

Mitteilung über ein neues Skelett eines Plesiosauriers (Reptilia: Sauropterygia) aus dem Oberen Pliensbachium (Unterjura) von Bielefeld, Nordwestdeutschland

Sven SACHS, Siegfried SCHUBERT, Benjamin P. KEAR

mit 4 Abbildungen

Inhalt	Seite
1. Einleitung	28
2. Entdeckung und Fundhorizont	29
3. Charakterisierung und Vergleich	30
4. Schlussfolgerung	33
5. Literatur	35

Zusammenfassung

Wir stellen einen neuen Plesiosaurier-Fund aus dem Oberen Pliensbachium (Unterer Jura) von Bielefeld-Jöllenbeck (Nordrhein-Westfalen, NW Deutschland) vor. Die erhaltenen Partien des Skeletts umfassen Teile des Schädels, der Wirbelsäule, der Rippen, des Schultergürtels sowie der Extremitäten. Es gehörte zu einem nicht ausgewachsenen Individuum von etwa 2-3 m Länge. Wichtige diagnostische Merkmale sind unter anderem eine markante Einkerbung in der caudalen Begrenzung der Fossa glenoidalis der Mandibula, craniale Cervicalwirbelcentra die höher als lang sind, ein Paar Foramina subcentralia an den Cervicalwirbeln, die durch einen breiten ventralen Kiel getrennt werden, sowie ein dorsaler Fortsatz an der Scapula, der einen schwach gewölbten cranialen Rand, aber keine markante mediale Verdickung aufweist. Das Bielefelder Exemplar gehört zu den vollständigsten Plesiosaurier-Funden, die aus dem Pliensbachium bekannt sind. Es unterscheidet sich von den etwa gleichaltrigen europäischen Gattungen *Westphaliasaurus* und *Cryonectes*, zeigt jedoch Ähnlichkeiten zu unpubliziertem Material aus dem Pliensbachium von England. Der Bielefelder Plesiosaurier ist ein Beleg dafür, dass diese Gruppe während des Pliensbachiums mit einer beachtlichen Diversität in europäischen marinen Ökosystemen vertreten war.

Verfasser:

Sven Sachs, Im Hof 9, D-51766 Engelskirchen, E-Mail: Sachs.Pal@gmail.com

Siegfried Schubert, Kirschenstraße 24, D-33803 Steinhagen, E-Mail: h-s-s@t-online.de

Dr. Benjamin P. Kear, Palaeobiology Programme, Department of Earth Sciences,

Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Uppsala, E-Mail: benjamin.kear@geo.uu.se

Note on a new plesiosaur (Reptilia: Sauropterygia) skeleton from the upper Pliensbachian (Lower Jurassic) of Bielefeld, northwest Germany

Sven SACHS, Siegfried SCHUBERT, Benjamin P. KEAR

with 4 figures

Contents	Page
1. Introduction	28
2. Discovery and horizon	29
3. Characterisation and comparisons	30
4. Conclusions	33
5. Literature	35

Summary

This note briefly introduces a new plesiosaur specimen from the upper Pliensbachian (Lower Jurassic) of Bielefeld-Jöllenbeck (North Rhine-Westphalia, NW Germany). The skeleton comprises a partial skull, sections of the vertebral column, ribs and components of the pectoral girdle and limbs. It belonged to an immature individual of 2-3 m length. Important diagnostic features include a prominent notch in the caudal border of the mandibular fossa glenoidalis, cranial cervical centra that are higher than long, a pair of foramina subcentralia on the cervicals separated by a broad ventral keel, and a dorsal process on the scapula that bears a gently convex cranial margin, but no pronounced medial thickening. The Bielefeld specimen is one of the most complete plesiosaurs currently known from the Pliensbachian and differs from the coeval European taxa *Westphaliasaurus* and *Cryonectes*, but shows some similarity to unpublished material from the Pliensbachian of England. The Bielefeld plesiosaur indicates that a substantial diversity of taxa was present in European marine systems during the Pliensbachian stage.

Authors:

Sven Sachs, Im Hof 9, D-51766 Engelskirchen, E-Mail: Sachs.Pal@gmail.com

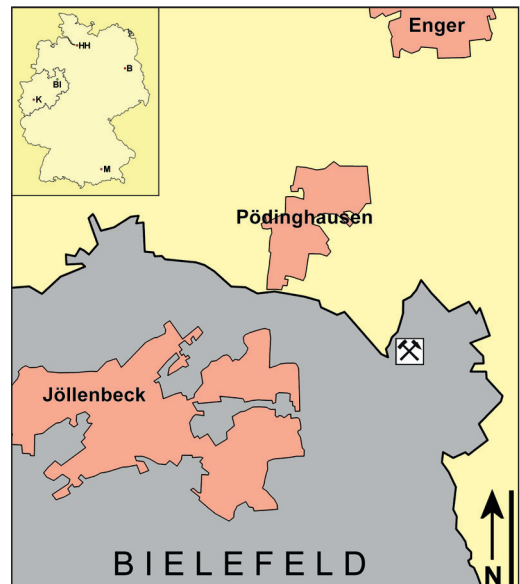
Siegfried Schubert, Kirschenstraße 24, D-33803 Steinhagen, E-Mail: h-s-s@t-online.de

Dr. Benjamin P. Kear, Palaeobiology Programme, Department of Earth Sciences,

Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36 Uppsala, E-Mail: benjamin.kear@geo.uu.se

Abb. 1: Karte von Bielefeld-Jöllenbeck und Umgebung. Das Stadtgebiet von Bielefeld ist grau markiert und die Fundstelle (Koordinaten R: 34 69 720, H: 57 74 400) wird durch das Bergwerks-Symbol angezeigt. Karte von Deutschland (oben links) mit dem Umriss des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen: Bielefeld (BI); Berlin (B); Hamburg (HH); Köln (K); München (M). Der Maßstab entspricht 1 km.

Fig. 1: Map of Bielefeld-Jöllenbeck and surroundings. Bielefeld city area is marked in grey with the locality (coordinates R: 34 69 720, H: 57 74 400) indicated by the mine symbol. Map of Germany (top left) showing the state borders of North Rhine-Westphalia: Bielefeld (BI); Berlin (B); Hamburg (HH); Cologne (K); Munich (M). Scale bar equals 1 km.



1. Einleitung

In der vorliegenden Arbeit wird ein neuer Plesiosaurier-Fund aus dem Pliensbachium (Unterjura) von Bielefeld-Jöllenbeck vorgestellt. Sedimente des Pliensbachiums sind in der Gegend von Bielefeld gut bekannt (siehe z.B. SCHUBERT, 2007) und lieferten bereits das Teilskelett eines großen Ichthyosauriers, den HUNGERBÜHLER & SACHS (1996) *Temnodontosaurus* zuordnen konnten.

Plesiosaurier waren sekundär aquatische Reptilien und aktive Schwimmer, deren Extremitäten vollständig in Paddel umgewandelt waren. Ihre Fossilien sind über den größten Teil des Mesozoikums, von der Obertrias bis zur oberen Oberkreide, bekannt (KETCHUM & BENSON, 2010). Plesiosaurier können normalerweise in zwei grundlegende Morphotypen untergliedert werden: 'pliosauiromorphe' Plesiosaurier, die große Köpfe und kurze Hälse besaßen und 'plesiosauiromorphe' Plesiosaurier, die durch kleine Köpfe und lange Hälse relativ zu ihrer Körperlänge gekennzeichnet sind (O'KEEFE, 2002).

Im Vergleich zu anderen Stufen des Unteren Jura sind Plesiosaurier-Funde im Pliensbach-

1. Introduction

The present note documents a new plesiosaur specimen from the Pliensbachian (Lower Jurassic) of Bielefeld-Jöllenbeck. Pliensbachian sediments are well known in the area around Bielefeld (e.g. SCHUBERT, 2007) and have previously yielded the partial skeleton of a large ichthyosaur, which HUNGERBÜHLER & SACHS (1996) referred to *Temnodontosaurus*.

Plesiosaurs were secondarily aquatic reptiles and active swimmers that had fully modified their limbs into propulsive paddles. Their fossils are known throughout most of the Mesozoic from the Upper Triassic to uppermost Upper Cretaceous (KETCHUM & BENSON, 2010). Plesiosaurs are typically divided in two morphotype radiations: 'pliosauiromorphs' characterised by large heads and short necks, and 'plesiosauiromorphs' that had small heads and long necks relative to their body length (O'KEEFE, 2002).

Compared with other stages of the Lower Jurassic, the record of Pliensbachian plesiosaurs is extremely poor (for a summary see VINCENT et al., 2013, p. 471). Up to now, only

ium sehr selten (siehe VINCENT et al., 2013, S. 471 für eine Zusammenfassung). Bisher wurden nur zwei valide Arten publiziert, der 'plesiosauromorphe' *Westphaliasaurus simonsensii* SCHWERMANN & SANDER, 2011 aus dem Unteren Pliensbachium von Sommersell (Kreis Höxter) (SCHWERMANN & SANDER, 2011) und der 'pliosauro-morphe' *Cryonectes neustriacus* VINCENT, BARDET & MATTIOLI, 2013 aus dem Oberen Pliensbachium von Nordfrankreich (VINCENT et al., 2013). Weiteres diagnostisches Material liegt aus dem Unteren Pliensbachium von England vor, dieses wurde jedoch bisher nur im Zuge einer Dissertation beschrieben (EVANS, 2012).

Der Plesiosaurier-Fund aus Bielefeld-Jöllenbeck ergänzt somit die bekannten Funde. Das Stück befindet sich derzeit im Besitz von Siegfried Schubert, es soll aber zunächst zur weiteren Aufbewahrung der Sammlung des Naturkundemuseums in Bielefeld zugeführt werden.

2. Entdeckung und Fundhorizont

Fossiliensammler aus dem Raum Hannover entdeckten den Plesiosaurier-Fund in den frühen 1980er Jahren in der Tongrube Bielefeld-Jöllenbeck/Beukenhorst-2 (Koordinaten R: 34 69 720, H: 57 74 400, siehe auch SCHUBERT, 2007, S. 24-25) (Abb. 1). Siegfried Schubert erwarb später das Stück und führte eine vollständige Präparation der einzelnen Skelettelemente durch. In Bielefeld-Jöllenbeck/Beukenhorst-2 waren verschiedene Schichten des Amaltheenton (Pliensbachium) aufgeschlossen, die von der oberen *stokesi*- bis zur mittleren *subnodosus*-Ammoniten-Subzone reichten. Die in-situ Knochen wurden dem oberen Teil entnommen, welcher der mittleren *subnodosus*-Subzone (Oberes Pliensbachium) entspricht. Die restlichen Teile des Skeletts waren bereits vor der Bergung durch Baumaschinen zerstört worden.

two valid generic taxa have been published, the 'plesiosauromorph' *Westphaliasaurus simonsensii* SCHWERMANN & SANDER, 2011 from the lower Pliensbachian of Sommersell (Höxter district) (SCHWERMANN & SANDER, 2011), and the 'pliosauro-morph' *Cryonectes neustriacus* VINCENT, BARDET & MATTIOLI, 2013 from the upper Pliensbachian of northern France (VINCENT et al., 2013). Further diagnostic material is known from the lower Pliensbachian of England, but has thus far only been described in Ph.D. thesis format (EVANS, 2012).

The new plesiosaur discovery from Bielefeld-Jöllenbeck supplements these known finds, and presently resides in the private collection of Mr Siegfried Schubert with temporary accession into the Natural History Museum Bielefeld.

2. Discovery and horizon

Hannover-based fossil collectors discovered the plesiosaur specimen in the early 1980s in the Bielefeld-Jöllenbeck/Beukenhorst-2 clay pit (coordinates R: 34 69 720, H: 57 74 400, see also SCHUBERT, 2007, p. 24-25) (Fig. 1). Siegfried Schubert subsequently acquired the remains and carried out full preparation of the individual skeletal elements. Several horizons of the Pliensbachian Amaltheenton have been exposed at Bielefeld-Jöllenbeck/Beukenhorst-2, and span the upper *stokesi*- to middle *subnodosus* ammonite subzones. In-situ bones were recovered from the upper part, belonging to the middle *subnodosus* subzone (upper Pliensbachian); however, the remainder of the skeleton had been broken up and largely destroyed by heavy machinery prior to recovery.

3. Charakterisierung und Vergleich

Der Plesiosaurier-Fund aus Bielefeld-Jöllenbeck besteht aus Teilen des Schädels, der Wirbelsäule, der Rippen, des Schultergürtels und der Extremitäten. Die Knochen zeigen eine Reihe diagnostischer Besonderheiten, die mit Hilfe der von KETCHUM & BENSON (2010) und BENSON et al. (2012) gegebenen phylogenetischen Merkmale und taxonomischen Zuordnungen charakterisiert werden können. Der caudale Teil des rechten Ramus der Mandibula liegt in Artikulation vor (Abb. 2A). Das fast vollständig erhaltene Surangulare besitzt in dorsaler Ansicht nur eine geringe transversale Ausdehnung. Dies ist bei den meisten Plesiosauroiden (Plesiosauroidea, diese entsprechen etwa den 'plesiosauro-morphen' Plesiosauriern *sensu* O'KEEFE, 2002) zu finden, während das Surangulare bei 'pliosauro-morphen' Plesiosauriern, speziell den unterjurassischen Rhomaleosauriden und Vertretern der Pliosauridae normalerweise breiter ist (siehe KETCHUM & BENSON, 2010, Merkmal 98). Die Fossa glenoidalis der Mandibula besitzt in ihrer caudalen Begrenzung eine markante, tiefe Kerbe (siehe Abb. 2A). Dieses Merkmal wurde als potentielle Synapomorphie der Polycotylidae angesehen (KETCHUM & BENSON, 2010), ist jedoch auch bei dem unterkretazischen Mitglied der Leptocleidia *Brancasaurus brancai* WEGNER, 1914 aus dem Valanginium von Westfalen zu finden (siehe BENSON et al., 2013). Die erhaltenen Centra der Cervicalwirbel besitzen ein Paar Foramina subcentralia auf der ventralen Seite, welche ein markanter, stumpfer Kiel trennt. Foramina subcentralia finden sich bei den meisten Plesiosauriern (siehe KETCHUM & BENSON, 2010, Merkmal 119), allerdings unterscheidet der breit gerundete Kiel das Bielefelder Stück von der zeitgleichen Art *Cryonectes neustriacus*, welche fast flache ventrale Wirbelflächen aufweist (VINCENT et al., 2013, S. 480). Einige Cervicalwirbel des Bielefelder Stücks zeigen Proportionen die breiter und etwas höher als lang sind. Dies unterscheidet es von *Westphaliasaurus simonsensii* (siehe SCHWERMANN & SANDER, 2011, Tab. 1)

3. Characterisation and comparisons

The Bielefeld-Jöllenbeck plesiosaur skeleton comprises a partial skull, part of the vertebral column, ribs and components of the pectoral girdle and limbs. These bones display a number of diagnostic features that can be characterised via the phylogenetic character sets and taxonomic groupings of KETCHUM & BENSON (2010) and BENSON et al. (2012). The caudal part of the right ramus of the mandible is preserved in articulation (Fig. 2A). In dorsal view, the largely complete surangular is transversally narrow. This condition occurs in most plesiosauroids (Plesiosauroidea, approximately equating to 'plesiosauro-morphs' *sensu* O'KEEFE, 2002), whereas the surangular is usually broader in 'pliosauro-morph' taxa, especially Early Jurassic rhomaleosaurids and members of the Pliosauridae (see KETCHUM & BENSON, 2010, character 98). The fossa glenoidalis of the mandible shows a prominent and deep notch in its caudal border (see Fig. 2A). This feature is reported as a potential synapomorphy of the Cretaceous Polycotylidae (KETCHUM & BENSON, 2010) but is also present in the Early Cretaceous leptocleidian *Brancasaurus brancai* WEGNER, 1914 from the Valanginian of Westphalia (see BENSON et al., 2013). The preserved cervical centra bear paired foramina subcentralia on the ventral side separated by a prominent blunt keel. Foramina subcentralia are present in most plesiosaurs (see KETCHUM & BENSON, 2010, character 119), however, the broadly rounded keel of the Bielefeld specimen distinguishes it from the coeval Pliensbachian species *Cryonectes neustriacus*, which has almost flat ventral centrum surfaces (VINCENT et al., 2013, p. 480). Some cervical vertebrae from the Bielefeld skeleton also indicate proportions that are wider and slightly higher than long. This differs from *Westphaliasaurus simonsensii* (see SCHWERMANN & SANDER, 2011, Tab. 1) and other typical plesiosauroids (after BROWN, 1981) in which the cervical centra are longer than high. As in most Jurassic

und anderen typischen Plesiosauroiden (nach BROWN, 1981), deren Cervicalwirbelcentra länger als hoch sind. Wie bei den meisten jurassischen Plesiosauriern sind die Artikulationsflächen der Cervicalwirbelcentra stark amphicoel; die Rippenfacetten (Diapophyse und Parapophyse) sind nicht weit voneinander getrennt und ein lateraler longitudinaler Grat ist nicht ausgebildet (siehe BENSON et al., 2012, Merkmale 117, 118 und 122). Ebenso reichen die Neuralbögen der Cervicalwirbel nicht bis zur den Rippenfacetten herab, wie dies bei den toarcischen 'pliosauromorphen' *Hauffiosaurus* spp. zu finden ist (siehe BENSON et al., 2011). Die Proportionen der Caudalwirbel (die Centra sind breiter als hoch) sind für viele 'plesiosauromorphe' Plesiosaurier des Jura (u.a. *Westphaliasaurus*) typisch, finden sich aber auch bei einigen 'pliosauromorphen' Taxa (siehe BENSON et al., 2012, Merkmal 153). Die Facetten für die Caudalrippen befinden sich dorsolateral und kontaktieren fast die Neuralbögen.

Von dem Appendikularskelett liegt unter anderem die fast vollständig erhaltene rechte Scapula vor (Abb. 2B). Der craniale Rand des dorsalen Fortsatzes der Scapula ist in Lateralansicht nur leicht gewölbt, ähnlich wie bei *Occita-*

plesiosaurs the articular faces of the cervical centra are strongly amphicoelous; the rib facets (diapophysis and parapophysis) are not broadly separated and a lateral longitudinal ridge is not present (see BENSON et al., 2012, characters 117, 118 and 122). Likewise, the neural arches of the cervical vertebrae do not participate in the rib facets, a feature otherwise evident in the Toarcian 'pliosauromorph' *Hauffiosaurus* spp. (see BENSON et al., 2011). The proportions of the caudal vertebrae (the centra are wider than high) are typical for many Jurassic 'plesiosauromorphs' (e.g. *Westphaliasaurus*), but are also manifest in some 'pliosauromorph' taxa (see BENSON et al., 2012, character 153). The facets for the caudal ribs are located dorsolaterally and almost contact the neural arches.

In the appendicular skeleton, the right scapula is virtually complete (Fig. 2B). In lateral view, the cranial margin of its dorsal process is only weakly convex over its length, similar to the condition in the plesiosauroid *Occitanosaurus tournemirensis* BARDET, GODEFROIT & SCIAU, 1999 from the Toarcian of southern France (see BARDET et al., 1999, plate 3, fig. 3+4). However, the medial side of the

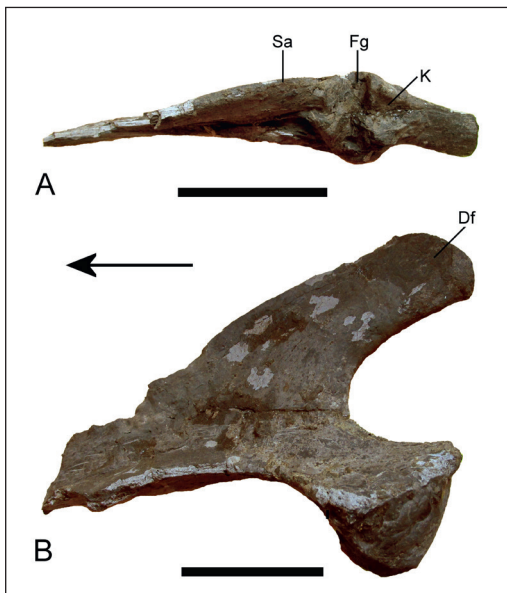


Abb. 2: (A) Caudaler Teil des rechten Ramus der Mandibula in dorsaler Ansicht. Fg. Fossa glenoidalis; K. Kerbe; Sa. Surangulare.

(B) Rechte Scapula in medialer Ansicht. Df. Dorsaler Fortsatz. Der Pfeil zeigt nach cranial. Die Maßstäbe entsprechen 5 cm.

Fig. 2: (A) Caudal part of the right ramus of the mandible in dorsal view. Fg. fossa glenoidalis; K. notch; Sa. surangular.

(B) Right scapula in medial view. Df. dorsal process. The arrow points cranially. Scale bars equal 5 cm.

nosaurus tournemirensis BARDET, GODEFROIT & SCIAU, 1999, einem Plesiosauroiden aus dem Toarcium von Südfrankreich (siehe BARDET et al., 1999, plate 3, fig. 3+4). Allerdings ist die mediale Seite des dorsalen Fortsatzes nur leicht craniocaudal konvex und bildet keine massive Verdickung, wie sie bei einigen jurassischen Formen zu finden ist (siehe BENSON et al., 2012, Merkmal 162). Nur ein unvollständiges Propodium ist erhalten. Sein distales Ende ist in dorsaler und ventraler Ansicht, wie bei den meisten jurassischen Plesiosauriern (siehe BENSON et al., 2012, Merkmal 184), einheitlich konvex.

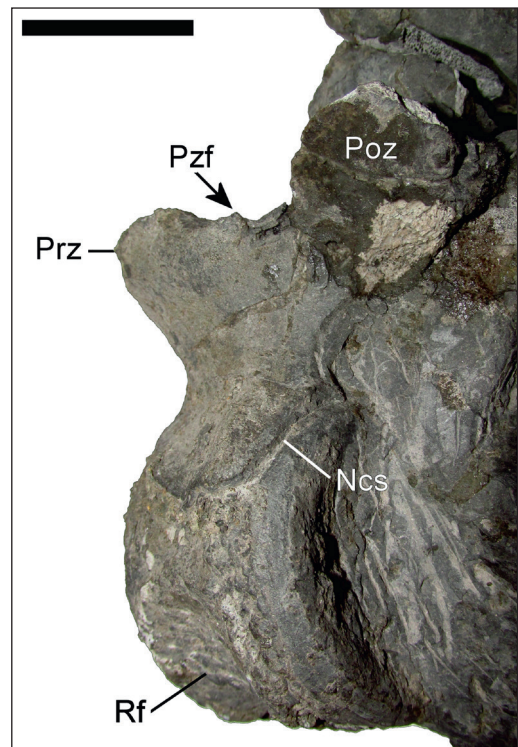
Letztlich zeigt das Bielefelder Stück eine Reihe von Merkmalen, die mit unpubliziertem Material aus dem Unteren Pliensbachium von England (EVANS, 2012) übereinstimmen, etwa: eine ähnliche Größe (2-3 m); ähnliche Proportionen der Cervicalwirbel; die Ausbildung von parazygapophysealen Fortsätzen (kleine, lateral sitzende und nach caudal gerichtete Dornen, die sich caudad der Präzygapophysen befinden; siehe Abb. 3), die zumindest an einem Cervicalwirbel erhalten sind und eine ventrolaterale Erweiterung der Scapula (im englischen scapular shelf genannt).

dorsal process is gently convex and does not contribute to a prominent thickening as in some other Jurassic forms (see BENSON et al., 2012, character 162). Only one incomplete propodial is preserved. Its distal end is uniformly convex in dorsal and ventral aspects as in most Jurassic plesiosaurs (see BENSON et al., 2012, character 184).

Finally, the Bielefeld skeleton displays a number of features that are compatible with unpublished plesiosaur remains from the lower Pliensbachian of England (EVANS, 2012) including: similar size (2-3 m); similar cervical centrum proportions; parazygapophyseal processes (small, caudally directed spurs, situated laterally caudad of the prezygapophyses, see Fig. 3) present on at least one cervical vertebra; and a low scapular shelf.

Abb. 3: Cervicalwirbel in caudolateraler Ansicht. Ncs. Neurocentrale Suture; Poz. Postzygapophyse; Prz. Präzygapophyse; Pzf. Parazygapophysealer Fortsatz; Rf. Rippenfacetten. Der Maßstab entspricht 2 cm.

Fig. 3: Cervical vertebra in caudolateral view. Ncs. neurocentral suture; Poz. postzygapophysis; Prz. prezygapophysis; Pzf. parazygapophyseal process; Rf. rib facets. Scale bar equals 2 cm.



4. Schlussfolgerung

Das Plesiosaurier-Skelett aus Bielefeld-Jöllenbeck ist fragmentarisch erhalten und repräsentiert ein Individuum das osteologisch nicht ausgewachsen war, was an der neurocentralen Suture zu erkennen ist (siehe Abb. 3), die das Wirbelcentrum und die Neuralbögen trennte und erst bei älteren Individuen verschmolz (BROWN, 1981). Dennoch ist das Bielefelder Exemplar (Abb. 4) einer der vollständigsten Plesiosaurier-Funde, die weltweit aus dem Pliensbachium bekannt sind. Des weiteren unterscheidet es sich von den anderen bisher aus dem Pliensbachium publizierten Taxa *Cryonectes neustriacus* und *Westphaliasaurus simonsensii* und zeigt somit, dass eine neue, rätselhafte Gattung aus dem deutschen Unterjura vorliegt. Die ungewöhnliche Kombination von Merkmalen des Bielefelder Stückes zeigt Ähnlichkeiten zu unpubliziertem Material aus dem Unteren Pliensbachium von England (EVANS, 2012). Allerdings möchten wir diese erst beurteilen, wenn das Exemplar formell beschrieben und eine detaillierte Auswertung der Reste aus Bielefeld-Jöllenbeck vorgenommen wird.

4. Conclusions

The Bielefeld-Jöllenbeck plesiosaur skeleton is fragmentary and represents an osteologically immature individual, as indicated by the unfused neurocentral sutures (see Fig. 3) separating the vertebral neural arches and centra (BROWN, 1981). Despite this, it is one of the most complete specimens yet known from the Pliensbachian worldwide (Fig. 4). Critically, it also differs from other currently published Pliensbachian taxa, namely *Cryonectes neustriacus* and *Westphaliasaurus simonsensii*, and thus evidences a novel cryptic genus from the German Early Jurassic. Notably, an unusual combination of features in the Bielefeld specimen is reminiscent of unpublished plesiosaur material from the lower Pliensbachian of England (EVANS, 2012). However, we have elected to refrain from further evaluation until a more detailed assessment of the Bielefeld-Jöllenbeck remains becomes tenable.

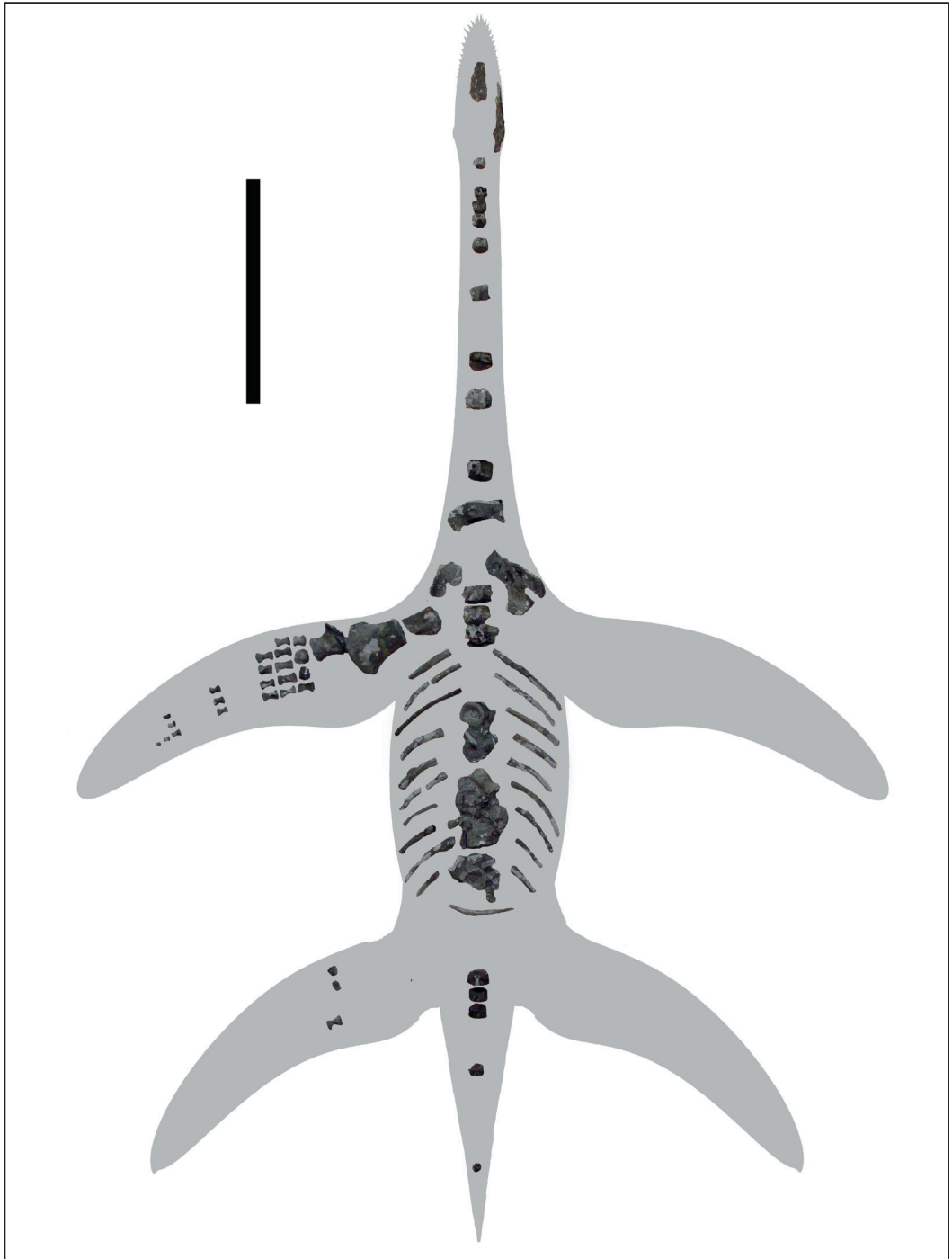


Abb. 4: Umriss-Rekonstruktion des Plesiosaurier-Fundes aus Bielefeld-Jöllenbeck in dorsaler Ansicht. Die Position der individuellen Elemente, sowie die Proportionen sind unverbindlich. Der Maßstab entspricht 50 cm.
Fig. 4: Outline reconstruction of the Bielefeld-Jöllenbeck plesiosaur specimen in dorsal view. Positioning of the individual elements and proportions are tentative. Scale bar equals 50 cm.

5. Literatur / Literature

- BARDET, N. P., GODEFROIT, P. & SCIAU, J. (1999): A new elasmosaurid plesiosaur from the Lower Jurassic of Southern France. *Palaeontology* **42**: 927–952.
- BENSON, R. B. J., KETCHUM, H. F., NOË, L. F. & GÓMEZ-PÉREZ, M. (2011): New information on *Hauffiosaurus* (Reptilia, Plesiosauria) based on a new species from the Alum Shale Member (Lower Toarcian: Lower Jurassic) of Yorkshire, UK. *Palaeontology* **54**: 547–572.
- BENSON, R. B. J., EVANS, M. & DRUCKENMILLER, P. S. (2012): High Diversity, Low Disparity and Small Body Size in Plesiosaurs (Reptilia, Sauropterygia) from the Triassic–Jurassic Boundary. *PLoS ONE* 7(3): e31838. doi:10.1371/journal.pone.0031838
- BENSON R. B. J., KETCHUM, H. F., NAISH, D. & TURNER, L. E. (2013): A new leptocleidid (Sauropterygia, Plesiosauria) from the Vectis Formation (Early Barremian–early Aptian; Early Cretaceous) of the Isle of Wight and the evolution of Leptocleididae, a controversial clade. *Journal of Systematic Palaeontology* **11**: 233–250.
- BROWN, D. S. (1981): The English Upper Jurassic Plesiosauroidea (Reptilia) and a review of the phylogeny and classification of the Plesiosauria. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology Series* **35**: 253–347.
- EVANS, M. (2012): A new genus of plesiosaur (Reptilia: Sauropterygia) from the Pliensbachian (Early Jurassic) of England, and a phylogeny of the Plesiosauria. Unpubl. ph.D. Thesis. University of Leicester. 397 S; Leicester.
- HUNGERBÜHLER, A. & SACHS, S. (1996): Ein großer Ichthyosaurier aus dem Pliensbachium von Bielefeld. *Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgegend* **37**: 15–52, Bielefeld.
- KETCHUM, H.F. & BENSON, R.B.J. (2010): Global interrelationships of Plesiosauria (Reptilia, Sauropterygia) and the pivotal role of taxon sampling in determining the outcome of phylogenetic analyses. *Biol. Rev.* **85**: 361–392, Cambridge.
- O'KEEFE, F.R. (2002). The evolution of plesiosaur and pliosaur morphotypes in the Plesiosauria. *Paleobiology* **28**: 101–112, Boulder.
- SCHUBERT, S. (2007): Das Ober-Pliensbachium (Domerium) der Herforder Liasmulde – Teil 1 – Die Aufschlüsse. *Geol. Paläont. Westf.*, **68**: 1–90, Münster.
- SCHWERMANN, L. & SANDER, P.M. (2011): Osteologie und Phylogenie von *Wesphaliasaurus simonsenii*: ein neuer Plesiosauride (Sauropterygia) aus dem unteren Jura (Pliensbachium) von Sommersell (Kreis Höxter), Nordrhein-Westfalen, Deutschland. *Geol. Paläont. Westf.* **79**: 1–56, Münster.
- VINCENT, P., BARDET, N. & MATTIOLI, E. (2013): A new pliosaurid from the Pliensbachian, Early Jurassic of Normandy, Northern France. *Acta Pal. Pol.* **58**: 471–485, Warschau.
- WEGNER T. H. (1914): *Brancasaurus Brancai* n. g. n. sp., ein Elasmosauride aus dem Wealden Westfalens. *Festschrift für Wilhelm Branca zum 70. Geburtstag* 1914. Leipzig, Borntraeger. pp. 235–305.