

First record of a mosasaur (Reptilia: Squamata) from the Upper Cretaceous of Central Germany

Erster Nachweis eines Mosasauriers (Reptilia: Squamata) in der Oberkreide Mitteleuropas

Sven Sachs

Summary: Two fragmentary bones, part of a left ilium and an anterior dorsal vertebra, of a mosasaur are described and discussed. They were collected from the Upper Cretaceous (Lower Campanian) Heimbürg Formation in Blankenburg am Harz and represent the first record of this group in Central Germany.

Introduction

Mosasaurus are extinct marine reptiles that are closely related to modern varanid lizards. They were fully adapted to their marine environment and had an almost worldwide distribution during the Upper Cretaceous (RUSSELL 1967). While mosasaur remains are common at some localities e.g. in Kansas (USA, e.g. EVERHART 2005), Limburg (The Netherlands, Belgium e.g. KUYPERS et al. 1998) or Oulad Abdoun (Morocco e.g. BARDET et al. 2005), they are represented in Germany only by a small number of specimens. Most of that material, including skull remains, was located in the State of Nordrhein-Westfalen in Western Germany (SACHS 2000) and appears to be almost exclusively referred to the genus *Clidastes* (CALDWELL & DIEDRICH 2005). In addition isolated bones and teeth have been reported from the states of Niedersachsen (e.g. KRÜGER 2005) and Mecklenburg-Vorpommern (NESTLER 2002); all in Northern Germany.

The specimens described in the present paper were collected near the train-station of Blankenburg (Harz) in 1967 and are curated in the collection of the Harzmuseum in Wernigerode (HMW). They represent the first record of a mosasaur, both in the state of Sachsen-Anhalt as also in Central Germany and, although incomplete, they are important to our understanding of the regional palaeontology and as part of the mosasaur record of Germany.

Systematic palaeontology

Reptilia LINNAEUS, 1758
Squamata OPPEL, 1811
Mosasauridae GERVAIS, 1853

Mosasauridae indet.

Material: HMW F225, incomplete left ilium. HMW F225a centrum of a dorsal vertebra.
Locality: Former FEW, Blankenburg am Harz, Wernigerode district, Sachsen-Anhalt, Central Germany.

Horizon: Heimburg Formation, Lower Campanian, Upper Cretaceous (after KNAPPE et al., 1988).

Ilium

HMW F225. The preserved element could be determined as part of a left ilium (see discussion), missing its dorsal portion, as well as the ventral-most section including the acetabular facet (fig.1). At the point where the bone is broken, which might represent the mid-shaft level, it is elliptical in cross-section (fig.1E). At the anteroventral side of HMW F225, two moderately concave facets are present; an anteroventral pubic facet and a ventral ischial facet (fig.1B). Both are separated by a broad crest that, towards lateral, becomes widened anteroposteriorly. The pubic facet is complete, nearly circular in shape and bears some small rugosities. Only the anterior portion of the ischial facet is preserved, which has a smooth surface. Near the middle of the ventral surface of the specimen, a deep anteroposteriorly running depression is formed (fig.1F) that becomes slightly widened lateromedially at its anterior end. This depression most probably represents the attachment surface for cartilage. The lateral surface of HMW F225 is well preserved and, in the middle of the ventral-most portion, the lateromedial concavity of the acetabulum facet is indicated. Directly above the acetabulum facet the element is constricted and, in lateral view, anteriorly inclined. It becomes slightly widened anteroposteriorly at the preserved dorsal end.

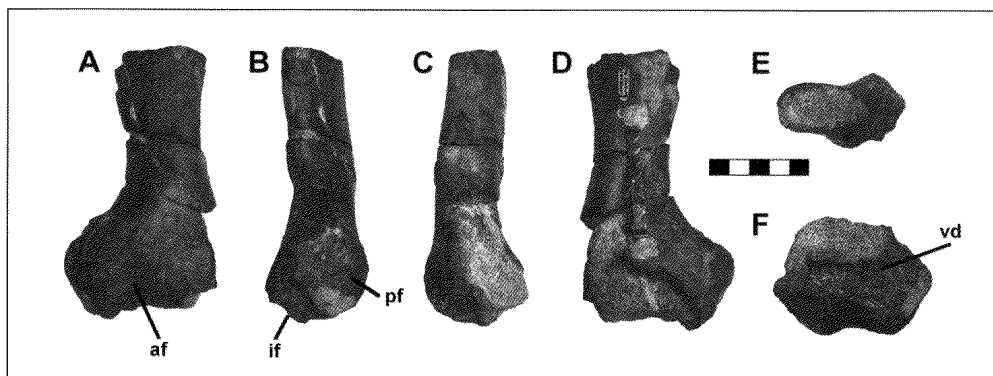


Fig.1. HMW F225. Ventral portion of left ilium in A. lateral, B. anterior, C. posterior, D. medial, E. dorsal and F. ventral view. Scale bar unit = 1 cm. Abbreviations: af = acetabular facet, if = ischial facet, pf = pubic facet, vd = ventral depression, probably for attachment of cartilage.
 – **Abb.1. HMW F225. Ventraler Teil eines linken Ilium in A. lateraler, B. anteriorer, C. posteriorer, D. medialer, E. dorsaler and F. ventraler Ansicht. Maßstabseinheit = 1 cm. Abkürzungen: af = Acetabular-Facette, if = Ischiale Facette, pf = Pubis-Facette, vd = Ventrale Einsenkung, vermutlich als Ansatzstelle von Knorpel.**

Dorsal vertebra

HMW F225a. The specimen represents an incomplete dorsal vertebra (see discussion). The vertebral centrum is complete and still bears the right synapophysis, as well as the bases of the neural arches, fused to the centrum (fig.2). The latter still surround the neural canal, which is filled with sediment. Anteriorly the neural arches reached to the dorsal edge of the cotyle, while posteriorly there is a prominent distance (approximately 1.5 cm) between

the neural arch and the condyle. The cotyle is only moderately concave and clearly broader than high by about 1.25 times. The condyle slightly looms over the margin of the centrum. The synapophysis is anterodorsally situated and, in lateral view, has a broad oval outline at its breaking surface. In posterior view, there is a blunt keel at its posterior side. The rib articulation facet is not preserved. The ventral surface of the centrum is smooth.

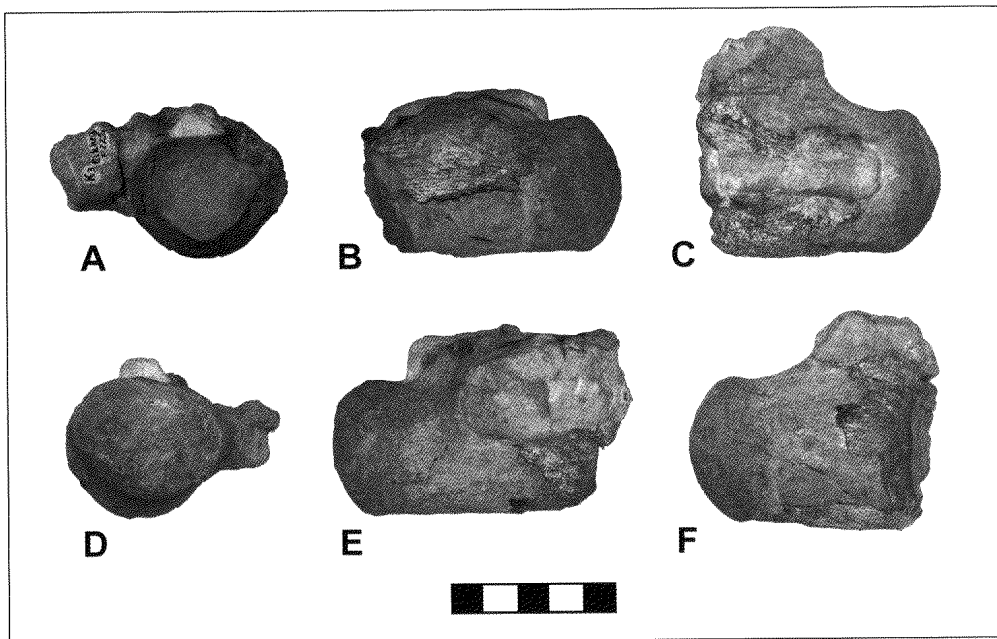


Fig.2. HMW F225a. Anterior dorsal vertebra in A. anterior, B. left lateral, C. dorsal, D. posterior, E. right lateral and F. ventral view. Scale bar unit = 1 cm. – **Abb.2.** HMW F225a. Anteriorer Dorsalwirbel in A. anteriorer, B. links lateraler, C. dorsaler, D. posteriorer, E. rechts lateraler und F. ventraler Ansicht. Maßstabseinheit = 1 cm.

Discussion

The robustness and general shape of HMW F225 indicate that it represents part of the pelvis. It shows no similarities with the ischium of which the shaft is anteroposteriorly broader, lateromedially more flattened and posteriorly rather sharp. A close similarity, however, is present with the ilium and the pubis. Features of the pubis are, according to RUSSELL (1967: 99), the obturator foramen, situated dorsally in the lateral margin of the pubis, a shaft that curves medially just medial of the head and a stout anterolaterally running pubic process, arising in the anterior margin of the element, near the head. As the dorsal portion of HMW F225 is not completely preserved, a clear statement concerning the presence of a foramen cannot be provided. However, comparing the element with the pubes of other mosasaurs (e.g. *Mosasaurus conodon* RUSSELL, 1967, fig. 56 or *Platecarpus* RUSSELL, 1967, fig.57) the obturator foramen would most probably had been situated in the preserved section of HMW F225. The shaft curves medially in lateral view, but an anterolateral pubic process is clearly not present. Thus it is doubtful that the fragment represents the pubis.

The third possibility is the ilium. According to Russell (1967: 98), the ilium is divided into three facets; a ventral one to the ischium, an anteroventral one to the pubis and a broad, concave lateral one for the acetabulum. Directly above the acetabular facet the ilium constricts into an anteriorly inclined shaft that is elliptical in anteroposterior cross-section. As the ventralmost portion of the lateral side of HMW F225 is not preserved, a clear statement about the shape of the complete element cannot be provided. However, two facets are clearly visible and the third, acetabular one, is indicated. All other named features are clearly present in the Blankenburg specimen. It is thus most parsimonious to assume that it represents the ilium.

The vertebra is most likely a dorsal vertebra on basis of its shape and the position of the synapophysis. It might have had a rather anterior position in the dorsal vertebral column, because of the lesser radius of curvature of the condylus and cotyle and the synapophyses, which are anterodorsally situated (RUSSELL 1967: 77-78). HMW F225a closely resembles a dorsal vertebra of *Tylosaurus ivoensis* described from the Lower Campanian of Sweden (LINDGREN & SIVERSON 2002, fig.9 1A-D), although this specimen is relatively longer.

The appearance of the inferred ilium and the size and typical procoelous form of the vertebra allows a referral to the family Mosasauridae. Unfortunately, the preserved features are not sufficient for a taxonomic identification below the family level.

Tab.1. Measurements of HMW F225 and HMW F225a (in cm). - Tab.1. Maße von HMW F225 und HMW F225a (in cm).

HMW F225 Ilium	
Greatest length dorsoventrally	14,4
Diameter of midshaft dorsoventrally	5
Diameter of midshaft lateromedially	5
Greatest preserved expansion of ventral end	7,5
Length of ventral depression for <i>Musculus iliocaudalis</i>	4,5
Depth of ventral depression for <i>Musculus iliocaudalis</i>	ca. 1
Width of ventral depression for <i>Musculus iliocaudalis</i>	ca. 1
Length of pubic facet anteroposteriorly	4
Length of pubic facet dorsoventrally	2,5
Length of ischial facet anteroposteriorly	2,8
Length of ischial facet dorsoventrally	2,5
HMW F225a Dorsal vertebra	
Length anteroposteriorly	7,5
Preserved width of cotyle	4
Preserved height of cotyle	3,5
Width of condyle	5
Height of condyle	3,7
Anteroposterior expansion of synapophysis	3,8
Greatest height of synapophysis	ca. 2,5
Length of neural arches	5,3
Width of neural arches anteriorly	1,6
Width of neural arches posteriorly	0,7

Acknowledgements

I am especially grateful to Ms. LISOWSKI (Harzmuseum Wernigerode) who provided me access to the specimens under her care and also thank Mike EVERHART (Hays) and Jahn HORNING (Hannover) for their reviews of the paper and for helpful discussions.

Verkürzte deutsche Version:

Einleitung

Mosasaurier stellen eine Gruppe mariner Reptilien dar, die nahe mit den heutigen Waranen verwandt sind. Obwohl Mosasaurier-Funde in einigen Teilen der Welt, z.B. in Kansas (USA, z.B. EVERHART 2005), Limburg (Niederlande, Belgien z.B. KUYPERS et al. 1998) oder Oulad Abdoun (Marokko, z.B. BARDET et al. 2005), recht häufig sind, wurden ihre Reste bisher in Deutschland nur selten entdeckt. Das meiste Material stammt aus Nordrhein-Westfalen (SACHS 2004) und scheint fast ausschließlich der Gattung *Clidastes* zugeordnet werden zu können (CALDWELL & DIEDRICH 2005). Weitere isolierte Knochen oder Zähne liegen aus Niedersachsen (z.B. KRÜGER 2005) und Mecklenburg-Vorpommern (NESTLER 2002) vor.

Die hier beschriebenen Stücke wurden 1967 in der Nähe des Bahnhofs von Blankenburg (Landkreis Wernigerode) entdeckt und werden im Harzmuseum Wernigerode (HMW) aufbewahrt. Sie stellen den ersten Nachweis eines Mosasauriers, sowohl in Sachsen-Anhalt, als auch in Mitteldeutschland dar.

Beschreibung

Beschrieben werden zwei Stücke: der ventrale Teil eines linken Ilium (HMW F225) und ein vorderer Dorsalwirbel (HMW F225a).

Dem Ilium fehlt die dorsale Hälfte, als auch der ventralste Teil, inklusive der Acetabulum Facette (Abb.1). Der mittlere Schaft besitzt einen elliptischen Durchmesser (Abb.1E). An der anteroventralen Seite des Stückes sind zwei Facetten sichtbar, eine anteroventrale zum Pubis und eine ventrale zum Ischium (Abb.1B). In der Mitte der ventralen Seite befindet sich eine anteroposteriore Vertiefung; wahrscheinlich die Ansatzstelle für Knorpel (Abb.1F). Im ventralen Teil der lateralen Seite des Stückes ist die lateromediale Konkavität des Acetabulums angedeutet.

Der Dorsalwirbel besteht aus dem vollständigen Centrum und der rechten Synapophyse, sowie den unteren Teilen der Neuralbögen (Abb.2). Der Neuralkanal ist verfüllt. Die Neuralbögen reichen anterior bis zum Dorsalrand des Cotylus, enden aber posterior 1,5 cm vom Condylus entfernt. Cotylus und Condylus sind nur gering gekrümmt. Die breit-ovale Synapophyse sitzt im anterodorsalen Teil der lateralen Fläche des Wirbels. Die Rippenfacette ist nicht erhalten.

Diskussion

Durch seine Robustheit und Form kann HMW F225 als Beckenknochen identifiziert werden. Ähnlichkeiten zum Ischium sind nicht vorhanden, da dieses einen anteroposterior breiteren und lateromedial flacheren Schaft besitzt, dessen posteriorer Rand scharf ist. Ähnlichkeiten bestehen zum Pubis, dessen Kennzeichen laut RUSSELL (1967: 99) u.a. sind, dass sich ein Obturatorforamen im oberen Bereich der lateralen Fläche befindet, der Schaft medial des Pubis-Kopfes nach medial gekrümmt ist und ein anterolateral verlaufender Pubis-Fortsatz vorhanden ist, der im anterioren Rand entspringt. Ein Obturatorforamen ist nicht sichtbar, obwohl es verglichen mit den Pubes anderer Mosasaurier (z.B. *Mosasaurus conodon* RUSSELL 1967, Abb.56 oder *Platecarpus* RUSSELL 1967, Abb.57) in der erhaltenen Fläche ausgebildet sein müsste. Auch ein Pubis-Fortsatz ist nicht vorhanden. Es ist daher unwahrscheinlich, dass es sich bei dem Stück um das Pubis handelt. Als dritte Möglichkeit kommt das Ilium in Betracht. Dieses weist nach RUSSELL (1967: 98) im ventralen Bereich drei Facetten auf, eine ventrale zum Ischium, eine anteroventrale zum Pubis und eine laterale für das Acetabulum. Da die bei RUSSELL (1967) beschriebenen Merkmale übereinstimmen, ist es sehr wahrscheinlich, dass es sich bei dem Stück um das Ilium handelt.

Der Wirbel stammt aus dem vorderen Bereich der Dorsalwirbelsäule, was durch den geringen Krümmungsradius des Cotylus und Condylus und die anterodorsale Position der Synapophyse angezeigt wird (nach RUSSELL 1967: 77). Eine Übereinstimmung ist mit einem Dorsalwirbel von *Tylosaurus ivoensis* aus dem unteren Campan von Schweden gegeben (LINDGREN & SIVERSON 2002, fig.9 1A-D), der jedoch relativ länger ist. Die Gestalt des Iliums und die typisch procoele Form des Wirbels erlauben eine Zuordnung zur Familie Mosasauridae. Die taxonomischen Merkmale beider Stücke sind jedoch nicht ausreichend um eine Zuordnung unterhalb der Familienebene vorzunehmen.

Zusammenfassung

Zwei fragmentarische Knochen, der Teil eines linken Iliums und ein anteriorer Dorsalwirbel, eines Mosasauriers werden beschrieben und diskutiert. Die Stücke stammen aus der oberkretazischen Heimburg Formation (Unteres Campanium) von Blankenburg am Harz und stellen den ersten Nachweis dieser Gruppe in Mitteldeutschland dar.

Literature

- BARDET, N., X. SUBERBIOLA, M. IAROCHENE, F. BOUYAHYAOU, B. BOUYA & M. AMAGHZAZ (2005): A new species of *Halisaurus* from the Late Cretaceous phosphates of Morocco, and the phylogenetical relationships of the Halisaurinae (Squamata: Mosasauridae). *Zool. J. Linnean Soc.* **143**: 447-472.
- CALDWELL, M., & C. DIEDRICH (2005): Remains of *Clidastes* Cope, 1868, an unexpected mosasaur in the upper Campanian of NW Germany. *Netherlands J. Geosciences / Geol. Mijnbouw* **84**(3): 213-220.
- EVERHART, M. (2005): *Oceans of Kansas - A Natural History of the Western Interior Sea*. (Indiana University Press) Indianapolis, 322 pp.
- KNAPPE, H., & K.-A. TRÖGER (1988): Die Geschichte von den neun Meeren. Der Harz – Eine Landschaft stellt sich vor. (Schriftenr. Harzmus. Wernigerode) H. 19/20.

- KRÜGER, F. (2005): Fossilien aus Lengede. Geologie Bergbau Paläontologie. (Staatliches Naturhistorisches Museum Braunschweig) Braunschweig, 95 pp.
- KUYPERS, M., J. JAGT, H. PEETERS & D. DE GRAAF (1998): Laat-kretaceische mosasauriers uit Luik-Limburg: Nieuwe vondsten leiden tot nieuwe inzichten. Public. Natuurhist. Genootschap Limburg **41**(1): 4-47.
- LADWIG, J. (1997): Mosasaurierreste aus Schleswig-Holstein. Fossilien **6**: 358-362.
- LINDGREN, J., & M. SILVERSON (2002): *Tylosaurus ivoensis*: a giant mosasaur from the early Campanian of Sweden. Transact. Royal Soc. Edinburgh : Earth Sciences **93**(1):73-93.
- NESTLER, H. (2002): Die Fossilien der Rügener Schreibkreide. (Neue Brehm-Bücherei ; 486) Hohenwarsleben.
- RUSSELL, D.A. (1967): Systematics and morphology of American mosasaurs. Peabody Mus. Nat. Hist. (Yale University) Bull. **23**.
- SACHS, S., 2000. Mosasaurier-Reste aus der Oberkreide von Nordrhein-Westfalen. Geol. Paläontol. Westfalen **56**: 35-44.

Sven Sachs
Institut für Paläontologie
Freie Universität Berlin
Malteser Strasse 74-100, Haus D
D-12249 Berlin