

Fossiler Tiefseeboden im Museum

Einzigartiges Belemnitenschlachtfeld im Oberen Unter-Campanium (obere Quadrata-Zone), Ahlen-Formation, Baculitenschichten (Baculitenmergel), Oberkreide des westfälischen Altenberge (Kreis Steinfurt)

WO ZU SEHEN? Das Museum Zurholt in der westfälischen Gemeinde Altenberge (Kreis Steinfurt) zeigt ein weltweit fast einzigartiges Belemnitenschlachtfeld (engl. „belemnite battlefield“) mit mindestens 500 Rostren der Belemniten *Belemnitella praecursor praecursor* STOLLEY, 1897 und je einem Rostrum von *Goniotoothis quadrata quadrata* (DEFRANCE, in DE BLAINVILLE, 1827) und *Goniotoothis quadrata gracilis* (STOLLEY, 1891). Es bildete sich vor etwa 80 Mill. Jahren als anorganische (tektonisch-sedimentäre) Ansammlung in einer strömungsbedingten Auskolkung am Boden des Kreidemeeres in etwa 250-500 m Wassertiefe. Zu sehen ist die **Unterseite der Platte** mit ca. 0,5 m³ (128 x 90 x 45 cm) mit einem Gewicht von etwa 1 Tonne. Bisher gibt es nur die eine Abbildung in ZURHOLT (2010). Der seltene und großwüchsige *Belemnellocomax grossouvrei* (JANET, 1891) fehlt hier. Allerdings beschrieb man ihn zuerst aus Frankreich und fand ihn dann 1916 beim Kanalschleusen-Ausbau in Münster-Coerde in gleichalten Schichten.



Abb. 1 Belemniten-Schlachtfeld mit ca. 500 Rostren, Obere Kreide, oberes Unter-Campanium, Ahlen-Formation, Altenberger Stein, Mergelkamp, Baugebiet Lüttke Berg, Altenberger Höhenrücken, Altenberge, Kreis Steinfurt, Westfalen, GPS Koordinaten 52.0380877, 7.4662815.

Größe 1,28 x 0,90 cm.

Museum Zurholt,
Altenberge (Westfalen).

DIE BELEMNITEN: Die Unterart *Belemnitella praecursor praecursor* STOLLEY, 1897 gehört zur Gattung *Belemnitella* D'ORBIGNY, 1842 und zusammen mit der Gattung *Goniotoothis* BAYLE, 1878 zur Familie der Belemnitellidae PAVLOW, in SCHWETZOV, 1913, Ordnung Belemnitida v. ZITTEL, 1884, Unterklasse Coleoidea BATHER, 1888 innerhalb der Klasse Cephalopoda CUVIER, 1794. Nach CHRISTENSEN & SCHMID (1987, S. 9-16, Abb. 4, Taf. 1, Fig. 1-14) kommt die Unterart ausschließlich in Norddeutschland vor. Die Art selbst ist aus Kansas, England, den Niederlanden, Belgien, Polen, der Ukraine, Rußland und Kasachstan beschrieben, lebte dort aber länger (Mittel-Santonium bis Unter-Campanium). Im Schlachtfeld gibt es erhaltungsbedingt keine hornigen Reste oder Weichteile der Belemniten, weil sie vermutlich vorher verwest sind, also auch keine Proostraca, Kiefer oder Fanghäkchen. Das spricht für eine Herkunft der Belemniten-Rostren aus einem ehemals sauerstoffreichen Milieu im Flachwasser.



Abb. 2 Fünf Exemplare von *Belemnitella praecursor praecursor*. Längstes Rostrum 10 cm. Ausschnitt aus Abb. 1. – **Abb. 3** *Gonioteuthis quadrata gracilis* (rechts unten, etwas bedeckt). Länge ca. 6 cm. Ausschnitt aus Abb. 1. – **Abb. 4** *Gonioteuthis quadrata quadrata* im Schlachtfeld. Länge 8 cm. Ausschnitt aus Abb. 1.

Die BESTIMMUNG DER ROSTREN ist bei der artenreichen Gattung *Belemnitella* D'ORBIGNY, 1842 (Mittel-Santonium-Ober-Maastrichtium) selbst für Spezialisten und bei nicht ausreichend guter Erhaltung kaum möglich: Die Taxonomie der variablen, ziemlich ähnlichen Arten ist äußerst kompliziert und erfordert eine genaue Längsspaltung der Rostren zur Ermittlung der notwendigen Meßwerte. Daher verwechselte man bisher *Belemnitella praecursor* meist mit ihrem Nachfolger, *Belemnitella mucronata* (v. SCHLOTHEIM, 1813). Um die Verwirrung noch zu erhöhen, unterschied man in Nordamerika, den Niederlanden, Belgien und Rußland zudem weitere Unterarten wie *Belemnitella praecursor alpha* NAJDIN, 1964, *Belemnitella praecursor media* NAJDIN, 1959, *Belemnitella praecursor mucronatiformis* JELETZKY, 1955, *Belemnitella praecursor submedia* NAJDIN, 1964, *Belemnitella mucronata alpha* JELETZKY, 1955, *Belemnitella mucronata anterior* STOLLEY, 1897, *Belemnitella mucronata postrema* NAJDIN, 1964, *Belemnitella mucronata praesenior* NAJDIN, 1964, *Belemnitella mucronata profunda* NAJDIN, 1964 und *Belemnitella mucronata senior* NOWAK, 1913, die auch in Westfalen vorkommen könnten.

FUNDORT UND GEOLOGIE: Die Platte gehört zu einer der vier Kalkbänke des **Altenberger Steins**. Geologisch ordnet man ihn der Ahlen-Formation des oberen Unter-Campanium zu, der Zone der *Gonioteuthis quadrata quadrata*. Sie ist damit etwa 80 Mill. Jahre alt. 1997 barg sie der Amateursammler EUGEN ZURHOLT beim Bau eines Regen-Rückhaltebeckens am Mergelkamp im Neubaugebiet Lüttke Berg, einer Baugrube im Altenberger Höhenrücken, Gemeinde Altenberge, Kreis Steinfurt in Westfalen (Kartierung der Gegend durch HESCHL-GRIEBER 1974 und STAUDE 1986; 1989). Auf der Welt in dieser Entstehungsart und Zeit kein zweites Mal vorhanden, erfüllt diese Fossilanreicherung die Bedingungen für ein **Bewegliches Bodendenkmal** nach dem Denkmalschutzgesetz NRW von 1980. Nur im obersten Jura und der Unter-Kreide der Antarktischen Halbinsel (Alexander Island) entdeckte man auf dieselbe Weise entstandene, noch dichter mit Belemniten-Rostren erfüllte Belemniten-Schlachtfelder (siehe unter „Belemniten-Schlachtfelder“). Bei einer Dicke von 50-90 cm enthalten sie hochgerechnet die phantastische Zahl von rund 500 Millionen Belemniten-Rostren je km² (DOYLE & MACDONALD 1997, S. 73-76), die dort noch viel dichter gepackt sind als in der Altenberger Platte (ca. 430 Mill./m²). Der Altenberger Stein führt auch sonst um Münster-Nienberge und Altenberge an seiner Basis meist eine dünne, grobkörnige Fossilpackung aus umgelagerten Fossilien (Fischzähne, Belemniten) und Gesteinstrümmern des Flach- und Tiefwassers über einer Lage von verhärteten, gerundeten Mergelsteinknollen bis 15 cm Durchmesser, die durch ein Seebeben zustande kam. Zwei bei Münster-Nienberge über diesen Knollen gefundene große Fische sind deshalb auch stark gekrümmt (siehe unter „Fossilinhalt“). Die nach oben abnehmende Korngröße der Kalkbank (gradierte Schichtung) und die dachziegelartige Lagerung der Mergelsteinknollen verraten die Entstehung durch ein Seebeben und den nachfolgend niedergegangenen Trübestrom (Turbidit). Zu sehen ist dies alles an einem ca. 10 kg schweren, überdurchschnittlich gut erhaltenen, verkieselten Gesteinsblock, von der Saale-Eiszeit als Geschiebe

nach Münster-Gievenbeck verfrachtet (Geologisches Museum der Universität Münster). Als Abtragungsprodukte bei der Erosion der nördlich gelegenen, tektonisch angehobenen Ibbenbürener Scholle des Teutoburger Waldes (DROZDZEWSKI & DÖLLING 2018) finden sich in der Platte Fremdgerölle wie ein **Feuerstein** aus der Ober-Kreide, etliche dunkle **Phosphorite** mit Schwammnadeln und Radiolarien, teils ehemalige fossile Magensteine unbekannter Meeresreptilien (vgl. HÖLDER 1955a, S. 84-88, Taf. 1), aus dem Albium sowie **Ölschieferfetzen** aus dem Wealden (festländische Unter-Kreide) des nordwestlichen Münsterlandes.

Als FOSSILINHALT finden sich im Belemniten-Schlachtfeld etwa 500 ganze Rostren und Trümmer der Belemniten *Belemnitella praecursor praecursor* STOLLEY, 1897 sowie je einer *Goniot euthis quadrata quadrata* (DEFRANCE, in DE BLAINVILLE, 1827) und einer *Goniot euthis quadrata gracilis* (STOLLEY, 1891). Der in gleichalten Schichten beim Bau einer Kanalschleuse 1916 gefundene, große, jedoch seltene *Belemnello camax grossouvrei* (JANET, 1897) (Geologisches Museum der Universität Münster) fehlt im Altenberger Schlachtfeld. In Belemniten-Rostren aus Altenberge wies HOFMANN (1996, S. 30-31, Taf. 3, Fig. 5; Taf. 11, Fig. 2) bohrende Organismen wie *Dendrina* bereits früher nach (auch im Schlachtfeld zu sehen). Ferner entdeckt man auf der Platte einzelne Muscheln (*Spondylus*, Pectiniden), Haizähnen, Platten von Rankenfüßlern (Cirripedier), *Tetraserpula*, Seeigel (*Phymosoma* sp.) und Seestern-Asseln (*Nymphaster studlandensis*). Typisch für eine Aufarbeitung sind unterschiedliche Erhaltungszustände der Fossilien und dass zahlreiche von ihnen zerbrochen sind. In Essigsäure aufgelöst findet man im Gestein agglutinierte, säurefeste Foraminiferen, wie sie für den etwas jüngeren Baumberger Sandstein der Baumberge typisch sind, Glaukonit und kleine Quarzkörner. Diese relativ artenarme Fauna aus Flach- und Tiefwasserarten ist typisch für eine **größere Wassertiefe** in der flacheren Tiefsee (Kontinentalabhang), was auch die planktonischen Zwerg-Seelilien (Roveacrinidae indet.) und Radiolarien (*Dictyomitra multicostata* v. ZITTEL) aus dem Tonmergelstein zwischen den Bänken des Altenberger Steins bestätigen. Im 19. Jahrhundert und beim Autobahnbau der A1 in den fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts lieferte der Altenberger Stein in Münster-Nienberge große Hochseefische wie *Sphenocephalus fissicaudus* AGASSIZ und *Histieus macrocoelius* v. D. MARCK (v. D. MARCK, 1885, S. 239). Zwei große, gekrümmte Exemplare vom Autobahnbau beherbergt heute noch das Geologische Museum der Universität Münster.



Abb. 5 Zwei Seesternasseln, Teil des Skeletts von *Nymphaster studlandensis*. Größe 8 mm. Ausschnitt aus Abb. 1. – **Abb. 6** Umgelagertes Phosphorit-Geröll aus dem Albium des nördlichen Münsterlandes (vermutlich Magenstein eines unbekanntes marinen Reptils). Größe 2 cm. Ausschnitt aus Abb. 1. – **Abb. 7** Umgelagerter Feuerstein aus der Ober-Kreide (Schreibkreide) des nördlichen Münsterlandes oder Emslandes. Größe 2,5 cm. Ausschnitt aus Abb. 1.

Das ALTENBERGER BELEMNITEN-SCHLACHTFELD: Den Begriff „**Belemniten-schlachtfeld**“ prägte der württembergische Geologe FRIEDRICH AUGUST VON QUENSTEDT (1809-1889) im Jahr 1856. Er bezog ihn aber ursprünglich auf Fundstellen im württembergischen Unter-Jura. Hier wittern Belemniten-Rostren oft massenhaft aus dem Gestein heraus und zerbrechen dann. Sie liegen

dann auf dem Erdboden, „Gestein, das oft einem förmlichen Schlachtfeld gleicht“. ABEL (1916) erweiterte aber im heutigen Sinn QUENSTEDTS Definition auf fossile Anhäufungen von Belemniten-Rostren im Jura und der Kreide. Weniger reichhaltige, nicht so verfestigte, gleichalte *Belemnitella*-Anreicherungen wie in Altenberge fand W. RIEGRAF 1986-2012 in entsprechenden Schichten in Baugruben von Billerbeck, Münster-Gievenbeck, Everswinkel, Ennigerloh, Beckum und Ascheberg (Westfalen).

Die Altenberger Platte ist jedoch kein Überrest eines „**erbrochenen Sauriermahls**“, wie ein englischer Paläontologe (ANONYMUS 2002; DOYLE 2002, S. 46) recht unwissenschaftlich phantasierte. Sonst würde man Bißspuren auf den Rostren, zerbissene Rostren, die Fanghäkchen oder Spuren der Magensäure an den Belemniten finden. Als echte Fraßreste kommen in bituminösen Schiefnern des Unter-Jura von Südwestdeutschland und England Belemnitenteile in den Mageninhalten des Haies *Hybodus hauffianus* E. FRAAS (BROWN 1900, S. 159, Taf. 16, Fig. 1; M. SCHMIDT 1921, S. 103-106; DOYLE & MACDONALD 1993, S. 69, 77, Abb. 2) sowie von Fischen, Ichthyosauriern, Plesiosauriern und marinen Krokodilen aus dem Unter- bis Ober-Jura vor (HÖLDER 1955b; KELLER 1976; MARTILL 1986; POLLARD 1968; 1990). Deshalb glaubte NAEF (1922, S. 222, Abb. 81) irrtümlich, Ichthyosaurier seien die Verursacher von Belemniten-Schlachtfeldern. In Wirklichkeit bissen die mutmaßlichen Räuber vermutlich nur Kopf und Fangarme ab und spuckten die unverdaulichen und scharfkantigen Hartteile sofort wieder aus, die man ab und zu findet (POLLARD 1968; RIEGRAF 1977, S. 123, 125, Abb. 4; 1981, S. 124, Abb. 254A-F; RIEGRAF & HAUFF 1983, S. 472, 474, Abb. 2a-b, 3c; SEILACHER 1983, S. 327-329, Abb. 1). Die etwa 250 Belemniten-Rostren im Magen des genannten Haies sind bis heute wissenschaftlich nicht zu erklären und führten möglicherweise zum Tod des Tieres. Vermutlich zeigte der Hai ein ungewöhnliches, gestörtes Freßverhalten. Paläontologen glauben, dass solche Fraßreste jedoch nicht ausreichten, um Massenansammlungen am Meeresboden zu bilden. Allerdings dürfte bei der Vielzahl der Rostren im Schlachtfeld dieses auch etliche Exemplare enthalten, die ursprünglich Räubern zum Opfer fielen. Sie vermischten sich dann aber mit der Mehrzahl der anders gestorbenen Belemnitentiere. Im jetzigen Zustand der Umlagerung ist dies aber nicht mehr sicher festzustellen.

Die kalmar-ähnlichen Belemniten starben hier auch nicht nach einer **Paarung**: Alljährlich kommen Kalmare in den heutigen Ozeanen massenhaft zur Paarung zusammen, legen ihre Eier ab und sterben dann ausnahmslos (FIELDS 1965; MANGOLD 1987). Bekannt ist der TV-Film „Hochzeit der Kalmare“ des verstorbenen Meeresforschers JACQUES COUSTEAU (COUSTEAU & DIOLÉ 1973). Vermutlich geschieht das Massensterben, damit die gierigen Kalmare nicht ihre eigenen Jungen auffressen. Ein solches Massensterben ist bisher fossil nirgends nachgewiesen. So müssen wir diese Art der Entstehung hier ausschließen. Denn die Platte zeigt nämlich als Gegenbeweis alle Altersstadien, nicht nur Rostren erwachsener Tiere. Alle diese Rostren sind deutlich sichtbar von einer starken Strömung eingeregelt.

ENTSTEHUNG DES BELEMNITEN-SCHLACHTFELDS: Es kam eindeutig **anorganisch (tektonisch-sedimentär)** zustande, nicht biologisch.

Biologische Ursachen dürften jedoch die Belemniten-Rostren auf dem Außenschelf bereits vor der Umlagerung angereichert haben, wie weiter unten unter „Belemniten-Schlachtfelder“ aufgezählt. Belemniten lebten zu dieser Zeit wohl auf dem Schelf in Teilen Westfalens zahlreich. Dann gab es vermutlich ein heftiges Seebeben, keine Seltenheit in dieser tektonisch unruhigen Zeit der Ober-Kreide, als sich der Atlantik öffnete und Europa immer weiter von Nordamerika entfernte (Plattentektonik). Dieses Seebeben führte vermutlich zum Abgang größerer Sedimentmengen am geneigten Meeresboden des Schelfabhangs. Im Sediment kamen vorher auf dem Schelf im Laufe der Zeit viele Belemniten-Rostren zur Einbettung. Als sich nun der Meeresboden durch Abrutschung in Bewegung setzte, entstand ein Trübestrom (*turbidity current*, Turbidit) mit einer starken Strömung infolge der ungeheuren Energie des Vorgangs. Ein Trübestrom (Gemisch Wasser-Schlamm) verfrachtete Sediment sowie lebende und tote Organismen oft über tausende Quadratkilometer in größere Meerestiefen. Bei nachlassender Geschwindigkeit setzen sich zuerst die schweren Bestandteile entsprechend der Schwerkraft ab, später die leichteren und feineren. Dadurch entstand eine von unten

nach oben immer feinkörnigere Ablagerung (Gradierung), an der ein kundiger Geologe Turbidite erkennt. Zuunterst liegen häufig Fossilien in bester Erhaltung angereichert, was Paläontologen und Amateursammler grundsätzlich freut. Feinstes Sediment versiegelt am Schluß diesen fossilen „Friedhof“ – so entstehen u. a. auch Belemniten-Schlachtfelder. Bei solch rascher Verschüttung mit Sediment bleiben manchmal auch Weichteile relativ gut erhalten, jedoch nicht so beim Altenberger Schlachtfeld.

Die Belemniten der hier beschriebenen Platte sind deutlich sichtbar von der Strömung eingeregelt. Denn Belemniten-Rostren liegen – fossil eingelagert – meist mit der Spitze gegen die Hauptströmungsrichtung. Letztere ermittelt man durch Markierung der Nordrichtung auf der Platte bei der Bergung. Dann mißt man mindestens 100 Rostren ein und bekommt somit eine statistisch ermittelte Strömungsrichtung. Da jedoch Rostren bis etwa 5 cm oft auch quer zur Strömung liegen, sollte man zur Sicherheit nur Rostren >5 cm einmessen. Solche ausgewerteten Strömungsdiagramme zeigen beispielsweise RIEGRAF, WERNER & LÖRCHER (1984, S. 24, Abb. 6) aus dem Unter-Toarcium von Reutlingen-Ohmenhausen und URLICHS (1971, S. 73, 75, Abb. 4-5, Taf. 3) aus Franken. Auf manchen Schlachtfeldern liegen jedoch die Belemniten-Rostren alle derart in einer Richtung, dass man die Strömungsrichtung bereits ohne Messungen erkennt (HÖLDER & STEINHORST, 1964, S. 55, Abb. 53, Unter-Jura von Eislingen bei Göppingen).

Hätte man bei der Bergung der Altenberger Platte darauf die Nordrichtung markiert, wüßte man, woher die Strömung damals kam, vermutlich aus höher gelegenen Meeresgebieten im Nordwesten oder Norden: Hier ließ ein starkes Seebeben untermeerisch am Kontinentalabhang eine größere Scholle abbrechen. Deren unverfestigtes Sediment raste als Gemisch aus Schlamm und Wasser (= Trübestrom, Turbidit) in die Tiefe – ähnlich wie eine Schneelawine. Das brachte zahlreichen Meereslebewesen den Tod. Auf dem Tiefseeboden setzten sich Schlamm, die Reste der toten Organismen und die Bestandteile des erodierten Meeresbodens ab – nach Form und Gewicht sortiert. Dabei wirkte der feine Schlamm wie ein Leichentuch und führte zu einer besonders gut erhaltenen Fossilansammlung (Fossilagerstätte). Trübestrome sind in der westfälischen Ober-Kreide verbreitet und bei Geologen wohlbekannt. Mitgeführter Kalk im Sediment ließ die Belemnitenplatte im Laufe der Zeit und unter dem Gesteinsdruck letztlich zu einem stabilen, sandig-glaukonitischen Kalksandstein aushärten.

Abschließend ist zu berichten, dass die Saale-Eiszeit ein etwa 30 cm großes, erodiertes Bruchteil dieser Belemnitenansammlung vom Altenberger Raum **bis Münster-Amelsbüren** verfrachtete (Privatsammlung HANNING).

Altenberger Stein

Der **Altenberger Stein** (STAUDE 1986, S. 35, 84; STAUDE 1989, S. 31) heißt auch **Altenberger Kalkstein** (MARKS & SCHROEDER 2013, S. 137, 138, 145, Abb. 13a, 13c), **Nienberger Stein** oder **Altenberger Schollenkalk** (MIRWALD 1988, S. 135-136), ist ein Schichtglied (engl. *member*) der heutigen Ahlen-Formation (NIEBUHR et al. 2007, S. 113-144; KAPLAN 2009, S. 80-83, Abb. 59). Petrographisch handelt es sich um einen sandig-glaukonitischen Kalkstein mit mikroskopisch kleinen, zahllosen Resten fossiler Organismen (KETTELHACK 1992; MIRWALD, 1988, S. 135-136, hier petrographisch genauer untersucht). Lokal fand er als Baustein in Altenberge (Kirche, Speicher in EPPERT-SCHEPERS 1985, S. 62, Abb. 42), Münster-Nienberge (Kirche) und bei den Türmen der Kirchen in Münster vielfach Verwendung (MARKS & SCHROEDER 2013, S. 137, 138, 145, 146, Abb. 13a, 13c), so auch bei den Westtürmen des St. Paulus-Doms. Grund ist seine größere Verwitterungsbeständigkeit und Druckfestigkeit (viermal höher) als beim bekannteren Baumberger Sandstein. Er verwittert rostbraun bis rostgelb und bricht in Platten, im Gegensatz zum ungeschichteten, poröseren und hell verwitternden Baumberger Sandstein. Die Saale-Eiszeit verfrachtete vor etwa 300.000 Jahren den Altenberger Stein als eiszeitliches Geschiebe vom Ursprungsort nach Süden, sodass er sich mit Fossilinhalt in Baustellen in Münster häufiger fand.

Früher hieß die Ahlen-Formation um Altenberge nach dem häufigsten Ammoniten *Baculites* auch **Baculitenschichten** (HOSIUS 1860b, S. 89; C. F. ROEMER 1854a, S. 130) oder Baculitenmergel (LORSCHIED 1866). Der Name „Altenbergerstein“ erscheint erstmals in einem Liefervertrag des bekannten Bildhauers GERHARD GRÖNINGER (1582-1652) von **1631**: Er hatte Altenberger Stein für bildhauerische Zwecke (Kirchenbau) in Münster angekauft (KOCH 1905, S. 251).

Geologisch ist der Altenberger Stein ein **Turbidit**, ein grobkörniger Teil der Ablagerung eines Trübestroms (*turbidity current*). Dieser begann infolge eines Seebebens als untermeerischer Abbruch des Außenschelfes und raste als todbringende Mischung aus Schlamm und Wasser vom Schelfrand in die Tiefsee. Hier lagerten sich seine Bestandteile nach Form und Gewicht allmählich auf dem Meeresboden wieder ab (gradierte Schichtung), wobei sich die feinsten Schlammbestandteile in Form von Tonmergelstein über den Kalksteinbänken ablagerten, wie schon weiter oben gesagt. Turbidite ersticken die Meeresfauna, bringen durch ihren Unterdruck die Schwimmblase von Fischen zum Platzen und liefern – weil sie die Organismenleichen rasch und schützend überdecken – oft bekannte und bei Paläontologen und Amateursammlern gleichermaßen gesuchte Fossilagerstätten. Beispiele sind das hier beschriebene Belemniten-Schlachtfeld oder die oben erwähnten Fischfunde aus dem Altenberger Stein. Bekannt sind Turbidite, weil sie die Transatlantik-Telefonkabel zwischen Nordamerika und Europa verschiedentlich zerstörten. Im Meer vor der Küste Neufundlands gehen immer wieder gewaltige Turbidite in die Tiefe ab, die binnen Stunden bis tausende von km² am Tiefseeboden mit Sediment bedecken. Gleichzeitig lösen solche Abbrüche verheerende **Tsunamis** aus.

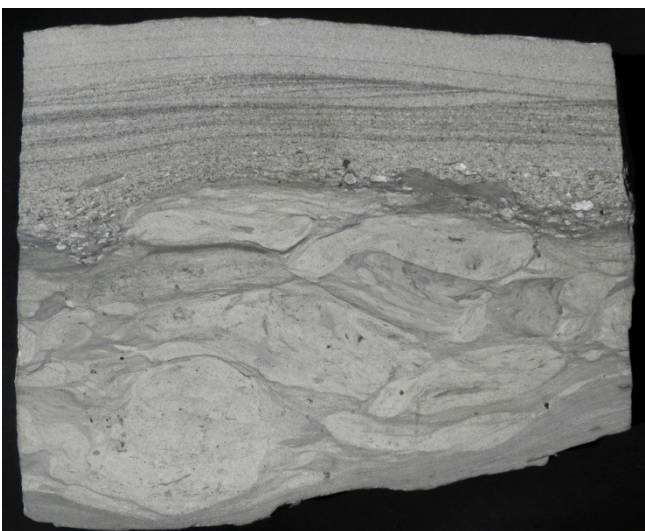


Abb. 8 Anschliff eines verkieselten und daher schleifbaren Altenberger Steins mit basaler Lage aus Tonmergelstein-Geröllen und Fossilbrekzie aus überwiegend Flachwasserorganismen. Pleistozänes Lokalgeschiebe der Saale-Eiszeit aus Münster-Gievenbeck. Slg. W. RIEGRAF Nr. 7489. Gegenstück im Geologischen Museum der Universität Münster. Aus diesem Stück stammen auch die weiter unten erwähnten Foraminiferenarten der Gattung *Lituola*. Größe 23 x 19 cm. – **Abb. 9** *Thalassinoides* sp., Spurenfossil eines ?Krebses, im Altenberger Stein. Pleistozänes Lokalgeschiebe der Saale-Eiszeit aus Münster-Gievenbeck. Slg. W. RIEGRAF Nr. 5353. Plattenlänge 25 cm.

Der Altenberger Stein ist in Form von vier etwa 1 m mächtigen Lagen inmitten von grauen, feinkörnigen Tonmergelsteinen im Altenberger Höhenrücken (WESTHOFF 1907, S. 71-75) von Nordwalde über Altenberge, Münster-Nienberge, Münster-Kinderhaus bis in den nordöstlichen Teil von Münster verbreitet. Hier gab es seit dem Mittelalter am ehemaligen Hörster Tor (Schlachthof) nahe dem Staatsarchiv einen nach dem Zweiten Weltkrieg noch einmal kurz betriebenen, heute verfallenen Steinbruch (NORDHOFF 1873, S. 428-429). Abgebaut wurde er in kleinen Steinbrüchen. Der letzte der sogenannten „Domkuhlen“, bis vor einigen Jahrzehnten im Abbau befindlich, ist heute mit Wasser gefüllt und liegt am Hof Hinse in der Bauerschaft Hohenhorst nordöstlich der Altenberger

Straße im südlichen Teil des Altenberger Höhenzugs zwischen Münster-Nienberge und Altenberge. Der Altenberger Stein ist im Gegensatz zum leichter verwitternden Baumberger Sandstein etwa viermal druckfester und viel verwitterungsbeständiger. Man benutzte ihn auch als Straßenschotter (LORSCHIED (1866, S. 8-10), zur Herstellung von Branntkalk (LORSCHIED 1866, S. 8-9), für einen Speicher in Altenberge (EPPERT-SCHEPERS 1985, S. 62, tf. 42) und vor allem als Baustein für Kirchen in Altenberge, Münster-Nienberge, für die Westtürme des Doms in Münster und dessen Reparatur nach dem Zweiten Weltkrieg (KAPLAN 2008, S. 104, tf. 9E; KETTELHACK 1992; KOCH 1905, S. 251; MARKS & SCHROEDER 2013, S. 137, 138, 145, Abb. 13a, 13c; SAVELS 1904, S. 59; VESTRING-BUCHHOLZ 1993, S. 382; WEGNER 1927, S. 39; WIESCHEBRINK 1950, S. 52), für die Türme etlicher Kirchen, den Buddenturm und das barocke SCHLAUNSche Gefängnis in Münster. Ein Liefervertrag des bekannten Bildhauers GERHARD GRÖNINGER (1588-1642) von 1631 (KOCH 1905, S. 251) belegt die Verwendung des Altenberger Steins in Münster im 17. Jahrhundert.

Die etliche Zehnermeter mächtigen Tonmergelsteine der Baculitenschichten (HOSIUS (1860b, S. 89), in denen die vier Bänke des Altenberger Steins liegen, gewann man früher aus Mergelgruben zum Düngen der Felder. Sie liefern eine Reihe von **Fossilien** wie 6 mm lange, große Foraminiferen der Arten *Lituola nautiloidea* DE LAMARCK, 1804, *Lituola westfalica* BARTENSTEIN, 1952 (vgl. RIEGRAF 1998, S. 54-58), Korallen (*Parasmilia centralis*), Schwämme (*Coscinopora*, *Ventriculites*, *Verruculina*), Muscheln (*Spondylus spinosus*), Ammoniten (*Baculites* = Baculitenmergel), Belemniten, Nautiliden (*Eutrephoceras darupense*), Seeigel, Microcrinoiden (Roveacrinidae), Crustaceenreste, eine artenreiche Tiefsee-Mikrofauna mit viel fremdländischen Arten u. v. m. Von dieser Fauna ist ein Querschnitt im **Museum Zurholt** ausgestellt. Belemniten (*Belemnitella*) aus dem Campanium von Altenberge erwähnen bereits C. F. ROEMER (1854a, S. 130; 1854b) und HOSIUS (1860a, S. 320; 1869, S. 4, 6) sowie fossile Krebse SCHLÜTER (1862) aus danach bald wieder verfüllten Gruben.

Belemniten

Die Belemnitentiere (von griech. *belemnion*, Speer, Geschoß) gehören zur fossilen Ordnung Belemnitida v. ZITTEL, 1884, die Oberordnung Belemnomorpha BRONN, 1847 und damit in die heute noch lebende Unterklasse Coleoidea BATHER, 1888 innerhalb der Klasse Cephalopoda CUVIER, 1797 (Kopffüßer). Entstanden aus ähnlich aussehenden Tintenfischen mit riesigen Rostren der Ober-Trias (Aulacoceratida STOLLEY, 1919) lebten sie vom untersten Jura bis zur obersten Kreide fast weltweit in tieferen Bereichen der Schelf-Meere, manchmal in großen Mengen, besonders auf der Nordhalbkugel (subboreal-arktisch) und auf der Südhalbkugel (austral), aber kaum in der Tethys und den tieferen Ozeanen, die sie anscheinend mieden. So starben sie auch nach der Öffnung des Atlantiks und der Entstehung neuer Tiefseeräume in der Ober-Kreide allmählich aus. Durch Einrollung und unter Rückbildung des kalkigen Rostrums entstanden aus ihnen die bis heute lebenden Ordnungen der Sepiida und Spirulida, während etwa gleichzeitig die Ordnung der Octopoda auftrat. Kalmare der Ordnungen Prototeuthidida und besonders der Teuthidida (Oegopseina, Myopseina) nahmen jedoch ab der Ober-Kreide nach und nach den Platz der Belemnitida ein. Deren Aussterben in der obersten Kreide ging jedoch ein langsamer Niedergang seit dem Albium voraus. Dieser führte vom Cenomanium bis Maastrichtium zur Reduzierung der Artenzahl und ihrer Verbreitungsgebiete auf isolierte Bereiche auf der Nordhalbkugel (Belemnitellidae) und auf der Südhalbkugel (Dimitobelidae).

Unverwechselbare Kennzeichen der Belemniten sind (RIEGRAF 1999):

1. Ein meist massives Rostrum mit Anwachsstreifung zur Regelung des Auftriebs und des Schwimmens sowie als Schutz gegen räuberische Angriffe (Bisse). Es besteht überwiegend aus Calcit, untergeordnet auch aus Aragonit und organischer Substanz (β -Chitin, fossil in Francolith umgewandelt). Hohlräume in der Spitzenregion sind bei langgestreckten Rostren anzutreffen. Das Rostrum trägt bei der Familie der Belemnitellidae Eindrücke der Blutgefäße, die sich im Bereich der Kammerung bündeln und dann durch einen Ventralschlitz zum Phragmokon zogen, um diesen mit Blut zu versorgen. Diese Blutgefäße zeigen alle der auf dem Altenberger Belemniten-Schlachtfeld befindlichen Belemniten-Rostren. Die Rostren weisen weitere seitliche, meist paarige

Längsfurchen (1-2) auf, die wohl Flossenansätzen entsprachen. Daneben gibt es zwei Dorsolateralfurchen und eine Ventralfurche. Letztere verlagerte sich im Laufe der Stammesgeschichte von der Spitze in den Bereich der Kammerung und vertiefte sich dabei. Da sich diese Furchen entsprechend der Evolution mit der Zeit veränderten, erfolgt die systematische Einteilung danach und untergeordnet erst nach der Rostrumform oder -beschaffenheit;

2. ein gasgefüllter **Phragmokon** mit einem randständigen **Sipho** auf der Ventralseite für den Nervenstrang und mit zahlreichen Kammern zur Regelung des Auftriebs (Aufstieg und Absinken);
3. acht fanghakenbewehrte kürzere und zwei längere, mit je einem großen Fanghaken (Tentakelhaken = **Onychites**; normale Haken: **Paraglycerites**) bewehrte **Fangarme** (RIEGRAF 1996; RIEGRAF & HAUFF 1983). Die messerscharfen, dolchartigen Tentakelhaken dienten dabei ausschließlich dem Beutefang (wohl überwiegend Fische) und waren keinesfalls Kennzeichen für einen Sexualdimorphismus, wie vereinzelt behauptet wurde. Merkwürdigerweise sind solche Fanghaken heute einzig bei der besonders räuberisch lebenden Familie Onychoteuthididae zu finden, während alle übrigen lebenden Coleoidea nur Saugnäpfe und mit kleinen Haken versehene Saugnäpfe aufweisen;
4. ein spatelförmiger, dünner **Gladius (Proostracum)**, kantig oder gerundet endend, fossil sehr selten erhalten (RIEGRAF & HAUFF 1983);
5. ein **Tintenbeutel**, Kiefer, Stützknorpel am Kopfansatz und sicher zwei große Seitenflossen. Die Flossen fand man bisher nicht – sie lassen sich nur anhand der Rostrumfurchen vermuten.

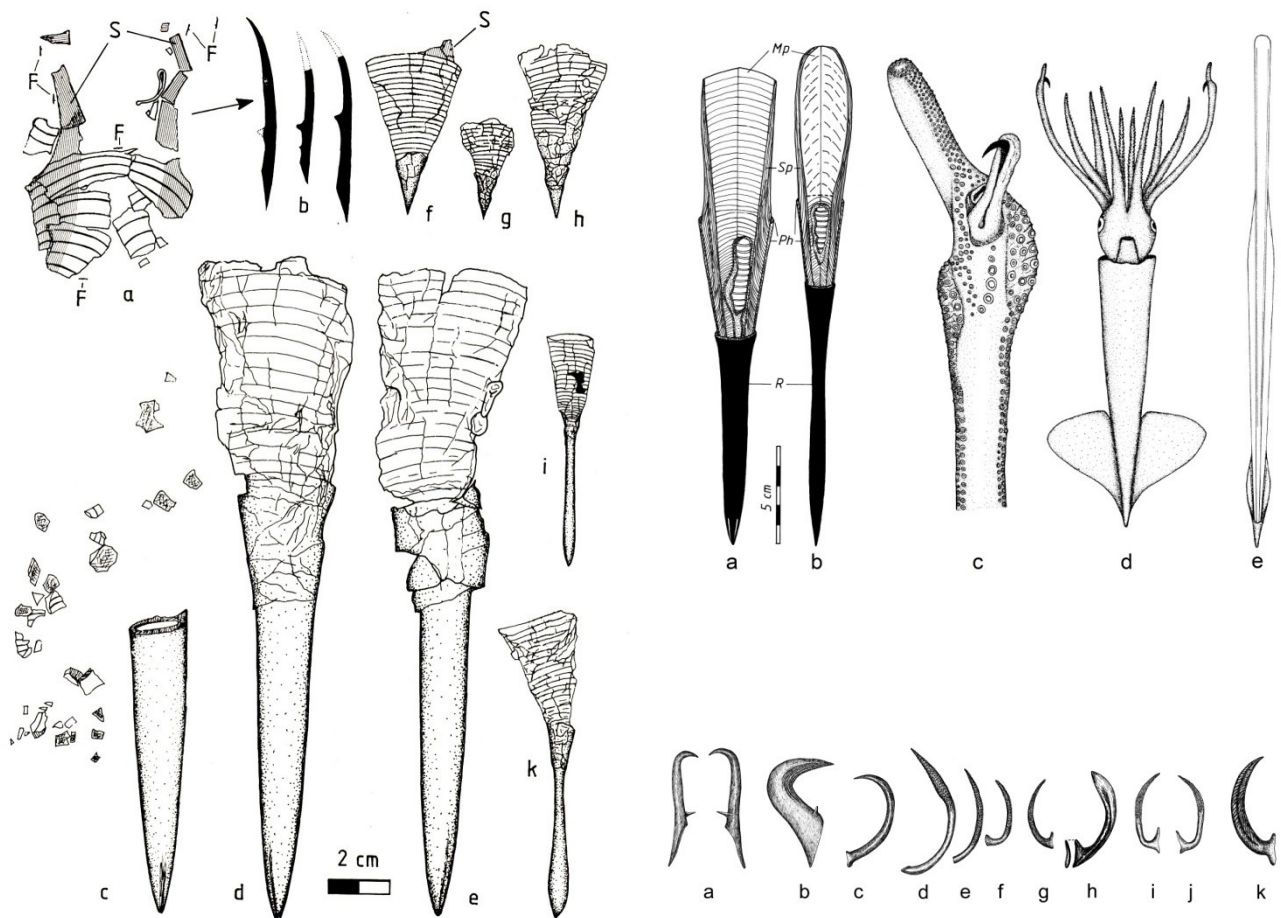


Abb. 10a-k Außergewöhnlich erhaltene Belemnitenreste aus dem Unter-Aalenium Südwestdeutschlands (10a-c, f-h, k Heiningen, 10d-e, i Reutlingen) – S = Seitenfeld des Proostracum, F. = Fanghäkchen. Geologisch-Paläontologisches Museum der Universität Tübingen, GPIT 1579. – **10a.** Zerbissener Phragmokon von *Acrocoelites quenstedti* (OPPEL, 1856) mit Proostracum, Grundlage der Rekonstruktion in 10a. – **10b.** Einige Armhäkchen am Proostracum von 12a. – **10c.** dieselbe Art, von einem Räuber abgebissen. – **10d-e** dieselbe Art, zwei Rostren mit vollständigem Phragmokon. – **10f-h** *Acrocoelites brevirostris* (D'ORBIGNY, 1842) mit vollständigem Phragmokon. – **10i-k** *Hastites clavatus* (v. SCHLOTHEIM, 1820) mit vollständigem Phragmokon. – **Abb. 11a-b** Belemniten – Innenskelette. – **11a.** von *Acrocoelites quenstedti* (OPPEL, 1856). Länge ca. 25 cm, rekonstruiert nach den Funden in RIEGRAF & HAUFF 1983, S. 474, Abb. 3. Unter-Aalenium, Opalinuston-Formation, Heiningen bei Göppingen. – **11b.** von *Hemihibolites semisulcatus* (v. MÜNSTER, 1830), Unter-Tithonium, Solnhofen-Formation, Solnhofen. Länge 32 cm. – **11c-e.** *Gonatus fabricii* (LICHTENSTEIN, 1818), Kalmar aus der lebenden Familie Onychoteuthidae GRAY, 1849, Nordatlantik. Er kommt im Aussehen vermutlich dem Bild eines Belemnitentiers ziemlich nahe. Man beachte die beiden spitzen Tentakelhaken, die auch die Belemnitentiere besaßen. – S = Seitenfeld, M = Mittelfeld, Ph = Phragmokon, P = Proostracum, Pe = Perlmuttertschicht, R = Rostrum. – **Abb. 12** Kleine Armhäkchen (*Paraglycerites*, 1-10 mm, 11a-b) und große Tentakelhaken (*Onychites*, 25-50 mm, 11c-k) von Jura-Belemniten, nicht maßstäblich. – **12a.** *Paraglycerites necans* EISENACK, 1932. – **12b.** „*Striatuncus*“ *rolkei* ENGESER, 19... – **12c.** *Onychites amalthei* QUENSTEDT, 1856. Länge 30 mm. – **12d-g.** *Onychites runcinatus* QUENSTEDT, 1856. Länge 20 und 28 mm. – **12h.** *Onychites uncus* QUENSTEDT, 1856. Länge 40 mm. – **12i-j.** *Onychites barbatus* O. FRAAS, 1855. Länge 25 mm. – **12k.** *Onychites contractus* QUENSTEDT, 1857. Länge 35 mm. — Abb. 10-12 aus RIEGRAF & HAUFF 1983 (S. 472, 474, 476, Abb. 4).

Unter Belemniten versteht man einerseits die Rostren der Belemnitentiere, der meist einzige, fossil erhaltene Rest, andererseits auch die Tiere selbst. Im Volks- und Aberglauben Europas und sogar Asiens haben sie zahlreiche Namen wie **Donnerkeil**, **Luchsstein**, **Alpschoß** oder **Thunderbolt**. Kein anderes wirbelloses Fossil war bei der Bevölkerung so bekannt und im Volks- und Aberglauben so wichtig wie Belemniten. Die Rostren werden leicht fossil und gut überliefert: Sie bilden Massenvorkommen in bestimmten Schichten, sind so vor allem im Jura recht zahlreich zu finden und daher bestens bekannt, namentlich in Mittel- und Westeuropa, dem arktischen Rußland, der Russischen Tafel, Neuseeland oder auf der Antarktischen Halbinsel. Man unterscheidet heute dutzende von Gattungen und hunderte von Arten. Belemniten schwammen wegen ihrer Kammern nach dem Tod der Tiere länger auf der Meeresoberfläche und wurden so weit verdriftet. Weichteilerhaltung findet man daher meist bei fossilen Funden, wo die Tiere von Räubern zerbissen wurden. Nur durch den Verlust des Auftriebs sanken sie rasch genug auf den Meeresboden und wurden entsprechend schnell eingebettet.

Belemnitentiere waren wie die heutigen Kalmare ein wichtiger Nahrungsbestandteil von Ichthyosauriern, Plesiosauriern, Krokodilen und eventuell großen Fischen wie den Haien *Hybodus* (BROWN 1900) und *?Bdelloodus*. Entsprechend wurden sie viel gejagt und gefressen. So findet man verbreitet Belemniten-Rostren, deren gekammerter Teil abgebissen oder zerbissen ist und wo die Trümmer manchmal noch im Zusammenhang liegen (RIEGRAF 1977, S. 123, 125, Abb. 4; RIEGRAF 1981, S. 124, Abb. 254A-F; RIEGRAF & HAUFF 1983, S. 474, Abb. 3c). Seltener sind die Scherben zerbissener Phragmokone im Zusammenhang zu finden. Viele jurassische Ichthyosaurier zeigen die Fanghäkchen von Belemnitentieren und ihrer Verwandten in großen Mengen in ihren Mägen, ganz selten auch einmal ein Krokodil oder ein Plesiosaurier. Der bekannte *Hybodus* aus Holzmaden mit ca. 250 kleinen Belemniten-Rostren in seinem Magen war vermutlich ein verhaltensgestörtes Tier. Denn die vielen Rostren konnte er vermutlich nicht mehr ausscheiden und starb so daran. Normalerweise dürften die Räuber nur den Kopf und die Fangarme gefressen und die unangenehmen, teils recht scharfen Trümmer der Hartteile (Rostrum, Phragmokon) wieder ausgespuckt haben (RIEGRAF 1977, S. 123, 125, Abb. 4; RIEGRAF 1981, S. 124, Abb. 254A-F; RIEGRAF, WERNER & LÖRCHER 1984, S. 24,

Abb. 6; SEILACHER, 1973, S. 327-329, Abb. 1). Der heute lebende Layard-Wal (*Mesoplodon layardi*) als spezialisierter Räuber kann beispielsweise seinen Kiefer nur noch so weit öffnen, dass er von Tintenfischen ausschließlich die Fangarme abbeißt.

Wieder ausgewürgte Belemniten-Rostren sind – mit einer umstrittenen Ausnahme (ANONYMUS 2002, S. 46, Abb. 1; DOYLE 2002, S. 1459; HOLDEN 2002, S. 1459) – bisher nicht nachgewiesen. Die Hartteile müßten eindeutige Spuren der Magensäure zeigen. Allerdings wiesen RIEGRAF & SCHMITT-RIEGRAF (1995, S. 16, 88, Taf. 38, Fig. 2h-o) aus Schichten etwa gleichen Alters wie das Altenberger Belemniten-Schlachtfeld in der Beckum-Subformation (unteres Ober-Campanium) von Ahlen-Vorhelm in Westfalen eindeutig durch Magensäure angelöste kalkige, kleine Kiefer (*Rhynchoteuthis minima*) des Ammoniten *Gaudryceras obscurum* (SCHLÜTER) nach. Diese bis 10 mm langen Kiefer finden sich verbreitet und häufig in Schlammproben des Campanium von Coesfeld bis Ennigerloh und Beckum (bis 700 Exemplare/20 kg-Probe). Sie dürften sich hier genauso auf dem ehemaligen Meeresboden derart angereichert haben, wie es heute durch die Freßtätigkeit von Walen und Delphinen geschieht. Die Kiefer von verschiedenen Tintenfischen überstehen nämlich die Verdauung und werden wieder ausgeschieden. So reichern sie sich auf den Tiefseeböden an – dies derart, dass man deren Auftreten für den Walfang sogar kartierte (BELYAYEV 1959; 1962; 1964). Fossil sind solche hornigen Kiefer aufgrund ihrer Zartheit und meist vergänglichen Beschaffenheit selten erhalten, fehlen daher im Altenberger Belemniten-Schlachtfeld. Ein einmaliges Massenvorkommen solcher Hornkiefer beschreiben nur KLUG, RIEGRAF & LEHMANN (2012, S. 1310, 1312) aus dem Cenomanium (Ober-Kreide) von Lengerich in Westfalen.

Belemniten-Schlachtfelder

Der Begriff „Belemnitenschlachtfeld“ stammt von dem Tübinger Geologen und Paläontologen FRIEDRICH AUGUST VON QUENSTEDT (1809-1889). Er prägte ihn in seiner blumigen Sprache im Jahr 1856 ursprünglich für heute aus dem Gestein herauswitternde Belemniten-Trümmer: „Belemniten erfüllen gewisse Juraschichten in ungeheuren Mengen, ihre Bruchstücke überwuchern das Gestein, was oft einem förmlichen Schlachtfelde gleicht.“ (QUENSTEDT 1856, S. 50). „... so finden sich wie auf einem Schlachtfelde Trümmer kalkiger Spitzen, die unsere Bauern Katzensteine nennen“ (QUENSTEDT 1872, S. 40) und ergänzte: „Darüber [über der *Pentacrinites*-Bank] breitet sich dann das eigentliche ‚Schlachtfeld‘ der Belemniten, wie eine Wüste aus ...“ (QUENSTEDT 1877, S. 28). Ab dem 20. Jahrhundert (ABEL 1916, S. 204) übertrug man den Begriff **Belemnitenschlachtfeld** auf große und dichte Packungen von Belemniten-Rostren **im Gestein**, engl. *belemnite battlefield* (ABEL 1922, S. 534; BENTON & HARPER 2009, S. 355, Abb. 13, 23; DOYLE & MACDONALD 1997; GEYER 1973, S. 39-40, 105, 175, 199-201, 204; HÖLDER 1992, S. 380, Anm. 33a; URLICHS 1971).

Das in Deutschland wohl bekannteste und verbreitetste **Belemniten-Schlachtfeld** gibt es in der **Variabilis-Zone** des Ober-Toarcium, Jurensismergel-Formation. Es findet sich in Teilen Niedersachsens bei Wolfsburg und Braunschweig, Thüringens (Röhnberg) und vor allem im Westen der Fränkischen Alb mit dem bekanntesten Fundort **Mistelgau bei Bayreuth**, wo es am dichtesten gepackt und am weitesten ausgedehnt ist (URLICHS 1971). Hier liegen die Belemniten 5-10 dick sehr eng beieinander; andere Fossilien wie Ammoniten sind wohl erhaltungsbedingt kaum zu finden. Infolge lokaler Hebungen des Meeresgrundes und anschließender Erosion des Meeresbodens kam es zur Abtragung von Teilen der unterlagernden Posidonienschiefer-Formation (obere Bifrons-Zone) und zu einer verbreiteten Schichtlücke bis zur Thouarsense-Zone. In Südwestdeutschland gibt es die Variabilis-Zone daher nur im Wutachgebiet (Belemniten sehr häufig) und zwischen Holzmaden (Weilheim/Teck, hier makrofossilleer) und um Göppingen (Profilschnitt durch das Becken in RIEGRAF 1985, S. 50-51, 62-63, Abb. 24a-b, 30a-c). Somit fehlt das Belemniten-Schlachtfeld infolge einer verbreiteten Schichtlücke mit Aufarbeitung. Wo ein solches Belemniten-Schlachtfeld auftritt, starben die Belemnitentiere vermutlich durch ein über ganz Deutschland weitverbreitetes Sturmereignis. Dieses wirbelte vermutlich sauerstoffarme Wasserschichten am Meeresboden auf, die u. a. die Belemnitentiere mit Schwefelwasserstoff vergifteten. Deren Rostren reicherten sich später durch

Strömungen am Meeresboden in dichter Packung an. Betroffen ist dabei vor allem die bekannte und leicht kenntliche Art *Dactylotheuthis irregularis* (v. SCHLOTHEIM). Am stärksten betraf dieses Ereignis die mittlere Frankenalb, weshalb das Belemniten-Schlachtfeld dort über größere Flächen und viele Fundorte verbreitet ist (URLICHS 1971). Am Donau-Main-Kanal bei Dörlbach und in Mistelgau legte man es erneut und großflächig frei und sammelte Belegstücke (ARP & SCHULBERT 2010, S. 17-18; SIMONSEN & BAUER 2009, S. 36, Abb. (8)). Der Freistaat Bayern erklärte es sogar lokal zum Bodendenkmal (GLASER et al. (2001, S. 62, Abb. (--); 2011, S. 60, Abb. (--)). Trotzdem kam es bis heute zu keiner modernen wissenschaftlichen Bearbeitung über die Art seiner Entstehung in Niedersachsen bis Franken.

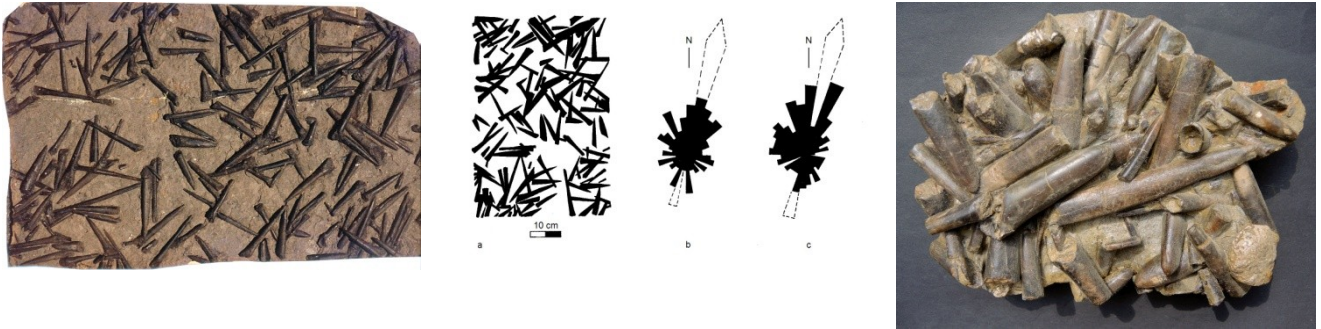


Abb. 13 Belemniten-Schlachtfeld, Unter-Toarcium, Bifrons-Zone, Fibulatum-Subzone, Posidonienschiefer-Formation, Schwarzzjura ϵ III, Reutlingen-Ohmenhausen. Slg. W. RIEGRAF. Größe etwa 70 x 35 cm. – **Abb. 14** Schema und Auswertung der Strömungsmessungen des Belemniten-Schlachtfeldes von Abb. 13 und eines zweiten vom selben Fundort. Aus RIEGRAF, WERNER & LÖRCHER 1984. – **Abb. 15** Belemniten-Schlachtfeld mit *Dactylotheuthis irregularis* (v. SCHLOTHEIM, 1913) und *Salpingoteuthis inaequistriata* (SIMPSON, 1855). Variabilis-Zone, Jurensismergel-Formation, ehemalige Tongrube Mistelgau bei Bayreuth. Slg. W. RIEGRAF Nr. 4213. Größe 20 x 15 cm.

Anreicherungen von heutigen und fossilen Coleoidea (Tintenfischen), so auch von Belemniten-Schlachtfeldern, entstehen und entstanden oft im Zusammenwirken mehrerer sedimentologischer **und** biologischer Ursachen wie

1. Massensterben nach der alljährlichen **Paarung** (*catastrophic mass mortality in mating*; fossil nicht sicher nachgewiesen) (BOYLE 1983; MILBOURNE 1965; STEVENS 1965, S. 56; TAYLOR et al. 1979, S. 47);
2. Massensterben infolge von **Katastrophen**: Vulkanausbrüche, Sturmereignisse, Aufwirbelung giftiger, Schwefelwasserstoff-haltiger Wasserschichten bei Stürmen (Ostsee), starke Temperaturschwankungen (nur bei der lebenden *Sepia* bekannt: BRONGERSMA-SANDERS 1957, S. 949, 978, 981), Meteoriteneinschläge (Chicxulup), Planktonblüten (z. B. Rote Tide, *red tides*) infolge von Massenvermehrungen hochgiftiger Cyanobakterien und Dinoflagellaten sowie generell sauerstoffarme bis -freie Meeresbereiche;
3. Anreicherungen durch **herabgesunkene Fraßreste**, Auswürgen und Ausscheidung im Kot; fossil und heute nur von Cephalopodenkiefern bekannt;
4. Anreicherung durch **stratigraphische Kondensation** (Omission, Hiatus) auf Hartgründen, an Schichtlücken oder durch häufige Umlagerung von Sediment;
5. Tektonisch bedingte Umlagerung und Aufarbeitung nach **Erdbeben** (Seebeben), marin von Rutschungen am Kontinentalabhang (Olisthostromen), Trübeströmen (Turbiditen), Schlammströmen und Tsunamis begleitet;
6. Massenhafte **Verdriftung** auf der Wasseroberfläche und Anlandung am Strand, so wie heute bei *Sepia*-Schulpen (ABEL 1916, S. 203-204) oder nach Absinken der Leichen als Anreicherung auf dem Meeresgrund.

Anders als beim oben beschriebenen Altenberger Fund kommen Belemniten-Schlachtfelder meistens durch Nicht- oder Mangelsedimentation (Omission, Hiatus, Schichtlücken) zustande, wie fast alle bekannten Funde im Jura (nachfolgende Tabelle). Hier führten leichte Strömungen feineres Sediment weg. Schwere Belemniten-Rostren blieben aber liegen. Weil im Laufe von hunderten oder tausenden von Jahren immer neue Rostren toter Tiere auf den Meeresboden sanken, bilden sich dadurch Belemniten-Schlachtfelder. Lagen sie im flacheren Wasser, siedelten sich auf ihnen dann allerlei kleinere Lebewesen wie Korallen, Schwämme, Muscheln, Kalkröhrenwürmer und Bryozoen als Aufsiedler an (Epizoen). Manche bohrten sich sogar in die Belemniten-Rostren ein (Endozoen), so ?Foraminiferen, Bryozoen, Würmer, Bohrschwämme, Bohralgen und bohrende Bakterien. Dadurch erkennt man, dass die Rostren längere Zeit ohne Sedimentbedeckung waren. Belemniten-Schlachtfelder zeigen bereits durch ihre Anwesenheit oft über ganze Regionen verbreitete Schichtlücken an.

Die folgende umfassende Zusammenstellung gibt die bekannten Belemniten-Schlachtfelder (Perm bis Ober-Kreide) aus der Fachliteratur an, die teils auch abgebildet sind:

PERM und TRIAS (Ordnung Aulacoceratida)

Perm, Grönland (A. G. FISCHER 1947, S. 7, Abb. 1)

Ober-Trias, Norium, Mexiko (A. H. MÜLLER 1981, S. 320, Abb. 419, und Oman (BLENDINGER 1991, S. 232, Abb. 8) (Ordnung Aulacoceratida)

JURA

Sinemurium, Westfalen (EBEL 1996, S. 30)

Unter-Pliensbachium, Schweiz (HEIM 1919, S. 486-487)

Grenze **Unter-/Ober-Pliensbachium**, Warwickshire, England (RADLEY 2005, S. 150, Abb. 11), Lothringen (KLÜPFEL 1919, S. 270), Südfrankreich (RULLEAU 2006, S. 40, Abb. (--)), Württemberg (ABEL 1916, S. 204; ANDRÉE 1924, S. 733-734, Abb. 5; BURKHARDSTMAIER 1909, S. 16; DACQUÉ 1926, S. 355, Abb. 11; ENGEL 1896; E. FRAAS 1910a, S. 49; 1910b, S. 79; GEYER & GWINNER 2011, S. 224; HEGELE 2009, S. 32, Abb. 32; HÖLDER 1992, S. 380, Anm. 33a; NAEF 1922, Abb. 81; QUENSTEDT 1856, S. 50; 1872, S. 40; 1877, S. 28; ROTHE 2008, S. 146, Abb. 5.9; 2015, S. 188, Abb. 5.10; SCHIEBER 1936, S. 25-26; THENIUS 1963, S. 36, Abb. 25a; 1981, S. 34, Abb. 24a; WURSTEMBERGER 1876, S. 207, Tab. 2) und Franken (ARP & SCHULBERT 2010, S. 17-18; KUHN 1964, S. 85; SCHIEBER 1936, S. 25-26

Ober-Pliensbachium, Westfalen (GRZEGORCZYK, LANSER & SCHÖLLMANN (2006, S. 15, Abb. (7); SCHUBERT 2007, S. 57, 69)

Oberes Unter-Toarcium, Mittelengland (AGER 1963, S. 79; 1988, S. 44; LOMAX 2011, S. 42-43; SIMMS & PAGE 2004, S. 279; TAYLOR & LEWIS 2005, S. 96, Abb. (102)), Niedersachsen (HOCHSPRUNG & ZELLMER 2014, S. 37, Abb. 123), Württemberg (JÄGER 2001, S. 100, Abb. 79; W. K. MAYER 2010, S. 149, Abb. 210; OSCHMANN 1995, S. 52, Taf. 2, Fig. 2; 1999, S. 142, Farbbild 48; RIEGRAF, WERNER & LÖRCHER 1984, S. 24, Abb. 6; SEILACHER & GISHLICK 2014, S. 339, Abb. (7); STORCH, WELSCH & WIEK 2007, Abb. 2-40c) und Franken (ARP et al. (2014, S. 168, Abb. 7; SIMONSEN 2018, S. 58-59, Abb. 21-27, 29)

Untergrenze des **Ober-Toarcium**, Niedersachsen (BRÜCKMANN 1728, S. 74, Taf. 17, Fig. 2; MAYR 1985, S. 124-125, Taf. (46); 1995, Abb. 1), Thüringen (KRAUSE 1999) und Franken (ARP & SCHULBERT 2010, S. 17-18; GLASER et al. (2001, S. 62, Abb. (--); 2011, S. 60, Abb. (--); v. GÜMBEL, 1891, S. 359, 537; 1894; P. DORN 1928, S. 24; 1930, S. 11; KRUMBECK 1931, S. 23; LICHTER 2003, S. 90-91, Abb. 1; MÄUSER, SCHIRMER & SCHMIDT-KALER, 2002, S. 66, Abb. 24; A. E. RICHTER 2000, S. 131, 162, Abb. 78, Taf. 1, Fig. 1; RÖPER & ROTHGAENGER 2012, S. 40, Abb. 40 unten; SCHMIDTILL 1953, S. 17; SCHULBERT 2013, S. 47-49; SIMONSEN 2018, S. 46, Taf. 11, Fig. 1; SIMONSEN & BAUER 2009, S. 36, Abb. (8); URLICHS 1971, S. 73, 75, Abb. 4-5, Taf. 3)

- Toarcium**, Arktisches Kanada (FREBOLD (1958a))
- Unter-Jura**, Graubünden (HEIM 1922, S. 791), Wienerwald (EGGER & WESSELY 2014, S. 60; PLÖCHINGER & PREY 1993) und Karpathen (ANDRUSOV 1965, S. 157, Abb. 50)
- Bajocium**, Arktisches Kanada (FREBOLD (1957, S. 6, 14-15, Taf. 5; 1958b; JELETZKY 1967, S. 15) und Ost-Grönland (CALLOMON, ALSEN & SURLYK (2015))
- Ober-Bajocium bis Unter-Bathonium**, Westfalen (RIEGRAF in SCHEER, STOTTROP & RUHR MUSEUM 2017, S. 163), Württemberg (BENTZ 1924, S. 14) und Franken (DORN 1958, S. 319-339; GROIB, HAUNSCHILD & ZEIB 2000, S. 86; KUHN 1954)
- Callovium**, England (EYDEN 2003, S. 4, Abb. 5) und Württemberg (MODEL & KUHN 1935, S. 340)
- Grenze Callovium/Oxfordium**, Südbaden (RIEGRAF 1981, p. 74, 77; nur Riesen-Belemniten daraus erwähnt)
- Ober-Kimmeridgium-Unter-Aptium**, Antarktische Halbinsel, Antarktis (BUTTERWORTH et al. 1988; CRAME & HOWLETT 1988; DOYLE & MACDONALD 1993, S. 73-76; HOWLETT 1989; TAYLOR, THOMSON & WILLEY 1979, S. 47, Abb. 6.8a, Taf. 8a); durch Turbidite entstanden
- KREIDE
- Barremium**, Helgoland (SCHMIDT-THOMÉ 1987, S. 37)
- Aptium**, Gault Clay, England (BRISTON, MORTER & WILKINSON 1987; MILBOURNE 1965)
- Unter-Campanium**, Provinz Limburg, Niederlande (JAGT 2012, S. 95), Picardie, Nordfrankreich (JARVIS 1980, S. 909; eventuell durch Katastrophen) und Altenberge, Westfalen (durch Turbidit)
- Ober-Campanium**, Norfolk, England (MORTIMORE, WOOD & GALLOIS 2002, S. 357)
- Maastrichtium**, Provinz Limburg, Niederlande (JAGT 2012, S. 95).

Literatur

1) ALTENBERGER BELEMNITEN-SCHLACHTFELD

- Abel, O.** (1916): Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten.- 281 S., 100 Abb., 1 Taf.; Jena (Gustav Fischer).
- Anonymus** (2002): Erbrochenes Saurier-Mahl [präsentiert von DOYLE, P. & WOOD, J.].- Spektrum der Wissenschaft, **2002** (4): 46, 1 Abb.; Heidelberg.
- Blainville, H. M. Ducrotay de** (1827): Mémoire sur les Bélemnites, considérées zoologiquement et géologiquement.- VI + 108 S., 5 Taf.; Paris und Strasbourg (F. G. Levrault)-
- Brown, C.** (1900): Über das Genus *Hybodus* und seine systematische Stellung.- Palaeontographica, **46**: 147-178, Taf. 15-16; Stuttgart.
- Christensen, W. K. & Schmid, F.** (1987): The belemnites of the Vaals Formation from the C.P.L. Quarry at Hallembaye/Belgium – taxonomy, biometry und biostratigraphy.- Geologisches Jahrbuch (Reihe A), **94**: 3-37, 9 Abb., 3 Taf.; Hannover.
- Cousteau, J.-Y. & Diolé, P.** (1973): Kalmare. Wunderwelt der Tintenfische. In: Knaurs Geheimnisse und Rätsel des Meeres.- 304 S.; München (Droemer-Knaur) [und: Octopus and squid: The soft intelligence; 304 S.; London (Cassell)].
- Drozdowski, G. & Dölling, M.** (2018): Elemente der Osning-Störungszone (NW-Deutschland). Leitstrukturen einer Blattverschiebungszone.- Scriptum Online, **7**: 1-39, 11 Abb.; Krefeld.
- Doyle, P.** (2002): Oldest fossilised vomit pile uncovered.- Science, **295**: 1459; Washington.
- Doyle, P. & Macdonald, D. I. M.** (1993): Belemnite battlefields.- Lethaia, **26**: 65-80, 10 Abb.; Oslo.
- Fields, W. G.** (1965): The structure, development, food relations, reproduction, und life history of the squid *Loligo opalescens* BERRY.- Fishery Bulletin of the California Department of Fishery und Game, **131**: 1-108; Sacramento.

- Heschl-Grießler, M.** (1974): Geologische Kartierung zwischen Altenberge und Nienberge.- Diploma thesis, University of Münster, 7 S., 3 Beil.; Münster in Westfalen [Mskr.].
- Hofmann, K.** (1996): Die mikro-endolithischen Spurenfossilien der borealen Oberkreide Nordwest-Europas und ihre Faziesbeziehungen. In: Die Maastricht-Stufe in NW-Deutschland. Teil 7.- Geologisches Jahrbuch (Reihe A), **136**: 1-151, 29 Abb., 24 Tab., 13 Taf.; Hannover.
- Hölder, H.** (1955a): Ein Jura-Krokodil mit Magensteinen.- Aus der Heimat, **63** (5-6): 84-88, 3 Abb., 1 Taf.; Öhringen.
- Hölder, H.** (1955b): Belemniten und Ammoniten als Beutetiere.- Aus der Heimat, **63** (5-6): 88-92, 6 Abb.; Öhringen.
- Hölder, H. & Steinhorst, H.** (1964): Lebendige Urwelt. In: Das Bild in Forschung und Lehre. Veröffentlichungen der Landesbildstellen Baden und Württemberg Band 6.- 135 S., 155 Abb.; Stuttgart (Spectrum).
- Janet, C.** (1891): Note sur trois nouvelles bélemnites sénoniennes.- Bulletin de la Société Géologique de France (3), **19**: 716-721, 4 Abb., Taf. 14; Paris.
- Jeletzky, J. A.** (1955): Evolution of Santonian und Campanian Belemnitella und palaeontological systematics: exemplified by *Belemnitella praecursor* STOLLEY.- Journal of Paleontology, **29**: 478-509, 1 Abb., Taf. 56-58; Tulsa, Oklahoma.
- Keller, T.** (1976): Magen- und Darminhalte von Ichthyosauriern des süddeutschen Posidonienschiefers.- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie (Monatshefte), **1976**: 266-283, 11 Abb.; Stuttgart.
- Mangold, K. M.** (1987): Reproduction. In: BOYLE, P. R. (Ed.): Cephalopod life cycles. Comparative reviews. Vol. 2: 157-200.- London (Academic Press).
- Marck, W. von der** (1885): Dritter Nachtrag. Fische der oberen Kreide Westfalens. In: Weitere Beiträge zur Kenntnis der fossilen Pflanzen und Fische aus der Kreide Westfalens.- Palaeontographica, **31**: 233-268, Taf. 21-25; Kassel.
- Martill, D. N.** (1986): The diet of *Metriorhynchus*, a Mesozoic marine crocodile.- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie (Monatshefte), **1986**: 621-625, 2 Abb.; Stuttgart.
- Najdin, D. P.** (1959): On the paleogeography of the Russian platform during the Upper Cretaceous epoch.- Acta Universitatis Stockholmiensis [Stockholm Contributions in Geology], **3** (6): 127-138, 4 Abb.; Stockholm.
- Najdin, D. P.** (1964): Verkhnemelovye belemnitellidi i belemnellidi Russkoj platformy i nekotorych sopredelnych oblastej [Upper Cretaceous Belemnitellidae und Belemnellidae from the Russian Platform und adjacent areas].- Bjulleten Moskovskogo Obshchestva Ispytateley Prirody (Otdel Geologicheskij), **39** (4): 85-97, 1 Tab., 2 Taf.; Moscow.
- Orbigny, A. Dessalines de** (1842-1851): Céphalopodes. In: Paléontologie française. Description zoologique et géologique de tous les animaux mollusques et rayonnés fossiles de France, comprenant leur application à la reconnaissance des couches. Terrains oolithiques ou jurassiques. Tome premier [Text & Atlas].- 624 S. [S. 1-80 (1842), 81-192 (1843), 193-312 (1844), 313-368 (1845), 369-432 (1846), 433-464 (1847), 465-504 (1848), 505-520 (1849), 521-632 (1850), 633-642 (1851)], 234 Taf.; Paris (Masson; Bertrand; d'Orbigny).
- Pollard, J. E.** (1968): The gastric contents of an ichthyosaur from the Lower Lias of Lyme Regis, Dorset.- Palaeontology, **11**: 376-388, 1 Abb., Taf. 72-73; London.
- Pollard, J. E.** (1990): Evidence for diet. In: BRIGGS, D. E. G. & CROWTHER, P. R. (Eds.): Palaeobiology. A synthesis: 362-367, 3 Abb.- XIII + 583 S., 287 Abb., 16 Tab.; Oxford, London, Edinburgh, Boston (Blackwell).
- Riegraf, W.** (1977): Auftreten zerbissener Rostren im süddeutschen Lias. In: KELLER, T.: Fraßreste im süddeutschen Posidonienschiefer: 123-125, Abb. 4.- Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, **136**: 117-134, 6 Abb.; Stuttgart.
- Riegraf, W.** (1981): Revision der Belemniten des Schwäbischen Jura. Teil 8 (Schluß).- Palaeontographica (Abteilung A), **173** (1-4): 64-139, Abb. 188-254, Taf. 5-9; Stuttgart.

- Riegraf, W., Werner, G. & Lörcher, F.** (1984): Der Posidonienschiefer - Cephalopodenfauna, Biostratigraphie und Fazies des südwestdeutschen Untertoarciums (Lias Epsilon).- 195 S., 50 Abb., 12 Taf.; Stuttgart (Ferdinand Enke).
- Schlothem, E. F. von** (1813): Beiträge zur Naturgeschichte der Versteinerungen in geognostischer Hinsicht.- Taschenbuch für die Gesammte Mineralogie, **7**: 3-134, Taf. 1-4; Frankfurt am Main.
- Schmidt, M.** (1921): *Hybodus hauffianus* und die Belemnitenschlactfelder.- Jahreshefte des Vereins für Vaterländische Naturkunde in Württemberg, **65**: 103-107, 2 Abb.; Stuttgart.
- Seilacher, A.** (1983): Papers on cephalopod paleobiology und phylogeny. Editorial introduction.- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie (Abhandlungen), **165**: 327-329, 1 Abb.; Stuttgart.
- Staude, H.** (1986): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25 000. Erläuterungen zu Blatt 3911 Greven.- 137 S., 15 Abb., 8 Tab., 2 Taf.; Krefeld (Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen).
- Staude, H.** (1989): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25 000. Erläuterungen zu Blatt 3910 Altenberge.- 123 S., 12 Abb., 7 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- Stolley, E.** (1897): Über die Gliederung des norddeutschen und baltischen Senons sowie die dasselbe charakterisierenden Belemniten.- Archiv für Anthropologie und Geologie in Schleswig-Holstein, **2**: 216-300, Taf. 2-4; Kiel und Leipzig.
- Urlichs, M.** (1971): Alter und Genese des Belemnitenschlactfeldes im Toarcien von Franken.- Geologische Blätter für Nordost-Bayern und Angrenzende Gebiete, **21**: 65-83, 5 Abb., Taf. 3; Erlangen.
- Zurholt, E.** (2010): Zum Teufel mit den Altenberger Steinen – durch Mystik, Alchimie und Aberglaube. – 81 S., 70 Abb.; Altenberge (Selbstverlag des Verfassers).

2) ALTENBERGER STEIN

- Eggert, A. & Schepers, J.** (1985): Spieker – „Bauernburgen“ – Kemenaden. Bäuerliche Speicherbauten im Münsterland. Ihre Bau-, Funktions- und Sozialgeschichte im europäischen Zusammenhang.- VII + 119 S., 170 Abb., 1 Kt.; Münster in Westfalen (Aschendorff).
- Hosius, A.** (1860a): Beiträge zur Geognosie Westphalens.- Verhandlungen des Naturhistorischen Vereines der Preussischen Rheinlande und Westphalens, **17** (Neue Folge, **7**): 274-326, Taf. 4; Bonn.
- Hosius, A.** (1860b): Beiträge zur Geognosie Westphalens.- Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, **12**: 48-96, Taf. 2; Berlin.
- Hosius, A.** (1869): Die in der Westfälischen Kreideformation vorkommenden Pflanzenreste. In: Beiträge zur Geognosie Westfalens.- 34 S.; Münster in Westfalen (Aschendorff).
- Kaplan, U.** (2008): Geologie historischer Bauwerke im Münsterland und in angrenzenden Gebieten (NW-Deutschland). In: SIEGESMUND, S. & SNETHLAGE, R. (EDS.): DENKMALGESTEINE. FESTSCHRIFT - WOLF-DIETER GRIMM: 95-116, 15 Abb.- Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, **59**: 1-326, 260 Abb., 26 Tab., 15 Taf.; Hannover (Deutsche Gesellschaft für Geowissenschaften).
- Kaplan, U.** (2009): Naturbausteine historischer Bauwerke des Münsterlandes und seiner angrenzenden Gebiete.- Geologie und Paläontologie in Westfalen, **73**: 1-178, 90 Abb., 39 Tab.; Münster in Westfalen.
- Kettelhack, C.** (1992): Mikrofazies des Altenberger Steins und des Baumberger Sandsteins sowie ihre Verwitterungserscheinungen dokumentiert an zwei historischen Baudenkmalern in Münster/Westf.- Dissertation Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 103 S., 49 Abb., 11 Beil.; Münster in Westfalen [gedrucktes Mskr.].
- Koch, F.** (1905): Die Gröninger. Ein Beitrag zur Geschichte der westfälischen Plastik in der Zeit der Spätrenaissance und des Barock. In: EHRENBERG, H. (Ed.): Beiträge zur westfälischen Kunstgeschichte. Heft 1.- VIII + 272 S., 30 Taf.; Münster in Westfalen (Coppensath).

- Lorscheid, J.** (1866): Ueber einige geologische Verhältnisse der Umgegend von Münster. In: MÜNCH, P. (Ed.): Fünfzehnter Jahresbericht über die Realschule I. Ordnung, die Provincial-Gewerbeschule und die Handwerker-Fortbildungs-Schule zu Münster für das Schuljahr 1865-66 mit welchem zu den am 24., 25. u. 26. August stattfindenden Prüfungen und Schlussfeierlichkeiten: 3-22.- 40 S.; Münster in Westfalen (Coppenrath).
- Marks, S. J. & Schroeder, J. H.** (2013): Münster (Nordrhein-Westfalen). In: SCHROEDER, J. H. (Ed.): Steine in deutschen Städten II. Entdeckungsrouten in Architektur und Stadtgeschichte: 135-146, 13 Abb., 2 Tab.- IV + 239 S., 296 Abb., 29 Tab.; Berlin (Selbstverlag Geowissenschaftler in Berlin & Brandenburg e. V.).
- Mirwald, P. W.** (1988) (Ed.): Praxisorientierte Grundlagenuntersuchungen zur Stadtentwicklung. Untersuchungen zur Korrosion beim Baumberger Kalksandstein und Ruhrsandstein. Forschungsbericht zum Projekt des Ministers für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen.- 410 S., 250 Abb., zahlr. Tab.; Bochum (Zollern-Institut des Deutschen Bergbau-Museums Bochum) [Mskr.].
- Niebuhr, B., Hiss, M., Kaplan, U., Tröger, K.-A., Voigt, S., Voigt, T., Wiese, F. & Wilmsen, M.** (2007): Lithostratigraphie der norddeutschen Oberkreide. Beitrag zur Stratigraphie von Deutschland im Auftrag der Deutschen Stratigraphischen Kommission. In: Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, **55**: 1-136, 29 Abb., 1 Tab., 6 Taf.; Stuttgart (E. Schweizerbart); Hannover (Deutsche Gesellschaft für Geowissenschaften).
- Nordhoff, J. B.** (1873): Der Holz- und Steinbau Westfalens in seiner culturgeschichtlichen Entwicklung.- 2. Aufl., XIV + 451 S., 8 Taf.; Münster in Westfalen (F. Regensberg).
- Riegraf, W.** (1998): Agglutinierte Foraminiferen der Gattungen *Lituola*, *Labyrinthidoma* und *Voloshinovella* im Santonium und Campanium Westfalens (Obere Kreide, NW-Deutschland).- *Senckenbergiana Lethaea*, **78**: 41-89, 15 Abb., 2 Tab., 11 Taf.; Frankfurt am Main.
- Roemer, C. F.** (1854a): Die Kreidebildungen Westphalens. Eine geognostische Monographie.- *Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Preussischen Rheinlande und Westphalens*, **11**: 29-180, 1 Kt. Bonn.
- Roemer, C. F.** (1854b): Die Kreidebildungen Westphalens.- *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, **6**: 99-236; Berlin.
- Savels, C. A.** (1904): Der Dom zu Münster in Westfalen. Geschichte und Beschreibung des Baues und seiner bildnerischen Ausstattung.- II + 72 S., 42 Abb., 2 Ktn., 17 Taf.; Münster in Westfalen (Regensberg).
- Schlüter, C. A.** (1862): Die Macruren Decapoden der Senon- und Cenoman-Bildungen Westphalens.- *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, **14**: 702-749, Taf. 11-14; Berlin.
- Stade, H.** (1986): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25 000. Erläuterungen zu Blatt 3911 Greven.- 137 S., 15 Abb., 8 Tab., 2 Taf.; Krefeld (Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen).
- Stade, H.** (1989): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25 000. Erläuterungen zu Blatt 3910 Altenberge.- 123 S., 12 Abb., 7 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- Vestring-Buchholz, S.** (1993): Kriegszerstörung und Wiederaufbau. In: GRUNSKY, E. & ISENBERG, G. (Eds.): Denkmalpflege und Forschung in Westfalen. Band 26, 1. LOBBEDEV, U., SCHOLZ, H. & VESTRING-BUCHHOLZ, S. (Eds.): Der Dom zu Münster. 793-1945-1992. Vol. 1: 347-506, 65 Abb.- Mainz (Philipp von Zabern).
- Wegner, T.** (1927): Geologie der Münsterschen Ebene. In: Westfalenland. Band 4. Beiträge zur Westfälischen Heimatkunde: 1-44, 21 Abb., Taf. 1-3.- 152 S., 21 Abb., 8 Taf.; Paderborn (Schöningh).
- Westhoff, F.** (1907): Führer durch die Baumberge (153 Spaziergänge). In: Führer durch das Münsterland. Teil 2.- 2. Aufl., XXV + 185 S., 2 Ktn.; Münster (Aschendorff).
- Wieschebrink, T.** (1950): Einländischer Marmor. In: BIERBAUM, M. (Ed.): Der Hohe Thum zu Münster: 150-154, 3 Abb.- 248 S., 47 Abb.; Münster in Westfalen (Domkapitel Münster).

3) BELEMNITEN

- Anonymus** (2002): Erbrochenes Saurier-Mahl [präsentiert von DOYLE, P. & WOOD, J.].- Spektrum der Wissenschaft, **2002** (4): 46, 1 Abb.; Heidelberg.
- Belyayev, G. M.** (1959): Interesnye nachodki na dne Tichogo Okeana [Interesting finds on the bottom of the Pacific Ocean].- Priroda, **1959** (12): 105-108, 3 Abb.; Moskau.
- Belyayev, G. M.** (1962): Cephalopod beaks in oceanic deposits [in Russian].- Okeanologija, **2**: 311-326, 5 Abb.; Moskau.
- Belyayev, G. M.** (1964): Rostra of cephalopods in oceanic bottom sediments.- Deep Sea Research, **11**: 113-126, 4 Abb.; Oxford.
- Doyle, P.** (2002): Oldest fossilised vomit pile uncovered.- Science, **295**: 1459; Washington.
- Holden, C.** (2002): Fossil vomit.- Science, **295** (5559) (22. Febr.): 1459, 1 Abb.; Washington.
- Klug, C., Riegraf, W. & Lehmann, J.** (2012): Soft-part preservation in heteromorph ammonites from the Cenomanian-Turonian Boundary Event (OAE 2) in North-West Germany.- Palaeontology, **55** (6): 1307-1331, 12 Abb., 1 Tab.; London.
- Riegraf, W.** (1977): Auftreten zerbissener Rostren im süddeutschen Lias. In: KELLER, T.: Fraßreste im süddeutschen Posidonienschiefer: 123-125, Abb. 4.- Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, **136**: 117-134, 6 Abb.; Stuttgart.
- Riegraf, W.** (1981): Revision der Belemniten des Schwäbischen Jura. Teil 8 (Schluß).- Palaeontographica (Abteilung A), **173** (1-4): 64-139, Abb. 188-254, Taf. 5-9; Stuttgart.
- Riegraf, W.** (1985): Mikrofauna, Biostratigraphie und Fazies im Unteren Toarcium Südwestdeutschlands und Vergleiche mit benachbarten Gebieten.- Tübinger Mikropaläontologische Mitteilungen, **3**: 1-233, 33 Abb., 12 Taf.; Tübingen [und: Dissertation Universität Tübingen, 1985, Mskr.].
- Riegraf, W.** (1996): Belemniten-Fanghäkchen (Cephalopoda, Coleoidea) aus der Pilonotenbank (Unterer Jura, tiefstes Hettangium) von Südwestdeutschland.- Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde (Serie B), **239**: 1-38, 10 Abb.; Stuttgart.
- Riegraf, W.** (1999): Belemniten. In: SAUERMOST, R. (Ed.): Lexikon der Biologie in fünfzehn Bänden. Band 2. Arktis bis Blast-Zellen: 296-297, 5 Abb.- VI + 497 S., 493 Abb., 45 Tab., 31 Taf.; Heidelberg (Spektrum – Akademischer Verlag).
- Riegraf, W. & Hauff, R. B.** (1983): Belemnitenfunde mit Weichkörper, Fangarmen und Gladius aus dem Untertoarcium (Posidonienschiefer) und Unteraalenium (Opalinuston) Südwestdeutschlands.- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie (Abhandlungen), **165**: 466-483, 5 Abb.; Stuttgart.
- Riegraf, W. & Schmitt-Riegraf, C.** (1995): Mandibula fossiles ammonitorum et nautilorum (Rhyncholithi et rhynchoteuthes, excl. aptychi et anaptychi). In: WESTPHAL, F. (Ed.): Fossilium Catalogus I: Animalia. Pars 134.- 219 S., 43 Taf.; Amsterdam und New York (Kugler).
- Riegraf, W., Werner, G. & Lörcher, F.** (1984): Der Posidonienschiefer – Cephalopodenfauna, Biostratigraphie und Fazies des südwestdeutschen Untertoarciums (Lias Epsilon).- 195 S., 50 Abb., 12 Taf.; Stuttgart (Ferdinand Enke).

4) BELEMNITEN-SCHLACHTFELDER

- Abel, O.** (1916): Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten.- 281 S., 100 Abb., 1 Taf.; Jena (Gustav Fischer).
- Abel, O.** (1922): Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit.- VIII + 643 S., 507 Abb., 1 Taf.; Jena (Gustav Fischer).
- Andrée, K.** (1924): Geologische Tätigkeit der Organismen. In: SALOMON, W.: Grundzüge der Geologie. Band 1. Allgemeine Geologie: 715-790, 21 Abb.- 877 S., 331 Abb., 1 map, Taf. 1-2; Stuttgart (E. Schweizerbart).
- Andrusov, D.** (1965): Geologie der tschechoslowakischen Karpaten. II.- 443 S., 139 Abb., 10 Tab.; Berlin (Akademie-Verlag).

- Arp, G., Aigistorfer, M., Havlik, P., Krause, T., Schulbert, C. & Seppelt, S.** (2014): New exposure of the Ludwigskanal near Dörlbach – a key section for the Lower Jurassic in the Franconian Alb, Southern Germany.- *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, **165** (1): 163-218, 12 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- Arp, G. & Schulbert, C.** (2010): Die Belemniten-schlachtfelder der Fränkischen Schwarzjura-Gruppe: Rostreneinstreuung und paläoozeanische Folgerungen. In: *Paläontologie im Blickpunkt*. 80. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft 5.-8. Oktober 2010. Programm und Kurzfassungen - Program und Abstracts: 17-18.- *Zitteliana* (Reihe B), **29**: 1-118; München.
- Benton, M. J. & Harper, D. A. T.** (2009): *Paleobiology and the fossil record*.- XII + 592 S., 381 Abb., 9 Tab., 145 Kästen; Chichester und Oxford (Wiley-Blackwell).
- Bentz, A.** (1924): Über Dogger und Tektonik der Bopfinger Gegend.- *Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereines* (Neue Folge), **13**: 1-45, 2 Abb., 1 Tab., 10 Beil., Taf. 1; Stuttgart.
- Blendinger, W.** (1991): Upper Triassic (Norian) cephalopod limestones of the Hallstatt-type, Oman.- *Sedimentology*, **38**: 223-242, 17 Abb., 2 Tab.; Amsterdam.
- Boyle, R.** (1983): *Cephalopod life cycles. Vol. 1. Species accounts*.- 475 S.; London (Academic Press).
- Bristow, C. R., Morter, A. A. & Wilkinson, I. P.** (1987): The stratigraphy und palaeontology of the Lower Greensand of the Hoes Farm borehole, near Petworth, Sussex.- *Proceedings of the Geologists' Association*, **98**: 217-227; London.
- Brongersma-Sanders, M.** (1957): Mass mortality in the sea. In: HEDGPETH, J. W. (Ed.): *Treatise on marine ecology und paleoecology. Vol. 1. Ecology*.- *Geological Society of America Memoir*, **67**: 941-1010; Boulder, Colorado.
- Brückmann, F. E.** (1728): *Thesaurus subterraneus ducatus Brunsvigii, id est Braunschweig mit seinen unterirdischen Schätzen und Seltenheiten der Natur*.- 155 S.; Braunschweig (J. C. Meisner).
- Burkhardtsmaier, H.** (1909): Die geologische Gliederung der Umgegend von Betzingen-Reutlingen.- *Jahreshefte des Vereins für Vaterländische Naturkunde in Württemberg*, **65**: 8-33, 2 Abb., Taf. 1; Stuttgart.
- Butterworth, P. J., Crame, J. A., Howlett, P. J. & MacDonald, D. I. M.** (1988): Lithostratigraphy of Upper Jurassic-Lower Cretaceous strata of eastern Alexander Island, Antarctica.- *Cretaceous Research*, **9**: 249-264, 8 Abb.; London.
- Callomon, J. H., Alsen, P. & Surlyk, F.** (2015): The ammonites of the Middle Jurassic Cranocephalites beds of East Greenland.- *Geological Survey of Denmark und Greenland Bulletin*, **34**: 1-145; Copenhagen.
- Christensen, W. K. & Schmid, F.** (1987): The belemnites of the Vaals Formation from the C.P.L. Quarry at Hallembaye/Belgium – taxonomy, biometry und biostratigraphy.- *Geologisches Jahrbuch* (Reihe A), **94**: 3-37, 9 Abb., 3 Taf.; Hannover.
- Crame, J. A. & Howlett, P. J.** (1988): Late Jurassic und early Cretaceous biostratigraphy of the Fossil Bluff Formation, Alexander Island.- *Bulletin of the British Antarctic Survey*, **78**: 1-35; Cambridge.
- Dacqué, E.** (1926): Juraformation. In: SALOMON, W. (Ed.): *Grundzüge der Geologie. Band 2. Erdgeschichte. Teil 1-2. Archäikum, Proterozoikum, Mesozoikum und Neozoikum*: 341-384, 23 Abb.- VIII + 616 S., 320 Abb., 1 Tab., 16 Taf.; Stuttgart (E. Schweizerbart).
- Dorn, P.** (1928): *Geologischer Exkursionsführer durch die Frankenalb und einige angrenzende Gebiete. Band 1*.- 183 S.; Nürnberg (Spindler).
- Dorn, P.** (1930): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 180 Erlangen-Süd.- 43 S., 1 Abb.; München (Bayerisches Geologisches Landesamt).
- Doyle, P. & Macdonald, D. I. M.** (1993): Belemnite battlefields.- *Lethaia*, **26**: 65-80, 10 Abb.; Oslo.
- Ebel, R.** (1996): Über neue Aufschlüsse im Ober-Sinemurium (Lias beta, Unterer Jura) der Herforder Liasmulde (Nordflügel).- *Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereines für Bielefeld und Umgegend*, **36** (1995): 15-48, 6 Abb., 3 Tab.; Bielefeld.
- Egger, H. & Wessely, G.** (2014): Wienerwald. In: ROTHE, P. (Ed.): *Sammlung Geologischer Führer*, 59.- 3. Aufl., X + 203 S., 135 Abb., 1 Tab., 2 Ktn.; Stuttgart (Gebrüder Borntraeger).

- Engel, T.** (1896): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg.- 2. Aufl., 470 S., 102 Abb., 6 Taf.; Stuttgart (E. Schweizerbart).
- Eyden, P.** (2003): Belemnites – a quick look.- 5 S., 8 Abb.; <http://www.tommo.com/science/public/belemnites.php>.
- Fischer, A. G.** (1947): A belemnoid from the late Permian of Greenland.- Meddelelser om Grønland, **133** (5): 1-24, 6 Abb., 3 Tab., 2 Taf.; Kopenhagen.
- Fraas, E.** (1910): Führer durch die kgl. Naturalien-Sammlung zu Stuttgart. 1. Die geognostische Sammlung Württembergs im Parterre-Saal.- 3. Aufl., 86 S., 49 Abb.; Stuttgart (E. Schweizerbart).
- Fraas, E.** (1910): Geologie in kurzem Auszug für Schulen und zur Selbstbelehrung. In: Sammlung Göschen. 13.- 3. Aufl., 5. Nachdruck, 122 S., 16 Abb., 4 Taf.; Leipzig (G. J. Göschen).
- Frebold, H.** (1957): The Jurassic Fernie Group in the Canadian Rocky Mountains und Foothills.- Memoir of the Geological Survey of Canada, **287**: I-XI, 1-197, 5 Abb., 13 Taf.; Ottawa.
- Frebold, H.** (1958): Fauna, age und correlation of the Jurassic rocks of Prince Patrick Island.- Bulletin of the Geological Survey of Canada, **41**: 1-69, Taf. 1-3; Ottawa.
- Frebold, H.** (1958): Stratigraphy und correlation of the Jurassic in the Canadian Rocky Mountains und Alberta Foothills. In: GOODMAN, A. J. (Ed.): Jurassic und Carboniferous of Western Canada. Allan Memorial Volume: 10-26, 5 Abb.- Tulsa, Oklahoma (American Association of Petroleum Geologists).
- Geyer, O. F.** (1973): Grundzüge der Stratigraphie und Fazieskunde. Band 1. Paläontologische Grundlagen I.- 279 S., 166 Abb., 7 Tab.; Stuttgart (E. Schweizerbart).
- Geyer, O. F. & Gwinner, M. P.** (2011): Geologie von Baden-Württemberg (GEYER, M., NITSCH, E. & SIMON, T., Eds.).- 5. Aufl., X + 627 S., 185 Abb., 5 Tab.; Stuttgart (E. Schweizerbart) [1. Aufl., dito, 1964, 2. Aufl., 1968; 3. Aufl., 1986; 4. Aufl., 1991].
- Glaser, S., Lagally, U., Schenk, P., Eichhorn, R. & Brand, S.** (2001): Geotope in Mittelfranken. In: Erdwissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz. Band 3.- 1. Aufl., 191 S., 116 Abb.; München (Bayerisches Geologisches Landesamt).
- Glaser, S., Lagally, U., Schenk, P., Eichhorn, R., Brandt, S., Loth, G. & Loth, M.** (2011): Geotope in Mittelfranken. In: Erdwissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz, Band 3.- 2. Aufl., 128 S., 178 Abb., 50 Ktn.; Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umwelt).
- Groiss, J. T., Haunschild, H. & Zeiss, A.** (2000): Das Ries und sein Vorland. In: GEYER, O. F. & LEINFELDER, R. (Eds.): Sammlung Geologischer Führer. Band 92.- XII + 271 S., 57 Abb.; Berlin, Stuttgart (Gebrüder Borntraeger).
- Grzegorzcyk, D., Lanser, K.-P. & Schöllmann, L.** (2006): verSTEINerte Schätze Westfalens. Fossilien aus 450 Millionen Jahren Erdgeschichte (A. HENDRICKS Ed.).- 1. Aufl., 131 S., 81 Abb.; Münster in Westfalen (Westfälisches Museum für Naturkunde).
- Gümbel, C. W. von** (1891): Geognostische Beschreibung des Königreichs Bayern. 4. Abt. Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb mit dem angrenzenden fränkischen Keupergebiete.- 763 S., 6 Ktn., zahlr. Abb.; Kassel (Theodor Fischer) [Nachdruck: 763 S., 6 Kt., zahlr. Abb.; München (Dr. Friedrich Pfeil), 1998].
- Gümbel, C. W. von** (1894): Geologie von Bayern. 2. Band: Geologische Beschreibung von Bayern.- VIII + 1184 S., zahlr. Abb., 1 Kt.; Kassel (Theodor Fischer).
- Hegele, A.** (2009): Stauferkreis Göppingen. In: Veröffentlichungen des Stadtarchivs Göppingen. Band 48. In: Wanderungen durch die Erdgeschichte (25).- 192 S., 322 Abb., 4 Tab., 2 Ktn.; München (Dr. Friedrich Pfeil).
- Heim, A.** (1919): Geologie der Schweiz. Band 1: Molasseland und Juragebirge.- 704 S., 126 Abb., 9 Tab., 31 Taf.; Leipzig (Tauchnitz).
- Heim, A.** (1922): Geologie der Schweiz. Band 2: Die Schweizer Alpen. 2. Hälfte.- S. I-XXVI, 477-1018, Abb. 161-249, zahlr. Tab., 17 Taf.; Leipzig (Tauchnitz).
- Hochsprung, U. & Zellmer, H.** (2014): Mollusken und Brachiopoden des Lias und Dogger. In: HAUFF, R. B., HEUNISCH, C., HOCHSPRUNG, U., ILGER, J.-M., JOGER, U., KLOPSCHAR, M., KOSMA, R., KRÜGER, F. J., THIES, D. & ZELLMER, H.: Jurameer. Niedersachsens versunkene Umwelt: 18-44, Abb. 33-164.- 60 S., 277 Abb.; München (Dr. Friedrich Pfeil).

- Hölder, H.** (1992): QUENSTEDTS Denken und Werk im Rahmen seiner Zeit. Gedächtnisrede im 100. Todesjahr am 24. November 1989 in Tübingen.- Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, **34**: 367-382, 1 Abb.; Freiburg im Breisgau.
- Hölder, H. & Steinhorst, H.** (1964): Lebendige Umwelt. In: Das Bild in Forschung und Lehre. Veröffentlichungen der Landesbildstellen Baden und Württemberg Band 6.- 135 S., 155 Abb.; Stuttgart (Spectrum).
- Howlett, P. J.** (1989): Late Jurassic-Early Cretaceous cephalopods of eastern Alexander Island, Antarctica.- Special Papers in Palaeontology, **41**: 1-72, 9 Abb., 10 Taf.; London.
- Jäger, M.** (2001): Das Fossilienmuseum im Werkforum. Führer durch die Ausstellung von Jura-Fossilien.- 2. Aufl., 149 S., 106 Abb.; Dotternhausen (Rohrbach Zement).
- Jagt, J. W. M.** (2012): Belemnitellid coleoids (Mollusca, Cephalopoda) from the type Maastrichtian, the Netherlands und Belgium. In: JAGT, J. W. M., DONOVAN, S. K. & JAGT-YAZYKOVA, E. A. (Eds.): Fossils of the type Maastrichtian (Part 1).- Scripa Geologica (Special Issue), **8**: 93-111, 3 Taf.; Leiden.
- Jarvis, I.** (1980): Paleobiology of Upper Cretaceous belemnites from the phosphatic chalk of the Anglo-Paris Basin.- Palaeontology, **23** (4): 889-914, 7 Abb., 7 Tab., Taf. 115-116; London.
- Jeletzky, J. A.** (1967): Jurassic und (?)Triassic rocks of the eastern Slope of Richardson Mountains, Northwestern District of Mackenzie.- Geological Survey of Canada Paper, **66** (50): I-VIII, 1-171, 1 Abb., 1 Tab., 10 Taf.; Ottawa.
- Klüpfel, W.** (1919): Über den Lothringer Jura.- Jahrbuch der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt zu Berlin, **38** (I) (1917): 252-346, 2 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- Krause, T.** (1999): Das 'Belemnitenschlachtfeld' aus dem Ober-Lias vom Röhnberg bei Wandersleben (Thüringer Mulde).- Veröffentlichungen aus dem Naturkundemuseum Erfurt (VERNATE) (Naturwissenschaftliche Reihe), **18**: 49-56, 3 Taf.; Erfurt.
- Krumbeck, L.** (1931): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Erlangen-Nord Nr. 161 (6332).- 86 S., 1 Abb.; München (Bayerisches Oberbergamt).
- Kuhn, O.** (1954): Ein Massenvorkommen von Riesenbelemniten in den Parkinsoni-Schichten von Lohndorf.- Geologische Blätter für Nordost-Bayern und Angrenzende Gebiete, **4**: 147-153, 1 Taf.; Erlangen.
- Kuhn, O.** (1964): Geologie von Bayern.- 3. Aufl., 165 S., 113 Abb.; München, Basel, Wien (BLV).
- Lichter, G.** (2003): Versteinerungen. Erkennen & Bestimmen (G. Steinbach, Ed.).- 2. Aufl., 192 S., 570 Abb., 1 Taf.; Stuttgart (Eugen Ulmer).
- Lomax, D. R.** (2011): Fossils of the Whitby coast.- 131 S., 214 Abb., 1 Tab., 9 Kästen; Manchester (Siri Scientific Press).
- Mäuser, M., Schirmer, W. & Schmidt-Kaler, H.** (2002): Obermain-Alb und Oberfränkisches Bruchschollenland. In: Wanderungen in die Erdgeschichte (12).- 144 S., 146 Abb., 5 Taf.; München (Dr. Friedrich Pfeil).
- Mayer, W. K.** (2010): Der Unterjura in der Umgebung von Schwäbisch Gmünd.- 255 S., 300 Abb., 12 Tab., 2 Kt, 9 Kästen; München (Dr. Friedrich Pfeil) (= Unicornis, **12** – Beiträge zur Landschaftsgeschichte im Raum Schwäbisch Gmünd – Mitteilungen des Naturkundevereins Schwäbisch Gmünd e. V., vereinigt mit Lupe **71-80**).
- Mayr, H.** (1985): Fossilien. Über 500 Versteinerungen in Farbe. In: BLV Bestimmungsbuch.- 1. Aufl., 255 S., 19 Abb., 1 Tab., 107 Taf.; München, Wien, Zürich (BLV).
- Mayr, H.** (1995): Fossilien. Über 500 Versteinerungen in Farbe. In: BLV Bestimmungsbuch.- 2. Aufl., 255 S., 526 Abb.; München, Wien, Zürich (BLV).
- Milbourne, R. A.** (1965): Belemnites. In: COLLINS, J. S. H., HANCOCK, J. M., KAYE, P. & MILBOURNE, R. A.: The Gault of the Weald: 255-257.- Proceedings of the Geologists' Association, **76**: 243-260, 1 Abb.; London.
- Model, R. & Kuhn, O.** (1935): Zur Stratigraphie und Faunistik des schwäbischen Calloviums mit besonderer Berücksichtigung von Franken.- Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie (Abteilung B, Geologie und Paläontologie), **1935**: 337-345; Stuttgart.

- Mortimore, R., Wood, C. J. & Gallois, R.** (2002): British Upper Cretaceous stratigraphy. In: SKEVINGTON, D. (Ed.): Geological Conservation Review Series. Vol. 23.- 1. Aufl., XX + 558 S., 308 Abb., 4 Tab.; Peterborough (Joint Nature Conservation Committee).
- Müller, A. H.** (1981): Lehrbuch der Paläozoologie. Band 2. Invertebraten. Teil 2. Mollusca 2 - Arthropoda 1.- 3. Aufl., 550 S., 692 Abb.; Jena (Gustav Fischer).
- Naef, A.** (1922): Die fossilen Tintenfische. Eine paläozoologische Monographie.- VIII + 322 S., 101 Abb.; Jena (Gustav Fischer).
- Oschmann, W.** (1995): The Posidonia Shales (Toarc, Lower Jurassic) in SW-Germany. In: JÄGER, M. (Ed.): Third EPA Workshop Black Shales Models. July, 6-8, 1989: 44-53, 5 Abb., 3 Taf.- 87 S., 51 Abb., 4 Taf.; Dotternhauysen (Portlandzementwerk Rudolf Rohrbach).
- Oschmann, W.** (1999): Gli schisti a Posidonia di Holzmaden. In: PINNA, G./Associazione Paleontologica Europea (Eds.): Alle radici della storia naturale d'Europa seicento milioni di anni altra verso i grandi giacimenti paleontologici: 137-142, 18 Abb.- 254 S., 162 Abb.; Milano (Jaca Books).
- Plöschinger, B. & Prey, S.** (1993): Der Wienerwald. In: GWINNER, M. P. (Ed.): Sammlung Geologischer Führer, 59.- 2. Aufl., XIV + 168 S., 28 Abb., 3 Tab., 2 Ktn.; Berlin und Stuttgart (Gebrüder Borntraeger) [1. Aufl., XI + 141 S., 23 Abb., 3 Tab., 2 Kt., 1974].
- Quenstedt, F. A.** (1856): Bemerkungen zum Geologischen Bilde Schwabens. In: Sonst und Jetzt. Populäre Vorträge über Geologie: 48-57, 3 Abb.- 288 S., 46 Abb., 1 map; Tübingen (Laupp).
- Quenstedt, F. A. von** (1872): Urfauna Schwabens. In: Klar und Wahr. Neue Reihe populärer Vorträge über Geologie: 33-64, 82 Abb.- 322 S., zahlr. Abb., 1 Taf.; Tübingen (Laupp).
- Quenstedt, F. A. von** (1877): Begleitworte zu der Geognostischen Specialkarte von Württemberg. Atlasblätter Ebingen-Balingen und Ebingen.- 48 S.; Stuttgart (Königlich-Statistisch-Topographisches Bureau).
- Radley, J. D.** (2005): Highlights of Jurassic Warwickshire.- *Geology Today*, **21** (4): 146-152, 16 Abb.; Oxford.
- Richter, A. E.** (2000): Geoführer Frankenjura. Geologische Sehenswürdigkeiten und Fossilfundstellen. In: Dem Leben auf der Spur. Band 2.- 217 S., 157 Abb., 6 Tab., 12 Taf.; Augsburg (Ammon Rey-Verlag).
- Riegraf, W.** (1981): Revision der Belemniten des Schwäbischen Jura. Teil 8 (Schluß).- *Palaeontographica* (Abteilung A), 173 (1-4): 64-139, Abb. 188-254, Taf. 5-9; Stuttgart.
- Riegraf, W., Werner, G. & Lörcher, F.** (1984): Der Posidonienschiefer – Cephalopodenfauna, Biostratigraphie und Fazies des südwestdeutschen Untertoarciums (Lias Epsilon).- 195 S., 50 Abb., 12 Taf.; Stuttgart (Ferdinand Enke).
- Röper, M. & Rothgaenger, M.** (2012): Altmühltal. Im Reich des Archaeopteryx. In: MEYENBURG, G. (Ed.): Streifzüge durch die Erdgeschichte.- (IV) + 128 S., 67 Abb., 2 Tab., 12 Kästen; Wiebelsheim (Quelle & Meyer).
- Rothe, P.** (2008): Die Erde. Alles über Erdgeschichte, Plattentektonik, Vulkane, Erdbeben, Gesteine und Fossilien.- 1. Aufl., 176 S., 234 Abb., 2 Tab., 1 Poster; Darmstadt (Primus).
- Rothe, P.** (2015): Die Erde. Alles über Erdgeschichte, Plattentektonik, Vulkane, Erdbeben, Gesteine und Fossilien.- 3. Aufl., 224 S., 282 Abb., 20 Kästen, 1 Beil.; Darmstadt (Theiss in Wissenschaftliche Buchgesellschaft).
- Rulleau, L.** (2006): Biostratigraphie et paléontologie du Lias supérieur et du Dogger de la région lyonnaise. Tome I.- 382 S., zahlr. Abb., 4 Tab., 116 Taf.; Lozanne (Section Géologique et Paléontologique du Comité d'Établissement des Carrieres Lafarge).
- Scheer, U., Stottrop, U. & Ruhr Museum** (2017): Erdgeschichten. Geologie im Ruhr Museum. Catalogue to the also named special exhibition in the Ruhr Museum in Essen, 2nd October 2017-2. September 2018.- 304 S., 196 Abb., 1 Tab.; Köln (Walther König).
- Schieber, W.** (1936): Der Untere und Mittlere Lias im württembergisch-bayerischen Grenzgebiet (Aalen-Wassertrüdingen).- Dissertation Universität Tübingen 1931, 97 S., 1 Tab., 2 Ktn.; Tübingen (A. Becht).

- Schmidt-Thomé, P.** (1987): Helgoland. Seine Dünen-Insel, die umgebenden Klippen und Meeresgründe. In: GWINNER, M. P. (Ed.): Sammlung Geologischer Führer. Band 82.- X + 111 S., 53 Abb., 1 Kt.; Berlin, Stuttgart (Gebrüder Borntraeger).
- Schmidtil, E.** (1953): Dogger-Gamma bis Dogger-Zeta in der mittleren und nördlichen Frankenalb auf Grund neuer Aufschlüsse.- *Geologica Bavarica*, **16**: 1-158, 3 Abb., 6 Taf.; München.
- Schubert, S.** (2007): Das Ober-Pliensbachium (Domerium) der Herforder Liasmulde - Teil 1. Die Aufschlüsse.- *Geologie und Paläontologie in Westfalen*, **68**: 1-90, 8 Abb., 15 Tab.; Münster in Westfalen.
- Schulbert, C.** (2013): Das Belemniten-schlachtfeld von Mistelgau - ein bewahrenswertes geologisches Zeugnis. In: RABOLD, J. & SIMONSEN, S. (Eds.): Die Tongrube Mistelgau.- *Der Steinkern*, **15**: 47-49, 3 Abb.; Bielefeld.
- Seilacher, A. & Gishlick, A. D.** (2014): Straight cephalopods. In: SEILACHER, A. & GISHLICK, A. D.: *Morphodynamics*. Chapter 20: 330-343, 8 Abb., Taf. 20.1-20.4- XIX + 269 S., 147 Abb., 145 Taf.; Boca Raton, Florida (CRC Press in Taylor & Francis).
- Simms, M. J. & Page, K. N.** (2004): The Cleveland Basin. In: SIMMS, M. J., CHIDLAW, N., MORTON, N. & PAGE, K. N.: *British Lower Jurassic stratigraphy*. In: GALLOIS, R. (Ed.): *Geological Conservation Review Series*. Vol. 30: 237-304, Abb. 6.1-6.22.- XVI + 458 S., 158 Abb., 3 Tab.; Peterborough (Joint Nature Conservation Committee).
- Simonsen, S.** (2013): Fossilien aus dem Posidonienschiefer der Tongrube Mistelgau. In: RABOLD, J. & SIMONSEN, S. (Eds.): *Die Tongrube Mistelgau.- Der Steinkern*, **15**: 28-37, 6 Abb., 11 Taf.; Bielefeld.
- Simonsen, S.** (2018): Neue Funde aus einem Bonebed des Unteren Toarcium der Tongrube bei Buttenheim.- *Der Steinkern*, **35**: 14-18, 5 Abb.; Bielefeld.
- Simonsen, S. & Bauer, A.** (2009): Sammlerparadies mit ungewisser Zukunft - Die Tongrube Mistelgau.- *Fossilien*, **26** (1): 34-42, 30 Abb., 1 Taf.; Wiebelsheim.
- Stevens, G. R.** (1965): The Jurassic und Cretaceous belemnites of New Zealand und a review of the Jurassic und Cretaceous belemnites of the Indo-Pacific Region.- *Paleontological Bulletin of the New Zealand Geological Survey*, **36**: 1-231, 43 Abb., 21 Tab., 25 Taf.; Wellington.
- Storch, V., Welsch, U. & Wink, M.** (2007): *Evolutionsbiologie*.- 2. Aufl., XVII + 518 S., 272 Abb., 27 Tab.; Heidelberg, Berlin (Springer).
- Taylor, B. J., Thomson, M. R. A. & Willey, L. E.** (1979): The geology of the Ablation Point - Keystone Cliffs area, Alexander Island.- *Scientific Report of the British Antarctic Survey*, **82**: 1-65; Cambridge.
- Taylor, P. D. & Lewis, D. N.** (2005): *Fossil invertebrates*.- 208 S., 236 Abb.; London (Natural History Museum).
- Thenius, E.** (1963): Versteinerte Urkunden. Die Paläontologie als Wissenschaft vom Leben in der Vorzeit. In: *Verständliche Wissenschaft*, Band 81.- 1. Aufl., XII + 174 S.; Heidelberg und Berlin (Springer).
- Thenius, E.** (1981): Versteinerte Urkunden. Die Paläontologie als Wissenschaft vom Leben in der Vorzeit. In: *Verständliche Wissenschaft*, Band 81.- 3. Aufl., XII + 202 S., 93 Abb.; Heidelberg, Berlin, New York (Springer).
- Urlichs, M.** (1971): Alter und Genese des Belemniten-schlachtfeldes im Toarcien von Franken.- *Geologische Blätter für Nordost-Bayern und Angrenzende Gebiete*, **21**: 65-83, 5 Abb., Taf. 3; Erlangen.
- Wurstemberger, A. R. C. von** (1876): Ueber Lias Epsilon.- *Jahreshefte des Vereins für Vaterländische Naturkunde in Württemberg*, **32**: 193-233, 8 Tab.; Stuttgart [= Dissertation Technische Hochschule Stuttgart, Stuttgart; Mskr.].