

***Lissocardia silesiaca* – ein Spezialist in seinem Ökosystem**

Die *Lissocardia*-Bank von Großenlöder (Hessen/Deutschland)

MANFRED SCHULZ

Zusammenfassung

Im Oberen Muschelkalk des Großenlöderer Grabens (Osthessen) wurden in den letzten 15 Jahren zahlreiche Krebse, im wesentlichen *Lissocardia silesiaca* (v. Meyer, 1847), geborgen. Sie entstammen der *Lissocardia*-Bank, einer horizontbeständigen Lage ca. 25 cm unter dem Leithorizont der *Tetractinella*-Bank (Brockelkalk 4a, Trochitenkalk-Formation, Kraichgau-Subformation, Anis, Oberillyr). Nach der Bearbeitung der Dekapoden von GARRASSINO et. al. (1999 / 2000) wurde im Steinbruch Otterbein der Obere Muschelkalk mit der Fundlage aufgeschlossen. Flächige intensive Nachsuchen, unter besonderer Berücksichtigung sedimentologischer Aspekte und begünstigt durch gute Aufschlussverhältnisse, ermöglichen nun konkrete Aussagen über Entstehung und diagenetische Prägung der Lagerstätte. Neufunde von *Lissocardia* – Exuvien in Bauen – werden beschrieben und Rückschlüsse auf Lebensweise und Habitat diskutiert.

Die Anatomie der Spezies *Lissocardia silesiaca* wird um weitere Details ergänzt und funktionsmorphologisch untersucht. Insbesondere wird dabei die Bedeutung des Informationsgehalts der Neufunde für das Verständnis dieses, im Oberen Muschelkalk einzigartigen Lebensraums hervorgehoben.

Summary

***Lissocardia silesiaca* – a specialist in its environment**

The *Lissocardia*-bank of Großenlöder (Hesse/Germany)

In the Upper Muschelkalk of the Großenlöder Graben (eastern Hesse, Central Germany) a large number of crabs was collected, in particular *Lissocardia silesiaca* (v. Meyer, 1847). These originate from the *Lissocardia* horizon which is consistently found 25cm below the lead structure *Tetractinella* horizon (Brockelkalk 4a, Trochitenkalk-Formation, Kraichgau-Subformation, Anis, Oberillyr). Following the initial studies of the decapods by GARRASSINO et. al. (1999 / 2000) this hori-

zon of the Upper Muschelkalk became again accessible in the quarry Otterbein. An accessible large surface area permitted intensive studies of sedimentological aspects concerning the diagenetic events which shaped this deposit. New finds of *Lissocardia*-exuvia in burrows are described and discussed with respect to environment and mode of living of *Lissocardia*.

The anatomy of the species *Lissocardia silesiaca* is amended with respect to some details and discussed in the light of their functional significance. The significance of the new finds for the understanding of this unique habitat in the Upper Muschelkalk is stressed.

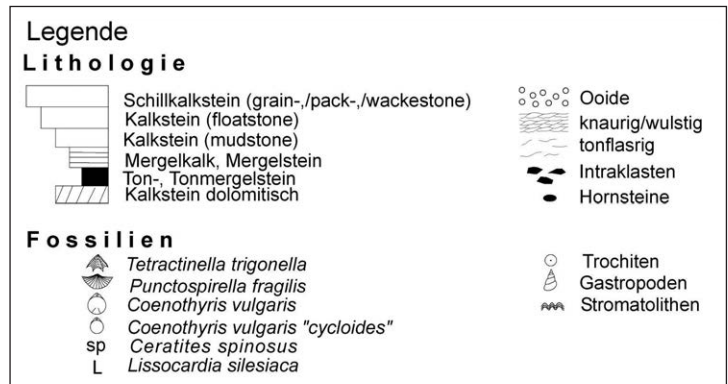
Key words: Trias, Muschelkalk, Decapoden, *Pholeus abomasoformis*, *Lissocardia silesiaca*, Hesse, Germany

1. Einführung

Seit ca. 15 Jahren ist der Obere Muschelkalk im Großenlöderer Graben in verschiedenen, z. T. temporären Aufschlüssen mehr oder weniger durchgängig aufgeschlossen. Die eigene, intensive allgemeine Sammeltätigkeit konzentrierte sich nach den ersten Dekapodenfunden aus der *Lissocardia*-Bank, immer mehr auf die Bergung und Präparation von Fossilien aus diesem Fundhorizont. Mit den beiden Publikationen von GARRASSINO et. al (1999, 2000) wurde mit zunehmender Unzugänglichkeit, bzw. auch Verfüllung der damals besammlbaren Aufschlüsse ein vorläufiger Schnitt gemacht. Zu diesem Zeitpunkt war nur noch im stillgelegten Steinbruch des Kalkwerkes Meister / Großenlöder unter erschwerten Bedingungen der Fundhorizont zugänglich. Die bis dahin geborgenen und präparierten ca. 60 Dekapoden bildeten die Grundlage der beiden Bearbeitungen. Die hervorragende Erhaltung der Funde ermöglichte die Neubeschreibung und Rekonstruktion von *Lissocardia silesiaca* (v. Meyer, 1847) und deren sichere Zuordnung zu den Nephropidae (Ordnung Astacidea).

Die ungünstigen Bergungsbedingungen erlaubten bis dahin keine fundierte sedimentologische Interpreta-

Abb. 2: Legende zu Abb. 1. Grafik S. Rein



tion der Lagerstätte und deren Genese. Hinzu kam, daß Kompaktierung und diagenetische Überprägung der Sedimente gewisse Indizien zusätzlich verschleierten. Fragen bezüglich der exzellenten Erhaltung und relativ gleichmäßigen Funddichte konnten deshalb zu diesem Zeitpunkt noch nicht zufriedenstellend geklärt werden. Die Möglichkeit zusätzliche Informationen zu gewinnen, ergab sich mit einer Erweiterung des Steinbruchs der Zement- und Kalkwerke (ZKW) Otterbein in Müs, auf den Ausstrich des Oberen Muschelkalks am Südostrand des Langenbergs (TK 25 Blatt Nr. 5423 Großenluder, R: 35 36 65, H: 56 04 30). Begünstigt durch den großflächigen Abbau und mit Unterstützung von Werksseite, gelang mehrfach ein flächiges Freilegen des Fundhorizonts. Die in diesem Zuge gewonnenen neuen Erkenntnisse ermöglichen erstmals eine sedimentologische Interpretation und damit sichere Aussagen zur Genese der Lagerstätte. Darüber hinaus kann anhand des aussagekräftigen Fundmaterials die Lebensweise von *Lissocardia* fundiert neu interpretiert werden.

Teile dieser Erkenntnisse wurden erstmals in der Wanderausstellung „In einem Meer vor unserer Zeit – Das Ökosystem Muschelkalk“ des Trias Vereins Thüringen und des Naturkundemuseums Erfurt, ab August 2011 der Öffentlichkeit vorgestellt.

2. Stratigrafie

Der **Brockelkalk 4a** (OCKERT 1992) ist eine ca. 60 cm mächtige Wechselfolge von knauerigen Kalksteinbänken (Mudstone, Floatstone bis Wackestone) und blau-

grauen Tonmergeln unterhalb des Leithorizontes der *Tetractinella*-Bank (Trochitenbank 1).

Detailliert stellt sich die Abfolge im ZKW Otterbein wie folgt dar:

Die tendenziell nach oben kalkiger werdende Abfolge beginnt im basalen Bereich mit einer 10 bis 12 cm mächtigen Partie flaseriger Mergel. Darüber schaltet sich eine 2–3 cm mächtige, immer wieder auskeilende, mikritische Kalkbank mit einer dünnen Schilllage ein (Floatstone). Die weiteren 15 cm bestehen aus etwa 10 cm blaugrauen Tonmergeln, auf denen eine ca. 5 cm mächtige, relativ ebenschichtige, feste Tonsteinlage aufliegt. Die darauf folgende ca. 12–15 cm mächtige Abfolge mit den Bauen (Abb. 1, gepunktet), besteht aus fladig-knolligen, mikritischen Knauerkalken, durchsetzt mit unterschiedlich starken Mergellagen. Die älteren Kluftflächen der kalkigen Partien weisen ein Farbspektrum von gelblich bis rostbraun auf, während der frische Bruch blaugrau ist. Etwa in der Mitte dieses Abschnittes liegt, oft eingetieft in die darunter liegende Mergelpartie, die Fundlage der Baue mit den Dekapoden (Abb. 1, Pfeil). Hier finden sich selten auch doppelklappige Steinkerne von *Pleuromya musculoides* in Lebendstellung und Schalen von *Lingularia tenuissima* - beides Arten mit endobiontischer Lebensweise. Daneben treten in allen Bereichen des Profilabschnitts selten *Hoernesia socialis*, *Nucula* sp., *Plagiostoma striatum*, *Myophoria vulgaris*, *Dicinisca discoides*, und *Germanonautilus* sp. auf.

Über der Fundlage folgt eine markante Schilllage (Wackestone) von 3 cm und in Ausnahmen bis 12 cm



Abb. 3: Abfolge des Brockelkalkes 4a im Steinbruch der Zement- und Kalkwerke Otterbein in Großenluder/Müs mit Fundlage (gelbe Markierung und Pfeil). Foto S. Brandt.

Mächtigkeit, die sich wie auf Abb. 3 mitunter in mehrere Lagen aufspaltet. An deren Ober- und Unterseite ist fast immer ein Mikritsaum angelagert. Zunehmende Mächtigkeiten dieser Lage führen zu einer Eintiefung in die Knauerkalklage darunter. Sehr geringe Mächtigkeiten führen mitunter zur gerundet-stückigen Auflösung derselben mit Abweichungen der Schilllage aus der Horizontalen. Auffällig ist, daß hier der Mikritsaum die aus dem Verband geratenen Stücke mitunter vollständig umgibt. Hier wird der Einfluß der Kompaktierung des Sedimentes auf die bereits frühdiagenetisch verfestigten Partien mit Schalenresten deutlich sichtbar. Die Anlagerung des mobilen Kalkspates an Schilllagen oder andere Konkretionskerne erfolgte somit, zumindest teilweise, erst mit und nach der Kompaktierung des Sedimentes.

Die restlichen 3–5 cm bis zur Basis der Trochitenbank 1 bestehen aus dünneren, unebenlagigen mikritischen

Knauerkalken mit einzelnen Schilllagen. Diese sind durchzogen von dünnen Mergellagen.

Die mikritischen Knauerkalke mit hohem Mergelanteil repräsentieren einen Lebensraum mit relativ niedriger physikalischer Dynamik und geringer Sedimentationsrate. Durch diese stabilen Bedingungen boten die oberflächlich leicht verfestigten Weichböden genug Stabilität für die Anlage von verschiedenartigen Baustrukturen – sowie die Grundlage für deren fossile Überlieferung als Steinkerne durch die Diagenese von Biomikrit.

Diese Interpretation deckt sich mit den Erkenntnissen von KNAUST et. al. (1999): hier werden Baue vom Typ *Pholeus* in Wassertiefen unter der Sturmwellenbasis eingeordnet. Mit der aufliegenden Schilllage deutet sich ein grundlegender Fazieswechsel an, der sich schließlich in der Ausbildung der *Encrinus*-Lebensgemeinschaft der Trochitenbank1 (*Tetractinella*-Bank) manifestiert. Dieser markante Wechsel der Sedimentologie, und somit der Lebensbedingungen, führte zum unmittelbaren Erlöschen der fragilen *Lissocardia*-Lebensgemeinschaft. Die ökologischen Ursachen für diesen schubweisen Umbruch sind im Zuge des Immigrationsereignisses des Brachiopoden *Tetractinella trigonella* (Öffnung der Verbindung zur Thethys?) angedeutet.

3. Material

Grundlage dieser Bearbeitung sind die Neufunde aus dem Steinbruch der ZKW Otterbein in Großenluder/Müs. Zum einen sind dies eine Auswahl von 14 Bauen unterschiedlicher Erhaltung und Ausbaustadien ohne Dekapoden in situ. Dazu kommen 7 Baustrukturen mit *Lissocardia*-Exuvien in diversen Erhaltungs- und Artikulationsstadien. Desweiteren 2 Fischreste, ein neuer natanter Dekapode (*Antrimpos germanicus* n. sp., SCHULZ, 2013 in diesem Band) und ein Massenfund juv. *Clytiopsis* sp. in Konkretionen aus der Fundlage der Baue (alle CSG, Slg. M. Schulz). Für die beiden letztgenannten Objekte ist eine gesonderte Bearbeitung vorgesehen.

Ergänzend für die erweiterte Diagnose und funktion-smorphologische Betrachtungen wurde auf die z.T. nachpräparierten Altfunde (alle CSG, Slg. M. Schulz) und auf ein Exemplar aus der Sammlung S. Brandt

(SSB 11/1) Bezug genommen. Der endgültige Verbleib der Originale zu dieser Bearbeitung im Naturkundemuseum Erfurt ist gewährleistet.

3.1 Bau-Strukturen

Alle nachgewiesenen Baue entsprechen in ihrer Grundform dem Ichnogenus *Pholeus* Fiege, 1944.

Dieser Bautyp entspricht hier einer zylinderförmigen Höhlung von ca. 9–23 cm Länge und 3–6 cm Breite in horizontaler Ausrichtung, etwa 5–10 cm unterhalb der Oberfläche des Meeresbodens. An den beiden Enden gibt es je eine tunnelartige Öffnung nach oben, wobei eine davon einen bedeutend größeren Durchmesser ausweist. Mitunter zeigt der initiale U-Bau auch seitlich erweiterte Ausbauphasen, die sich netzartig (thalassinoiden Strukturen) über eine gewisse Fläche ausdehnen (Tafel 1, Fig. 7). Auch etagenartig übereinanderliegende Baustrukturen kommen vereinzelt vor.

Die fossilen Bau-Strukturen liegen als Biomikrit-Steinkerne vor. Der Erhaltungszustand der Bau-Stein-

kerne variiert, je nach diagenetischer und biogener Beeinflussung von annähernd nicht kompaktiert bis flach fladenförmig. Oft sind die Strukturen verschmolzen in einer zentimeterstarken mikritischen Lage, sodaß auf deren Unterseite nur leichte ovale Auswölbungen der Bau-Steinkerne erkennbar sind. Es existieren alle Übergänge vom perfekt erhaltenen *Pholeus*-Bau bis hin zu gerade noch erkennbaren Relikten (Tafel 1, Fig. 1–6). In der Draufsicht sind nach dem flächigen Freilegen der Fundlage die rundlichen Biomikrit-Steinkerne der ehemaligen Öffnungen der Baue gut erkennbar (Abb. 4, gepunktete Partien). Sie durchstoßen die 3–5 cm flädig-knollige Mikritlage direkt über den Bauen – mitunter ebenso die faserig, mergelige Partie unterhalb der Schillbank.

3.2 Fossilien von *Lissocardia silesiaca* innerhalb der Bau-Strukturen

Die fossilen Panzer-Elemente von *Lissocardia* liegen in mehr oder weniger dreidimensionaler, phosphatischer Erhaltung bzw. mit kristallinem Calcit ausgefüllt

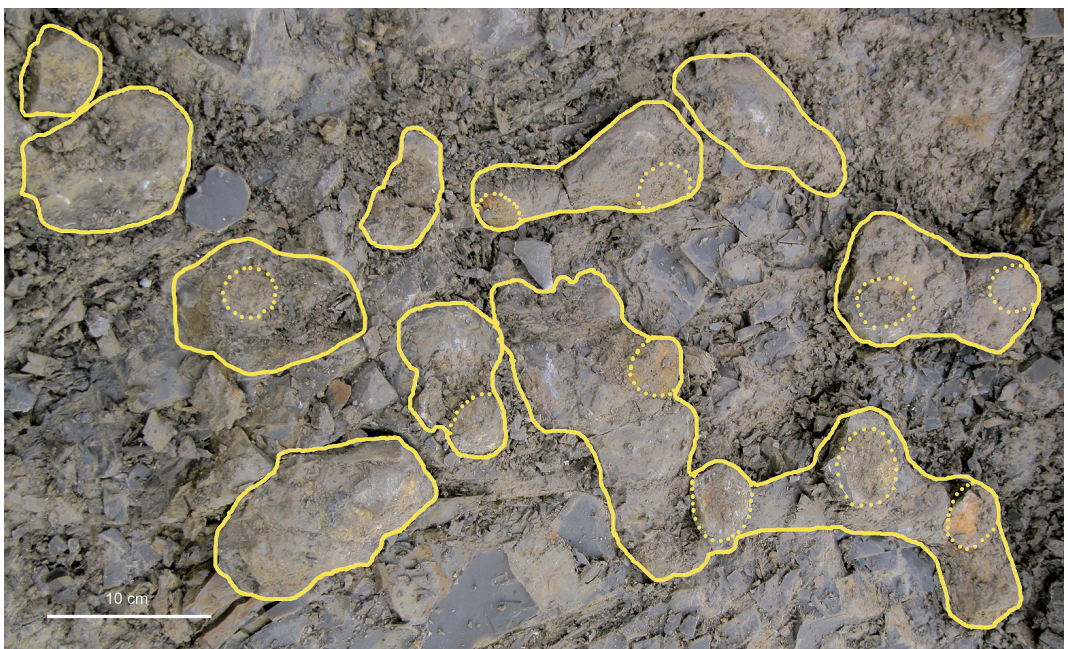
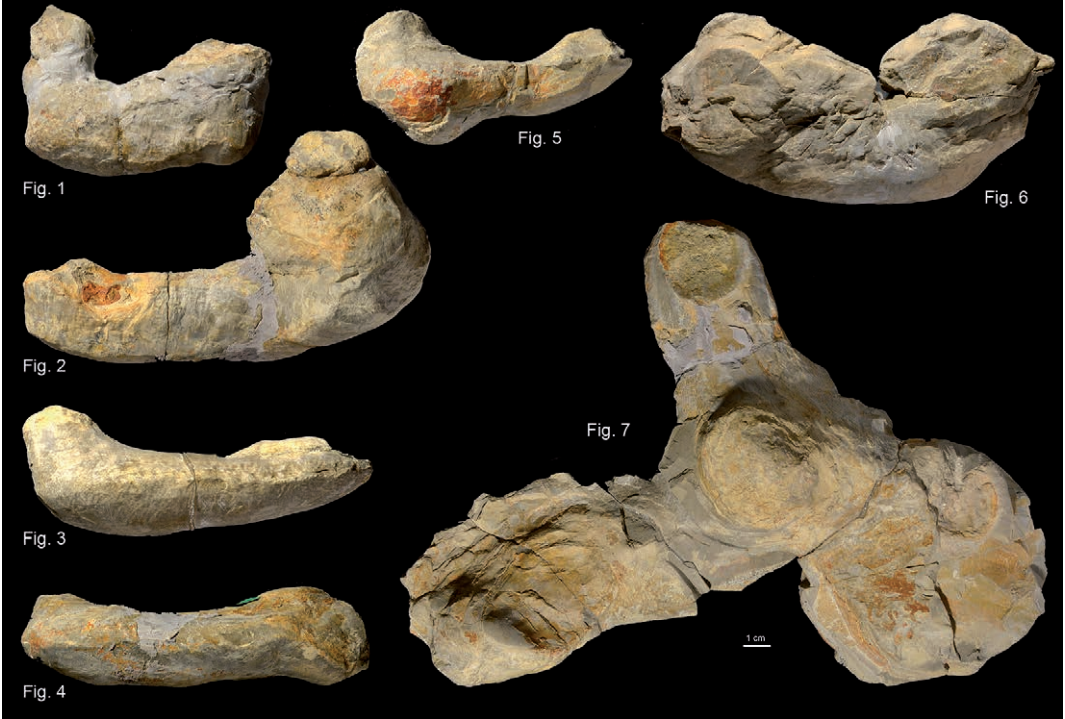


Abb. 4: Fundlage mit Bauen von oben. Gut erkennbar die runden Öffnungen der Baue (gepunktete Partien). Foto S. Brandt.

Tafel 1



Tafel 1: Fig. 1–6: Auswahl unterschiedlich großer Baue in diversen Erhaltungsstadien von lateral. Fig. 7: Bau mit seitlichen Ausbaustadien (thallassinoide Struktur) von dorsal. Bildvorlagen U. Bielert.

(Hohlteile der Beine etc.), innerhalb der Biomikrit-Steinkerne der ehemaligen Bau-Strukturen vor. Mitunter geht deren diagenetische Überprägung so weit, daß von der ursprünglichen Bauform nichts mehr zu erkennen ist. Die Dekapodenreste stecken dann in unregelmäßigen, meist länglichen, für den Oberen Muschelkalk typischen Biomikrit-Konkretionen. Diese liegen immer im selben Horizont mit den besser erhaltenen Baustrukturen. Die typische Artikulation (Disartikulation des Abdomens, Überkippen des Cephalotorax und Überstrecken der Pereiopoden, s. Tafel 2, Fig. 1c und 2c) und das Fehlen der Augen bei fast allen Exemplaren, machen die meisten Funde deutlich als Exuvien erkennbar.

Die beiden Öffnungen eines Baues sind, wie beschrieben, unterschiedlich groß. Interessanterweise liegen die Exuvien, die in situ im deutlich erkennbaren Bau nachgewiesen wurden, immer mehr oder weniger

in der Hälfte des Baues unterhalb der kleineren Öffnung – in den meisten Fällen direkt auf der Unterseite mit allenfalls geringer Mikritlage darüber (Tafel 2). Manche Exemplare liegen direkt im Übergang zum weitgehend entkalkten Mergel, sodaß oft nur noch Fragmente vorhanden sind. Tendenziell weisen die Baue mit *Lissocardia* in situ in der Horizontalen eine leichte Krümmung auf (Tafel 2, Fig. 2), wobei der Teil unter der größeren Öffnung meist etwas breiter ist. Am deutlichsten sichtbar ist das bei stärker kompaktierten Bauen. Hier wird durch die Kompaktierung der ehemals annähernd zylindrischen Bauform das größere Volumen im Bereich des mutmaßlichen Ein- bzw. Ausgangs noch deutlicher (Tafeln 1 und 2). Ausgehend von diesem annähernd zylindrischen Querschnitt ist die Kompaktierungsrate bei den Bauen mit *Lissocardia* in situ zwischen 20–50 % anzusetzen. Das deckt sich auch mit dem Verdrückungsgrad des Cephalothorax und des

Tafel 2



Tafel 2: Fig. 1 a–c: Exemplar CSG 5/8. Kompaktierter Bau in verschiedenen Ansichten (a–dorsal, b–lateral, c–ventral), mit spätdiagenetischer Überprägung (Querrisse nach weitgehender Verfestigung) und *Lissocardia* in situ.

Fig. 2 a–c: Exemplar CSG 5/9. Kompaktierter Bau in verschiedenen Ansichten (a–dorsal, b–lateral, c–ventral), mit frühdiaagenetischer Überprägung (vertikale, bruchlose Stauchung) und *Lissocardia* in situ. Bildvorlagen U. Bielert

Abdomens der meist in Seitenlage vorliegenden Exuvien. Liegen diese ausnahmsweise stabil senkrecht zur ehemaligen Sedimentoberfläche, sind sie unverdrückt (Abb. 5: SSB 1/11).

Die Lage der Häutungshemden in der Hälfte des Baues mit der kleineren Öffnung nach oben, läßt darauf schließen, daß die Tiere die Öffnung mit dem größeren Querschnitt als dauerhaften Ein- und Ausgang benutzten und das Häutungshemd nach der Häutung in den hinteren, weniger genutzten Bereich des Baues geschoben haben. Inwieweit *Lissocardia* auch als Erzeuger der Baue zu sehen ist, läßt sich nach derzeitigem Wissensstand nicht klären. Fakt ist, daß bisher aus annähernd allen Baugrößen, die – wenn auch diagenetisch überprägt – immer dem Typus des Ichnotaxons *Pholeus abomasoformis* (FIEGE 1944, SEILACHER 2007) entsprechen, in situ Funde von *Lissocardia* vorliegen. Dennoch enthält die überwiegende Zahl der erkennbaren Bau-

Strukturen keine Dekapodenreste. Der spezielle Scherenbau spricht eher gegen *Lissocardia* als Erzeuger (s. Funktionsmorphologie). Es scheint naheliegend, daß *Lissocardia* als „Nachmieter“ bereits bestehende Baue unbekannter Erzeuger bezog und entsprechend der eigenen Bedürfnisse modifizierte.

4. Erweiterte Diagnose von *Lissocardia silesiaca* v. Meyer, 1847

4.1 Neue morphologische Details

Aufgrund der Neufunde von *Lissocardia* in den Jahren nach den Bearbeitungen von GARASSINO et. al. (1999, 2000) und nochmals verfeinerter Präparationstechnik kann die damalige Beschreibung um einige morphologische Details erweitert werden.

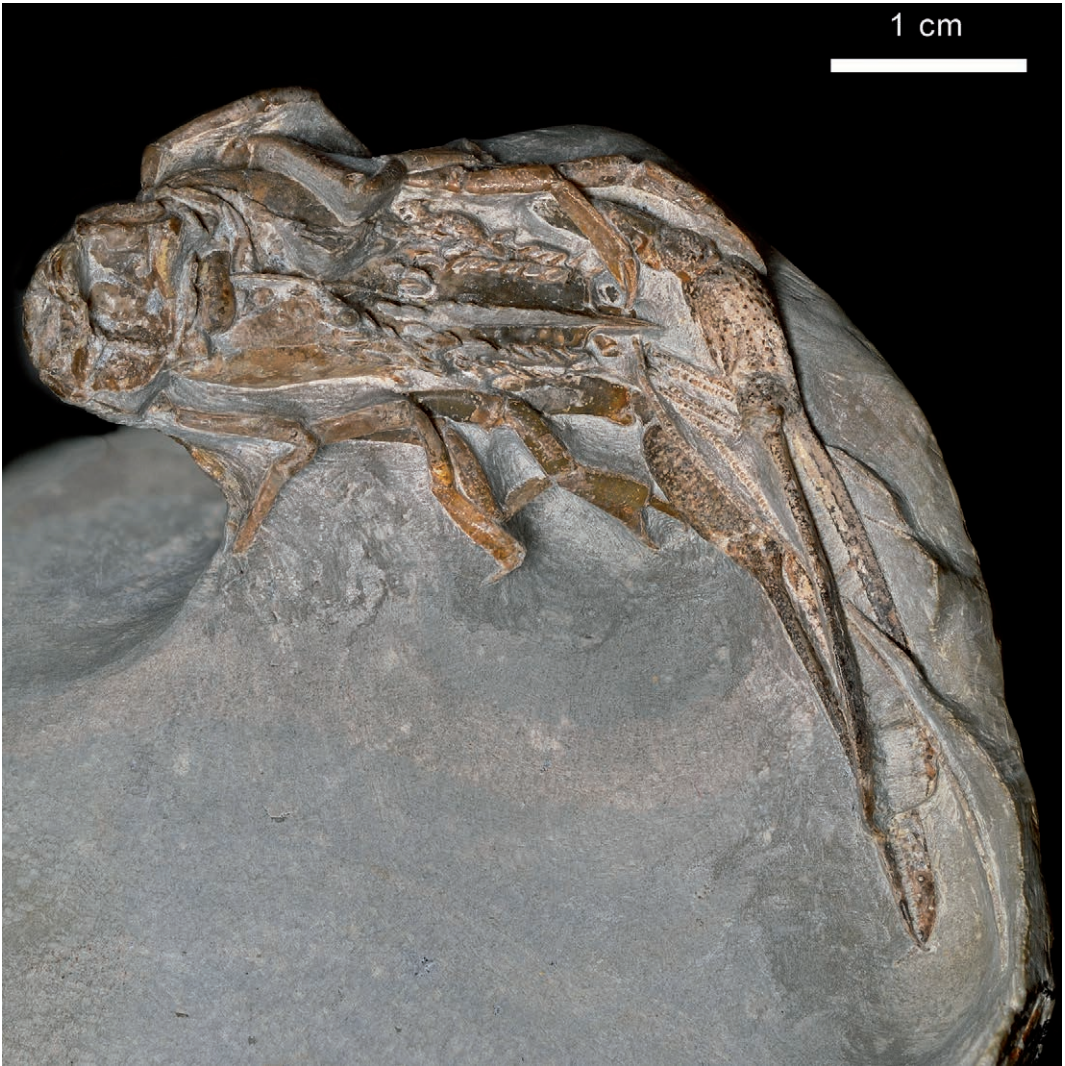


Abb. 5: *Lissocardia silesiaca* (v. Meyer, 1847). Exemplar SSB 1/11. Unverdrücktes vollständiges Exemplar, mit eingeschlagenem, nicht abgesetztem Abdomen und Augen von dorsal (Leiche). Foto U. Bielert.

Pereiopoden: Bei einem kürzlich präparierten Altfund (CSG 5/13) ist der Pereiopode 1 vom Cephalothorax isoliert und zeigt vortrefflich alle Glieder. Hier lassen sich erstmals die Längenproportionen von Coxa (5 mm), Basiischium (5 mm), Merus (17,5 mm), Carpus (5,5 mm) Propodus (35 mm) und Dactylus (26 mm) ermitteln. Propodusfortsatz (Index) und Dactylus stehen sich leicht angewinkelt gegenüber. Die Dornen beider Scherenglieder verschränken sich allein auf der dem Maul zugewandten Innenseite des Scherenarms. Dabei

liegt die hakenförmige Spitze des beweglichen Dactylus immer innen an der des Propodus an. Die Länge des Dactylus entspricht ziemlich genau der Länge des Cephalothorax, gemessen von Rostrumspitze bis Ende des Dorsalkiels am Abdominalausschnitt.

Somite: Somit I hat am Hinterrand einen auffallend stark bestachelten ringförmigen Wulst, der sich seitlich von oberhalb der Epimeren über das gesamte Segment zieht. Bei Somit II zieht sich im vorderen Bereich, hint-

er der zu Lebzeiten von Somit I überdeckten, ringförmigen Einschnürung, von oberhalb der Epimeren über das gesamte Segment eine ebensolche, etwas schwächere und weiter auseinanderstehende Bestachelung.

Bestachelung: Bei einigen Exemplaren (CSG 5/13, Taf. 3: Fig 1a, b und 2, SSB 11/1 Abb. 5,) gelang es, die Bestachelung zu erhalten. Außer der unteren Antennalregion, der Pterygostominalregion und Branchialregion, die im Aktionsbereich der Pereiopoden weitgehend glatt sind, ist der Rest des Cephalothorax kräftig bestachelt. Die Bestachelung des Cephalothorax richtet sich generell nach vorne-oben und macht insgesamt einen äußerst wehrhaften Eindruck (Schutzfunktion).

Augen: Bei einem Exemplar konnten Augen freigelegt werden (SSB 11/1, Abb. 5, Tafel 3: Fig 2). Sie sind gestielt und relativ klein. Die ovalen Halbschalen der

Cornea sind vom Augenstiel deutlich abgesetzt. Eine Facettierung ist (erhaltungsbedingt?) nicht erkennbar.

Kaulade: An einem Exemplar (Tafel 3, Fig 1a u. b) ist die Kaulade teilweise sichtbar. Es zeigt diese seitlich mit Aufhängung und einem Teil der Mandibula.

Pleopoden: An den Somiten II-V konnten Pleopoden freigelegt werden (Taf. 3: Fig 4a und b). Sie haben eine annähernd rechteckige, mittig etwas eingesenkte Basis, Endopodit und Exopodit bestehen aus gerundet dreieckigen Plättchen. An deren Ende artikulieren lange Geißeln aus zahlreichen Gliedern. Pleopoden am Somit I sind nicht bekannt.

Antennen: Die absolute Länge der Antennen und Antennulen ist erhaltungsbedingt schwer zu ermitteln. Die Antennen sind deutlich länger als der gestreckte Pereio-

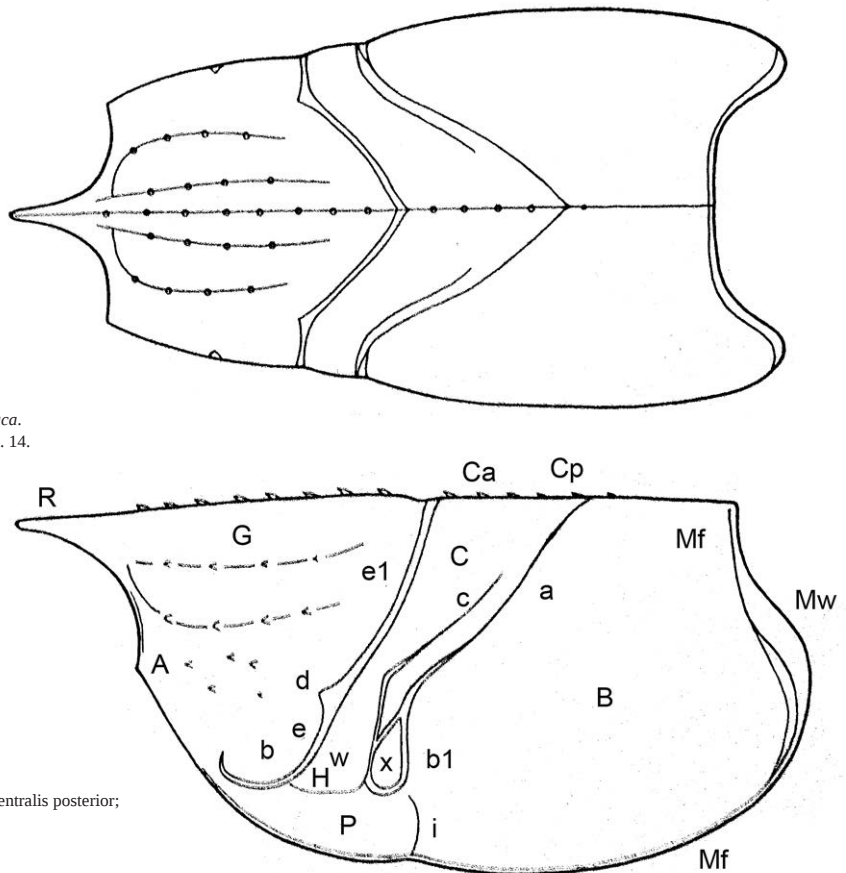


Abb. 6:
Gliederung des Cephalothorax
am Beispiel von *Lissocardia silesiaca*.
Ergänzt nach FÖRSTER (1967), Abb. 14.

- R - Rostrum;
- G - Gastricalregion;
- Ca - vordere,
- Cp - hintere Cardiacalregion C;
- B - Branchialregion;
- A - Antennalregion;
- H - Hepaticalregion;
- P - Pterygostominalregion;
- ee1 - Cervicalfurche;
- d - Gastroorbitalfurche;
- b - Antennalfurche
- b1 - Hepaticalfurche;
- c - Postcervicalfurche;
- a - Branchiocardiacalfurche;
- i - Ventralfurche;
- x - Ansatz des Musculus dorsoventralis posterior;
- Mw - Marginalwulst;
- Mf - Marginalfurche;
- w - Hepaticalhöcker.

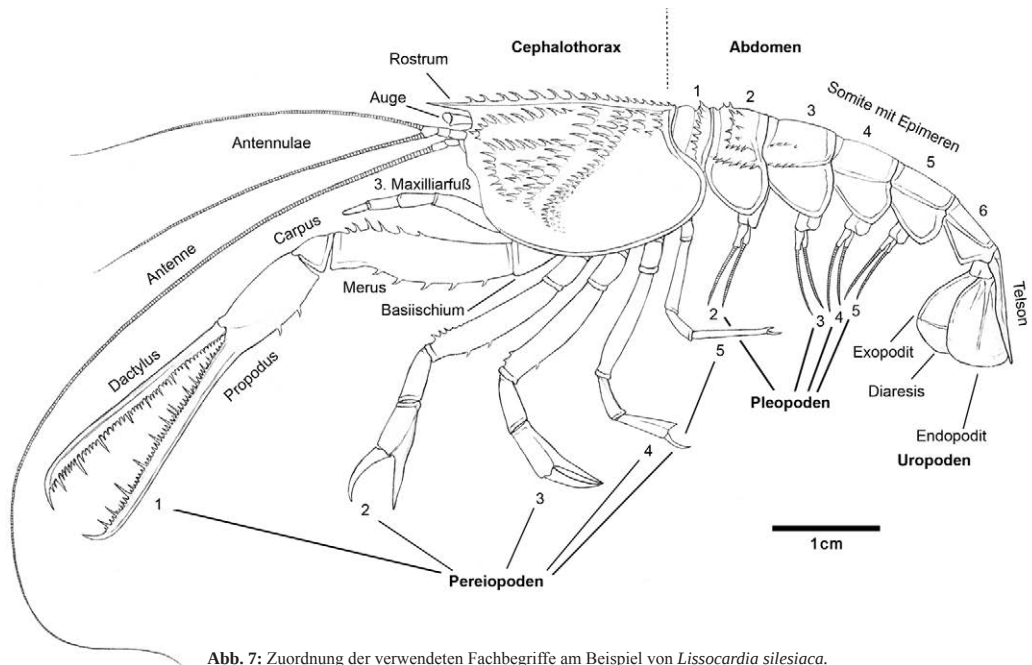


Abb. 7: Zuordnung der verwendeten Fachbegriffe am Beispiel von *Lissocardia silesiaca*.

pode 1 (SSB 1/11, Abb.: 5) Die Antennulen reichen am selben Stück über den Dactylus des Pereiopoden 1.

Scaphocerit: Der Scaphocerit ist dreieckig und nicht ganz so lang wie das erste Antennenglied. Durch seine geringe Größe und meist verdeckte Lage, seitlich unter dem ersten Antennenglied, ist er nur in Ausnahmen zu erkennen (CSG 4/4, Taf. 3: Fig. 3).

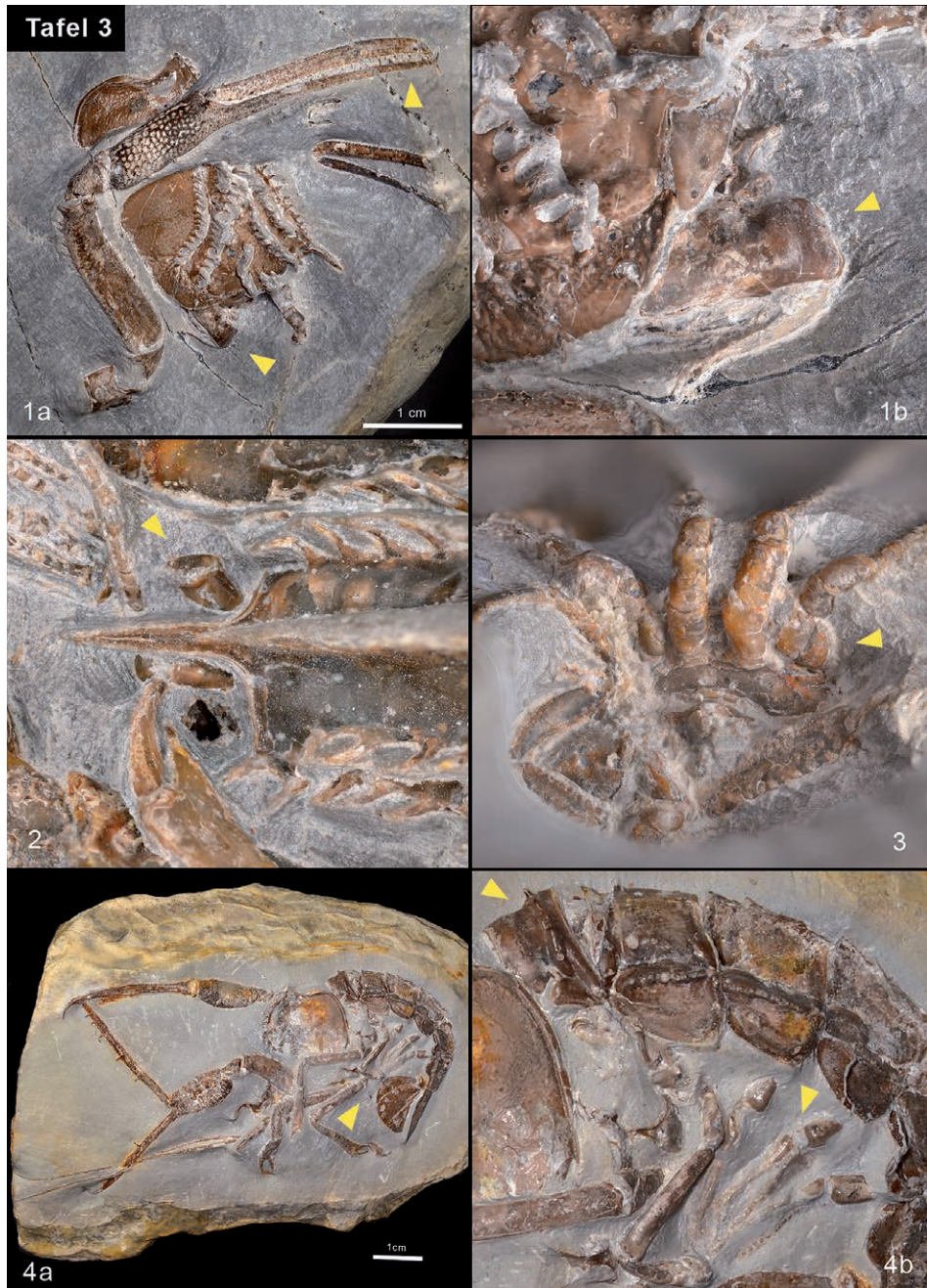
4.2 Erweiterte Diagnose

Lissocardia silesiaca ist ein mittelgroßer Vertreter der Astacidae mit maximal etwa 12 cm Gesamtlänge, groß tuberkuliertem und stark bestacheltem Cephalothorax sowie verlängertem Index und Dactylus am ersten Pereiopoden.

Der Cephalothorax ist in Seitenansicht annähernd rechteckig und wird gegen den Vorderrand wegen des eingebuchteten Bauchrandes etwas niedriger. Der gerade Dorsalrand bildet über seine ganze Länge einen Kiel oder Kamm (Crista) mit einer Reihe vorwärts gerichteter Stacheln von annähernd einheitlicher Größe. Das Rostrum ist kurz, ohne supra- und subrostrale Stacheln,

aber mit einer distalen Spitze. Der Hinterrand ist gebogen und hat einen kräftig gekielten Rand, der im oberen Abschnitt eine Reihe von Stacheln trägt. Der Augenausschnitt ist eng und flach und die Antennal- und Pterygostominalwinkel sind nicht sehr ausgeprägt. Zwei kräftig bestachelte Kiele verlaufen entlang der Antennalregion des Cephalothorax und vereinigen sich an der Basis des Rostrums. Der Cephalothorax hat außerdem tiefe Cervical- und Branchiocardiacalfurchen mit Außenrändern, die mit Reihen einheitlich großer Stacheln ornamentiert sind. Die untere Antennalregion, Pterygostominalregion und Branchialregion sind im Aktionsbereich der Pereiopoden weitgehend glatt, Reihen kräftiger Stacheln begleiten die Furchen, kleine Tuberkel liegen nahe bei den Kielen. Die gesamte Bestachelung des Cephalothorax ist nach vorne oben gerichtet.

Die annähernd rechteckigen Somite II-V haben etwa gleiche Länge. Die dreieckigen Pleuren (Epimeren) sind durch einen groben, tuberkulierten Mittelkiel verstärkt, und ihre Ränder tragen eine Reihe ähnlicher kleiner Stacheln. Somit VI hat annähernd rechteckige Form und ist etwas länger als die übrigen. Somit I hat am Hinterrand einen auffallend stark bestachelten ring-



Tafel 3: Neue morphologische Details von *Lissocardia silesiaca*.

Fig. 1a: Exemplar CSG 5/13 mit vollständigem isolierten Pereiopoden 1, hervorgeschobener Kaulade (Pfeil unten) und weitgehend erhaltener Bestachelung. Deutlich sichtbar die innen vor dem Index verschrägte Spitze des Dactylus der P1 (Pfeil oben). Fig. 1b: Nahaufnahme der Kaulade von lateral. Fig. 2: Exemplar SSB 1/11. Vorderer Bereich des Cephalothorax von Dorsal mit den beiden Augen (Pfeil). Fig. 3: Exemplar CSG 4/4. Antennen- und Antennulenstiele von der Unterseite freigelegt. Deutlich erkennbar der sehr unscheinbare, dreieckige Scaphocerit (Pfeil) am rechten Antennenstiel. Fig. 4a: Exemplar CSG 5/17 in Gesamtansicht. Fig. 4b: Ausschnitt des Abdomens mit ringförmiger Bestachelung an Somit1 (Pfeil oben) und Pleopoden (Pfeil unten). Bildvorlagen U. Bielert.

förmigen Wulst, der sich von seitlich oberhalb der Epi-
meren über die Dorsalseite des gesamten Segmentes
zieht. Bei Somit II zieht sich parallel im vorderen Be-
reich, hinter der von Somit I überdeckten ringförmigen
Einschnürung, eine ebensolche, etwas schwächere und
weiter auseinanderstehende Bestachelung.

Das Telson hat dreieckigen Umriss und ist distal gerun-
det, es wird verstärkt durch zwei dünne mediane Län-
gskiele. Die Uropoden sind so lang wie das Telson.
Über den Exopoditen mit gerundeter Diärese verläuft
ein kräftiger medianer Längskiel. Der Mediankiel, der
längs über den Endopodit verläuft, teilt sich am Vorder-
ende. Die Oberfläche von Abdomen und Schwanzfächer
ist schwach tuberkuliert.

Die Augen sind gestielt und relativ klein. Die ovalen
Halbschalen der Cornea sind vom Augensiel deutlich
abgesetzt. Facettierung ist nicht erkennbar. Die Anten-
nulae bestehen aus drei Gliedern, von denen das erste
und zweite dünn und langgestreckt, das dritte kurz und
kräftig ist. Mit diesem sind zwei Geißeln verbunden,
deren Mindestlänge bei gestrecktem Pereiopoden 1
über die Hälfte des Dactylus reicht. Der Antennenstiel
besteht aus drei dünnen langgestreckten Gliedern. Am
ersten liegt seitlich unterhalb der etwas kürzere, sehr
kleine dreieckige Scaphocerit an. Die Geißel ist deu-
tlich länger als der gestreckte Pereiopode 1.

Von den Körperanhängen besteht der dritte Maxillar-
fuß aus dünnen, langgezogenen Gliedern. Der Pereio-
pode 1 hat einen verlängerten, unterseits bestachelten
Merus, kurzen und kräftigen Carpus und einen kräfti-
gen Propodus mit stark verlängertem und gebogenem
Distalende von Dactylus und Index. Die Innenränder
von Dactylus und Index tragen alternierend starke
und schwächere Dornen. Index und Dactylus stehen
sich leicht angewinkelt gegenüber. Die Dornen beider
Scherenglieder verschränken sich auf der Innenseite
des Scherenarms. Dabei liegt das hakenförmige Dis-
talende des beweglichen Dactylus immer innen an der
des Index an. Die Pereiopoden I–III sind chelat. Die
Außenränder des Merus der Pereiopoden I – III tragen
im vorderen Bereich wenige kräftige Stacheln. Die Pe-
reiopoden IV und V haben eine Endklaue.

Die Pleopoden der Somite II bis V haben eine an-
nähernd rechteckige, mittig etwas eingesenkte Basis.
Endopodit und Exopodit bestehen aus gerundet drei-
eckigen Plättchen an deren Ende lange Geißeln aus
zahlreichen Gliedern artikulieren.

4.3 Funktionsmorphologie

Betrachtet man die großen Scheren der ersten Pe-
reiopoden näher, kommt man unweigerlich zu dem
Schluss, daß es sich hier um hochspezialisierte
Werkzeuge handelt. Die langen Scherenfinger sind mit
relativ dünnen, im Wechsel unterschiedlich langen und
sehr spitzen, dolchartigen Dornen besetzt (pectinate
Chelipeden), die bei geschlossener Schere kammartig
ineinander greifen. Propodusfortsatz und Dactylus ste-
hen sich dabei nicht senkrecht sondern leicht angewin-
kelt gegenüber, sodaß sich die Dornen beider Scher-
englieder allein auf der zum Maul zugewandten Seite
des Scherenarms verschränken. Dadurch reduziert sich
die Bruchgefahr der Dornen beim Ergreifen von Beute.
Allein die beiden hakenförmigen Enddorne an der
Scherenspitze verschränken sich riegelartig nach außen
und bieten so bei geschlossener Schere ein zweites
stabiles Lager (neben dem Gelenk) für den Dactylus
bei der Zugbewegung der Schere zum Körper, was ein
Entkommen der Beute unmöglich macht – sowie ein
Brechen des Scherengelenkes an der Basis des Dacty-
lus (langer Hebel) verhindert.

Das ermöglicht einen sicheren Griff der Beute, weil
sich die Dornen als Widerhaken beim Anwinkeln des
Scherenarms nach innen, zu den Mundgliedmaßen hin,
in die Beute bohren (Abb. 9).

Für ein derartiges Werkzeug ergeben sich nach derzeiti-
gem Wissensstand zwei Einsatzszenarien:

Zum einen prädestiniert die vergleichsweise sehr lange
Schere mit ihrem großen Bewegungsradius *Lissocardia*
als Lauerjäger, der aus der Öffnung des sicheren Baues
vorbeischwimmende oder kriechende Beute schnappt
(Abb. 10 und 11). Die langen Antennen und Antennu-
len, als Bewegungssensoren für kleinste Unterschiede
in der Wasserbewegung und direkte Kontakte, ver-
bessern die Effektivität zusätzlich.

Eine weitere Variante wäre der Einsatz der Schere als
pinzettenartiges Werkzeug, um aktiv im Weichboden
lebende Organismen aus dem Sediment zu ziehen
(Abb. 12). Allerdings ist ein senkrechter Einsatz der
Scheren nur bei gestreckten vorderen Laufbeinen den-
kbar. Die Länge des Merus der P1, der deutlich kürzer
als der Propodus ist, ermöglicht dies nur beim vorne
aufgerichteten Tier mit maximal gestreckten P2 und P3.
Gut möglich, daß beide Varianten relevant sind. Zu-



Abb. 8: Aktualisierte Rekonstruktion von *Lissocardia silesiaca* (v. Meyer, 1847). Zeichnung S. Brandt.

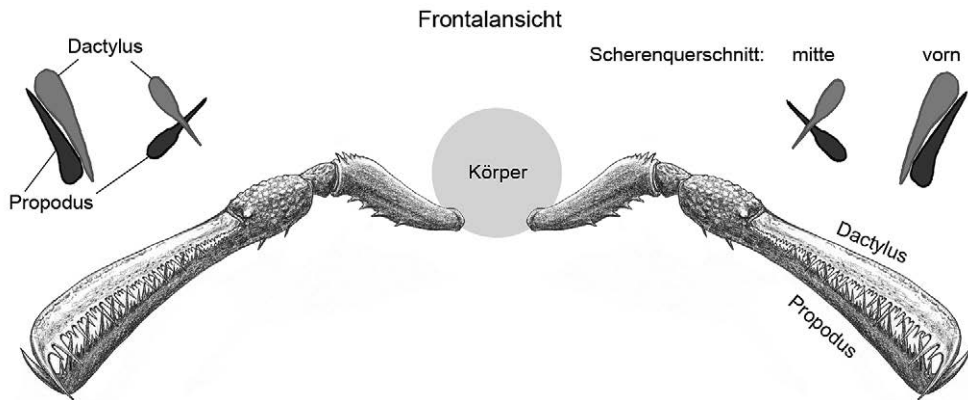


Abb. 9: Schema zur Stellung und Funktionalität von Propodus und Dactylus des Pereiopoden 1. Zeichnung S. Brandt.

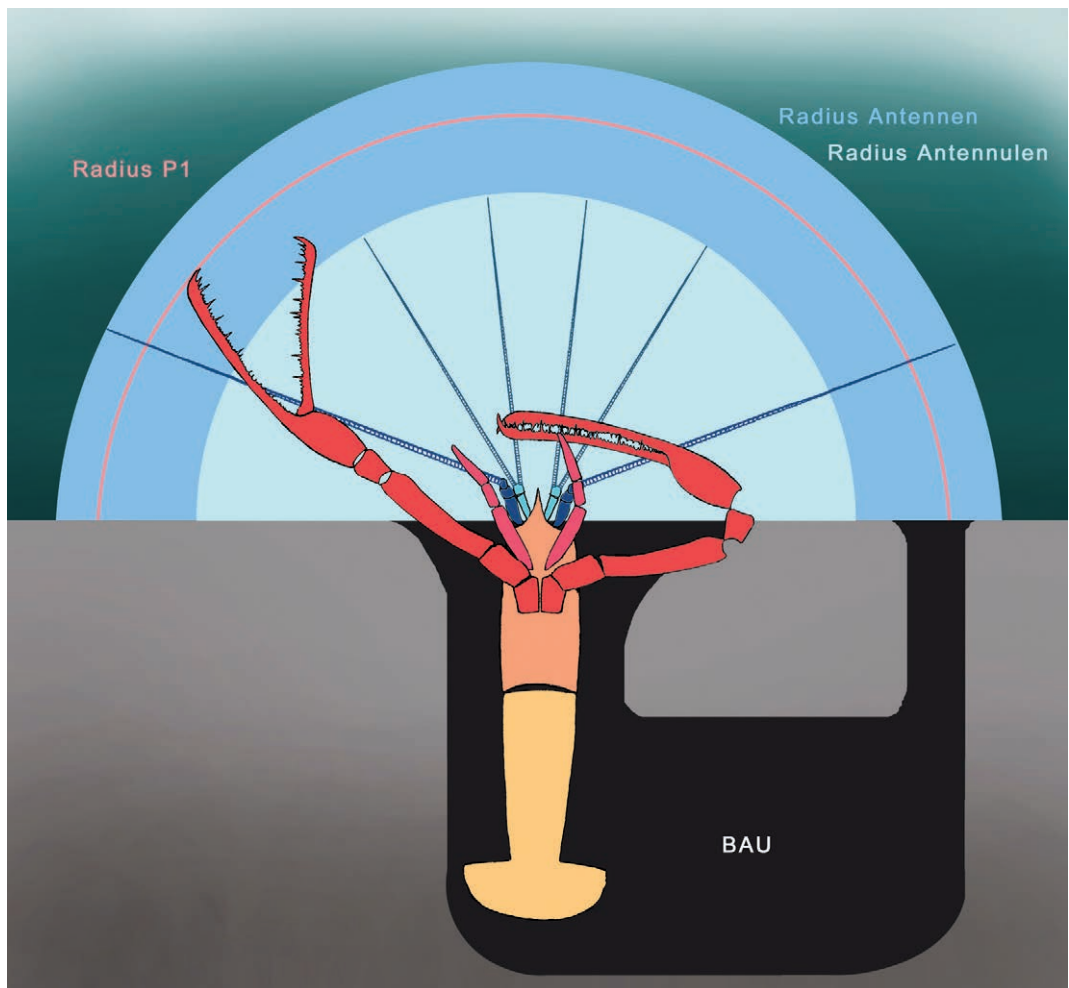


Abb. 10: Schema zur Reichweite der Pereiopoden 1 im Kontext zur Antennenlänge. Zeichnung S. Brandt.

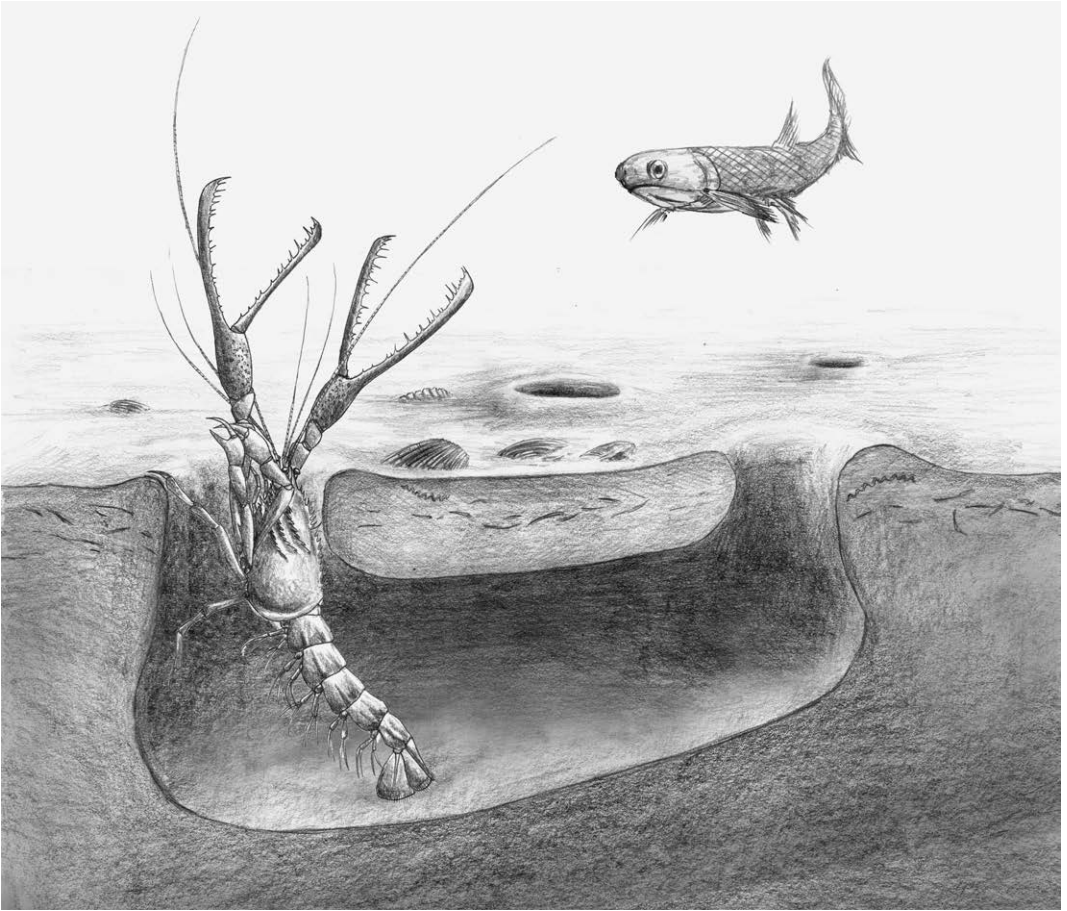


Abb. 11: Lebensbild mit *Lissocardia* als Lauerjäger. Zeichnung S. Brandt.

5. Deutung und Diskussion der Neufunde

5.1 Die *Lissocardia*-Bank von Großenlүder als endobenthische Dekapoden-Lagerstätte

mindest macht bei beiden Varianten die angewinkelte Stellung der Scherenfinger und die damit nach innen gerichtete Verschränkung der Dornen Sinn.

Pectinate Chelipeden gibt es bei mehreren rezenten und fossilen Dekapodengruppen (TSHUDY & SORHANNUS 2000). Die bisher bekannten rezenten Formen leben alle in größeren Wassertiefen auf Weichböden. Von daher ist auch wenig verwunderlich, daß von ihnen noch keine Informationen zu Bauformen (sofern sie überhaupt grabend sind) vorliegen, bzw. ihre Lebensweise nicht hinreichend untersucht ist.

Ausgehend von nun mehr als 15 Jahren Sammeltätigkeit in der *Lissocardia*-Fundlage, der vielen mehr oder weniger eindeutig erhaltenen Baufund eines Horizontes, liegt der Schluß nahe, daß alle Funde von *Lissocardia* aus ehemaligen Bau-Strukturen stammen, die nicht immer mehr als solche zu erkennen sind. Erhaltungspotential und annähernd gleichmäßige Funddichte, zumindest im Untersuchungsgebiet des Fuldaer- bzw. Groenlүderer Grabens, stützen diese Annahme.

Eine ungestörte Überlieferung von Hutungsresten an der Sedimentoberfläche, bei geringer Sedimentationsrate

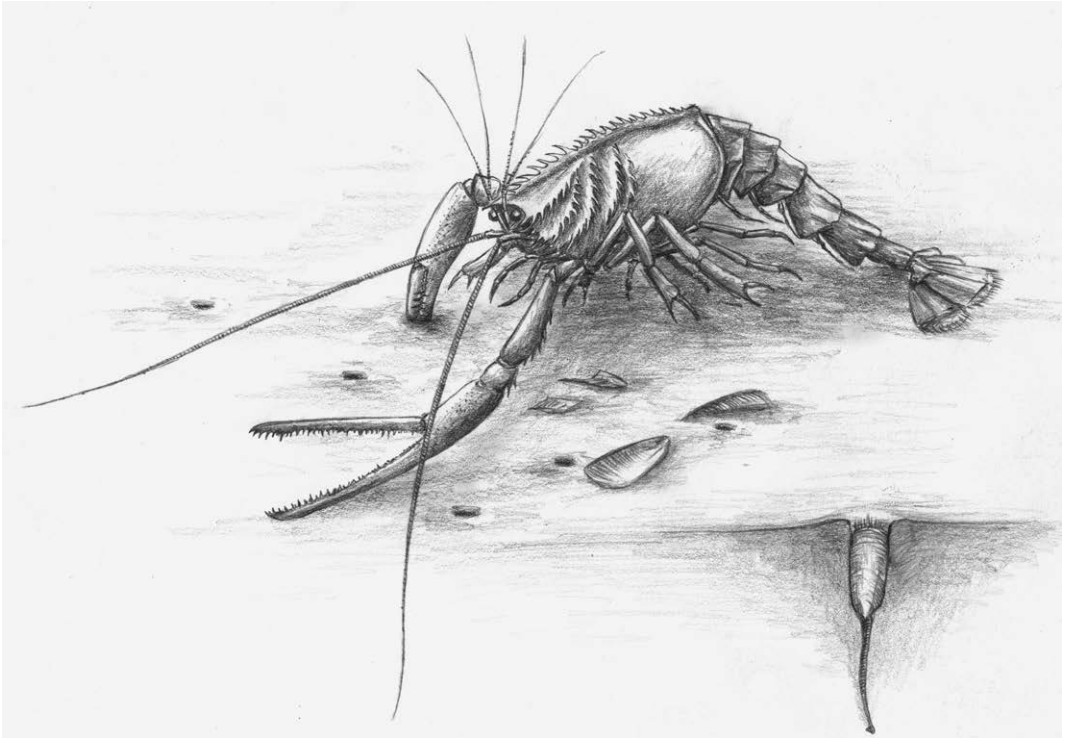


Abb. 12: Lebensbild mit *Lissocardia* auf Nahrungssuche im und auf dem Sediment. Zeichnung S. Brandt.

der vorliegenden Stillwassersedimentation und damit langen Zeiträumen bis zur Überdeckung, erscheint recht unwahrscheinlich. Noch schwerer nachvollziehbar scheint die Vorstellung, daß später genau in der Fundlage, und nur da, Bau-Strukturen angelegt wurden, die nachweislich von *Lissocardia* besiedelt wurden. Trotz intensiver Nachsuche, sind bisher im gesamten Brockelkalk 4a, weder über noch unter der Fundlage weitere Dekapodenfunde nachzuweisen.

Das für den Oberen Muschelkalk beispiellose Potential dieser Lagerstätte liegt in der Biomikrit-Erhaltung der Bau-Strukturen, die als Fossilfallen im Sediment die Dekapoden-Reste vor allen Einflüssen wie Aufarbeitung, Verdriftung, Disartikulation schützten und letztendlich deren Rückführung in die natürlichen Stoffkreisläufe entzogen. In diesem Fossilisationspotential wurde ein für die Trias einmalig komplexes Bild eines einstigen Dekapodenlebensraums konserviert.

Im Unteren Muschelkalk kommt der *Pholeus*-Bautyp relativ häufig vor. Jedoch bislang ohne Bezug zu *Lisso-*

cardia. Allerdings könnte sich die andere lithofazielle Entwicklung nachteilig auf die Erhaltungsbedingungen ausgewirkt haben. Hier fehlen die Funde von artikulierten Fischen, Krebsen etc. in frühdiagenetisch verfestigten Konkretionen gänzlich, während isolierte Reste der Tiere durchaus vorkommen. Gerade Baue könnten hier ein gewisses Fossilisationspotential bieten.

5.2. *Lissocardia silesiaca* als Leitfossil

Im Oberen Muschelkalk beschränken sich die *Lissocardia*-Nachweise (Großenlütder/Osthessen, Bucha/Thüringen, Schraplau/Sachsen Anhalt) bislang ausschließlich auf den Bereich des Brockelkalkes 4a, ca. 25 cm unterhalb des Leithorizontes von *Tetractinella trigonella* (Trochitenbank 1).

Das stratigrafisch punktuelle Vorkommen von *Lissocardia* in diesem Bereich des Oberen Muschelkalks, über so weite Distanzen, läßt den Schluß zu, daß die

Ansprüche von *Lissocardia* an das Ökosystem sehr komplex waren. Dieser hohe Grad der Spezialisierung verdeutlicht sich umso mehr, weil aus den Tonsteinen des gesamten Oberen Muschelkalks Dekapodenfunde anderer Arten über stratigrafisch/zeitlich mächtige Bereiche nachzuweisen sind. Die Habitatvorgaben scheinen für *Lissocardia* (wie auch für *Tetractinella* in Trochitenbank1), nur kurzzeitig in Brockelkalk 4a passend gewesen zu sein. Hier zeichnet sich nach momentanem Kenntnisstand ein ähnlicher Leitcharakter ab, wie bei *Tetractinella trigonella* und *Punctospirella fragilis* im Oberen Muschelkalk.

Lissocardia ist der einzige derart spezialisierte Decapode des Muschelkalkes, dem man aufgrund funktionsmorphologischer Befunde eine Lebensweise als spezialisierter Lauerjäger unterstellen kann. Die Weichböden des Oberen Muschelkalkes wurden in der Folgezeit von anderen Dekapoden dominiert. Hier scheinen die weniger spezialisierten, dekapoden Formen den sicher einschneidenden Fazieswechsel an der Basis des Trochitenkalkes besser überstanden zu haben. Jedenfalls belegen die Neufunde, daß *Litogaster obtusa*, *Paralitogaster* (*Aspidogaster*) *limicola*, *Pseudopemphix alberti*, *Clytiopsis* sp. und auch *Pemphix sueuri* bereits zur selben Zeit wie *Lissocardia silesiaca* im Meer des Oberen Muschelkalkes heimisch waren – wenn auch vergleichsweise selten überliefert.

Bezieht man das Material der Bearbeitungen von GARASSINO et. al. (1999, 2000) mit ein, liegen nun 78 präparierte *Lissocardia* Nachweise aus der beschriebenen Fundlage vor. Davon 7 in eindeutig erkennbaren Bauen. Dem gegenüber stehen 3 *Litogaster obtusa*, 7 *Paralitogaster* (*Aspidogaster*) *limicola*, 1 *Pseudopemphix alberti*, 1 neuer natanter Dekapode (*Antrimpos germanicus* n. sp., SCHULZ 2013 in diesem Band) und eine Konkretion mit unzähligen *Clytiopsis* sp..

Von *Pemphix sueuri* ist bekannt, daß er in Weichböden komplexe Gangsysteme (thalassinoide Strukturen) anlegte. Eine Schichtunterseite mit zwei Individuen in ihrem Bau, aus dem Oberen Muschelkalk von Zwingelhausen bei Backnang, liegt im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart vor. Dessen Nachweis in der *Lissocardia*-Bank von Großenlütder und Bucha steht noch aus. Lediglich aus Schraplau bei Halle (Sachsen-Anhalt) ist der Nachweis erbracht (freundliche Mitteilung M. Henniger, Leipzig). *Lissocardia* dominierte demnach eindeutig dieses Habitat.

5.3 Deutung anderer Fossilien innerhalb der Bau-Strukturen

5.3.1 Beutetiere

Während *Lissocardia*-Exuvien nicht selten annähernd vollständig vorliegen, sind die anderen Formen eher in Fragmenten überliefert. Vollständige und artikulierte Fossilien anderer Krebse fehlen, abgesehen von dem *Clytiopsis*-Fund, ganz. Dabei ist der Nachweis eines unartikulierten Fraßrestes einer Leiche, gegenüber der unartikulierten Exuvie selten zu erbringen. Hier wären erhaltene Augen ein Indiz, das aber lediglich im Fall des natanten Krebses vorliegt.

In wie weit die anderen Dekapodenarten als Beutespektrum anzusehen sind, muß vom Erhaltungszustand abhängig gemacht werden. Der neue natante Dekapode (*Antrimpos germanicus* n. sp., BRANDT & SCHULZ, 2013 in diesem Band) ist noch am ehesten als Fraßrest einzuordnen. Pereiopoden, Schwanzfächer und Cephalothorax sind völlig isoliert und das Abdomen fehlt. Er stützt schon von seiner schwimmenden Lebensweise her die Lauerjäger-Variante.

Paralitogaster (*Aspidogaster*) *limicola* liegt in allen Fällen ohne Abdomen vor. Bei fünf Exemplaren sind lediglich Cephalothorax und isolierte Beinfragmente erhalten geblieben. Zwei Exemplare sind mit fast allen Pereiopoden erhalten.

Litogaster obtusa liegt in zwei Exemplaren mit Cephalothorax, Abdomen und fehlendem Schwanzfächer vor. Beide mit mehr oder weniger erhaltenen vorderen Pereiopoden. Ein drittes Exemplar ist völlig disartikuliert. Lediglich Cephalothorax, Abdomenrest und einigen isolierten Pereiopoden sind erkennbar.

Häutungsreste oder Beutespektrum von *Lissocardia*? Wahrscheinlich ist beides. Bei all diesen Funden ist eine Deutung als Fraßrest eines bei der Lauerjagd erbeuteten Tieres grundsätzlich vorstellbar. Hinzu kommt, daß bei den zahlreicheren *Lissocardia* Funden derartige Überlieferungszustände auch vorkommen. Selbst innerartlicher Kannibalismus ist bei Dekapoden durchaus nicht unüblich.

Vom Dekapoden *Pseudopemphix alberti*, von dem lediglich ein isolierter Cephalothorax vorliegt, ist bekannt, daß er zur Häutung gerne *Germanonautilus*-Wohnkammern aufsuchte (SCHULZ 2002). Das schließt aber andere Verstecke zur Häutung nicht von vornherein aus, so daß bei ihm, gegenüber der Beutetier-Theorie, eine



Abb. 13: Exemplar CSG-LB 1/1. Unbestimmter, annähernd vollständiger, etwas verschobener Actinopterygier. Foto U. Bielert.



Abb. 14: Exemplar CSG 5/7. Teilartikulierter Fraßrest eines unbestimmten Actinopterygiers. Foto U. Bielert.

zumindest kurzfristige Einmietung in eine der Bau-Strukturen denkbar wäre.

Einen weiteren Sonderfall stellt der Fund unzähliger *Clytiopsis* dar, die vermutlich lebend verschüttet wurden. Deren gesonderte Bearbeitung ist in einem anderen Rahmen vorgesehen.

5.3.2 Fraßreste

Einen weiteren Aspekt liefern die Funde von Fischresten innerhalb der Bau-Strukturen. Hier liegen zwei noch unbestimmte Actinopterygier Reste vor: ein etwas verschobenes Exemplar, von zu Lebzeiten etwa 7 cm Länge (Abb.: 13) und ein teilartikulierter Fraßrest mit Flosse, der auf eine Mindestgröße von ehemals maximal 15cm schließen lässt (Abb. 14). In diesem Zusammenhang ist auch anzumerken, daß bei der Präparation der Dekapoden in einigen Fällen gehäuft isolierte Fischschuppen zu erkennen waren. Was das Nahrungsspektrum angeht, so kann man davon ausgehen, daß *Lissocardia*, wie die meisten Dekapoden, tote Beute nicht verschmähte. Kommt der kleine Actinopterygier größtmäßig noch als Lebendbeute in Frage, so ist das größere Exemplar sicher nur als Rest in den Bau geschleppt worden.

5.4 Schlußfolgerung

Die Rückschlüsse aus dem aktuellen Befund sowie die Überlegungen zur Funktionsmorphologie belegen, daß *Lissocardia* die markanten Bau-Strukturen des Fundhorizontes besiedelte. Es ist zu erkennen, daß die Tiere die Baue nicht nur als Schutzraum zur Häutung nutzten, sondern sie wie rezente Dekapoden als dauerhafte Wohnhöhle aufsuchten und auch erbeutete Nahrung darin verzehrten bzw. verstauten. Der Bau bot sicherlich gegenüber der Oberfläche des Meeresbodens einen ungleich größeren Schutz vor Nahrungskonkurrenten und Fressfeinden. Eine Nutzung der Baue als Versteck bei der Lauerjagd ist vorstellbar.

6. Synthese

Die *Lissocardia*-Bank von Großenluder, wird aufgrund neuer sedimentologischer Befunde, als synsedimentär entstandene, diagenetisch teilweise überprägte, endobenthische Lagerstätte interpretiert. Fossilisationspo-

tential, annähernd gleichmäßige Funddichte, Baufunde mit Dekapoden in situ und Baue in allen, durch diagenetische Überprägung denkbaren Erhaltungszuständen in der Fundlage, stützen diese These eindrucksvoll. Daß *Lissocardia* die Baue in mehrfacher Hinsicht nutzte, ist nach derzeitigem Wissensstand unstrittig. Ob *Lissocardia* sie auch anlegte, wird sich wohl schwerlich nachweisen lassen.

Funktionsmorphologische Überlegungen, basierend auf Details des sehr speziellen Scherenbaus der ersten Pereiopoden, deren Aktionsradius sowie der Antennen und Antennulenlänge lassen fundierte Rückschlüsse auf räuberische Lebensweise vorwiegend als Lauerjäger zu. Die Funde in Bauen und deren Morphologie legen den Schluß nahe, daß dies aus dem Bau heraus geschah. Aber auch aktive Beutesuche im Sediment war mit diesen speziellen Scheren prinzipiell möglich. Daneben wurde, wie bei den meisten Dekapoden, auch Aas nicht verschmäht.

Die eindrucksvolle Summe der Funde und ihr komplexer Informationsgehalt machen deutlich, welches herausragende Potential in der Lagerstätte der *Lissocardia*-Bank von Großenluder vorhanden ist – bzw. noch über die hiermit beschriebenen Erkenntnisse hinaus, zu erwarten ist.

7. Ausblick

Erst die intensive Nachsuche in der *Lissocardia*-Bank, über längere Zeiträume und immenser Zeitaufwand für aufwändige Präparationen, haben das Erkennen des Potentials dieser Lagerstätte ermöglicht. Zukünftige Neufunde und die Aufarbeitung der zahlreichen unpräparierten Altfunde, liefern sicherlich noch weitere neue Erkenntnisse – hier ist noch die eine oder andere Überraschung zu erwarten. Allerdings ist in diesem Zusammenhang, angesichts der sehr zeitaufwändigen Präparation, erst mittel- bis langfristig mit weiteren neuen Ergebnissen zu rechnen.

In Bezug auf andere Dekapodenfunde im Oberen Muschelkalk, ist anzumerken, daß vermeintliche Einzelfunde, erste Indizien für ähnliche Fundsituationen sein können. Gerade Bauhorizonte, die oft bis zur Unkenntlichkeit diagenetisch überprägt sind, können wie im Fall der *Lissocardia*-Bank, ein besonderes Fossilisationspotential beinhalten.

Natante Dekapoden, deren Häutungsreste bedingt durch ihre Lebensweise in der Karbonatsedimentation des

Muschelkalkes ansonsten fast nie gefunden werden, können hier als Fraßrest überliefert sein. daßelbe gilt auch für die anderen Varianten des sicherlich noch längst nicht zur Gänze bekannten Beutespektrums der jeweiligen Einmieter bzw. Erzeuger von Bau-Strukturen. Baue waren im Oberen Muschelkalk, gerade für Dekapoden, Fossilfallen ersten Ranges. Sie können wertvolle Informationen über Räuber-Beute Beziehungen liefern. Intensive horizontierte Nachsuchen unter Beachtung des sedimentologischen Kontextes, können durchaus zu ihrer Entdeckung beitragen. Allerdings sollte die folgende, sehr zeitaufwändige und gewisse Sachkenntnis erfordernde Präparation, gerade der selteneren Fossilien, von erfahrenen Präparatoren ausgeführt werden. Passende technische Ausstattung, absolute Sorgfalt und gewisse morphologische Kenntnisse sind Grundvoraussetzungen für eine gelungene Präparation auch feinsten Details.

Dank

Sebastian Brandt (Kornhochheim) fertigte die hervorragenden Zeichnungen an, die z. T. mit einem Vorgriff auf diese Publikation, schon in der Ausstellung „Ökosystem Muschelkalk“ des Trias Vereins Thüringen und des Naturkundemuseums Erfurt ab August 2011 zu sehen waren. Des Weiteren unterstützte er maßgeblich die Bildbearbeitung und Erstellung der Bildtafeln. Für anregende, konstruktive Diskussionen in diesem Zusammenhang gebührt ihm mein besonderer Dank.

Siegfried Rein (Erfurt) erstellte die Grafiken zu den Abbildungen 1 und 2. Dafür stellte er auch das Bohrkernprofil der Bohrung Alberstedt (Fa.: Brunnenbau, Stedten, Bohrkern 107/10) zur Verfügung.

Ulrich Bielert erstellte diverse Fotovorlagen und die aufwändigen Stacking-Aufnahmen.

Für das Verfassen der englische Zusammenfassung erklärte sich Walter Elger (Berlin) freundlicherweise bereit. Herrn Dipl.-Biologen Matthias Hartmann (Erfurt) und Herrn Dr. Ralf Werneburg (Schleusingen) danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Die Betriebsleitung und Mitarbeiter des Steinbruchs der ZKW Otterbein gewährten immer Zugang in den Abbau und halfen auf Wunsch auch beim Freilegen der Fundlage.

Herr Thomas Keller von der Paläontologische Bodendenkmalpflege Hessen unterstützte die Nachsuche mit den entsprechenden Genehmigungen.

Ihnen allen meinen herzlichen Dank für die gute Zusammenarbeit.

Literatur

- ASSMANN, P. (1927): Die Decapodenkrebse des deutschen Muschelkalks. – *Jahrbuch der preußischen geologischen Landesanstalt* **48**: 332–356.
- BILL, P. C. (1914): Über Crustaceen aus dem Voltziensandstein des Elsass. – *Mitteilungen der geologischen Landesanstalt Elsaß-Lothringen* **8**: 289–338.
- FIEGE, K. (1944): Lebensspuren aus dem Muschelkalk Nordwestdeutschlands. – *Neues Jahrbuch für Mineralogie und Geologie B* **88**: 401–426.
- FÖRSTER, H. (1967): Die reptanten Decapoden der Trias. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* **128**: 136–194.
- GARASSINO, A., H. HAGDORN & M. SCHULZ (1999): A decapod crustacean assemblage from the Middle Triassic Upper Muschelkalk of Großenluder (Hessen, Germany). – *Geologisches Jahrbuch für Hessen* **127**: 71–81.
- GARASSINO, A., H. HAGDORN & M. SCHULZ (2000): Krebse aus dem Oberen Muschelkalk von Großenluder (Hessen) – Beiträge zur Naturkunde in Osthessen **35**: 27–38.
- HAGDORN, H. & T. SIMON (1993): Ökostratigraphische Leitbänke im Oberen Muschelkalk. – In: HAGDORN, H. & A. SEILACHER [ed.] *Muschelkalk. Schöntaler Tagung 1991 (Sonderbände der Gesellschaft für Naturkunde Württemberg 2)*: Stuttgart, Korb (Goldschnecke): 193–208.
- HAGDORN, H., H. HICKETHIER, M. HORN & SIMON, T. (1987): Profile durch den hessischen, unterfränkischen und baden-württembergischen Muschelkalk. – *Geologisches Jahrbuch für Hessen* **115**: 131–160.
- HOLTHUIS, L. B. (1991): Marine lobsters of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries known to date. – *FAO species catalogue* **13**: 1–292, Rome (Food and Agriculture Organization of the United Nations).
- KNAUST, D. J. SZULC & A. UCHMAN (1999): Spurenfossilien in der Germanischen Trias und deren Bedeutung. – In: HAUSCHKE, N. & V. WILDE [ed.] *Trias – Eine ganz andere Welt*: 229–238, München, Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- OCKERT, W. (1992): Die Zwergfaunaschichten (Unterer Hauptmuschelkalk, Trochitenkalk, mo1) im nordöstlichen Baden-Württemberg. – In: HAGDORN, H. & A. SEILACHER [ed.] *Muschelkalk. Schöntaler Tagung 1991 (Sonderbände der Gesellschaft für Naturkunde Württemberg 2)*: 17–130, Stuttgart, Korb (Goldschnecke).
- SCHULZ, M. (2002): Krebse aus dem Oberen Muschelkalk von Osthessen und Thüringen. *Pseudopemphix albertii* (H. v. Meyer, 1840). – *Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt* **21**: 15–38.
- SEILACHER, A. (2007): *Trace Fossil Analysis*. – Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg.
- TSHUDY, D. & U. SORHANNUS. (2000). Pectinate claws in decapod crustaceans: convergence in four lineages. – *Journal of Paleontology* **74**: 474–486.

Anschrift des Verfassers:

Manfred Schulz
Martin-Luther-Ring 16
D-36137 Großenluder

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt \(in Folge VERNATE\)](#)

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Schulz Manfred

Artikel/Article: [Lissocardia silesiaca - ein Spezialist in seinem Ökosystem Die Lissocardia - Bank von Großenlöder \(Hessen/Deutschland\) 47-66](#)