

|                          |    |             |                  |                          |
|--------------------------|----|-------------|------------------|--------------------------|
| Geol. Paläont.<br>Westf. | 87 | S. 93 - 117 | 2 Abb.<br>4 Taf. | Münster<br>November 2015 |
|--------------------------|----|-------------|------------------|--------------------------|

## **Nachweise von Pterosauriern aus einer unterkreidezeitlichen Karstfüllung im nördlichen Sauerland (Rheinisches Schiefergebirge, Deutschland)**

Klaus Peter Lanser\*

### **Kurzfassung**

Zähne von Pterosauriern aus einer unterkretazischen Karstfüllung im devonischen Massenkalk, nahe der Ortschaft Balve am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges, Deutschland werden beschrieben. Eine über mehrere Jahre durchgeführte paläontologische Grabung hat eine vielfältige Fauna geliefert, neben Resten von Fischen, darunter Haie, vor allem Amphibien, Eidechsen, Schildkröten, Krokodile, Dinosaurier, darunter Saurischier und Ornithischier und verschiedene Säugetiergruppen. Von besonderem Interesse sind Nachweise von Pterosaurierzähnen die mit gleichartigen Funden aus anderen Regionen verglichen wurden. Basierend auf diese Analysen ergab sich eine Zugehörigkeit der vorliegenden Pterosaurierzähne zu der Gruppe der ornithocheiroiden Pterosaurier. Ein Vergleich der Morphologie der vorgefundenen Pterosaurierzähne mit Zähnen aus anderen Fundstellen gleichen Alters zeigt Übereinstimmungen und Unterschiede.

### **Abstract**

This paper describes pterosaur teeth from a Lower Cretaceous karst filling in Devonian reef limestone (Massenkalk) located near the village of Balve on the northern margin of the Rhenish Massif, Germany. A palaeontological excavation over several years yielded remains of various animal groups, including sharks, amphibians, lizards, turtles, crocodiles, dinosaurs, including saurischians and ornithischians, and miscellaneous mammals. Of particular interest is an ensemble of pterosaur teeth, which has been compared to similar finds from other regions. Based on these analyses, the pterosaur teeth from the Balve excavation can be assigned to the group of ornithocheiroid Pterosaurs. A morphological comparison of the pterosaur teeth to finds from other fossil localities of similar age shows clear similarities, but also some differences.

---

Anschrift des Verfassers:

\* LWL-Museum für Naturkunde, Sentruper Str. 285, 48161 Münster; email: peter.lanser@lwl.org

## Einführung

Zu den wenigen Fundstellen mit fossilführenden terrestrischen Sedimenten aus der Zeit der Unterkreide gehört eine Verkarstung im devonischen Massenkalk des nördlichen Sauerlandes, in der Nähe des Hönnetals bei Balve in Nordrhein-Westfalen. Hier treten in einer schachtartigen Struktur auf der mittleren Sohle eines Steinbruchbetriebes tonige Sedimente auf, in denen sich verhältnismäßig häufig Nachweise einer vielfältigen Flora und Fauna befinden. Aufgrund der paläobotanischen Untersuchungen von U. Heimhofer wurde die Fundstelle in den Zeitraum vom mittleren Barrême bis Unterapt gestellt (Lanser & Heimhofer, 2015).

Die Fauna wird dominiert durch Reste von Fischen, Amphibien, verschiedenen Reptilgruppen, darunter Schildkröten und Krokodile. Dinosaurier sind durch Saurischier vertreten, darunter verschiedene Gruppen von Theropoden- diese wurden in Lanser & Heimhofer, 2015 vorgestellt, und sehr seltenen Nachweisen von Sauropoden, sowie viel häufigeren Resten von Ornithischiern, darunter überwiegend Ornithopoden, zumeist Iguanodonten. Zu den selteneren Funden zählen Nachweise von verschiedenen Säugetiergruppen, sowie von Pterosauriern. Eine sehr diverse Fauna, die jedoch nur in vereinzelten Zähnen, oder meist beschädigten Knochen vorliegt. Vollständigere, oder zusammenhängende Skelettelemente fehlen bislang.

Insbesondere die Reste der Pterosaurier sind, obwohl sie bislang fast nur in Form von Einzelzähnen vorliegen, von großem Interesse, da Funde dieser Art aus der näheren und weiteren Umgebung der Region bislang noch nicht beschrieben worden sind.

## Geologischer Rahmen

Die Fundstelle befindet sich im Bereich des mittel- bis oberdevonischen Massenkalkzuges, der im Bereich von Hagen-Iserlohn-Balve in der tektonischen Einheit des nach Nord-Osten abtauchenden Remscheid-Altenaer Sattels anstehend ist. Der Massenkalkzug bildet hier eine hochtalartige Ebene, die sich von Balve nach Norden bis Eisborn und von dort in west-süd-westlicher Richtung bis Iserlohn hinzieht. Diese bemerkenswerte Landschaftsform verdankt ihre Entstehung der geringen Widerstandskraft des Massenkalkes gegen mechanische und vor allem chemische Verwitterung gegenüber den Nachbargesteinen (Fuchs, 1911).

Der Massenkalk ist durchsetzt mit Verkarstungen, die teilweise an der Wende Jura-Kreide, sowie auch früher und vor allem auch später entstanden sind. In seinen Erläuterungen zu Blatt Balve erwähnt Paeckelmann (1938) auf der Rumpffläche des Massenkalkes hellgraue Tone mit einer Mächtigkeit von über 5 m, die teilweise mit gebleichten Lyditen verknüpft sind. Im Bereich des Hönnetals erfüllen diese Tone „tiefe Schlotten und Dolinen des Massenkalks“. Die Bildung dieser Tone wurde von Paeckelmann (1938) mit einer präoligozänen, „vermutlich eozänen“ Verwitterung in Verbindung gebracht.

Von Wirth (1964) wurde eine Verkarstung beschrieben, in deren Füllung sich eine unterkretazischen Pflanzenführung fluviatil-terrestrischen Ursprungs befand. Die Fundstelle lag im Bereich des großen Steinbruchs bei Asbeck der Rheinkalk GmbH, nur wenige Kilometer nördlich der aktuellen Fundstelle. Später, ebenfalls aus dem Steinbruch bei Asbeck, wurde von Wirth (1970) eine Karstfüllung mit einer pliozänen Pollenführung beschrieben. Auch aus diesem Steinbruch liegt von Richter et al. (2014) die Beschreibung einer Siltserie aus einem Karsthohlraum mit miozäner Pollenführung vor. Die geschilderten Vorkommen von Karstfüllungen unterschiedlichen Alters auf engem Raum, in Verbindung mit der hier zu beschreibenden Fundstelle, mit ihrer reichen und heterogenen Floren- und Faunenführung, lassen erkennen, dass die Erforschung der Verkarstungserscheinungen des Massenkalkes, sowie jeglicher anderer verkarstungsfähiger Kalkformationen, als wichtige Archive der Erdgeschichte, von großer Bedeutung ist.

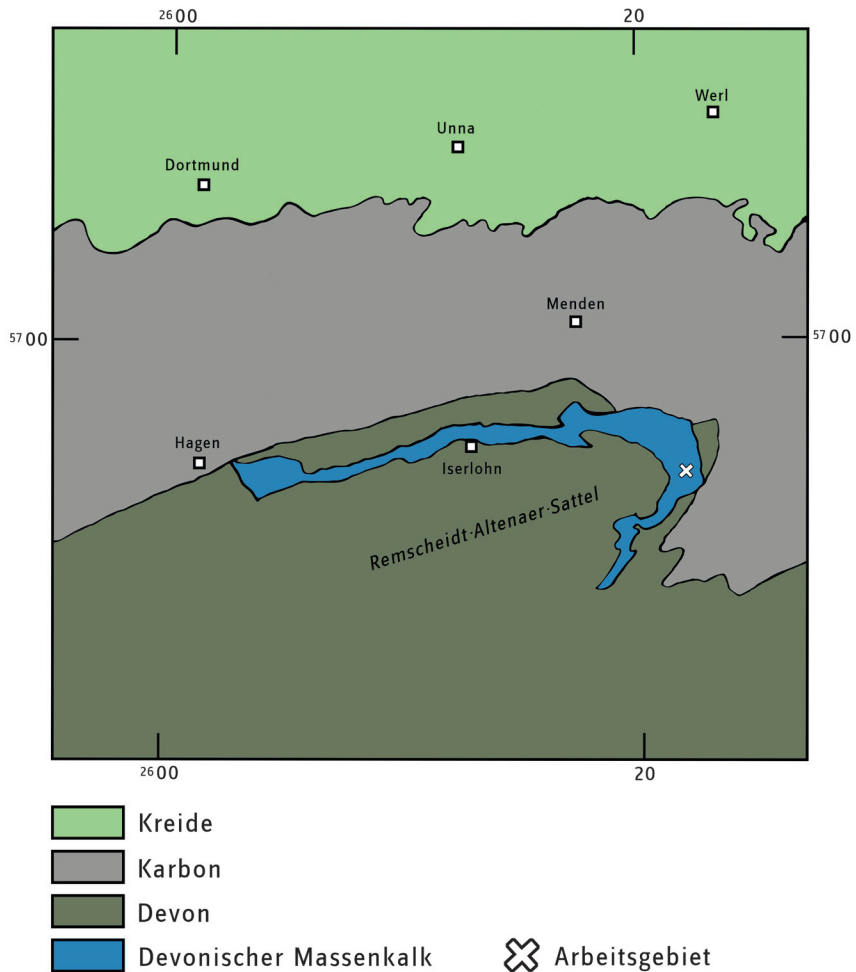


Abb. 1: Karte der Umgebung des Untersuchungsgebietes (Stern) im devonischen Massenkalk des Remscheid-Altonaer Sattels, Rheinisches Schiefergebirge, Deutschland.

## Fundstelle

Auf der 300 m Sohle eines Steinbruchbetriebes sind überwiegend tonige Sedimente in einer Erstreckung von 30 x 35 m anstehend. Im Zentrum sind die Sedimente durch Holzkohle fast schwarz gefärbt. Randlich sind umlaufende Bänder von gelben Sanden und hellen Tonen sichtbar. Bei den Fundschichten handelt es sich um tonig-schluffige Sedimente, die eine deutliche Schichtung zeigen. Die einzelnen Schichten können in tonigen Bereichen eine Stärke von 1 – 2 mm aufweisen. In sandigeren Bereichen nimmt die Stärke der Schichtglieder zu. Bemerkenswert ist die starke Gesteinsführung der Sedimente dieser Fundstelle. Neben teilweise über 1 m<sup>3</sup> großen Kalzitblöcken, die in den Sedimenten eingelagert sind und aus dem Bereich eines direkt an der Fundstelle anschließenden Kalzitganges stammen, dessen fortschreitende Verwitterung der Karsthohlraum wohl auch seine Entstehung verdankt, handelt es sich um bis über faustgroße Gesteine aus der näheren und weiteren Umgebung. Darunter zahlreiche gebleichte Lydite, sowie Quarze, Quarzite, quarzitisches Sandsteine und Sandsteine. Untergeordnet treten auch Kieseloolithe, Eisenkiesel und gebänderte Quarze auf. Bis auf die Lydite, die heute noch in der näheren Umgebung der Fundstelle anstehend sind, zeigen die Gesteine zumeist einen hohen Rundungsgrad, wie er sich auch bei typischen Flußschottern beobachten lässt.

Es ist von einer periodischen Sedimentation von Schwebstoffen in einem tiefen Gewässer auszugehen, die zur Bildung der geschichteten tonig-schluffigen Sedimentlagen führte. Diese wurden von Überschwemmungen eines Flusses unterbrochen, der dort seine Sedimentfrachten auch in Form der Gesteinskomponenten, sowie Pflanzenresten und Tierleichen hinterließ. Der Verlauf der Sedimentschichtungen erfolgt an den Rändern der Karststruktur erst flach, um dann zu deren Zentrum hin steil abzufallen; was auf subaquatische Sedimentrutschungen hindeutet. Die Fragmentierung, vor allem der größeren Knochen, lässt sich daher mit der Art der Einbettung der Fossilien erklären, die auf horizontale und vertikale Transportwege unbekannter Weite, bis zu ihrer heutigen Fundposition, zurückzuführen ist.

Die Einbringung der Karstfüllung konnte nur in Zeiten einer Absenkungsbewegung der damaligen Landoberfläche im Laufe der unteren Kreidezeit erfolgt sein, der die verkarstete Oberfläche des Massenkalkes in die Nähe des Grundwasserspiegels gebracht hatte. Dies nach einer Hebungsphase an der Wende Jura-Kreide, die zur tiefgreifenden Verkarstung der Massenkalkformation geführt hatte. Die Absenkungen der Landoberfläche im Bereich Mittelbarrême bis Unter Apt, die sich in den Sedimenten und den darin enthaltenen Fossilien dokumentiert, mündete später in der frühen Oberkreide, im Cenoman, in die weit nach Süden reichende Transgression des Kreidemeeres in das Rheinische Schiefergebirge.

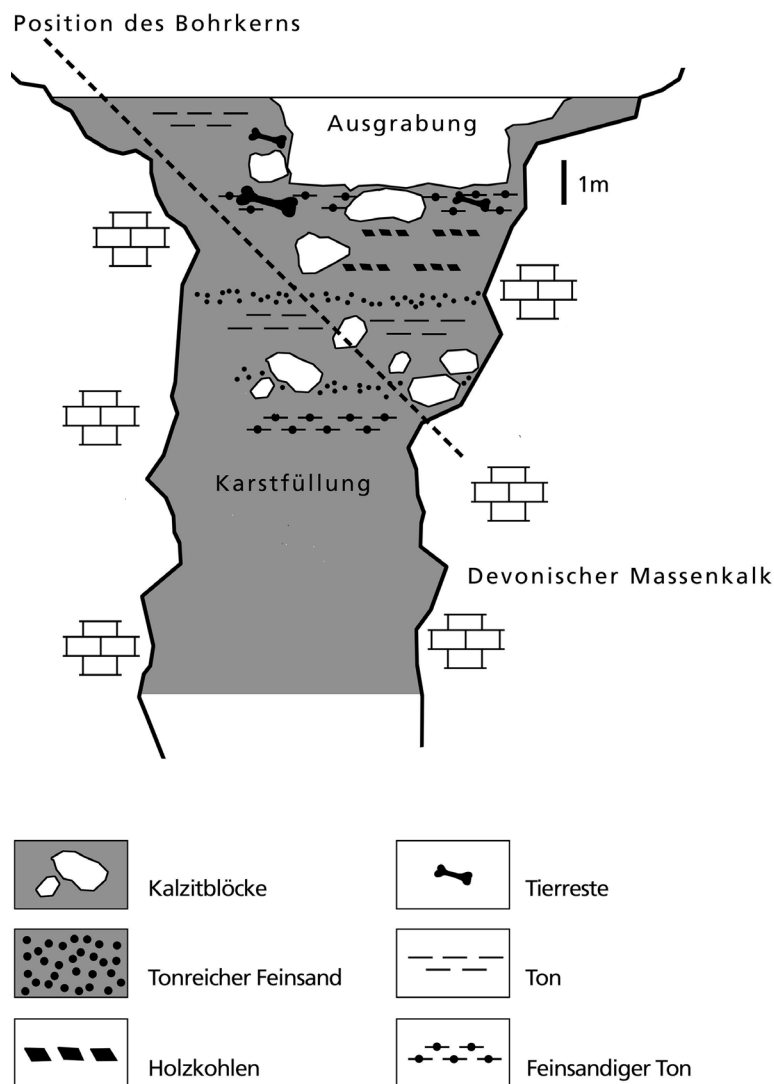


Abb. 2: Schematischer Querschnitt durch die Karstfüllung anhand eines Bohrkerns (nach Lanser & Heimhofer, 2015; verändert).

## Material und Methoden

Die hier beschriebenen Nachweise von Pterosauriern befinden sich in der paläontologischen Sammlung des LWL-Museums für Naturkunde, Münster. Hier sind auch die Koordinaten der Fundstelle hinterlegt.

Die Funde stammen aus einer mehrjährigen Rettungsgrabung des Museum in einem Steinbruchbetrieb. Dabei wurden die Funde entweder direkt aus dem anstehenden Sediment geborgen, oder erst später, beim Waschen des Grabungsaushubs entdeckt. Das Waschen der ausgehobenen Sedimente erfolgte mit Hilfe von Wasserpumpen und Sieben mit einer Maschenweite von 1 mm. Die Durchsicht der Schlämnrückstände wurde mit Hilfe eines Binoculars Wild M650 T durchgeführt.

Die vorliegenden Zähne liegen nur in vereinzelter Form vor. Diese sind zum Teil auch beschädigt. Sichere Nachweise von Flugsaurierresten in Form von Schädeln und Kiefern, oder auch nur Bruchstücke davon, sind bislang nicht vorhanden. Teile des postkranialen Skelettes liegen nur in wenigen Knochenbruchstücken mit dünner Knochenwandung und einer sehr grobzelligen Spongiosa vor. Lediglich das Bruchstück eines Halswirbels konnte bislang geborgen werden. Die Seltenheit der postkranialen Pterosaurierreste ist sehr wahrscheinlich bedingt durch die Erhaltung der Fossilien in einem umgelagerten tonigen Sediment mit zahlreichen groben Gesteinen.

Es liegen bislang insgesamt 28 Einzelzähne von Pterosauriern in unterschiedlichen Erhaltungszuständen vor. Diese fanden sich zwischen den Knochen und Zähnen der übrigen nachgewiesenen Tiergruppen aus dieser Fundstelle. Die Färbung der Zähne ist überwiegend schwarz, wie bei den meisten Zähnen und Knochen der übrigen Tiergruppen auch. Seltener treten, wie bei den übrigen Fossilien auch Brauntöne auf.

## Systematische Paläontologie

Pterosauria Kaup, 1834

Pterodactyloidea Plieninger, 1901

Ornithocheiridae Seeley, 1870

Die vorliegenden Zähne haben jeweils eine hohe und schlanke Form der Kronen, sowie einen mehr oder weniger flach ovalen Querschnitt an der Basis, sie sind labiolingual eingeengt. Die Kronen der vorliegenden Zähne sind alle, soweit sich dies bei dem teilweise beschädigten Fundmaterial ersehen lässt, immer vollständig mit Schmelz bedeckt. Die Schmelzoberflächen sind dabei entweder glatt, oder von feinen, longitudinal verlaufenden unregelmäßigen Schmelzlinien bedeckt. Diese sind zumeist an den lingualen Seiten der Zähne deutlich sichtbar. An den konvexen labialen Seiten ist die Schmelzoberfläche zumeist glatt, bzw. zeigt in manchen Fällen auch quer verlaufende Aufwölbungen, die man als Wachstumsringe deuten kann.

Die Zahnkronen zeigen alle eine mesiale und zugleich eine distale Schmelzkante, die von den Kronenspitzen bis zu den basalen Schmelzeinsätzen verlaufen. Diese Kanten sind meist mittig zwischen der lingualen und der labialen Seite, angeordnet, oder in einigen Fällen auch deutlich zur lingualen Seite hin orientiert. Dabei erfahren die labialen Seiten der Zahnkronen eine deutliche Rundung, während die lingualen Seiten dagegen flacher ausgebildet sind.

Manche Zahnkronen sind nur zur lingualen Seite hin gebogen, andere zugleich auch seitlich zur mesialen oder distalen Seite. In Verbindung mit den immer vorhandenen distalen und mesialen Kanten entsprechen sie damit den Morphotypen II und III bei Wellnhofer & Buffetaut (1999). Jedoch unterscheiden sich die hier vorliegenden Zähne aus dem mittleren Barrême bis Unterapt von Balve im Sauerland durch die immer vorhandene vollständige Schmelzüberdeckung der Zahnkronen, im Gegensatz zu den Kronen der Pterosaurierzähne aus dem Cenoman von Marokko, die nur eine teilweise Schmelzbedeckung aufweisen.

Von den derzeit vorhandenen 28 Pterosaurierzähnen aus der Fundstelle bei Balve sind insgesamt vier dermaßen stark abgekaut, oder beschädigt, dass sich keine Zuordnung in eine der beiden Morphotypen durchführen lässt. Bei den übrigen 24 Zähnen zählen nach der Form der Zahnkronen 9 zum Morphotyp II und 15 zum Morphotyp III von Wellnhofer & Buffetaut (1999). Untergliedert man diese Zähne nach der Ori-

entierung der Zahnkanten mittig zwischen der labialen und der lingualen Seite oder orientiert zur lingualen Seite hin, so ergeben sich bei Morphotyp II fünf Zähne mit einer mittigen Orientierung und vier mit einer lingualen Ausrichtung. Bei Morphotyp III zeigen acht Zähne eine mittige Ausrichtung der Zahnkanten und sieben eine Ausrichtung zu lingualen Seite. Die Anteile der Zähne mit einer mittigen und einer mehr lingual ausgerichteten Anordnung der Schmelzkanten sind daher fast gleich.

Bei den Flugsaurierzähnen aus der Unterkreide von Balve ist der Schmelz dünn und zeigt häufig Abtragungen in Form von Abkauungsspuren, insbesondere an den Spitzen der Zahnkronen, die sich an den Schmelzkanten, und auch auf die lingualen und labialen Seiten fortsetzen können. Auch mechanische Beschädigungen des Zahnschmelzes sind vorhanden. In einigen Fällen konnte an den erhaltenen Zahnbasen ein Wechsel zwischen Schmelz mit Ornamentierung, der offensichtlich von einer Schicht von dünnem und glatten Schmelz unterlagert, oder abgelöst wird, beobachtet werden. Daran schließt sich, basalwärts die Dentinoberfläche des Wurzelbereichs an. Der Übergangsbereich zwischen den beiden Schmelzmodifikationen, sofern er erhalten ist, beträgt 1 – 2 mm.

In einigen Fällen zeigen die Zahnkronen helle umlaufende Verfärbungsringe, und auch Doppelringe, mit einer Breite von 1 bis 1,5 mm. Diese Erscheinungen sind lediglich auf die Zähne der Pterosaurier beschränkt und treten bei den viel zahlreicheren Zähnen der übrigen Tiergruppen dieser Fundstelle nicht auf.

Zwei der vorliegenden Pterosaurierzähne weichen in ihren verhältnismäßig großen mesiodistalen Längen an der Kronenbasis im Verhältnis zur Kronenhöhe von denen der übrigen Zähne mit ihren langen und schlanken Zahnkronen ab. Insbesondere der Zahn LWL MN Ba Pt 19 (Taf. 3, Fig. 2) bildet in der labialen oder lingualen Seitenansicht ein flaches Dreieck, das fast den Zahnformen von *Istiodactylus* aus der Vectis Formation der Isle of Wight entspricht (Sweetman & Martill, 2010; Martill et al. 2011). Von diesen unterscheiden sich die vorliegende Zähne jedoch durch das Fehlen einer medianen Schmelzkante an der labialen Seite, der fehlenden mesialen und distalen Einschnürungen an den Kronenbasen und der vollständigen Schmelzbedeckung. Offensichtlich stammen diese beiden Zahnkronen mit ihren weiten mesiodistalen Längen aus dem posterioren Kieferbereich. Die Veränderungen der Form der Zahnkronen und auch ihrer Größen, in Abhängigkeit von ihrer jeweiligen Stellung im Gebiss bei Pterosauriern werden z. B. bei Fastnacht, 2001; Kellner & Tomida 2000; Kellner et al., 2013; Lü & Ji, 2005, Lü, 2010; Unwin, 2002; Veldmeijer, 2003; Veldmeijer et al., 2005; Vila Nova et al., 2014; Wang et al., 2005; Wellnhofer, 1985 und 1991 beschrieben.

## Diskussion

Aus der Unterkreide und der frühen Oberkreide liegen von mehreren Fundstellen Bearbeitungen von Flugsaurierresten vor. Dabei handelt es sich meist um vereinzelte Nachweise von Zähnen, vollständiger Skelette, Schädel, Kiefer oder Teile davon sind allgemein sehr selten.

Die Funde von Pterosauriern aus der Karststruktur im devonischen Massenkalk im Bereich des Hönnetals bei Balve stammen aus der Unterkreide, dem Mittel-Barême bis Unter-Apt (Lanser & Heimhofer, 2015). Die hier vorliegenden Zähne weisen Merkmale auf, wie sie von Pterosauriern beschrieben wurden, die man in der Vergangenheit allgemein als zur Gruppe der Ornithocheiridae gehörend bezeichnet hat. Diese Zähne sind meist gekennzeichnet durch relativ hohe und schlanke Kronen, deren Kronenbasen meist labiolingual eingeeengt und meist nach innen, in lingualer Richtung gebogen sind (z.B Wellnhofer & Buffetaut, 1999, Sweetmann & Martill, 2010). Mesiale und/oder distale Schmelzkanten treten verschiedentlich auf oder fehlen auch ganz. Die Bedeckung mit Schmelz ist entweder nur teilweise oder auch vollständig vorhanden. Die Schmelzoberflächen sind dabei entweder glatt oder zeigen mehr oder weniger ausgeprägte longitudinal verlaufende Linien, insbesondere auf den lingualen Seiten der Kronen.

Aufgrund der Untersuchungen des *Ornithocheirus* Komplexes aus dem Cambridge Greensand in England durch Rodrigues & Kellner, 2013 wurde dieser in mehrere Familien und Gattungen aufgeteilt. Nach den beiden Autoren gehören dazu die Ornithocheiridae, die Lonchodraconidae, die Anhangueridae, die Pteranodontoidae und die Pterodactyloidae mit ihren jeweiligen Gattungen und Arten. Da die Nachweise von Pterosauriern aus der Verkarstung bei Balve lediglich in Form von Einzelzähnen vorliegen, erlauben diese keine eindeutige Einordnung in dieses System. Festzuhalten bleibt jedoch ihre Zugehörigkeit zu den Flugsauriern des *Ornithocheirus* Komplexes.

Ein Zahn aus der barêmezeitlichen Wessex Formation der Isle of Wight der bei Sweetman & Martill (2010) abgebildet und dort zu dem Ornithocheiriden *Caulkicephalus* gestellt wurde, ist in seiner Morphologie Zähnen aus der Unterkreide bei Balve ähnlich. Der Zahn zeigt aber im Unterschied zu den Zähnen von Balve nur eine Schmelzkante und unterscheidet sich auch in seinen größeren Maßen von diesen. Die unvollständige Schmelzbedeckung der Krone soll nach Sweetman & Martill (2010) eine Folge der Erhaltung sein.

In der Fig. 3 bei Sweetmann & Martill (2010) und der Fig. 25.5 bei Martill et al. (2011) sind jeweils drei Pterosaurierzähne (IWCMS.2009.471) aus der Vectis Formation der Isle of Wight, die einem Zeitabschnitt vom mittlerem Barême bis unteren Apt entspricht, abgebildet. Bei Sweetman & Martill (2010) werden diese als solche von Ornithocheiridae bezeichnet und bei Martill et al. (2011) als von Ornithocheiridae oder Lonchodectidae stammend, da sie denen des Holotyps von *Lonchodectes sagittirostris* ähneln. Diese Zähne aus der Unterkreide Englands gleichen in ihrer sehr geraden, hohen und schlanken Form in der labialen oder lingualen Ansicht und auch in den Maßen, einigen Zähnen, z. B. LWL MN Ba PT 2 (Taf. 1, Fig. 1) aus der Fundstelle bei Balve.

Insgesamt vier Pterosaurierzähne beschreiben Vullo et al. (2009) aus dem oberen Barême von Las Hoyas in Spanien. Deren Morphotyp 1 unterscheidet sich von den Zähnen von Balve durch die erweiterte mesio-distale Länge an der Basis. Diese Zähne werden von Vullo et al. (2009) als solche von istiodactyliden Pterosauriern bezeichnet. Abgesehen von der Form der Kronen und den geringeren Zahnmaßen unterscheiden sich die beiden Zähne des Morphotyps 1 von Las Hoyas auch durch den gebogenen Verlauf der Schmelzbasen, die bei den Zähnen aus Balve, soweit beobachtbar, immer gerade verlaufen. Die beiden Zähne des Morphotyps 2 von Las Hoyas hingegen zeigen mit ihren hohen Kronen und den geringen basalen Längen Ähnlichkeiten mit den Zähnen aus Balve. Unterschiede bestehen darin, dass entweder nur eine oder nur gering entwickelte Schmelzkanten vorhanden sind. Auch die unregelmäßig verlaufenden basalen Schmelzeinsätze bei den Zähnen von Las Hoyas lassen sich an den Zähnen von Balve, soweit sie entsprechend erhalten sind, nicht beobachten.

Über 30 Zähne von Pterosauriern werden von Sánchez-Hernández et al. (2007) aus dem unteren Barême von Galve in Spanien beschrieben und in insgesamt vier Morphotypen untergliedert. Offensichtlich bestehen nur geringe Ähnlichkeiten mit den Pterosaurierzähnen von der Fundstelle bei Balve. Lediglich bei den Zähnen des Morphotyps 3, die von Sánchez-Hernández et al. (2007) als Ornithocheiridae indet. bezeichnet werden, scheinen, soweit sich dies aus den Abbildungen und Beschreibungen erkennen lässt, Ähnlichkeiten in den Zahnformen mit einigen der Zähne von Balve vorzuliegen.

Aus dem Apt der Santana Formation von Brasilien beschreibt Wellnhofer (1991) Zähne von *Anhanguera santanae*. Diese sind „leicht nach hinten gekrümmt, oval im Querschnitt und mit zugeschrägten vorderen und hinteren Kanten“ (Wellnhofer, 1991). Nach seiner Abb. 2 zeigen die Zähne des Prämaxillaren von *Anhanguera santanae* jedoch an den labialen Seiten sehr grobe, longitudinal verlaufende Ornamentationen des Schmelzes, die in dieser Form bei den Zähnen von Balve nicht auftreten.

Ebenso beschreiben Kellner & Tomida (2000) Zähne von *Anhanguera piscator* aus der Santana Formation die ähnliche Merkmale aufweisen. Auch hier zeigen die Zähne des Prämaxillaren starke Ornamentation des Schmelzes und vor allen die Zähne der posterioren Kieferbereiche weisen mit ihren weiten Zahnbasen deutliche morphologische Unterschiede zu den Pterosaurierzähnen aus Balve auf.

Von Rodrigues & Kellner (2010) werden zwei Zähne von Pterosauriern aus der unteren Kreide des Recôncavo Beckens in Brasilien beschrieben. Diese beiden Zähne zeigen keine mesialen und distalen Schmelzkanten. Von den Autoren werden diese Zähne in Beziehung zu den anhangueriden Pterosauriern gesetzt. Ebenso stellen Elias et al. (2007) insgesamt neun Pterosaurierzähne aus dem späten Alb und frühen Cenoman des São Luís-Grajaú Basin, in Brasilien zu den anhangueriden Pterosauriern. Die in vier Morphotypen gegliederten Zähne zeigen ebenfalls keine mesialen und distalen Schmelzkanten, sowie jeweils glatte Schmelzoberflächen.

Aus dem späten Barême bis mittlerem Apt von Buryatien in Sibirien beschreibt Averianov (2007) einen Pterosaurierzahn, dessen Krone vollständig mit glattem Schmelz bedeckt ist. Dieser ist in seiner äußeren Form den meisten Zähnen aus der Fundstelle bei Balve ähnlich. Gemeinsam mit Zähnen aus dem Alb/Cenoman und dem Cenoman von Russland und Usbekistan (Averianov et al., 2003), die jeweils eine unvollständige Schmelzbedeckung zeigen, wird er zu den Ornithocheiridae gestellt.

Aus der der Unterkreide von China liegen Zähne von *Guidraco venator* vor, die eine zweigeteilte Zahn-morphologie aufweisen (Wang et al., 2012). Die anterioren Zähne sind gebogen und sehr lang und nadelartig. Die Schmelzoberflächen dieser Zähne sind glatt, manche zeigen Striationen nahe der Basis der lingualen Seite, die sich deutlich von den ausgeprägteren ornamentierten Schmelzoberflächen bei manchen anhan-gueriden Pterosauriern (Kellner & Tomida, 2000) unterscheiden. Die posterioren Zähne von *Guidraco vena-tor* zeigen dagegen eine verbreiterte Basis. Zähne mit diesen Formen ließen sich in Balve nicht nachweisen.

Etwa 30 Zähne von pterodactoloiden Pterosauriern wurden von Wellnhofer & Buffetaut (1999) aus dem Cenoman von Marocco beschrieben und als Ornithocheiridae klassifiziert. Diese Zähne wurden in 4 Mor-photypen gegliedert. Dabei entsprechen die Morphotypen II und III von Wellnhofer & Buffetaut (1999) mit ihrer flachovalen Basis, den Kanten an der mesialen und distalen Seite, den lingual und seitlich gebogenen oder auch geraden Zahnkronen, den Zähnen aus der Fundstelle bei Balve. Wie aus den Abbildungen er-sichtlich sind die Kronen der Pterosaurier-Zähne aus dem Cenoman von Marocco aber nur teilweise von Schmelz bedeckt, im Gegensatz zu den Kronen der Zähne aus der Unterkreide von Balve, die soweit er-sichtlich, immer eine vollständige Schmelzbedeckung aufweisen.



## Zusammenfassung

Eine unterkretazischen Karstfüllung, im devonischen Massenkalk mit einem Alter von Mittel-Barême bis Unter-Apt im Bereich des Hönnetals bei Balve, im nördlichen Sauerland liefert eine vielfältige Flora und Fauna. Die darin aufgefundenen Zähne von Pterosauriern zeigen Ähnlichkeiten zu gleichartigen Funden aus der Unterkreide und der frühen Oberkreide von England, Spanien, Nordafrika, Südamerika und China. Diese wurden in der Literatur allgemein als zu der Gruppe der Ornithocheiriden zugehörig eingestuft. Diese Gruppe umfasst verschiedene Flugsaurier, darunter die Ornithocheiridae, die Lonchodraconidae, die Anhangueridae, die Pterodactoloidea und die Pteranodontidae.

Die vorliegenden Zähne variieren in ihrer jeweiligen Größe, den Neigungsrichtungen der Kronen, den Querschnitten an ihren Basen und der Orientierung ihrer Schmelzkanten zur Mitte oder zur lingualen Seite, sowie der stärkeren oder schwächeren Ausbildung von Schmelzlinien. Ihre gemeinsamen Merkmale sind die hohe Form der Kronen, die labiallingual verengten Kronenbasen und, soweit beobachtbar, vollständige Bedeckung mit Schmelz, sowie die immer vorhandenen mesialen und distalen Schmelzkanten.

Weitere Zähne von Pterosauriern mit einer davon abweichenden Morphologie sind an dieser Stelle bislang nicht aufgetreten. Die morphologischen Gemeinsamkeiten der vorliegenden Zähne, lassen vielleicht auf eine geschlossene Population von Pterosauriern an dieser Stelle innerhalb eines Zeitabschnittes im Bereich Mittel-Barême bis Unter-Apt schließen.

## Dank

Der lange Zeitraum der Grabungen war nur möglich durch das Entgegenkommen der Rheinkalk GmbH, Werk Hönnetal, und durch die Unterstützung, dem Interesse und Engagement der Präparatoren, Werkstudenten und studentischen Volontäre des LWL-Museums für Naturkunde. Die Grabungen wurden finanziert aus dem Denkmalförderungsprogramm des Ministeriums für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen als Oberste Denkmalbehörde.

## Literatur

- AVERIANOV, A.O. 2007. Mid-Cretaceous Ornithocheirids (Pterosauria, Ornithocheiridae) from Russia and Uzbekistan. *Paleontological Journal* 41:79-86.
- AVERIANOV, A.O., P.P. LEHCHINSKII, P.P. SKUCHAS, AND A.S. REZVYI. 2003: Teeth of Pterosaurs from the Lower Cretaceous of Russia and Uzbekistan. *Sovr. Gerpetol.* 2: 5-11.
- ELIAS, F.A., R.J. BERTINI, AND M.A.A. MEDEIROS. 2007. Pterosaur teeth from the Laje do Coringa, middle Cretaceous, São Luís-Grajaú basin, Maranhão state, Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 37 (4): 668-676.
- FASTNACHT, M. 2001. First record of *Coloborhynchus* (Pterosauria) from the Santana Formation (Lower Cretaceous) of the Chapada do Araripe Brazil. *Paläontologische Zeitschrift* 75 (1): 23-36.
- FUCHS, A. 1911. Geologische Karte von Preußen. Lieferung 163. Blatt Iserlohn.
- KELLNER, A.W.A., D.A. CAMPOS, J.M. SAYÃO, A.F. SARAIVA, T. RODRIGUES, G. OLIVEIRA, L.A. CRUZ, F.R. COSTA, H.P. SILVA, AND J.S. FERREIRA. 2013. The largest flying reptile from Gondwana: a new specimen of *Tropeognathus* cf. *T. mesembrinus* Wellnhofer, 1987 (Pterodactyloidea, Anhangueridae) and other large pterosaurs from the Romualdo Formation, Lower Cretaceous, Brazil. *Anais Acad. Brasileira Ciênc.* 85, 1: 113-135.
- KELLNER, A.W.A., Y. TOMIDA. 2000. Description of a new species of Anhangueridae (Pterodactyloidea) with comments on the Pterosaur Fauna from the Santana Formation (Aptian-Albian), northeastern Brazil. *Natural Science Museum Monographs* 17: 135 Pg.
- LANSER, K.P., U. HEIMHOFER. 2015. Evidence of theropod dinosaurs from a Lower Cretaceous karst filling in the northern Sauerland (Rhenish Massif, Germany). *Paläontologische Zeitschrift* 89: 79-94.
- LÜ, J. 2010. A New Boreopterid Pterodactyloid Pterosaur from the Early Cretaceous Yixian Formation of Liaoning Province, Northeastern China. *Acta Geologica Sinica* 84, 2: 241-246.
- LÜ, J., Q. JI. 2005. A new Ornithocheirid from the Early Cretaceous of Liaoning Province, China. *Acta Geologica Sinica* 79, 2: 157-163.

- MARTILL, D.M., S.C. SWEETMANN, M.P. WITTON. 2011. Pterosaurs, in: D.J. Batten (ed.). English Wealden fossils. *Palaeontological Association. Field guide to fossils*, 14: 769 S.
- PAECKELMANN, W. 1938. Geologische Karte von Preussen. Lieferung 349. Blatt Balve
- RICHTER, D. K., T. GÖTTE, R. STRITZKE. 2014. Eine miozäne Hohlraumfüllung im Massenkalk der östlichen Iserlohner Kalksenke. *Geol. Paläont. Westf.* 86: 5-17.
- RODRIGUES, T., A.W.A. KELLNER. 2010. Note on the Pterosaur Material described by Woodward from the Recôncavo Basin, Lower Cretaceous, Brazil. *Rev. bras. Paleontol.* 13 (2): 159-164.
- RODRIGUES, T., A.W.A. KELLNER, B.J. MADER AND D.A. RUSSELL. 2011. New Pterosaur Specimens from the Kem Kem Beds (Upper Cretaceous, Cenomanian) of Morocco. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 117, 1: 149-160.
- RODRIGUES, T., A.W.A. KELLNER. 2013. Taxonomic review of the *Ornithocheirus* complex (Pterosauria) from the Cretaceous of England. *ZooKeys* 308: 1-112. doi: 10.3897/zookeys.308.5559
- SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, B., M.J. BENTON, D. NAISH. 2007. Dinosaurs and other vertebrates from the Late Jurassic and Early Cretaceous of the Galve area, NE Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 249: 180-215.
- SWEETMAN, S.C., AND D.M. MARTILL. 2010. Pterosaurs of the Wessex Formation (Early Cretaceous, Barremian) of the Isle of Wight, southern England: a review with new data. *Journal of Iberian Geology* 36 (2): 225-241.
- UNWIN, D.M. 2002. On the systematic relationships of *Cearadactylus atrox*, an enigmatic Early Cretaceous pterosaur from the Santana Formation of Brazil. *Mitt. Mus. Nat. kd. Berlin, Geowiss. Reihe* 5: 239-263.
- VELDMEIJER, A.J. 2003. Preliminary description of a skull and wing of a Brazilian Cretaceous (Santana Formation; Aptian-Albian) pterosaur (Pterodactyloidea) in the collection of the AMNH. [www.PalArch.nl](http://www.PalArch.nl), *vertebrate palaeontology* 0, 0: 13 Pg.
- VELDMEIJER, A.J., SIGNORE, M. AND MEIJER, H.J.M. 2005. Description of two pterosaur (Pterodactyloidea) mandibles from the Lower Cretaceous Santana Formation, Brazil. *DEINSEA* 11: 67-86.
- VILA NOVA, B.C., J.M. SYÃO, V.H.M.L. NEUMANN AND A.W.A. KELLNER. 2014. Redescription of *Cearadactylus atrox* (Pterosauria, Pterodactyloidea) from the Early Cretaceous Romualdo Formation (Santana Group) of the Araripe Basin, Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology* 34:1, 126-134.
- VULLO, R., Á. D. BUSCALONI, J. MARUGÁN-LOBÓN AND J.J. MORATALLA. 2009. First pterosaur remains from the Early Cretaceous Lagerstätte of Las Hoas, Spain: palaeoecological significance. *Geol. Mag.* 146 (6): 931-936.
- WANG, X., A.W.A. KELLNER, ZHOU, Z. AND D. DE ALMEIDA CAMPOS. 2005. Pterosaur diversity and faunal turnover in Cretaceous terrestrial ecosystems in China. *Nature* 437, 6: 875-879.
- WANG, X., A.W.A. KELLNER, S. JIANG, X. CHENG. 2012. New toothed flying reptile from Asia: close similarities between early Cretaceous pterosaurs faunas from China. *Naturwissenschaften* 99: 249-257. DOI 10.1007/s00114-012-0889-1.
- WELLNHOFER, P. 1985. Neue Pterosaurier aus der Santana Formation (Apt) der Chapada do Araripe, Brasilien. *Palaeontographica* Abt. A, 187: 105-182.
- WELLNHOFER, P. 1991. Weitere Pterosaurierfunde aus der Santana-Formation (Apt) der Chapada do Araripe, Brasilien. *Palaeontographica* Abt. A, 215: 43-101.
- WELLNHOFER, P., AND E. BUFFETAUT. 1999. Pterosaur remains from the Cretaceous of Morocco. *Paläontologische Zeitschrift* 73 (1/2): 133-142.
- WIRTH, W. 1964. Über zwei Unterkreiderelikte im nördlichen Sauerland. *Fortschritte Geologie Rheinland Westfalen* 7: 403-420.
- WIRTH, W. 1970. Eine tertiärzeitliche Karstfüllung bei Eisborn im Sauerland. *Fortschritte Geologie Rheinland Westfalen* 17: 577-588.

## Anhang

### Beschreibung der Einzelzähne

#### Ba Pt. 1, Taf. 2, Fig. 1

Der Zahn ist lang und sehr schlank. Die Spitze ist abgebrochen und fehlt ebenso wie die Zahnwurzel. Die erhaltene Zahnbasis ist flach-oval, labio-lingual komprimiert. Die Krone ist mesio-distal und lingual gebogen und vollständig mit Schmelz bedeckt. Oberhalb der basalen Bruchkante ist die horizontal verlaufende Grenze zwischen Schmelz und Dentin noch sichtbar. Mesial und distal sind scharfe Schmelzkanten vorhanden, die sich bis zur Grenze Schmelz – Dentin hinziehen und beidseitig Spuren von Schmelzabtrag, vermutlich durch Abkautung zeigen. Die Kanten sind mittig zwischen der lingualen und der labialen Seite angeordnet. Der Schmelz ist glatt, lediglich feine longitudinal verlaufende Riefen sind insbesondere an der lingualen Seite sichtbar. An beiden Außenflächen sind querverlaufende flache Wülste sichtbar, die man als Wachstumsringe deuten kann. Trotz der fehlenden Spitze ist Ba Pt 1 der größte bislang vorliegende Pterosaurierzahn von der Fundstelle bei Balve.

Die mesial-distale Länge an der Basis beträgt 6,9 mm und die labial-linguale Breite 4,4 mm. Die Kronenhöhe beträgt noch 20,5 mm.

#### Ba Pt. 2, Taf. 1, Fig. 1

Die abgebrochene Zahnkrone ist verhältnismäßig hoch und gerade und zeigt lediglich eine schwache linguale Krümmung. Der Querschnitt an der Basis ist flach-oval. An der mesialen und distalen Seite ist jeweils eine Schmelzkante ausgebildet. Diese sind mittig zwischen der lingualen und der labialen Seite angeordnet. Die Spitze des Zahns zeigt Schmelzabtrag, vermutlich infolge von Abkautung, das Dentin liegt dort frei. Von der Abkautung sind auch die mesiale und distale Kanten betroffen. An der erhaltenen Kronenbasis der lingualen Seite ist der Schmelz mehr oder weniger parallel zu der Bruchkanten abgetragen. Hierbei scheint es sich nicht um eine natürliche Grenze zwischen Schmelz und Dentin, sondern um eine Folge von Abrieb durch Sedimentbewegungen bei der Einlagerung zu handeln. Der Schmelz ist dünn und weitgehend glatt, lediglich schwache, parallel verlaufende longitudinale Riefen sind, insbesondere an der lingualen Seite sichtbar, die zur abgenutzten Spitze hin abnehmen. Insbesondere an der lingualen Seite sind im Abstand von 1,5 - 2 mm 4 – 5 quer verlaufende Einsenkungen sichtbar.

Die basale Länge beträgt 5,4 mm in mesial-distaler Richtung und die Breite an der Basis 3 mm. Die erhaltene Kronenhöhe beträgt 14 mm.

#### Ba Pt. 3, Taf. 1, Fig. 2

Auch diese abgebrochene Krone ist lang und schlank, mit einer flach-ovalen Basis. Der Zahn ist sehr gerade und weist nur eine leichte Krümmung nach innen (lingual) auf. Schmelzkanten sind mesial und distal vorhanden und mittig zwischen der lingualen und labialen Seite angeordnet. An der labialen Seite ist die Schmelzoberfläche fast glatt, während an der lingualen Seite feine longitudinal verlaufende Schmelzriefungen vorhanden sind, die teilweise auch auf die Kanten zulaufen. Die Spitze ist abgenutzt, der Schmelz erscheint auch hier sehr dünn. Der Zahnschmelz verläuft bis zu den basalen Bruchkanten. Etwa 2 mm unterhalb der Spitze ist ein umlaufender heller Verfärbungsring sichtbar mit einem dunkleren Streifen in der Mitte.

Die mesial-distale Länge an der Basis beträgt noch 2,5 mm und die Breite 1,7 mm. Die restliche Kronenhöhe beträgt 7,4 mm.

#### **Ba. Pt. 4, Taf. 3, Fig. 1**

Die abgebrochene Kronenspitze ist deutlich nach innen (lingual) gekrümmt. Die Schmelzkanten an der mesialen und distalen Seite sind deutlich zur lingualen Seite hin orientiert. Daher wirkt die labiale Seite mehr gerundet als die flachere linguale. Die Schmelzoberfläche der labialen Seite erscheint fast glatt während auf der lingualen Seite feine Schmelzriefungen sichtbar sind, die meist apical verlaufen, seitlich sich jedoch der mesialen und distalen Kante annähern. Die Spitze ist stark abgenutzt, die Abnutzungsfläche zieht sich insbesondere an der labialen Seite an der mesial/distalen Kante basalwärts, wodurch der Zahn ein leicht asymmetrisches Aussehen erhält. Die linguale Seite weist eine größere Fehlstelle auf und ein weiterer Teil davon ist geklebt. Auf der glatteren labialen Seite sind fünf horizontal verlaufende Aufwölbungen sichtbar. Oberhalb der abgebrochenen Kronenbasis ist an der labialen Seite die Grenze zwischen Schmelz und der darunter befindlichen Dentinoberfläche noch erkennbar. Die deutlich nach lingual orientierten seitlichen Schmelzkanten lassen eine Einordnung dieses Zahns in eine der Morphotypen von Wellnhofer & Buffetaut (1999) nicht zu.

Die erhaltene Länge an der Basis beträgt 4,8 mm und die Breite 3,0 mm. Die restliche Kronenhöhe beträgt 15,3 mm.

#### **Ba. Pt. 5**

Abgebrochene Kronenspitze, deutlich nach innen (lingual) gekrümmt. Eine seitliche Krümmung ist bei dem stark abgekauten Zahnfragment nicht erkennbar. Die Basis ist flach-oval. An den mesialen und distalen Seiten sind Schmelzkanten vorhanden, die mittig orientiert sind. Unregelmäßige longitudinal verlaufende Schmelzriefen sind besonders auf der lingualen Seite deutlich. Der Schmelz ist dünn und erreicht die basalen Bruchkanten. Auf der gerundeteren labialen Seite sind zahlreiche meist querverlaufende Riefen sichtbar, die eventuell durch Sedimentbewegung entstanden sind. Starke Gebrauchsspuren an der Spitze sind vorhanden, die sich an einer Seite (mesial oder distal) und auf der labialen Seite fortsetzen.

Die erhaltene Länge an der Basis beträgt 4,3 mm und die Breite 2,8 mm. Die restliche Kronenhöhe beträgt noch 7,5 mm.

#### **Ba. Pt. 6**

Der Zahn zeigt eine starke linguale und eine leichte seitliche (mesial/distale) Krümmung, Schmelzkanten sind an beiden Seiten vorhanden und befinden sich mittig zwischen der lingualen und der labialen Seite. Der basale Schmelzansatz ist sichtbar und verläuft senkrecht zur Längserstreckung der Krone. Das Dentin ist glatt. Der Schmelz zeigt unregelmäßige longitudinal verlaufende Riefen, die besonders an der lingualen Seite besonders hervortreten. Die Spitze zeigt Abnutzung, die sich auf die linguale Fläche in einer Erstreckung von ca. 1 mm herabzieht. Die Zahnbasis ist flach-oval.

Die mesial-distale Länge in Höhe des Schmelzansatzes beträgt 2,7 mm, die Breite 1,9 mm und die erhaltene Kronenhöhe 6,7 mm.

#### **Ba. Pt. 7**

Eine starke einwärtige und eine leichte seitliche (mesial/distale) Krümmung sind sichtbar, Schmelzkanten sind an beiden Seiten vorhanden und befinden sich mittig zwischen der lingualen und der labialen Seite. Die Krone ist an der Basis gebrochen, der Schmelzansatz ist nicht sichtbar. Schwache Schmelzriefungen sind vorhanden und insbesondere an der lingualen Seite deutlicher ausgeprägt, wo sie an den Seiten auf die Kante zulaufen und dort wellige Schmelzstrukturen bilden, die fast an Serrationen erinnern. Die Zahnbasis ist flach-oval. Die Spitze ist abgetragen, die Abtragungsfläche zieht sich schräg auf die Seiten. Unterhalb der Kronenspitze sind drei helle umlaufende gelbe Ringe sichtbar.

Die mesiodistale Länge in Höhe des Schmelzansatzes beträgt 4,0 mm und die Breite 2,4 mm, die erhaltene Kronenhöhe weist noch 8,5 mm auf.

#### **Ba. Pt. 8**

Der Zahn zeigt eine starke linguale und eine leichte seitliche (mesial/distal) Krümmung, Schmelzkanten sind an beiden Seiten vorhanden und befinden sich mittig. Die Wurzel ist teilweise vorhanden. Der Schmelz zeigt Riefungen, die besonders an der lingualen Seite ausgeprägt sind. Der basale Schmelzrand verläuft umlaufend und gerade. Unterhalb des Schmelzrandes mit seinen Riefungen befindet sich basalwärts eine ca. 1mm breite Zone mit glatter Oberfläche die parallel zum Schmelzrand verläuft. Darunter zeigt das Dentin der Zahnwurzel eine raue Oberfläche. Die Kronenspitze ist abgenutzt. Der Querschnitt der Zahnkrone ist flach-oval, während die Zahnwurzel einen mehr gerundeten Querschnitt aufweist. Unterhalb der Kronenspitze sind drei helle umlaufende gelbe Ringe sichtbar.

Die Länge an der Schmelzbasis beträgt 2,4 mm, die Breite 2,0 mm und die restliche Gesamthöhe des Zahns 7,9 mm.

#### **Ba. Pt. 9**

Abgebrochene Spitze mit einem flach-ovalen Querschnitt an der Basis. Der Zahn ist nach innen (lingual) und leicht seitlich (mesial/distal) gebogen. Beide Schmelzkanten sind vorhanden und deutlich zur lingualen Seite hin orientiert. Dadurch ist die labiale Seite deutlich gerundet und die linguale flacher. Die Schmelzoberfläche zeigt, insbesondere an der flacheren lingualen Seite unregelmäßige longitudinal verlaufende Riefen, die an dieser Seite auch auf die Schmelzkanten zulaufen. Die Spitze ist abgenutzt, die Abnutzungsfläche zieht sich ca. 2,5 mm über die konvexe Kante. Der Zahnschmelz zieht sich bis zu den basalen Bruchkanten.

Die erhaltene Länge an der Basis beträgt 4,3 mm und die Breite 2,7 mm. Die restliche Kronenhöhe beträgt 9,4 mm.

#### **Ba. Pt. 10**

Es handelt sich um eine abgebrochene Kronenspitze. Die Spitze ist abgenutzt und teilweise abgebrochen. Es ist nur eine Krümmung nach innen (lingual) erkennbar. Die Schmelzoberfläche ist fast glatt, lediglich an der lingualen Seite sind Schmelzriefen unterhalb der Kronenspitze erkennbar. Der Zahnschmelz zieht sich bis zu den basalen Bruchkanten. Kanten sind beidseitig vorhanden, befinden sich mittig zwischen der lingualen und labialen Seite und zeigen an einer Seite Ankaugungsspuren. Die Kronenbasis ist flach oval.

Die erhaltene Länge an der Basis beträgt 3,6 mm und die Breite 2,5 mm. Die restliche Kronenhöhe beträgt 8,1 mm.

#### **Ba. Pt. 11**

Es handelt sich um eine abgebrochene Kronenspitze. Die Spitze ist abgenutzt und zeigt teilweise auch Bruchspuren. Es ist lediglich eine Krümmung nach innen (lingual) erkennbar. Beide Kanten sind vorhanden und verlaufen mittig zwischen der lingualen und labialen Seite und zeigen Abkaugungsspuren. Longitudinal verlaufende Riefen im Schmelz sind vorhanden, besonders lingual. Der Schmelz reicht bis zu den basalen Bruchkanten. Die Basis des Zahnbruchstückes ist teilweise in apicaler Richtung gebrochen, die Maße der basalen Länge und der Breite entfallen daher.

Die restliche Kronenhöhe beträgt 4,9 mm.

#### **Ba. Pt. 12**

Auch hier handelt sich um eine abgebrochene Kronenspitze. Diese ist nach innen (lingual) und leicht seitwärts gekrümmt. Beide Kanten sind vorhanden und befinden sich mittig zwischen der lingualen und labialen Seite. Schmelzriefen sind vorhanden und vor allem lingual deutlich. Die Spitze ist abgenutzt, insbesondere an der Außenfläche. Der Querschnitt an der Basis ist flach-oval. Der Schmelz reicht bis zu den basalen Bruchkanten.

Die restliche Länge an der Basis beträgt 3,0 mm und die Breite 2,3 mm. Die erhaltene Kronenhöhe beträgt 6,4 mm.

### **Ba Pt. 13**

Diese abgebrochene Kronenspitze ist fast gerade. In lingualer und mesial – distaler Richtung sind keine Krümmungen erkennbar. Beide Kanten sind vorhanden und befinden sich mittig zwischen der lingualen und der labialen Seite. Schmelzriefen sind sichtbar, longitudinal verlaufend und auch auf die Kanten zu laufend. Der Schmelz reicht bis zu den basalen Bruchkanten. Der Querschnitt an der Basis ist flach-oval. Die Spitze ist abgetragen und an der lingualen Seiten ist ein basal – apical verlaufender Bruch vorhanden und an einer der beiden Seiten verläuft eine weitere Bruchkante.

Die restliche Höhe der Krone beträgt 6,4 mm.

### **Ba. Pt. 14, Taf. 2, Fig. 2**

Es handelt sich um die Spitze einer sehr langen und schlanken Krone. Sie ist leicht nach der Seite und stärker nach innen gebogen. Vordere und hintere Kanten sind vorhanden, diese befinden mittig zwischen der lingualen und labialen Seite. Longitudinal verlaufende feine Schmelzriefungen sind besonders an der lingualen Seite sehr deutlich. Der Schmelz reicht bis zu den basalen Bruchkanten. Die Spitze ist nur gering abgekaut. Die Basis ist flach-oval.

Die Kronenbasis zeigt eine restliche Länge von 1,75 mm und eine Breite von 1,4 mm. Die erhaltene Kronenhöhe beträgt 5,8 mm.

### **Ba. Pt. 15**

Der vorhandene Kronenrest zeigt an der Spitze starke Abkautungsspuren, die sich von der Spitze ca. 4 mm seitlich (mesial oder distal) an der labialen Seite hinziehen. Die Zahnkrone ist nach innen gekrümmt. Eine seitliche Krümmung ist wegen der weitgehenden Abtragung einer Seite nicht erkennbar. Schmelzkanten sind vorhanden und verlaufen mittig. Feine Riefungen der Schmelzoberfläche sind, besonders an der lingualen Seite sichtbar. An der labialen Seite ist der gebogen verlaufende Schmelzansatz noch erkennbar.

Die erhaltene Länge an der Basis beträgt 2,8 mm und die Breite 2,0 mm. Die erhaltene Kronenhöhe beträgt 6,2 mm.

### **Ba. Pt. 16, Taf. 4, Fig.1**

Es handelt sich um eine abgebrochene Spitze Die Basis ist flach-oval ausgebildet. Der Zahn ist deutlich lingual gekrümmt und nur schwach in mesial – distaler Richtung. An der lingualen Seite sind feine Schmelzriefen sichtbar, die bei Annäherung an die mesialen und distalen Kanten umbiegen und dort schwache dentikelartige Bildungen hervorrufen. Die labiale Seite ist deutlich konvexer als die linguale Seite, die mesiale und distale Kanten sind daher jeweils deutlich in lingualer Richtung angeordnet. Die Kronenspitze zeigt eine Usur und auch Schmelzverlust, vermutlich durch mechanische Einwirkungen bei der Einbettung, besonders an der labialen Seite. Auf der Schmelzoberfläche der mittleren Kronenhöhe sind mehrere helle umlaufende Ringe erkennbar, die schwach ausgebildet sind.

Die erhaltene Länge an der Basis beträgt 4 mm und die Breite 2,2 mm. Die restliche Kronenhöhe beträgt 11,4 mm.

### **Ba Pt. 17, Taf. 4 Fig. 2**

Es handelt sich um eine Kronenspitze, die deutlich nach innen und leicht seitlich geneigt ist. Kanten sind beidseitig vorhanden und deutlich zur lingualen Seite hin orientiert. Dadurch ist die labiale Seite deut-

lich stärker gerundet als die flachere linguale. Labial ist die Schmelzoberfläche fast glatt, während auf der lingualen Seite die unregelmäßig verlaufenden Riefung des Schmelzes sehr deutlich erkennbar ist. Diese verläuft teilweise in Richtung der Zahnkanten und bilden dort schwache Serrationen. Die Spitze ist stark abgetragen. Diese Abtragung des Zahnschmelzes setzt sich an der labialen Seite an der konvexeren Seite (mesial oder distal) fort. Der Zahnschmelz mit den seitlichen Kanten reicht bis zu den basalen Bruchkanten. Der basale Querschnitt ist flach-oval.

Die Länge an der Basis beträgt 3,6 mm und die Breite 2,1 mm. Die restliche Kronenhöhe beträgt 6,8 mm.

#### **Ba. Pt. 18**

Die Zahnkrone ist mit dem Ansatz der Wurzel vorhanden. Die Krone ist deutlich nach innen geneigt und weist nur eine schwache seitliche Krümmung auf. Beide Kanten sind vorhanden und befinden sich mittig zwischen der lingualen und der labialen Seite. Feine longitudinal verlaufende Schmelzriefen sind an der labialen und lingualen Seite jeweils deutlich erkennbar. Der Schmelzeinsatz an der Kronenbasis ist sichtbar. Er verläuft an der labialen Seite fast horizontal. An der lingualen Seite der Krone hingegen ist die Schmelzgrenze deutlich weiter in basaler Richtung ausgelenkt. Der Querschnitt der Wurzel ist fast rund. Die Krone hingegen zeigt einen ovalen Querschnitt. Die Spitze ist abgenutzt, das Dentin tritt als runde Fläche hervor.

Die Länge an der Basis der Krone beträgt 1,8 mm, die Breite 1,6 mm und die Höhe 5,2 mm.

#### **Ba Pt. 19, Taf. 3, Fig. 2**

Die vorhandene Kronenspitze ist deutlich nach innen und einer Seite geneigt. Mesiale und distale Schmelzkanten sind vorhanden, wobei die Schmelzkante an der konvexen (mesialen) Kante mehr lingual und die andere konkave Kante mehr mittig orientiert ist. Schmelzriefen sind deutlich an beiden Seiten sichtbar. Diese verlaufen auch zu den Zahnkanten und bilden dort schwache Serrationen. Der Zahnschmelz reicht bis zu den basalen Bruchkanten. Der basale Querschnitt ist ausgesprochen flach oval.

Die restliche basale Länge beträgt 2,7 mm und die Breite 1,3 mm. Die restliche Höhe der Krone beträgt 4,9 mm.

#### **Ba. Pt. 20**

Diese restliche Kronenspitze ist deutlich nach innen geneigt. Die labiale Seite ist fast glatt, während an der lingualen Seite deutlich feine longitudinal verlaufende Riefungen des Schmelzes vorhanden sind. Die Spitze ist stark abgenutzt, die Abnutzung verläuft über eine der beiden Kanten bis zur basalen Bruchkante. Daher ist eine seitliche Biegung dieser Kronenspitze nicht mehr feststellbar. Der Zahnschmelz reicht bis zu den basalen Bruchkanten. Die Schmelzkanten sind in linguale Richtung angeordnet.

Die erhaltene Länge an der Basis beträgt 3,1 mm und die Breite 1,8 mm. Die restliche Kronenhöhe beträgt 4,4 mm.

#### **Ba. Pt. 21**

Die linguale Biegung ist nur schwach vorhanden, eine mesial-distale Biegung dagegen deutlich sichtbar. Der Zahn zeigt vollständige Schmelzbedeckung, ohne Riefung. Der Ansatz des Zahnschmelzes an der Basis ist vorhanden und verläuft an der labialen Seite wellenförmig und an der linguale Seite dagegen fast gerade. Die Kanten sind mesial und distal deutlich vorhanden. An der Spitze und an den beiden Kanten ist deutlicher Schmelzabtrag, vermutlich durch Abkautung, sichtbar. Die labiale Seite ist deutlich konvexer als die linguale, die Kanten sind in linguale Richtung orientiert.

Die Länge an der Basis beträgt 3,8 mm und die Breite 3,1 mm. Die restliche Höhe beträgt noch 8,0 mm.

### **Ba. Pt. 22, Taf. 1, Fig. 3**

Die Zahnkrone ist deutlich nach innen (lingual) gebogen. Eine seitliche Biegung ist dagegen nicht feststellbar. Die mesiale und distale Kante sind jeweils vorhanden. Die vorhandene Zahnkrone ist völlig mit Schmelz bedeckt, wobei die Spitze durch Abkautung und/oder Verwitterung frei von Schmelz ist. Insbesondere an der lingualen Seite sind feine Schmelzriefen sichtbar, die bei Annäherung an die mesiale und distale Kante feine, serrationsartige Bildungen zeigen. Die Basis ist flach-oval ausgebildet. Die labiale Seite ist deutlich stärker gewölbt als die flachere linguale. Die beiden Kanten sind deutlich nach lingual angeordnet.

Die Länge an der Basis beträgt 4,7 mm und die Breite 2,5 mm. Die restliche Kronenhöhe beträgt 11,4 mm.

### **Ba Pt. 23, Taf. 4, Fig. 3**

Eine Schmelzbedeckung der vorhandenen Krone ist vollständig vorhanden, mit feinen longitudinal verlaufenden Riefungen sowohl an der lingualen, als auch an der labialen Seite. Eine der seitlichen Kanten ist abgebrochen. Die vorhandene mesiale oder distale Kante ist mittig zwischen der lingualen und der labialen Seite angeordnet. Besonders an der labialen Seite ist die basale Grenze der Schmelzornamentierung sichtbar. An der vorhandenen Kante sind, insbesondere an der lingualen Seite, schwache, dentikelartige Bildungen vorhanden. Der Zahn ist, soweit sich dies bei diesem abgetragenen Zustand beurteilen lässt, nur in inguinaler Richtung gekrümmt. Die Basis ist flach-oval ausgebildet.

Die Länge an der Basis beträgt 3,2 mm und die Breite 2,3 mm, die vorhandene Kronenhöhe erreicht 5,0 mm.

### **Ba Pt 24**

Zahnfragment mit basal-apical verlaufendem Bruch, die linguale Seite der Krone fehlt. Das vorhandene Bruchstück ist vollständig mit Schmelz bedeckt, der deutliche feine longitudinal verlaufende Riefungen aufweist. Eine Kante ist vorhanden. An der Kronenbasis ist der Übergang von ornamentierten zu glattem Schmelz und zum Dentin sichtbar.

Die restliche Kronenhöhe beträgt 6.3 mm.

### **Ba Pt 25, Taf. 2, Fig. 3**

Kronenspitze mit vollständiger Schmelzbedeckung. In lingualer und seitlicher Richtung ist jeweils eine schwache Neigung vorhanden. Die mesiale und distale Kante sitzen mittig zwischen der lingualen und der labialen Seite. Feine Schmelzriefungen sind besonders an der lingualen Seite sichtbar. Die Spitze zeigt geringe Abkautungsspuren. Der Zahnschmelz und die Schmelzkanten reichen bis zur basalen Bruchkante.

Die Länge an der Basis beträgt 2,2 mm und die Breite 1,6 mm. Die restliche Kronenhöhe beträgt 6,1 mm.

### **Ba Pt 26, Taf. 3, Fig. 3**

Abgebrochene Spitze, lang und schlank und völlig mit Schmelz bedeckt. Eine linguale Biegung ist deutlich vorhanden, eine seitliche Biegung der Krone ist dagegen nur schwach erkennbar. Schmelzriefungen sind besonders an der lingualen Seite deutlich. Die Spitze ist abgetragen. Beide Kanten sind vorhanden und mittig angeordnet. Unterhalb der Spitze sind schwach ausgebildete helle, umlaufende Verfärbungsringe des Zahnschmelzes sichtbar.

Die Länge an der Basis beträgt 2,2 mm und die Breite 1,6 mm. Die vorhandene Kronenhöhe beträgt 6,2 mm.



**Ba Pt 27**

Der Zahn zeigt eine linguale sowie eine seitliche, mesiale oder distale Krümmung. Die mesialen und distalen Schmelzkanten sind vorhanden und mittig an den Kronenseiten angeordnet. Die Krone ist vollständig mit Schmelz bedeckt. Eine Schmelzornamentierung in Form von longitudinal verlaufenden feinen Schmelzriefen ist besonders an der lingualen Seite deutlich. An der Basis ist der Übergang von ornamentierten Schmelz zu glattem Schmelz und Dentin sichtbar. Der Ausdehnung des glatten Schmelzes beträgt an der labialen Seite fast 2mm. Die Kronenspitze ist deutlich abgetragen, besonders seitlich-labial.

Die Länge an der Basis beträgt 3,6 mm und die Breite 2,2 mm. Die restliche Kronenhöhe beträgt 9,6 mm.

**Ba Pt 28**

Krone mit abgebrochener und teilweise geklebter Wurzel. Die Basis ist deutlich flach-oval. Beide seitlichen Kanten sind vorhanden und mittig angeordnet. Der Zahn zeigt eine vollständige Schmelzbedeckung. Insbesondere an der lingualen Seite sind feine Schmelzriefen sichtbar, die meist longitudinal verlaufen, aber sich an den Rändern auch zu den Kanten hinwenden und dort schwache, dentikelähnliche Strukturen bilden. Die Spitze des Zahns ist abgenutzt.

Die Länge der Zahnbasis beträgt 4,3 mm, die Breite 2,8 mm und die restliche Kronenhöhe noch 15,8 mm.

**Tafel 1**

Morphotyp II nach Wellenhofer & Buffetaut (1999)

**Fig. 1:** LWL MN Ba Pt 2.

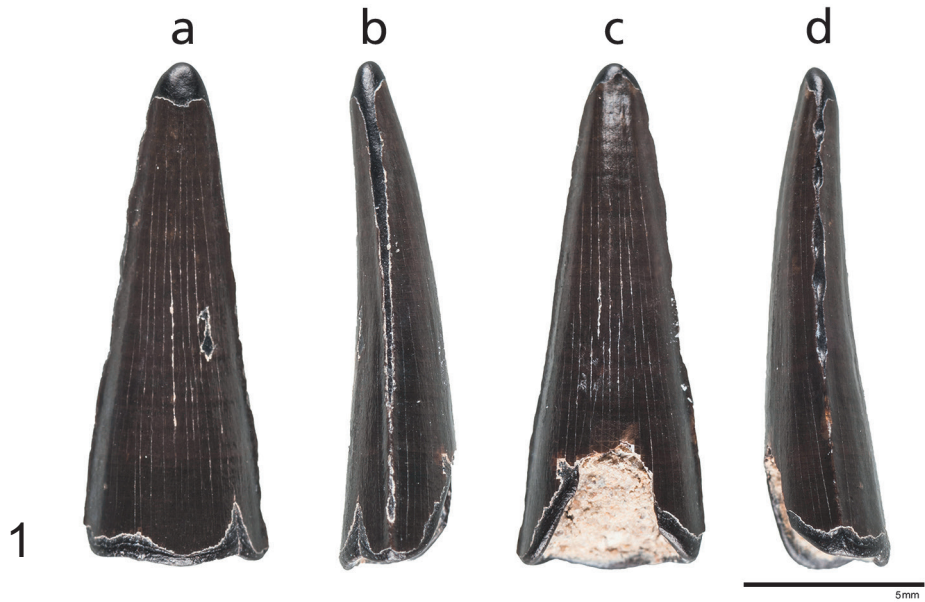
**Fig. 2:** LWL MN Ba Pt 3

**Fig. 3:** LWL Mn Ba Pt 22

**a:** linguale Ansicht

**b und d:** mesial/distale Ansicht

**c:** labiale Ansicht



**Taf. 2**

Morphotyp III nach Wellnhofer & Buffetaut (1999)

**Fig. 1:** LWL MN Ba Pt 1

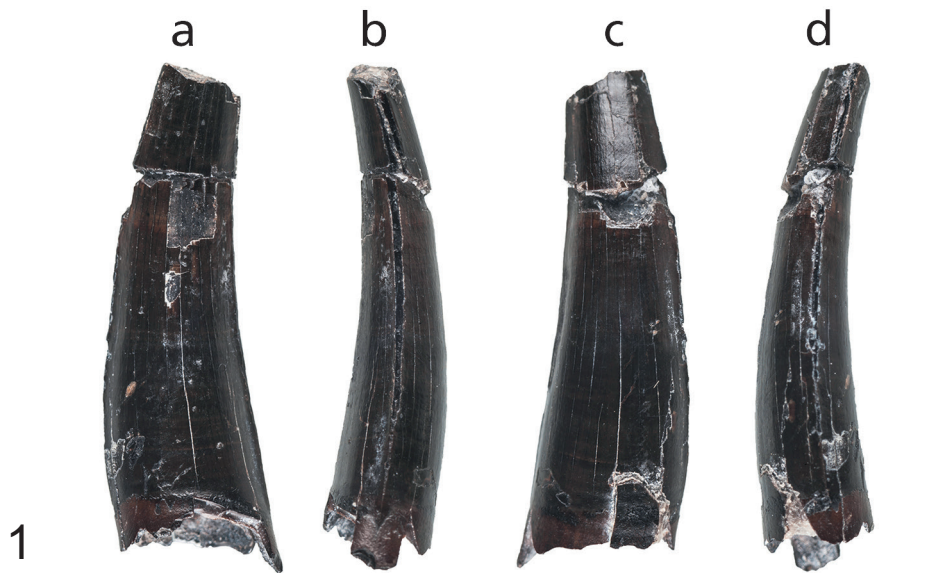
**Fig. 2:** LWL MN Ba Pt 14

**Fig. 3:** LWL MN Ba Pt 25

**a:** linguale Ansicht

**b und d:** mesial/distale Ansicht

**c:** labiale Ansicht



**Taf. 3**

Morphotyp III nach Wellnhofer & Buffetaut (1999)

**Fig. 1:** LWL MN Ba Pt 4

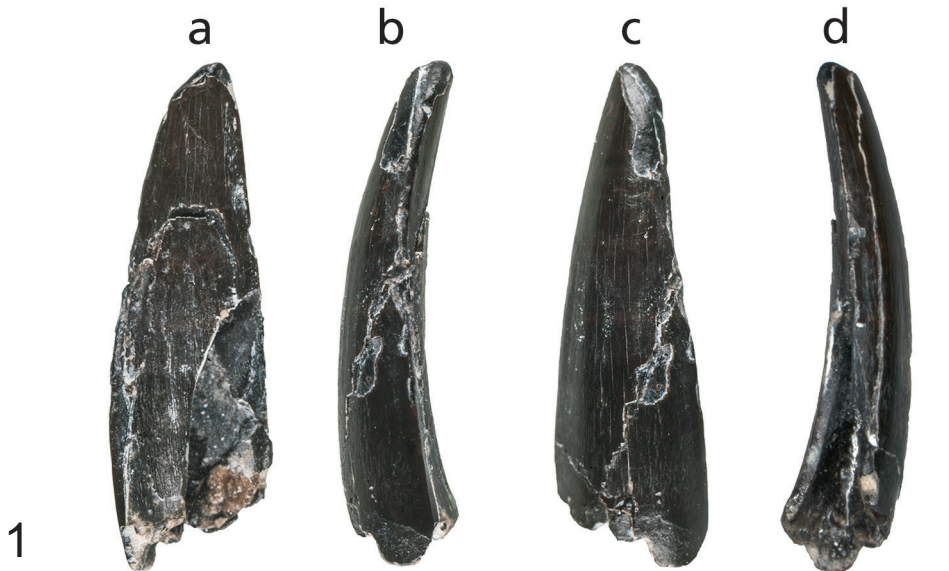
**Fig. 2:** LWL MN Ba Pt 19

**Fig. 3:** LWL MN Ba Pt 26

**a:** linguale Ansicht

**b und d:** mesial/distale Ansicht

**c:** labiale Ansicht



**Taf. 4**

Fig 1 und 2 Morphotyp III nach Wellnhofer & Buffetaut (1999)

**Fig. 1:** LWL MN Ba Pt. 16

**Fig. 2:** LWL MN Ba Pt 17

**Fig. 3:** LWI MN Ba Pt 23, mit starkem Zahnabtrag. Auf der buccalen Ansicht ist der Übergang zwischen Dentin, glattem Schmelz und gefaltetem Schmelz erkennbar.

**a:** linguale Ansicht

**b** und **d:** mesial/distale Ansicht

**c:** labiale Ansicht



