

## 7. Wirbellose des Lettenkeupers

Hans Hagdorn

### Abstract

Due to the changing salinity in the Lower Keuper environments, invertebrate faunas are less diverse than the slightly older marine Muschelkalk faunas. Moreover, aragonitic mollusk shells were extinguished unless early lithification of the sediment caused internal moulds or detailed impressions. An exceptional mollusk fauna from Wolpertshausen near Schwäbisch Hall was calcified in situ with hinges, muscle impressions, and even colour bands preserved. The Lettenkeuper invertebrate fauna in total has not been revised since more than a century ago. This chapter presents an overview of the Lettenkeuper faunal elements arranged by zoological system. The fossil record comprises spicules of monaxone sponges, well preserved traces of hydrozoan medusae, inarticulate brachiopods (*Lingularia*), microconchid tubes. Molluscs are the most diverse group, with approximately 35 bivalve species dominated by Bakevelliidae, Myophoriidae, and Anthracosiidae. Gastropoda are represented by well preserved Neritimorpha and poorly preserved internal moulds of additional groups. Cephalopods (one Nautilida, two Ceratitida) are extremely rare and restricted to short marine incursions into the Germanic Basin. Arthropoda are represented by rare Halycina, very abundant but low diverse Spinicaudata (*Euestheria*), approximately 10 Ostracoda (Podocopa: Glorianellidae, Speluncellidae, Darwinulidae), one decapod lobster (Erymididae), and fragmentary insects (Blattodea, Mecoptera, Coleoptera). Reproductions of the original pictures of the type specimens are used to illustrate most of the faunal elements.

### 1. Einführung

Aus dem Unterkeuper sind vergleichsweise wenige Arten von Wirbellosen bekannt. Diese geringe Diversität ist sicher zunächst einmal dadurch bedingt, dass die zwischen Süßwasser und übersalzenem Meerwasser schwankenden Lebensbedingungen in den Gewässern des Lettenkeupers von weniger Tierarten toleriert wurden als die konstanter marin geprägten Verhältnisse im Unteren oder im Oberen Muschelkalk. Hinzu kommen noch die ungünstigen Erhaltungsbedingungen für wirbellose Tiere, die im Wesentlichen davon abhängen, wie ihre Hartteile mineralisiert waren und wie schnell das einbettende Sediment sich verfestigte.

Die Schalen der meisten triaszeitlichen Muscheln und Schnecken bestanden aus Aragonit, einer Modifikation des Kalkspats, die im Sediment normalerweise nur begrenzte Zeit stabil ist. Deshalb liegen von diesen nur selten gut erhaltene Schalenexemplare vor, die alle für die Bestimmung und Einordnung ins biologische System wichtigen Merkmale zeigen. Die Regelerhaltung ist die des *Steinkerns*, d.h. der lithifizierten Sedimentfüllung des ehemaligen Gehäuses. Wo das umgebende Sediment sich verfestigte, bevor der Aragonit aufgelöst war, entstanden Hohlräume mit den exakten *Abdrücken* von den Innen- und Außenseiten der Schalen (Abb. 7.7, 7.12, 7.17, 7.26, 7.28). Diese Erhaltungsform ist typisch für manche von den gelben und braunen Dolomitsteinbänken, aus denen ein großer Teil der Wirbellosenfaunen des Lettenkeupers stammt.

Wenn das Sediment vor der Aragonitlösung noch nicht völlig verfestigt war, sind die Hohlräume meist zusammen-

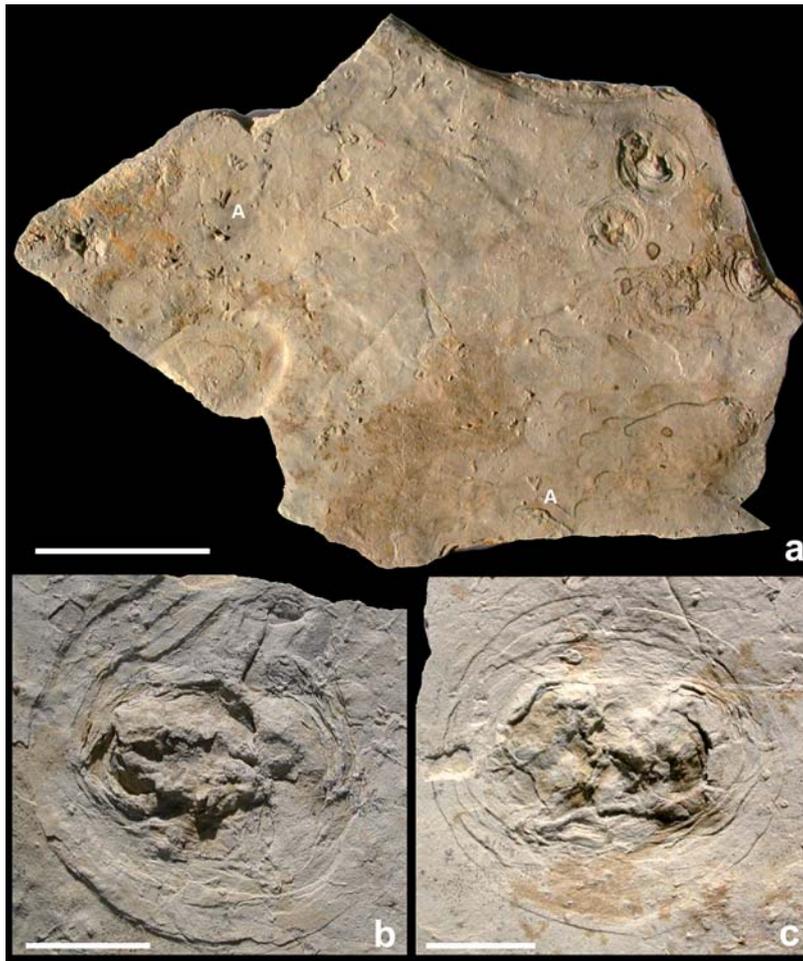
gesackt und von den Schalen liegen dann schattenhafte Skulptursteinkerne vor (Abb. 7.8, 7.22). Dies ist die typische Erhaltung in Tonsteinen, Tonmergelsteinen und mergeligen Dolomitsteinen. Je stärker das Sediment während der Diagenese kompaktiert wurde, desto stärker sind auch die darin enthaltenen Skulptursteinkerne deformiert. Bei der Fossilisation von Muscheln mit ursprünglich kalzitischen Schalenschichten sind manchmal selbst in den Tonsteinen hauchdünne Reste der äußeren Periostrakum-Schicht erhalten geblieben.

Sehr selten kommt es vor, dass die Schalen durch andere Minerale imprägniert oder ersetzt wurden (Abb. 7.6, 7.15, 7.16, 7.21a–g, 7.23, 7.29). Eine Fauna in derart günstiger Erhaltung aus den Unteren Grauen Mergeln von Wolpertshausen bei Schwäbisch Hall hat wichtige Details vom Bau einiger Muschel- und Schneckenarten und sogar Farbmuster überliefert (GEYER et al. 2005; Abb. 7.29). Detaillierte Beobachtungen zur Erhaltung von Lettenkeuper-Muscheln stellte bereits BORNEMANN (1856) an.

Besser erhalten sind die Linguliden, die Conchostraken und andere Arthropoden mit ihren phosphatischen bzw. chitinenen Skeletten, die sich weniger leicht auflösen und deshalb weitgehend unverändert erhalten geblieben sind (Abb. 7.2).

Trotz dieser ungünstigen Bedingungen, hat der Lettenkeuper aber auch so ungewöhnliche Invertebratenfunde wie Hydrozoen-Medusen geliefert, die im feinsandigen Sediment hervorragend erhalten geblieben sind.

Im Folgenden wird nach biologischer Systematik über die Invertebraten des Lettenkeupers berichtet.



**Abb. 7.1** Hydrozoen-Medusen „*Medusina*“ *atava* (POHLIG, 1892) aus dem Wagner-Plattenhorizont im Vitriolschiefer von Untermünkheim-Wittighausen. **a** Untere Schichtfläche des Fundhorizonts, eines dünnen Siltstein-Bänkechens, mit Abdrücken häutiger Reste von Columella (Glocke), Velum und Mundrohr; daneben die Grabspur *Arthropycus alleghaniensis* (HARLAND, 1831) (A). MHI 2003/1; Maßstab 50 mm. **b, c** Mittelgroße Individuen mit sandverfülltem Mundrohr; MHI 2003/7, 2003/8, Maßstab 10 mm.

#### Abkürzungen

Die Abbildungsoriginale sind in folgenden Sammlungen hinterlegt: FG – Bergakademie Freiberg; MLUHW – Geologisch-Paläontologische Sammlungen der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; MHI – Muschelkalkmuseum, Ingelfingen; NHMS – Naturhistorisches Museum Schloss Bertholdsburg, Schleusingen; SMNS – Staatliches Museum für Naturkunde, Stuttgart; SKW – Sammlung KELBER, Würzburg.

## 2. Porifera (Schwämme)

Gerade (monaxone) Nadeln (Spiculae) von Kieselschwämmen mit gut erkennbarem Achsenkanal konnte

BRUNNER (1973: 33) in der Anthrakonitbank von Illingen im Schliffbild nachweisen. Auch im Grenzdolomit von Zwingelhausen kommen Poriferen-Spiculae vor, doch sind sie hier kalzitisiert. Reste von Schwammnadeln hat auch BACHMANN (2002) beschrieben, und zwar aus einer Stromatolithkruste am Top eines kleinen Placunopsisbioherms aus dem Grenzdolomit Oberfrankens.

## 3. Cnidaria (Nesseltiere)

Erst in jüngster Zeit fanden sich im Wagner-Plattenhorizont des Vitriolschiefers von Untermünkheim-Wittighausen an der Basis eines dünnen Feinsandsteinbänkechens zusammen mit eingekippten Muscheln („*Anodonta*“ *gregaria*) und Spurenfossilien schwach konkave, kreisförmige Abdrücke von 4–80 mm Durchmesser (Abb. 7.1). Scharf gezogene, unregelmäßig konzentrische Linien im Randbereich der Strukturen deuten auf Entstehung aus zusammengesackten, häutigen Kuppeln; unregelmäßige, die Schichtfläche manchmal überragende, z.T. undeutlich vierstrahlige Strukturen in der Mitte der Kreise deuten auf ursprüngliche Hohl-

formen, die mit Sand verfüllt wurden. Die Abdrücke werden als Medusen von Hydrozoen gedeutet, d.h. als Quallen. Als konzentrische Linien haben sich die Ränder und Falten der zusammengesackten Columella (Glocke, Schwimmorgan) erhalten; Tentakel sind allerdings nicht zu erkennen. Die zentralen Strukturen sind Abdrücke bzw. Sandfüllungen des vierstrahligen Medusen-Mundrohrs (Manubrium).

Die Funde wurden von HAGDORN (2013) beschrieben und zu „*Medusina*“ *atava*, einer im kontinentalen Rotliegenden Thüringens und der Pfalz häufigen Süßwassermeduse (Hydrozoa, Limnomedusae) gestellt (u.a. MÜLLER 1978; SCHINDLER 2007). Süßwassermedusen mit langen Tentakeln und vier Gonaden wurden von GRAUVOGEL & GALL (1962) aus Tonsteinlinsen des Voltziensandsteins der Vo-

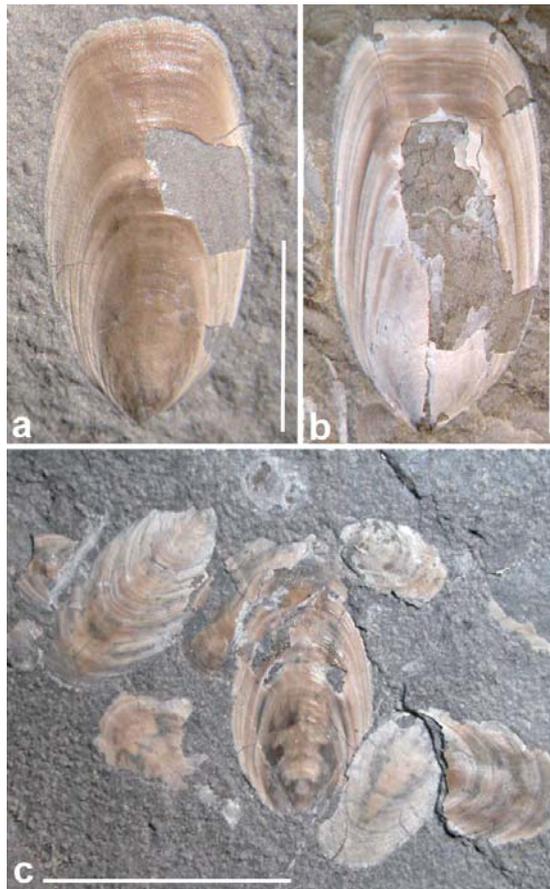
gesen als *Progonionemus vogesiacus* beschrieben. Auch aus dem Unteren Muschelkalk von Winterswijk in den Niederlanden (Vossenveld-Formation) wurden vor kurzem medusoide Strukturen beschrieben (OOSTERINK & WINKELHORST 2013). Die rezente, bis 20 mm Durchmesser erreichende Süßwassermeduse *Craspedacusta sowerbyi* (Trachymedusae) wurde aus Ostasien eingeschleppt und kommt gelegentlich massenhaft in unseren Binnengewässern vor.

#### 4. Tentaculata

##### 4.1. Brachiopoda (Armfüßer)

Sehr häufig und in manchen Bänken geradezu massenhaft treten im Lettenkeuper schlosslose (inartikulate) Brachiopoden aus der fast eine halbe Milliarde Jahre alten Familie Lingulidae auf. Eine moderne Revision der germanischen Triasformen auf der Basis einer Analyse der Merkmale auf der Schaleninnenseite (Muskelansätze, Mantelkanäle, Septen) und der Variabilität steht noch aus. Die drei von KIRCHNER (1933) aufgrund unterschiedlicher Umrissse als Arten angesehenen Formen des Lettenkeupers (Abb. 7.2) gehören wohl zur Gattung *Lingularia*, die vom Karbon bis in die Kreide belegt ist (EMIG 2003; SYKORA et al. 2011). Während *Lingularia tenuissima* (BRONN, 1830) annähernd parallele Seitenränder, einen zugespitzten Schlossrand und einen abgerundeten Stirnrand hat, divergieren bei der eiförmigen *Lingularia keuperea* (ZENKER, 1834) die Seitenränder gegen die stärker gerundete Stirnseite und der Wirbel ist weniger zugespitzt. Bei der relativ breiten *Lingularia zenkeri* (ALBERTI, 1864), der häufigsten Form des Lettenkeupers, ist der Wirbel stumpf und der Stirnrand fast gerade abgestutzt. Diese Merkmale könnten durchaus auch innerartliche Variabilität spiegeln. Dann würden die beiden letztgenannten Formen als selbständige Arten entfallen.

Die meist hellbraunen, phosphatischen Schalen sind in den feinschichtigen Tonmergelsteinen in der Regel flachgedrückt, so dass die Muskeleindrücke kaum erkennbar sind. An manchen Exemplaren beobachtete schwache Streifen, die vom Wirbel ausgehen, könnten die Septen der Stielklappe anzeigen. Deutliche Septen auf der Schaleninnenseite sind ein Merkmal der erst ab dem Eozän bekannten Gattung *Glottidia*, zu der die Linguliden der Germanischen Trias auch schon gestellt wurden. Weil die Lingulidenschale aus schwer löslichem Kalziumphosphat mit einem gewissen Anteil an organischer Substanz besteht, liegen die fragilen Klappen stets in Schalenhaltung vor, zeigen aber in der Regel die merkmalsarme Außenseite, die sich leichter vom Sediment löst. Gelegentlich sind in konzentrischen Bändern hellere und dunklere Farben erhalten, die möglicherweise auf ursprüngliche Farbmuster zurückzuführen sind.



**Abb. 7.2** Die Linguliden des Lettenkeupers werden unter Vorbehalt zur Gattung *Lingularia* gestellt. **a** *Lingularia keuperea* (ZENKER, 1834), Anthrakitbank, Michelbach an der Bilz; MHI 1046/30. **b** *Lingularia zenkeri* (ALBERTI, 1864), Anthrakitbank, Satteldorf-Neidenfels; MHI 1889/3. **c** *Lingularia tenuissima* (BRONN, 1830), Estheriensichten, Kirchberg an der Jagst; MHI 2100. Maßstab 5 mm.

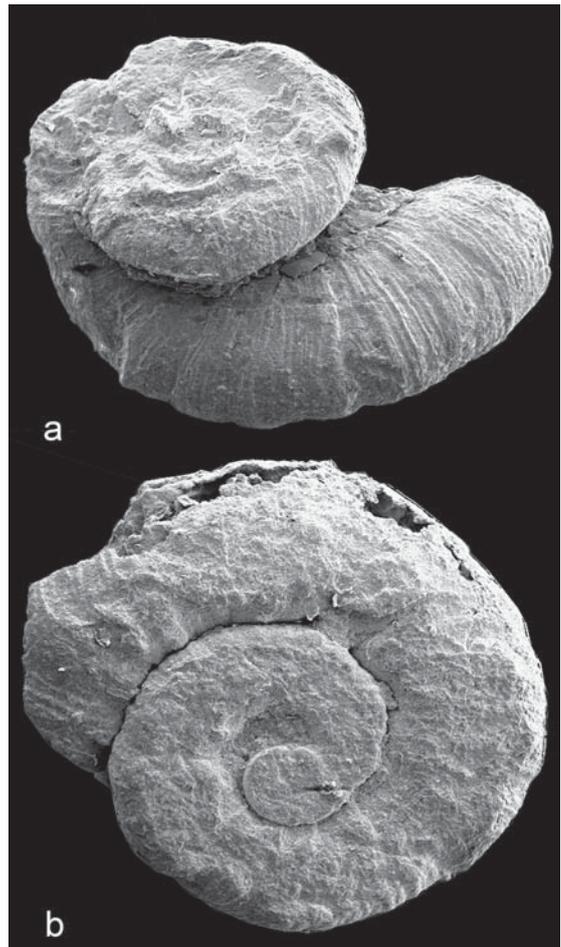
Von den schlosstragenden (artikulaten) Brachiopoden, die im Muschelkalk mit mehreren Gattungen vertreten sind, wurden im Lettenkeuper in Dünnschliffen Schalenfragmente nachgewiesen, die aufgrund ihrer punktierten Struktur der im Muschelkalk häufigen Gattung *Coenothyris* zugewiesen wurden (BRUNNER 1973: Taf. 8a). URLICHS (1982) führte zwei Einzelfunde von doppelklappigen Exemplaren aus den Sandigen Pflanzenschiefern und den Unteren Grauen Mergeln der Umgebung von Schwäbisch Hall auf, von denen er annimmt, dass sie an Tangen hängend eingeschwemmt wurden. Diese Angaben konnten nicht durch eigene Funde belegt werden. Wo das Grenzbonebed direkt die Obere Terebratelbank überlagert, wie im Raum Crailsheim, finden sich im Bonebed gelegentlich ganze Klappen von *Coenothyris vulgaris*, die aus der

Oberen Terebratelbank aufgearbeitet und dann erneut eingebettet wurden (HAGDORN & REIF 1988).

#### 4.2. Microconchida (Posthörnchen-Röhren)

Schon früh sind aus dem Muschelkalk, später auch aus dem Lettenkeuper und dem Buntsandstein, kleine, spiralförmig aufgerollte Röhren aus Kalzit bekannt geworden, die oft in Massen auf Muscheln, Cephalopoden-Gehäusen oder Hartgründen aufsiedeln (HAGDORN 2010). Man hat die in der Germanischen Trias vorkommenden Arten zu den in heutigen Meeren weit verbreiteten Posthörnchenwürmern (serpulimorphe Polychaeten, Familie Serpulidae, Unterfamilie Spirorbinae) gestellt, und zwar zu der Großgattung *Spirorbis*. Eine Übersicht über triassische Vertreter gaben MÜLLER (1982) und KELBER (1986, 1987). Zweifel an der Zuordnung zu den Serpuliden ergaben sich aus Untersuchungen der Röhren-Mikrostruktur paläozoischer „Spirorben“, die auch auf vermetide Gastropoden hinwiesen. TAYLOR & VINN (2006) konnten nun zeigen, dass die paläozoischen und vorkretazischen „Spirorben“ zu den Mikroconchiden zu stellen sind, einer ausgestorbenen Gruppe der Lophophoraten, zu denen auch die Brachiopoden und Bryozoen gehören und mit denen sie ihre laminare Gehäuse-Mikrostruktur teilen. Im Gegensatz zu den rezenten, echten Spirorben, die ausschließlich im Meer leben, kommen Mikroconchiden auch in Brackwasser- und Süßwasser-Ablagerungen vor. Nach TAYLOR & VINN (2006) entwickelten sich die echten Spirorbiden ab der Kreide in bemerkenswerter evolutionärer Konvergenz zu den im Jura ausgestorbenen Mikroconchiden, mit denen sie aber in keinerlei Verwandtschaft stehen. Diese Autoren stellen die präkretazischen „Spirorben“ vorläufig zur Gattung *Microconchus* (Ordnung Microconchida, Klasse Tentaculitoidea), die möglicherweise ähnlich wie die verwandten Hufeisenwürmer (Phoronioidea) in einer chitininigen Röhre lebten. Aus dem Muschelkalk sind die verzweigten Phoronoiden-Bohrgänge aus der Aragonitschicht von Muscheln als Bohrspur *Talpina* bekannt (VOIGT 1975). Anders als die Serpulidenröhren wurden die *Microconchus*-Gehäuse aber von Epithelgewebe ausgeschieden, das die Innenwände der Röhren auskleidete, waren also trotz äußerlicher Ähnlichkeit nicht homolog. Sicher aber strudelten die gesellig auf allerhand Festsubstrat lebenden Tiere mit einem Lophophor Nahrung ein – wie die echten Spirorben. Für Zuordnung der Muschelkalk- und Lettenkeuper-„Spirorben“ zu den Mikroconchen spricht auch, dass trotz ihrer Häufigkeit bisher keine Deckel gefunden wurden, wie sie echte Spirorben zum Verschließen ihrer Gehäuse haben.

Die im Unteren und im Oberen Muschelkalk als Epöken häufigen Röhren von *Microconchus valvatus* (MÜNSTER in GOLDFUSS, 1831) sind im Lettenkeuper noch nicht sicher nachgewiesen, wohl weil diese Art an konstant marine



**Abb. 7.3** *Microconchus aberrans* (HOHENSTEIN, 1913). Die Röhre verläuft zunächst planspiral und windet sich dann kornenzieherartig, weg vom Substrat nach oben. Untere Graue Mergel, Wolpertshausen; MHI 2021, Maßstab 500 µm.

Verhältnisse gebunden war (ZATON et al. 2013). Dagegen stellte WARTH (1982) zahlreiche Fundbelege für *Microconchus germanicus* (GRUPE, 1907) aus dem Lettenkeuper zusammen. Diese äußerst variable Art spiegelt die schwierige Geschichte der Zuordnung der „Spirorben“, denn GRUPE beschrieb sein aus dem Unterkeuper Süd-Niedersachsens stammendes Material als *Pseudobrochidium germanicum* und als *Vermetus triadicus*, sah darin also Gastropoden. Bereits SCHMIDT (1928) bezweifelte GRUPES Zuordnung und stellte beide Formen in die Nähe von *Microconchus aberrans* (HOHENSTEIN, 1913), die im Mittleren Muschelkalk und im Lettenkeuper Thüringens (MÜLLER 1982) häufige *Microconchus*-Art, deren Röhren sich im Gegensatz zu *M. valvatus* nach wenigen Umgängen von der Aufwuchsoberfläche lösen (Abb. 7.3), kornenzieherartig, linksgewunden nach oben wachsen und kleine Cluster bilden (Abb. 7.4).

In der undeutlich pseudopunktaten, mikrolamellären Röhrenstruktur dieser Art erkannte VINN (2010) nun definitiv einen Mikroconchiden. Gut erhaltene Röhren von *M. germanicus* zeigen unregelmäßige Querrippen und zahlreiche Poren, die sich in unregelmäßigen, knötchenförmigen Protuberanzen nach außen öffnen (WARTH 1982). Diese Schalenstruktur erinnert an die perforate Schale vieler artikularer Brachiopoden. An *M. valvatus* und *M. aberrans* wurden keine Protuberanzen beobachtet, weshalb *M. germanicus* sicher als selbständige Art oder sogar als eigene Gattung gelten kann. Aus dem Grenzdolomit von Michelbach an der Bilz liegt ein halbkugeliges Cluster von über 100 *Microconchus*-Röhren mit einheitlich nach oben orientierten Öffnungen vor, die in grobkristallinen Kalzit umgewandelt sind und keine originale Schalensubstanz mehr zeigen (Abb. 7.4). Sie dürften eher zu *M. aberrans* als zu *M. germanicus* gehören.

KELBER (1986, 1987) zeigte mehrphasigen Aufwuchs von planspiralen, linksgewundenen „*Spirorbis*“-Röhren auf verdrifteten Landpflanzenresten (Blattscheiden von *Equisetites*, Sprossen von *Neocalamites* sowie auf Fiedern von *Danaeopsis* und *Cladophlebis*), schloss aus dem Lebenszyklus rezenter Spirorben auf mindestens 6-monatige untergetauchte Drift der Pflanzenreste und erklärte diese ungewöhnlich lange Verweilzeit im Wasser durch deren Kieselsäuregehalt (Abb. 15.6–15.8). Die Zuordnung auch dieser „Spirorben“ zu *Microconchus* legt nahe, dass diese in eher noch kürzerer Zeit heranwuchsen. Konkave und konvexe Abformungen der Röhren auf den Pflanzenresten belegen deren beidseitige Besiedelung. Nur gelegent-



**Abb. 7.4** Eine Gruppe von *Microconchus aberrans* (HOHENSTEIN, 1906). Grenzdolomit, Michelbach an der Bilz; MHI 1044/1, Maßstab 5 mm.

lich sind in KELBERS Material, das aus dem Hangenden des Hauptsandsteins stammt, Reste der Schalensubstanz erhalten, die deutliche Querrippen und in den inneren Flanken leistenartige Versteifungen zeigt, jedoch keine Poren. Die ursprünglich kalzitische Schale ist aufgelöst und der Hohlraum dann durch Eisenoxid-Hydroxid-Verbindungen pseudomorph ersetzt worden. Ob diese Form von *M. germanicus* artlich zu trennen ist, muss eine Revision der germanischen Trias-Mikroconchen erweisen.

In Südwestdeutschland tritt *M. germanicus* nach WARTH (1982) in der Umgebung von Stuttgart besonders häufig in den Sandigen Pflanzenschiefern über der Albertibank auf, und zwar in den Schillkalken zusammen mit *Unionites*, Characeen, kohligen Pflanzenresten und Ostrakoden, in den stärker marin geprägten Dolomiten der Anthrakonitbank zusammen mit *Hoernesia*, war also sicher euryhalin. Dafür spricht auch ein Vorkommen in einer ähnlichen Assoziation von Ingersleben (Thüringen; BEUTLER & GRÜNDEL 1963).

## 5. Mollusca (Weichtiere)

Die häufigsten und auffälligsten Makroinvertebraten in den Sedimenten des Lettenkeupers sind die Mollusken und unter diesen besonders die Muscheln (*Bivalvia*, Lamellibranchiata). Ihre meist nicht besonders gut erhaltenen Reste sind seit Beginn der paläontologischen Erforschung der Germanischen Trias Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Viele Arten wurden allerdings aufgrund einzelner, häufig unzureichend diagnostizierter Exemplare aufgestellt, und von diesen Typen (Namensträger) müssen zudem manche als verschollen gelten oder sind sogar sicher verloren gegangen. So gibt es einige Formen, die sich deswegen nicht mehr genau fassen lassen oder die jüngere Synonyme anderer Arten und Gattungen sind.

### 5.1. Bivalvia (Muscheln)

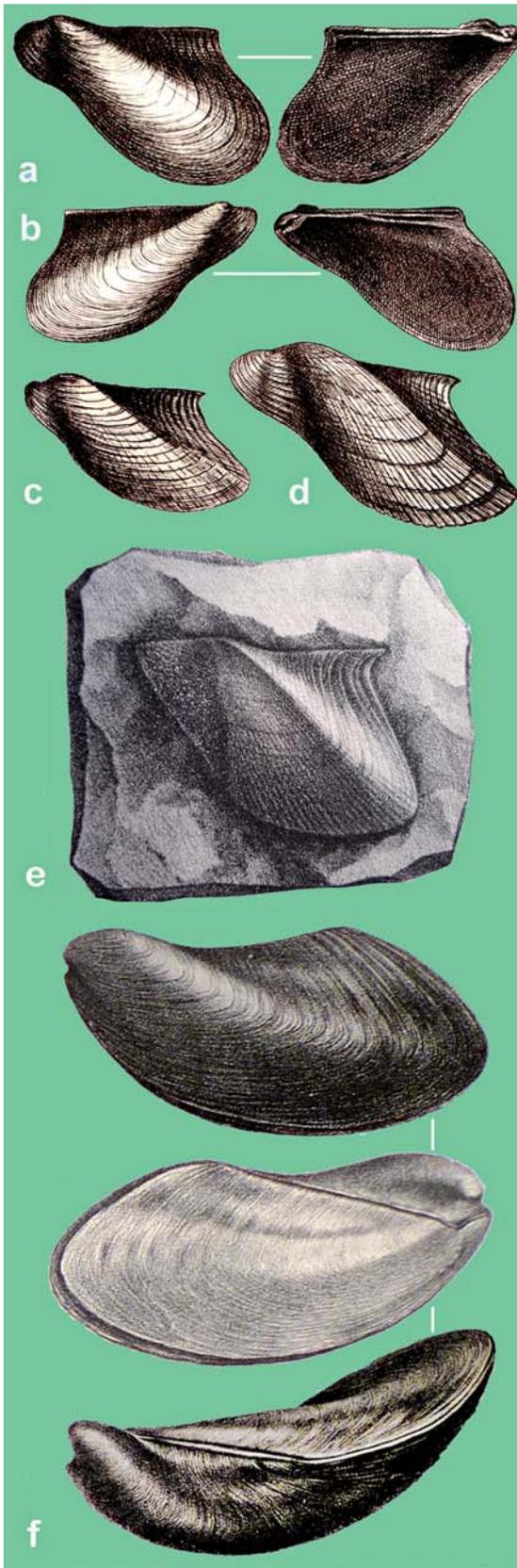
Die Muscheln besetzten nach dem end-permischen Faunensterben nicht nur frei gewordene Nischen im Sediment, sondern bauten zusammen mit den Seelilien die ersten, kleinen Riffstrukturen des Mesozoikums über den Sedimentspiegel hinaus. Durch Mobilität und Veränderung ihrer äußeren Gestalt konnten sie tiefer ins Sediment graben, als es Organismen im Paläozoikum möglich war. Ihre Anpassungsstrukturen in der Form des Gehäuses und die Ausbildung des Sediments liefern dem Paläontologen den Schlüssel für die Rekonstruktion von triaszeitlichen Biotopen (Kap. 15). So stellen Bivalven in vielen Fossilgemeinschaften des Muschelkalks und des Lettenkeupers die dominierenden Komponenten. Die meisten Muscheln filtern Plankton und strudeln ihre Nahrung aktiv in ei-

nem Inhalationsstrom ein. Nur wenige, meist kleine Formen wie die Nussmuscheln suchen als Detritusfresser ihre Nahrung im Schlamm, aus dem sie verwertbare Partikel aufnehmen. Eine neue Systematik der Klasse Bivalvia, die

für die Neuausgabe des Bivalvia-Treatise gelten soll, wurde von CARTER et al. (2011) vorgelegt, eine Übersicht über die triassischen Vertreter durch ROS-FRANCH et al. (2014).

Systematische Stellung der Muscheln des Lettenkeupers (nach CARTER et al. 2011):

- Mollusca (Weichtiere)  
 Bivalvia (Muscheln)  
 Protobranchia (Palaeotaxodonta)  
 Nuculida  
 Nuculidae: *Palaeonucula goldfussi* (ALBERTI, 1834)  
 Autobranchia  
 Arcida  
 Paralleodontidae: *Parallelodon beyrichi* (STROMBECK, 1850)  
 Pteriomorpha  
 Mytilida  
 Mytilidae: ? *Modiolus rhomboidalis* (SEEBACH, 1862)  
 Myalinida  
 Mysidiellidae: *Promysidiella eduliformis* (SCHLOTHEIM, 1820)  
 Ostreida  
 Bakevelliidae: *Bakevellia (Bakevellia) goldfussi* (STROMBECK, 1849)  
*Bakevellia (Bakevellia) subcostata* (GOLDFUSS, 1838)  
*Bakevellia (Bakevellia) substriata* (CREDNER, 1851)  
*Hoemesia socialis* (SCHLOTHEIM, 1820)  
 Pectinida  
 Leptochondriidae: *Leptochondria albertii* (GOLDFUSS, 1835)  
 Plicatulidae: *Pseudoplacunopsis plana* (GIEBEL, 1856)  
 Limidae: *Plagiotoma striatum* (SCHLOTHEIM, 1820)  
 Entoliidae: *Entolium discites* (SCHLOTHEIM, 1820)  
 Familie indet.: „*Placunopsis*“ *ostracina* (SCHLOTHEIM, 1820)  
 Heteroconchia  
 Trioniida  
 Myophoriidae: *Neoschizodus laevigatus* (ALBERTI, 1834)  
*Myophoria transversa* (BORNEMANN, 1856)  
*Myophoria intermedia* (SCHAUROTH, 1856)  
*Elegantinia elegans* (DUNKER, 1849)  
 Costatoriidae: *Costatoria goldfussi* (ALBERTI in ZIETEN, 1830)  
 Unionoida  
 ? Trionioididae: *Trigonodus sandbergeri* ALBERTI, 1864  
 Familie indet.: „*Anodonta*“ *lettica* QUENSTEDT, 1852  
 „*Anodonta*“ *gregaria* QUENSTEDT, 1852  
 „*Myacites*“ *compressus* SANDBERGER, 1867  
 Carditida  
 Myophoricardiidae: *Pseudocorbula keuperina* (QUENSTEDT, 1852)  
*Pseudocorbula sandbergeri* (PHILIPPI, 1898)  
*Pseudocorbula gregaria* (MÜNSTER, 1838)  
*Pseudocorbula nuculiformis* (ZENKER, 1834)  
 Lucinida  
 Lucinidae: *Schafhaeutlia* sp. indet.  
 Cardiida  
 Kalenteridae: *Pseudomyoconcha gastrochaena* (GIEBEL, 1856)  
*Pseudomyoconcha goldfussi* (DUNKER, 1849)  
 Anthracosiidae: *Unionites münsteri* WISSMANN (in MÜNSTER), 1841  
*Unionites donacinus* (SCHLOTHEIM, 1820)  
*Unionites brevis* (SCHAUROTH, 1857)  
 Pholadida  
 Pleuromyidae: *Pleuromya musculoides* (SCHLOTHEIM, 1820)  
*Pleuromya compressa* SANDBERGER, 1867



**Bakevellien.** – Diese in der Trias häufigen und formenreichen, ungleichklappigen Muscheln wurden in der älteren Literatur zunächst zur Gattung *Avicula*, dann meist zu *Gervillia* gestellt. Ihre außen kalzitische Schale hatte innen eine aragonitische Perlmuttertschicht. Bakevellien haben einen mehr oder weniger deutlich ausgeprägten und abgesetzten vorderen und hinteren Flügel und einen langen, geraden Schlossrand mit mehreren Ligamentgruben und unterschiedlich langen Schlosszähnen. Die Tiere lebten mit Byssusfäden im weichen Sediment verankert, wobei das Hinterende mit der Inhalationsöffnung, durch die das Tier seine planktonische Nahrung einstrudelte, über den Sedimentspiegel hinausragte. Ihre linke Klappe ist stärker gewölbt als die rechte und auch stärker ornamentiert. Bakevellien waren auch oft an größeren Schalen angeheftet, die am schlammigen Meeresboden lagen und den Muscheln einen festen Ankergrund boten. Möglicherweise lebten sie auch an Tangen angeheftet, wie ihre heutigen Verwandten der Gattung *Pteria*.

Im 19. Jahrhundert wurden viele Arten aus der Trias beschrieben, von denen einige auch im Lettenkeuper vorkommen (GOLDFUSS 1838; CREDNER 1851; GIEBEL 1856; SCHAUROTH 1857; Abb. 7.5). MUSTER (1995) fasste viele von ihnen zusammen und vereinigte sie mit der permischen *Bakevellia binneyi*, der sie tatsächlich sehr nahe stehen. GEYER et al. (2005) stellten die Vertreter der Gattung *Bakevellia* aus dem Lettenkeuper zur typischen Untergattung *Bakevellia*. Die folgenden Bakevellien des Lettenkeupers werden hier als gültige Arten behandelt:

*Bakevellia (Bakevellia) goldfussi* (STROMBECK, 1849), eine relative kleine Art ohne ausgeprägten hinteren Flügel, mit schwacher konzentrischer Skulptur. Sie kommt häufig in den Unteren Dolomiten und im Grenzdolomit vor (Abb. 7.5a, b). Hierzu gehört wohl auch die *B. (B.) modiolaeformis* (GIEBEL, 1856), die SCHAUROTH (1857) aus dem Grenzdolomit von Beuerfeld bei Coburg anführt.

*Bakevellia (Bakevellia) subcostata* (GOLDFUSS, 1838) wird deutlich größer und vor allem bei ausgewachsenen Individuen sind vorderer und hinterer Flügel sehr ausgeprägt und können spitz ausgezogen sein; die linke Klappe trägt auf der äußeren Schalenschicht zum Hinterende zunehmend kräftigere radiale Rippen (Abb. 7.5c, 7.6).

*Bakevellia (Bakevellia) substriata* (CREDNER, 1851), eine mit bis zu 60 mm recht große, schlanke, langgezogene Art mit radialen Rippen und einer ausgeprägten Kante, die vom Wirbel gegen den Hinterrand ausläuft (Abb. 7.5d, e, 7.7).

**Abb. 7.5** Originalabbildungen von Bakevelliden aus der älteren Literatur. **a, b** *Bakevellia (Bakevellia) goldfussi* (STROMBECK, 1849). **c** *B. (B.) subcostata* (GOLDFUSS, 1838). **d, e** *B. (B.) substriata* (CREDNER, 1851). **f** *Hoemesia socialis* (SCHLOTHEIM, 1820). **a – d** Grenzdolomit von Beuerfeld (aus SCHAUROTH 1857). **e – f** Oberer Muschelkalk (aus GOLDFUSS 1838).



**Abb. 7.6** *Bakevellia* (*Bakevellia*) *subcostata* (GOLDFUSS, 1838). Untere Graue Mergel, Heidehöfe bei Wolpertshausen. **a** linke Klappe, MHI 1077/1; Maßstab 10 mm; **b** linke Klappe, vorderer Schlosszahn und Ligamentgruben, MHI 1077/8; Maßstab 10 mm; **c** rechte Klappe, vorderer Schlosszahn und Ligamentgruben, MHI 1077/15. Maßstab 5 cm (aus GEYER et al. 2005).

*Hoernesia socialis* (SCHLOTHEIM, 1820), eine mit über 80 mm sehr große Art mit stark nach hinten gedrehter linker Klappe und weit nach vorn gebogenem Wirbel (Abb. 7.5f). Ein vorderer Flügel ist bei den typischen großen Formen des Lettenkeupers und des obersten Muschelkalks überhaupt nicht ausgebildet, der hintere Flügel ist groß, aber nicht zu einer Spitze ausgezogen. Die linke Klappe trägt außen kräftige Anwachslineien. Vom Wirbel geht eine Kante aus, die nach hinten flach ausläuft. Innen verläuft vom Schloss mit zwei kurzen vorderen und einem langen hinteren Zahn ein kräftiges Septum. Auf der Ligamentarea liegen bis zu acht Ligamentgruben. Auf der weniger stark gebogenen rechten Klappe verlaufen vom Wirbel zwei

Leisten divergierend zum Hinterrand. *Hoernesia* zeigt marine Bedingungen an und kommt im Lettenkeuper nur in der Anthrakitbank (Abb. 7.8), im südwestlichen Baden-Württemberg auch in den Linguladolomiten vor.



**Abb. 7.8** *Hoernesia socialis* (SCHLOTHEIM, 1820). Anthrakitbank, Satteldorf-Neidenfels; MHI 1889/4. Maßstab 1 cm.

Alle diese Arten sind bereits im Oberen Muschelkalk vorhanden, die radial gestreiften Bakevellien allerdings erst in dessen oberstem Abschnitt (ab der *nodosus*-Zone). Auch im Oberen Muschelkalk Südfrankreichs sind diese Formen häufig. Insgesamt zeigt sich die Gattung *Bakevellia* als eine seit dem Späten Perm kaum veränderte Gruppe.

Kammuscheln (*Entoliidae* und *Leptochondriidae*). – Das für die Tonplatten des Oberen Muschelkalks (Meißner-Formation) so bezeichnende, fast kreisrunde *Entolium discites* (SCHLOTHEIM, 1820) mit schwachen konzentrischen Anwachslineien wird im Lettenkeuper von Nordost-Württemberg in den Kalkstein/Tonmergelstein-Wechselfolgen der Blaubank in großen Exemplaren gefunden, allerdings recht selten (Abb. 7.9; 15.15). Selten kommt es auch im Grenzdolomit vor, von wo außerdem die fein gerippte *Leptochondria albertii* von mehreren Fundpunkten gemeldet wird (Abb. 7.11a). Beide Formen zeigen marine Bedingungen an. Klappen der letzteren Art, an denen die Ohren nicht deutlich erhalten sind, werden oft mit der gleichfalls fein und etwas unregelmäßig berippten *Pseudoplacunopsis plana* verwechselt, die lokal selten in der Anthrakitbank und im Grenzdolomit auftritt (Abb. 7.11g). Eine sehr ähnliche Art, *P. fissistriata*, kommt im Oberen Muschelkalk Spaniens vor. Der zu den Pectiniden gehörende, großwüchsige *Pleuronectites laevigatus*, der im Oberen Muschelkalk – auch in Südfrankreich –



**Abb. 7.7** *Bakevellia* (*Bakevellia*) *substriata* (CREDNER, 1851). Steinkerne. Grenzdolomit, Backnang; SMNS 24881; ex coll. HERMANN 1947. Bildbreite 12 cm.



**Abb. 7.9** *Entolium discites* (SCHLOTHEIM, 1820). Blaubank, Kirchberg an der Jagst; MHI 2099. Maßstab 1 cm.

sehr häufig ist, wurde aus dem Unterkeuper noch nicht sicher belegt.

Muschelkalk-Austern („Placunopsis“). – Von den Muschelkalk-Austern, deren Zugehörigkeit zu den echten Austern (Familie Ostreidae) bzw. zu den Terquemiiidae noch nicht abschließend beurteilt werden kann (MÁRQUEZ et al. 2005; HAUTMANN 2001; CHECA & al. 2006; HAUTMANN & HAGDORN 2013), reichen nur wenige kleine, glatte oder schwach radial berippte Formen, die bislang meist zu *Placunopsis* gestellt wurden, in den Lettenkeuper hinauf, wo sie v.a. in der Anthrakonitbank und im Grenzdolomit zu finden sind. Die großwüchsigen Falten-„Austern“ (*Noetlingiconcha*, *Umbrostrea*, *Newaagia*) fehlen dagegen. Für die kaum Euro-großen ungefalteten, morphologisch dennoch variablen Muscheln wurden mehrere Arten aufgestellt, von denen sicher einige synonym sind (vgl. GIEBEL 1856; SCHAUROTH 1857; ZELLER 1907). Im Lettenkeuper lassen sich zwei Formen unterscheiden: (1) Klappen ohne Radialstreifung, mit stark verdicktem Rand, wie sie im Muschelkalk in manchen Horizonten in Massen auftreten und kleine Riffstotzen aufbauen. Vergleichsweise kleine Placunopsisriffe finden sich auch noch im Lettenkeuper, allerdings nur in der Anthrakonitbank südlich von Stuttgart (Abb. 7.10) und im Linguladolomit von Bayreuth (BACHMANN 1979, 2002; HAGDORN et al. 1999). Nach dem Vorschlag von PHILIPPI (1898) wird man diese Formen bis zu einer Revision am besten bei *Placunopsis ostracina* (SCHLOTHEIM, 1820) belassen. (2) Kleine, unregelmäßig radial gerippte Formen ohne Wulstrand, die zu *Placunopsis plana* GIEBEL, 1856 gestellt werden können (Abb. 7.11g). Typusart der wohl zur Familie Anomiidae gehörenden Gattung *Placunopsis* MORRIS & LYCETT, 1853 ist *P.*

*inaequalis* (PHILLIPS, 1829) aus dem Mittleren Jura Englands. Die Zugehörigkeit der germanischen Triasformen zu dieser Gattung ist jedoch höchst zweifelhaft und lässt sich nur schwer überprüfen, weil gut erhaltenes Material, welches Schloss, Ligamentgruben und Muskeleindrücke zeigt, bislang nicht vorliegt. Neuerdings stellen CHECA et al. (2003) *P. plana* zu *Pseudoplacunopsis* und an den Beginn einer Entwicklungsreihe, die zur Familie Anomiidae führt; nach HAUTMANN (2001) und WALLER & STANLEY (2005) gehört die Gattung zur Familie Plicatulidae.

Feilenmuscheln und Miesmuscheln (Abb. 7.11). – Die für den Unteren und Oberen Muschelkalk so bezeichnenden Feilenmuscheln (Limidae) finden sich im Lettenkeuper nur noch im äußersten Südwesten (Rottweil, Wutachgebiet, Schweizer Jura; MERKI 1961), und zwar ausschließlich im dortigen Grenzdolomit, der mit den Linguladolomiten Mittelwürttembergs zu korrelieren ist (FRANK 1928). Dort wird das durch 30 bis 50 kräftige, durch gerundete Radialrippen mit ungefähr gleich breiten Zwischenräumen gekennzeichnete *Plagiostoma striatum* allerdings mit bis zu 75 mm extrem groß (Abb. 7.11b, 15.18).



**Abb. 7.10** Placunopsisriff an der Basis der Anthrakonitbank, Schotterwerk Frommenhausen bei Rottenburg.

Häufig und mit bis zu 70 mm gleichfalls sehr groß ist im Grenzdolomit des Wutachgebiets und von Rottweil eine charakteristische, schinkenförmige Muschel (Abb. 7.11c), die SCHLOTHEIM (1820) *Mytulites eduliformis* nannte, die aber sicher nicht zu der schlosslosen Gattung *Mytilus* und auch nicht zu *Septifer* oder *Myalina* gehört, wo man sie oft untergebracht hat. Ersatzschalen aus dem Muschelkalk zeigen nämlich eine breite, zahnlose Schlossplatte und einen tiefen Byssusausschnitt, außerdem ist die äußere, kalzitische Schale der Muschel radialfaserig. Nach WALLER & STANLEY (2005) gehören diese häufigen Triasmuscheln zur Gattung *Promysidiella* (Familie Mysidiellidae). ALBERTIS *Mytilus gibbus* wird hier als jüngerer Synonym dieser Art gesehen.

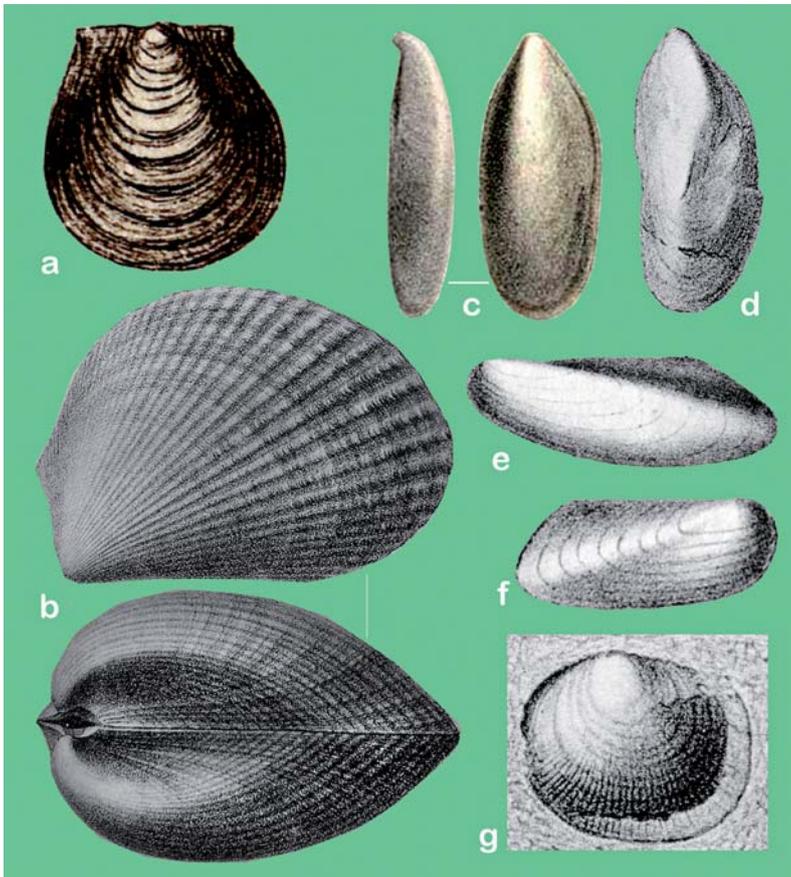
Eine Reihe weiterer Muscheln der Germanischen Trias wurde aufgrund äußerlicher Merkmale zur Gattung *Modio-*

*lus* gestellt. Aus dem Lettenkeuper gehört dazu wohl auch *Lithodomus rhomboidalis* SEEBACH, 1862 (Abb. 7.11e, f), eine schlanke, langgestreckte Muschel mit schwachen Anwachsstreifen und weit vorn liegendem Wirbel, dessen stärkste Schalenwölbung vom Wirbel quer zum ventralen Hinterende verläuft. Diese sicher nicht zu den Bohrmuscheln (*Lithodomus*) gehörende Form wurde ursprünglich aus dem Lettenkeuper von Weimar beschrieben und ist das häufigste Faunenelement im Grenzdolomit von Neinstedt am Harz, wo sie mit *Costatoria* und *Myphoria transversa* vorkommt (Abb. 15.16). Hierzu gehört wohl auch ein seltener *Modiolus* aus den Unteren Dolomiten von Crailsheim, der jedoch deutlich größer wird (Abb. 7.12). Die Gattung *Modiolus* ist im Muschelkalk durch mehrere Arten belegt, die bislang nicht klar abgegrenzt sind. Biostratigraphischen

Leitwert ab dem Grenzdolomit hat nach KOZUR (1974a) *Modiolus subdimidiatus* (SANDBERGER, 1868), eine Form, die aber erst in den Fossilbänken der Grundgipsschichten häufig vorkommt (Abb. 7.11d; 4.2).

„Myaciten“. – Die früher unter dem Sammelnamen „Myacites“ vereinten Muscheln gehören zu sehr verschiedenen Gruppen mit unterschiedlicher Position im biologischen System der Bivalvia, nämlich u.a. zu den Anthracosiidae und zu den Pleuromyidae. Gemeinsam ist ihnen, dass man sie bislang mangels gut erhaltenen Materials mit erhaltenen Schließern nicht sicher einordnen konnte. Deshalb hat man die bereits in der ersten Hälfte des 19. Jh. beschriebenen Arten in der Folgezeit verschiedenen Gattungen zugeordnet (Abb. 7.13). Die Schalenexemplare von Wolpertshausen (HAUTMANN in GEYER et al. 2005) lieferten nun hervorragend erhaltene Individuen, so dass zumindest für einige taxonomische Probleme neue Antworten vorliegen.

Die wichtigste Gattung der Lettenkeuper-„Myaciten“ ist *Unionites*, die durch ein Übergreifen des vorderen Schlossrandes der rechten Klappe über den Rand der linken gekenn-



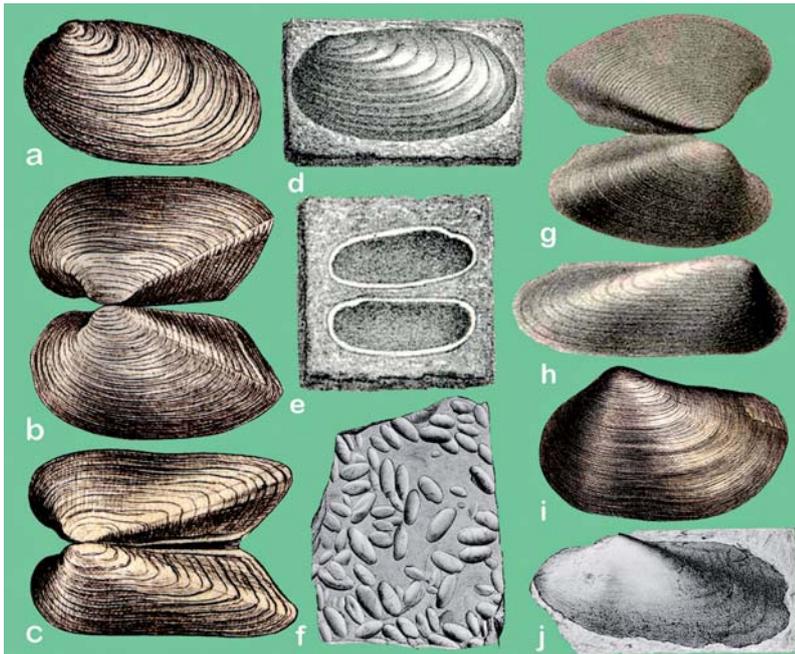
**Abb. 7.11** Originalabbildungen aus der älteren Literatur. **a** *Leptochondria albertii* var. *obliterated* SCHAUROTH, 1857, Grenzdolomit von Beuerfeld (aus SCHAUROTH 1857). **b** *Plagiostoma striatum* SCHLOTHEIM, 1820, Oberer Muschelkalk (aus GOLDFUSS (1826-1833)). **c** *Promysidiella eduliformis* (SCHLOTHEIM, 1820), „Dolomit der Lettenkohle“ (aus ALBERTI 1864). **d** *Modiolus subdimidiatus* (SANDBERGER, 1890), Grundgipsschichten, Beuerlbach bei Crailsheim (aus ZELLER 1907). **e, f** *Modiolus rhomboidalis* (SEEBACH, 1862), adult (**e**) und juvenil (**f**), „Keuperdolomit am Nordabhang des Ettersbergs“ bei Weimar (aus SEEBACH 1862). **g** *Pseudoplacunopsis? plana* GIEBEL, 1856, Flammendolomit“, Seebronn (aus ZELLER 1907).



**Abb. 7.12** *Modiolus* sp. cf. *M. rhomboidalis* (SEEBACH, 1862), Untere Dolomite, Weidenhäuser Mühle bei Crailsheim. SMNS 75564. Maßstab 2 cm.

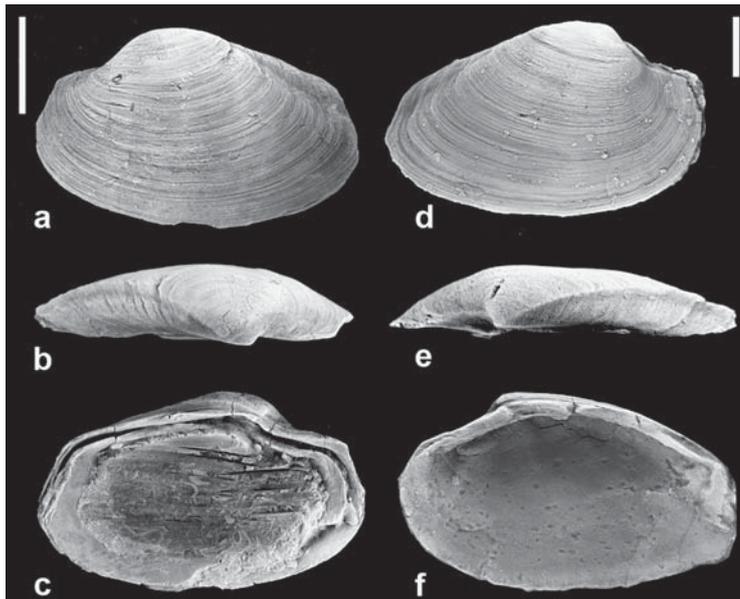


**Abb. 7.14** *Unionites münsteri* WISSMANN in MÜNSTER, 1841. Lettenkeuper, Mönchenholzhausen bei Weimar, Museum Schleusingen. Maßstab 5 cm.

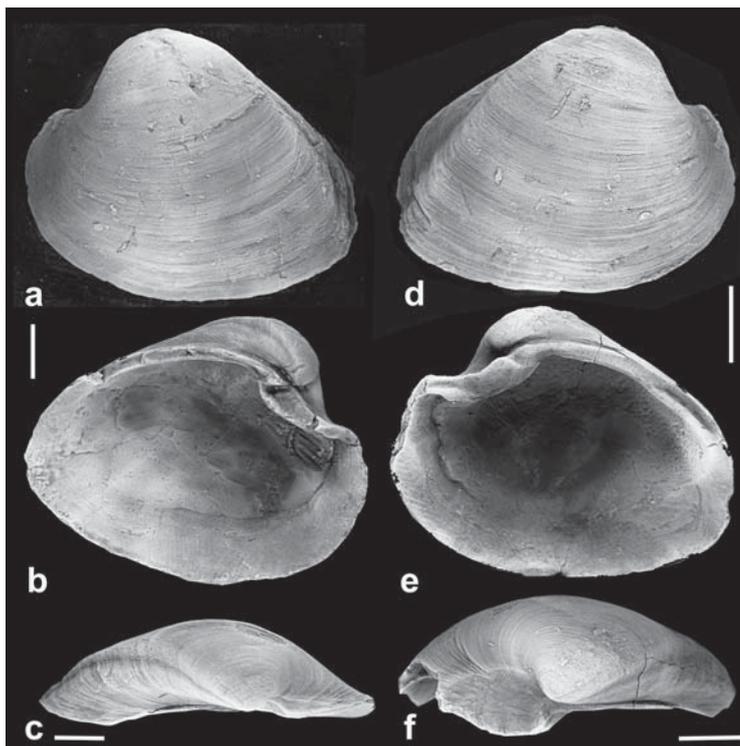


**Abb. 7.13** Originalabbildungen von „Myaciten“ aus der älteren Literatur. **a** „*Anodonta*“ *lettica* QUENSTEDT, 1852, Grenzdolomit, Beuerfeld bei Coburg. **b** *Unionites brevis* (SCHAUROTH, 1857), „schieferiger Sandstein“ unter dem Grenzdolomit, Klein-Walbur bei Coburg. **c** *Unionites longus* (SCHAUROTH, 1857), „schieferiger Sandstein“ unter dem Grenzdolomit, Klein-Walbur. **d** „*Anodonta*“ *lettica* QUENSTEDT, 1852, Lettenkohle, Gaildorf. **e** „*Anodonta*“ *gregaria* QUENSTEDT, 1872, Lettenkohle, Schwäbisch Hall. **f** „*Anodonta*“ *gregaria* QUENSTEDT, 1872, vermutl. Vitriolschiefer, Vellberg. **g** *Unionites brevis* (SCHAUROTH, 1857), Lettenkohle, Gaildorf. **h** *Unionites münsteri* (WISSMANN in MÜNSTER, 1841), Trigonodusdolomit, Rottweil. **i** *Pleuromya musculooides* (SCHLOTHEIM, 1820), Grenzdolomit, Beuerfeld. **j** „*Myacites*“ *compressus* SANDBERGER, 1867, Blauer Dolomit, Faulenberg bei Würzburg. **a–c**, **i** aus SCHAUROTH (1857), **d–e** aus QUENSTEDT (1885), **f**, **j** aus ZELLER (1907), **g**, **h** aus ALBERTI (1864).

zeichnet ist, außerdem durch eine nahezu den halben hinteren Schlossrand einnehmende Bandstütze, einen deutlichen vorderen Muskeleindruck, eine tiefe Lunula und eine vom Wirbel zum Hinterrand verlaufende Kante. Die typische, langgestreckte Art *U. münsteri* WISSMANN in MÜNSTER, 1841, mit einem Verhältnis von Höhe zu Länge von 0,33–0,38, wurde ursprünglich aus den Heiligenkreuz-Schichten der Dolomiten beschrieben, kommt aber auch in der Germanischen Trias vor, und zwar im obersten Muschelkalk und im Lettenkeuper von Südwestdeutschland und Thüringen (Abb. 7.13h, 7.14). Massenhaft findet sich *Unionites brevis* (SCHAUROTH, 1857), der in manchen Dolomitmergeln, in grauen Tonsteinen und in tonigen Sandsteinen der fluviatilen Fazies ganze Lumachellen bildet, aber meist schlecht erhalten ist (Abb. 7.13b, g, 7.15). Diese weniger langgestreckte Art (Höhe/Länge 0,55–0,65) ist nur mäßig aufgebläht und hat eine deutliche Radialkan-



**Abb. 7.15** *Unionites brevis* (SCHAUROTH, 1857). Untere Graue Mergel, Heidehöfe bei Wolpertshausen. **a–c** linke Klappe, MHI 1077/70; **d–f** rechte Klappe, MHI 1077/72. Maßstab 5 mm (aus GEYER et al. 2005).



**Abb. 7.16** *Unionites donacinus* (SCHLOTHEIM, 1820). Untere Graue Mergel, Heidehöfe bei Wolpertshausen. **a–b** linke Klappe, MHI 1077/59; **c** linke Klappe dorsal, MHI 1077/48; **d–e** rechte Klappe, MHI 1077/58; **f** rechte Klappe dorsal, MHI 1077/56. Maßstab 5 mm (aus GEYER et al. 2005).

te, die nach hinten von einer Vertiefung begrenzt wird. Von den meisten Autoren wurde dieses Charakterfossil des Lettenkeupers zu *Anodonta lettica* QUENSTEDT, 1852 gestellt, die später den Gattungen *Anoplophora* oder *Unionites* zugeordnet wurde. Allerdings hat QUENSTEDTS *Anodonta lettica* keine hintere Kante und einen anderen Umriss, gehört also zu einer ganz anderen Gattung, über deren inneren Bau nichts bekannt ist. BORNEMANN (1856) stellte dann Formen mit hinterer Kante fälschlich zu *A. lettica*, wodurch *U. brevis* in der Folgezeit fälschlich als jüngeres Synonym von *Anodonta lettica* aufgefasst wurde. Vielleicht gehört zu dem sehr variablen *U. muensleri* auch der langgestreckte *Myacites longus* SCHAUROTH, 1857 (Abb. 7.13j).

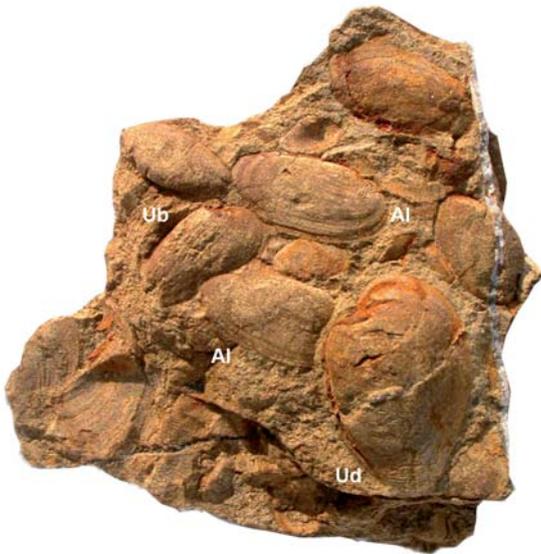
Mit einem Höhe/Länge-Verhältnis von 0,8 ist *Unionites donacinus* (SCHLOTHEIM, 1820) wesentlich gedrungener und wird auch größer; der Hinterrand der stark gewölbten Klappen ist gerade abgestutzt, die Wirbel sind hoch und stark eingebogen. Die deutliche hintere Kante trennt ein bis zum Schlossrand reichendes Schalenfeld ab, das noch zwei schwächere Radialkanten trägt; die Lunula ist stark eingetieft; das typische *Unionites*-Schloss ist äußerst kräftig ausgebildet (Abb. 7.16). Bei *Megalodon thuringicus* TEGETMEYER, 1876 dürfte es sich um Steinkerne großer Exemplare von *U. donacinus* handeln.

Aufgrund des Schlossbaus wird *Unionites* von HAUTMANN (in GEYER et al. 2005) entgegen COX (1961) wieder zu den Anthracosiidae gestellt, einer im Jungpaläozoikum verbreiteten Familie aus der Verwandtschaft unserer heimischen Flussmuscheln. Synonyme von *Unionites* sind auch *Anoplophora* SANDBERGER (in ALBERTI), 1864 und *Anodontophora* COSSMANN, 1897 sowie *Unionia* POHLIG, 1880.

Damit ist die immer noch unzureichend bekannte *Anodonta lettica* QUENSTEDT, 1852 bislang noch nicht sicher einzuordnen. Bestimmt hat sie nichts mit *Anodonta*, unserer

heimischen Teichmuschel zu tun. Im Gegensatz zu *Unionites* ist an den Steinkernen bzw. Abdrücken der Lettenkeuper-„Anodonten“ keine hintere Kante zu beobachten (Abb. 7.13a, d, 7.17).

Zu *Unionites* könnte dagegen die später vom gleichen Autor abgetrennte „Kürbiskernmuschel“ *Anodonta gregaria* QUENSTEDT, 1885 gehören, die an gut erhaltenen Abdrücken eine hintere Kante zeigt (Abb. 7.13e, f, 7.18; 15.14). Allerdings ist das Schloss der bis knapp über 20 mm erreichenden, langgestreckten (Höhe/Länge 0,45) Muschel unbekannt. Sie findet sich im Vitriolschiefer und in den Estherienschiefern von Nordost-Württemberg meist eingekippt und eingesteuert in Massen an der Basis von Silt- und Schluffsteinbänkchen und von Rinnenfüllungen, seltener auch mit geöffneten, aber noch vom Ligament zusammengehaltenen Klappen in „Schmetterlingsstellung“ (Abb. 7.18).



**Abb. 7.17** Steinkerne von „*Anodonta*“ *lettica* QUENSTEDT, 1852 (Al), *Unionites brevis* (SCHAUROTH, 1857) (Ub) und *Unionites donacinus* (SCHLOTHEIM, 1820) (Ud). Unterer Lettenkeupersandstein, Köhlers Kopf bei Röhrda nahe Eschwege, MHI 1910. Bildbreite 6 cm.

In eine ganz andere Gruppe, nämlich zur Ordnung Pholadida, gehören die Pleuromyen, deren Hinterende klafft und einem kräftigen, nicht einziehbaren Siphon Platz gab. Diese Tiere lebten tief im Sediment eingegraben, nur ihr langer Siphon mit der Inhalationsöffnung reichte bis zur Sedimentoberfläche. Auch von diesen Muscheln ist das zahnlose Schloss nicht genauer bekannt. Für ihre oft deformierten Steinkerne wurden mehrere „Arten“ auf-



**Abb. 7.18** „*Anodonta*“ *gregaria* QUENSTEDT, 1885, eine nur von Abdrücken bekannte häufige Form des Unteren Lettenkeupers, die vielleicht zu *Unionites* gestellt werden kann. Einbettung in „Schmetterlingsstellung“. Vitriolschiefer, Satteldorf-Neidenfels; MHI 2097. Maßstab 5 mm.

gestellt. Sehr selten kommt in den Unteren Dolomiten und im Grenzdolomit eine Form aus dem Umkreis von *Pleuromya musculoides* (SCHLOTHEIM, 1820) vor, die im Oberen Muschelkalk in manchen Horizonten sehr häufig ist und dort mit bis zu 5 cm wesentlich größer wird. Mit in situ umkristallisierter Schale erhaltene doppelklappige Exemplare fanden sich selten in den Unteren Grauen Mergeln von Vellberg-Eschenau und neuerdings in den Estherienschiefern von Kirchberg an der Jagst.

Über 60 mm lange Muscheln mit weit vorn liegendem Wirbel, fast parallel verlaufendem Schlossrand und Ventralrand und einer meist deutlichen, vom Wirbel zum Hinterend verlaufenden Kante wurden als *Myacites compressus*



**Abb. 7.19** Die systematische Stellung von „*Myacites*“ *compressus* SANDBERGER, 1867 ist nicht bekannt. Grenzdolomit, Schwäbisch Hall-Hessental; MHI 1802/2. Maßstab 1 cm.

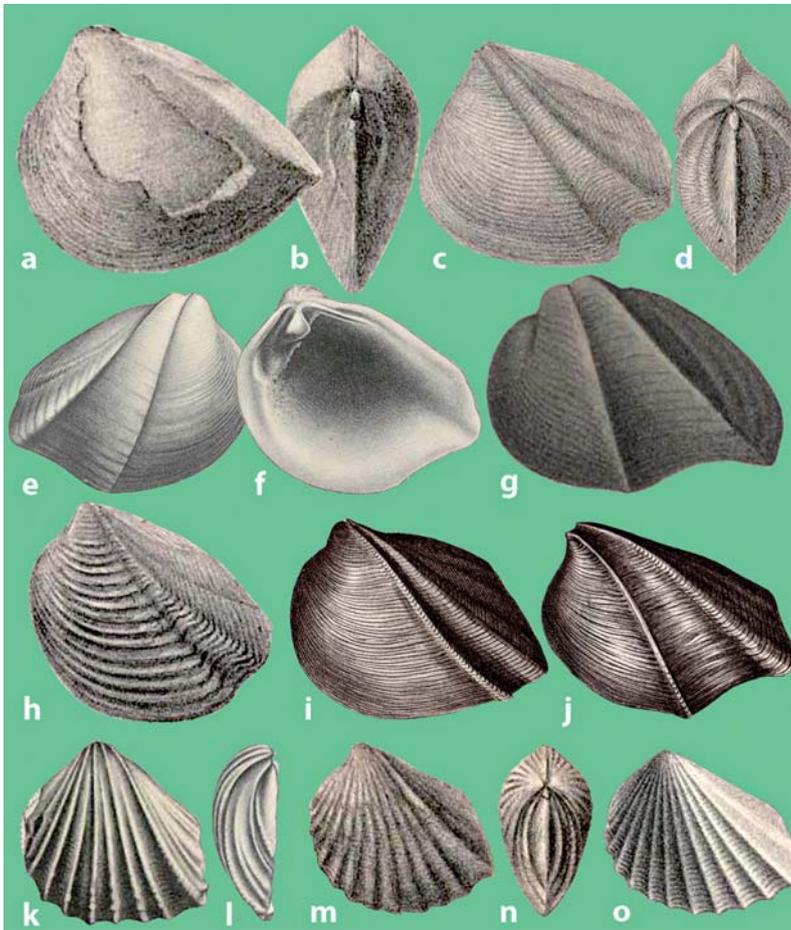
SANDBERGER (1867) bezeichnet (Abb. 7.11j, 7.19). Die bisher ungenügend charakterisierte Muschel, deren Schlossbau unbekannt ist und deren Hinterende vermutlich nicht klaffte, kommt selten im obersten Muschelkalk, häufiger in den Dolomitbänken des Oberen Lettenkeupers, aber auch noch im Gipskeuper bis zur Bochingen-Bank vor.

Echte Süßwassermuscheln der Gattung *Unio*, wie sie aus mehreren Steinmergelbänken des Mittelkeupers beschrieben wurden, kennt man aus dem Lettenkeuper nicht (SEEGIS 1997, 1999).

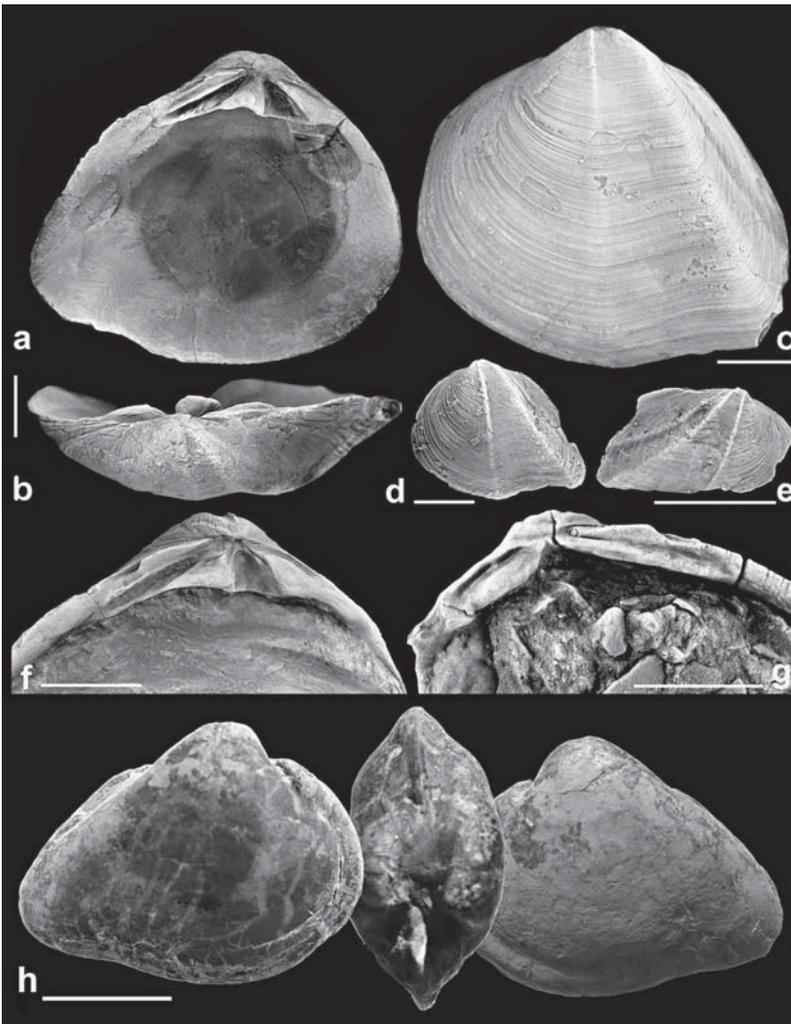
Dreiecksmuscheln (Myophorien und Costatorien). – Eine der artenreichsten und für die Trias bezeichnendsten Muschelfamilien sind die Myophorien (Abb. 7.20), aus deren Verwandtschaft bis heute wenige Arten der Gattung *Neotrigonia* als Tethys-Relikte bei Australien überlebten. Die Myophorien lebten eingegraben im Sediment, in dem sie sich aber mit Hilfe ihres kräftigen Grabfußes relativ schnell bewegen konnten. Sie gehören wie die meisten Muscheln zu den Filtrierern. Die Myophorien werden im Wesentlichen nach der Zahl und Lage ihrer

Radialrippen bzw. Kanten, nach zusätzlicher konzentrischer Berippung und nach dem Bau ihrer Schlosszähne in mehrere Gattungen eingeteilt. Im Lettenkeuper fehlen nach ZELLER (1907) typische Vertreter der Gattung *Neoschizodus* (Abb. 7.20a), die bis auf die Arealkante glatt ist, doch fanden sich im Grenz dolomit von Beuerfeld bei Coburg, der klassischen durch SCHAUROTH (1857) bearbeiteten Fauna, kleine Individuen von *Neoschizodus laevigatus* (GEYER & SCHMIDT-KAHLER 2006: 138). *Elegantinia elegans* (DUNKER, 1849) (Abb. 7.20h) mit sehr kräftigen konzentrischen Rippen, kräftiger Arealkante und dahinter einer schwächer berippten Depression wird von ZELLER als selten aus dem Grenz dolomit von Rottweil und aus dem Elsass angegeben.

Die Gattung *Myophoria* selbst ist durch eine vom Wirbel zum Hinterende verlaufende Arealkante und eine meist weniger deutliche Nebenkante gekennzeichnet, die weiter vorne zur Bauchseite verläuft. Nach dem SEEBACH'schen Quotienten (SQ: maximaler Abstand von Arealkante und extraarealer Kante im Verhältnis zur Länge der Arealkante) werden unterschieden (1) *Myophoria vulgaris* (SCHLOTHEIM, 1820), die im Muschelkalk häufigste Form (SQ 1 : 2,4 – 1:2,79, im Mittel 1 : 2,63; Abb. 7.20e, f), (2) *Myophoria transversa* (BORNEMANN, 1856), die typische, etwas langge-



**Abb. 7.20** Originalabbildungen von Myophorien aus der älteren Literatur. **a, b** *Neoschizodus laevigatus* (GOLDFUSS in ZIETEN, 1833), Trigonodusdolomit, Schwieberdingen; **c, d** *Myophoria intermedia* SCHAUROTH, 1857, Trigonodusdolomit, Schwieberdingen. **e, f** *Myophoria vulgaris* (SCHLOTHEIM, 1820), Zwergfaunaschichten des Oberen Muschelkalks, Salzstetten. **g** *Myophoria transversa* (BORNEMANN, 1856), Lettenkeuper, Johannistal bei Mühlhausen, Thüringen. **h** *Elegantinia elegans* (DUNKER, 1849, Trigonodusdolomit, Schwieberdingen. **i** *Myophoria intermedia* SCHAUROTH, 1857, Lettenkohlendolomit, Beuerfeld. **j** *Myophoria transversa* (BORNEMANN, 1856), Lettenkeuperdolomit, Beuerfeld. **k–o** *Costatoria goldfussi* (ALBERTI in ZIETEN, 1830); **k, l** Zwergfaunaschichten des Oberen Muschelkalks, Weilderstadt; **m, n** Trigonodusdolomit, Schwieberdingen; **o** Trigonodusdolomit, Rottweil. **a–d, h, m, n** aus PHILIPPI (1898), **e, f, k, l** aus HOHENSTEIN (1913), **g** aus BORNEMANN (1856), **i, j** aus SCHAUROTH (1857), **o** aus ALBERTI (1864).



**Abb. 7.21** *Myophoria transversa* (BORNEMANN, 1856). Untere Graue Mergel, Heidehöfe bei Wolpertshausen. **a, b** linke Klappe von innen und dorsal, MHI 1077/27; **c** linke Klappe von außen, MHI 1077/26; **d** linke Klappe von außen, MHI 1077/33; **e** rechte Klappe von außen, MHI 1077/34; **f** linke Klappe von innen, MHI 1077/37; **g** rechte Klappe von innen, MHI 1077/35. Maßstab 5 mm. Aus: GEYER et al. 2005. **h** Steinkern; Untere Graue Mergel, Vellberg-Eschenau; MHI Ku 2109/1. Maßstab 10 mm.

streckte Form des Lettenkeupers (SQ 1 : 2; Abb. 7.20g, j, 21), (3) *Myophoria intermedia* SCHAUROTH, 1857, bei der Arealkante und Nebenkante sehr nahe beieinander liegen (SQ 1 : 4; Abb. 7.20c, d, i, 7.22). Im Oberen Buntsandstein und im Muschelkalk gibt es nach RÜBENSTRUNK (1909) fließende Übergänge dieser drei Formen, weshalb man sie in einer einzigen, sehr variablen Art (*M. vulgaris*) vereinen könnte. Im Keuper fehlt aber *M. vulgaris*. Demnach ist die Art schon im Lettenkeuper in ihre extremen Endglieder aufgesplittet, während die bis in den Oberen Muschelkalk dominierende, gemäßigte Form verschwunden ist. Das hervorragend erhaltene Material von Wolpertshausen

(HAUTMANN in GEYER et al. 2005) zeigt erstmals den Bau des Schlosses von *M. transversa*, das sich von *M. vulgaris* durch das Fehlen einer Schlossplatte zwischen den Zähnen 3a und 3b in der rechten Klappe und durch den schwach zweilappigen Zentralzahn der linken Klappe unterscheidet (Abb. 7.21). Mit diesem Umbau des Schlosses, der zu den jurassischen Trigonien vermittelt, war wohl ein Vorteil bei der Lokomotion verbunden. *M. transversa* wird damit durch einen SQ von 1 : 2 und die Reduktion der Schlossplatte definiert; ob beide Merkmale auch auf die bislang zu *M. transversa* gestellten Formen aus Buntsandstein und Muschelkalk zutreffen, ist noch ungeklärt. ZELLER (1907) beschrieb mehrere Varietäten von *M. transversa*, deren taxonomischer Wert unsicher ist. Bis über 5 cm Länge erreichen Exemplare aus den fränkischen Grundgipsschichten der Grabfeld-Formation.

Mehrfach wurde aus dem Lettenkeuper auch *Myophoria struckmanni* gemeldet (BENECKE 1896). Die von LINSTOW (1903) für den Lettenkeuper von Lüneburg verzeichnete seltene *Myophoria simplex* (SCHLOTHEIM, 1820), eine große Art ohne extraareale Kante scheint auf den höheren Teil des Oberen Muschelkalks beschränkt zu sein;

das Lüneburger Vorkommen beruht auf einer Fehleinstufung des Fundhorizonts, der nach heutiger Stratigraphie in die tonig-dolomitische Warburg-Formation des Oberen Muschelkalks gehört. Das gilt auch für die große Gänsefuß-Myophorie, *Myophoria pesansensis* (SCHLOTHEIM, 1820) mit zwei extraarealen Kanten; sie tritt selten ab der *spinusus*-Zone des Oberen Muschelkalks auf, wird aber erst in den Fränkischen Grenzschichten häufig. In Mittel- und Norddeutschland, wo die Grenzziehung von der Warburg-Formation gegen den Lettenkeuper problematisch sein kann, bietet ihr Vorkommen ein sicheres Indiz für Oberen Muschelkalk.



**Abb. 7.22** *Myophoria intermedia* SCHAUROTH, 1857. Skulptursteinkern, Grenzbonebed, Obersontheim-Ummenhofen; MHI 2098. Maßstab 1 cm.

Charakterfossil des Lettenkeupers und nach KOZUR (1974a) gleichzeitig biostratigraphische Indexart ist die nur bis ca. 18 mm lange *Costatoria goldfussi* (ALBERTI in ZIETEN, 1830), die mit einem gewissen Abstand hinter der Areal-kante weitere 14–17 radiale Rippen trägt (Abb. 7.20k–o, 7.23, 15.17). Zusätzliche Rippen, welche nicht vom Wirbel ausgehen, können eingeschaltet sein. An gut erhaltenen Schalenexemplaren und an Abdrücken sind zwischen den Rippen schwache konzentrische Anwachslineien zu beobachten. *C. goldfussi* setzt schon in der *nodosus*-Zone



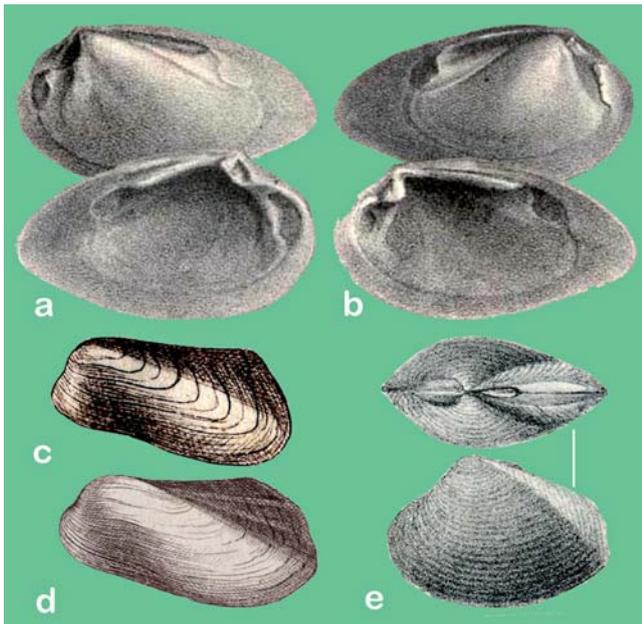
**Abb. 7.23** *Costatoria goldfussi* (ALBERTI in ZIETEN, 1830), in situ kalzitisierte Ersatzschalen, Estherienschichten, Schwäbisch Hall-Steinbach. MHI 612/1. Maßstab 1 cm.

des Oberen Muschelkalks ein und reicht bis in die Bleiglanzbank des Gipskeupers (Grabfeld-Formation) hinauf, erreicht aber ihre maximale Größe und Häufigkeit in den Dolomitsteinbänken des Oberen Lettenkeupers. Der lokal oolithische Grenz dolomit besteht aus dicht gepackten Schillen und Bruchschillen, die sich mehr oder weniger aus den Schalen von *C. goldfussi* zusammensetzen. *C. goldfussi* drang mit der Grenz dolomit-Transgression bis ins nördliche Harzvorland vor und zeigt dort marine Ablagerungsbedingungen an. Sie ist auch im Ladinium der westlichen Tethys weit verbreitet und ein charakteristisches Faunenelement im Muschelkalk Südfrankreichs, Spaniens und Sardinien.

Die Gattung *Costatoria* erscheint mit *C. costata* (ZENKER, 1833) bereits im Oberen Buntsandstein und zeigt als biostratigraphische Indexform sowohl in der Germanischen als auch in der tethyalen Frühen Trias eine Zone des Olenekiums an. Im höheren Mittelkeuper der Nordschweiz (Gansingen-Dolomit) sind die vielrippigen Myophorien mit *Costatoria vestita* (ALBERTI, 1864) vertreten. Diese Formen kommen alle in Karbonatbänken vor, die als marine Ingressionen zwischen fluviatile oder Playasedimente eingeschaltet sind. Weil stenohaline Formen wie Echinodermen oder Conodonten darin fehlen, kann man für die *Costatoria* eine breite Toleranz gegenüber Salinitätsschwankungen vom brackischen bis in den hypersalinaren Bereich annehmen.

Es liegen nur wenige Fundmeldungen des für den obersten Muschelkalk Süddeutschlands (Quaderkalk-Formation, Rottweil-Formation) so bezeichnenden, mit den Myophorien entfernt verwandten *Trigonodus* (Abb. 7.24a, b) aus dem thüringischen Lettenkeuper vor (ZELLER 1907: 101).

*Pseudocorbula* und andere Muscheln. – Die früher zu der rezenten Gattung *Corbula* gestellten kleinen, dreieckigen bis trapezförmigen Muscheln, die in der Germanischen Mitteltrias häufig und mit mehreren nominellen Arten vertreten sind, haben Schwierigkeiten bei der Einordnung ins System der Muscheln verursacht, weil ihr Schlossbau variiert und unterschiedliche Interpretationen zulässt. Erst spät hat man für sie die auf die Trias beschränkte Familie Myophoricardiida der Heteroconchia eingerichtet. Die glattschaligen, flach gewölbten bis stark aufgeblähten Muscheln haben eine mehr oder weniger deutliche Kante vom Wirbel zum Hinterende. Die im Vergleich zu manchen Muschelkalkarten flacheren Formen des Lettenkeupers mit weniger ausgeprägter Kante stellt man meist zu *Pseudocorbula keuperina* (QUENSTEDT, 1852), jedoch kommen zusammen mit ihnen auch die Muschelkalkarten *P. gregaria* und *P. sandbergeri* vor (Abb. 7.24e, 7.25). SCHAUROTH (1857) hatte noch eine *Corbula nuculiformis* aus dem Grenz dolomit von Beuerfeld bei Coburg hinzugefügt. Eine künftige, auf Messdaten an umfangreichem



**Abb. 7.24** Originalabbildungen von Lettenkeuper-Bivalven aus der älteren Literatur. **a, b** *Trigonodus sandbergeri* (ALBERTI in ZIETEN, 1833), Trigonodusdolomit, Rottweil. **a** linke Klappe, Steinkern und Abformung; **b** rechte Klappe, Steinkern und Abformung. **c, d** *Pseudomyoconcha goldfussi* (DUNKER, 1849), Lettenkeuperdolomit Beuerbach. **e** *Pseudocorbula sandbergeri* (PHILIPPI, 1898), Trigonodusdolomit Schwieberdingen. **a, b** aus ALBERTI (1864), **c, d** aus SCHAUROTH (1857), **e** aus PHILIPPI (1898).

und gut erhaltenem Material beruhende Revision der Gattung wird prüfen müssen, welche „Arten“ Bestand haben. Im Lettenkeuper kommt *Pseudocorbula* nur in den durch

etwas diversere Faunen gekennzeichneten Karbonatbänken vor, besonders in der Blaubank und den Unteren Dolomiten, gelegentlich sogar in Massen. Flache Individuen sind am Steinkern nur schwer von juvenilen *Unionites brevis* zu unterscheiden. Im Mittelkeuper reicht die Gattung mit Massenvorkommen in einigen Bänken (Corbulabänke) bis in den Stubensandstein (Ochsenbachbank) hinauf; in der Alpenen Trias ist die ähnliche *Myophoriopsis* mit konzentrisch gerippter Schale mit mehreren Arten vertreten. Die Gattung war vermutlich tolerant gegenüber schwankender Salinität.



**Abb. 7.25** *Pseudocorbula gregaria* (MÜNSTER in GOLDFUSS, 1838), daneben (?) *Pleuromya* (P) und *Costatoria goldfussi* (C). Durch humoses Karstwasser angelöste Schillbank von der Muschelkalk-Keuper Grenze, Untermünkeim-Wittighausen. SMNS 75565. Maßstab 1 cm.

## FRIEDRICH AUGUST ZELLER

\* 8. 11. 1881 in Marburg/Lahn  
 † 25. 9. 1916 Closchofstellung bei Mercken

ZELLER promovierte 1907 bei KOKEN in Tübingen mit einer Arbeit über Lettenkohle und Keuper in Schwaben und löste damit die 1905/1906 von der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität gestellte Preisauflage: „Die in der Lettenkohlengruppe und im Keuper Schwabens vorkommenden Reste mariner Tiere sollen paläontologisch genau untersucht und sowohl mit den im Muschelkalk vorkommenden Arten, wie mit denen der benachbarten Triasgebiete, insbesondere der Alpen, eingehend verglichen werden“. In dieser Arbeit korrelierte er Horizonte im Lettenkeuper von der Nordschweiz bis Unterfranken, revidierte die Wirbellosenfauna und erkannte in den Faunen des Lettenkeupers verarmte Muschelkalkfaunen ohne irgendwelche alpinen Einschläge. Bis zum Kriegsausbruch war er Oberlehrer in Stuttgart.

HÖLDER, H. (1977): Geschichte der Geologie und Paläontologie an der Universität Tübingen. – In: ENGELHARD, W. v. & HÖLDER, H. (Hrsg.): Mineralogie, Geologie und Paläontologie an der Universität Tübingen von den Anfängen bis zur Gegenwart. – Contubernium. Beiträge zur Geschichte der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, **20**: 87–261; Tübingen (Mohr).



**Abb. 7.26** *Pseudomyoconcha goldfussi* (DUNKER, 1849), Steinkern und Abdruck; vom Wirbel verläuft eine Leiste zum Unter- rand, die am Steinkern als tiefe Rinne erscheint. Untere Dolomite, Crailsheim-Heldenmühle. MHI 2105/1. Maßstab 1 cm.

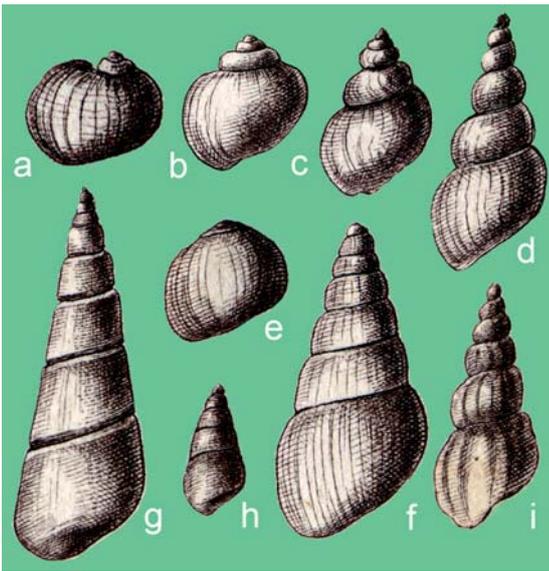
In den Dolomitbänken mit vergleichsweise diverser Fauna finden sich einige weitere Muschelarten, die hier wegen ihrer Seltenheit nur knapp behandelt werden. Bei guter Erhaltung durch das taxodonte Schloss (zahlreiche kleine Zähne vor und hinter dem Wirbel) leicht erkennbar sind die Nussmuscheln, von denen *Palaeonucula goldfussi* von ZELLER (1907) aus dem Lettenkeuperdolomit des Elsass verzeichnet wird. Von dort führt dieser Autor auch einen Fund von *Parallelodon beyrichi* auf. Bei der Einstufung des Fundhorizonts könnte allerdings auch fälschlich der dolomitische oberste Muschelkalk gemeint sein. Etwas häufiger kommen kleine, hochgewölbte Muscheln mit kräftigem, in der Mitte des Schlossrands gelegenen Wirbel vor, die zu *Schafhaeutlia* (früher *Gonodon*, Familie Fimbridae) gestellt werden.

Zur Ordnung Cardiida gehört auch die in der Germanischen Mitteltrias mit mehreren Arten vertretene Gattung *Pseudomyoconcha*, die in der Literatur des 19. Jahrhunderts meist als *Clidophorus* erscheint (SCHAUROTH 1857). Auch in Steinkernerhaltung sind diese langgestreckten Muscheln leicht am Abdruck des vor dem Wirbel zur Ventralseite verlaufenden Wulstes erkennbar. Im Grenzdolomit des südlichen Baden-Württemberg etwas häufiger, nach Norden dann zunehmend seltener wird *Pseudomyoconcha gastrochaena* (GIEBEL, 1856) gefunden. SCHAUROTH (1857) verzeichnete *Pseudomyoconcha goldfussi* (DUNKER, 1849) aus dem Grenzdolomit von Beuerfeld bei Coburg (Abb. 7.24c, d), die im Raum Crailsheim als Seltenheit in den Unteren Dolomiten gefunden wird (Abb. 7.26).

## 5.2. Gastropoda (Schnecken) und Scaphopoda (Kahnfüßer)

Die Gehäuse der Lettenkeuper-Schnecken bestanden gleichfalls aus Aragonit und sind deshalb in der Regel nur als merkmalsarme Steinkerne erhalten. Allerdings lieferte die Lagerstätte von Wolpertshausen zahlreiche Exemplare mit Embryonalschale und Farbbändern, wie man sie sonst v.a. aus der wenig jüngeren Cassian-Formation der Dolomiten kennt. Diese am Rand von triassischen Korallen- und Schwammriffen abgelagerten Mergel und Kalke haben Hunderte Arten von Meeresschnecken mit ihrer ursprünglichen Aragonitschale so gut überliefert, dass ihre Farbmuster und sogar die für die Systematik bedeutende Embryonalschale perfekt erhalten sein kann. Im Vergleich dazu ist die Fauna von Wolpertshausen zwar ähnlich gut erhalten, aber äußerst artenarm, was in einem isolierten, ausgesüßten Gewässer nicht anders zu erwarten ist. Im Gegensatz zu den Muscheln eignen sich Schnecken jedoch weniger für die Rekonstruktion von Habitaten.

Die Schwierigkeiten der taxonomischen Klassifizierung ungünstig erhaltener Einzelstücke hat schon SCHAUROTH



**Abb. 7.27** Originalabbildungen von Lettenkeuper-Gastropoden aus SCHAUROTH (1857), welche dieser unter der Sammelgattung *Rissoa* zusammenfasste. **a-i** Lettenkeuperdolomit Beuerbach bei Coburg. **a** „*Rissoa*“ *dubia* var. *gaillardoti* SCHAUROTH, (1857). **b** „*Rissoa*“ *dubia* var. *gregaria* (SCHLOTHEIM, 1820). **c** „*Rissoa*“ *dubia* var. *turbo* (ZENKER, 1836). **d** „*Rissoa*“ *dubia* var. *genuina* SCHAUROTH, (1857). **e** „*Rissoa*“ *strombecki* var. *goepperti* (DUNKER, 1849). **f** „*Rissoa*“ *strombecki* var. *genuina* SCHAUROTH, 1857. **g** „*Rissoa*“ *scalata* var. *genuina* (SCHAUROTH, 1857). **h** „*Rissoa*“ *dubia* var. *subplicata* SCHAUROTH, 1857.

(1857) in seiner Revision der Lettenkohlen-Faunen dargestellt und zahlreiche Taxa synonymisiert (Abb. 7.27). Er unterschied nach Merkmalen der Windung drei Formgruppen, die er alle zu der aus dem Zechstein bekannten Gattung *Rissoa* stellte, und ordnete ihnen jeweils mehrere Formen als Varietäten zu. Zur Gruppe der *Rissoa dubia* mit hoch gewölbten Windungen, tief liegender Naht und ovalem bis rundem Querschnitt zählte er z.B. *R. dubia* var. *gaillardoti*, *gregaria*, *turbo*, zu *Rissoa strombecki* mehrere Formen mit hoher Spira, gleichmäßig flach gewölbten Umgängen und flacher Naht, und zu *Rissoa scalata* Formen mit konischer Form und flachen Umgängen. SCHAUROTHS Klassifizierung genügt heutigen Ansprüchen längst nicht mehr, denn seine Rissoen gehören zu völlig verschiedenen Unterklassen der Gastropoda, u.a. wohl zu den Gattungen *Omphaloptycha* und zu *Neritaria*. *R. scalata* ist sogar Typusart der Gattung *Undularia*. SCHAUROTHS Zusammenstellung zeigt aber, dass der von ihm untersuchte „Hauptdolomit“ von Beuerfeld bei Coburg, der dem Grenzdolomit entsprechen dürfte, eine relativ reiche Schneckenfauna enthält. Aus SCHAUROTHS Originalmaterial, das im Naturkundemuseum Coburg liegt, bildeten GEYER & SCHMIDT-KAHLER (2006: 138) einige Stücke ab.

**KARL FREIHERR VON SCHAUROTH**

\* 16. 10. 1818 in Coburg  
 † 21. 3. 1893 in Coburg



KARL FREIHERR VON SCHAUROTH. Bildnis Staatsarchiv Coburg, Bildsammlung, IV12-5.

Der Direktor des Herzoglichen Naturalienkabinetts zu Coburg befasste sich mehrfach mit Stratigraphie und Faunen der Trias von Recoaro in den Vicentinischen Alpen, die er mit den Faunen der Germanischen Trias verglich. In mehreren Arbeiten beschrieb er die Trias-Schichtenfolge Südthüringens, die Wirbellosen des thüringischen Zechsteins und der Coburgischen Trias, u.a. 1857 die „Schalthiere“ (Muscheln, Schnecken, Brachiopoden) des Lettenkeupers. Mit dieser Veröffentlichung hatte er die erste zusammenfassende Bearbeitung von Invertebratenfaunen des Unterkeupers vorgelegt. Seine Sammlung mit zahlreichen Typen, für die er einen

umfangreichen Katalog anlegte und als Buch drucken ließ, ist im Coburger Naturkunde-Museum hinterlegt.

Nachruf: Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt Wien, **1893**: 211–212.



**Abb. 7.28** Unbestimmbare Schnecke in der für die Lettenkeuper-Dolomite typischen Steinkernerhaltung; daneben Steinkern einer linken Klappe von *Bakevella subcostata*. Untere Dolomite, Crailsheim-Heldenmühle. MHI 2105/2. Maßstab 5 mm.

In Südwestdeutschland finden sich Schnecken vereinzelt in den Dolomitsteinbänken zusammen mit Costatorien (Untere Dolomite, Grenzdolomit), sind jedoch auch dort als Steinkerne erhalten, die keine sichere Einordnung ins System der Gastropoden gestatten (Abb. 7.28). Sie wurden von früheren Bearbeitern nach ihrer Gehäuseform den unterschiedlichsten Gattungen zugeordnet (ZELLER 1907). Ein Abdruck aus dem Grenzdolomit von Rottweil zeigt eine 2 mm lange Form mit den typischen Skulpturelementen von *Promathilda*, einer im Trigonodusdolomit häufigen Schnecke aus der Familie Mathildidae. Sehr häufig werden überwiegend kleine bis sehr kleine Schnecken in den vergipsten Oolithen der Grundgipsschichten gefunden, je-

doch sind diese Formen als Steinkerne unbestimmbar. ALBERTI (1864) führte aus dem Lettenkeuper noch die zu den Schlitzbandschnecken (Archaeogastropoda) gehörige *Wortheniella albertiana* aus dem Grenzdolomit von Gölldorf auf.

Sehr viel besser erhalten ist das Material von Wolpertshausen, das in originaler Schalensubstanz vorliegt und quantitativ so umfangreich ist, dass die Variationsbreite einer Art erfasst werden kann (GEYER et al. 2005). Die Analyse dieser Fauna zeigt gleichzeitig, welch geringen Wert die früher aufgrund unzureichend erhaltener Einzelstücke beschriebenen „Arten“ haben.

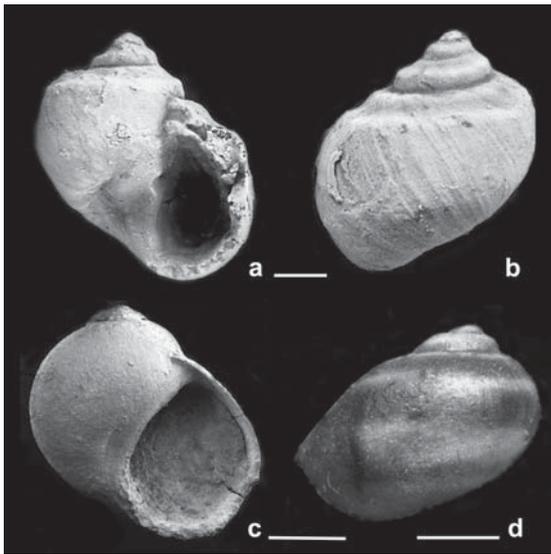
#### Systematik der Schnecken und Kahnfüßer des Lettenkeupers:

Mollusca (Weichtiere)	
Gastropoda (Schnecken)	
Archaeogastropoda	
Pleurotomarioida	
Lophospiridae:	<i>Wortheniella cf. albertiana</i> (ZIETEN, 1830)
Neritimorpha	
Cycloneritimorpha	
Neritidae:	<i>Neritaria aff. matercula</i> (QUENSTEDT, 1884) „ <i>Neritaria</i> “ <i>interscripta</i> GEYER et al., 2005
Caenogastropoda	
Ptenoglossa	
Zygopleuridae:	? <i>Zygopleura</i>
Coelostylinidae:	? <i>Coelostylina zieteni</i> (QUENSTEDT, 1884)
Heterostropha	
Allogastropoda	
Mathildidae:	<i>Promathilda cf. bolina</i> (MÜNSTER, 1841)
Scaphopoda (Kahnfüßer)	

**Neritarien.** – Die Gastropoden von Wolpertshausen gehören zur Gattung *Neritaria*, die in der Mitteltrias weit verbreitet ist (Abb. 7.29). Dieser Gattung wurden aus der Germanischen Trias zahlreiche Arten zugeordnet, von denen jedoch viele auf unzureichendem Material beruhen, meist auf Einzelstücken, die wichtige Merkmale wie die Mündung nicht zeigen oder insgesamt ungünstig erhalten sind. Diese „Arten“ bedürfen einer kritischen Revision, was aber dadurch erschwert wird, dass von den Typlokalitäten für morphometrische Untersuchungen meist zu wenig Material vorliegt. Am Material von Wolpertshausen zeigten GEYER et al. (2005) durch quantitative Untersuchungen, dass die Neritarien morphologisch stark variieren.

Die zur Familie Neritidae (Subklasse Neritimorpha) gehörende Gattung *Neritaria* umfasst Schnecken mit glattem, meist annähernd kugelförmigem Gehäuse aus bis zu vier Umgängen mit resorbierten Innenwindungen. Die letzte Windung ist groß und hat eine breite, ovale Öffnung mit

ausgeprägter, aber kaum kallöser Außenlippe. Die bei Wolpertshausen häufigste Form wurde als *Neritaria aff. N. matercula* (QUENSTEDT, 1884) in die Nähe einer im Trigonodusdolomit des Oberen Muschelkalks von Schwieberdingen bei Stuttgart häufigen Art gestellt, die jedoch größer wird als die Form von Wolpertshausen (Abb. 7.29c, d). Zur Variationsbreite der Wolpertshausener *Neritaria* gehören Formen, die sonst zu unterschiedlichen Gattungen gestellt werden. So wird bei acht Prozent der Individuen der Nabel von der Innenlippe nicht ganz geschlossen, ein Merkmal, das als Kennzeichen der Gattung *Cryptonerita* gilt. Die Oberfläche der aus drei Schichten bestehenden Schale ist mit feinen Linien skulpturiert, die parallel zur Lippe verlaufen, außerdem zeigt sie (meist drei) spiralige Farbbänder, von denen das breiteste und dunkelste die Peripherie des letzten Umgangs umfasst. Lebende Neritarien können ihre Öffnung mit einem Deckel verschließen; von diesem Operculum liegt aus dem Lettenkeuper kein Material vor. Einige



**Abb. 7.29** Gastropoden aus den Unteren Grauen Mergeln, Heidehöfe bei Wolpertshausen. **a, b** „*Neritaria*“ *interscripta* GEYER et al., 2005, Holotypus, MHI 1077/98. **c** *Neritaria* aff. *matercula* (QUENSTEDT, 1884), MHI 1077/81. **d** *Neritaria* aff. *matercula* (QUENSTEDT, 1884) mit gut entwickelten Spiralbändern (fototechnisch etwas verstärkt), MHI 1077/90. Maßstab 1 mm (aus GEYER et al. 2005).

wenige Exemplare, deren Form stärker abweicht, sprechen für eine zweite *Neritaria*-Art in der Fauna von Wolpertshausen. Zu *Neritaria* zu stellende Formen kommen auch in den Unteren Dolomiten und im Grenzdolomit vor (ZELLER 1907).

Äußerlich ähnlich der Gattung *Hologyra* (Familie Neritopsidae; jetzt allgemein als Synonym von *Dicosmos* behandelt), ist eine weitere, bis über 5 mm große Schnecke von Wolpertshausen (Abb. 7.29a, b). Große Individuen zeigen zwei flanschartige Abstufungen auf der Schulter, von denen die äußere schwache Knoten trägt. Die Innenlippe entwickelt sich zu einem bis mittelgroßen Umschlag mit Kallus, der den Nabel bedeckt. Die Oberfläche ist mit feinen Linien skulpturiert. Von *Hologyra* unterscheidet sich diese Schnecke durch die resorbierten Innenwindungen und fehlende Aufblähung der Innenlippe. Sie wurde unter Vorbehalt als „*Neritaria*“ *interscripta* GEYER et al., 2005 zu *Neritaria* gestellt, denn diese Gattung hat einheitlich gerundete Umgänge.

**Scaphopoden.** – BRUNNER (1973: 30) weist auf die im Schliff leicht erkennbaren, einem Elefantenstoßzahn ähnelnden Röhren von Scaphopoden hin. Diese Klasse der Weichtiere ist im Muschelkalk in manchen Bänken häufig. Im Lettenkeuper wurden sie bisher nur im Schliff nachgewiesen, und zwar neben glatten auch eine berippte Form, wie man sie sonst aus der Germanischen Trias nicht kennt.

**MARTIN SCHMIDT**

\* 12. 12. 1863 in Aschersleben  
 † 14. 1. 1947 in Blankenburg am Harz



MARTIN SCHMIDT. Foto Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart.

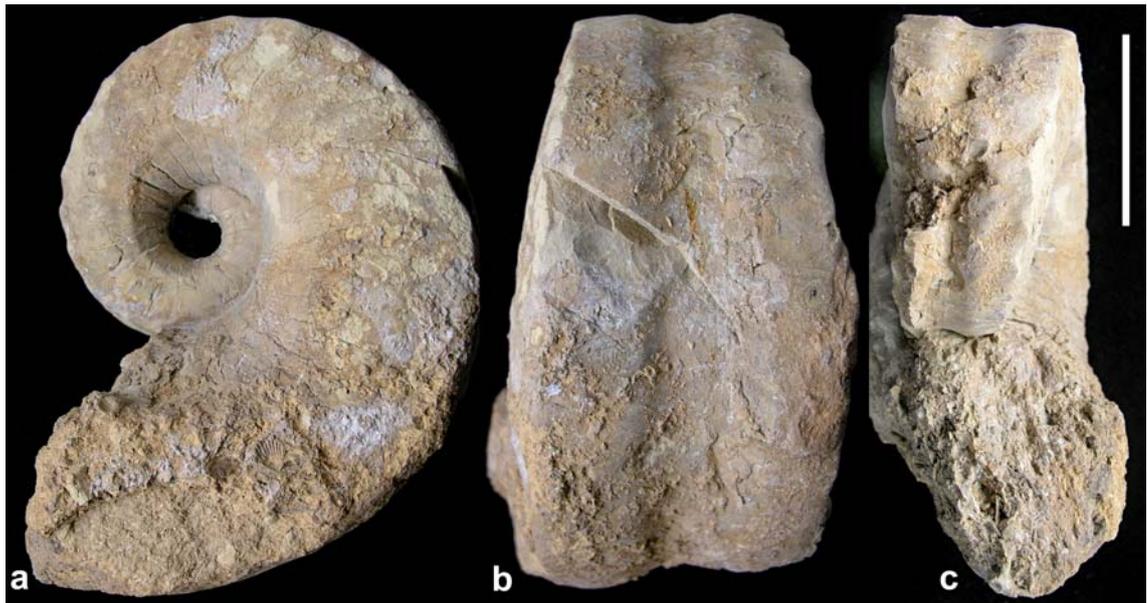
MARTIN SCHMIDT studierte in Heidelberg, Berlin und Göttingen Naturwissenschaften und legte 1887 das Oberlehrerexamen ab. Nach Schuldienst am Gymnasium Aschersleben und Hauslehrertätigkeit ging er als Assistent zu A. KOKEN nach Göttingen und promovierte 1893 mit einer Arbeit zur Tektonik, um nach der üblichen Wartezeit zur Preußischen Geologischen Landesanstalt zu wechseln. Dort arbeitete er über Schichtenfolge und Paläontologie des Juras in Pommern. Nach kurzer Tätigkeit am Roemer-Museum in Hildesheim und als Erdölgeologe auf Borneo kam er an das Statistische Landesamt nach Stuttgart, wo in der neu eingerichteten Geologischen Abteilung die Landeskartierung im Maßstab 1:25.000 anlieft.

Auf Blatt Freudenstadt kam er erstmals mit der Germanischen Trias in Berührung, bearbeitete 1907 die Fauna des Schwarzwälder Wellenkalks, womit er die Lehrbefähigung an der Technischen Hochschule Stuttgart erwarb. Bis 1937 folgten zahlreiche Blätter der geologischen Spezialkarte von Württemberg. Über die Bearbeitung von Material aus dem Fayum (Ägypten) kam er zum Königlichen Naturalienkabinett nach Stuttgart, dessen Direktor er nach dem Krieg wurde. Aus gesundheitlichen Gründen legte er dieses Amt 1925 nieder und zog nach Tübingen, wo er sich ganz der Forschung widmen konnte. Dort entstand seine bis heute unverzichtbare Kompilation „Die Lebewelt unserer Trias“, außerdem eine Monographie über die Labyrinthodonten aus dem thüringischen Lettenkeuper, Ammonitenstudien und erste Arbeiten zur spanischen Trias, die er 1929 bis 1931 auf mehreren Exkursionen kennen gelernt hatte. Die wichtigsten Arbeiten hierzu erschienen erst nach seinem Umzug nach Quedlinburg 1932. Ab 1935 wohnte er in seiner Heimatstadt Aschersleben, betreute dort das Heimatmuseum und widmete sich verstärkt der Vor- und Frühgeschichte.

BERCKHEMER, F. (1950): MARTIN SCHMIDT ZUM Gedächtnis. – Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, **106**: XXVI–XXXIV.

5.3. Cephalopoda (Kopffüßer)

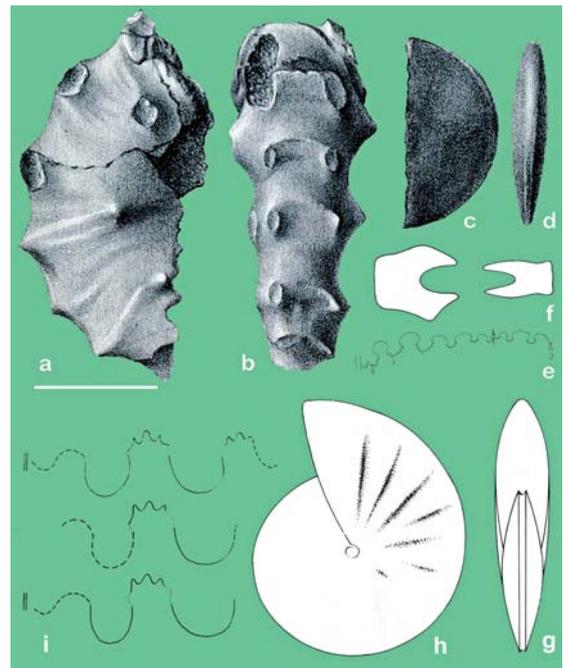
Reste von Cephalopoden finden sich ausschließlich in vollmarinen Sedimenten, im Lettenkeuper demnach nur in wenigen Horizonten, nämlich der Blaubank, der Anthrakonitbank und dem Grenzdolomit. Cephalopodenfunde liegen außerdem nur von wenigen Lokalitäten vor und auch dort sind sie ausgesprochen selten, so dass fast alle Funde



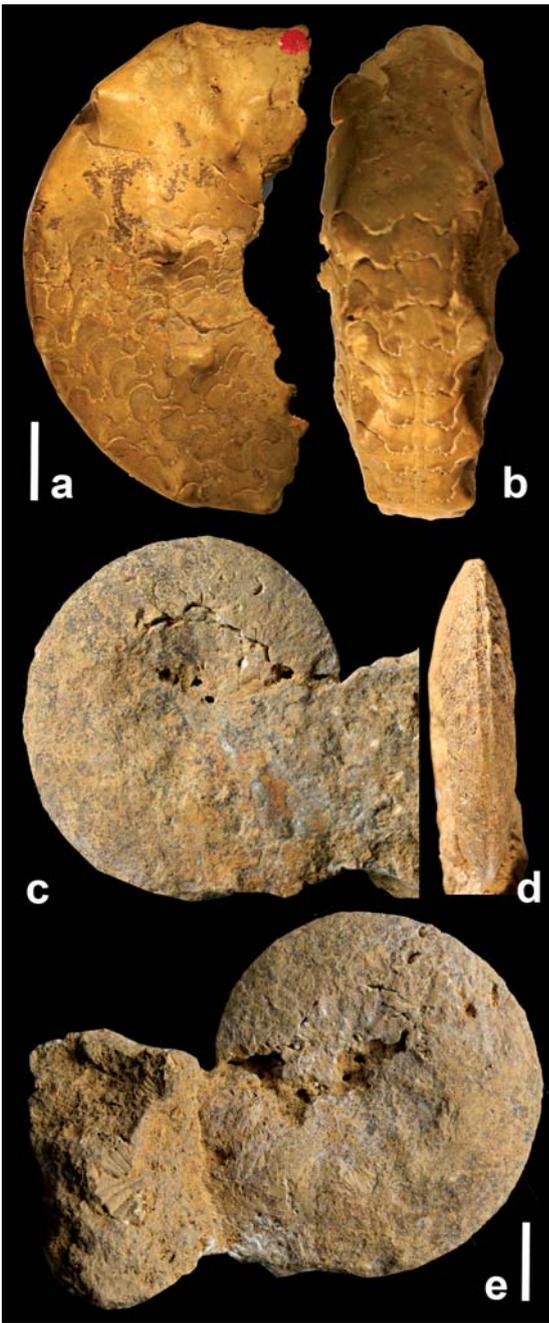
**Abb. 7.30** *Germanonautilus jugatonodosus* (ZIMMERMANN, 1890) aus dem Grenzdolomit von Reisdorf bei Apolda. Natuhistorisches Museum Schleusingen. Maßstab 10 cm. Foto WERNEBURG.

Eingang in die Literatur gefunden haben (ERNST 2005). Leider ist ihre Erhaltung meist schlecht oder unvollständig. Für biostratigraphische Aussagen sind sie nach URLICHS (1999) kaum geeignet. Die meisten Cephalopodenfunde des Lettenkeupers gehören zu den Perlbooten (*Germanonautilus*), doch liegen aus dem Grenzdolomit auch Vertreter der Ceratiten vor.

Nautiliden (Perlboote). – Der Lettenkeuper-Nautilide des Grenzdolomits, der durch ZIMMERMANN (1890) als *Trematodiscus jugatonodosus* beschrieben wurde und für den MOJSISOVICS (1902) die Gattung *Thuringionautilus* aufstellte, wurde von URLICHS (2000) zu *Germanonautilus* gestellt. Mit dieser Art ist die Entwicklungsreihe *G. dolomiticus* – *G. bidorsatus* – *G. suevicus* – *G. jugatonodosus* abgeschlossen. Er ist durch seine eingesenkte Ventralseite und die schrägen, rippenartigen Marginalknoten gekennzeichnet. Die in dieser Reihe zunehmende Beknötung wird von URLICHS als progressives Merkmal gesehen. REIN (2014) sieht diese Merkmale allerdings auch schon bei einzelnen Individuen von *Germanonautilus bidorsatus* aus dem Muschelkalk und vereinigt die Lettenkeuperformen deshalb mit diesem. Seiner Ansicht nach persistierte diese Art zu Zeiten, wenn im Germanischen Becken für Cephalopoden ungünstige Verhältnisse herrschten, im Bereich des östlichen Schweizer Juras, um von dort mit steigendem Meeresspiegel mehrfach ins Lettenkeuper-Meer einzuwandern. Der Typus von *Germanonautilus jugatonodosus* stammt aus dem Grenzdolomit von Reisdorf bei



**Abb. 7.31** Ammonoidea aus dem Grenzdolomit. **a–f** *Alloceratites schmidi* (ZIMMERMANN, 1890), von Sülzenbrück bei Neudietendorf; **a** lateral, **b** ventral, **c, d** Abformung der Innenwindungen (aus PHILIPPI 1901); **e** Alterslobenlinie (Internlobus hypothetisch); **f** Querschnitt (aus MÜLLER 1973). Maßstab 1 cm. **g–i** *Neoclyptes* ? *peregrius* MÜLLER, 1963, von Reisdorf bei Eckartsberga; Rekonstruktion, **g** lateral, **h** ventral, **i** Lobenlinie (aus MÜLLER 1973).



**Abb. 7.32** Ammoniten aus dem Grenz dolomit von Reisdorf bei Eckartsberga. **a, b** *Alloceratites schmidii* (ZIMMERMANN, 1890); MLUHW H 61. Foto HAUSCHKE; **c–e** *Neoclypites? peregrinus* MÜLLER, 1963; FG 144/2; Foto GAITZSCH. Maßstab 1 cm.

Apolda, wo auch mehrere Ceratiten gefunden wurden. Ein sehr gut erhaltenes Exemplar dieser Art wurde von COMPTER (1922) abgebildet, ein weiteres von WERNEBURG (2003; Abb. 7.30). Die Umgebung von Crailsheim liefer-

te Nautilidenfunde aus drei Horizonten des Lettenkeupers: (1) Blaubank von Kirchberg/Jagst. Ein schlecht erhaltener, mit *Placunopsis* bewachsener Steinkern eines relativ weitnabeligen Nautiliden ohne Marginalknoten (MHI 1757) und ein Stück aus der Sammlung BARTHOLOMÄ (REIN 2014; Abb. 10). Die Zuordnung dieser Funde zu einer bestimmten Art ist wegen der ungünstigen Erhaltung nicht möglich. Im Fundhorizont kommt auch *Entolium discites* vor, was gleichfalls auf marine Verhältnisse deutet. (2) Anthrakonitbank von Satteldorf-Neidenfels. Ein Skulptursteinkern eines vertikal eingebetteten, schlecht erhaltenen Nautiliden mit deutlicher Anwachsstreifung und kräftiger Marginalbeknotung zeigt die Merkmale von *Germanonautilus jugatonodosus* (MHI 1889/4; REIN 2014; Abb. 9). Dieser Nautilide wurde zusammen mit Linguliden, großen Hoernesien (Abb. 7.8) und Bakevellien gefunden. (3) Vergipster Grenz dolomit von Onolzheim. Ein sehr großer Steinkern aus der Sammlung BLEZINGER mit Marginalknoten, der wohl gleichfalls zu *G. jugatonodosus* gehört (IGPT). Der Grenz dolomit kann mit seiner relativ reichen Molluskenfauna als annähernd marin gelten. Die Nautilidenfunde des Lettenkeupers wurden von REIN (2014) beschrieben und abgebildet.

**Ceratiten.** – Aus dem Grenz dolomit von Sülzenbrück bei Neudietendorf nahe Erfurt wurde von ZIMMERMANN (1883) die Wohnkammer eines kleinen Ceratiten mit flachen, hochmündigen Innenwindungen und kräftig binodoser Skulptur und breiter, flacher Ventralseite auf der Wohnkammer als *Ceratites schmidii* beschrieben (Abb. 7.31a–d). SPATH (1934) errichtete für das Fragment die Gattung *Alloceratites*, doch konnte MÜLLER (1969) nachweisen, dass es sich dabei um ein Individuum mit der seltenen Fastigatus-Anomalie handelte, bei der die Skulptur über die Ventralseite verläuft (Ringrippigkeit). Später fanden sich im Grenz dolomit von Reisdorf bei Apolda zwei weitere Fragmente, nun mit normaler Skulptur, die bestätigen, dass *Alloceratites* sich nicht auf die Discoceratiten des Oberen Muschelkalks zurückführen lässt (Abb. 7.32a, b). Nach MÜLLER (1973) und KOZUR (1974a) weist die Lobenlinie von *Alloceratites* auf eine Abstammung von *Israelites* (Hungaritidae), eines im frühen Ladinium des Negev häufigen Ceratiten, was diese Autoren als Beweis für ein früh-karnisches Alter des Grenz dolomits werteten. In dieses Bild fügte sich ein weiterer Fund aus dem thüringischen Grenz dolomit, ein hochmündiger, flacher Ceratit mit ausgeprägter Ventralrinne, den MÜLLER als *Neoclypites? peregrinus* beschreibt und in die Nähe von *Neoclypites desertorum* (Carnitidae) aus der Augusta Mountains Formation von Nevada stellte (Abb. 7.31g–i, 7.32c–e). Den einzigen Ammoniten aus dem süddeutschen Grenz dolomit fand BENECKE (1896) bei Iphofen in Franken und beschrieb den ca. 6 cm großen, schlecht erhaltenen Cephalopoden als hochmündig, sehr involut mit 6 bis 7 gerundeten Loben, der als *Ceratites semipartitus* oder als älterer Umgang

von *Ceratites schmidi* angesprochen werden könnte. Dieser Fund ist nie abgebildet worden.

Die Berechtigung der Einstufung des Grenzdolomits in das Karnium wurde von URLICH (1999) jedoch in Zweifel

gezogen, der keine enge Verwandtschaft von *Alloceratitis* mit *Israelites* sah und auf die Reichweite von *Neoclypites desertorum* vom späten Ladinium bis in das frühe Karnium hinwies. Für weitere Schlussfolgerungen vgl. Kap. 4.

## 6. Arthropoda (Gliederfüßer)

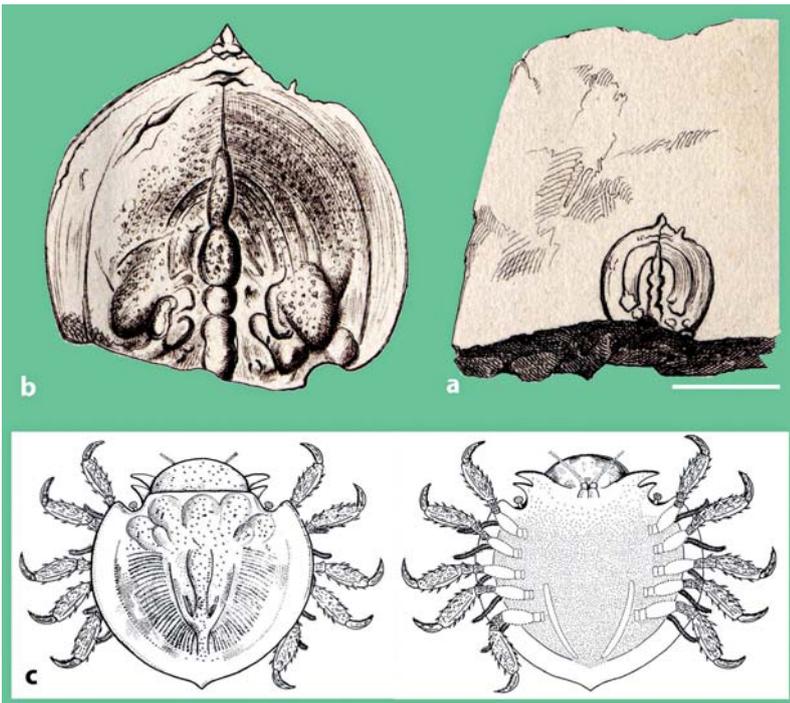
Systematische Stellung der Lettenkeuper-Arthropoda:

Arthropoda (Gliederfüßer)	
Crustacea (Krebse)	
Branchiopoda (Blattfußkrebse)	
Spinicaudata	
Euestheridae:	<i>Euestheria minuta minuta</i> (ZIETEN, 1833) <i>Euestheria minuta albertii</i> (VOLTZ, 1835) <i>Liroleiina</i> sp.
Ostracoda (Muschelkrebse)	
Podocopa	
Glorianellidae:	<i>Glorianella dispar</i> (SEEBACH, 1857) <i>Glorianella thuringensis</i> BEUTLER & GRÜNDEL, 1963 <i>Lutkevichinella rectagona rectagona</i> BEUTLER & GRÜNDEL, 1963 <i>Lutkevichinella rectagona postera</i> BEUTLER & GRÜNDEL, 1963
Speluncellidae:	<i>Speluncella alata alata</i> BEUTLER & GRÜNDEL, 1963 <i>Speluncella alata levis</i> BEUTLER & GRÜNDEL, 1963 <i>Speluncella spinosa</i> BEUTLER & GRÜNDEL, 1963 <i>Speluncella elegans</i> BEUTLER & GRÜNDEL, 1963 <i>Speluncella postera</i> BEUTLER & GRÜNDEL, 1963 <i>Speluncella tumida</i> GRÜNDEL, 1965 <i>Gemmanella ingerslebensis</i> BEUTLER & GRÜNDEL, 1963
Darwinulidae:	<i>Darwinula liassica</i> BRODIE, 1843
Maxillipoda	
Halycina	
Halicynidae:	<i>Halicyne plana</i> SEEBACH, 1857
Malacostraca	
Decapoda (Zehnfußkrebse)	
Erymidae:	<i>Clytiopsis thuringiaca</i> FÖRSTER, 1967
Antennata	
Insecta	
Blattodea (Schaben)	
Mesoblattinidae:	<i>Mesoblattopsis</i> ?
Coleoptera (Käfer)	
Familie indet.	Coleoptera indet.
Mecoptera	
Permochoristidae:	<i>Triadochorista schleerithensis</i> GEYER & KELBER, 1987

### 6.1. Halycina (Meerhelme)

Die ersten Funde eigenartiger Crustaceen aus der Rottweil-Formation (Trigonodusdolomit) Südwürttembergs gaben den Bearbeitern lange Zeit Rätsel auf. MEYER (1838) erkannte, dass es sich nicht um Trilobiten handelte, und beschrieb die Funde zunächst als *Limulus agnotus*. Als er an weiteren Funden keine Augen feststellen konnte, richtete er die Gattung *Halicyne* [griech. Meerhelm] (MEYER 1844) und fügte 1851 die neue Art *Halicyne laxa* hinzu. Die ersten Halicynen aus dem Lettenkeuper („Lettenkoh-

lensandstein“ von Weimar) beschrieb SEEBACH (1857) als *Halicyne plana* (Abb. 7.33a, b). Später fanden sich Halicynen auch in der Alpinen Trias, im Mittleren Muschelkalk, v.a. aber im Voltziensandstein der Vogesen, von wo GALL & GRAUVOGEL (1967) vollständige Individuen mitsamt den Körperanhängen beschrieben. Damit war auch erwiesen, dass die Halicynen eng mit den aus dem Paläozoikum bekannten Cycliden verwandt sind, die sich neuerdings bis in die Späte Kreide nachweisen lassen (FRAAIJE et al. 2003) und in der Klasse Maxillipoda die eigene Unterklasse Halycina bilden. In der Germanischen Trias lebten sie in ästuari-



**Abb. 7.33** Die rätselhaften Meerhelme wurden erstmals durch SEEBACH (1857) aus dem Lettenkeuper beschrieben, aber erst durch GALL & GRAUVOGEL (1967) vollständig rekonstruiert. **a** *Halicyne plana* SEEBACH, 1857 aus dem Lettenkeuper von Gelmeroda (aus SEEBACH 1867), jedoch falsch orientiert, Maßstab 1 cm; **b** vergrößert. **c** Rekonstruktion in richtiger Orientierung (aus GALL & GRAUVOGEL 1967).

nen, limnisch-brackischen (Buntsandstein, Lettenkeuper) oder in schwach hyposalinen Gewässern (Muschelkalk: Rottweil-Formation, Diemel-Formation), nicht jedoch im vollmarinen Bereich. Die *Halicyne* nahestehende Gattung *Opolanka* aus dem schlesischen Mittelkeuper war ein Süßwasserbewohner (DZIK 2008). Möglicherweise haben im späten Mesozoikum und im Tertiär die Krabben ihre Rolle übernommen und die Halicynen verdrängt.

SEEBACHS Material aus dem Lettenkeuper war nur mäßig erhalten, doch mit einem Neufund aus dem Lettenkeuper von Bedheim (Thüringen) konnte MÜLLER (1955) die Beschreibung des Carapax von *Halicyne plana* präzisieren. Der annähernd runde, ca. 10 mm lange Carapax, der den ganzen Körper des Tieres bedeckt, ist weniger stark gewölbt als der von *Halicyne agnota*, was aber auf Verdrückung beruhen kann. Der Carapax trägt vorne sieben buckelartige Loben, nach hinten einen zentralen Längswulst und einen Randsaum, der bei *H. plana* granuliert ist, und läuft nach hinten wie bei allen Halicynen – ähnlich einem Wappenschild – in eine Spitze aus. Die von MÜLLER (1955) beobachtete Segmentierung des Bereichs um den Axialwulst dürfte auf Verdrückung zurückzuführen sein. So sah DZIK (2008) auch keinen Grund, das Stück von *H. agnota*

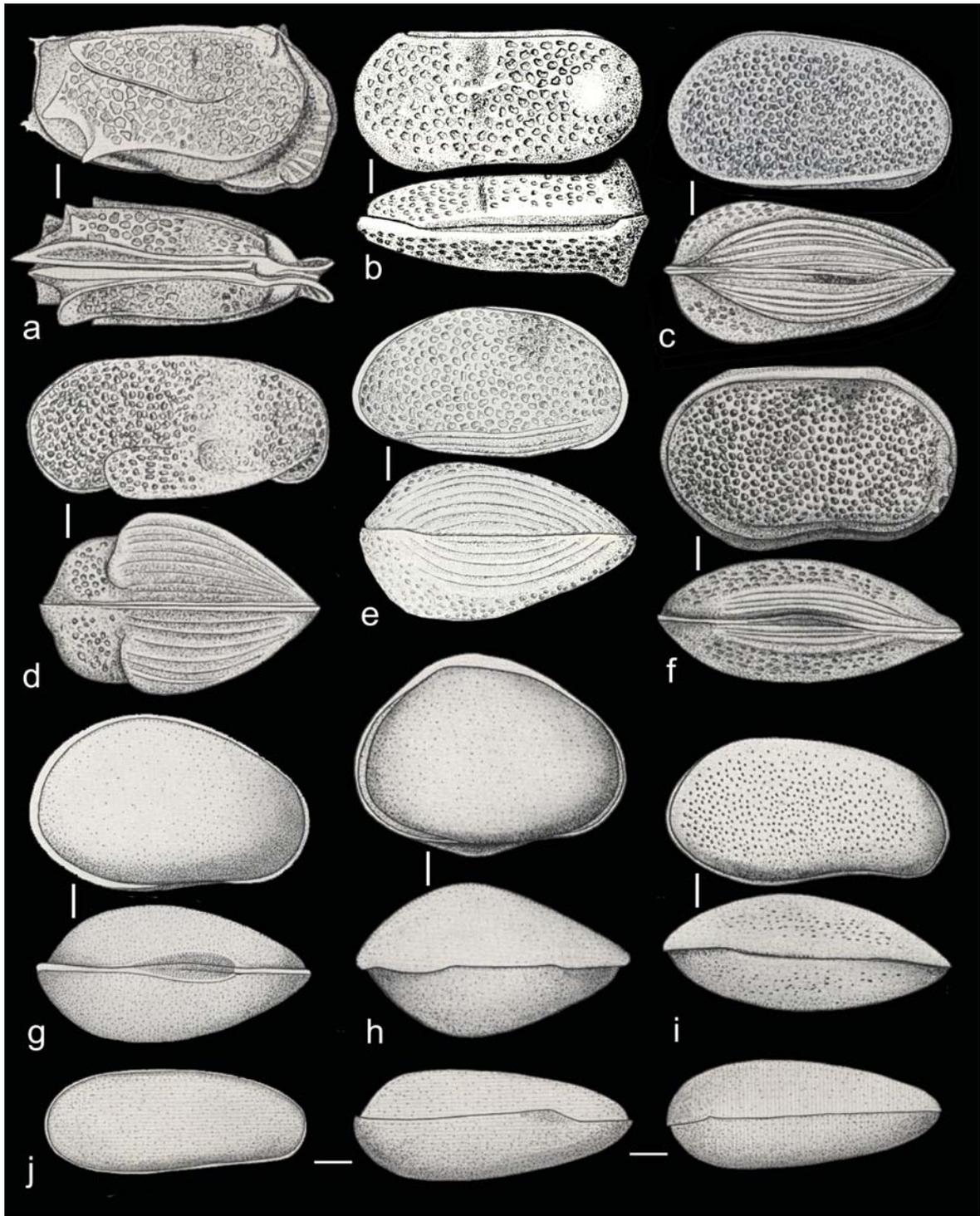
zu trennen. Die vollständigen Funde aus dem Voltziensandstein (Rekonstruktion in Abb. 7.33c) zeigen eine halbkreisförmige Rostralplatte, die zwischen den Augenausschnitten der Carapax-Vorderseite sitzt, und fünf Beinpaare mit kräftigem Endopodit mit endständiger Klaue und gegliedertem Exopodit. Das Endoskelett ist segmentiert und hat zwei Kiemenkammern. Neufunde von Halicynen aus dem Lettenkeuper liegen nicht vor.

## 6.2. Ostracoda (Muschelkrebse)

Die Muschelkrebse (Klasse Ostracoda) gehören zu den häufigsten Mikrofossilien und sind auch in der Germanischen Trias mit zahlreichen Arten bekannt, die in manchen Horizonten in Massen auftreten. Die ersten Trias-Ostrakoden wurden durch SEEBACH (1857) als *Bairdia pirus*, *B. teres*, *B. procera* und *Cythere dispar* aus dem Letten-

keuper von Thüringen beschrieben. Nach ihnen sind die Bairdientone der Fränkischen Grenzschichten (Wimpfen-Subformation) dicht unter der Muschelkalk-Keuper-Grenze benannt. In Unterfranken heißt dieser bis ca. 1,5 m mächtige, feinschichtige Tonmergelsteinhorizont Ostrakodenton; seine Ostrakodenfauna wurde von AUST (1969) beschrieben. Die kalkigen Schälchen der Ostrakoden, sehr häufig doppelklappig erhaltene Exemplare und Steinkerne, die in vielen Horizonten des Lettenkeupers auftreten, werden aus tonigen Gesteinen mit mikropaläontologischen Verfahren ausgeschlämmt. Im Schliffbild fester Karbonatgesteine zeigen sie sich häufig als Ostrakodenschille (BRUNNER 1973: Taf. 1, Fig. 4). Nach BRUNNER (1973: 32) kommen Ostrakoden in Südwestdeutschland im ganzen Lettenkeuper vor; für die meisten der oben aufgeführten Arten stellte er Fundorte und Fundhorizonte zusammen. Über Ostrakoden-Assoziationen im hohenlohischen Lettenkeuper entlang der A6 berichtete URLICHS (1982), über Ostrakoden im tieferen Lettenkeuper der Pleidelsheimer Mulde ALBERT (2004).

Der Ostrakoden-Körper ist ganz von zwei mit einem Schloss verbundenen Schalenklappen umgeben, die durch Muskeln geschlossen und durch ein Ligament geöffnet



**Abb. 734** Ostrakoden aus dem Lettenkeuper von Ingersleben (Thüringen), Zeichnungen der Holotypen; Originale Bergakademie Freiberg. **a** *Glorianella thuringensis* (BEUTLER & GRÜNDEL, 1963). **b** *Lutkevichinella rectagona* (GRÜNDEL, 1965). **c** *Speluncella elegans* (BEUTLER & GRÜNDEL, 1963). **d** *Speluncella alata* (BEUTLER & GRÜNDEL, 1963). **e** *Speluncella tumida* (GRÜNDEL, 1965). **f** *Gemmanella ingerslebensis* BEUTLER & GRÜNDEL, (1963). **g** *Pulviella piriformis* (BEUTLER & GRÜNDEL, 1963). **h** *Pulviella piriformis* (BEUTLER & GRÜNDEL, 1963). **i** *Pulviella reniformis* (BEUTLER & GRÜNDEL, 1963). **j** *Darwinula liassica* (BRODIE, 1843). **a, c, d, f–j** AUS BEUTLER & GRÜNDEL (1963); **b, e** AUS GRÜNDEL (1965). Alle x 75.

werden. Der innere Bau des Tieres ist stark vereinfacht, so fehlt eine Segmentierung des Körpers weitgehend. Das erste Antennenpaar dient als Schwimmruder, und die übrigen Körperanhänge können unterschiedliche Funktionen ausüben. Für viele Arten ist Geschlechtsdimorphismus belegt. Es sind ab dem Kambrium ca. 40.000 fossile Arten bekannt, die artspezifisch in limnischen, brackischen und marinen Habitaten vorkommen. Die kurze Lebensdauer vieler Arten hat sie zu den wichtigsten Indexfossilien für die Erdöl- und Erdgasindustrie gemacht. In der Germanischen Trias kommen die dominierenden Formen des Paläozoikums noch vor, aber auch schon mesozoische Gruppen, die sich nach KOZUR (1968, 1969, 1971, 1972, 1976) gleichermaßen als biostratigraphische Leitformen wie auch als biofazielle Salinitätsanzeiger eignen. Die Lettenkeuper-Ostrakoden wurden von BEUTLER & GRÜNDEL (1963) und GRÜNDEL (1965) systematisch bearbeitet und auf ihre biostratigraphische und biofazielle Qualität untersucht, doch sind durch diese Arbeiten mehrere Gattungssynonyme entstanden, weil die kurz zuvor erschienene Bearbeitung der Ostrakoden aus dem Prikaspi-Gebiet (Kasachstan, Usbekistan) durch SCHNEJDER (1960) nicht hinreichend berücksichtigt wurde. Überhaupt ist die Systematik der Klasse Ostracoda noch nicht völlig konsolidiert (SCHALLREUTER & SCHALLREUTER 1999).

In die Unterordnung Cytherocopa (= Podocopina) der Ordnung Podocopa mit mehr als 50 % der rezenten Ostrakoden gehören auch die meisten Formen des Lettenkeupers, und zwar zur Überfamilie Cytheracea. Der Umriss ihrer glatten bis stark ornamentierten, kalzitischen Schale ist sehr unterschiedlich, meist jedoch auf der Bauchseite eingezogen. In der Regel ist die linke Klappe größer als die rechte. In den folgenden Kurzbeschreibungen typischer Formen des Lettenkeupers nach BEUTLER & GRÜNDEL (1963) und GRÜNDEL (1965) wurde auf Merkmale des Schlossbaus und der Muskelfelder verzichtet; von diesen Autoren stammen auch die in Abb. 7.34 reproduzierten Zeichnungen. Die Zuordnung zu den übergeordneten Taxa folgt GRÜNDEL & KOZUR (1975).

*Glorianella* (Familie Glorianellidae, Unterfamilie Glorianellinae): Schalen in Seitenansicht langgestreckt rechteckig, mit membranartiger Lamelle längs des Vorderendes. Vor der Schalenmitte eine deutliche Einbuchtung. An der vorderen Dorsalseite beider Klappen ein kräftiger Dorn. Seitliche Schalenoberflächen grubig und mit Rippen und Dornen. Auf der Ventralfläche verlaufen mehrere unregelmäßige Längsrippen. Dazu *Glorianella thuringensis* (Abb. 7.34a), die möglicherweise mit der durch SEEBACH (1857) als glatt beschriebenen *G. dispar* identisch ist. Weil das Typusmaterial verloren gegangen ist, lässt sich nicht mehr prüfen, ob dieses nur ungünstig erhalten war. Die Glorianellidae sind nach KOZUR (1971) typische Brackwasserformen des Pliohalinikums.

### KARL ALBERT LUDWIG VON SEEBACH

\* 13. 8. 1839 in Weimar  
† 21. 1. 1880 in Göttingen



KARL ALBERT LUDWIG VON SEEBACH.  
Bildnis Geowissenschaftliches  
Museum der Universität Göttingen.

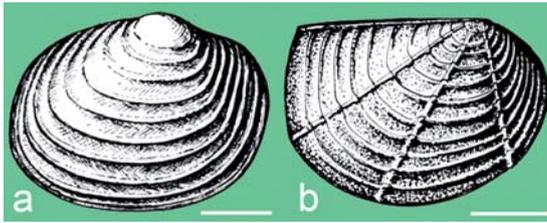
Schon als Schüler in Rudolstadt und Weimar legte v. SEEBACH eine Sammlung von Muschelkalkfossilien an und veröffentlichte den Aufsatz „Entomostraken aus der Trias Thüringens“, in dem er als Erster Ostrakoden aus der Germanischen Trias beschrieb, außerdem die ersten Halicycnen des Keupers. 1858 war er Bergeleve in Kamsdorf und studierte von 1859 bis 1862 Mineralogie und Geologie in Breslau und Berlin bei ROEMER und BEYRICH. 1862 promovierte er mit einer Arbeit über „Die Conchylienfauna der Weimarischen Trias“ in Göttingen zum Dr. phil. 1863 wurde er außerordentlicher, 1870 ordentlicher Professor der Geologie und Paläontologie in Göttingen. Studienreisen führten ihn nach Russland, England, Zentralamerika und in die Ägäis, wo er sich v.a. vulkanologischen und seismologischen Fragen zuwandte. Ab 1877 kartierte er

als freiwilliger Mitarbeiter der Preußischen Geologischen Landesanstalt mehrere Messtischblätter und wurde 1880 Mitglied der Leopoldina. 1878 bis 1879 lebte v. SEEBACH krankheitsbedingt in Portugal. Sein Arbeitsspektrum umfasst stratigraphische Fragen, Paläontologie verschiedener Gruppen von Wirbellosen, darunter Crustaceen, Mollusken, Crinoiden und Korallen, später v.a. Vulkanologie und Erdbebenkunde.

LAMBRECHT, K., QUENSTEDT, W. & QUENSTEDT, A. (1938): Palaeontologi. Catalogus bio-bibliographicus. – Fossilium Catalogus **I**: Animalia, Pars **72**: 495 S.; 's Gravenhage (Junk).  
WIEFEL, H. & WIEFEL, J. (2010): Biographisches Lexikon zur Geschichte der Geowissenschaften in Thüringen. Biobibliographische Daten über Geowissenschaftler und Sammler, die in Thüringen tätig waren. – Schriftenreihe der TLUG (2. Ausg.): 164 S.; Jena.

*Lutkevichinella* (Familie Glorianellidae, Unterfamilie Cytherissinellidae): Schalen von annähernd rechteckigem Umriss, mit Medianfurchen, deutlich retikuliert, linke Klappe die rechte überragend. Dazu *Lutkevichinella rectagona rectagona* (Abb. 7.34b) mit hornartigem Vorsprung vor dem Hinterrand auf halber Höhe, und *L. r. postera*, die sich aus der letzteren entwickelt hat und als Leitform im höheren Lettenkeuper gilt, in Nordwürttemberg nach BRUNNER (1973) jedoch schon im Vitriolschiefer vorkommt.

*Speluncella* (Familie Speluncellidae, Unterfamilie Speluncellinae): Langgestreckt-elliptische bis gerundet rechteckige Formen mit grubiger Schalenskulptur, ventral mit einer abgeplatteten rhombischen Fläche, die flügelartig



**Abb. 7.35** Conchostraken des Lettenkeupers (aus WARTH 1969): **a** *Euestheria minuta* (ZIETEN, 1833). **b** *Liroleiina* sp. Maßstab 1 mm.

verbreitert sein kann und auf der gebogene Rippen von hinten nach vorn verlaufen. Dazu *Speluncella alata* (Abb. 7.34d) mit den Unterarten *Sp. alata levis* und *Sp. a. alata*, *S. spinosa*, *Speluncella elegans*, *Speluncella postera* und *Speluncella tumida* (Abb. 7.34e). *Sp. alata* und *Sp. tumida* sind Leitformen des tieferen Lettenkeupers und nach KOZUR (1971) typische Brackwasserformen.

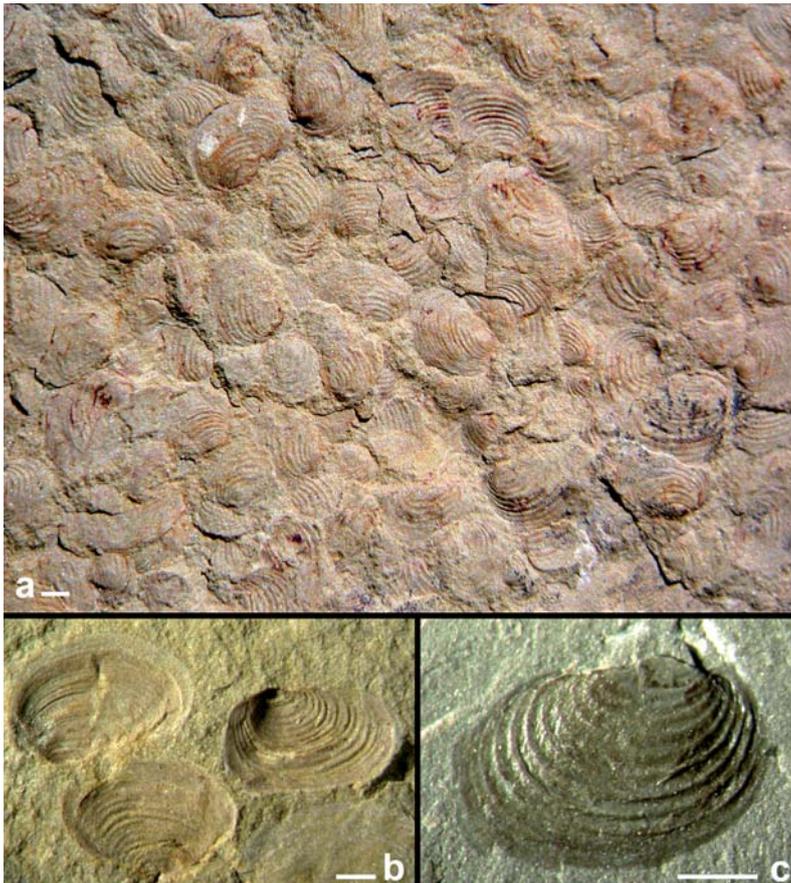
*Gemmanella* (Familie Speluncellidae, Unterfamilie Mandelstamiinae): Grob und kräftig retikuliert Schalen von gerundet rechteckigem Umriss mit variabler Furche vor der Mitte, mit vorn und hinten gleich breiter verkalkter Innenlamelle. Zähnen am Vorderrand der rechten Klappe. Dazu *Gemmanella ingerslebensis* (Abb. 7.34f).

*Pulviella* (Familie Speluncellidae, Unterfamilie Speluncellinae): Gerundet dreieckige, elliptische oder birnenförmige Formen mit glatter Oberfläche, die linke Klappe die rechte über den ganzen Rand überragend, mit verkalkter Innenlamelle längs des ganzen freien Randes. Dazu *Pulviella teres* mit den Unterarten *P. t. teres* und *P. t. piriformis* (Abb. 7.34h) sowie *Pulviella reniformis* (Abb. 7.34i).

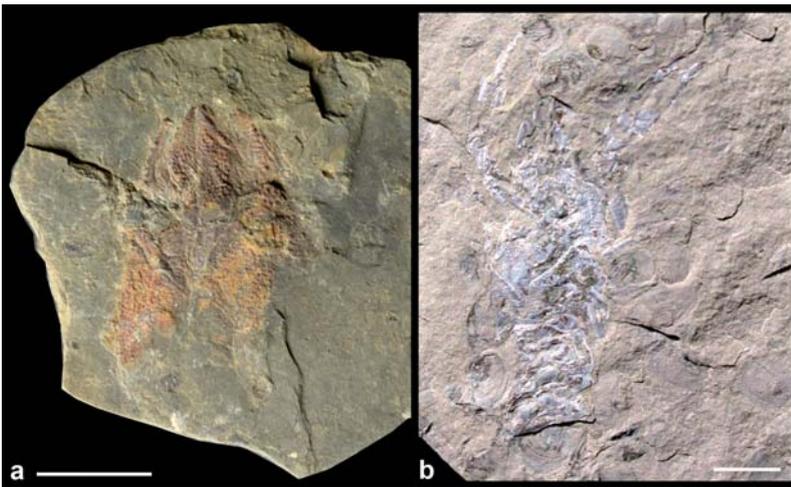
Unsichere Stellung im System der Podocopa haben die glattschaligen Darwinulidae mit zahnlosem Schlossrand, die im Lettenkeuper mit *Darwinula liassica* in manchen Horizonten sehr häufig sind (Abb. 7.34j, 15.10). Diese Art ist langoval mit konvexem (Weibchen) bzw. im mittleren Teil annähernd geradem Dorsalrand (Männchen). Das Vorderende ist schmaler als das Hinterende. Die größere linke Klappe überragt die rechte ringsum. Nach KOZUR (1968, 1971) sind Darwinulen Anzeiger für limnisches Milieu, was von BRUNNER (1973) bezweifelt wird, der Darwinulen aus marin beeinflussten dolomitischen Mergeln, u.a. aus dem Vitriolschiefer und den Estherienschiefern, isoliert hat.

### 6.3. Spinicaudata (Conchostraken, Muschelkrebse)

Die Conchostraken sind mit den Wasserflöhen verwandte Crustaceen aus der Klasse der Branchiopoden (Blattfußkrebse, Ordnung Spinicaudata), die sich durch eine große Zahl von Beinpaaren und einen stark abgewandelten chitinenen Carapax auszeichnen, dessen Kopfteil bei den Conchostraken schalenartig nach ventral eingeklappt und von den Schalenklappen ganz umschlossen wird, so dass daraus ein als Brutraum fungierender Behälter entsteht. Rezent Conchostraken leben vor allem im Süß- und Brackwasser periodisch austrocknender

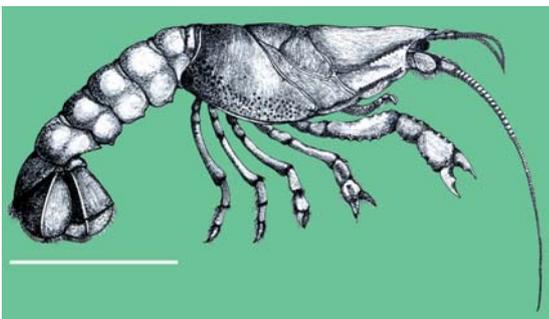


**Abb. 7.36** *Euestheria minuta* (ZIETEN, 1833); **a** Dolomitische Mergel, Ilsfeld, MHI 1377; **b** Anthrakonitbank, Satteldorf-Neidenfels, MHI 1889/6; **c** Estherienschiefern, Frommenhausen bei Rottenburg, MHI 2113. Maßstab 1 mm.



**Abb. 7.37** *Clytiopsis thuringiaca* FÖRSTER, 1967; **a** Holotypus, aus dem Lettenkeuper von Straußfurt bei Erfurt; FG 190/1; Foto GAITZSCH; **b** Neufund aus der Anthrakonitbank von Satteldorf-Neidenfels, daneben Estherien; Maßstab 5 mm; MHI 1889/1.

Gewässer, gelegentlich auch in großen Playa-Seen und küstennahen Salzmarschen, sterben aber, wenn der Salzgehalt 5 % überschreitet (OLEMPKA 2004). Ihre durch doppelte Chitinschalen geschützten Eier können jahrelange Trockenheit überdauern und werden vom Wind verfrachtet, so dass die Tiere neue Gewässer besiedeln können, in denen sie sich über eine Naupliuslarve entwickeln. Rezent Conchostraken leben nur wenige Monate und häuten über diese Zeitspanne ungefähr alle drei Tage ihren Chitinpanzer, der aus einer äußeren und einer inneren Cuticula besteht. Bei jeder Häutung bleibt die äußere, etwas kleinere Schicht des vorherigen Carapax erhalten, wodurch die muschelartige Anwachsstreifung entsteht; jeder Anwachsstreifen entspricht also einer Häutung. Für die Bestimmung ist neben Größe und Umriss des Carapax vor allem die Skulptur zwischen den Anwachsstreifen (Intercostalskulptur) wichtig, die ein polygonales, netzförmiges (reticulates) Muster zeigen kann.



**Abb. 7.38** *Clytiopsis argentoratensis* BILL, 1914. Rekonstruktion in Seitenansicht aus GALL (1971). Maßstab 1 cm.

In der Frühen Trias stellen die Conchostraken wichtige Leitfossilien, mit denen sich Sedimente des Buntsandsteins mit terrestrischen Sedimenten in Asien korrelieren lassen (KOZUR 1993; KOZUR & WEEMS 2010). Im Muschelkalk und Lettenkeuper sind sie Anzeiger für Aussüßung. Früher wurden die Conchostraken meist als Estherien bezeichnet und haben sogar einzelnen Schichtgliedern des Keupers ihren Namen gegeben, z.B. den Estheriensichten des Lettenkeupers, die nach *Euestheria minuta* (ZIETEN, 1833) benannt sind, und den Estheriensichten des Gipskeupers, die ihren Namen von *Laxitextella laxitexta* haben. Allerdings sind

sie nicht überall so häufig zu finden, wie es der Name verspricht. Im Buntsandstein der Vogesen wurden auch Individuen mit erhaltenen Körpersegmenten und Eiern gefunden (GALL 1971), aber auch aus dem Lettenkeuper von Würzburg kennt man Exemplare mit Eiern (REIBLE 1962). In den Estheriensichten des Lettenkeupers von Vellberg-Eschenau sind Rinnenfüllungen dicht mit Estherienschild gepackt.

Die auf Schichtunterseiten feinklastischer Sedimente in Buntsandstein und Keuper häufige „Kaffeebohnen-Spur“ *Rusophycus eutendorfensis* (= *Isopodichnus*) wird als Ruhespur von Conchostraken gedeutet (SEILACHER 1970).

Mit der Taxonomie und systematischen Zuordnung der fossilen Conchostraken ist ein jahrzehntelanger Streit verbunden, denn die Systematik der fossilen Formen beruht auf dem Carapax, die der rezenten auf der Gesamtmorphologie. Auch die Taxonomie der „Estherien“ ist durch Homonymie und ungültige Namen äußerst kompliziert, weil der Gattungsname *Estheria*, 1837 schon durch ein Insekt belegt war und auch in der Folgezeit keine allgemein akzeptierte Klärung der Nomenklatur gefunden wurde (REIBLE 1962; WARTH 1969; GEYER 1987; OLEMPKA 2004).

Die häufigste Art des Lettenkeupers ist *Euestheria minuta* (ZIETEN, 1833), von der mehrere Unterarten bekannt sind und die im Lettenkeuper führend ist und diesen ins späte Ladinium einstuft (KOZUR & WEEMS 2010). GEYER (1987) sah in *Euestheria* eine Untergattung von *Cyzicus*. Der Umriss des Carapax ist telliniform, d.h. der Dorsalrand ist kurz und gebogen und geht gerundet in den Hinterrand über, der Wirbel überragt den Dorsalrand und liegt meist im mittleren Drittel des Carapax, der zwischen 3 und 6 mm

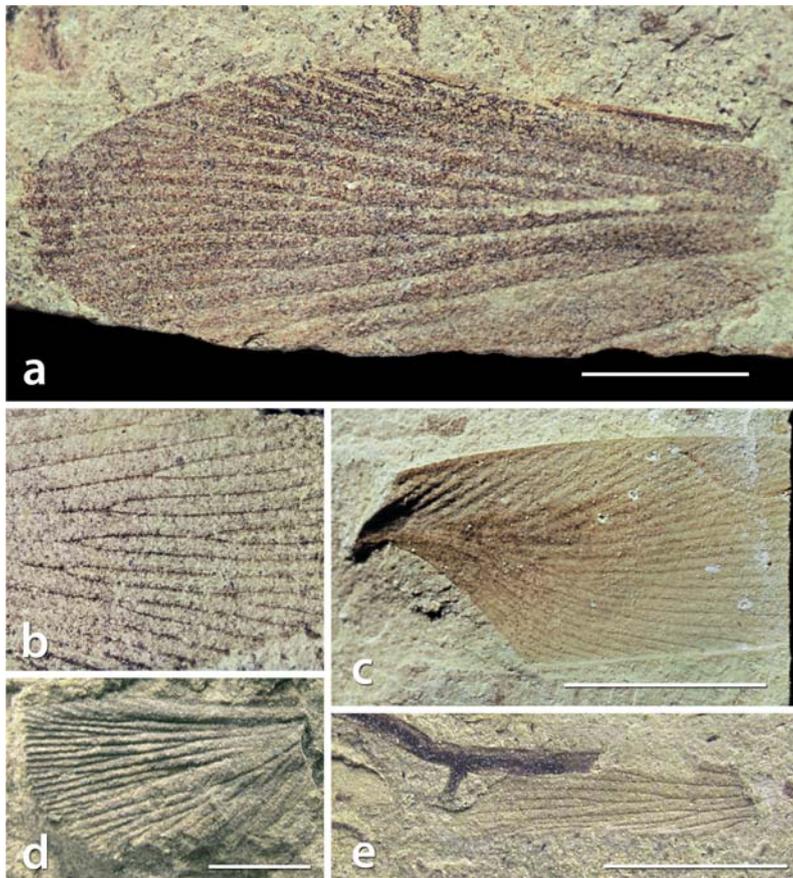
groß wird. Die Zahl der Anwachsstreifen liegt zwischen 10 und 20, ein Intercostalornament ist nicht immer erkennbar (Abb. 7.35a, 7.36a–c). Die Unterart *E. minuta albertii* (VOLTZ, 1835), die gleichfalls im Lettenkeuper vorkommt, hat weniger und gröbere Anwachslinien. WARTH (1969) führte als Seltenheit aus dem Lettenkeuper von Gaildorf noch eine nicht artlich bestimmte *Praeleaia* auf, eine Gattung mit cycladiformem Carapax-Umriss (langer, gerader Dorsalrand, Ecke gegen den Hinterrand), und drei vom Wirbel ausgehenden Kielen, 15 bis 20 Anwachsstreifen und hexagonalem Intercostalornament (Abb. 7.36b). Diese Form gehört nach KOZUR & WEEMS (2010: 379) zu einer neuen, noch unbeschriebenen Art von *Lioleaiina*.

Estherien kommen in den Dolomitgesteinen des Lettenkeupers oft massenhaft und meist zusammen mit *Lingularia* vor (Abb. 15.13a), in feinschichtigen dunklen Tonsteinen außerdem mit glattschaligen Ostrakoden und Fischzähnen.

#### 6.4. Dekapoda (Zehnfußkrebse)

Von Dekapoden liegen nur ganz wenige und zudem fragmentarische Reste vor. Der einzige wissenschaftlich beschriebene Dekapodenfund ist ein Cephalothorax von *Clytiopsis thuringiaca* FÖRSTER, 1967 aus dem Lettenkeuper von Straußfurt bei Erfurt (Abb. 7.37a). Die durch vollständige Funde aus dem Oberen Buntsandstein des Elsass und Badens besser bekannte Gattung *Clytiopsis* gehört zur konservativen mesozoischen Dekapoden-Familie Erymidae. Wie alle Erymiden tragen die ersten drei Pereiopoden (Beinpaare) von *Clytiopsis* Scheren, von denen die des vorderen vergrößert sind (Abb. 7.38). Im Gegensatz zu *Clytiopsis argentoratensis* hat die Lettenkeuper-Art eine stärker differenzierte Skulptur mit kräftigen Dornen (FÖRSTER 1967). Zu *C. thuringiaca* gehört ein mit den Körperanhängen eingebetteter, aber schlecht erhaltener kleiner Krebs aus einer Lage mit Conchostraken in der Anthrakonitbank von Satteldorf-Neidenfels (Abb. 7.37b).

Ein Cephalothorax-Fragment aus der Anthrakonitbank von Ilsfeld (SMNS), und ein Pereiopode aus dem Vitriolschiefer von Schwäbisch Hall-Gottwollshausen (MHI) sind für eine sichere Zuordnung zu fragmentarisch. Dieser dünne Fossilbericht ist sicher eine Folge ihrer Seltenheit, wohl aber auch von schlechten Erhaltungsbedingungen. Das zeigen die in manchen Horizonten häufigen Baue vom Typ *Spongeliomorpha/Thalassinoides*, die von Zehnfußkrebse erzeugt wurden (Abb. 12.7), außerdem die Kotpillen vom Typ *Coprulus*, die als Dekapoden-Faeces gelten.



**Abb. 7.39** Insektenflügel-Abdrücke aus dem Lettenkeuper. **a, b, d** Top des Werksandsteins, Schleerieth; **c, e** Werksandstein, Straßenbaustelle Wolfgangsborg bei Ochsenfurt. **a** *Triadochorista schleerithensis*; **b** Detail des Geäders, aus dem Gegendruck; **c** *Mesoblattopsis? franconica*; **d** *Blattodeorum* fam., gen. et sp. incert., Hinterflügel fragment (SCHL-062); **e** gen. et sp. indet. (OCH-025a). Maßstab 5 mm; Sammlung und Fotos K.-P. KELBER.

#### 6.5. Insecta (Hexapoda, Insekten)

Flügelreste, Eigelege und Lebensspuren von Insekten aus dem Lettenkeuper Mainfrankens wurden von GEYER & KELBER (1987) beschrieben und abgebildet, nachdem schon REIF (1971) Insektenflügel in Koprolithen aus dem Vitriolschiefer von

Gammesfeld bekannt gemacht hat. Das Fossilisationspotenzial von Insekten ist naturgemäß gering, und so verwundert es nicht, dass die wenigen Funde fragmentarisch sind und ausschließlich aus Flügeln sowie aus Elytren (Flügeldecken) von Käfern bestehen, die sich nur bedingt bestimmen lassen. Die Funde stammen aus dem Bereich unter dem Werksandstein („Cardiniensandstein“) und über dem Werksandstein (Übergang zu den Blauen und Grünen Tonen) und aus dem Werksandstein selbst, wo sie zusammen mit Pflanzenhäcksel ähnlicher Größe und mit Glimmerschüppchen eingeregelt sind. Funde von Insektenresten im Lettenkeuper sind das Ergebnis sorgfältiger systematischer Suche. Es ist anzunehmen, dass sie tatsächlich häufiger sind, als ihr dünner Fossilbericht aussagt. Das wird bestätigt durch neue, noch unbearbeitete Funde von Insektenresten aus Koprolithen im Lettenkeuper von Vellberg-Eschenau.

Im Einzelnen wurden durch GEYER & KELBER (1987) beschrieben und abgebildet: Ein Fragment eines Schaben-Hinterflügels unbestimmter Gattung und Familie (Abb. 7.39a), ein weiterer, unter Vorbehalt der Gattung *Mesoblattopsis* (Familie Mesoblattinidae) zugeordneter Flügel (Abb. 7.39b). Ein Fragment eines Schabenflügels, ebenfalls aus Schleerieth, wurde von BRAUCKMANN & SCHLÜTER (1993) unter Vorbehalt zu *Pedinoblatta* gestellt (Abb. 7.39c). Die schon von SANDBERGER (1882) bekannt gemachten und als Buprestide (Prachtkäfer) und Curculionide (Rüsselkäfer) bestimmten Käfer-Elytren konnten nach Überprüfung des erhalten gebliebenen Originalmaterials genauso wenig einer bekannten Familie zugeordnet werden wie ein Neufund einer Käfer-Elytre von Schleerieth (BRAUCKMANN & SCHLÜTER 1993). Auch der als *Triadochorista schleerithensis* GEYER & KELBER, 1987 beschriebene Flügelrest, der ursprünglichen Vertretern der Permochoristidae (Neoptera, Mecoptera) ähnelt, ist für eine genauere Zuordnung zu fragmentarisch (Abb. 7.39d).

Aus den Blauen und Grünen Tonen über dem Werksandstein von Ochsenfurt haben GEYER & KELBER (1987) Gruppen kugelliger Gebilde von 0,3–0,4 mm Größe beschrieben, die neben Mikroconchen-Röhren in einer Blattscheide von *Equisetites arenaceus* sitzen, und als Eigelege gedeutet, die nach Anordnung und Größe auf Insekten schließen lassen (Abb. 15.6).

#### D a n k

Für die Bereitstellung von Fossilmaterial danke ich G. SCHWEIGERT, Stuttgart, für Bildmaterial B. GAITZSCH, Freiberg, G. GEYER, Würzburg, N. HAUSCHKE, Halle/Saale, K.-P. KELBER, Würzburg, E. MÖNNIG, Coburg, M. REICH, Göttingen, R. SCHOCH, Stuttgart und R. WERNEBURG, Schleusingen. G. SCHWEIGERT danke ich für die Durchsicht des Manuskripts und für hilfreiche Anmerkungen.

#### 7. Literatur

- ALBERT, R. (2004): Mikropaläontologische und mikrofazielle Untersuchungen im Unteren Lettenkeuper (Erfurt-Formation, Mitteltrias) der östlichen Pleidelsheimer Mulde. – Diplomarbeit Universität Stuttgart [unpubliziert].
- ALBERTI, F. v. (1864): Überblick über die Trias, mit Berücksichtigung ihres Vorkommens in den Alpen. – 353 S.; Stuttgart (Cotta). [Reprographischer Nachdruck 1998, Ingelfingen].
- AUST, H. (1969): Lithologie, Geochemie und Paläontologie des Grenzbereiches Muschelkalk-Keuper in Franken. – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg, **10**: 3–155.
- BACHMANN, G. H. (1979): Bioherme der Muschel *Placunopsis ostracina* v. SCHLOTHEIM und ihre Diagenese. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, **158**: 381–407.
- BACHMANN, G. H. (2002): A Lamellibranch-Stromatolite Bioherm in the Lower Keuper (Ladinian, Middle Triassic), South Germany. – Facies, **46**: 83–88.
- BENECKE, E. W. (1896): Lettenkohlen-Gruppe und Lunzer Schichten. – Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg, **10** (2): 109–151.
- BEUTLER, G. & GRÜNDEL, J. (1963): Die Ostracoden des Unteren Keupers im Bereich des Thüringer Beckens. – Freiburger Forschungshefte, **C164**: 33–92.
- BORNEMANN, J. G. (1856): Über organische Reste der Lettenkohlen-Gruppe Thüringens. Ein Beitrag zur Flora und Fauna dieser Formation. 85 S.; Leipzig (Engelmann).
- BRAUCKMANN, C. & SCHLÜTER, T. (1993): Neue Insekten aus der Trias von Unter-Franken. – Geologia et Palaeontologia, **27**: 181–199.
- BRUNNER, H. (1973): Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen am Unteren Keuper (Lettenkeuper, Trias) im nördlichen Baden-Württemberg. – Arbeiten aus dem Institut für Geologie und Paläontologie an der Universität Stuttgart, Neue Folge, **70**: 1–85.
- CARTER, J. G., ALTABÁ, C. R., ANDERSON, L. C. et al. (2011): A synoptical classification of the Bivalvia (Mollusca). – Paleontological Contributions, **4**: 1–47, 4 figs.; Lawrence.
- CHECA, A., JIMÉNEZ-JIMÉNEZ, A. P., MARQUEZ, A. & HAGDORN, H. (2006): Further comments on the origin of oysters. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **240**: 672–674.
- COMPTER, G. (1922): Aus der Urzeit der Gegend von Apolda und aus der Vorgeschichte der Stadt. 122 S.; Leipzig (Weg).
- COX, L. R. (1961): Observations on the family Cardiniidae (Class Bivalvia) – Proceedings of the Malacological Society, **32**: 325–339.
- CREDNER, H. (1851): Über Gervillien der Triasformation in Thüringen. – Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde, **1851**: 641–657.
- DZIK, J. (2008): Gill structure and relationships of the Triassic cycloid crustaceans. – Journal of Morphology, **269**: 1501–1519.
- EMIG, C. (2003): Proof that *Lingula* (Brachiopoda) is not a living-fossil, and emended diagnoses of the Family Lingulidae. – Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, Letter 2003/01; 1–8; CG2003\_L01\_CCE
- ERNST, R. (2005): Cephalopoden. – In: DSK (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland IV. Keuper. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg, **253**: 58.
- FÖRSTER, R. (1967): Die reptanten Dekapoden der Trias. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, **128**: 136–194.

- FRAAIJE, R. H. B., SCHRAM, F. R. & VONK, R. (2003): *Maastrichtiocaris rostratus* new genus and species, the first Cretaceous cycloid. – *Journal of Paleontology*, **77**: 386–388.
- FRANK, M. (1928): Zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte der Lettenkohle zwischen Südwürttemberg und dem Kettenjura. – *Centralblatt für Mineralogie etc.*, (B), **1928**: 456–473, 481–497.
- GALL, J.-C. (1971): Faunes et paysages du Grès à Voltzia du Nord des Vosges. Essai paléocéologique sur le Buntsandstein Supérieur. – *Mémoires du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine*, **34**: 318 S.
- GALL, J.-C. & GRAUVOGEL, L. (1967): Faune du Buntsandstein II. Les Halicynés. – *Annales de Paléontologie*, **53**: 1–14.
- GEYER, G. (1987): Die Fossilien der *Modiola*-Bank Frankens (Karn, Gipskeuper, km1γ). – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **173**: 271–302.
- GEYER, G., HAUTMANN, M., HAGDORN, H., OCKERT, W. & STRENG, M. (2005): Well-preserved mollusks from the Lower Keuper (Ladinian) of Hohenlohe (Southwest Germany). – *Paläontologische Zeitschrift*, **79**: 429–460.
- GEYER, G. & KELBER, K.-P. (1987): Flügelreste und Lebensspuren von Insekten aus dem Unteren Keuper Mainfrankens. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **174**: 331–355.
- GEYER, G. & SCHMIDT-KALER, H. (2006): Coburger Land und Heldburger Gangschar. – *Wanderungen in die Erdgeschichte*, **21**: 144 S.; München (Pfeil).
- GIEBEL, C. G. (1856): Die Versteinerungen im Muschelkalk von Lieskau bei Halle. – *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für die Provinz Sachsen und Thüringen in Halle*, **1**: 54–126.
- GOLDFUSS, G. A. (1826–1833): *Petrefacta Germaniae*. Abbildungen und Beschreibungen der Petrefacten Deutschlands und der angränzenden Länder. 1. Theil. – 253 S.; Düsseldorf (Arnz).
- GRAUVOGEL, L. & GALL, J.-C. (1962): *Progonionemus vogesiacus* nov. gen., nov. sp., une méduse du Grès à Voltzia des Vosges septentrionales. – *Bulletin du Service de la Carte géologique d'Alsace et du Lorraine*, **15** (2): 17–27.
- GRÜNDEL, J. (1965): Zwei neue Ostracoden-Arten aus dem Unteren Keuper Thüringens. – *Paläontologische Zeitschrift*, **39**: 234–239.
- GRÜNDEL, J. & KOZUR, H. (1975): Systematische Gliederung und phylogenetische Beziehungen der triassischen und jurassischen Ostracoden. – *Freiberger Forschungshefte*, **C309**: 135–160.
- HAGDORN, H. (2010): Posthörnchen-Röhren aus Muschelkalk und Keuper. – *Fossilien*, **29**: 229–236.
- HAGDORN, H. (2013): Medusen aus dem Lettenkeuper (Mittlere Trias, Ladinium) von Schwäbisch Hall. – *Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, Sonderbände*, **3**: 271–290.
- HAGDORN, H. & REIF, W.-E. (1988): „Die Knochenbreccie von Crailsheim“ und weitere Mitteltrias-Bonebeds in Nordost-Württemberg – Alte und neue Deutungen. – *Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, Sonderbände*, **1**: 116–143.
- HAGDORN, H., SZULC, J., BODZIOCH, A. & MORYCOWA, E. (1999): Riffe aus dem Muschelkalk. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. (Hrsg.): *Trias, eine ganz andere Welt*: 309–320; München (Pfeil).
- HAUTMANN, M. (2001): Taxonomy and phylogeny of cementing Triassic bivalves (families Prospondylidae, Placatulidae, Dimyidae and Ostreidae.) – *Palaeontology*, **44**: 339–378.
- HAUTMANN, M. & HAGDORN, H. (2013): Oysters and oyster-like bivalves from the Middle Triassic Muschelkalk of the Germanic Basin. – *Paläontologische Zeitschrift*, **87**: 19–32.
- HOHENSTEIN, V. (1913): Beiträge zur Kenntnis des Mittleren Muschelkalks und des unteren Trochitenkalks am östlichen Schwarzwaldrand. – *Geologisch-paläontologische Abhandlungen, Neue Folge*, **12**: 173–272.
- KELBER, K.-P. (1986): Taphonomische Konsequenzen aus der Besiedelung terrestrischer Pflanzen durch Spirobidae (Annelida, Polychaeta). – *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **86**: 13–26.
- KELBER, K.-P. (1987): Spirobidae (Polychaeta, Sedentaria) auf Pflanzen des Unteren Keupers – Ein Beitrag zur Phyto-Taphonomie. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **175**: 261–294.
- KELBER, K.-P. & GEYER, G. (1989): Lebensspuren von Insekten an Pflanzen des Unteren Keupers. – *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **109**: 165–174.
- KIRCHNER, H. (1933): Die Fossilien der Würzburger Trias. Brachiopoda. – *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beilage-Bände*, (B), **71**: 88–138.
- KOZUR, H. (1968): Einige seltene Ostracoden-Arten aus der germanischen Trias. – *Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, **10**: 848–872.
- KOZUR, H. (1969): Die Gattung *Speluncella* SCHNEIDER 1956 (Ostracoda) in der germanischen Trias. – *Freiberger Forschungshefte*, **C245**: 47–67.
- KOZUR, H. (1971): Zur Verwertbarkeit von Conodonten, Ostracoden und ökologisch-fazielle Untersuchungen in der Trias. – *Geologický Zborník*, **22** (1): 105–130.
- KOZUR, H. (1972): Die Bedeutung triassischer Ostracoden für stratigraphische und paläoökologische Untersuchungen. – *Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie- und Bergbaustudenten in Österreich*, **21** (2): 623–660.
- KOZUR, H. (1974): Biostratigraphie der germanischen Mitteltrias. – *Freiberger Forschungsherte*, **C280**: 56 + 71 S.
- KOZUR, H. (1974): Probleme der Triasgliederung und Parallelisierung der germanischen und tethyalen Trias. Teil I: Abgrenzung und Gliederung der Trias. – *Freiberger Forschungshefte*, **C298**: 139–197.
- KOZUR, H. (1976): Ökologisch-fazielle Probleme bei der stratigraphischen Gliederung und Korrelation der germanischen Trias und faziell ähnlicher Triasablagerungen. – *Jahrbuch für Geologie*, **78**: 87–108.
- KOZUR, H. & REINHARDT, P. (1969): Charophyten aus dem Muschelkalk und dem Unteren Keuper Mecklenburgs und Thüringens. – *Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, **11**: 369–386.
- KOZUR, H. & SELL, J. (1993): Stratigraphic and paleobiogeographic importance of the latest Olenekian and early Anisian Conchostracans of Middle Europe. – *Bulletin of the New Mexico Museum of Natural History and Science*, **3**: 255–259.
- KOZUR, H. & WEEMS, R. E. (2010): The biostratigraphic importance of conchostracans in the continental Triassic of the northern hemisphere. – In: LUCAS, S. G. (Hrsg.): *The Triassic Time-scale*: 315–417; London (Geological Society).
- LINSTOW, O. V. (1907): Die organischen Reste der Trias von Lüneburg. – *Jahrbuch der Preußischen geologischen Landesanstalt*, **24**: 129–164.
- MERKI, P. (1961): Der Obere Muschelkalk im östlichen Schweizer Jura. – *Eclogae geologicae Helveticae*, **54**: 137–219.

- MEYER, H. v. (1838): Mittheilungen, an Prof. BRONN gerichtet. – Neues Jahrbuch für Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde, **1838**: 413–418.
- MEYER, H. v. (1851): *Halicynne* und *Litogaster*, zwei Crustaceen-Genera aus dem Muschelkalk Württembergs. – Palaeontographica, **1**: 134–140.
- MOJSISOVICS, E. v. (1902): Die Cephalopoden der mediteranen Triasprovinz. – Abhandlungen der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt, **10**: 1–320.
- MÜLLER, A. H. (1955): Über einen Neufund von *Halicynne plana* und die systematische Stellung von *Halicynne* (Crustacea?). – Paläontologische Zeitschrift, **29**: 131–135.
- MÜLLER, A. H. (1969): Ein Ceratit (*Ceratites* cf. *schmidti*, Ammonoidea) aus dem Unterkeuper (Grenzdolomit) des Germanischen Triasbeckens. – Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, **11**: 122–132.
- MÜLLER, A. H. (1970): Neue Funde seltener Ceratiten aus dem germanischen Muschelkalk und Keuper. – Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, **12**: 632–642.
- MÜLLER, A. H. (1973): Über Ammonoidea (Cephalopoda) aus der Grenzdolomitregion des germanischen Unterkeupers. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften, **1** (8): 935–945.
- MÜLLER, A. H. (1978): Über Hydromedusen (Coelenterata) und medusoide Problematica aus dem Rotliegenden von Mitteleuropa. – Freiburger Forschungshefte, **C342**: 29–44.
- MÜLLER, A. H. (1982): Zur Morphologie, Taxonomie und Ökologie fossiler und rezenter Serpulimorpha (Polychaeta). – Biologische Rundschau, **20** (6): 330–351.
- MUSTER, H. (1995): Taxonomie und Paläobiogeographie der Bakewellidae (Bivalvia). – Beringeria, **14**: 3–161.
- OLEMPSKA, E. (2004): Late Triassic spinicaudatan crustaceans from southwestern Poland. – Acta Palaeontologica Polonica, **49**: 429–442.
- OOSTERINK, H. & WINKELHORST, H. (2013): Probable remains of jellyfish (Cnidaria, Scyphozoa) from the lower Middle Triassic (Anisian) of Winterswijk, eastern Netherlands. – Netherlands Journal of Geosciences, **92**: 61–67.
- PHILIPPI, E. (1898): Die Fauna des unteren Trigonodus-Dolomits vom Hühnerfeld bei Schwieberdingen und des sogenannten „Cannstatter Kreidemergels“. – Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, **54**: 145–227.
- QUENSTEDT, F. A. (1851–1852): Handbuch der Petrefaktenkunde. 792 S.; Tübingen (Laupp).
- Quenstedt, F.A. (1885): Handbuch der Petrefaktenkunde (3. Auflage). 1239 S.; Tübingen (Laupp).
- REIBLE, P. (1962): Die Conchostraken (Branchiopoda, Crustacea) der Germanischen Trias. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, **114**: 169–244.
- REIF, W.-E. (1971): Zur Genese des Muschelkalk-Keuper-Grenzbenedes in Südwestdeutschland. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, **139**: 369–404.
- REIN, S. (2014): *Germanonautilus* im Unteren Keuper (Trias, Erfurt-Formation) von *Trematodiscus* bis *Germanonautilus bidorsatus*. – Semana, **29**: 37–44.
- ROS-FRANCO, S., MÁRQUEZ-ALIAGA, A. & DAMBORENA, S. E. (2014): Comprehensive database on Induan (Lower Triassic) to Sinemurian (Lower Jurassic) marine bivalve genera and their paleobiogeographic record. – Paleontological Contributions, **8**: 1-216, 61 figs.; Lawrence.
- RÜBENSTRUNK, E. (1908): Beitrag zur Kenntnis der deutschen Trias-Myophorien. – Mitteilungen der Badischen Geologischen Landesanstalt, **6**: 85–248.
- SANDBERGER, F. (1890): Uebersicht der Versteinerungen der Trias-Formation Unterfrankens. – Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft Würzburg, Neue Folge, **23**: 1–46.
- SCHAUROTH, C. v. (1857): Die Schalthierreste der Lettenkohlenformation des Grossherzogthums Coburg. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, **9**: 85–148.
- SCHINDLER, T. (2007): Hohltiere, Würmer und Weichtiere (ohne Bivalven). – In: SCHINDLER, T. & HEIDTKE, U. H. J. (Hrsg.): Kohlesümpfe, Seen und Halbwüsten. – Pollichia, Sonderveröffentlichungen, **10**: 112–117.
- SCHLOTHEIM, E. F. v. (1820): Die Petrefactenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte durch die Beschreibung seiner Sammlung versteinerter und fossiler Überreste des Thier- und Pflanzenreichs der Vorwelt erläutert. 457 S.; Gotha (Becker)
- SCHLOTHEIM, E. F. v. (1823): Nachträge zur Petrefaktenkunde, Zweyte Abtheilung, III. Der thüringische Flötzmuschel-Kalkstein in besonderer Hinsicht auf seine Versteinerungen. 114 S.; Gotha (Becker).
- SCHMIDT, M. (1928): Die Lebewelt unserer Trias. 461 S.; Öhringen (Rau).
- SCHMIDT, M. (1938): Die Lebewelt unserer Trias. Nachtrag. 143 S.; Öhringen (Rau).
- SCHNEJDER, H.-E. (1960): [Ostracodenfauna der Untertrias-Schichten der Kaspi-Senke]. – Trudy Kompleksnajaushnaja geol. Exped., **5**: 287–303 [Russisch].
- SEEBACH, K. v. (1857): Entomostraken aus der Trias Thüringens. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, **9**: 198–206.
- SEEBACH, K. v. (1862): Die Conchylien-Fauna der Weimarischen Trias. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, **13**: 551–674.
- SEEGIS, D. (1997): Die Lehrbergschichten im Mittleren Keuper von Süddeutschland – Stratigraphie, Petrographie, Paläontologie, Genese. – Geo-Regio Forschungen, **1**: 382 S.; Remshalden (Hennecke).
- SEEGIS, D. (1999): Die Wirbellosen-Fauna des Keupers: Zusammensetzung und ökologische Aussagemöglichkeiten. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. (Hrsg.): Trias, eine ganz andere Welt: 371–382; München (Pfeil).
- SPATH, L. F. (1934): Catalogue of fossil Cephalopoda in the British Museum (Natural History), Part **IV, V**: The Ammonoidea of the Trias I, II. – 521 + 228 S; London (British Museum, Natural History).
- SYKORA, M., SIBLIK, M. & SOTÁK, J. (2011): The Siliciclastics in the Upper Triassic dolomite formations of the Krížna Unit (Malá Fatra Mountains, Western Carpathians): constraints for the Carnian Pluvial Event in the Fatric Basin. – Geologica Carpathica, **62** (2): 121–138.
- TAYLOR, P. D. & VINN, O. (2006): Convergent morphology in small spiral worm tubes (*'Spirorbis'*) and its palaeoenvironmental implications. – Journal of the Geological Society, **163**: 225–228.
- URLICHS, M. (1982): Zur Stratigraphie und Fossilführung des Lettenkeupers (Ob. Trias) bei Schwäbisch Hall (Baden-Württemberg). – Jahresberichte und Mitteilungen des oberrheinischen geologischen Vereins, Neue Folge **64**: 213–224.

- URLICHS, M. (1999): Cephalopoden im Muschelkalk und Lettenkeuper des Germanischen Beckens. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. (Hrsg.): *Trias, eine ganz andere Welt*: 343–354; München (Pfeil).
- URLICHS, M. (2000): *Germanonautilus* (Nautiloidea) aus dem Unterkarnium der Dolomiten (Obertrias, Italien). – *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, (B), **291**: 1–13.
- VINN, O. (2010): Shell structure of helically coiled microconchids from the Middle Triassic (Anisian) of Germany. – *Paläontologische Zeitschrift*, **84**: 495–499.
- VOIGT, E. (1975): Tunnelbaue rezenter und fossiler Phoronidea. – *Paläontologische Zeitschrift*, **49**: 135–167.
- WAGNER, G. (1913): Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des oberen Hauptmuschelkalks und der unteren Lettenkohle in Franken. – *Geologisch-paläontologische Abhandlungen, Neue Folge*, **12**: 1–180.
- WALLER, T. R. & STANLEY, G. D. (2005): Middle Triassic pteriomorphian Bivalvia (Mollusca) from the New Pass Range, West-Central Nevada: Systematics, biostratigraphy, paleoecology, and paleobiogeography. – *Paleontological Society Memoirs*, **61**.
- WARTH, M. (1969): Conchostraken (Crustacea, Phyllopora) aus dem Keuper (Ob. Trias) Zentral-Württembergs. – *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg*, **124**: 123–145.
- WARTH, M. (1982): Vorkommen von *Spirorbis* (Annelida, Polychaeta) im Lettenkeuper (Unterkeuper, Obere Trias) von Nordwürttemberg. – *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg*, **137**: 87–98.
- WERNEBURG, R. (2004): Fossilagerstätten im Unteren Keuper Thüringens (Erfurt-Formation, Mitteltrias). Teil 1: ICE-Trasse südlich der BAB 71-Ausfahrt „Arnstadt-Nord“. – *Veröffentlichungen des Naturhistorischen Museums Schleusingen*, **19**: 55–74.
- WERNEBURG, R. & WITTER, W. (2005): Fossilagerstätten im Unteren Keuper Thüringens (Erfurt-Formation, Mitteltrias). Teil 2: ICE-Trasse nördlich der BAB 71-Ausfahrt „Arnstadt-Nord“. – *Veröffentlichungen des Naturhistorischen Museums Schleusingen*, **20**: 57–75.
- ZATON, M., HAGDORN, H. & BORSZCZ, T. (2013): Microconchids of the species *Microconchus valvatus* (MÜNSTER in GOLDFUSS, 1831) from the Upper Muschelkalk (Middle Triassic) of Germany. – *Palaeobiology and Palaeoenvironments*, **94**: 453–461; DOI 10.1007/s12549-013-0128-6
- ZELLER, F. (1907): Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Keupers in Schwaben. – *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, **1907**: 19–29.
- ZELLER, F. (1907): Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Keupers in Schwaben. – *Diss. Univ. Tübingen*, 134 S., 3 Taf.
- ZIMMERMANN, E. (1890): Ein neuer Nautilus aus dem Grenzdolomit des thüringischen Keupers (*Trematodiscus jugatonodosus*). – *Jahrbuch der königlich Preussischen geologischen Landesanstalt*, **10**: 322–327.