

Fauna, Sedimentologie und Geochemie des Unteren Keupers (Erfurt Formation) von Schöningen

von

Thomas Löffler, Detlev Thies, Jürgen Vespermann und Henning Zellmer
mit einem Beitrag von M. Goll
mit 9 Abbildungen

Zusammenfassung

Aus der ehemaligen Tongrube Schöningen (östliches Niedersachsen) sind Schichten des Unteren Keupers (Lettenkeuper) untersucht worden. Die Wirbeltierfauna enthält Makroreste von *Mastodonsaurus* sp., *Gerrothorax* ? sp., *Nothosaurus* sp., eines nicht näher bestimmten Amphibs und eines nicht näher bestimmten Reptils. Ergänzt wird diese Makrofauna durch nicht näher identifizierte Rausuchier-Zähne. Zusätzlich wird ein *Plateosaurus*-Femur aus dem Oberen Keuper von Hedeper (Lkrs. Wolfenbüttel) vorgestellt, der in der Sammlung des Roemer-Museums in Hildesheim aufbewahrt wird. Die Mikrovertebratenreste lassen sich *Acrodus* sp., *Palaeobates angustissimus* (AGASSIZ, 1838), *Lissodus nodosus* (SEILACHER 1943), *Gyrolepis* sp., *Birgeria* sp., *Thelodus inflexus* SCHMID, 1861, *Colobodus* ? sp., *Ceratodus* sp., *Pleurosaurus* sp. sowie art- und gattungsmäßig z. Zt. nicht näher bestimmbar Amphibien und Reptilien zuordnen.

Palökologisch überwiegen marine und marin-limnische Elemente in der Fauna, dies wird auch durch geochemische Analysen bestätigt. In faunistischer und stratigraphischer Hinsicht entspricht die Wirbeltierfauna Schöningens den Bonebeds im Lettenkeuper Süddeutschlands.

Summary

Beds of the Lower Keuper Formation (Lettenkeuper) were studied in an abandoned clay pit near Schöningen (north Germany, eastern Lower Saxony). The vertebrate macrofauna includes remains of *Mastodonsaurus* sp., *Gerrothorax* ?sp., *Nothosaurus* sp. Remains of an unidentified amphibian and of an unidentified reptile were also found. The macrofauna is completed by teeth of an unidentified rousuchian. A femur of *Plateosaurus* sp. from the Upper Keuper of Hedeper is of interest which is housed in the collection of the Roemer-Museum, Hildesheim. The vertebrate microremains include *Acrodus* sp., *Palaeobates angustissimus*

(AGASSIZ, 1838), *Lissodus nodosus* (SEILACHER 1943), *Gyrolepis* sp., *Birgeria* sp., *Thelodus inflexus* SCHMID, 1861, *Colobodus* sp. ?, *Ceratodus* sp., *Pleurosaurus* sp., and remains of specifically and generically unidentified amphibians and reptiles.

In terms of palaeoecology the fauna is dominated by marine elements and by taxa which range in their distribution from marine to freshwater environments. Geochemical analyses support the non-terrestrial nature of the depository environment. The vertebrate fauna of Schöningen corresponds faunistically and stratigraphically to the bonebeds in the Lower Keuper of South Germany.



Abb. 1: Lageplan der Tongrube Wienerberger in Schöningen am Elm

1. Einleitung

Im Rahmen einer Exkursion des Instituts für Geowissenschaften der TU Braunschweig wurden im Sommer 1987 zahlreiche Wirbeltierreste im Unter-Keuper (Erfurt Formation) der inzwischen stillgelegten Ziegelei Schöningen geborgen. Die Tongrube liegt am südlichen Ortsende von Schöningen und ist über die Bundesstraße 244 leicht zu erreichen (H 5777900 R 4429350, TK 25 Bl. 3831 Schöningen), s. Abb. 1. Die Schichten streichen etwa 65° ENE-WSW und fallen mit ungefähr 8° nach SSE ein, Abb. 2.

Die Funde von Resten größerer Amphibien und anderer Wirbeltiere machten mehrere Besuche der Grube notwendig, um eine Profilaufnahme und weitere Probenaufsammlungen durchzuführen. Diese Geländearbeiten erfolgten bereits im Frühjahr und Herbst 1994. Über die Auswertung

des Materials soll im folgenden ein kurzer Überblick gegeben werden. Das Material selbst wird nach Abschluss aller Untersuchungen im Freilicht- und Erlebnismuseum Ostfalen in Königslutter (FEMO) aufbewahrt werden. Es ist geplant, drei weitere bedeutende Fundpunkte im norddeutschen Keuper des Raumes Northeim-Göttingen u.a. hinsichtlich ihrer Invertebratenfauna vorzustellen.

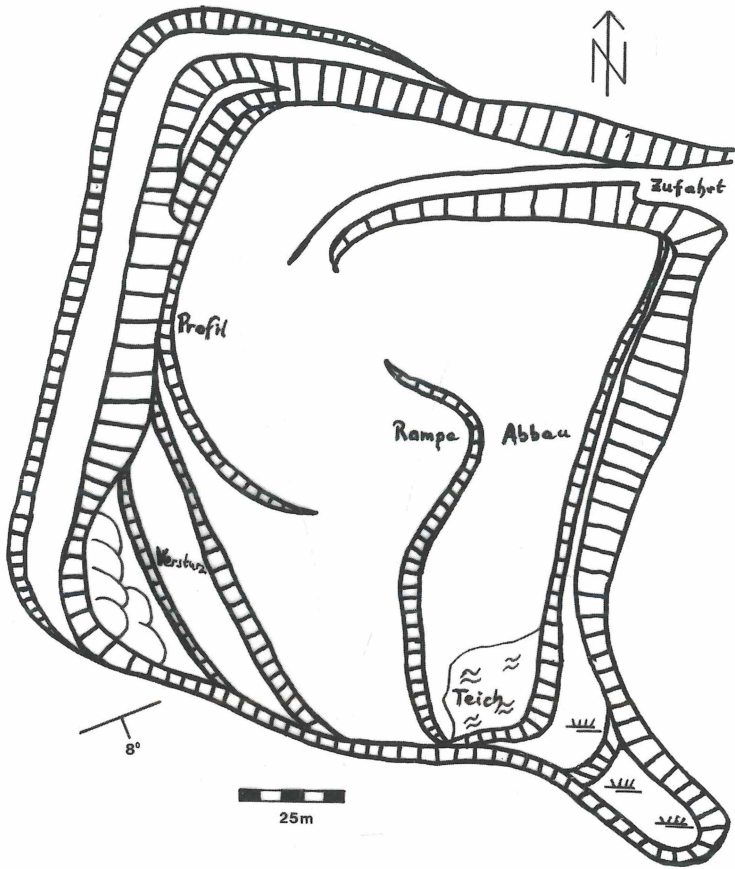
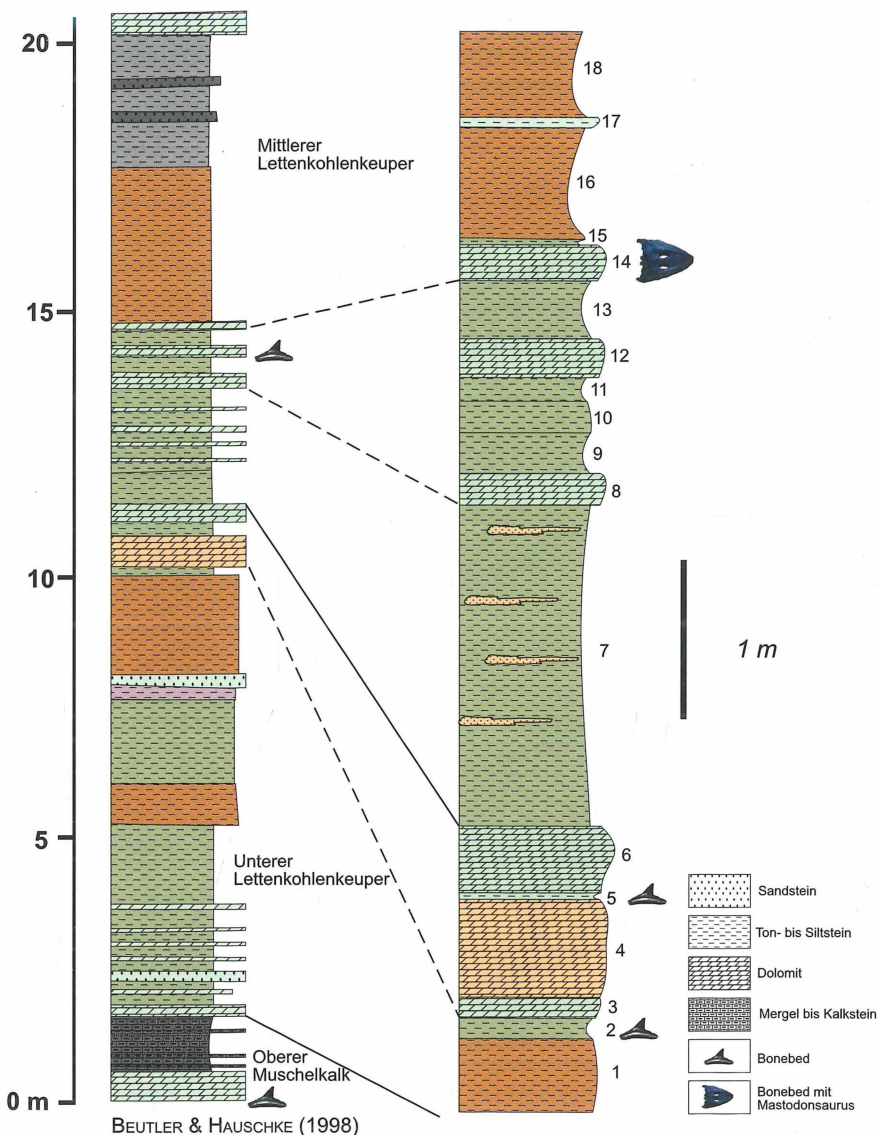


Abb. 2: Grundriss der Tongrube Schöningen (nach M. GOLL, Stand 1988).

2. Regionalgeologischer Rahmen

Die Ablagerungen des Keupers bei Schöningen gehören zur östlichen Umrandung der recht breiten Elm-Antiklinalstruktur. In deren westlichem Teil treten als älteste Schichten Sedimente des oberen Buntsandsteins auf.



Korrelation des Profils nach BEUTLER UND HAUSCHKE (1998) mit dem von den Autoren aufgenommenen Profil im Lettenkeuper der ehemaligen Ziegeleitongrube Schöningen

Abb. 3: Profil des Unteren Keupers in der Tongrube Schöningen, Stand 1994 korreliert mit dem von BEUTLER & HAUSCHKE (1998) veröffentlichten Profil.

Es folgen Muschelkalk und randlich Keuper, umrahmt werden die triaszeitlichen Gesteine des Elms von Sedimenten des Jura und besonders im südlichen Abschnitt auch von solchen der Kreide. Nordöstlich und östlich des Elms im Raum Helmstedt-Schöningen wurden in langgezogenen Mulden Sande und Tone des Alt-Tertiärs (Eozän und Oligozän) abgelagert, die besonders durch den Braunkohle-Abbau gut untersuchbar waren.

3. Stratigraphie und Methodik

In der Grube war die Grenze Oberer Muschelkalk (Warburg Formation) und Unter-Keuper (Erfurt Formation) erschlossen, seit einigen Jahren ist der Betrieb eingestellt. Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen die Schichten des Unter-Keuper (Lettenkeuper), die im wesentlichen aus einer klas-tisch-dolomitischen Abfolge von Sand-, Silt- und Tonsteinen, sowie Dolomiten bestehen. Ihre Sedimentation erfolgte unter den wechselnden Bedingungen unterschiedlicher Meeresspiegelniveaus im küstennahen Bereich. Das im Herbst 1994 aufgeschlossene, etwa noch 6,5 m mächtige Profil läßt sich zwanglos mit dem von BEUTLER & HAUSCHKE (1998: 233) gegebenen Gesamtprofil korrelieren, s. Abb. 3. Später wurde die Grube noch bedeutend erweitert. Heute ist sie mit Wasser gefüllt. Insgesamt wurden in der vorliegenden Bearbeitung 18 Schichten ausgeschieden und durch mehr als 20 Proben mikropaläontologisch, sedimentologisch und geochemisch untersucht. Die aufgesammelte Makrofauna, überwiegend Reste von Fischen, Amphibien und Reptilien wurde gesondert ausgewertet und soweit möglich bestimmt. Kern dieser Arbeit sollen die Vertebratenreste aus der dolomitischen Ton-/Siltsteinbank (Schicht 14) des Profils sein.

4. Überblick über die Wirbeltierfauna

4.1. Fische

In den mikropaläontologisch untersuchten Rückständen konnten in den Proben aus marinen bzw. brackischen Sedimenten insbesondere Fischzähne und Schuppen von *Saurichthys*, *Colobodus*, *Acrodus* und anderen Hybodontiern gefunden werden. Daneben treten auch agglutinierende Foraminiferen ("*Textularia*" sp.) auf. Des weiteren ließen sich Sporen feststellen.

4.2. Amphibien (Lurche)

Hinsichtlich ihrer Fauna am bemerkenswertesten ist eine etwa 0,25 m mächtige dolomitische Siltsteinbank (Schicht 14), die in ihrem oberen Teil als Bonebed ausgebildet ist. Die meist disartikulierten Knochen, besonders die der Amphibien, weisen auf eine Faunenassoziation hin, die

sonst bisher nur aus limnisch-fluviatilen Ablagerungen des Keupers in Süddeutschland bekannt ist. Neben Zähnen von Labyrinthodontiern wurden auch Schädelfragmente und Knochen gefunden, die das Vorkommen von *Mastodonsaurus* oder nahe verwandter Taxa belegen. Die in Abbildung 8 gezeigte Interclavicula stammt von *Mastodonsaurus giganteus*. Mit einer Länge von 42 cm lässt sie auf ein nahezu ausgewachsenes Tier schließen. Die Tiere selbst wurden bis zu sechs Meter lang. Sie lauerten als relativ langsam bewegliche Großamphibien im Bereich dicht unter der Wasseroberfläche auf Fische und kleinere Amphibien, wie *Gerrothorax* und *Plagiosuchus*. *Gerrothorax* wird aus der Tongrube Schöningen von BEUTLER & HAUSCHKE (1998) erwähnt. Bestimmt wurde dieser Fund von den Herren Dr. Schoch und Dr. Wild. (Staatl. Museum für Naturkunde Stuttgart). Solche Reste liegen auch in einigen Privatsammlungen vor (Tietze, Braunschweig, Vahldiek, Altenwahlen).

4.3. Reptilien (Echsen)

Besonders bedeutungsvoll sind Funde von Zähnen mit gezählelter Kante (Brotmesser-Funktion), die zwanglos Rausuchiern zugeordnet werden können. Rausuchier sind Scheinkrokodile, triassische Thecodontier, die hochbeinig liefen, d.h. die Beine standen fast senkrecht unter dem Körper und ermöglichten so den Tieren eine recht schnelle Fortbewegung. Ihre Körperlänge erreichte mitunter über vier Meter Länge. Ihre Fortbewegungsweise war ausschließlich quadruped, d.h. vierfüßig. Die Funde ähneln denen, die in der Schweiz im Tessin gemacht wurden, z.B. *Ticinosuchus*. Besser lassen sich noch die in Kupferzell gefundenen Rausuchierzähne, die wohl meist zu *Batrachotomus* gehören mit ihnen vergleichen, sie weisen ebenfalls einen gezählten Rand auf. Auch aus Schöningen liegen solche Zähne mit Sägekante vor. Der größte Zahn dieser Lokalität befindet sich nach unserem Wissen in der Sammlung B. Vahldiek, Altenwahlen.

Des weiteren sehr wichtig sind triconodonte Zähne von säugetierähnlichen Reptilien, den Cynodontiern (det. Dr. R. Wild, Stuttgart). Diese Tiere verfügten über ein differenziertes Gebiß mit morphologisch unterschiedlichen Zähnen, die ein Reißen, Schneiden und Zerquetschen der Nahrung möglich machten.

Bei der Bearbeitung unseres Keupermaterials wurden wir auch auf andere Vertebratenreste aufmerksam, die sich im Roemer-Museum in Hildesheim befinden. Sie sind zwar für die vorliegende Arbeit nicht von Bedeutung, verdienen es aber erwähnt zu werden. Es handelt sich um einzelne Knochen und ein Zahnfragment von *Plateosaurus* sp. aus dem Oberkeuper Niedersachsens. Aus dem Rhätsandstein von Hedeper (Lkrs. Wolfenbüttel) liegt ein Femur vor, der von FRAAS (1897) bearbeitet wur-

de. Aus der ehemaligen Ziegelei Ochtersum bei Hildesheim sind ein Zahnfragment und eine Phalange bekannt.

Besonders interessant ist der Vergleich der Wirbeltierfunde mit den Ergebnissen die SCHOCH & WILD (1999) und SCHOCH (2006) über die Fauna von Kupferzell in Baden Württemberg veröffentlichten. Die Kupferzeller Funde aus dem unteren Teil des oberen Lettenkeupers stammen aus einer Schicht ca. 15 Meter über der Muschelkalk-Keuper-Grenze. Sie liegt in den unteren grauen Mergeln über der Anthrakonit-Bank und unter dem *Anoplophora*-Dolomit.

4.4. Palökologie

Die Schichtenfolge besteht aus einem Wechsel von Dolomiten, Mergeln, Tonen, sowie Silt- und Sandsteinen.

Von AIGNER et al. (1990) und AIGNER & BACHMANN (1998) stammt ein Modell zur Deutung der Entstehung dieser zyklischen Abfolgen. Dem zufolge lassen sich die Karbonatbildungen auf Meereseinbrüche im Germanischen Becken zurückführen. Tone und Mergel deuten auf eine Verflachung hin, sie repräsentieren einen mehr brackischen Lebensraum. Die Sand- und Siltsteine schließlich, wurden im Süßwasser sedimentiert, worauf die Vergesellschaftung von Pflanzen und Tieren hinweisen. Die Kupferzeller Saurierschicht in Baden-Württemberg besteht aus einem Siltstein, der in Rinnen mit ausgeprägter Strömung zum Absatz kam. Hier fand ein Transport der Tierleichen und Teilskelette statt. Daher sind vollständige Funde selten, bzw. fast ausgeschlossen. Die Funde der Knochen sind also Einzelfunde (Schwemmateriale). Ähnliches gilt auch für den Fundpunkt Schöningen.

Der ehemalige Lebensraum war recht meeresnah, wahrscheinlich der Bereich eines Flußdeltas, der zeitweise mehr von marinen Einflüssen geprägt war, dann aber wieder zunehmend aussüßte und so einem rhythmischen Wechsel unterlag. Die Sedimentation erfolgte also in marinem, brackischem und limnisch-fluviatilem Milieu, je nach Meeresbedeckung.

Die genannten fossilen Taxa korrespondieren sehr gut mit denen aus Kupferzell. Auch für Schöningen läßt sich daher eine Nahrungspyramide wie die von SCHOCH & WILD (1999: 417) skizzierte ableiten. An deren Spitze standen die Rauisuchier, gefolgt von *Mastodonsaurus*, darunter weitere Amphibien wie *Gerrothorax*, *Plagiosuchus* etc. Im unteren Abschnitt der Pyramide befanden sich Fische und Wirbellose.

5. Beschreibung der Wirbeltierreste

5.1. Mikroreste

Aus den Rückständen von Schlammproben eines Bonebeds aus dem unteren Keuper von Schöningen (Abb. 1-3) wurden die Zähne von Knorpelfischen und Knochenfischen, ein Lungenfischzahn sowie die Zähne von Amphibien und Reptilien isoliert. Die deskriptiven Termini in der nachfolgenden kurzen Beschreibung des Materials sind entweder allgemein verständlich gehalten oder den Arbeiten von REIF (1973, Chondrichthyes), DUFFIN (1985, Chondrichthyes), MUDROCH & THIES (1996, Osteichthyes) und KOSMA (2004; Amphibia, Reptilia) entlehnt. Die Systematik orientiert sich an den Arbeiten von CAPPETTA (1987, Chondrichthyes), BÜRGIN (1999, Osteichthyes), MUTTER (2002, Osteichthyes), PATTERSON (1982, Osteichthyes), ROSEN et al. (1981, Osteichthyes), SCHULTZE (2004, Osteichthyes) und CARROLL (1993; Amphibia, Reptilia).

Klasse Chondrichthyes HUXLEY, 1880

Cohorte Euselachii HAY, 1902

Überfamilie Hybodontoidae ZANGERL, 1981

Familie Acrodontidae CASIER, 1959

Gattung *Acrodus* AGASSIZ, 1838

***Acrodus* sp. (Abb. 4a-e, f-j)**

Material: 37 Zähne bzw. Zahnfragmente.

Es handelt sich um mesiodistal langgestreckte stumpfe Quetschzähne. Die Zahnkrone ist mit einem massigen, flachen zentralen Höcker ausgestattet. Über die gesamte Zahnkrone verläuft ein mesiodistaler Grat, der im zentralen Bereich durch Abnutzung verwischt sein kann. Auf der Labialseite wölbt sich die Zahnkrone im zentralen Bereich wulstartig vor. Der linguale basale Kronenrand ist zur Aufnahme des labialen Wulstes des in der Zahnfamilie nachfolgenden Zahnes eingebuchtet. Die Kronen zeigen ein Ornament aus unregelmäßigen, undeutlichen (durch Abnutzung gerundeten?) Rippen, die sich basal aufspalten können. Auf der Lingualseite können entlang des basalen Kronenrandes kleine Höckerchen (lingual nodes sensu DUFFIN 1985) ausgebildet sein. An zwei (nicht abgebildeten) Zähnen hat sich eine anaulacorhize (ungefurchte) Wurzel erhalten.

Stumpfe, flache Quetschzähne dieses Typs werden traditionellerweise der Gattung *Acrodus* AGASSIZ, 1839 zugeordnet. Eine artliche Zuordnung von *Acrodus*-Zähnen gestaltet sich allerdings schwierig. JAEKEL (1889) versuchte, etliche zuvor beschriebene *Acrodus*-Arten, welche alle auf isolierten Einzelzähnen beruhten, zusammenzuführen und rekonstruierte aus ihren Zähnen ein gemeinsames Gebiss, das er *A. lateralis* AGASSIZ, 1839 zusprach. Seit

JAEKELS Versuch werden die meisten Quetschzähne von Haien aus dem Keuper dieser Art zugeordnet, wodurch sie zwangsläufig zur häufigsten Art wurde. MUTTER (1998) untersuchte die morphologische Variation von Zähnen in den Gebissen acrodontider Haie aus der alpinen Trias und gelangte zu dem Schluss, dass JAEKELS Rekonstruktion auf falschen Annahmen beruht. Wir leiten daraus ab, dass JAEKELS Rekonstruktion des Gebisses von *A. lateralis* vermutlich mehrere Arten repräsentiert. Auf jeden Fall unterscheiden sich die Zähne aus Schöningen vom Typus-Material zu dieser Art (zwei isolierte Zähne, abgebildet in AGASSIZ 1843, Taf. 22, Fig. 21, 22) durch das Fehlen einer Zahnspitze (vorhanden bei dem Exemplar in AGASSIZ, Fig. 22) und dem viel schwächer ausgebildeten Ornament. Andererseits sind bei dem Zahn aus Schöningen in Abb. 4f-j linguale Höckerchen ausgebildet, welche dem Typus-Material offensichtlich fehlen.

Das jüngst von DORKA (2001) aus Schöningen als *Acrodus lateralis* beschriebene Material erscheint heterogen. Während die von DORKA (2001) in Fig. 1A-G abgebildeten Zähne Ähnlichkeit mit den Typen in AGASSIZ (1843) zeigen, weicht der von ihm in Fig. 1G-I dargestellte Zahn mit seinem fehlenden Ornament und mit seinem höckerartig aufgewölbten zentralen Zahnkronenteil stark davon ab und nähert sich in dieser Hinsicht unserem Material. Gemäß der Analyse der Zahnmorphologie bei *Acrodus*-Arten von MUTTER (1998) dürfte das von DORKA (2001) beschriebene Material mindestens zwei Arten umfassen.

Abgesehen von dem Fehlen von Höckerchen auf der Lingualseite der Krone ähneln unsere Zähne aus Schöningen den Abbildungen von "*Hybodus*" *thuringiae* GIEBEL, 1856 und "*Hybodus*" *obliquus* GIEBEL, 1856 aus dem Keuper Thüringens in SCHMIDT (1928: Abb. 929). Allerdings orientierte sich SCHMIDT an der Sichtweise JAEKELS und ordnete diese Zähne *A. lateralis* zu. Ohne eine Revision der Gattung *Acrodus* sehen wir uns außerstande, unser Material aus Schöningen einer Art zuzuweisen.

Familie Polyacrodontidae GLÜCKMAN, 1964

Gattung *Palaeobates* MEYER, 1849

***Palaeobates angustissimus* (AGASSIZ, 1838) (Abb. 5a-c)**

Material: 3 Zähne bzw. Zahnfragmente.

Die Zähne zeigen in Aufsicht einen länglich-polygonalen Umriss. Erhalten sind nur die Zahnkronen. Diese sind auf der Occlusalfläche flach gewölbt, Zahnspitzen sind nicht ausgebildet. Es handelt sich um Quetschzähne, die im Gebiss pflasterartig angeordnet waren. Auf der Labialseite fällt der Kronenrand steil ab, auf der Lingualseite knickt er dagegen nicht ab. Der labiale basale Kronenrand ist dabei leicht konkav, der linguale

konvex geschwungen. Je nach Abnutzungsgrad lassen die Occlusalflächen in unterschiedlichem Ausmaß ein sehr engmaschiges Netz aus Graten, die grübchenartige Vertiefungen umschließen, erkennen. Relativ gut hat sich dieses Ornament an den Rändern der Occlusalfläche erhalten, wogegen es im Zentrum der Usur zum Opfer gefallen ist. Auf dem steil abfallenden labialen Kronenrand geht das Netzmuster basal in eng stehende, senkrechte, stumpfe Grate über.

Ein Zahn dieses Typs aus Schöningen wurde von DORKA (2001: Fig. 1L) *Palaeobates* cf. *angustissimus* (AGASSIZ, 1838) zugeordnet. Gründe für seine Zurückhaltung bei der Artzuweisung führte er nicht an. Die charakteristische netzartige Ornamentierung unseres Materials als auch des von DORKA (2001) lässt jedoch eine eindeutige Zuweisung zu *Palaeobates angustissimus* (Agassiz, 1838) zu. In dieser Hinsicht und auch in anderen Formmerkmalen stimmt das Material aus Schöningen überein mit dem Typus-Material zu dieser Art, welches AGASSIZ (1838: 128; 1843: Taf. 18, Fig. 28-30) beschrieben und abgebildet hat. Übereinstimmung besteht auch mit den Zähnen von *Palaeobates angustissimus* aus der mittleren Trias vom Monte San Giorgio, Schweiz (RIEPEL 1981).

Gattung *Lissodus* BROUGH, 1935

***Lissodus nodosus* (SEILACHER, 1943) (Abb. 5d-g, 5h-k)**

Material: 39 Zähne bzw. Zahnfragmente.

Es handelt sich um mesiodistal gestreckte Zähne mit einer mäßig hohen zentralen Spitze. Bei dem Exemplar in Abb. 5h-k ist die Spitze durch Usur abgetragen. Die Zahnkrone wird von einem mesiodistalen Grat überzogen (bei dem Exemplar in Abb. 5h-k ebenfalls abgetragen). Auffälligstes Merkmal der Zähne ist ein großer basaler Zapfen auf der Labialseite der Krone unterhalb der Spitze (labial peg sensu DUFFIN 1985) (Abb. 5d, h, k). Auf der Lingualseite der Zähne befindet sich in entsprechender Position eine markante Einbuchtung oder Einhöhlung im unteren Kronenteil, die der Aufnahme des labiobasalen Zapfens des in der Zahnfamilie nachfolgenden Zahns diente (Abb. 5i). Die Zahnkronen sind glatt, sieht man von der Ausbildung eines vertikalen Grates auf dem labiobasalen Zapfen ab. An einigen Exemplaren haben sich Reste einer ungefurchten (anaulacorhizen) Wurzel erhalten.

In ihrer Morphologie und Größe stimmen die Zähne mit den mesialen (symphysennahen) Zähnen von *Lissodus nodosus* (SEILACHER, 1943) überein. SEILACHER (1943) beschrieb auf der Grundlage eines umfangreichen Materials isolierter Zähne aus dem oberen Muschelkalk und dem Keuper Baden-Württembergs zwei Haiarten: *Palaeobates nodosus* und

Palaeobates spinosus. DUFFIN (1985) hat das Original-Material zu diesen beiden Arten revidiert und kam zu dem Schluss, dass es von nur einer einzigen Art stammt, welche er in die Gattung *Lissodus* BROUGH, 1935 stellte: *L. nodosus* (SEILACHER, 1943). DUFFIN (1985: Text-Fig. 12) schlug außerdem eine Rekonstruktion des Gebisses von *L. nodosus* vor, das sich seiner Ansicht nach durch eine sehr große Heterodontie auszeichnet. In dieser Rekonstruktion finden sich in der Kiefermitte zu beiden Seiten der Symphyse zunächst vier Zahnfamilien mit glatten Kronen und einem großen labiobasalen Zapfen (entsprechend den Zähnen aus Schöningen in Abb. 5d-g, h-k). Zum Kieferwinkel hin (lateral) wird dieser Zahntyp dann durch größere Zähne mit sukzessive stärker skulpturierteren Kronen abgelöst. Bei diesen Zähnen wird der labiobasale Kronenzapfen schrittweise bis zum völligen Verschwinden reduziert. Dafür erscheinen am unteren labialen Kronenrand kleine Höckerchen in unterschiedlicher Anzahl. Auch diese Zähne sind im Material aus Schöningen vertreten, aber wegen mangelhafter Erhaltung hier nicht abgebildet.

Ein weiterer, hier nicht abgebildeter Zahn aus Schöningen besitzt je einen unscheinbaren, horizontalen Grat (longitudinal ridge sensu DUFFIN 1985) auf der Labial- und der Lingualseite der Krone parallel zum basalen Kronenrand. Dieser Grat ist auch auf dem labialen basalen Kronenzapfen ausgebildet, auf der Lingualseite fehlt er im zentralen Kronenbereich. Neben *Lissodus nodosus* beschrieb DORKA (2001: 228) aus Schöningen auch die Zähne einer neuen Art: *L. subhercynicus*. Einer der drei Zahn-Morphotypen von *L. subhercynicus* soll sich von den Zähnen anderer *Lissodus*-Arten durch einen zusätzlichen horizontalen Grat auf der Labial- und Lingualseite der Krone unterscheiden. Ob unser Zahn zu *L. subhercynicus* gehört, bleibt allerdings unklar. Bei *L. subhercynicus* sollen sich die horizontalen Grate auf die mesialen und distalen Kronenteile beschränken, während der zentrale Kronenbereich einschließlich des labialen basalen Kronenzapfens frei davon ist. Insgesamt ist die Beschreibung von *L. subhercynicus* verwirrend und widersprüchlich. In der zahnmorphologischen Diagnose werden Merkmale aufgeführt, die nicht bei allen Zähnen (z. B. die labialen und lingualen horizontalen Grate) oder nur gelegentlich (z. B. ein vertikaler Grat auf dem labialen basalen Kronenzapfen) auftreten (DORKA 2001: 229). Weitere (vertikale?) Grate sollen ausnahmsweise auch auf den mesialen und distalen Kronenteilen vorhanden sein. Im Vergleich mit den Zähnen anderer *Lissodus*-Arten (Dorka 2001: 330) wird dann allerdings die Existenz weiterer Grate auf den Zähnen von *L. subhercynicus* bestritten.

Klasse Osteichthyes HUXLEY, 1880
Unterklasse Actinopterygii COPE, 1887

Die systematische Zuordnung isolierter Zähne fossiler Knochenfische ist zur Zeit noch sehr problematisch. Von sehr wenigen Ausnahmen abgesehen beschäftigen sich die Untersuchungen mit den Knochen oder Schuppen artikulierter Skelette dieser Fische. Die Zähne an den zahntragenden Skelettelementen werden zwar erwähnt, aber so gut wie nie detailliert beschrieben oder abgebildet, so dass kaum Vergleichsmöglichkeiten für isolierte Zahnfunde in der Literatur vorliegen. Eine Ausnahme bilden die Knochenfischzähne aus dem Oberjura NW-Deutschlands. Hier erfolgte eine systematische Zuordnung dieser Zähne an Hand des Vergleichs mit den Zähnen an artikulierten und systematisch zugeordneten Knochenfischskeletten aus den oberjurassischen Plattenkalken S-Deutschlands und Frankreichs (MUDROCH & THIES 1996, THIES & MUDROCH 1996). Entsprechende Untersuchungen wären auch für den Keuper notwendig, würden jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Die nachfolgende systematische Zuordnung der Knochenfischzähne aus Schöningen ist daher unter großem Vorbehalt zu sehen.

Serie Chondrostei MÜLLER, 1844 (sensu PATTERSON 1982)

Ordnung Palaeonisciformes HAY, 1929

Familie Acrolepididae ALDINGER, 1937

Gattung *Gyrolepis* AGASSIZ, 1833

***Gyrolepis* sp. (Abb. 51)**

Material: 9 Zähne bzw. Zahnfragmente.

Die Zähne sind einspitzig, mäßig gedrunken und von rundlichem bzw. ovalem Querschnitt. Die spitzkegelige Schmelzkappe sitzt einem ca. doppelt so hohen Zahnhals auf, der sich basal weitet. Im Gegensatz zur geraden Schmelzkappe ist der Zahnhals etwas gekrümmt, wobei die Längsachse der Schmelzkappe sich in der Krümmungsachse des Zahnhalses fortsetzt. Die Schmelzkappe zeigt eine undeutliche mesiodistale Schneide oder besser Kante. Die Oberfläche von Zahnhals und unterem Teil der Schmelzkappe ist mit einer Skulptur aus kleinen, eng stehenden, spindelförmig umrissenen Wülsten überzogen. Die Höhe der Zähne variiert von weniger als ein bis maximal zwei Millimeter.

Eine bekannte triassische Knochenfischgattung ist *Gyrolepis* AGASSIZ, 1833. Isolierte Kieferzähne von *Gyrolepis* werden offensichtlich häufig zwischen den Microvertebratenresten von Schlämmrückständen gefunden, sind aber nur wenig dokumentiert. DUFFIN (1999) beschrieb isolierte Zähne von *G. alberti* AGASSIZ, 1835 aus dem Rhaet (Penarth Group) von

England. Die Zähne aus dem Unter-Keuper von Schöningen stimmen in Form, Größe und Ornamentierung sehr gut dem von DUFFIN (1999: pl. 23, fig. 8) abgebildeten Zahn von *G. alberti* aus dem Rhaet von England überein, sind jedoch erheblich älter.

Zähne ähnlicher Morphologie und Größe finden sich auch in der Gattung *Saurichthys* AGASSIZ, 1834, z. B. in der vorderen Kieferpartie von *S. curionii* (BELLOTTI, 1857) aus der mittleren Trias von Monte San Giorgio, Schweiz (RIEPPPEL 1985: 18, Abb. 5). Unterschiede bestehen allerdings in der Skulpturierung. Die von RIEPPPEL (1985) beschriebenen *Saurichthys*-Zähne zeigen eine leichte senkrechte Riefung auf dem Zahnhals, die bei den Zähnen aus Schöningen nicht zu beobachten ist.

Ähnlichkeiten scheinen aber auch mit Vertretern der triassischen Knochenfisch-Gattungen *Meridensia* ANDERSSON, 1916, *Peltoperleidus* BÜRGIN, EICHENBERGER, FURRER & TSCHANZ, 1991 und *Luganoia* BROUGH, 1939 vorzuliegen (BÜRGIN 1992: Fig. 68, Fig. 109, Fig. 129). Leider sind jedoch die Abbildungen in BÜRGIN (1992) bezüglich der Zähne zu wenig aussagekräftig, um verlässliche Vergleiche vornehmen zu können. Die Zähne aus Schöningen werden daher einer Art von *Gyrolepis* AGASSIZ, 1833 zugeordnet.

Familie Birgeriidae ALDINGER, 1937

Gattung *Birgeria* STENSIÖ, 1919

***Birgeria* sp. (Abb. 5m-n, 5o)**

Material: 5 Zähne.

Der in Abbildung 5m-n gezeigte Zahn ist schlank, hoch und lateral abgeflacht. Einem längeren Zahnhals sitzt eine kürzere, im Umriss pfeilspitzenartige Schmelzkappe auf. Die Basis der Schmelzkappe überragt mesial und distal den obersten Teil des Zahnhalses, so dass der Zahn insgesamt eine lanzettliche Form annimmt. Die Schmelzkappe wird von einer mesiodistalen Schneide überzogen. Die Oberfläche des Zahnhalses zeigt flache, weite vertikale Riefen, die Schmelzkappe ist glatt.

Die Morphologie des Zahns charakterisiert ihn als Fangzahn eines Raubfisches. Zähne ähnlicher Morphologie und Größe sind aus der Gattung *Birgeria* STENSIÖ, 1919 bekannt und treten z. B. bei *B. acuminata* (AGASSIZ, 1843) aus der alpinen Obertrias auf (BÜRGIN & FURRER 1992: Fig. 5, 6). Abgesehen davon, dass die Zähne von *B. acuminata* entsprechend der Körperlänge des Tieres von mehr als einem Meter noch erheblich größer werden können als der Zahn aus Schöningen, zeigen sie auch eine Skulptur aus vertikalen Riefen, die Zahnhals und zumindest den unteren Teil der Schmelzkappe überziehen. Bezüglich der Skulpturie-

rung des Zahnhalses entspricht der Zahn in Fig. 6E in BÜRGIN & FURRER (1992) dem Exemplar aus Schöningen sehr gut. SCHWARZ (1970: 35) führte zudem auf, dass bei *Birgeria*-Zähnen auch Schmelzkappen mit schwach ausgebildeter oder gar fehlender Vertikalriefung vorkommen.

Vier weitere Zähne aus Schöningen, darunter der Zahn in Abbildung 5o, zeigen eine etwas abweichende Morphologie. Sie gleichen dem Exemplar in Abbildung 5m-n in der Ausbildung der Schmelzkappe, unterscheiden sich allerdings von ihm durch einen kürzeren und weniger stark abgeflachten Zahnhals, der außerdem von kräftigen, engstehenden, vertikalen Rippen bedeckt ist. Abgesehen von der fehlenden Skulpturierung der Schmelzkappe zeigen diese Zähne Ähnlichkeit mit manchen Zähnen von *Birgeria stensiöi* ALDINGER, 1931 (SCHWARZ 1970: Fig. 32).

Das Material aus Schöningen wird daher unter Vorbehalt der Gattung *Birgeria* STENSIÖ, 1919 zugeordnet. Möglicherweise beinhaltet das Material zwei verschiedene Arten.

Serie Chondrostei MÜLLER, 1844 (sensu PATTERSON 1982)?

Ordnung und Familie indet.

Gattung *Thelodus* SCHMID, 1861

***Thelodus inflexus* SCHMID, 1861 (Abb. 5p)**

Material: 4 Zähne.

Die Zähne sind in einen Zahnhals und eine kleinere, abgesetzte Schmelzkappe gegliedert. Der Zahnhals ist schlank und zeigt einen rundlichen Querschnitt. Auf der Außenseite trägt er dicht stehende, leicht geschwungene, feine Riefen, die sich basal gabeln. Die Schmelzkappe ist durch eine Einschnürung vom Zahnhals abgesetzt und besitzt eine spitzkegelige Form. Ihre Oberfläche ist glatt. Der Zahnhals ist leicht gebogen. Die Längsachse der geraden Schmelzkappe folgt nicht der Krümmung des Zahnhalses, sondern weicht davon etwas ab und neigt sich zur konvexen Seite des Zahns.

Morphologisch identische Zähne beschrieb SCHMID (1861: 27, Taf. 4, Fig. 16-19) als *Thelodus inflexus*, wobei er die systematische Stellung der Gattung offen ließ. SCHMIDT (1928: 355) stellte die Art mit Fragezeichen in die Gattung *Saurichthys* AGASSIZ, 1834. Ein bislang unbeschriebenes Fragment eines Unterkiefers mit *Thelodus inflexus*-artigen Zähnen aus dem Lettenkeuper Süddeutschlands zeigt jedoch keinerlei Beziehungen zu *Saurichthys* (mdl. Mitt. Dr. R. Böttcher, Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart). Die systematische Stellung der Art bleibt daher vorerst ungeklärt.

Anmerkung: Das hier *Thelodus inflexus* SCHMID, 1861 und *Birgeria* sp. (Exemplar in Abb. 5o) zugeordnete Material ist den Zähnen von *Saurich-*

thys longidens AGASSIZ, 1835 und *Birgeria acuminata* (AGASSIZ, 1835) aus dem Rhaet von England recht ähnlich. Zahntragende Kieferknochen aus dem englischen Rhaet zeigen jedoch, das *S. longidens* und *B. acuminata* keinen unterschiedlichen Gattungen und Arten angehören, sondern nur eine Art darstellen. STORRS (1994) vereinigte das Material von *S. longidens* und *B. acuminata* aus dem englischen Rhaet in der Art *acuminatus* AGASSIZ, 1835, die er in die neue Gattung *Severnichthys* stellte. Seiner Diagnose und Beschreibung von *Severnichthys acuminatus* (AGASSIZ, 1835) ist zu entnehmen, dass die Zähne labyrinthodonten Bau besitzen. Dies ist bei den Zähnen aus Schöningen nicht der Fall, so dass die Zuordnung des Keuper-Materials zu *Birgeria* einerseits und zu *Thelodus* andererseits gerechtfertigt erscheint.

Serie Neopterygii REGAN, 1923 (sensu ROSEN et al. 1981)
Ordnung Perleidiformes BERG, 1937 (sensu MUTTER 2004)
Familie Colobodontidae ANDERSSON, 1916
Gattung *Colobodus* AGASSIZ, 1844 ?

***Colobodus* ? sp. (Abb. 6a-k)**

Material: 100 Zähne bzw. Zahnfragmente, 2 Fragmente von Kieferknochen mit Zähnen.

Es handelt sich um ein heterogenes Zahnmaterial, das zwei unterschiedliche Morphotypen erkennen lässt. Zum Einen beinhaltet das Material unscheinbare stiftartige Zähne von rundem oder ovalem Querschnitt (Abb. 6g, h, i, j, k). Die Zahnhälsen sind nach oben leicht bauchartig verdickt und tragen darüber eine kleine, stumpfkegelige Schmelzkappe (Abb. 6h, i), die aber auch einen ovalen Querschnitt annehmen (Abb. 6g, j) oder sogar meißelartig gestaltet sein kann (Abb. 6k). Auffälliger sind zum Anderen aber gedrungene, leistenartig verbreiterte Zähne, die zwischen Zahnhals und Schmelzkappe eine Einschnürung zeigen (Abb. 6a, b, c, d, e, f). Auf der Schmelzkappe sind mehrere kuppelartige "Spitzen" ausgebildet (zwei bei den Exemplaren in Abb. 6a, b, c, d, h, i; vier beim Exemplar in Abb. 6e, f). Das Vorhandensein mehrerer "Spitzen" auf diesen leistenartigen Zähnen deutet möglicherweise darauf hin, dass sie ein Verwachsungsprodukt mehrerer stiftartiger Zähne (oder besser von deren Anlagen) darstellen. Alle Zähne sind glatt und skulpturlos, manche zeigen allerdings auf der Schmelzkappe deutliche Zeichen von Usur (Abb. 6a, b, j). Dass stift- und leistenartige Zähne von einem gemeinsamen Träger stammen, belegt das Kieferknochenfragment in Abb. 6h, i, in dem beide Zahntypen nebeneinander vorkommen.

Die kräftigen Abnutzungsspuren an manchen Zähnen und das Vorkommen verbreiteter Zähne lassen auf hartschalige Nahrung des Fisches schließen.

Bekannte und häufige Vertreter durophager triassischer Fische sind in der Gattung *Colobodus* AGASSIZ, 1844 zusammengefasst. Tatsächlich beinhalten die Zahnplaster von *C. maximus* (QUENSTEDT, 1867), *C. frequens* DAMES, 1888 und *C. chorzowensis* v. MEYER, 1847 (? *Nephrotus chorzowensis*, siehe MUTTER 2002) gedrungene und sowohl stiftartige als auch seitlich verbreiterte Zähne mit länglich-ovalem Querschnitt (DAMES 1888: Taf. II, Fig. 2-5, Taf VIa, Fig. 1-5,9). Abweichend vom Material aus Schöningen sind die Zähne von *C. maximus* und *C. frequens* jedoch vertikal gerieft und besitzen auf der Schmelzkappe eine kleine abgesetzte zentrale Warze. DAMES (1888: 155) erwähnte allerdings auch, dass nicht alle Arten von *Colobodus* geriefte Zähne haben sollen. *C. chorzowensis* beispielsweise besitzt glatte Zähne (DAMES 1888: 167). Neben den Arten von *Colobodus* haben jedoch noch etliche weitere durophage Knochenfisch-Taxa zur Keuper-Zeit existiert. Zähne sind bekannt geworden von *Sphaerodus annularis* AGASSIZ, 1844, *Paralepidotus ornatus* (AGASSIZ, 1832), *Sargodon tomicus* PLIENINGER, 1847, *Brembodus ridens* TINTORI, 1981 und *Gibbodon cenensis* TINTORI, 1981 (SCHMIDT 1928: Fig. 1030, 1036; TINTORI 1981, 1982; VECCHIA et al. 1990). Die Zähne aus Schöningen unterscheiden sich jedoch deutlich von den Zähnen dieser Fische.

Das Fragment eines Dentale aus dem Lettenkeuper Süddeutschlands mit Zähnen ähnlich den oben beschriebenen breiten Quetschzähnen wurde von Dr. R. BÖTTCHER (Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, mündl. Mitt.) als *Lepidotes* sp. angesprochen. Allerdings fehlen diesem Kiefer die schlanken, einspitzigen Zähne, wie sie auf dem Kieferfragment aus Schöningen zusammen mit den breiten Quetschzähnen auftreten (Abb. 6h-i). Die Funde aus Schöningen zeigen deshalb auch mit dem Kiefer aus dem süddeutschen Keuper keine gute Übereinstimmung. Sie werden daher vorerst unter großem Vorbehalt einer Art von *Colobodus* AGASSIZ, 1844 zugeordnet.

Unterklasse Sarcopterygii ROMER, 1955
Infraklasse Dipnoiformes CLOUTIER & AHLBERG, 1995
Ordnung Dipnoi MÜLLER, 1845
Unterordnung Ceratodontoidei NIKOLSKI, 1954
Familie Ceratodontidae GILL, 1873
Gattung *Ceratodus* AGASSIZ, 1838

Ceratodus sp. (Abb. 6l)

Material: 1 Zahnfragment.

Das Fragment einer Lungenfisch-Zahnplatte zeigt drei flache, stumpfe Grate, die von zwei Furchen getrennt werden. Der vordere (in der Abbildung der rechte) Teil der Platte fehlt. Die erhaltene Occlusalfläche ist

relativ breit, die Grate ragen mit ihren Spitzen nur wenig über die Kaufläche hinaus. Die Oberfläche der Platte ist mit dichtstehenden, eingesenkten kleinen Poren überzogen. Diese für eine Lungenfisch-Zahnplatte ungewöhnliche Oberfläche erklärt sich vermutlich durch die Aufbereitung des Probenmaterials mit verdünnter Essigsäure. Die Säure hat das oberflächliche Enamel und das Manteldentin wegeätzt und das darunter liegende interdenteonale und circumdenteonale Dentin frei gelegt (mdl. Mitt. Dr. A. KEMP, Brisbane).

Eine neuere zusammenfassende Übersicht über die Evolution und die Verbreitung mesozoischer Lungenfische findet sich in SCHULTZE (2004). Der Darstellung ist zu entnehmen, dass in der germanischen Trias zwei Lungenfisch-Gattungen vorkommen: *Ceratodus* AGASSIZ, 1838 (acht Arten) und *Ptychoceratodus* JAEKEL, 1926 (eine Art). *Ceratodus* enthält Arten mit überwiegend flachen, breiten Zahnplatten, bei *Ptychoceratodus* sind die Grate auf den Zahnplatten dagegen hoch und die Furchen dazwischen tief eingeschnitten (SCHMIDT 1928, SCHULTZE 1992, LINCK 1936).

Wegen ihrer geringen Größe gehört die Zahnplatte aus Schöningen zu einem juvenilen Fisch. Das, sowie die fragmentarische Erhaltung und das Fehlen anhaftender Schädelknochen lassen keine Entscheidung darüber zu, ob die Zahnplatte aus dem Ober- oder dem Unterkiefer stammt. Aus den gleichen Gründen ist eine artliche Zuordnung des Fundes unmöglich. Die relativ große Breite der Kaufläche und die geringe Höhe der Grate verweist jedoch auf eine Art der Gattung *Ceratodus* AGASSIZ, 1838.

Klasse Amphibia LINNAEUS, 1758
Unterklasse Labyrinthodontia v. MEYER, 1842
Ord., Fam., Gatt. und Art indet. (Abb. 7a, b)

Material: 2 Zahnfragmente.

Beim abgebildeten Exemplar handelt es sich um ein Zahnfragment mit abgebrochener Spitze. Der Zahnhals und der erhaltene, basale Teil der Krone, die von Schmelz bedeckt ist, besitzen einen rundlichen Querschnitt. Der Zahnhals ist nach unten etwas bauchig verdickt und auf der Oberfläche von weit stehenden, vertikalen Furchen überzogen. Der erhaltene Teil der Krone ist leicht nach lingual gebogen. Auf ihrer Lingualseite beobachtet man feine, eng stehende, unverzweigte, vertikale Riefen. An der Basis des Zahns öffnet sich eine große Pulpahöhle. Die basale Bruchfläche zeigt, dass sich - zumindest auf der Labialseite - das Dentin im Querschnitt wiederholt kuppelartig in die Pulpa vorwölbt und somit radiäre Faltung der Zahnwandung vorliegt.

Faltenbau der Zähne (labyrinthodonter Zahnbau) findet sich nicht nur bei

labyrinthodonten Amphibien, sondern vereinzelt auch in anderen Tiergruppen: beim Knochenfisch *Lepisosteus*, bei einigen Quastenflossern (Rhipidistia) sowie bei manchen Ichthyosauriern und einigen anderen Reptilien (PEYER 1963). Wegen der Häufigkeit von Resten labyrinthodonter Amphibien in Keuper-Ablagerungen dürfte auch der Zahn aus Schöningen von einem Labyrinthodontier stammen. Eine nähere Zuordnung ist jedoch mangels Vergleichsmaterials und -literatur nicht möglich.

Klasse Reptilia LAURENTI, 1768
Unterklasse Diapsida OSBORN, 1903

Die Zähne von Reptilien haben schon häufiger Beachtung in der Literatur gefunden. Insbesondere gilt dies für die Zähne großer, räuberischer Dinosaurier, wie z. B. die der Theropoden (SMITH et al. 2005). Bei den mikroskopischen Resten kleiner, unscheinbarer Reptilien stellt sich die Situation jedoch leider ähnlich unbefriedigend dar wie bei den Actinopterygiern. Nur sehr wenige Einzelarbeiten beschäftigen sich mit den fossilen Resten, insbesondere den isolierten Zähnen der kleinwüchsigen Reptilien; eine davon ist die recht umfangreiche Untersuchung von Gebissen scincomorpher Eidechsen aus der Unterkreide von Spanien, in der neben dem fossilen Material auch rezentes Vergleichsmaterial beschrieben und abgebildet ist (KOSMA 2004). DORKA (2002) hat ebenfalls vor diesem Problem gestanden. Bei der systematischen Zuordnung reptilischer Mikro-Zähne aus dem Keuper von Schöningen gelangte er nicht über die Infraklasse bzw. Unterordnung hinaus. Das Gleiche gilt für die Reptilien-Zähne aus dem Rhät von Friedland bei Göttingen (DORKA & HEINRICH 2006).

Infraklasse Lepidosauromorpha BENTON, 1983
Überordnung Sauropterygia OWEN, 1860
Ordnung Nothosauria SEELEY, 1882
Familie Pachypleurosauridae NOPCSA, 1928
Gattung *Pachypleurosaurus* BROILI, 1927

Pachypleurosaurus sp. (Abb. 7c, d)

Material: 40 Zähne bzw. Zahnfragmente.

Das Material aus Schöningen beinhaltet etliche schlanke, hohe Zahnkronen bzw. Fragmente, die nach lingual gebogen sind. Sie sind von rundem bzw. ovalem Querschnitt und im basalen Bereich etwas verdickt. Zum (nicht erhaltenen) Zahnhals hin, verengen sie sich wieder etwas. Labial- und Lingualseite der Kronen werden von recht kräftigen, scharfkantigen, vertikalen, unverzweigten Rippen überzogen. Auf der Lingualseite reicht die Berippung von der Basis bis zur Spitze der Krone, auf der Labialseite setzt die Berippung etwas höher ein und verschwindet wieder unterhalb

der Spitze des Zahns. Eine mesiodistale Schneide ist vorhanden, hebt sich jedoch von der übrigen Berippung nur wenig oder gar nicht ab.

Nach Dr. R. WILD (Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, mündl. Mitt.) können die Zähne unter Vorbehalt der Gattung *Pachypleurosaurus* BROILI, 1927 zugeordnet werden.

Infraklasse Archosauromorpha v. HUENE, 1946

Überordnung, Ordnung, Familie, Gattung und Art indet. (Abb. 7e)

Material: 1 Zahnfragment.

Ein einzelnes Fragment einer Zahnkrone ist labiolingual abgeflacht und durch Usur und/oder Abrollung stark in Mitleidenschaft gezogen. Labial- und Lingualseite des Fragmentes sind glatt. Die Spitze zeigt einen konvexen mesialen und einen geraden bzw. leicht konkaven distalen Rand. Auffälligstes Merkmal ist eine Zähnelung (Crenulation) des mesialen und distalen Randes, wobei die Zähnelung des mesialen Randes durch Usur stark verwischt ist, aber offensichtlich im Unterschied zur distalen Zähnelung nicht die Spitze des Zahns erreicht.

In seiner Morphologie stimmt das Zahnfragment aus Schöningen mit dem Morphotyp 3 bei DORKA (2002: 284, Fig. 2D, E) überein, wobei die bei DORKA abgebildete Zahnkrone eine feinere Zähnelung aufweist. Der ausführlichen Diskussion bei DORKA ist zu entnehmen, dass eine nähere Zuordnung als bis zur Ebene der Infraklasse Archosauromorpha v. HUENE, 1946 zur Zeit nicht möglich ist.

Infraklasse Archosauromorpha v. HUENE, 1946

Überordnung, Ordnung, Familie, Gattung und Art indet. (Abb. 7f)

Material: 4 Zähne bzw. Zahnfragmente.

Die Zahnkrone in Abb. 7f stimmt in Form und Größe recht gut mit den Zähnen von *Pachypleurosaurus* überein. Die Kronenspitze ist allerdings weniger stark nach lingual gebogen und an der Basis nicht so stark eingeschnürt wie der *Pachypleurosaurus*-Zahn in Abb. 7c,d. Weitere Unterschiede sind in der Skulptur zu beobachten. Sie besteht aus feinen, unregelmäßigen, vielfach unterbrochenen, vertikalen Riefen, die auf der Lingual- und Labialseite angeordnet sind. Auf der Labialseite reichen die Riefen jedoch nicht bis zur Basis der Krone herunter und sind weniger kräftig und zahlreich ausgebildet wie auf der Lingualseite. Eine niedrige, aber deutlich erkennbare mesiodistale Schneide ist vorhanden.

Auch DORKA (2002: 288, Fig. 3N, O) fand Zähne dieser Art in seinem Material aus Schöningen. Er ordnete sie seinem Morphotyp 11 zu. Er erkannte eine Verwandtschaft zu Vertretern der diapsiden Reptilien, sah

sich jedoch zu einer näheren Zuordnung nicht in der Lage. Mangels Vergleichsmaterials muss auch hier eine nähere Bestimmung offen bleiben.

Infraklasse Archosauromorpha v. HUENE, 1946

Überordnung, Ordnung, Familie, Gattung und Art indet. (Abb. 7g)

Material: 2 Zähne.

Eine weitere Zahnkrone aus Schöningen ähnelt in ihrer Morphologie ebenfalls den mutmaßlichen Zähnen von *Pachypleurosaurus* (Abb. 7c,d). Allerdings ist die Krone von gedrungenerer Gestalt und bei geringerer Höhe basal verhältnismäßig stärker verdickt. Gemessen an der Höhe der Krone sind die Rippen auf der Labial- und Lingualseite kräftiger ausgebildet und stehen weiter auseinander als bei *Pachypleurosaurus*. Die Berippung setzt zwar erst oberhalb der Kronenbasis ein, reicht dann aber sowohl auf der Labial- als auch auf der Lingualseite bis zur Spitze hinauf. Eine mesiodistale Schneide ist ausgebildet, unterscheidet sich aber wie bei den Zähnen von *Pachypleurosaurus* kaum von der übrigen Berippung.

Dorka (2002: 288, Fig. 3L, M) fasste Zähne gleicher Morphologie aus Schöningen in seinem Morphotyp 10 zusammen. Er klassifizierte diesen Morphotyp ohne nähere Zuordnung als Infraklasse Archosauromorpha v. HUENE, 1946.

Infraklasse Archosauromorpha v. HUENE, 1946

Überordnung, Ordnung, Familie, Gattung und Art indet. (Abb. 7h)

Material: 12 Zähne bzw. Zahnfragmente.

Einige Zahnkronen aus Schöningen zeichnen sich durch den Besitz von Nebenspitzen aus. Dazu gehören labiolingual abgeflachte Zahnkronen mit einer mesiodistalen Schneide, deren Hauptspitze nach lingual und auch etwas nach distal gekrümmt ist. Ihre Nebenspitzen entspringen mesial und distal in der Nähe der Kronenbasis oder etwas oberhalb davon. Die beiden Nebenspitzen sind unterschiedlich ausgeprägt, wobei je nach Zahn sowohl die mesiale als auch die distale Spitze kräftiger ausgebildet sein kann und die andere dagegen verkümmert ist. Bei kleinen Zähnen bleiben beide Nebenspitzen rudimentär und erscheinen nur als eine leichte basale Verbreiterung der mesiodistalen Schneide. Die labiale und linguale Oberfläche der Krone einschließlich vorhandener Nebenspitzen ist von unregelmäßigen, vielfach unterbrochenen vertikalen Rippen bedeckt. Basal können sich die Rippen gabeln, dünnen dann jedoch aus und verschwinden, bevor sie die Basis der Krone erreichen.

Diese Zähne entsprechen dem Morphotyp 13 bei Dorka (2002: 288, Fig. B-F). Auch dieser Morphotyp lässt sich nur einem nicht näher zu identifi-

zierenden Vertreter der archosauromorphen Diapsida zuordnen.

Infraklasse Archosauromorpha v. HUENE, 1946 ?

Überordnung, Ordnung, Familie, Gattung und Art indet. (Abb. 7i, j)

Material: 5 Zahnfragmente.

Einige Zahnkronenfragmente sind von gedrungener Gestalt. Eine stumpfe Schneide trennt eine flachere Labial- von einer stärker gewölbten Lingualseite. Die Oberfläche der Labialseite ist glatt. Auf der Lingualseite tragen die Kronen sehr feine, eng stehende, vertikale Riefen, die in ihrer Ausdehnung auf den unteren Kronenbereich beschränkt bleiben.

Eine Zuordnung der Zähne gelingt mangels Vergleichsmaterials und -literatur nicht. Es kann nur ausgeschlossen werden, dass sie von einem labyrinthodonten Amphib stammen. Die Zähne werden hier unter großem Vorbehalt einem diapsiden, möglicherweise archosauromorphen Reptil zugeordnet.

Unterklasse Synapsida OSBORN, 1903

Ordnung Therapsida BROOM, 1905

Unterordnung Cynodontia OWEN, 1861?

Familie, Gattung und Art indet. (Abb. 7k)

Material: 4 Zähne bzw. Zahnfragmente.

Es handelt sich um labiolingual abgeflachte, mesiodistal verbreiterte Zahnkronen mit einer leicht nach lingual gekrümmten zentralen Hauptspitze. Auf halber Höhe der Krone entspringt mesial und distal der Hauptspitze je eine kleine, divergierende Nebenspitze. Im Unterschied zum mehrspitzigen Zahn in Abb. 7h sind hier die beiden Nebenspitzen gleich gestaltet. Bei gut erhaltenen Exemplaren ist zu erkennen, dass die Nebenspitzen ca. ein Fünftel der Höhe der Hauptspitze erreichen. Desgleichen zeigen solche Exemplare, dass Nebenspitzen und Hauptspitze eine feine, niedrige mesiodistale Schneide tragen, die jedoch insbesondere auf den Nebenspitzen mit zunehmendem Abnutzungs- und Abrollungsgrad verwischt oder völlig abgetragen ist. Skulpturelemente sind nur auf den Spitzen vorhanden. Es handelt sich dabei um recht weitstehende, vertikale Riefen, die auf der Labialseite fein und unscheinbar bleiben, auf der Lingualseite aber kräftiger ausgebildet sind.

DORKA (2002: 292, Fig. 5A-I) hat Zähne aus Schöningen gleichen Typs in seinem Morphotyp 15 vereinigt. In seiner ausführlichen Diskussion gelangte er zu dem Ergebnis, dass sich Zähne verwandter Morphologie bei cynodonten Reptilien, dem Flugsaurier *Eudimorphodon* und dem Schlangenhalsosaurier *Tanystropheus* finden. Die größte Ähnlichkeit stell-

te er zu den postcaninen Zähnen der Cynodontier fest. Eine Zuordnung zu bereits beschriebenen Taxa gelang jedoch nicht, so dass er die Zähne unter Vorbehalt einem unkannten Vertreter der Unterordnung Cynodontia OWEN, 1861 zurechnete. Dieser Auffassung schließen wir uns an.

DORKA (2002) versah die Zuordnung seines Morphotyps 15 zur Unterklasse Synapsida und zur Ordnung Therapsida ebenfalls mit einem Fragezeichen. Eine Erklärung dafür gab er in seiner Diskussion nicht. Angesichts der Ähnlichkeit der Zähne mit den Zähnen cynodonter Reptilien bleibt dieses Vorgehen unverständlich und wird hier nicht übernommen.

5.2. Makroreste

Die Makroreste von Wirbeltieren aus dem Keuper, insbesondere die von Tetrapoden zählen zu den auffälligsten paläontologischen Funden. Sie sind aus den Keuperablagerungen Deutschlands in großer Menge bekannt und seit dem Beginn der wissenschaftlichen Paläontologie in einer Vielzahl von Publikationen dokumentiert. Von den Makroresten aus Schöningen wird daher hier nur eine kleine repräsentative Auswahl ohne Beschreibung aufgelistet und abgebildet. Bei der Bestimmung wurden die Arbeiten von HELLRUNG (2003), SCHMIDT (1928) und SCHOCH (1999) sowie das Vergleichsmaterial in der Sammlung des Freilicht- und Erlebnismuseums Ostfalen in Königsutter (FEMO) herangezogen. Im Einzelnen umfasst das Material die folgenden Taxa und Skelettelemente:

- *Mastodonsaurus* sp. (Interclavicula, Abb. 8)
- *Mastodonsaurus* ? sp. (Präsplenia?, Abb. 9a)
- *Gerrothorax* ? sp. (Fragment einer Clavicula, Abb.9b)
- *Gerrothorax* ? sp. (Supratemporale?, Abb.9c)
- nicht näher bestimmtes Amphib (Brustrippe, Abb. 9d)
- *Nothosaurus* sp. (Zahn, 3 Wirbelzentra, Humerus; Abb. 9e-h)
- nicht näher bestimmtes Reptil (Kiefer, Abb. 9i)

Mit Ausnahme des Zahns von *Nothosaurus* sp. stammen alle Stücke aus dem oberen Bonebed (Abb. 3, Schicht 14). Der *Nothosaurus*-Zahn wurde im unteren Bonebed gefunden (Abb. 3, Schicht 4). Insgesamt ist die Tetrapodenfauna von Schöningen von besonderer Bedeutung, weil hier erstmalig das Auftreten von *Mastodonsaurus* und – s. Kapitel 4.3 - eines noch nicht näher bestimmten Rausuchiers für den norddeutschen Keuper dokumentiert wird.

5.3. Ökologische und stratigraphische Aussagen der Faunen-Assoziation

Die Zusammensetzung von Bonebeds aus dem Übergangsbereich Muschel-

kalk/Keuper wurde im süddeutschen Raum von HAGDORN & REIF (1988) untersucht. Die Autoren unterschieden dabei zwischen marinen, marin-limnischen, limnischen und terrestrischen Faunenelementen. Während im tieferen Oberen Muschelkalk die Fauna nur marine und marin-limnische Elemente enthält, wandelt sich das Bild mit dem Übergang zum Keuper. Im Grenzbonebed überwiegen zwar noch die marinen Elemente, aber es treten auch schon limnische Elemente (z. B. *Mastodonsaurus*) hinzu. Im höheren Unteren Keuper nehmen dann in Süddeutschland die terrestrischen Elemente mengenmäßig zu und ersetzen die marinen Faunenvertreter.

In Schöningen enthält die Assoziation ebenfalls Elemente unterschiedlicher Herkunft. In Anlehnung an HAGDORN & REIF (1988) lassen sich die Funde folgenden ökologischen Bereichen zuordnen:

- marin: *Palaeobates angustissimus* (AGASSIZ, 1838), *Birgeria* sp., *Thelodus inflexus* SCHMID 1861, *Nothosaurus* sp., *Pachypleurosaurus* sp.
- marin-limnisch: *Acrodus* sp., *Lissodus nodosus* (SEILACHER, 1943), *Gyrolepis* sp., *Colobodus* ? sp.
- limnisch: *Ceratodus* sp., *Mastodonsaurus* sp., *Gerrothorax* sp.,
- terrestrisch: Archosauromorpha Üord., Ord., Fam., Gatt. und Art indet., Cynodontia? Fam., Gatt. und Art indet.

Bei der Betrachtung der Faunenzusammensetzung fällt auf, dass sowohl in der Anzahl der Taxa als auch in der Häufigkeit der Funde marine und marin-limnische Elemente stark überwiegen, terrestrische Elemente dagegen nur untergeordnet vertreten sind. Im Vergleich mit den süddeutschen Verhältnissen zeigt die Wirbeltierfauna aus Schöningen daher große Ähnlichkeit mit der Zusammensetzung der Bonebeds im dortigen unteren Lettenkeuper (Erfurt-Formation).

6. Geochemie (M. GOLL)

Im Rahmen einer Studienarbeit wurde eine Abfolge von Dolomitbänken in der Tongrube Schöningen hinsichtlich ihrer Petrologie und Genese untersucht. Es wurden Dünnschliffe und Röntgendiffraktogramme von Pulverproben erstellt.

Die Untersuchungen ergaben, dass es sich bei den Dolomiten vorwiegend um rekristallisierte Eisendolomite handelt. Der ursprüngliche Stoffbestand ist nur noch andeutungsweise vorhanden. Muschelschalenreste wurden frühdiagenetisch gelöst, die entstandenen Hohlräume sind im Verlauf der Diagenese mit spätigem Zement verfüllt worden.

Als diagenetisches Milieu wird, da sich die Dolomitbänke in einer siltig-tonigen Abfolge befinden, ein sub- bis intertidaler Faziesbereich mit transgressiven und regressiven Zyklen angenommen. Die Eisendolomite selbst sind als spätdiagenetische Bildungen einzustufen. Entstanden sind sie durch Laugung der sie einbettenden Tone. Die Diagenese vollzog sich unter Sedimentbedeckung und im Einwirkungsbereich von phreatisch-vadosen Wässern.

7. Danksagung

Dr. R. Wild, Dr. R. Böttcher und Dr. R. Schoch (alle Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart) halfen bei der Bestimmung der Wirbeltierreste aus Schöningen. Prof. Dr. J.-Ch. Buhl (Mineralogisches Institut Universität Hannover) und Dr. R. Böttcher (Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart) fertigten REM-Aufnahmen von einigen Mikrovertebratenresten an. Die Firma Wienerberger gewährte den Zutritt zu ihrer Grube in Schöningen. Den Genannten gilt unser herzlicher Dank.

8. Literatur

- AGASSIZ, L. J. R. (1843): Recherches sur les poissons fossiles. – Bd. 3: 73-140; Neuchatel: Petitpierre.
- AGASSIZ, L. J. R. (1843): Recherches sur les Poissons Fossiles. – Bd. 3, Atlas: Taf. 18, 22; Neuchâtel: Petitpierre.
- AIGNER, TH., BACHMANN, G. & HAGDORN, H. (1990): Zyklische Stratigraphie und Ablagerungsbedingungen von Hauptmuschelkalk, Lettenkeuper und Gipskeuper in Nordost-Württemberg (Exkursion E am 19., April 1990). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. 72: 125-143; Stuttgart.
- AIGNER, TH. & BACHMANN, G. (1998): Sequence Stratigraphy of the German Triassic: A Short Overview. – Hallesches Jahrb. Geowiss. Reihe B, Beih. 6: 23-26; Halle.
- BEUTLER & HAUSCHKE (1998): Stop 8: Uppermost Muschelkalk and Lower Keuper in the abandoned clay pit of the factory "Schöninger Hohlsteinwerke", south of Schöningen. - Hallesches Jahrb. Geowiss. Reihe B, Beih. 6: 232-233; Halle.
- BÜRGIN, T. (1992): Basal Ray-finned Fishes (Osteichthyes; Actinopterygii) from the Middle Triassic of Monte San Giorgio (Canton Tessin, Switzerland). – Schweiz. Paläont. Abh., 114: 1-164.
- BÜRGIN, T. (1999): Middle Triassic marine fish faunas from Switzerland. – In: ARRATIA, G. & SCHULTZE, H.-P. (eds.): Mesozoic Fishes 2 - Systematics and Fossil Record. Proceedings of the international meeting, Buckow 1997: 481-494, München: F. Pfeil.

- BÜRGIN, T. & FURRER, H. (1992): Zähne und Kieferreste der Gattung *Birgeria* (Osteichthyes; Actinopterygii) aus der ostalpinen Obertrias der Bergünener Stöcke (Kanton Graubünden, Schweiz). - *Eclogae geol. Helv.*, 85: 931-946.
- CAPPETTA, H. (1987): Chondrichthyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. – In: SCHULTZE, H.-P. (ed.): *Handbook of Palaeoichthyology*, 3B, Stuttgart: G. Fischer.
- CARROLL, R. L. (1993): *Paläontologie und Evolution der Wirbeltiere*. – Stuttgart: Thieme [Deutsche Übersetzung und Bearbeitung von MAIER, W. und THIES, D.; unter Mitarbeit von FISCHER, M. S., KOENIGSWALD, W. VON, MARTIN, TH., PFRETZSCHNER, H. U., SANDER, P. M. UND SCHRENK, F.].
- DAMES, W. (1888): Die Ganoiden des deutschen Muschelkalks. – *Palaeont. Abh.*, 4: 132-180.
- DORKA, M. (2001): Shark remains from the Triassic of Schöningen, Lower Saxony, Germany. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 221: 219-247.
- DORKA, M. (2002): Tetrapod teeth from an Upper Ladinian bone bed, Schöningen (Lower Saxony, Germany). – *Paläont. Z.*, 76: 283-296.
- DORKA, M. & HEINRICH, W.-D. (2006): Tetrapod teeth from a Rhaetian (Upper Triassic) bonebed near Friedland (NW-Germany). – *Palaeontographica A*, 278: 1-13.
- DUFFIN, C. J. (1985): Revision of the hybodont selachian genus *Lissodus* Brough (1935). – *Palaeontographica A*, 188: 105-152.
- DUFFIN, C. J. (1999): Fish. – In: SWIFT, A. & MARTILL, D. M. (eds.): *Fossils of the Rhaetian Penarth Group, Field Guides to Fossils*, 9: 191-222; London: The Palaeontological Association.
- FRAAS, E. (1897): Reste von *Zanclodon* aus dem oberen Keuper vom Langenberge bei Wolfenbüttel. – *Z. dt. geol. Ges.*, 49: 482-485.
- HAGDORN, H. & REIF, W.-E. (1988): "Die Knochenbreccie von Crailsheim" und weitere Mitteltrias-Bonebeds in Nordost-Württemberg - Alte und neue Deutungen. – In: HAGDORN, H. (Hrsg.): *Neue Forschungen zur Erdgeschichte von Crailsheim, Sonderbände Ges. Naturk. Württemberg*, 1: 116-143.
- HELLRUNG, H. (2003): *Gerrothorax pustuloglomeratus*, ein Temnospondyle (Amphibia) mit knöcherner Branchialkammer aus dem Unteren Keuper von Kupferzell (Süddeutschland). – *Stuttgarter Beitr. Naturk. Ser. B*, 330: 1-130.
- JAEKEL, O. (1889): Die Selachier aus dem oberen Muschelkalk Lothringens. – *Abh. Geol. Spezialkarte Elsass-Lothringen*, 3: 274-332.
- KOSMA, R. (2004): The dentitions of recent and fossil scincomorphans

- lizards (Lacertilia, Squamata) - Systematics, Functional Morphology, Paleocology. – Diss. Univ. Hannover (<http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01dh04/37698354X.pdf>).
- LINCK, O. (1936): Ein Lebensraum von *Ceratodus* im Stubensandstein des Strombergs mit *Ceratodus rectangulus* n. sp. und anderen Arten. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg, 1936 (92. Jg.): 45-67.
- MUDROCH, A. & THIES, D. (1996) Knochenfischzähne (Osteichthyes, Actinopterygii) aus dem Oberjura (Kimmeridgium) des Langenbergs bei Oker (Norddeutschland). – Geologica et Palaeontologica, 30: 239-269.
- MUTTER, R. J. (1998): Tooth variability and reconstruction of dentition in *Acrodus* sp. (Chondrichthyes, Selachii, Hybodontioidea) from the Grenzbitumenzone (Middle Triassic) of Monte San Giorgio (Ticino, Switzerland). – Geol. Insub., 3/1: 23-31.
- MUTTER, R. J. (2002): Revision of the Triassic Family Colobodontidae sensu Andersson 1916 (emended) with a Tentative Assessment of Perleidiform Interrelationships (Actinopterygii: Perleidiformes). – Unveröff. Diss. Univ. Zürich.
- PATTERSON, C. (1982): Morphology and Interrelationships of Primitive Actinopterygian Fishes. – Amer. Zool., 22: 241-259.
- PEYER, B. (1963): Die Zähne. Ihr Ursprung, ihre Geschichte, ihre Aufgabe. – In: FRISCH, K. VON (Hrsg.): Verständliche Wissenschaft, Bd. 79; Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer-Verlag.
- REIF, W.-E. (1973): Morphologie und Skulptur der Haifisch-Zahnkronen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 143: 39-55.
- RIEPEL, O. (1981): The hybodontiform sharks from the Middle Triassic of Mte. San Giorgio, Switzerland. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 161: 324-353.
- RIEPEL, O. (1985): Die Triasfauna der Tessiner Kalkalpen. XXV. Die Gattung *Saurichthys* (Pisces, Actinopterygii) aus der mittleren Trias des Monte San Giorgio, Kanton Tessin. – Schweiz. Paläont. Abh., 108: 1–103.
- ROSEN, D. E., FOREY, P. L., GARDINER, B. G. & PATTERSON, C. (1981): Lungfishes, tetrapods, paleontology and plesiomorphy. – Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 167: 159-276.
- SCHMID, E. E. (1861): Die Fischzähne der Trias bei Jena. – Nova Acta Leopold., 29: 1-42.
- SCHMIDT, M. (1928): Die Lebewelt unserer Trias. – Öhringen: F. Rau.
- SCHOCH, R. R. (1999): Comparative osteology of *Mastodonsaurus giganteus* (JAEGER, 1828) from the Middle Triassic (Lettenkeuper: Longobardian) of Germany (Baden-Württemberg, Bayern, Thüringen). – Stuttgarter Beitr. Naturk. Ser. B, 278: 1-175.

- SCHOCH, R.R. (2006): Kupferzell – Saurier aus den Keupersümpfen. – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie C Heft 61; Stuttgart.
- SCHOCH, R.R. & WILD, R. (1999): Die Wirbeltierfauna im Keuper von Süddeutschland. – In: Hauschke, N. & Wilde, V. (Ed.): Trias – Eine ganz andere Welt: 395-408; München: F. Pfeil.
- SCHOCH, R.R. & WILD, R. (1999): Die Saurier von Kupferzell – Der gegenwärtige Forschungsstand. – In: Hauschke, N. & Wilde, V. (Ed.): Trias – Eine ganz andere Welt: 409-418; München (Pfeil).
- SCHULTZE, H. P. (1992): Dipnoi. – In: WESTPHAL, F. (ed.): Fossilium Catalogus. I: Animalia. Pars 131; Amsterdam, New York: Kugler Publications.
- SCHULTZE, H.-P. (2004): Mesozoic sarcopterygians. – In: ARRATIA, G. & TINTORI, A. (eds.): Mesozoic Fishes 3 - Systematics, Paleoenvironments and Biodiversity. Proceedings of the international meeting, Serpiano 2001: 463-492, München: F. Pfeil.
- SCHWARZ, W. (1970): *Birgeria stensiöi* Aldinger. – In: KUHN-SCHNYDER, E. & PEYER, B. (Hrsg.): Die Triasfauna der Tessiner Kalkalpen. XX., Schweiz. Paläont. Abh., 89: 1-93.
- SEILACHER, A. (1943): Elasmobranchier-Reste aus dem oberen Muschelkalk und dem Keuper Württembergs. – N. Jb. Min. Geol. Paläont. Mh., B(10): 256-292.
- SMITH, J. B., VANN, D. R. & DODSON, P. (2005): Dental morphology and variation in theropod dinosaurs: implications for the taxonomic identification of isolated teeth. – Anat. Rec. A, 285: 699-736.
- Storrs, G. W. (1994): Fossil vertebrate faunas of the British Rhaetian (latest Triassic). – Zool. J. Linn. Soc., 112: 217-259.
- THIES, D. & MUDROCH, A. (1996): Actinopterygian teeth from the Late Jurassic (Kimmeridgian) of N Germany. – In: ARRATIA, G. & VIOHL, G. (eds.): Mesozoic Fishes - Systematics and Paleocology. Proceedings of the international meeting, Eichstätt 1993: 105-114, München: F. Pfeil).
- TINTORI, A. (1981): Two new Pycnodonts (Pisces, Actinopterygii) from the Upper Triassic of Lombardy (N. Italy). – Riv. Ital. Paleont., 86: 795-824.
- TINTORI, A. (1983): Hypsisomatic Semionotidae (Pisces, Actinopterygii) from the Upper Triassic of Lombardy (N. Italy). – Riv. Ital. Paleont., 88: 417-442.
- VECCHIA, F. DALLA, MUSCIO, G. & TINTORI, A. (1990): Le ittiofaune del Norico delle prealpi carniche. – In: TINTORI, A., MUSCIO, G. & BIZZARINI, F. (eds.): Pesci Fossili Italiani: 49-60.

Anschriften der Autoren:

Dipl.-Geol. Thomas Löffler, Leonard-Nelson-Str. 31, 37073 Göttingen

Prof. Dr. Detlev Thies, Inst. F. Geol., Callinstr. 30, 30157 Hannover;
thies@geowi.uni-hannover.de

Dr. Jürgen Vespermann, Roemer- und Pelizaeus-Museum, Am Steine 1-2, 31134
Hildesheim

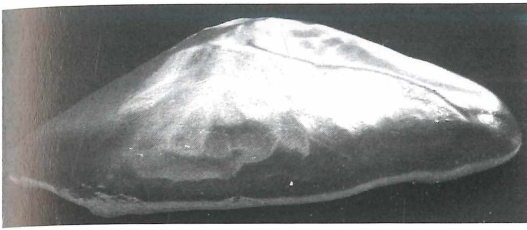
Dr. Henning Zellmer, Freilicht- und Erlebnismuseum Ostfalen e.V., An der Stadt-
kirche 2, 38154 Königslutter

Gegenüberliegende Seite:

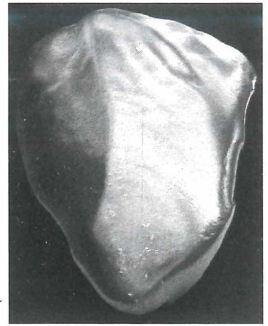
Abb. 4:

a-e: *Acrodus* sp. (a - labial, b - lingual, c - occlusal, d und e - lateral).

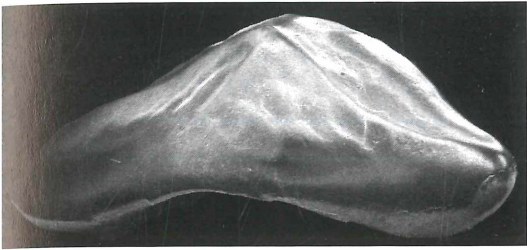
f-j: *Acrodus* sp. (f - labial, g - lingual, h - occlusal, i und j - lateral).



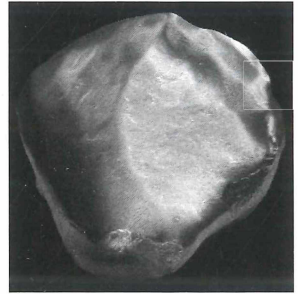
a



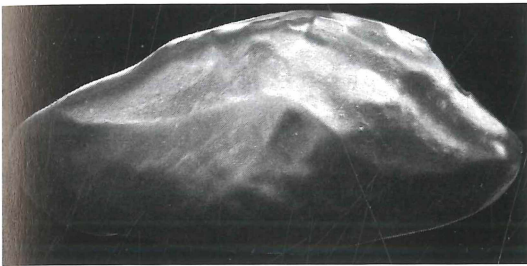
d



b



e

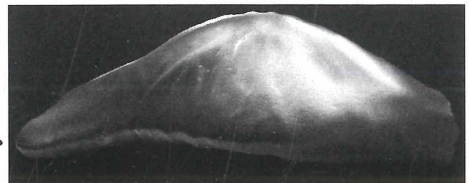


c

1 mm



i



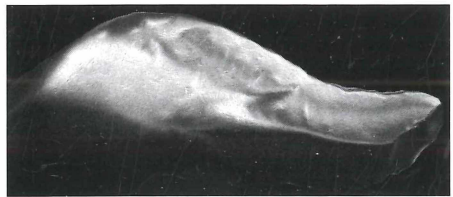
f



j



g



h

Gegenüberliegende Seite:

Abb. 5:

a-c: *Palaeobates angustissimus* (AGASSIZ, 1838) (a - labial, b - occlusal, c - lateral).

d-g: *Lissodus nodosus* (SEILACHER, 1943) (d - labial, e - lingual, f - occlusal, g - lateral).

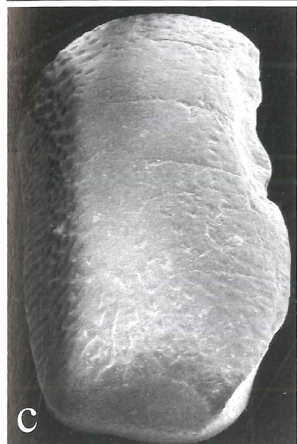
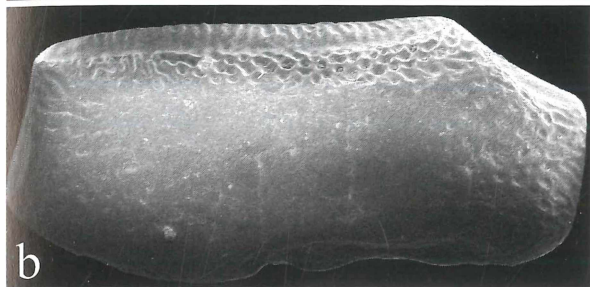
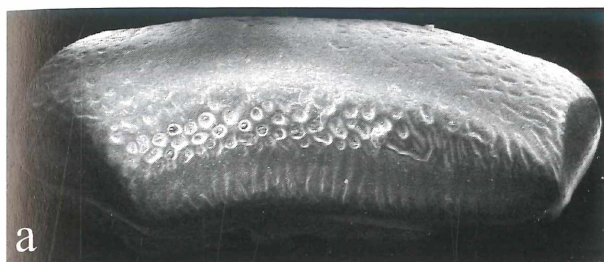
h-k: *Lissodus nodosus* (SEILACHER, 1943) (h - labial, i - lingual, j - occlusal, k - lateral).

l: (labial oder lingual).

m, n: *Birgeria* sp. (l - labial oder lingual, m - lateral).

o: *Birgeria* sp. (labial oder lingual).

p: *Thelodus inflexus* SCHMID, 1861.



1 mm

k



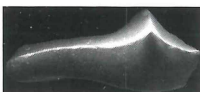
d



e



f

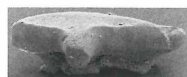


g



1 mm

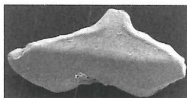
h



i



j



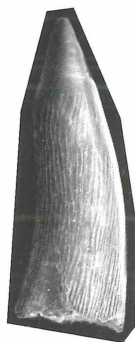
m



n



p



l



o



1 mm

Gegenüberliegende Seite:

Abb. 6:

a, b: *Colobodus* ? sp., (a - lateral?, b - occlusal).

c: *Colobodus* ? sp., (lateral?).

d: *Colobodus* ?sp., (occlusal).

e, f: *Colobodus* ? sp., (e - lateral?, f - occlusal).

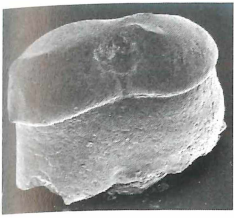
g: *Colobodus* ? sp., (occlusal).

h, i: *Colobodus* ? sp., Kieferfragment (h - lateral, i - occlusal).

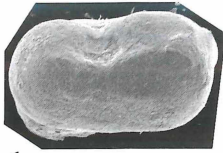
j: *Colobodus* ? sp., (occlusal).

k: *Colobodus* ? sp., (lateral?).

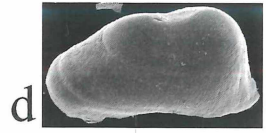
l: *Ceratodus* sp., (occlusal).



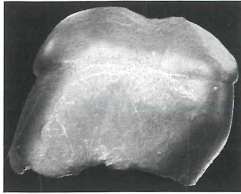
a



b



d



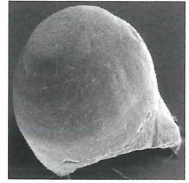
c



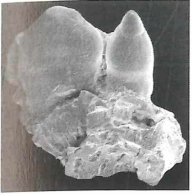
e



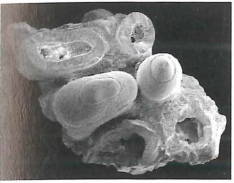
f



g



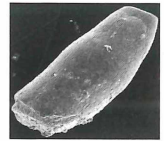
h



i

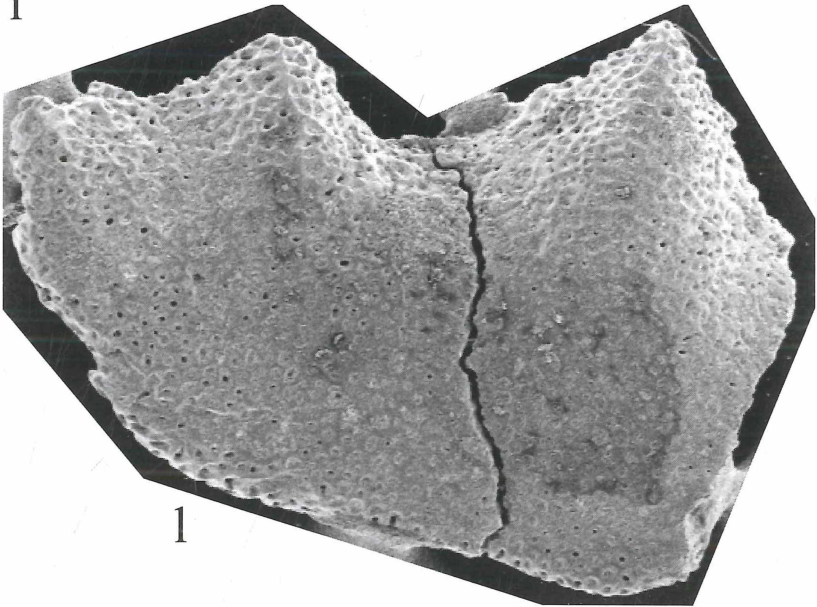


j



k

1 mm



l

Gegenüberliegende Seite:

Abb. 7:

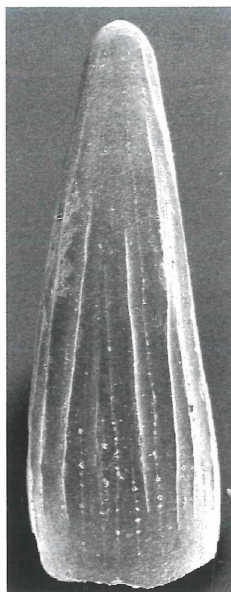
- a, b: Amphibienzahn, Labyrinthodontia Ord., Fam., Gatt. und Art indet. (a - lateral, b - basal).
- c, d: Reptilienzahn, *Pachypleurosaurus* sp. (c - labial, d - lateral).
- e: Reptilienzahn; Archosauromorpha, Ord., Fam., Gatt. und Art indet. (labial oder lingual).
- f: Reptilienzahn; Archosauromorpha, Ord., Fam., Gatt. und Art indet. (labial).
- g: Reptilienzahn; Archosauromorpha, Ord., Fam., Gatt. und Art indet. (lateral).
- h: Reptilienzahn; Archosauromorpha, Ord., Fam., Gatt. und Art indet. (labial oder lingual).
- i, j: Reptilienzahn; Archosauromorpha ?, Ord., Fam., Gatt. und Art indet. (i - labial, j - lateral).
- k: Reptilienzahn; Cynodontia ?, Fam., Gatt. und Art indet. (labial oder lingual).



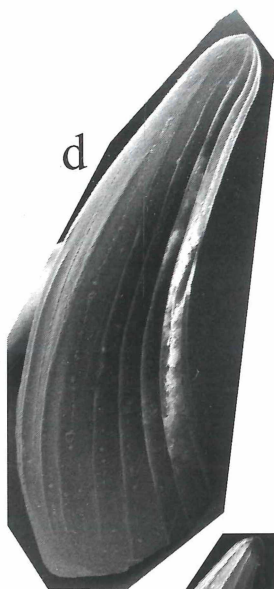
a



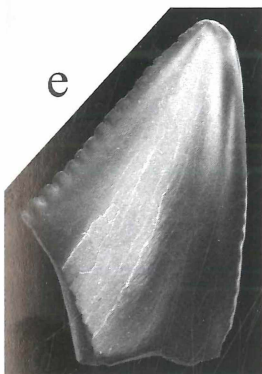
b



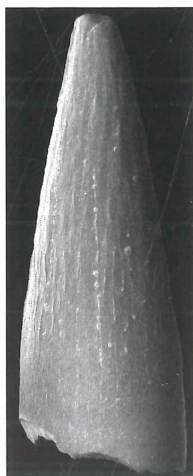
c



d



e

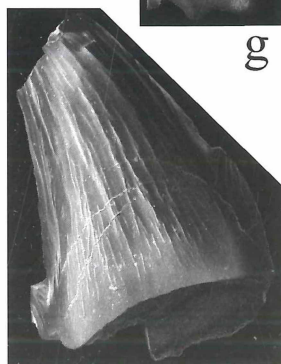


f

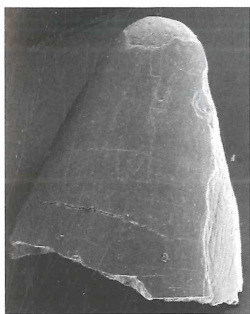
1 mm



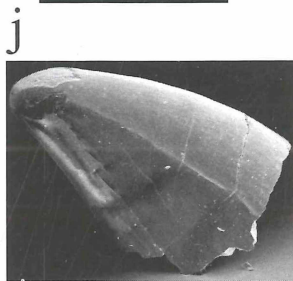
g



h



i



j



k

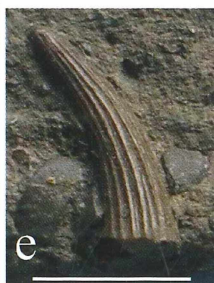


Abb. 8 : *Mastodonsaurus* sp., Interclavícula, Länge 42 cm.

Gegenüberliegende Seite:

Abb. 9:

- a: *Mastodonsaurus* ? sp., Präspleniale?.
 - b: *Gerrothorax* ? sp., Fragment einer Clavicula.
 - c: *Gerrothorax* ? sp., Supratemporale?.
 - d: nicht näher bestimmtes Amphib, Brustrippe.
 - e: *Nothosaurus* sp., Zahn aus Schicht 4.
 - f: *Nothosaurus* sp., zwei Wirbelzentra.
 - g: *Nothosaurus* sp., Wirbelzentrum.
 - h: *Nothosaurus* sp., Humerus.
 - i: nicht näher bestimmtes Reptil, Kiefer.
- Maßstabsbalken = 1 cm.



Ma

0

100

200

300

400

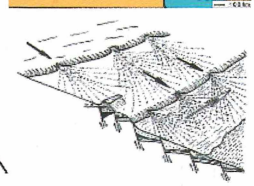
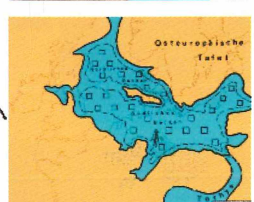
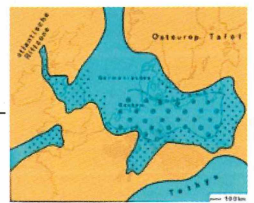
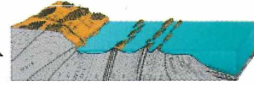
TERTIÄR	NEOGEN
	PALÄOGEN
KREIDE	OBER-KREIDE
	UNTER-KREIDE
JURA	MALM
	DOGGER
	LIAS
TRIAS	KEUPER
	MUSCHELKALK BUNTSANDSTEIN
PERM	ZECHSTEIN
	ROT-LIEGENDES
KARBON	OBER-KARBON
	UNTER-KARBON
DEVON	

Eiszeitliche Ablagerungen
a) Elster-Kaltzeit
b) Saale-Kaltzeit
(Abb.4)

Überflutung der
steilgestellten
Schichten.
Steilstellung des
Vorlandes.
Aufschiebung des Harzes.
(Abb.3)

Werksteinbänke (Abb.7)
„Rogenstein“, Sandsteine
Salz- und Sulfatgesteine
(Abb.8)
Intrusion des
Ilsestein-Granits

Ablagerung von
Kammquarzit und
Kieselschiefern
während des Unter-
karbons (Abb.9)



Ma = Millionen
Jahre vor
heute

Übersicht: Geologische Formationen am Wanderweg rund um den Ilsestein.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover](#)

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: [149](#)

Autor(en)/Author(s): Löffler Thomas, Thies Detlev, Vespermann Jürgen, Zellmer Henning

Artikel/Article: [Fauna, Sedimentologie und Geochemie des Unteren Keupers \(Erfurt Formation\) von Schöningen 3-40](#)