 Abb., 6 Tab., 16 Taf. DM 22,50

Heft 20

MÜLLER, Arnold; DIEDRICH, Cajus:
Selachier (Pisces, Chondrichthyes) aus dem Cenomanium von Ascheloh am Teutoburger Wald (Nordrhein-Westfalen, NW-Deutschland).

Mai 1991, 105 S., 6 Abb., 2 Tab., 22 Taf. DM 30,00

Heft 21

KAPLAN, Ulrich:
Die Oberkreide – Aufschlüsse im Raum Lengerich/Westfalen

MUTTERLOSE, Jörg:
Die Unterkreide – Aufschlüsse (Berrias-Hauterive) im nördlichen Wiehengebirgsvorland (N-Deutschland)

KAPLAN, Ulrich:
Das tiefe Turon von Allagen-Westendorf (Westfalen)

Mai 1992, 129 S., 37 Abb., 17 Taf. DM 65,00

Heft 22

GRZEGORCZYK, Detlef:
Paläontologische Bodendenkmalpflege beim Landschaftsverband Westfalen-Lippe.

MERSMANN, Hildegard:
Litho- und biostratigraphische Dokumentation des Aufschlusses „Sundern-Oberröhre" südlich Sundern, Hochsauerlandkreis.

JENCHEN, Uwe; SCHULTKA, Stephan:
Die ehemalige Ziegeleitongrube Voßacker und die Abgrabung am Küchenberg, zwei fossilführende Aufschlüsse im tiefen Oberkarbon.

MÜLLER, Arnold:
Geologisch-Paläontologische Aufschlußaufnahme und Dokumentation der Ziegeleigruben Buldern.

Juli 1993, 103 S., 14 Abb., 2 Tab., 15 Taf. DM 48,00

Heft 23

KORN, Dieter:
Stratigraphie und Fossilführung der Visé/Namur – Aufschlüsse am Bau der A 46 bei Arnsberg/Westfalen.

KOHNEN, Oliver:
Sedimentologie, Fazies und Diagnose der Schichten 10 bis 21 im Oberoligozän des Dobergs (Bünde/Westfalen).

Juli 1993, 56 S., 14 Abb., 2 Taf. DM 30,00

Heft 24

MAY, Andreas:
Stratigraphie, Stromatoporen-Fauna und Palökologie von Korallenkalken aus dem Ober-Eifelium und Unter-Givetium (Devon) des nordwestlichen Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge).

Juli 1993, 94 S., 7 Abb., 4 Tab., 12 Taf. DM 48,00

Heft 25

SCHÖLLMANN, Lothar:
Die Tonsteine der Keratophyrkomplexe 3 und 4 im Unterdevon (Ems) des Sauerlandes: Geochemische Milieuindikation, Fazies, Palökologie.

November 1993, 151 S., 137 Abb., 19 Tab., 16 Taf. DM 65,00

Heft 26

ERRENST, Christoph:
Koloniebildende Phillipsastreidae und Hexagonariinae aus dem Givetium des Messinghäuser Sattels und vom Südrand des Briloner Massenkalkes (Nordöstliches Sauerland).

KOCH-FRÜCHTL, Ulrich; FRÜCHTL, Martina:
Stratigraphie und Faziesanalyse einer mitteldevonischen Karbonatabfolge im Remscheid-Altenaer Satte (Sauerland).

SCHUDACK, Michael:
Karbonatzyklen in Riff- und Lagunenbereichen des devonischen Massenkalkkomplexes von Asbeck (Hönnetal, Rheinisches Schiefergebirge).

September 1993, 106 S., 36 Abb., 1 Tab., 11 Taf. DM 48,00

Heft 27

SCHALLREUTER, Roger:
Beiträge zur Geschiebekunde Westfalens II.
Ostrakoden aus ordovizischen Geschieben II.

November 1993, 273 S., 6 Tab., 62 Taf. DM 165,00

Heft 28

GUENTHER, Ekke, W.:
Die Mammutfunde von Stuckenbusch bei Herten.

SKUPIN, Klaus:
Aufbau, Zusammensetzung und Alter der Flugsand- und Dünenbildung im Bereich der Senne (östliches Münsterland).

April 1994, 72 S., 26 Abb., 11 Tab. DM 48,00

Heft 29

LUPPOLD, Friedrich Wilhelm, CLAUSEN, Claus-Dieter, KORN, Dieter & STOPPEL, Dieter:
Devon/Karbon-Grenzprofile im Bereich von Remscheid-Altenaer Sattel, Warsteiner Sattel, Briloner Sattel und Attendorn-Elsper Doppelmulde (Rheinisches Schiefergebirge)

CLAUSEN, Claus-Dieter, KORN, Dieter, FEIST, Raimund, LEUSCHNER, Kerstin, GROSS-UFFENORDE, Helga, LUPPOLD, Friedrich Wilhelm, STOPPEL, Dieter, HIGGS, Kenneth & STREEL, Maurice:
Devon/Karbon-Grenze bei Stockum (Rheinisches Schiefergebirge)

KORN, Dieter, CLAUSEN, Claus-Dieter, BELKA, Zdzislaw, LEUTERITZ, Klaus, LUPPOLD, Friedrich Wilhelm, FEIST, Raimund & WEYER, Dieter:
Devon/Karbon-Grenze bei Drewer (Rheinisches Schiefergebirge)

LEUSCHNER, Kerstin:
Trilobiten aus dem Devon/Karbon-Grenzbereich und aus der Gattendorfia-Stufe des Profiles NF/G von Drewer (Rheinisches Schiefergebirge)

WEYER, Dieter:
Korallen im Untertournai-Profil von Drewer (Rheinisches Schiefergebirge)

Mai 1994, 221 S., 62 Abb., 9 Tab., 21 Taf. DM 84,00

Heft 30

KORN, Dieter:
Devonische und karbonische Prionoceraten (Cephalopoda, Ammonoidea) aus dem Rheinischen Schiefergebirge

April 1994, 85 S., 76 Abb., 1 Tab. DM 48,00

Heft 31

KAPLAN, Ulrich; KENNEDY, William James:
Die Ammoniten des westfälischen Coniac.

April 1994, 155 S., 7 Abb., 43 Taf. DM 60,00

Heft 32

HAUSCHKE, Norbert:
Lepadomorphe Cirripedier (Crustacea, Thoracica) aus dem höchsten Cenoman des nördlichen Westfalen (Nordwestdeutschland), mit Bemerkungen zur Verbreitung, Palökologie und Taphonomie der Stramentiden.

HAUSCHKE, Norbert:
Temporäre Aufschlüsse im Campan des nordwestlichen Münsterlandes in den Jahren 1990–1992, unter besonderer Berücksichtigung der Fossilfunde.

Mai 1994, 111 S., 12 Abb., 29 Taf. DM 55,00

Heft 33

KENNEDY, William James; KAPLAN, Ulrich:
Parapuzosia (Parapuzosia) seppenradensis (LANDOIS) und die Ammonitenfauna der Dülmener Schichten, unteres Unter-Campan, Westfalen.

Mai 1995, 127 S., 7 Abb., 43 Taf. DM 42,50

Heft 34

SCHALLREUTER, Roger:
Beiträge zur Geschiebekunde Westfalens III
Ostracoden aus silurischen Geschieben II

Mai 1995, 145 S., 26 Taf. DM 45,00

Heft 35

SCHULTKA, Stephan:
Die Flora des Namur B in der ehemaligen Ziegeleitongrube Voßacker bei Fröndenberg. Eine Übersicht.

Juni 1995, 97 S., 1 Abb., 31 Taf. DM 34,00

Heft 36

MUTTERLOSE, Jörg:
Die Unterkreide-Aufschlüsse des Osning-Sandsteins (NW-Deutschland) – Ihre Fauna und Lithofazies.

Juni 1995, 85 S., 31 Abb., 10 Taf. DM 33,50

Heft 37

WRAY, David S.; KAPLAN, Ulrich; WOOD, Christopher J.:
Tuff-Vorkommen und ihre Bio- und Event-Stratigraphie im Turon des Teutoburger Waldes, der Egge und des Haarstrangs.

Mai 1995, 51 S., 39 Abb. DM 22,50

Heft 38

HAUSCHKE, Norbert:
Troegerella stenseni n. sp., ein hexactinellider Kieselschwamm (Lychniscosa, Coeloptychidae) aus dem Untercampan des nordwestlichen Münsterlandes (Nordwestdeutschland).

WIPPICH, Max, G., E.:
Ammoniten aus dem Untercampan des nordwestlichen Münsterlandes (Nordwestdeutschland).

MEHL, Dorte; HAUSCHKE, Norbert:
Hyalonema cretacea n. sp., erste körperlich erhaltene Amphidiscophora (Porifera, Hexactinellida) aus dem Mesozoikum.

Juni 1995, 97 S., 12 Abb., 2 tab., 23 Taf. DM 35,00

Heft 39

HEIDTKE, Ulrich, H. J.:
Acanthodes sippeli n. sp., ein Acanthodier (Acanthodii : Pisces) aus dem Namurium (Karbon) von Hagen-Vorhalle (Deutschland).

KOCH, Lutz; LEMKE, Ulrich:
Trilobiten aus dem Unteren Tonschiefer (Unteres Llanvirn, Ordovizium) von Kiesbert (Ebbe-Sattel, Rheinisches Schiefergebirge).

KOHNEN, Oliver:
Stratigraphische Entwicklung oberoligozäner Flachmeersequenzen am Doberg bei Bünde.

September 1995, 72 S., 25 Abb., 2 Tab., 4 Taf. DM 27,00

Heft 40

LOMMERZHEIM, André Jürgen:
Stratigraphie und Ammonitenfaunen des Santons und Campans im Münsterländer Becken (NW-Deutschland).

November 1995, 97 S., 19 Abb., 8 Taf. DM 34,00

Heft 41

CLAUSEN, Claus-Dieter; ROTH, Reinhold:
Zur Ausbildung, Entstehung und Altersstellung von Karstfüllungen im Massenkalk bei Hemer (Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge)

LEHMANN, Jens:
Die Genese des Münsterländer Kiessandzuges unter Berücksichtigung des Geröllbestandes und der Fossilinhalt der Oberkreidekalke.

MESTERMANN, Bernd:
Fenstergefüge im südlichen Briloner Massenkalk

Springhorn, Rainer:
Historische Erdbeben seit dem Jahre 1612 am Teutoburger Wald (Nordrhein-Westfalen/Niedersachsen)

Dezember1995; 81 S., 23 Abb., 2 Tab., 6 Taf. DM 41,00

Heft 42

SCHALLREUTER, R.:
Ostrakoden aus silurischen Geschieben III.

KOCH, Lutz & LEMKE, Ulrich:
Trilobiten aus dem Unteren Tonschiefer (Unteres Llanvirn, Ordovizium) von Kiesbert (Ebbe-Sattel, Rheinisches Schiefergebirge) Teil 2.

Schallreuter R.:
Die ersten ordovizischen Ostrakoden aus Westfalen.

Oktober 1996, 71 S., 7 Abb., 3 Tab., 10 Taf. DM 26,50

Heft 43

KAPLAN, Ulrich; KENNEDY, William James; Ernst, Gundolf;
Stratigraphie und Ammonitenfaunen des Campan im südlichen Münsterland.

August 1996, 133 S., 3 Abb., 41 Taf. DM 46,50

Heft 44

MICHELIS, Ioannis; SANDER, Martin P.; METZDORF, Ralf, BREITKREUZ, Harry:
Die Vertebratenfauna des Colloviums (Mittlerer Jura) aus dem Steinbruch Störmer (Wallücke, Wiehengebierge).

Oktober 1996, 66 S., 20 Abb., 5 Tab., 6 Taf. DM 24,00

Heft 45

NIERMEYER, Britta:
Litho- und Biostratigraphie der Tongrube Bonenburg.

WITTLER, Frank; MUTTERLOSE, Jörg:
Litho- und Biostratigraphie des Bajocium der Tongrube Spieker bei Osnabrück.

MUTTERLOSE, Jörg:
Die Litho- und Biostratigraphie des Abt der Tongruben Schnermann am Rothenberge.

WEBER, Michael:
Die Tongrube 4 der Ziegelei Schnermann in Rothenberge: Litho- und Biostratigraphie eines Ober-Aptprofils in NW-Deutschland.

November 1996, 105 S., 29 Abb., 21 Taf. DM 35,00

Heft 46

BASSE, Martin; LEMKE, Ulrich:
Trilobiten aus dem mittleren Givetium (Mittel-Devon) des nördlichen Rechtsrheinischen Schiefergebirges.

Dezember 1996, 65 S., 4 Abb., 10 Taf. DM 22,50

Bestellungen an das

Westf. Museum für Naturkunde
Sentruper Str. 285, 48161 Münster
Tel.: 02 51/5 91-60 97

Preise zuzüglich Porto und Verpackung.

ISSN 0176-148X
ISBN 3-924590-59-1