



**Bayerische
Staatssammlung**
für Paläontologie und Geologie

- München, 2019
- Manuscript received 04.07.2018; revision accepted 11.07.2018; available online: 12.03.2019
- ISSN 0373-9627
- ISBN 978-3-946705-05-5

*Diese Arbeit ist unserem sehr geschätzten
Kollegen Wolf Ohmert † (1938–2018) gewidmet.*

Neue Erkenntnisse über die Wedelsandstein- Formation der Zollernalb (Schwäbische Alb, SW-Deutschland)

Volker Dietze^{1*}, Norbert Wannenmacher², Matthias Franz³ & Robert Weis⁴

¹Meraner Str. 61, 86720 Nördlingen, Deutschland

²Helle-Wiesen-Straße 9, 72406 Bisingen-Thanheim, Deutschland

³Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau im Regierungspräsidium Freiburg, Albertstr. 5, 79104 Freiburg i. Br., Deutschland

⁴Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg, 25, rue Münster, L-2160 Luxembourg, Luxembourg

*Corresponding author; E-mail: dietze.v@t-online.de

Zitteliana 93, 47–81.

Zusammenfassung

Der untere Abschnitt der Wedelsandstein-Formation der Zollernalb (SW Deutschland) kann mit Hilfe von über 200 horizontiert gesammelten Ammoniten erstmals in vier unterschiedliche biostratigraphische Niveaus gegliedert werden: (1) Sowerbyi-Oolith (jüngere Discites-Zone), (2) Lage mit *Shirbuirnia gingensis* im unteren Abschnitt des Unteren Wedelsandsteins (Übergangsbereich Ovale/Laeviuscula-Zone), (3) höhere Abschnitte des Unteren Wedelsandsteins (*macer*-Horizont, Trigonalis-Subzone, Laeviuscula-Zone), (4) Lage mit *Pseudoshirbuirnia stephani* (*stephani*-Horizont, Trigonalis-Subzone, Laeviuscula-Zone). Die Variabilität der Ammoniten-Gattungen *Witchellia*, *Sonninia* und *Pelekodites* im *macer*-Horizont wird beschrieben. Zwei frühe Vertreter der Gattungen *Emileia* und *Riccardiceras* werden aus dem *macer*-Horizont vorgestellt. Die Belemnitenfauna besteht aus bekannten Arten der Gattungen *Eocylindroteuthis* und *Brevibelus* sowie einer bisher nicht in der Literatur erwähnten Form (*Megateuthis?* sp. inc.). Die Mikrofauna bestätigt die von Ohmert (1988, 2004) aufgestellte Gliederung in sechs Mikrofaunenhorizonte; diese werden in der vorliegenden Arbeit formal benannt. (I) Tonsteine über der Calceola-Bank der oberen Achdorf-Formation (*ohmert*-Horizont, Levata-Subzone, Pusilla-Zone), (Ia) Tonstein direkt unter dem Sowerbyi-Oolith (*stephanodes*-Horizont, Levata-Subzone, Pusilla-Zone), (II) Tonsteine über dem Sowerbyi-Oolith (cf. *cadomensis*-Horizont, Triangulata-Subzone, Triangula-Zone), (III) Unterer Teil des Unteren Wedelsandsteins (*triangula*-Horizont, Triangulata-Subzone, Triangula-Zone), (IV) Oberer Teil des Unteren Wedelsandsteins (*bicostata*-Horizont, Bicostata-Subzone, Triangula-Zone), (V) *stephani*-Horizont – Septarienlage (*costata*-Horizont, Bicostata-Subzone, Triangula-Zone).

Schlüsselwörter: Unter-Bajocium, Wedelsandstein Formation, Ammoniten, Belemniten, Mikrofauna, Zollernalb, SW Germany

Abstract

More than 200 ammonites, collected bed-by-bed, allow to subdivide the lower part of the Wedelsandstein-Formation in the “Zollernalb” (SW Germany) into four different biostratigraphical levels for the first time: (1) Sowerbyi-Oolith (younger Discites Zone), (2) level with *Pseudoshirbuirnia gingensis* in the lower part of the Unterer Wedelsandstein (transition Ovale/Laeviuscula Zone), (3) higher parts of the Unterer Wedelsandstein (*macer* horizon, Trigonalis Subzone, Laeviuscula Zone), (4) level with *Pseudoshirbuirnia stephani* (*stephani* horizon, Trigonalis Subzone, Laeviuscula Zone). The variability of the ammonite genera *Witchellia*, *Sonninia* and *Pelekodites* (*macer* horizon) is described. Two early representatives of the genera *Emileia* and *Riccardiceras* (*macer* horizon) are introduced. The belemnite fauna consists of well known species of the genera *Eocylindroteuthis* and *Brevibelus* and a until now in the literature not mentioned belemnite (*Megateuthis?* sp. inc.). The microfauna confirms the subdivision as established by Ohmert (1988). The microfaunal horizons h 1–h 5 plus the *stephanodes* horizon (Ohmert 2004) are formally renamed in the present paper: (I) level above the Calceola-Bank, upper Achdorf Formation (*ohmert* horizon, Levata Subzone, Pusilla Zone), (Ia) level directly below the Sowerbyi-Oolith (*stephanodes* horizon, Levata Subzone, Pusilla Zone), (II) level above the Sowerbyi-Oolith (cf. *cadomensis* horizon, Triangulata Subzone, Triangula Zone), (III) lower part of the Unterer Wedelsandstein (*triangula* horizon, Triangulata Subzone, Triangula Zone), (IV) higher part of the Unterer Wedelsandstein (*bicostata* horizon, Bicostata Subzone, Triangula Zone), (V) level with *Pseudoshirbuirnia stephani* – level with septarians (*costata* horizon, Bicostata Subzone, Triangula Zone).

Key words: Lower Bajocian, Wedelsandstein Formation, ammonites, belemnites, microfauna, Zollernalb, SW Germany

1. Einleitung

Über Ammoniten, Mikrofaunen und Biostratigraphie des unteren Bereichs der Wedelsandstein-Formation (Sowerby-Oolith, Unterer Wedelsandstein, Tonsteine bis zum Oberen Wedelsandstein) des Gebiets der Zollernalb ist bisher noch recht wenig bekannt. Ältere Arbeiten (Rieber 1922; Schmierer 1925; Erb 1938) befassen sich vorrangig mit der lithostratigraphischen Gliederung der Schichtenfolge. Ammonitenfunde, deren Bestimmungen mangels Abbildungen nicht mehr verifiziert werden können, werden allenfalls beiläufig erwähnt. Neueren Arbeiten (Hahn 1975; Kiefer 1984; Franz 1986; Kiefer & Schweizer 1986; Franz et al. 1987; Sanns & Schweizer 1987; Ohmert 2004; Dietze et al. 2010) standen gleichfalls nur wenige Ammoniten zur Verfügung, so dass diesen Autoren nur eingeschränkte Schlussfolgerungen zur biostratigraphischen Gliederung der Schichten möglich waren. Umfangreiche neue Ammonitenfunde aus dem Bereich der Wedelsandstein-Formation – unterhalb des Oberen Wedelsandsteins – der Zollernalb, wieder aufgetauchte Funde aus einer Grabung im Roschbach bei Zillhausen in den 1980er Jahren (vgl. Dietze et al. 2010) sowie mikropaläontologische Befunde werden nachstehend vor-

gestellt. Die Kenntnisse über die Ammonitenführung dieses meist sehr fossilarmen Schichtabschnitts können dadurch erheblich verbessert werden. Die Untersuchung der Mikrofauna dieses Schichtabschnitts bestätigt die von Ohmert (2004) vorgelegten Ergebnisse. Erstmals wird die Belemnitenfauna der Wedelsandstein-Formation (bis zum Oberen Wedelsandstein) cursorisch vorgestellt.

2. Material und Beschreibung der Profile

2.1 Material

Neue, überraschend reiche Aufsammlungen von Ammoniten aus dem unteren Bereich der Wedelsandstein-Formation der Zollernalb ermöglichen es, die dort vorkommenden Ammonitenfaunen und -horizonte weitaus umfassender und detaillierter zu beschreiben, als dies Dietze et al. (2010) möglich war. Während Dietze et al. (2010) sich bei ihrer Untersuchung auf lediglich ca. 10 Ammoniten, nahezu alle aus Schicht 38 (= Schicht 26 in Dietze et al. 2010; vgl. Abb. 2, 3) des Unteren Wedelsandsteins vom Roschbach bei Zillhausen stützen konnten, standen nunmehr insgesamt ca. 210 (davon ca. 200 aus dem

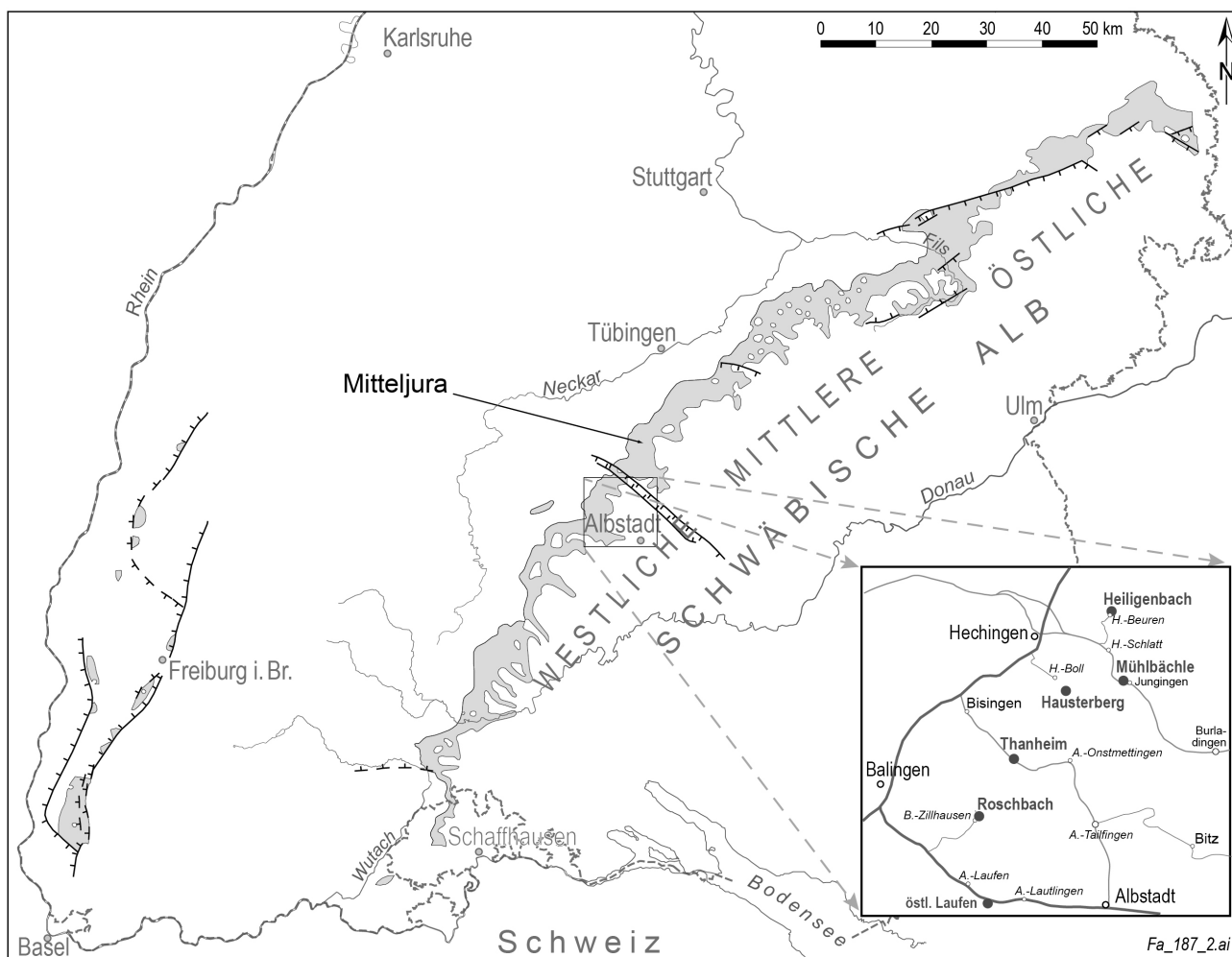


Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebiets.

macer-Horizont) genau horizontal geborgene Ammoniten von sechs Fundorten der Zollernalb (vom Sowerbyi-Oolith bis zur Bank mit *Pseudoshirbuirnia stephani*) zur Verfügung. Sämtliche abgebildeten Stücke wurden in die Obhut des Staatlichen Museums für Naturkunde in Stuttgart gegeben. Das weitere Belegmaterial befindet sich in der Privatsammlung N. Wannenmacher (Bisingen-Thanheim).

2.2 Beschreibung der Profile

Die untersuchten Profile (Roschbach bei Balingen-Zillhausen, Heiligenkopf bei Bisingen-Thanheim, Hausterberg bei Hechingen-Boll, Mühlbächle in Jungingen und Heiligenbach bei Hechingen-Beuren) liegen im Albvorland, 6–15 km (nord)östlich von Balingen (TK 25, Blätter 7620 Jungingen und 7719 Balingen).

2.2.1 Schichtenfolge

- **Achdorf-Formation:** Über mehreren Metern schluffig-feinsandiger Tonsteine mit unregelmäßig eingeschalteten Konglomeratbänken folgen, jeweils durch geringmächtige Tonmergellagen getrennt, die „Obere“ Konglomeratbank, darauf folgt im Regelfall die Calceola-Bank, über dieser die Rostrote Kalkbank. Die Gesamtmächtigkeit dieser Abfolge bemisst sich auf ca. 0,6–1,4 m (Rieber 1922, Erb 1938, Franz et al. 1987, Sanns & Schweizer 1987; vgl. Abb. 2). Offenbar sind diese Bänke räumlich gesehen weitreichende und flache Gesteinslinsen mit unterschiedlicher horizontaler Ausdehnung, so dass diese Abfolge nicht in jedem Aufschluss gleich ausgebildet ist. Ammoniten der Gattung *Graphoceras* [M & m] sind lokal in diesen Bänken nicht selten. Den hangenden Abschluss der Achdorf-Formation bilden Tonmergelsteine, deren Mächtigkeit im Untersuchungsgebiet zwischen 0,95–8 m schwankt.

- **Wedelsandstein-Formation:** Die Wedelsandstein-Formation (BLOOS et al. 2005) setzt in allen Profilen mit dem Sowerbyi-Oolith ein (Abb. 2, 3). Dieser besteht im Roschbach bei Zillhausen aus zwei, schwach kalkoolithischen Kalkstein-Knollenlagen mit einer ebenfalls kalkoolithischen Tonmergel-Zwischenlage. Seine Gesamtmächtigkeit beträgt 0,2–0,3 m. Bei Thanheim und in den weiter nördlich gelegenen Aufschlüssen ist der Sowerbyi-Oolith nur noch als eine einzige, sehr unregelmäßige, 0,02 bis 0,1 m mächtige Knollenlage entwickelt, die im Profil stellenweise auch fehlen kann. Die Ammoniten des Sowerbyi-Ooliths (*Hyperlioceras* und *Sonninia*) sind im Regelfall nur fragmentarisch erhalten.

Darüber schließt sich der Untere Wedelsandstein mit einer Wechselfolge aus 0,05–0,35 m mächtigen, feinsandigen Kalksteinbänken und ebenfalls feinsandigen Tonmergellagen an (Abb. 2, 3). Die größte Mächtigkeit besitzt er mit ca. 11 m im Roschbach (Zillhausen), die geringste Mächtigkeit in Jungingen (Abb. 1, 2). Die Ammonitenführung (*Witchellia*, *Sonni-*

nia, *Pelekodites*, *Emileia*, *Otoites* und *Riccardiceras*) ist in den einzelnen Profilen im Wesentlichen auf eine Phosphoritknollenlage (vgl. Ohmert 2004) oder wenige Bänke im höheren Teil der Abfolge beschränkt. Im unteren Bereich des Unteren Wedelsandsteins finden sich selten außerordentlich großwüchsige, sonniniide Ammoniten aus dem Artenkreis um *Shirbuirnia gingensis* (Waagen) mit einem Durchmesser bis 0,4 m (Taf. 2). Die Begleitfauna des generell sehr fossilarmen Schichtabschnitts setzt sich im Wesentlichen aus endobenthischen Muscheln (*Gresslya* sp., *Pleuromya* sp., *Pholadomya* sp.) sowie *Gryphaea calceola*, Pectiniden, Belemniten, vereinzelt Nautiliden, Brachiopoden und Bryozoen zusammen. Die Schichtflächen der Kalkmergelbänke sind häufig mit den namengebenden wedelförmigen Spreitenbauten vom Typ *Zoophycos* bedeckt.

Im Roschbach bei Zillhausen (Abb. 3) folgen über dem Unteren Wedelsandstein ca. 11 m Tonsteine (Kiefer 1984 und eigene Beobachtungen N.W.) mit einer feinsandigen Kalkbank (Bank 58), ca. 3 m über der Basis dieser Tonsteine. Darin findet sich nicht selten die Ammonitenart *Pseudoshirbuirnia stephani*. Der sich dem Tonhorizont im Wedelsandstein anschließende, 1,5–2 m mächtige Obere Wedelsandstein besteht aus sandigen Tonmergelsteinen mit 2–3, teilweise septarienartigen Kalkbänken, die nur gelegentlich die charakteristischen *Zoophycos*-Spuren aufweisen. Der Obere Wedelsandstein wird von einer ca. 19 m mächtigen, ebenfalls feinsandigen Tonsteinfolge überlagert, über welcher der Untere Blaukalk einsetzt. Über einer weiteren, geringmächtigeren Tonsteinfolge folgt der die Wedelsandstein-Formation abschließende Obere Blaukalk (vgl. die Übersicht in Franz et al. 1987, Abb. 8).

- **Anmerkung zum Oberen Wedelsandstein der westlichen und mittleren Schwäbischen Alb:** In die bis ca. 30 m mächtige Tonsteinfolge zwischen dem Unteren Wedelsandstein und dem Unteren Blaukalk sind in der westlichen und der mittleren Schwäbischen Alb nur wenige Festbänke eingeschaltet. In der Südwestalb (Wutachgebiet–Raum Spaichingen) und in der mittleren Alb (Raum Reutlingen) bilden diese die 4–6 m mächtige Tonmergel-/Kalksandstein-Wechselfolge des Oberen Wedelsandsteins. In der Fazies entspricht dieser Schichtabschnitt durchaus dem Unteren Wedelsandstein, allerdings sind die namengebenden *Zoophycos*-Spuren nicht auf allen Bankoberseiten zu beobachten. Auch in benachbarten Profilen variiert die Anzahl der Kalkbänke sowie das Tonstein/Kalkstein-Verhältnis (vgl. Franz & Rohn 2004, Abb. 10). Östlich Reutlingen keilen sowohl der untere Wedelsandstein als auch der Blaukalk aus; der Obere Wedelsandstein ist dagegen bis zu 6 m mächtig entwickelt, wie z.B. Kernbohrungen auf Bl. 7323 Weilheim/Teck gezeigt haben (vgl. Dietl 2013).

Im Raum Gosheim–Jungingen finden sich dagegen nur wenige Kalkbänke im unteren Drittel und nahe der Obergrenze der Tonsteine. Der aus 2 bis 3 Festbänken bestehende, nur 1,5–2 m mächtige

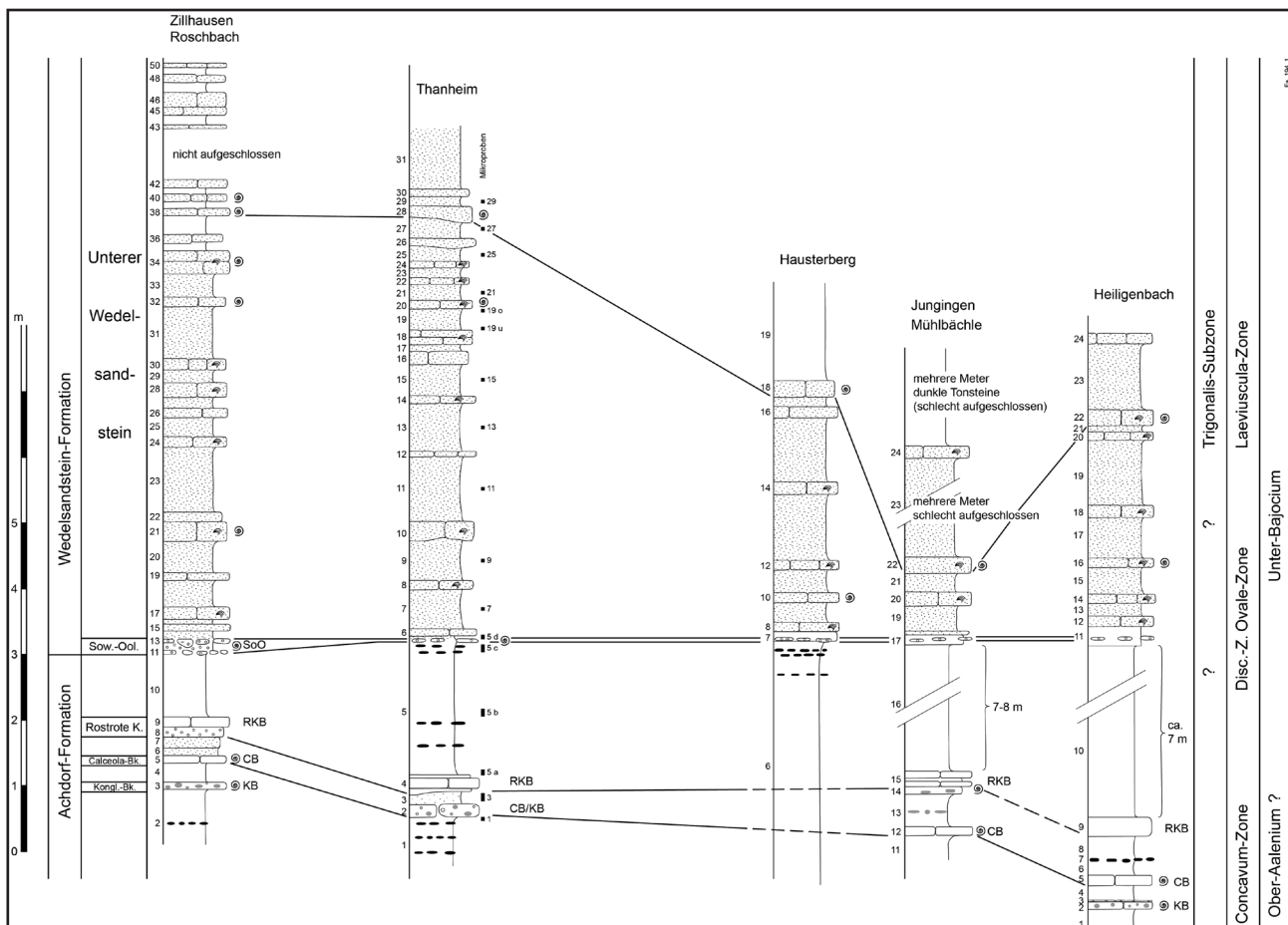


Abbildung 2: Profile der untersuchten Aufschlüsse der Zollernalb. Die Abstände in der Zeichnung entsprechen den tatsächlichen Entfernungen. Abkürzungen: Sow.-Ool. = Sowerbyi-Oolith (SoO), Rostrote K. = Rostrote Kalkbank (RKB), Calceola-Bk. = Calceola-Bank (CB), Kongl.-Bk. = Konglomeratbank (KB); Disc.-Z. = Discites-Zone.

Bankkomplex ca. 10 m über der Basis entspricht dem Oberen Wedelsandstein. In der KB Onstmettingen (Hahn 1975: Abb. 9) wäre dies – analog zu den Profilen Roschbach und Thanheim – der Bereich von 25–26,5 m (statt wie dort angegeben 11,7–12 m).

2.2.2 Untersuchte Aufschlüsse

Der Vollständigkeit halber soll ein Aufschluss an der Eyach zwischen Laufen und Lautlingen als südlichster untersuchter Fundpunkt erwähnt werden („östlich Laufen“ in Abb. 1). Dieser lieferte Ammoniten aus dem Wedelsandstein, ebenfalls aus dem Bereich des *macer*-Horizonts (hinterlegt im SMNS). Die Aufschlussituation ließ jedoch keine detaillierte Profilaufnahme zu.

2.2.2.1 Balingen-Zillhausen (Roschbach)

Das Profil im Bachbett des Roschbachs östlich Zillhausen erschließt über der Achdorf-Formation die komplette Wedelsandstein-Formation und die Basis der Ostreenkalk-Formation (Kiefer & Schweizer 1986). Kiefer (1984) und Dietze et al. (2010) be-

schrrieben über dem in zwei schwach oolithische Kalkstein-Knollenlagen ausgebildeten Sowerbyi-Oolith (Mächtigkeit 0,2–0,3 m) eine ca. 11 m mächtige Wechselfolge aus 0,05–0,35 m mächtigen, feinsandigen Kalksandsteinbänken und ebenfalls feinsandigen Tonmergeln des Unteren Wedelsandsteins (Abb. 2, 3). Unsere Aufschlussprofile (Abb. 2, 3) beruhen auf Kiefer (1984), kombiniert mit eigenen Beobachtungen (N.W.). Die geringfügig abweichende Profildarstellung in Dietze et al. (2010, Abb. 1) beruht im Wesentlichen darauf, dass Schicht 30 in Dietze et al. (2010) irrtümlich als Tonstein gezeichnet wurde, tatsächlich hatte Kiefer (1984) hier eine Aufschluss-lücke angegeben.

Die untere Kalksteinknollenlage (0,05–0,07 m) des Sowerbyi-Ooliths zeigt nur in den Grabgängen Kalkoide. Über 0,06–0,1 m Tonstein (feingeschich-

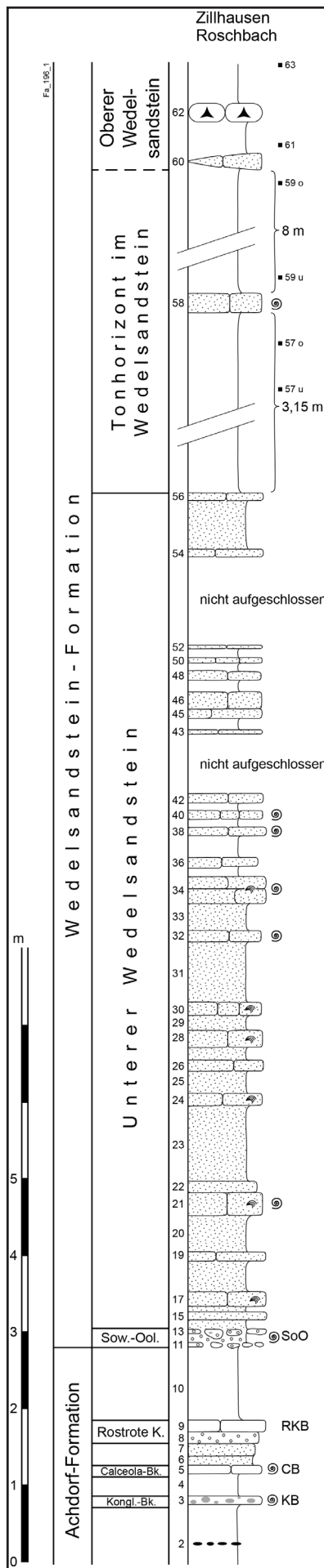
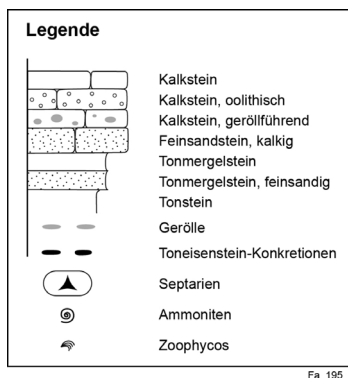


Abbildung 3: Profil des Unteren Wedelsandsteins am Roschbach bei Zillhausen.



tet, dunkelgrau, feinglimmerführend, mit Belemniten), folgt die obere, fein kalkoolithische (Durchmesser der Ooide 0,1–0,2 mm) Knollenlage (0,04–0,13 m). Diese besteht aus grauem, hartem und fladenförmigem Kalkstein mit Geröllen (stellenweise sind diese klein, hellgrau und dicht gesprenkelt) und ist stark bioturbiert (*Chondrites* u. a.). Neben Belemniten, Muscheln (*Gryphaea*, *Entolium*) und Serpuliden finden sich Fragmente von Sonniniern und Hyperlioceraten (Taf. 1, Fig. 1a–3b).

Die Hauptfundlage der Gattungen *Sonninia*, *Witchellia*, *Pelekodites*, *Emileia* und *Otoites* findet sich in Schicht 38 (= 26 in Dietze et al. 2010) des Unteren Wedelsandsteins. Seltenerer Funde von *Witchellien* und *Sonniniern* stammen aus den Schichten 32–40 (= 20–28 in Dietze et al. 2010; Abb. 2, 3). Der Abdruck eines ca. 0,2–0,25 m großen, glattschaligen sonniniiden Ammoniten fand sich in Schicht 21 (= 9 in Dietze et al. 2010). Über dem ca. 11 m mächtigen Unteren Wedelsandstein (Dietze et al. 2010) folgen bis zum Oberen Wedelsandstein ca. 11 m, bis zum Unteren Blaukalk weitere 19 m Tonstein mit gelegentlich eingeschalteten Kalkbänken (Franz et al. 1987; Abb. 8). Weiter bachaufwärts, ca. 3 m über der Basis der unteren Tonsteinsfolge, liegt ein 0,2 m starker, sehr harter, teilweise auskeilender Kalkstein mit Muscheln und Marksitknollen, die an der Bankoberfläche austreten (Bank 58). Darin fand sich *Pseudoshirbuirnia stephani* (Taf. 8), deren Gehäuse teilweise phosphoritisch verfüllt, größtenteils jedoch flachgedrückt ist (Bank 45 in Kiefer 1984). Der Kalkbank liegen 0,1 m harte Kalkmergel mit *Zoophycos* in mehreren Lagen auf. Auch darin findet sich *Ps. stephani*. Über dem Kalkmergel können ca. 1,0 m glimmerführende Tonsteine beobachtet werden. Nicht exakt lokalisierbar war das Niveau einer Septarienlage in den Tonsteinen über der Lage mit *Pseudoshirbuirnia stephani*.

In einem Zulauf des Roschbachs am Galgenweg ist an einem Prallhang der obere Abschnitt des Oberen Wedelsandsteins freigespült (der untere Teil war zur Zeit unserer Bearbeitung nicht aufgeschlossen): sandig-schluffigen und glimmerführenden Tonsteinen (0,4 m) liegt eine rostige, knauringe Bank (0,2 m) aus grauem, grusigem Mergelkalk auf, gefolgt von 0,4 m erneut sandig-schluffigem, glimmerführendem Tonstein. Darauf folgt eine Bank (0,15 m) aus graublauen, sehr harten und kalkigen Septarien mit kalzitgefüllten Schrumpfrissen. In den Septarien fin-

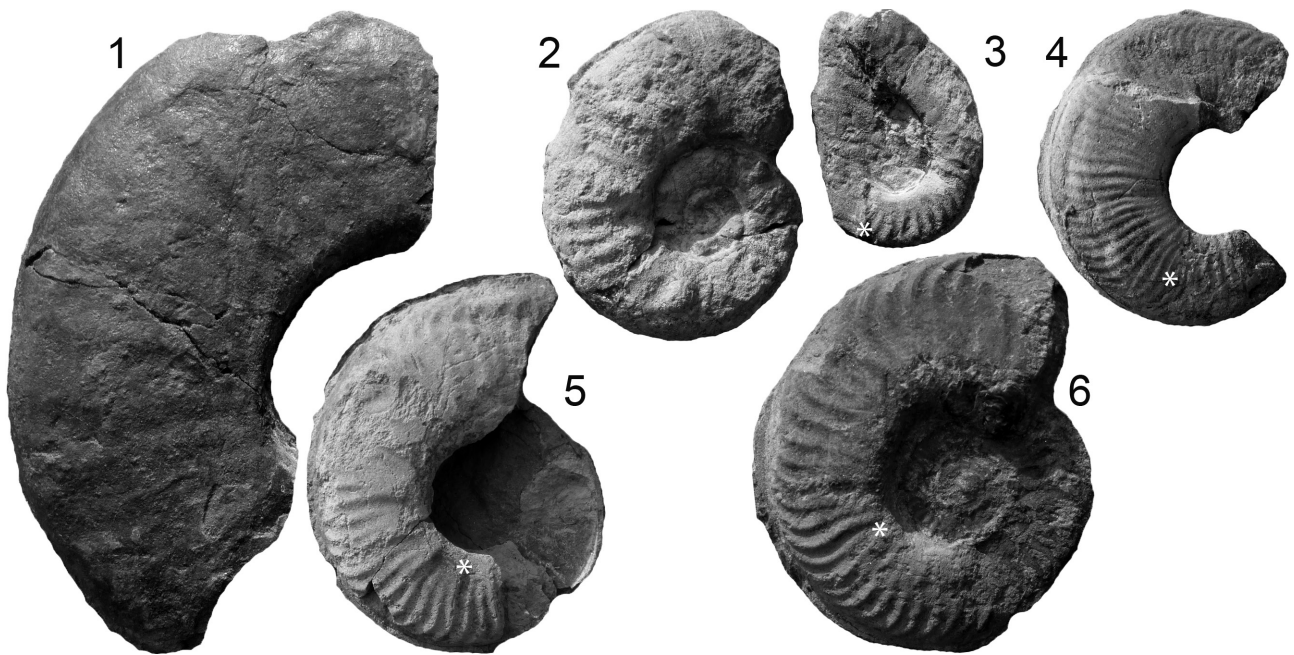


Abbildung 4: (1) *Witchellia pseudoromanoides* Dietze, Chandler & Schweigert, SMNS 70447/1. (2) *Sonninia* sp., SMNS 70447/2. (3) *Pelekodites macer* (Buckman), SMNS 70447/3. (4, 6) *W. connata* (Buckman), (4) SMNS 70447/4, (6) SMNS 70447/5. (5) *W. jugifera* (Wagenen), SMNS 70447/6. (1–6) Roschbach bei Balingen-Zillhausen, Wedelsandstein-Formation, Unterer Wedelsandstein, *macer*-Horizont, *Trigonalis*-Subzone (Laeviuscula-Zone, Unter-Bajocium), (1–3, 5) Bank 32 (= 20 in Dietze et al. 2010), (4, 6) Bank 38 (= 26 in Dietze et al. 2010). Das Sternchen markiert das Ende des Phragmokons. Alle Abbildungen x1.

den sich einzelne Muscheln und rostig auswitternde Markasitknollen. Über und unter der Bank ist der Tonmergel rostbraun (? Bank 49 in Kiefer 1984). Die aufgeschlossene Wand wird durch etwas über 2 m glimmerführende, schluffige und graue Tonsteine mit zwei Toneisensteinlagen 0,1 und 0,4 m über der Septarienlage abgeschlossen (Abb. 3).

2.2.2.2 Bisingen-Thanheim (Heiligenkopf)

Das Profil unterhalb des Heiligenkopfs befindet sich in einer kleineren Rutschung etwa 1 km südöstlich Thanheim und umfasst die Schichtenfolge von einer Konglomeratbank (Achdorf-Formation) bis zum Unteren Wedelsandstein der Wedelsandstein-Formation (vgl. Abb. 2).

Unter der Rostroten Kalkbank ist in diesem Aufschluss nur eine einzige Kalkbank ausgebildet. Ob es sich hierbei um die *Calceola*-Bank, die Konglomeratbank oder sedimentations- bzw. aufarbeitungsbedingt um eine Kombination beider Bänke handelt, lässt sich lithologisch und auch mikrofau-nistisch nicht entscheiden. Die vorhandenen Konglomerate sprechen dafür, dass zumindest ein Teil dieser Bank der Konglomeratbank entspricht (Abb. 2). Etwa 2,15 m über der Rostroten Kalkbank (0,2–0,3 m) folgt der linsenförmig in Knollen ausgebildete Sowerbyi-Oolith (0,1 m). Die Knollen sind innen blaugrau, mit schlierig/wolkig verteilten Ooiden. Die Rinde (darauf abgerollte *Gryphaea calceola*) ist grünbraun mit feinen dendritischen Imprägnierungen. Direkt auf der Linse aufliegend Ammonitenfragmente (*Euhoplaceras marginatum*, *Hyperlioceras*

ras sp. (Taf. 1, Fig. 4–6)). Unmittelbar unterhalb des Sowerbyi-Ooliths liegt eine Anhäufung von zum Teil fragmentierten Belemnitenrostren (*Brevibelus gingsensis*, *Megateuthis?* sp. inc.), Phosphoritknollen und Ammonitenfragmenten. Der Sowerbyi-Oolith von Thanheim entspricht somit dem oberen, kalkooidreichen Teil des Sowerbyi-Ooliths am Roschbach.

Im ca. 0,05 m mächtigen, schluffig-sandigen Tonmergel über dem Sowerbyi-Oolith finden sich Fragmente abgerollter und angebohrter Belemniten und oftmals flachgedrückte Terebrateln sowie Phosphoritknollen. Damit setzt die hier ca. 8 m mächtige Wechsellagerung von sandigen Kalkmergelbänken und gleichfalls sandigen Tonmergellagen des Unteren Wedelsandsteins ein. Da der Untere Wedelsandstein am Heiligenkopf von allen hier vorgestellten Aufschlüssen am besten untersucht werden konnte, soll exemplarisch die Schichtfolge in diesem Aufschluss detailliert dargelegt werden:

- Schicht 6 (0,1 m): graubraune, sandige Kalkmergelbank, undeutliche *Zoophycos*, Belemniten und dünnschalige Muschelfragmente.
- Schicht 7 (0,6 m): graue, sandige Tonmergel; abgerollte Belemniten, kleine Sandknauer im cm-Bereich, innen grau, z. T. rostig.
- Schicht 8 (0,1–0,15 m): sandige Kalkmergel, glimmerhaltig, deutlich ausgebildete *Zoophycos*, vereinzelte Muscheln.
- Schicht 9 (0,6 m): grauer, sandiger Tonmergel, senkrecht und waagrecht verlaufende, rostige Grabgänge.

- Schicht 10 (0,25–0,3 m): kalkige Sandmergel mit schönen *Zoophycos*, grau, verhärtete, selten rostige Sandknauer.
- Schicht 11 (1,0 m): sandige, unverwittert graue Tonmergel mit gelegentlichen Tonknauern.
- Schicht 12 (0,08 m): harte, sandige und grau-fleckige Kalkmergelbank mit braunen Partien und eingelagerten kleinen phosphoritischen Knöllchen (phosphoritisch mit Krebsresten oder verhärteter Kalksandstein mit Pyritanteil), stängelige Grabgänge.
- Schicht 13 (0,75 m): sandiger, grauer Tonmergel, oberste 0,1 m werden fester und gehen in Schicht 14 übergangslos über, waagrechte, verrostete Pyritgänge, Belemniten (*Eocylindroteuthis trautscholdi*).
- Schicht 14 (0,1 m): harte, sandige Kalkmergelbank, deutlich ausgebildete *Zoophycos*, Belemniten, kleiner Brachiopode (?*Parvirhynchia* sp. juv.).
- Schicht 15 (0,5 m): sandige, graubraune Tonmergel, unterste 0,1 m immer fester werdender Übergang zu Schicht 14.
- Schicht 16 (0,2 m): verhärteter, sandiger Mergel, Grabgänge, Knauer.
- Schicht 17 (0,1 m): sandiger, graubrauner Tonmergel.
- Schicht 18 (0,2 m): Kalkmergelbank, etwa in der Mitte mit Trennfuge. Schöne *Zoophycos*, durchgehend mit ocker-/rostfarbenen Liesegang-Strukturen (Eisenoxyd-Ausfällungen), große Muscheln.
- Schicht 19 (0,3 m): graue, sandige Tonmergel mit einem dünnen Band aus Schalengrus 0,2 m über der Basis (*Actinostreon*, *Ctenostreon*, die großen Muscheln fragmentiert, Fragmente und komplette *Brevibelus gingensis* angebohrt, abgerollt und mit Serpuliden sowie Bryozoen bewachsen). Der Schalengrus repräsentiert vermutlich eine kurzzeitige Sedimentationsunterbrechung. Im Tonmergel selbst: *Millepora straminea* (vgl. Quenstedt 1857: 367 ff.).
- Schicht 20 (0,12 m): grauer, fleckig brauner und sandiger Kalkmergel, undeutliche *Zoophycos* mit rostbraunen und ockerfarbenen Liesegang-Strukturen. Erhaltungsbedingt wahrscheinlich aus dieser Bank oder aus Bank 18 stammen zwei Fragmente großwüchsiger, sonniniider Ammoniten der Art *Shirbuirnia gingensis* (Waagen).
- Schicht 21 (0,25 m): sandige, graubraune und glimmerführende Mergel.
- Schicht 22 (0,1 m): verfestigtes Sandmergelbänkchen, zahlreiche *Zoophycos*.
- Schicht 23 (0,15 m): feiner Sandmergel.
- Schicht 24 (0,1 m): verfestigter, sandiger Mergel, deutliche *Zoophycos*.
- Schicht 25 (0,2–0,25 m): sandige, feine Mergel, glimmerführend.
- Schicht 26 (0,1–0,15 m): graubraune, massive, harte, sandige Kalkmergelbank (härteste Bank im Profil), senkrecht eingelagerter Belemniten.
- Schicht 27 (0,25 m): sandige, graue Mergel.
- Schicht 28 (0,15 – 0,25 m): sandiger Kalkmergel, zum Teil in seiner Mächtigkeit reduziert. Fundlage von zahlreichen *Sonninia* ssp., *Witichellia* ssp., *Pelekodites* ssp. sowie *Riccardiaceras* cf. *richardsoni* (Taf. 3–6, Abb. 7, 8); daneben zahlreiche Belemniten: *Eocylindroteuthis corneliaschmittae*, *E.* sp. indet juv., *Brevibelus gingensis*.
 - Im unteren Drittel: feinsandig, grau, mit *Zoophycos*,
 - darüber grau, feinsandig, mit eingelagerten phosphoritischen Fossilien und Knauern; unregelmäßig durchwühlt mit stängeligen Grabgängen. Vereinzelt Pectiniden und Belemniten. Grabende Muscheln zum Teil in Lebendstellung, daneben *Gryphaea calceola*. Fossilien oft mit rostfarbener Imprägnierung. Zahlreiche phosphoritische Steinkerne von Ammoniten, Phosphoritknollen und kleinere Hölzer.
 - Darüber Spaltfläche, in dieser auffällig viele flachgedrückte Ammonitenreste, aber auch Fragmente körperlich erhaltener Ammoniten. Viele Pectiniden (*Entolium* sp., *Camptonectes* sp., *Propeamusium pumilum*), grabende Muscheln (*Pholadomya* sp., *Gresslya* sp., *Pleuromya* sp.), darüber hinaus *Gryphaea ?calceola*, *Gryphaea sublobata*, *Liostraea* sp., *Plagiostoma* sp., *Gervillella aviculoides*, *Inoperna sowerbyana*, und *Modiolus* sp. sowie Belemniten und unbestimmbare Gastropoden.
 - Im Top der Bank 0,05–0,08 m knaurige, knollige und sandige Kalkmergel mit etwas höherem Tonmergelanteil und von graubrauner, fleckiger Farbe. Ammonitenbruchstücke und grabende Muscheln, *Gryphaea calceola*, Belemniten, Schneckensteinkerne und kleinere Hölzer.
- Schicht 29 (0,15 m): feinsandiger Mergel.
- Schicht 30 (0,08 m): verfestigte Mergelbank.
- Schicht 31 (sichtbar ca. 1 m): etwas sandige Tonmergel; ob darin weitere verfestigte Mergelbänke eingeschaltet sind, lässt sich aufschluss- und verwitterungsbedingt nicht klären.

2.2.2.3 Hechingen-Boll (Hausterberg u. a.)

Dieses Profil entstand durch einen Hangrutsch im Waldgelände oberhalb des ehemaligen Schlosses Friedrichstal bei Hechingen-Boll. Die Calceola-Bank (0,15 m) und die Rostrote Bank (0,15 m) konnten lediglich in abgerutschten Blöcken, jedoch nicht in situ aufgefunden werden.

Der Sowerbyi-Oolith (Mächtigkeit ca. 0,15 m) besteht hier aus relativ weit auseinander liegenden, unregelmäßig geformten und oft flachen Knollen (0,04 m x 0,1 m) aus grauem Mergelstein. Die Knollen sind

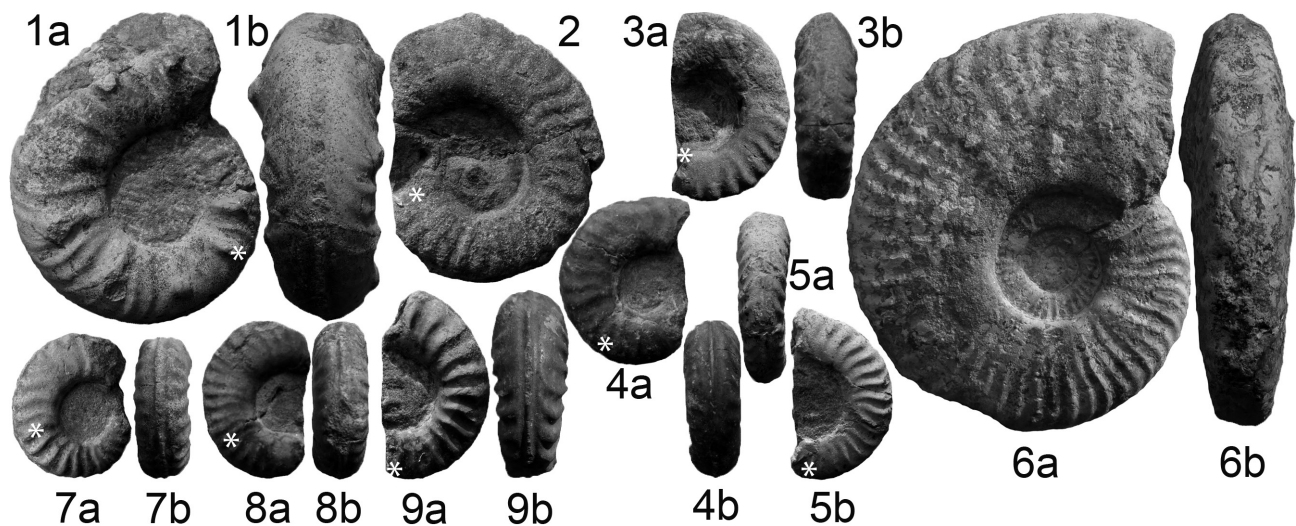


Abbildung 5: (1a, b) *Sonninia* sp., SMNS 70447/7. (2–3b, 8a, b) *Pelekodites* cf. *schlumbergeri* (Haug), (2a–b) SMNS 70447/8, (3a–b) SMNS 70447/9, (8a–b) [leicht pathologisch] SMNS 70447/10. (4a–5b) *P.* cf. *macer* (Buckman), (4a–b) SMNS 70447/11, (5a–b) SMNS 70447/12. (6a, b) *Witchellia jugifera* (Waagen). SMNS 70447/13. (7a, b, 9 a, b) *P. schlumbergeri* (Haug), (7a–b) SMNS 70447/14, (8a–b) SMNS 70447/15. (1a–9b) Hausterberg bei Hechingen-Boll, Wedelsandstein-Formation, Unterer Wedelsandstein, Bank 18, *macer*-Horizont, Trigonalis-Subzone (Laeviuscula-Zone, Unter-Bajocium). Das Sternchen markiert das Ende des Phragmokons. Alle Abbildungen x1.

angebohrt und allseitig mit Bryozoen, Austern und Serpuliden bewachsen. Nur die Füllungen der Bohrlöcher sind oolithisch. Stellenweise zeigen die Knollen einen feinen dunkelbraunen Überzug. Abgerollte und angebohrte Belemnitenbruchstücke, vereinzelte Steinkerne grabender Muscheln sowie von *Ctenostreon* und *Actinostreon* und kleine Phosphoritknöllchen (bis 0,05 m) liegen zusammen mit den Knollen im selben Niveau. Diese Ausbildung mit Ooiden nur in den Verfüllungen der Bohrlöcher erinnert im Gegensatz zur Ausbildung in Thanheim eher an den unteren Bereich des Sowerbyi-Ooliths vom Roschbach.

Der im Profil folgende Untere Wedelsandstein mit mindestens sechs Kalksandsteinbänken und zwischengeschalteten sandigen Tonmergeln ist am Hausterberg ca. 3,9 m mächtig. Im Basisbereich der zweiten Kalksandsteinbank (0,15 m) konnte ein großwüchsiger, glatter, sonniniider Ammonit der Art *Shirbuirnia gingensis* (Waagen) geborgen werden (Taf. 2). In unmittelbarer Nähe (Weg von Friedrichstal zum Punkt 685,4) konnte Hahn (1975) dem Unteren Wedelsandstein ein 0,38 m messendes, dick mit Serpeln und Austern bewachsenes „*Fissiloboceras fissilobatum*“ [= ? *S. gingensis*] entnehmen. Leider ist dieses Stück nicht mehr auffindbar. Die Hauptfundlage mit *Witchellien*, *Sonninien* und *Pelekoditen* (Abb. 5) findet sich am Hausterberg in der sechsten Phosphoritknollen führenden Kalksandsteinbank (Mächtigkeit: 0,25 m) von unten. Die Begleitfauna entspricht derjenigen von Bank 28 im Aufschluss Thanheim. Erwähnenswert ist, dass stellenweise Muschelsteinkerne (*Pholaden* und grabende Formen, vereinzelt auch *Entolium*) zusammen mit kleinen Ammoniten nesterartig angereichert liegen. Zwischen diesen Zusammenschwemmungen befinden sich nahezu fossillere Bereiche.

Darüber folgen mindestens 12 m Tonsteine mit eingeschalteten einzelnen Toneisensteinlagen und

großen Septarien im höheren Bereich. Die Septarien können bis 0,5 m Durchmesser erreichen. Sie bestehen aus splittrig-hartem, dunkelgrauem Kalkstein mit bis zu 0,05 m großen Markasit-Aggregaten. Im Inneren finden sich deutliche Schrumpfrisse mit Calcit-Skalenoedern, Dolomit- und Barytrosetten. Die unteren 7–8 m der Tonsteinsfolge sind durch Hangschutt verdeckt.

Östlich davon wurden zwei weitere Aufschlüsse untersucht: ein abgerutschter Forstweg im Gewinn Weinhalde und ein Weganriss im Gewinn Vogelneest. Beide Profile zeigen die Schichtfolge jedoch nur bis zur dritten bzw. vierten Kalksandsteinbank des Unteren Wedelsandsteins. Die Mächtigkeiten der einzelnen Schichten sind hier etwas reduziert, gleichen jedoch prinzipiell denjenigen vom Aufschluss Hausterberg.

2.2.2.4 Jungingen (Mühlbächle)

Das Profil Mühlbächle und die nicht mehr zugänglichen Fundstellen in der benachbarten Bachenaus sind schon lange bekannt (Quenstedt 1857; Waagen 1867; Engel 1908; Rieber 1922). Besondere Aufmerksamkeit erlangten Korallenfunde. Da diese oftmals Bohrlöcher aufweisen, ist ihr Vorkommen im Sowerbyi-Oolith oder knapp darüber zu vermuten. Leider gelangen uns solche Funde nicht; offensichtlich ist das Vorkommen nur sehr lokal ausgebildet.

Über der Rostroten Bank (0,2–0,25 m) folgen am Mühlbächle 7–8 Meter Tone. Der Sowerbyi-Oolith (0,15–0,2 m) besteht aus einzelnen grauen, kalkooid-führenden Knollen vergleichbar mit der oberen Kalksteinknollenlage vom Roschbach und angebohrten Knollen wie in den Aufschlüssen um Boll, die in eine Mergellage eingebettet liegen. Darin finden sich auch grabende Muscheln, *Entolium* sowie Belemniten. Die Ausbildung entspricht derjenigen von den

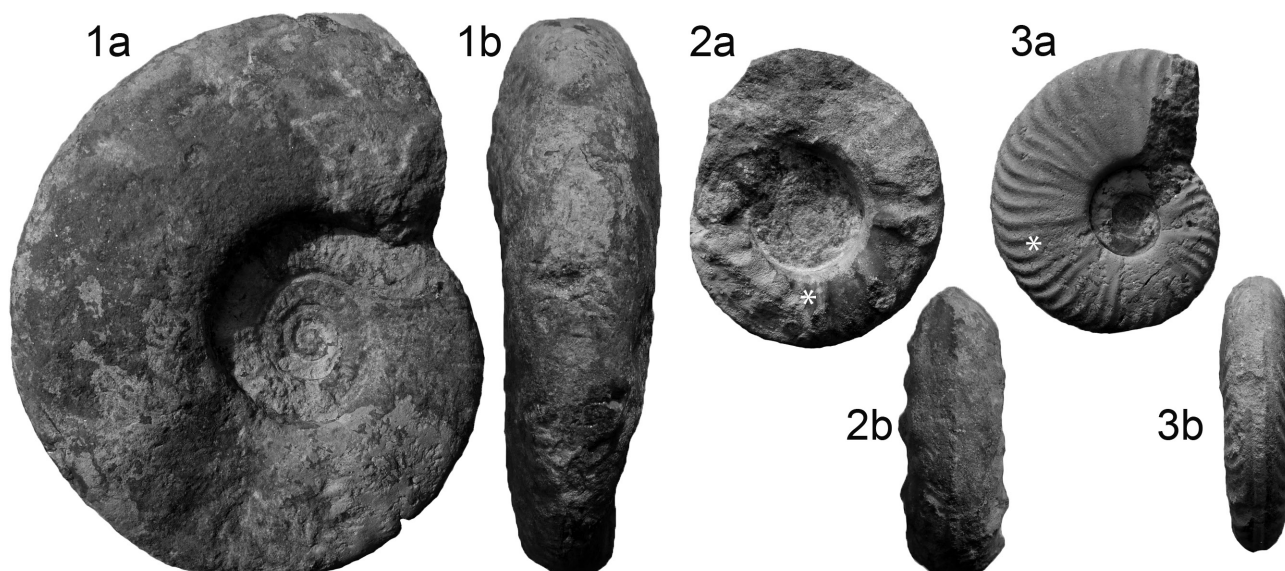


Abbildung 6: (1a, b) *Sonninia mayeri* (Waagen); auf der nicht abgebildeten Seite ist die arttypische Berippung ausgebildet, SMNS 70447/16. (2a, b) *S. sp.*, SMNS 70447/17. (3a, b) *Witchellia jugifera* (Waagen), SMNS 70447/18. (1a–3b) Mühlbächle in Jungingen, Wedelsandstein-Formation, Unterer Wedelsandstein, Bank 22, *macer*-Horizont, Trigonalis-Subzone (Laeviuscula-Zone, Unter-Bajocium). Das Sternchen markiert das Ende des Phragmokon. Alle Abbildungen x1.

Aufschlüssen um Boll. Der Untere Wedelsandstein ist aufschlussbedingt nur in seinem unteren Abschnitt gut zu untersuchen, scheint jedoch auffallend geringmächtig zu sein. Die Fundlage mit *Witchellien*, *Sonninien* und *Pelekoditen* (Abb. 6) findet sich in der zweiten Kalkmergelbank (0,25 m), die etwa 1 m über dem Sowerbyi-Oolith einsetzt. Diese Bank entspricht in ihrer Ausbildung und ihrer Begleitfauna Bank 28 im Aufschluss Thanheim (Heiligenkopf). Darüber folgt, über mehrere Meter immer wieder aufgeschlossen, eine Abfolge sandig-schluffiger und grauer Tonsteine und Mergel, die durch eine sandige, harte und graue Mergelkalkbank (0,15–0,2 m) abgeschlossen wird. Es schließen sich dunkle Tonsteine mit großen Septarien, vergleichbar mit den Verhältnissen am Hausterberg, an.

2.2.2.5 Hechingen-Beuren (Heiligenbach, Sießenwald)

Im Hauptlauf des Heiligenbachs sind an zwei Prallhängen im Gewann Linsenfeld der Sowerbyi-Oolith und der Untere Wedelsandstein aufgeschlossen. Rieber (1922) gab die Mächtigkeit der Tonsteine zwischen Rostroter Bank und dem Sowerbyi-Oolith mit 7 m an, davon sind gegenwärtig ca. 4 m, mit mehreren Toneisensteinlagen, aufgeschlossen. Der Sowerbyi-Oolith (0,3 m) ist als Knollenlage ausgebildet. Die rundlichen bis ovalen, grauen Knollen sind kalkig bis mergelig ausgebildet und zeigen im Anschlag randlich eindringende Dendriten und Kalkooide, vergleichbar mit dem Sowerbyi-Oolith im Aufschluss Thanheim. Anbohrungen oder Bryozoenbewuchs konnten wir nicht beobachten. Hahn (1975) konnte aus dem Sowerbyi-Oolith Innenwindungen von *Sonninien* bergen. 0,3 m über dem Sowerbyi-Oolith folgt die erste von sieben der dort aufgeschlossenen, sandigen Kalkmergelbänke mit zwischengeschal-

teten sandigen Tonmergeln des Unteren Wedelsandsteins (ca. 4,6 m). Der obere Abschluss des Unteren Wedelsandsteins kann aufschlussbedingt nicht untersucht werden. In der sechsten der sandigen Mergelkalkbänke (0,25 m) mit Phosphoritknollen liegen *Sonninien*, *Witchellien* und *Pelekoditen* (Abb. 7). Das Spurenfossil *Zoophycos* findet sich vor allem im unteren Bereich der Bank. Die Begleitfauna entspricht derjenigen im Aufschluss Heiligenkopf bei Thanheim. Der Untere Wedelsandstein im Heiligenbach wurde schon von Erb (1938) beschrieben.

Im östlichen Zulauf des Heiligenbachs (Sießenwald) sind die Verhältnisse ähnlich. Über grauen Tonsteinen (0,6 m) ist der aus unregelmäßig geformten Mergelsteinknollen bestehende Sowerbyi-Oolith (0,3 m) aufgeschlossen. Darüber folgt auf ca. 1,3 m der Untere Wedelsandstein mit drei sandigen Mergelkalkbänken und sandigen Tonmergelzwischenlagen. Aus der obersten (dritten) der aufgeschlossenen Bänke konnte ein großwüchsiger, glattschaliger *sonninioider* Ammonit der Art *Shirbuirnia gingensis* (Waagen) geborgen werden. In der nachfolgenden Bachwindung ist das Profil verdeckt, daran anschließend sind nochmals drei sandige Kalkmergelbänke des Unteren Wedelsandsteins aufgeschlossen. In der obersten, Phosphoritknollen führenden Bank (0,1–0,2 m) finden sich neben *Sonninien*, *Witchellien* und *Pelekoditen* (Abb. 7) Steinkerne grabender Muscheln und Pectiniden. Über dem Unteren Wedelsandstein liegen nach den Beobachtungen von Erb (1938) bis zum Unteren Blaukalk Tonsteine mit einer Mächtigkeit von 26 m.

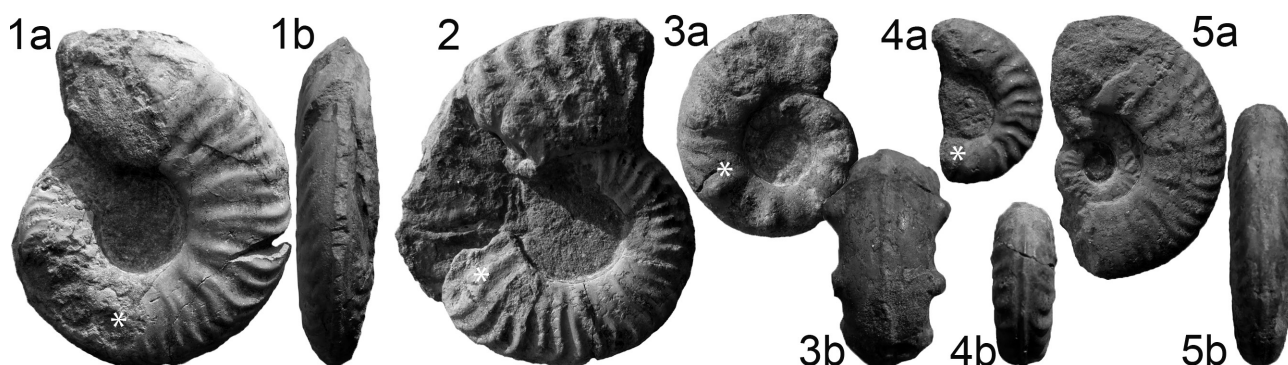


Abbildung 7: (1a–2, 5a, b) *Witchellia jugifera* (Waagen), (1a–b) SMNS 70447/19, (2) SMNS 70447/20, (5a–b) SMNS 70447/21. (3a, b) *Sonninia* sp., SMNS 70447/22. (4a, b) *Pelekodites schlumbergeri* (Haug), SMNS 70447/23. (1a–5b) Heiligenbach bei Hechingen-Beuren (1a–2, 4a–b Gewann Linsenfeld; 3a–b, 5a–b östlicher Zulauf des Heiligenbach im Sießenwald), Wedelsandstein-Formation, Unterer Wedelsandstein, Bank 22, *macer*-Horizont, Trigonalis-Subzone (Laeviuscula-Zone, Unter-Bajocium). Das Sternchen markiert das Ende des Phragmokons. Alle Abbildungen x1.

3. Beschreibung der Ammonitenfaunen

3.1 Ammoniten aus dem Sowerbyi-Oolith

Im Sowerbyi-Oolith konnten wir lediglich Vertreter der beiden Gattungen *Hyperlioceras* und *Sonninia* finden.

Gattung *Hyperlioceras* Buckman, 1889: Die fragmentarischen Funde von Thanheim (Taf. 1, Fig. 5–6) wie auch die fragmentarischen und teilweise verdrückten Funde vom Roschbach (Taf. 1, Fig. 1a–b und Fig. 2a–b) können erhaltungsbedingt lediglich als *Hyperlioceras* sp. bestimmt werden. Der für die Artbestimmung wichtige Windungsquerschnitt (Buckman 1887–1907; Bayer 1969) lässt sich nicht ausreichend gut erkennen.

Gattung *Sonninia* Bayle, 1878: Das Fragment von Thanheim (Taf. 1, Fig. 4) und die Wohnkammer eines sehr großen Exemplars vom Roschbach (Taf. 1, Fig. 2) gehören zur Art *Sonninia marginata* Buckman, 1892. *S. marginata* unterscheidet sich von *S. acanthodes* Buckman, 1889 vor allem durch die bis in späte Ontogeniestadien anhaltende Bedornung auf den Rippen (Buckman 1887–1907; Sandoval & Chandler 2000).

3.2 Ammoniten im basalen Bereich des Unteren Wedelsandsteins

Die skulpturlosen, großwüchsigen Ammoniten aus dem basalen Bereich des Unteren Wedelsandsteins (Taf. 2) gehören zur Gruppe um *Shirbuirnia gingensis* (Waagen). Alle der lediglich fragmentarisch erhaltenen Funde sind mehr oder weniger stark verdrückt, so dass ihr Windungsquerschnitt nur zu erahnen

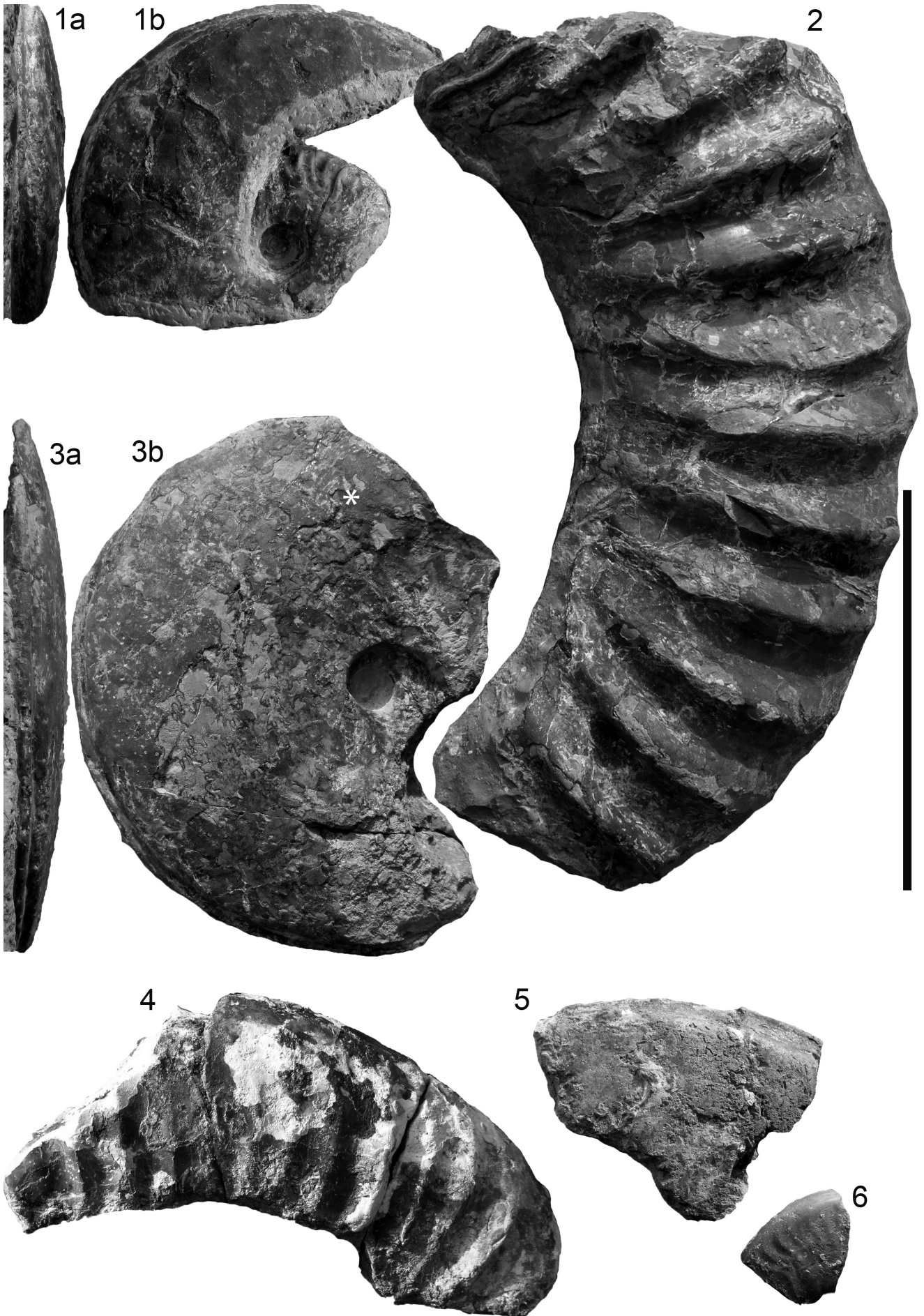
ist. Die nur bei einem stark verdrückten und unvollständigen Stück (Slg. Wannemacher) erhaltene Lobenlinie ist in ihren Einzelheiten nicht erkennbar. Der Nabelabfall ist wie für die Gattung *Shirbuirnia* typisch abgerundet und nicht kantig wie bei *Fissiloboceras ovale* (Quenstedt) (Dietze et al. 2012).

3.3 Ammoniten aus dem oberen Bereich des Unteren Wedelsandsteins

In sämtlichen Aufschlüssen konzentriert sich eine von den Gattungen *Sonninia*, *Witchellia* und *Pelekodites* dominierte Ammoniten-Vergesellschaftung auf je eine Bank im oberen Bereich des Unteren Wedelsandsteins. Lediglich im Roschbach konnten wir diese Vergesellschaftung auch in darüber und darunter liegenden Bänken nachweisen (Abb. 3). Als akzessorische Elemente fand sich je ein Ammonit der Gattungen *Emileia* (Taf. 7), *Otoites* (Dietze et al. 2010) und *Riccardiceras* (Abb. 9).

Gattung *Sonninia* Bayle, 1878: Wie im teilweise etwas jüngeren Sowerbyi-Oolith der östlichen Schwäbischen Alb (Dietze et al. 2005) repräsentieren auch die Sonninien des oberen Bereichs des Unteren Wedelsandsteins der Zollernalb lediglich eine einzige Paläobiospezies der Gattung *Sonninia*. Da die vorliegende Arbeit jedoch in erster Linie stratigraphisch ausgerichtet ist, bestimmen wir die Sonninien morphospezifisch. Sämtliche Sonninien sind auf den Innenwindungen bedornt bzw. beknottet. Sie unterscheiden sich im Wesentlichen dadurch, wie lange dieses bedornte/beknotete Stadium anhält und welche Skulptur nachfolgt. Kleine Innenwindungen (Abb. 4.2, 5.1a, b, 6.2a, b, 7.3a, b; Taf. 5, Fig. 2a–3b; Taf. 6, Fig. 1, 3) sind deshalb artlich unbestimmbar

Tafel 1: (1a, b, 3a, b, 5, 6) *Hyperlioceras* sp. (1a–b) SMNS 70447/35, (2a–b) SMNS 70447/36, (5) SMNS 70447/37. (6) SMNS 70447/38. (2, 4) *Sonninia marginata* Buckman, (2) SMNS 70447/39, (4) SMNS 70447/40. (1a–3) Roschbach bei Balingen-Zillhausen, Bank 13. (4–6) Heiligenkopf bei Bisingen-Thanheim, Schicht 5 oben. (1a–6) Wedelsandstein-Formation, Sowerbyi-Oolith, Discites-Zone (Unter-Bajocium). Abbildung 2: Maßstab: 10 cm, alle übrigen Abbildungen x1.



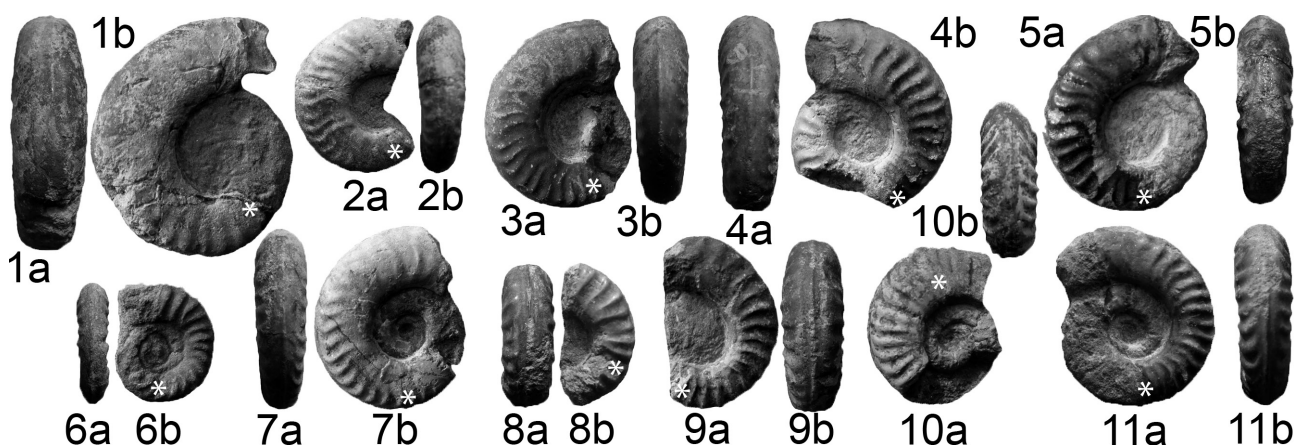


Abbildung 8: (1a, b) *Pelekodites boweri* (Buckman), SMNS 70447/24. (2a–7b, 11a, b) *P. macer* (Buckman) (2a–b) SMNS 70447/25, (3a–b) SMNS 70447/26, (4a–b) SMNS 70447/27, (5a–b) SMNS 70447/28, (6a–b) SMNS 70447/29, (7a–b) SMNS 70447/30. (8a–9b) *P. schlumbergeri* (Haug) (8a–b) SMNS 70447/31, (9a–b) SMNS 70447/32. (10a, b) *P. cf. macer* (Buckman), SMNS 70447/33. (1a–11b) Heiligenkopf bei Bisingen-Thanheim, Wedelsandstein-Formation, Unterer Wedelsandstein, Bank 28, *macer*-Horizont, *Trigonalis*-Subzone (Laeviuscula-Zone, Unter-Bajocium). Das Sternchen markiert das Ende des Phragmokons. Alle Abbildungen x1.

und können lediglich als *Sonninia* sp. angesprochen werden. Die überwiegende Anzahl der Funde ist zu *S. adicra* (Waagen, 1867) zu stellen (Taf. 5, Fig. 1, 4; Taf. 6, Fig. 2a, b). Am Rande der Variabilität stehen vereinzelte Funde der Morphospezies *S. grandiplex* Oechsle, 1958 (Taf. 6, Fig. 4), *S. mayeri* (Waagen, 1867) (Abb. 6a, b), *S. aff. oviformis* (Dorn, 1935) (Taf. 5, Fig. 7a, b) sowie *S. haugi* Gillet, 1937 (Taf. 5, Fig. 5). Ein stark angewitterter Fund (Taf. 5, Fig. 6) kann lediglich unter Vorbehalt als ?*Sonninia* sp. angesprochen werden. Möglicherweise handelt es sich bei diesem Fund auch um eine ungewöhnlich berippte *Witchellia*. Das Fragment einer flachgedrückten, angewitterten und artlich nicht bestimmbar *Sonninia* (SMNS 70447/73) weist eine Endgröße von ca. 0,35 m auf.

Gattung *Witchellia* Buckman, 1889: Die *Witchellien*-fauna des Unteren Wedelsandsteins der Zollernalb lässt sich morphologisch in zwei Gruppen einteilen, die allerdings durch Übergänge miteinander verbunden sind: zum einen in die Gruppe um *W. jugifera* (Waagen)/*W. connata* (Buckman), zum anderen in die Gruppe um *W. pseudoromanoides* Dietze, Chandler & Schweigert. Der ganz überwiegende Anteil der Funde ist zu *W. jugifera* (Waagen, 1867) zu stellen (Abb. 4.5, 5.6a, b, 6.3a, b, 7.1a–7.2, 7.5a, b; Taf. 3, Fig. 3a–8b; Taf. 4, Fig. 1a–10b). Diese Stücke zeigen einen mehr oder weniger ausgeprägten subquadratischen Windungsquerschnitt. Die Windungen selbst sind relativ niedrigmündig und der Nabel relativ weit. Die Berippung ist deutlich ausgebildet und kann schon auf dem Phragmokon oder erst auf der Wohnkammer erlöschen. Innerhalb dieser Parameter ist die Art recht variabel. Einzelne Funde (Abb. 7.5a, b; Taf. 4, Fig. 9–10b) mit verdickten und weitständigen Primärrippen leiten schon zu *W. sutneri* (Branco, 1879) über. *Witchellia connata* (Buckman, 1927) (Abb. 4.4, 4.6) ist *W. jugifera* recht ähnlich und unterscheidet sich lediglich durch den etwas rundli-

chen Windungsquerschnitt sowie eine deutlichere Bündelung der Rippenstile im Bereich der Nabelkante. *Witchellia pseudoromanoides* Dietze, Chandler & Schweigert, 2003 (Abb. 4.1; Taf. 3, Fig. 1a–2b, 4a, b) unterscheidet sich von *W. jugifera* durch einen weniger subquadratischen Windungsquerschnitt sowie ein einheitlicheres Berippungsbild. Die Übergänge zwischen beiden eng verwandten Morphospezies sind jedoch fließend.

Bei den *Witchellien* des *macer*-Horizonts dürfte es sich ebenso wie bei denjenigen der etwas jüngeren *adicra* α - und *adicra* β -Horizonte der Ostalb (Dietze et al. 2003) um eine variable Chronospezies handeln (vgl. zur taxonomischen Behandlung einer variablen Chronospezies: Dietze et al. 2003: 3). Trotz einer gewissen morphologischen Überschneidung (insbesondere *W. pseudoromanoides*) der beiden Chronospezies aus dem *macer*- und den *adicra*-Horizonten unterscheiden sie sich im Wesentlichen dadurch, dass diejenige des *macer*-Horizonts insgesamt weniger variabel ist. Im *macer*-Horizont fehlen die involuten und kaum skulptierten Funde ebenso wie die größer skulptierten, weiternabeligen Funde. Zudem fehlt den meisten *Witchellien* der *adicra*-Horizonte der meist subquadratische Windungsquerschnitt der *Witchellien* des *macer*-Horizontes. Der Venter der jüngeren Chronospezies *W. pseudoromanoides* ist vergleichsweise mehr gerundet. Großwüchsige Funde, wie sie in den *adicra*-Horizonten gelegentlich vorkommen, fehlen im *macer*-Horizont.

Gattung *Pelekodites* Buckman, 1923: Die gattungs- und artmäßige Bestimmung mikroconcher *Sonninien* und *Witchellien* ist aus mehreren Gründen außerordentlich schwierig. Es ist, trotz zahlreicher Versuche in der Literatur, bisher nicht gelungen, nachvollziehbar und überzeugend darzulegen, welche Mikroconche zu den *Sonninien*, welche zu den *Witchellien* zu stellen sind, wenn beide Gattungen wie hier zeitgleich vorkommen. Auch die Zuordnung



Tafel 2: *Shirbuirnia gingensis* (Waagen); SMNS 70447/41; Hausterberg bei Hechingen-Boll, Wedelsandstein-Formation, Unterer Wedelsandstein, Bank 10, Übergangsbereich Ovale/Laeviuscula-Zone, Unter-Bajocium. Maßstab: 10 cm.



Abbildung 9: *Riccardiceras* cf. *richardsoni* Dietze, Chandler, Schweigert & Auer, SMNS 70447/34 [die Wohnkammer ist lateral gedrückt und wirkt deshalb höher als sie tatsächlich war]. Heiligenkopf bei Bisingen-Thanheim, Wedelsandstein-Formation, Unterer Wedelsandstein, Bank 28, *macer*-Horizont, Trigonalis-Subzone (Laeviuscula-Zone, Unter-Bajocium). x1.

der zahlreichen nominellen Morphospezies zu den gleichfalls zahlreichen (Morpho-)Gattungen wird in der Literatur völlig uneinheitlich gehandhabt. Ohmert (2004) legte die Problematik bei seiner Beschreibung der Mikroconche des Unteren Wedelsandsteins vom Breitenbach bei Reutlingen ansatzweise dar. Da auch wir die Problematik der Zuordnung unserer Funde von Mikroconchen zu den Sonniniern oder Wittchellien nicht lösen können, stellen wir wie Ohmert (2004) alle Mikroconche zu einer einzigen (Morpho-)Gattung: *Pelekodites*.

Die Pelekoditen aus dem Unteren Wedelsandstein der Zollernalb zeigen alle Übergänge von grob berippten Stücken mit einem breiten und subquadratischen Windungsquerschnitt hin zu feiner berippten Stücken mit rundlichem oder gleichfalls subquadratischem Windungsquerschnitt. Der Berippungsstil ist, abgesehen von der Rippenstärke, relativ einheitlich. Die grob berippten Stücke mit breitem und subquadratischem Windungsquerschnitt (Abb. 5.7a, b; 10a, b; 7.4a, b; 8.8a–9b) gehören zu *P. schlumbergeri* (Haug, 1893). Als *P. macer* (Buckman, 1889) können die schwächer berippten Funde mit schmalem, rundlichem bis subquadratischem Windungsquerschnitt angesprochen werden (Abb. 4.3, 8.2a–7b, 11a, b). Die weiteren Funde vermitteln zwischen diesen Arten. Die näher bei *P. macer* stehenden Ammoniten (Abb. 5.2, 4a–5b, 8.10a, b) werden zu *P. cf. macer*, die näher an *P. schlumbergeri* stehenden Ammoniten (Abb. 5.3a, b, 8a, b) zu *P. cf. schlumbergeri* gestellt. *P. boweri* (Buckman, 1882) umfasst schwach skulpturierte Funde mit rundlichem Windungsquerschnitt (Abb. 8.1a, b).

Gattungen *Emileia* Buckman, 1898 und *Otoites* Mascke, 1907: Die auf Tafel 7 abgebildete *Emileia*

ähnelt recht gut einem als *E. aff. contrahens* Buckman bestimmten Fund aus der Laeviuscula-Zone der Betischen Kordillern in Südspanien (Sandoval 1983: Taf. 8). Die Art *E. contrahens* (Holotypus: Buckman 1927: Taf. 744a, b) ist mit unserem Fund gut vergleichbar, unterscheidet sich jedoch durch die Reduzierung der Primärberippung ab dem Beginn der Wohnkammer sowie weniger deutlich ausgeprägte Sekundärrippen. Deshalb bestimmen wir den Ammoniten auf Tafel 7 als *E. aff. contrahens*. *E. dundriensis* Callomon & Chandler (in Chandler et al. 2006) soll evoluter und kleinerwüchsig als *E. contrahens* sein. Wir hegen angesichts der recht ähnlichen Morphologie und dem gleichzeitigen Vorkommen beider Arten Zweifel, ob es sich bei *E. contrahens* und *E. dundriensis* tatsächlich um unterschiedliche Arten handelt. Verwechslungsmöglichkeiten mit anderen nominellen Arten der Gattung *Emileia* gibt es nicht. *Otoites* cf. *fortis* Westermann, 1954, aus Bank 38 (= 26 in Dietze et al. 2010) vom Roschbach bei Zillhausen wurde schon von Dietze et al. (2010) abgebildet und beschrieben.

Gattung *Riccardiceras* Westermann, 1995: Das fragmentarische und stark verdrückte *Riccardiceras* cf. *richardsoni* Dietze, Chandler, Schweigert & Auer, 2001 (Abb. 9) weist große Ähnlichkeiten zu einem geringfügig älteren Fund aus dem Unteren Wedelsandstein vom Scheffheu (Wutachgebiet) auf (Dietze et al. 2001, Fig. 5). Die im jüngsten Aalenium vorkommenden Arten *R. longalvum* (Vacek, 1886) und *R. perfectum* (Buckman, 1922) unterscheiden sich in erster Linie durch ihre geringere Endgröße sowie eine dichtere Berippung. Die Gattung *Emileia* unterscheidet sich von der Gattung *Riccardiceras* durch einen mehr ovalen anstatt rundlichen Windungs-

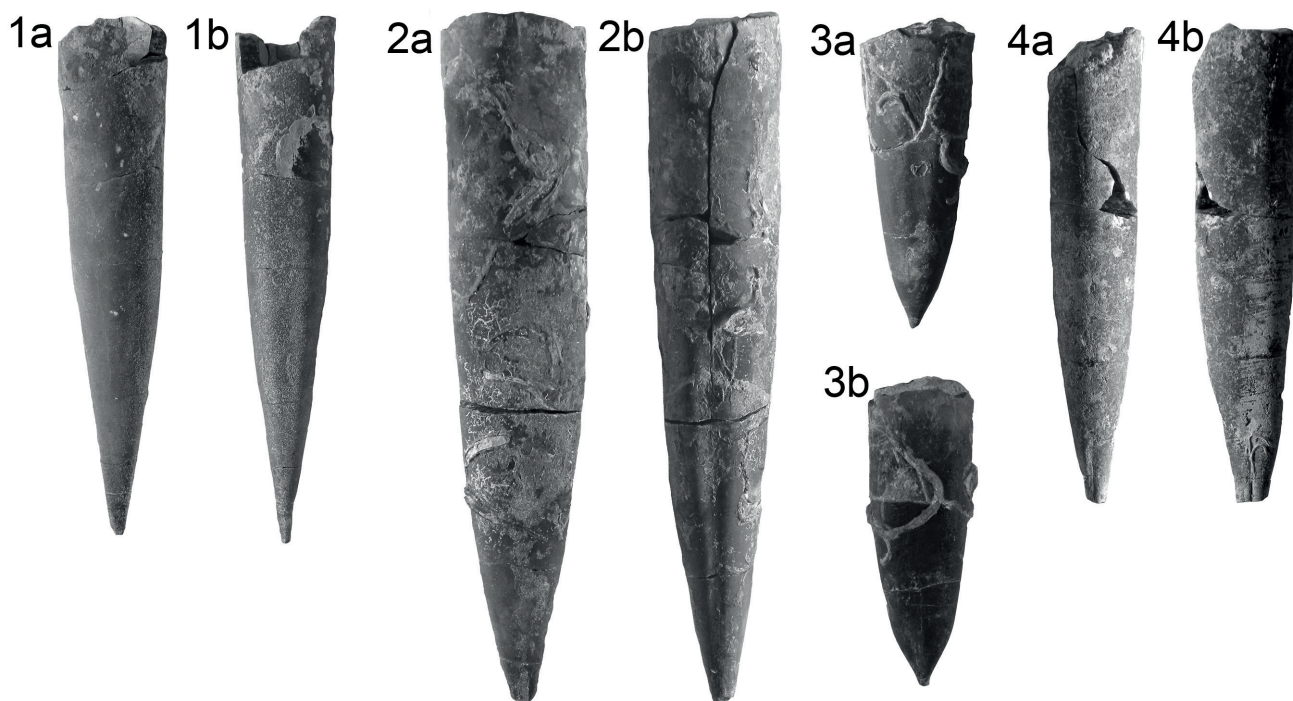


Abbildung 10: (1a, b) *Eocylindroteuthis trautscholdi* (Oppel, 1862), Unterer Wedelsandstein, Schicht 13, Übergangsbereich Ovale/Laeviuscula-Zone, SMNS 70448/1. (2a, b) *E. corneliaschmittae* Riegraf, 1980, SMNS 70448/2. (3a, b) *Brevibelus gingensis* (Oppel, 1857), SMNS 70448/3. (2a–3b): Unterer Wedelsandstein, Bank 28, macer-Horizont, Trigonalis-Subzone, Laeviuscula-Zone. (4a, b) *Megateuthis?* sp. inc., SMNS 70448/4, Sowerby-Oolith, Discites-Zone. (1a–4b): Heiligenkopf bei Bisingen-Thanheim, Wedelsandstein-Formation, Unter-Bajocium. Alle Abbildungen x 1.

querschnitt sowie eine deutlicher exzentrische und sich etwas verjüngende Wohnkammer.

3.4 Ammoniten aus der Bank mit *Pseudoshirbuirnia stephani*

Gattung *Pseudoshirbuirnia* Dietze, Callomon, Schweigert & Chandler, 2005: Die relativ häufigen Funde von *Ps. stephani* (Buckman) (Taf. 8, Fig. 1, 2) vom Roschbach sind alle stark verdrückt bzw. unvollständig erhalten. Für die Beschreibung dieser Art kann auf Oechsle (1958) und Dietze et al. (2005) verwiesen werden. *Ps. oechslei* Dietze, Callomon, Schweigert & Chandler unterscheidet sich von *Ps. stephani* durch eine größere Nabelweite mit einer weniger gerundeten Nabelkante; zudem kommt *Ps. oechslei* nach bisherigem Kenntnisstand nur in der älteren Ovale-Zone vor. *Ps. fastigata* (Buckman) besitzt einen breiteren Windungsquerschnitt als *Ps. stephani* und dürfte im Übrigen lediglich eine morphologische Variante von *Ps. stephani* darstellen (Dietze et al. 2005).

4. Kurze Bemerkungen zur Belemnitenfauna

Typisch für die Wedelsandstein-Formation des Aufschlusses Thanheim-Heiligenkopf sind Rostren der Gattung *Eocylindroteuthis*, welche morphologisch und möglicherweise auch stammesgeschichtlich zwischen den Belemnitenfamilien Megateuthididae und Cylindroteuthididae vermittelt (Riegraf 1980; Weis et al. 2012: 33; Sadki et al. 2015: 63).

Die in typischen Exemplaren seltene Art *Eocylindroteuthis trautscholdi* (Oppel, 1862) ist durch ein einziges Rostrum (Abb. 10.1a, b) aus Bank 13 (?Übergangsbereich Ovale/Laeviuscula-Zone) belegt. Die Art ist in Schwaben aus der Discites- und Laeviuscula-Zone bekannt (Riegraf 1980; Weis & Mariotti 2008), in Luxemburg ist sie aus der Laeviuscula-Zone beschrieben (Weis & Mariotti 2008), des Weiteren kommt sie im unteren Bajocium Lothringens und der nördlichen Schweiz vor (Weis & Mariotti 2008). Wesentlich häufiger ist *E. corneliaschmittae* Riegraf, 1980, der in Thanheim aus Bank 28 (Laeviuscula-Zone, Trigonalis-Subzone, macer-Horizont) nachgewiesen wurde (Abb. 10.2a, b). Diese Art kommt in Schwaben laut Riegraf (1980) von der Discites- bis zur Humphriesianum-Zone vor. Weis & Mariotti (2008) haben diese Art zusätzlich aus der Laeviuscula-Zone in Schwaben sowie Discites- bis Humphriesianum-Zone in Luxemburg, SE Belgien und Lothringen beschrieben (Weis & Mariotti 2008); morphologisch ähnliche Exemplare, als *E. cf. corneliaschmittae* bezeichnet, kommen in Luxemburg bereits im oberen Aalenium (Concavum-Zone) vor (Weis & Mariotti 2008).

Ebenfalls recht häufig ist die stratigraphisch wenig aussagekräftige Gattung *Brevibelus*, welche durch typische Exemplare von *B. gingensis* (Oppel, 1857) aus der Bank 28 (macer-Horizont) in Thanheim vertreten ist (Abb. 10.3a, b). Die Art kommt im gesamten Unter-Bajocium von Süddeutschland, Luxemburg, Belgien und dem nordöstlichen Frankreich vor (Riegraf 1980; Weis & Mariotti 2008).

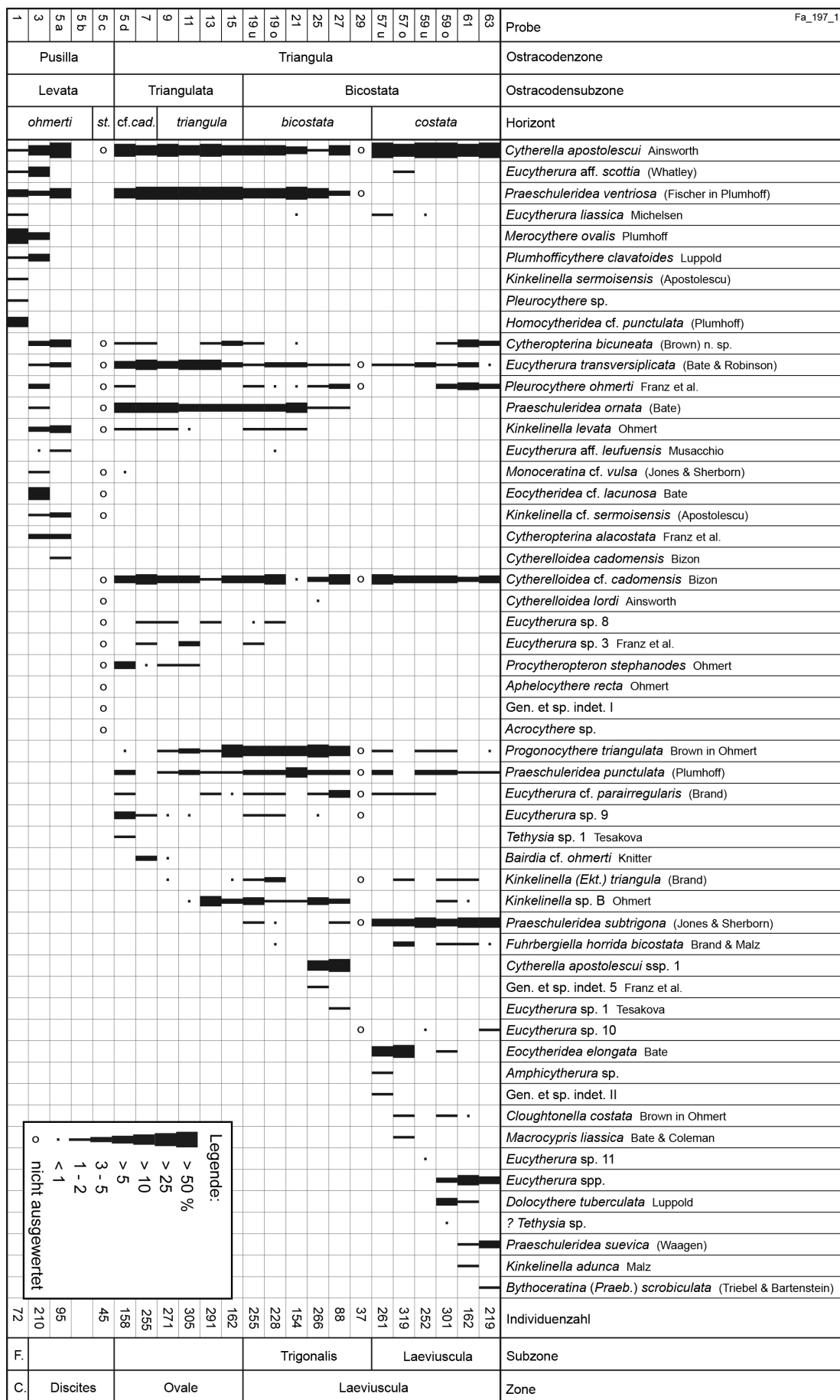


Abbildung 11: Range Chart der stratigraphisch wichtigen und der bisher unbekannt Ostrakodenarten. Abkürzungen: st. = *stephanodes*, cf. cad. = cf. *cadomensis*, F. = Formosum, C. = Concavum

Vier Rostren aus dem Sowerbyi-Oolith (Discites-Zone) von Thanheim konnten nicht eindeutig einer bekannten Art oder Gattung zugeordnet werden und werden im Folgenden in offener Nomenklatur geführt (*Megateuthis?* sp. inc.: Abb. 10.4a, b, drei weitere Exemplare sind im SMNS unter SMNS 70447/5–7 hinterlegt). Die klein- bis mittelgroßen Rostren zeigen Merkmale, die sowohl an *Megateuthis* als auch an *Eocylindroteuthis* erinnern. Im Apikalbereich ist ein kurzes aber deutlich entwickeltes Epirostrum zu beobachten, des Weiteren sind zwei mehr oder weniger kräftige, apikale Dorsolateralfurchen vorhanden. Im Apikalbereich ist ebenfalls eine kurze Ventralfurchung sichtbar, die allerdings teilweise die Spitze nicht komplett erreicht und auch als flache Mulde ausgebildet sein kann. Dieses Merkmal deutet auf eine mögliche Verwandtschaft zu *Eocylindroteuthis* hin. Die Klärung der systematischen Stellung dieser bisher in der Literatur nicht beschriebenen Rostren bleibt einer zukünftigen Untersuchung mit reichem Material vorbehalten.

5. Beschreibung der Mikrofaunen der oberen Achdorf-Formation und der unteren Wedelsandstein-Formation

Methodik: Zur Untersuchung der Mikrofauna wurden 35 Proben aus den Profilen Thanheim, Hausterberg und vom Heiligenbach (Gewann Linsfeld) entnommen. Die wesentlichen Ergebnisse lieferte das Profil Thanheim, das von den Tonsteinen unter der Calceola-Bank bis zum Top des Unteren Wedelsandsteins durchgehend beprobt wurde. In den Profilen Hausterberg und Heiligenbach machten sich teilweise Verwitterungseinflüsse störend bemerkbar. Der Schwerpunkt der Untersuchung lag auf den Ostrakoden, Foraminiferen wurden mit ausgelesen und soweit für die Stratigraphie bedeutsam, mit berücksichtigt.

Material: Die Ostrakodenfauna des gesicherten obersten Aalenium besteht in den hier untersuchten Proben aus 9 Arten, wovon 5 bis in das Unter-Bajocium – drei davon nur bis Probe 3) – persistieren. Im Unter-Bajocium konnten wir ca. 65 Arten beobachten. Die Diversität der Ostrakoden im Unter-Bajocium ist vermutlich noch höher, die dazu erforderliche vollständige Untersuchung der zahlreichen kleinwüchsigen Arten (i.W. Cytheruriden) hätte aber den Rahmen der vorliegenden Arbeit gesprengt. Wir haben uns daher auf für stratigraphische Zwecke brauchbare und besonders auffällige Arten beschränkt. Deren Reichweite und relative Häufigkeit ist in Abb. 11 dargestellt.

Die aus fast 7000 Individuen bestehende Ostrakodenfauna wird von 7 Arten dominiert, die zusammen etwa 75 % der gesamten Fauna ausmachen: *Cytherella apostolescui* Ainsworth, 1986 (Taf. 10, Fig. 2), *Cytherelloidea cadomensis/C. cf. cadomensis* Bizon, 1960, *Eucytherura transversiplicata* (Bate & Coleman, 1975), *Praeschuleridea ornata* (Bate, 1963b), *Pr. subtrigona* (Jones & Sherborn, 1888), *Pr. ventriosa* (Plumhoff, 1963) und *Progonocythere triangulata* Braun in Ohmert, 2004. Diese sind in den Ostrakoden-Gemeinschaften der einzelnen Profilabschnitte prozentual unterschiedlich vertreten; darauf wird im Einzelnen später eingegangen.

5.1 Tonsteine der oberen Achdorf-Formation

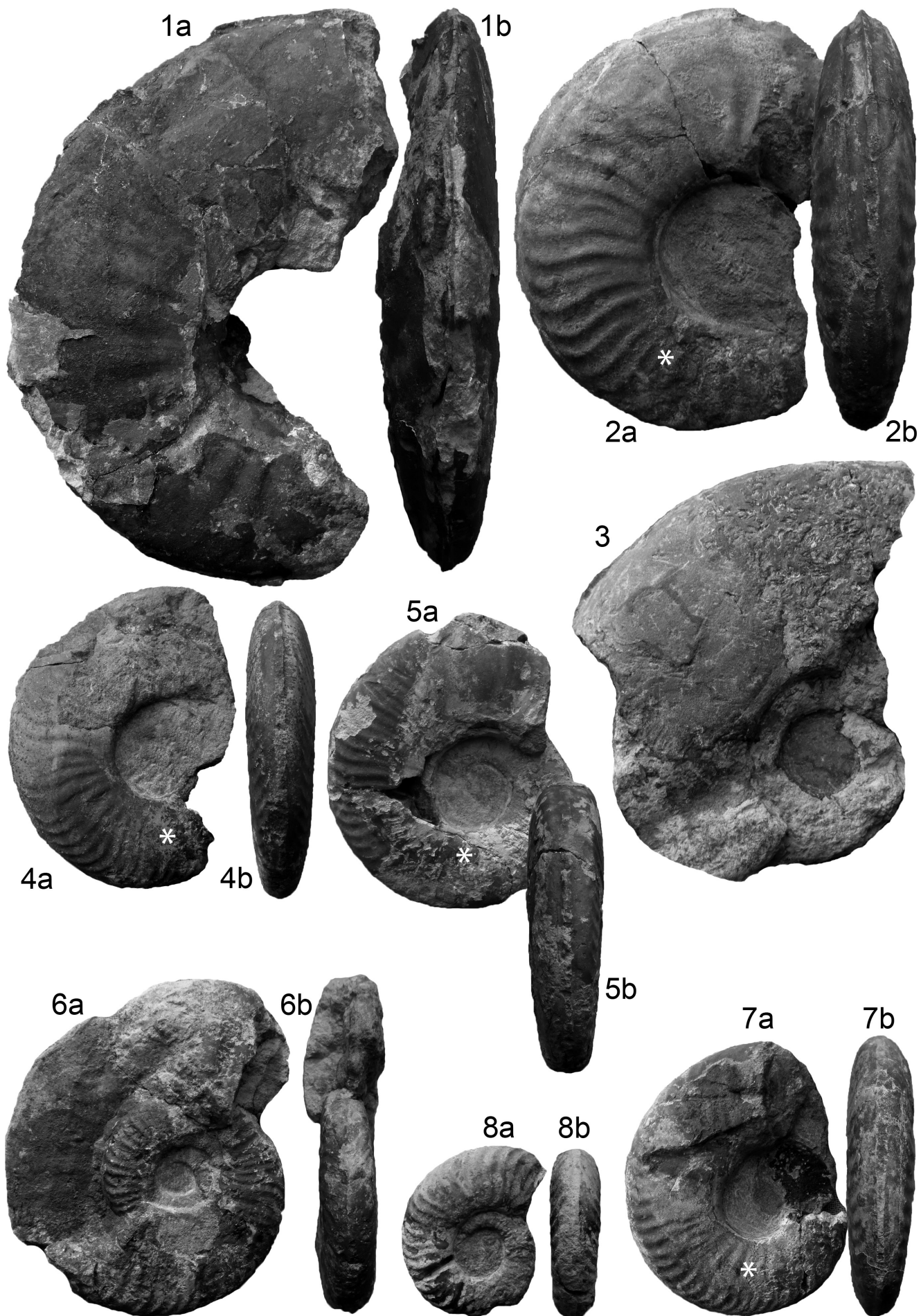
5.1.1 Tonstein unter der Calceola-Bank (Probe 1)

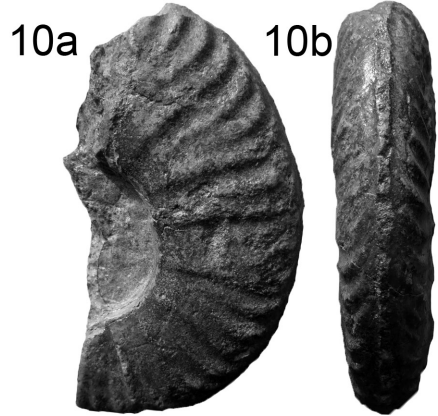
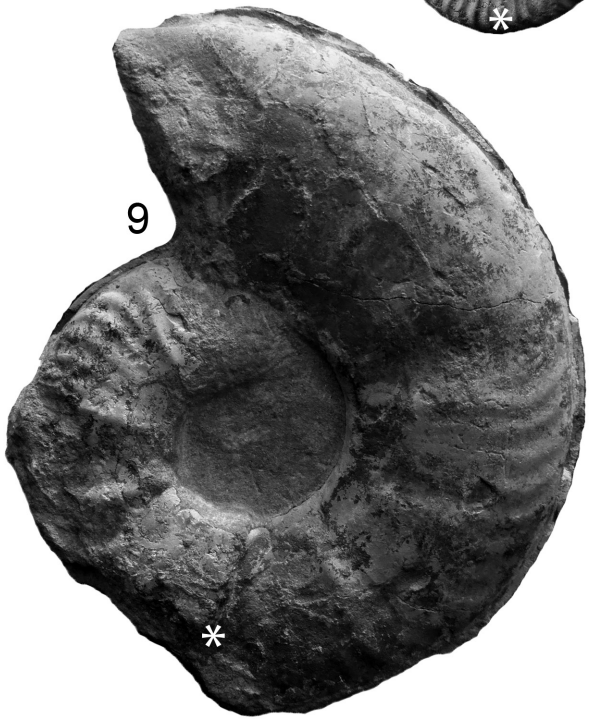
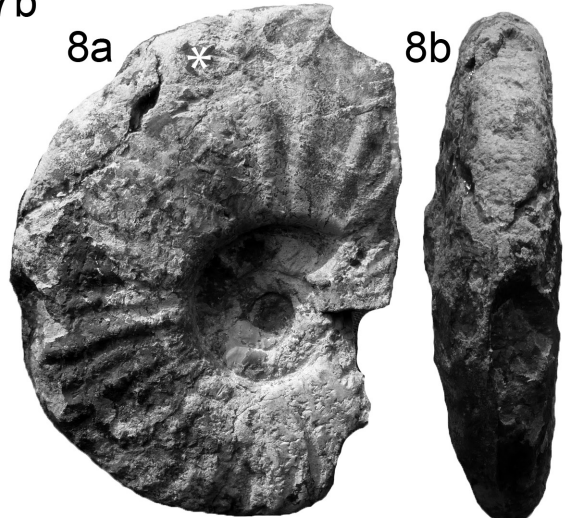
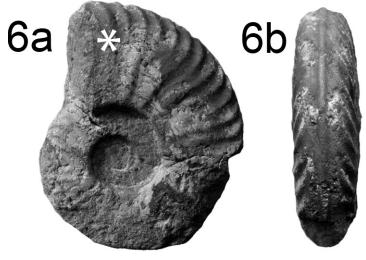
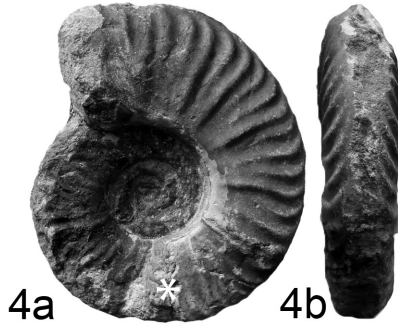
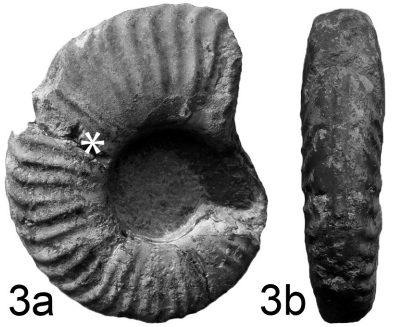
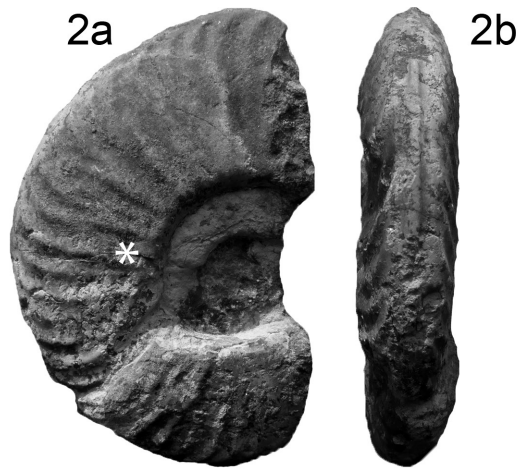
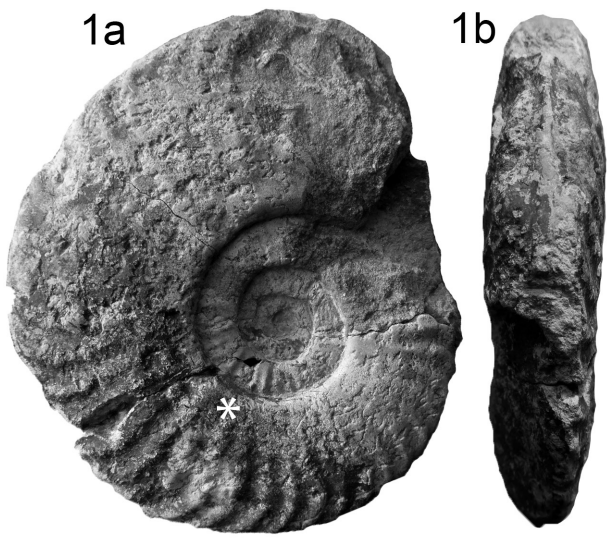
Die Ostrakodenfauna des Ober-Aaleniums soll anhand vollständiger Profile zu einem späteren Zeitpunkt genauer untersucht werden und vorgestellt werden. Hier seien aus Probe 1 die bereits in Franz et al. (2018) genannten ? *Homocytheridea cf. punctulata* (Plumhoff, 1963) (Taf. 9, Fig. 1) und *Eucytherura liassica* (Bate & Coleman, 1975) (Taf. 10, Fig. 13), sowie eine bisher unbeschriebene *Pleurocythere* sp. (Taf. 9, Fig. 2) erwähnt. Bei letzterer handelt es sich um den bisher ältesten Vertreter dieser Gattung.

5.1.2 Tonsteine zwischen Calceola-Bank und Sowerbyi-Oolith (Proben 3–5c)

Die Ostrakoden-Gemeinschaft zwischen der Calceola-Bank und dem Sowerbyi-Oolith umfasst 33 Arten (422 Individuen). Sie wird dominiert von *Cytherella apostolescui* Ainsworth, 1986 (20–50 %), Vertretern der Gattung *Eucytherura* (bis 24 %) und ? *Homocytheridea cf. punctulata* (Plumhoff, 1963) (max. 16 %). Weitere wesentliche Faunenelemente sind *Praeschuleridea ventriosa* (Plumhoff, 1963) und *P. cf. ornata* (Bate, 1963b) (zus. 5–12 %), *Kinkelina cf. sermoisensis* (Apostolescu, 1959; Taf. 9, Fig. 3) und *K. levata* (Ohmert, 2004; Taf. 9, Fig. 4, Taf. 11, Fig. 8) (zus. 5–11 %), *Cytheroptera bicuneata* (Braun) in Franz et al. 2018 (Taf. 10, Fig. 9) und *C. alacostata* Franz et al. 2018 (zus. 7–8 %; Taf. 9, Fig. 6, 7). In Probe 3 sind darüber hinaus *Merocythere ovalis* Plumhoff, 1963 und *Plumhofficythere clavatoides* Luppold, 2003 mit 9 % in der Faunengemeinschaft stark vertreten.

Zehn Individuen wurden mit Vorbehalt als *Eocytheridea cf. lacunosa* (Bate, 1963b; Taf. 11, Fig. 5) bestimmt. Ohmert (1988) hatte diese als charakteristisch für seinen Faunenhorizont h 5 aufgeführt; wir





bestimmen die dort auftretende Art vorzugsweise als *Eocytheridea elongata* (Bate, 1963b). In allen Proben tritt – wenn auch nicht häufig – *Eocytherura transversiplicata* (Bate & Coleman, 1975; Taf. 10, Fig. 16) auf. Eine untergeordnete Rolle spielen *Eocytherura* sp. 3 Franz et al. 2018 (Taf. 10, Fig. 18), *E. aff. leufuensis* Musacchio, 1979 (Taf. 10, Fig. 12) und *E. sp. 8* (Taf. 10, Fig. 19) sowie die nur als Einzelklappe vorliegende Form gen. et sp. indet. I (Taf. 11, Fig. 13). *Eocytherura* sp. 8 ist identisch mit *Rutlandella* sp. in Ohmert (2004: Taf. 17, Fig. 8).

Die Foraminiferen-Gemeinschaften dieses Profilabschnitts sind charakterisiert durch Kalkschaler der Gattungen *Lenticulina*, *Nodosaria*, *Marginulina*, *Falsopalmula* sowie Sandschaler der Gattungen *Reophax*, *Ammobaculites* und *Lagenammina*. Die prozentualen Anteile an der Faunenzusammensetzung schwanken allerdings stark. So dominiert in Probe 3 *Lenticulina (Astacolus) dorbignyi* Roemer, 1839, in Probe 5a dagegen *Nodosaria regularis* Terquem, 1862 bei deutlich erhöhtem Sandschaleranteil. Daneben ist *Vaginulina flabelloides* (Terquem, 1867) besonders häufig. Die sehr mikrofossilarme Probe 5b lieferte überwiegend relativ kleinwüchsige Sandschaler (*Reophax*, *Ammobaculites*, *Lagenammina*). Probe 5c ist geprägt durch Lenticulinen und Sandschaler der zuvor genannten Gattungen. Alle anderen Gattungen sind weiter vorhanden, treten aber mengenmäßig zurück. Die Vertreter der Gattung *Lenticulina* sind – mit Ausnahme von *Lenticulina (Ast.) dictyodes* (Deecke, 1884; Taf. 9, Fig. 8) sowie vereinzelt *Subhercynella paucinodula* Bartenstein & Luppold, 2005 – überwiegend glattschalig bzw. nach oben zunehmend fein berippt.

5.2 Untere Wedelsandstein-Formation

5.2.1 Tonsteine über dem Sowerby-Oolith (Proben 5d, 7)

In der Ostrakodenfauna ist ein deutlicher Rückgang der Diversität zu verzeichnen; die angetroffenen 413 Individuen verteilen sich auf nur noch 23 Arten. Weiterhin dominant sind *Cytherella apostolescui* Ainsworth, 1986 (17–25 %), *Praeschuleridea ventriosa* (Plumhoff, 1963) und *Pr. ornata* (Bate, 1963b) mit je 15–25 %. Daneben sind *Cytherelloidea cf. cadomensis* Bizon, 1960 (Taf. 9, Fig. 11) und *Eocytherura transversiplicata* (Bate & Coleman, 1975; Taf. 10, Fig. 16) mit je ca. 10 % häufiger anzutreffen.

Mit 10 Exemplaren stellt die bisher unbeschriebene *Eocytherura* sp. 9 (Taf. 9, Fig. 12, 13) ebenfalls einen bemerkenswerten Anteil an der Gesamtfaua. Besonders zu erwähnen ist das erste Auftreten von *Progonocythere triangulata* Braun in Ohmert, 2004 (Taf. 9, Fig. 18), außerdem die seltene *Eocytherura cf. parairregularis* (Taf. 10, Fig. 14, 15) und *Tethysia* sp. 1 Tesakova (Taf. 10, Fig. 11).

Die Foraminiferenfauna dieses Abschnitts wird dominiert von *Lenticulina muensteri* (Roemer, 1839), *Subhercynella paucinodula* Bartenstein & Luppold, 2005 (Taf. 9, Fig. 15) und *Lent. (Ast.) dorbignyi* (Roemer, 1839). Die Faunengemeinschaft enthält außerdem *Nodosaria regularis* Terquem, 1862, *N. spp.*, *Palmula deslongchampsii* (Terquem, 1863), *Citharina* spp., *Ophthalmidium carinatum* (Kübler & Zwingli, 1866) sowie kleine Sandschaler (*Ammobaculites*, *Trochammina*).

5.2.2 Basaler Bereich des Unteren Wedelsandstein (Proben 9–15)

Im Gesamtbild zeigt die Ostrakoden-Gemeinschaft einen weiteren Rückgang der Diversität; 1029 Individuen repräsentieren 23 Arten. Es dominieren weiterhin *Praeschuleridea ventriosa* (Plumhoff, 1963) mit ca. 30 % und *Cytherella apostolescui* Ainsworth, 1986 mit 15–30 %. *Praeschuleridea ornata* (Bate 1963b), *Eocytherura transversiplicata* (Bate & Coleman, 1975) und *Cytherelloidea cf. cadomensis* Bizon, 1960 sind mit je 5–15 % ebenfalls wichtige Bestandteile der Gemeinschaft. Bemerkenswert ist der nach oben rasch zunehmende Anteil von *Progonocythere triangulata* Braun in Ohmert, 2004, die in Probe 15 mit 25 % ihren prozentual höchsten Anteil erreicht.

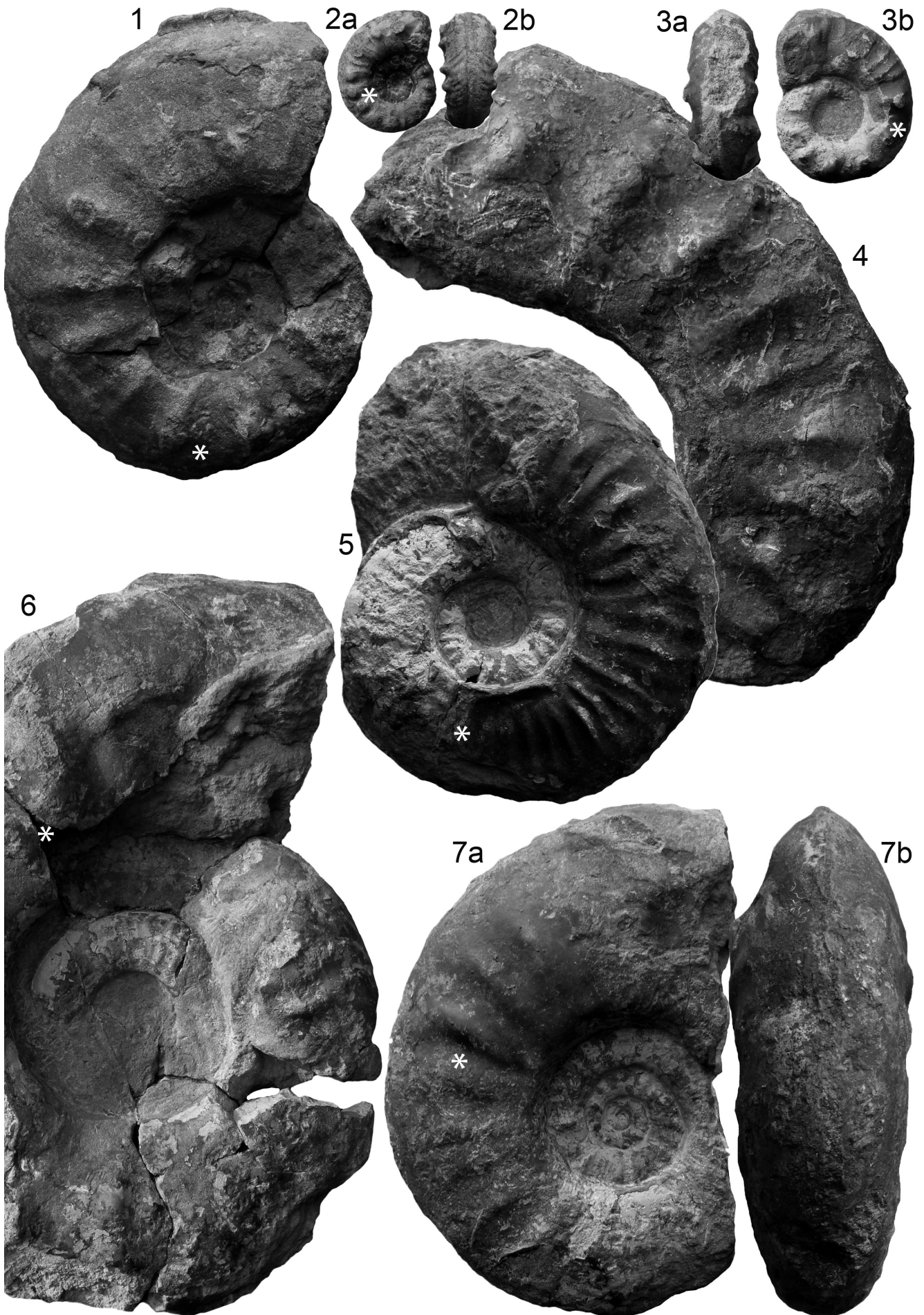
In der Foraminiferen-Gemeinschaft, die ebenfalls der vorigen stark ähnelt, wurde erstmals *Citharina lepida* (Schwager, 1867) beobachtet. Auffallend häufig ist in diesem Schichtabschnitt *Nodosaria regularis* Terquem, 1862. Die agglutinierenden Foraminiferen (*Haplophragmium*, *Ammobaculites*, *Reophax*, *Lagenammina*) haben nicht selten Ophthalmidien in ihre Gehäusewand eingebaut (Taf. 9, Fig. 20).

5.2.3 Mittlerer und oberer Bereich des Unteren Wedelsandsteins (Proben 19–29)

In der wieder etwas artenreicheren Ostrakoden-Gemeinschaft (33 Arten, 1028 Individuen) ist eine

(Seite 65) Tafel 4: (1a–10b) *Witchellia jugifera* (Waagen), (1a–b) SMNS 70447/50, (2a–b) SMNS 70447/51, (3a–b) SMNS 70447/52, (4a–b) SMNS 70447/53, (5a–b) SMNS 70447/54, (6a–b) SMNS 70447/55, (7a–b) SMNS 70447/56, (8a–b) SMNS 70447/57. (9) SMNS 70447/58, (10a–b) SMNS 70447/59. (1a–10b) Heiligenkopf bei Bisingen-Thanheim, Wedelsandstein-Formation, Unterer Wedelsandstein, Bank 28, *macer*-Horizont, Trigonalis-Subzone (Laeviuscula-Zone, Unter-Bajocium). Das Sternchen markiert das Ende des Phragmokons. Alle Abbildungen x1.

(Seite 67) Tafel 5: (1, 4) *Sonninia adicra* (Waagen), (1a–b) SMNS 70447/60, (4) SMNS 70447/61. (2a, b, 4a, b) *Sonninia* sp. (2a–b) SMNS 70447/62, (3a–b) SMNS 70447/63. (5) *S. haugi* Gillet, SMNS 70447/64. (6) ?*S. sp.* [oder ?*Witchellia* sp.], SMNS 70447/74. (7a, b) *S. aff. oviformis* (Dorn), SMNS 70447/65. (1a–7b) Heiligenkopf bei Bisingen-Thanheim, Wedelsandstein-Formation, Unterer Wedelsandstein, Bank 28, *macer*-Horizont, Trigonalis-Subzone (Laeviuscula-Zone, Unter-Bajocium). Das Sternchen markiert das Ende des Phragmokons. Alle Abbildungen x1.



	Zone	Subzone	Ostalb	Reutlingen	Zollernalb	Wutach	Ringsheim
Unter-Bajocium (pars)	Laeviuscula	Laeviuscula	Blaukalk (pars) <i>spinifera</i>	Blaukalk (pars)	ungeklärt		<i>glauca</i>
			<i>stephani</i> <i>adicra</i> β <i>adicra</i> α	<i>stephani</i> <i>macer</i> ¹	<i>stephani</i> <i>macer</i> großw. ³	? <i>macer</i> ⁴ großw. ³	<i>stephani</i> <i>macer</i>
	Ovale		<i>oechslei</i>	<i>Shirbuirnia</i> sp. A/ <i>gingense</i> -Fauna	Ammoniten	Ammoniten <i>oechslei</i> <i>ovale</i>	<i>Shirbuirnia</i> sp. A/ <i>gingense</i> -Fauna Oberes Erzband (Top) ⁵
	Discites			<i>gibberum</i> -Fauna ²	Sowerbyi-Oolith	Sowerbyi-Oolith ⁶	Oberes Erzband (restl.) ⁶ Bunte Mergel (pars) ⁶

Abbildung 12: Korrelation von der Discites-Zone bis zur Laeviuscula-Zone (Unter-Bajocium) von der östlichen Schwäbischen Alb bis zum Oberrheingraben (Ringsheim).

Anmerkungen:

¹ = *connata*-*sutneri*-*ladicum*-Fauna sensu Ohmert 2004

² Es ist fraglich, ob die *gibberum*-Fauna (sensu Ohmert 2004) im Hinblick auf das Fehlen von Hyperlioceraten nicht schon in die Ovale-Zone zu stellen ist.

³ Die Funde der Zollernalb sind zu schlecht erhalten, um entscheiden zu können, ob das Fundniveau in die Ovale- oder die Laeviuscula-Zone zu stellen ist und ob die Aufstellung eines weiteren Faunenhorizonts gerechtfertigt ist.

⁴ Jedenfalls in Schicht 8 (Dietze et al. 2012) am Eichberg und Scheffheu (Achdorf).

⁵ Die relative Altersstellung des Top des Oberen Erzbandes mit großwüchsigen Ammoniten zum ovale-Horizont der Wutach ist noch ungeklärt.

⁶ Die Fundniveaus in der Discites-Zone werden lediglich der Vollständigkeit halber erwähnt, ihre stratigraphische Abfolge ist noch auszuarbeiten.

deutliche Zweiteilung zu erkennen: ab Probe 25 reduziert sich der Anteil von drei bisher dominanten Arten: *Praeschuleridea ventriosa* (Plumhoff, 1963) nimmt von 20–35 % in Probe 19–21 auf 5–15 % ab, *Pr. ornata* (Bate, 1963b) von bis 15 % auf < 5 % und *Progonocythere triangulata* Braun in Ohmert, 2004 von ca. 20 % auf zuletzt 3 %. Die Anteile von *Cytherella apostolescui* Ainsworth, 1986 (ca. 10 %) und *Cytherelloidea cf. cadomensis* Bizon, 1960 (5–15 %) bleiben dagegen nahezu konstant. *Cytherella apostolescui* ssp. 1, eine auffällige Unterart mit einem stark höckerartig erweiterten Dorsalrand (Taf. 10, Fig. 4, 5), tritt in den Proben 25 und 27 sehr häufig auf (15–30 %). Die Gattung *Eucytherura* ist nach wie vor mit mehreren Arten vertreten: *E. transversiplicata* (Bate & Coleman, 1975; Taf. 10, Fig. 16), *E. cf. pa-*

rairregularis Brand, 1990 (Taf. 10, Fig. 14, 15) und *E. sp. 10* (Taf. 10, Fig. 20). Wegen ihres mangelhaften Erhaltungszustands sind einige weitere Formen artlich nicht bestimmbar.

Das auffälligste Merkmal der Foraminiferenfauna dieses Schichtabschnitts sind die zahlreichen großen Sandschaler (*Haplophragmium coprolithiforme* Schwager, 1867, *Tolypammmina tolypa* (Deecke, 1884), *Ammobaculites* spp., ? *Trochammina*), die nur in Probe 19o fehlen. *Citharina lepida* (Schwager, 1867) tritt lagenweise in zahlreichen großwüchsigen Exemplaren auf. Typische Vertreter sind weiterhin (in wechselnden Anteilen) *Subhercynella paucinodula* Bartenstein & Luppold, 2005, *Lenticulina muensteri* (Roemer, 1839), *Nodosaria regularis* Terquem, 1862, *Nodosaria* spp. und *Vaginulina flabelloides* (Terquem, 1867).

Ammoniten		Ostracoden / Foraminiferen										
		SW-Deutschland					N-Deutschland		Frankreich		England	
		Ohmert 2004, diese Arbeit					Brand & Mönig 2009		Bodergat 1997		Bate 2009	
Zone	Subzone	Zone	Subzone	Horizont	For.-Zone	For.-Horizont	Ostr.-Z.	Foram.-Z.	Zone	Subzone	Zone	Subzone
Laeviuscula	Laeviuscula	Triangula	Bicostata	costata	Lenticulina (Astaculus) dictyodes	Citharina lepida	Ultima		Triangula - Decorata	Carinata	Triangula	Carinata
	Trigonalis			bicostata								
Ovale			Triangulata	triangula								
Discites		Pusilla	Levata	cf. cadomensis	Lenticulina dorbignyi	Epistomina praecursor	Gracilis	Flabellamina infrajurensis	Media	Pusilla	Comica - Reticulata	Reticulata
				stephanodes								
Concavum	Formosum					nicht untersucht						
	Concavum											

Abbildung 13: Korrelation der NW-europäischen Standard-Ammonitenzonierung mit den mikropaläontologischen Gliederungen in Deutschland, Frankreich und England (Concavum-Zone, Ober-Aalenium bis Laeviuscula-Zone, Unter-Bajocium).

5.2.4 Bereich *stephani*-Bank – Septarienlage (oberster Bereich des Unteren Wedelsandsteins, Proben 57u–63)

Hier ist bei der Ostrakodenfauna eine starke Häufigkeitszunahme (absolut und prozentual) von *Cytherella apostolescui* Ainsworth, 1986 zu beobachten. Ihr Anteil schwankt zwischen 30 und 58 %, die auffällige *Cytherella apostolescui* ssp. 1 wurde nicht mehr angetroffen. Die Gesamtzahl von 1514 Individuen verteilt sich auf nur 35 Arten. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass die noch ausstehende Bearbeitung der Cytheruriden mit großer Wahrscheinlichkeit mehrere neue Arten ergeben dürfte.

Unterhalb der *stephani*-Bank ist *Eocytheridea elongata* Bate, 1963 mit 10–30 % das zweithäufigste Faunenelement. Zahlenmäßig ebenfalls bedeutend, wenngleich deutlich untergeordnet sind *Praeschuleridea subtrigona* (Jones & Sherborn, 1888) und *Cytherella* cf. *cadomensis* Bizon, 1960. Die Gattung *Eocytherura* ist mit mehreren Arten mit 5–10 % in der Faunengemeinschaft vertreten.

Die Foraminiferenfauna wird im Bereich der *stephani*-Bank dominiert durch sehr zahlreiche, große Sandschaler (*Haplophragmium coprolithiforme* Schwager, 1867, *Tolypammmina tolypa* (Deecke, 1884), *Ammobaculites* spp.). Diese werden begleitet von ebenfalls zahlreichen, allerdings mäßig bis schlecht erhaltenen *Garantella semiornata* (Schwager, 1867) sowie weniger häufigen *Epistomina praecursor* Ohm, 1967. Daneben finden sich in wechselnder Häufigkeit *Lenticulina muensteri* (Roemer, 1839) und *Subhercynella paucinodula* Bartenstein & Luppold, 2005.

Im Bereich der Septarienlage treten besonders die großen Sandschaler stark zurück. Die insgesamt individuenärmere, Kalkschaler-dominierte Foraminiferengemeinschaft besteht aus mehreren Arten von

Nodosaria, *Citharina lepida* (Schwager, 1867), *Vaginulina* sp., *Subhercynella paucinodula* Bartenstein & Luppold, 2005, *Lenticulina muensteri* (Roemer, 1839), *Garantella semiornata* (Schwager, 1867) und *Epistomina praecursor* Ohm, 1967. In Probe 61 sind daneben Bryozoen arten- und individuenreich vertreten.

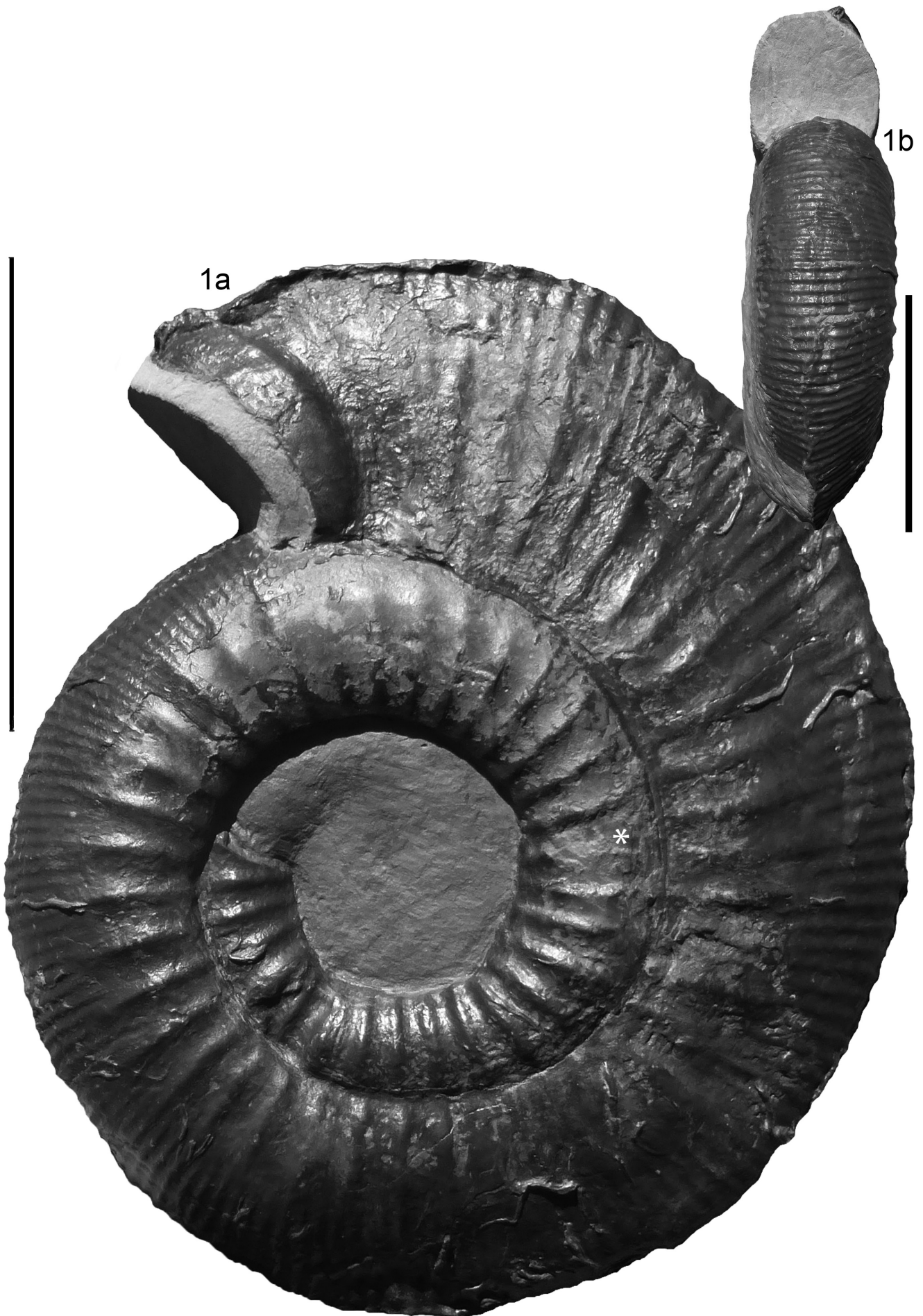
6. Bio-/Chronostratigraphie und Korrelation

6.1 Ammoniten (Abb. 12)

Der Sowerbyi-Oolith des gesamten Untersuchungsgebiets kann in die Discites-Zone des Unter-Bajociums gestellt werden. Die engnabeligen *Hyperlioceras* sp. sowie die Funde von *S. marginata* sind charakteristisch für den jüngeren Bereich der Discites-Zone (Bayer 1969; Rioult et al. 1997; R. B. Chandler, pers. Diskussion mit V. D.).

Der untere Bereich des Unteren Wedelsandsteins mit den großwüchsigen, sonniniiden Ammoniten liegt im Übergangsbereich Ovale-/Laeviuscula-Zone. Da dort keine *Pseudoshirbuirnia oechslei* mehr vorkommen, ist dieser Schichtabschnitt jünger als der *oechslei*-Horizont (Ovale-Zone) bzw. die *Shirbuirnia* sp. A./-gingense-Fauna vom Breitenbach bei Reutlingen (Ohmert 2004), gleichzeitig jedoch älter als der höher liegende und bzgl. der Ammonitenfauna völlig unterschiedliche *macer*-Horizont der Trigonalis-Subzone (Laeviuscula-Zone). Im Hinblick auf die schlechte Erhaltung der Funde und deren mangelnde Diversität sehen wir vorläufig davon ab, diesen Schichtabschnitt entweder der Ovale- oder der Laeviuscula-Zone zuzuweisen. Dies soll erst nach einer Untersuchung der gleichaltrigen, aber weitaus besser erhaltenen Funde großwüchsiger sonniniider Ammoniten vom Eichberg und vom Scheffheu





(Achdorf, Wutachgebiet) sowie einem Abgleich mit der *Shirbuirnia* sp. A/ *gingense*-Fauna vom Breitenbach bei Reutlingen (mittlere Schwäbische Alb) geschehen. Ohmert (2004) hat die unterste Bank des Unteren Wedelsandsteins mit „*Fissiloboceras gingense*“ sensu Ohmert, aber ohne *Shirbuirnia* sp. A. [= *Pseudoshirbuirnia oechslei*] – beide Taxa kommen in der *Shirbuirnia* sp. A/ *gingense*-Fauna zwischen dem Sowerbyi-Oolith und dem Unteren Wedelsandstein gemeinsam vor – auch noch in die *Shirbuirnia* sp. A/ *gingense*-Fauna gestellt.

Die Bank bzw. Bänke im oberen Bereich des Unteren Wedelsandsteins mit der reichen Ammonitenführung von Sonninen, Witchellien und Pelekoditen ist in den *macer*-Horizont (Trigonalis-Subzone, Laeviuscula-Zone) zu stellen (Dietze et al. 2009, 2012). Die Lage mit *Pseudoshirbuirnia stephani* repräsentiert den *stephani*-Horizont (Trigonalis-Subzone, Laeviuscula-Zone). Die Art *Ps. stephani* ist diagnostisch für den nach ihr benannten Horizont (Callomon & Chandler 1990; Rioult et al. 1997; Dietze et al. 2005, 2009).

6.2 Mikrofauna (Abb. 13)

Die vertikale Verbreitung der leitenden Ostrakoden und Foraminiferen (synoptische Darstellung in Taf. 9) entspricht der von Ohmert (1988, 2004) vorgelegten Gliederung. Im Folgenden übernehmen wir die informellen Mikrofaunenhorizonte (bisher h 1 bis h 5) und deren Definitionen in Ohmert (1988), und benennen sie nach den dort in Figur 3 abgebildeten Ostrakoden. Wegen deutlicher Unterschiede zur Nominatart wurde *Pleurocythere* cf. *kirtonensis* Bate in *Pleurocythere ohmertii* umbenannt (Franz et al. 2018). Für seinen Mikrofaunenhorizont h 5 hat Ohmert (2004) die Bezeichnung *costata*-Horizont eingeführt. Diese wird abweichend von der obigen Regel beibehalten, obwohl *Eocytheridea elongata* Bate wesentlich häufiger auftritt.

6.2.1 Obere Achdorf-Formation (über der Calceola-Bank)

6.2.1.1 *ohmertii*-Horizont (= Mikrofaunenhorizont h 1)

Definition: Erstes Auftreten der Gattung *Pleurocythere* mit *Pl. ohmertii* Franz et al., 2018 zusammen mit *Kinkelinella* cf. *sermoisensis* (Apostolescu, 1959). Gleichzeitig erscheinen *Lenticulina* (*Astaculus*) *dictyodes* (Deecke, 1884) und *Lenticulina* (*Ast.*) *reticulata* (Schwager, 1867). Alter: Pusilla-Zone, Levata-Subzone (= Discites-Zone).

Bereits die Tonsteine unter der Rostroten Kalkbank enthalten mit *Kinkelinella levata* Ohmert, 2004, *Kinkelinella* cf. *sermoisensis* (Apostolescu, 1959) (Taf. 9, Fig. 3), *Pleurocythere ohmertii* Franz et al., 2018 (Taf. 9, Fig. 5) und *Lenticulina* (*Ast.*) *dictyodes* (Deecke, 1884) (Taf. 9, Fig. 8) charakteristische Arten der Levata-Subzone. Demnach setzt die Discites-Zone bereits über der Calceola-Bank ein, was mittels Ammoniten bisher allerdings nicht belegt werden konnte. Hinzu treten *Cytheropterina alacostata* Franz et al., 2018 (Taf. 9, Fig. 6, 7) und die auffällige *Plumhoficythere clavatoides* Luppold, 2003 [= *Cytheridae* n. gen. n. sp. 1 Plumhoff, s. Ohmert 2004: 79 f.]. Unmittelbar über der Rostroten Kalkbank (Probe 5a) wurden diese drei Arten letztmalig nachgewiesen.

6.2.1.2 *stephanodes*-Horizont

Definition: Nach dem Auftreten von *Procytheropteron stephanodes* Ohmert, 2004, zusammen mit der seltenen *Aphelocythere recta* Ohmert, 2004.

Alter: Übergangsbereich Pusilla-/Triangula-Zone, Levata-/Triangulata-Subzone (= Discites-/Ovale-Zone).

Die Ostrakoden-Gemeinschaft der Tonsteine direkt unter dem Sowerbyi-Oolith (Probe 5c) besteht überwiegend aus Arten, die vom Oberen Aalenium bis ins Unter-Bajocium persistieren. Neben *Aphelocythere recta* Ohmert, 2004 (Taf. 9, Fig. 9) und *Procytheropteron stephanodes* Ohmert, 2004 (Taf. 9, Fig. 10) tritt hier vereinzelt bereits *Subhercynella paucinodula* Bartenstein & Luppold, 2005 auf (Taf. 9, Fig. 15).

6.2.2 Tonsteine über dem Sowerbyi-Oolith

„cf. *cadomensis*-Horizont“ (= Mikrofaunenhorizont h 2)

Definition: An der Basis der Ovale-Zone erscheinen *Cytherelloidea* cf. *cadomensis* Bizon, 1960 und *Kinkelinella* sp. A Ohmert, 1988, zusammen mit den Foraminiferen *Lenticulina* (*Astaculus*) *carinatocostata* (Deecke, 1884) und *Subhercynella paucinodula* Bartenstein & Luppold, 2005 [von Ohmert 2004 unter *Lenticulina* (*L.*) cf. *quenstedti* (Gümbel, 1862) aufgeführt].

Alter: Triangula-Zone, Triangulata-Subzone (= basale Ovale-Zone).

Aufgrund des gemeinsamen Auftretens von *Cytherelloidea* cf. *cadomensis* (Bizon, 1960; Taf. 9, Fig. 11) und *Lent.* (*Ast.*) *carinatocostata* (Deecke, 1884) (Taf. 9, Fig. 14) ist der Abschnitt direkt über dem Sowerbyi-Oolith dem Horizont h 2 sensu Ohmert (1988) zuzurechnen. *Eocytherura* cf. *parairregularis* (Brand, 1990) (Taf. 10, Fig. 14, 15) und *E.* sp. 9 (Taf. 9, Fig. 12, 13) treten hier erstmals auf; letztere scheint auf die Ovale-Zone beschränkt zu sein; hierzu sind allerdings weitere Untersuchungen abzuwarten.

6.2.3 Unterer Teil des Unteren Wedelsandsteins

triangula-Horizont (= Mikrofaunenhorizont h 3)

Definition: Dieser Horizont ist charakterisiert durch das gemeinsame Erscheinen von *Citharina lepida* (Schwager, 1867), *Kinkelinella (Ektyphocythere) triangula* (Brand, 1961) und *Kinkelinella* sp. B Ohmert, 1988.

Alter: Triangula-Zone, höhere Triangulata-Subzone (= höhere Ovale-Zone).

Neben *Kinkelinella (Ektyphocythere) triangula* (Brand, 1961) (Taf. 9, Fig. 16, Taf. 11, Fig. 9), *Kinkelinella* sp. B Ohmert, 1988 (Taf. 9, Fig. 17, Taf. 11, Fig. 10) und *Citharina lepida* (Schwager, 1867) kommen weiter vor: *Kinkelinella levata* Ohmert, 2004 (Taf. 9, Fig. 4, Taf. 11, Fig. 8), *Eucytherura transversiplicata* (Bate & Coleman, 1975) (Taf. 10, Fig. 16), *E.* sp. 9 (Taf. 9, Fig. 12, 13) und *Procytheropteron stephanodes* Ohmert, 2004 (Taf. 9, Fig. 10). Eine *Procytheropteron catena* Franz et al. 2018 nahestehende Form tritt als große Seltenheit in Probe 9 auf.

6.2.4 Oberer Teil des Unteren Wedelsandsteins

bicostata-Horizont (= Mikrofaunenhorizont h 4)

Definition: Erstes Auftreten von *Fuhrbergiella horrida bicostata* Brand & Malz, 1962, *Glyptocythere* cf. *sowerbyi* Brand & Malz und (lokal) „*Dolocythere*“ cf. *maculosa* Bate, 1963 in Begleitung von großen agglutinierenden Foraminiferen wie *Tolypammmina tolypa* (Deecke, 1884) und *Haplophragmium coprolithiforme* (Schwager, 1867).

Alter: Triangula-Zone, Bicostata-Subzone (= basale Laeviuscula-Zone).

In Probe 19u ist ein Massenvorkommen großwüchsiger Sandschaler (*Haplophragmium*, *Tolypammmina*, *Ammobaculites*, ? *Trochammina*) zu beobachten. Da in dieser Probe *Fuhrbergiella horrida bicostata* Brand & Malz, 1962 (Taf. 9, Fig. 19, Taf. 11, Fig. 11) erstmalig auftritt (selten), kann die Mikrofossil-Assoziation diesem Horizont zugeordnet werden. Damit liegt die Basis der Laeviuscula-Zone vermutlich im Niveau der Schicht 19; ein Beleg durch entsprechende Ammonitenfunde steht noch aus. Die von Ohmert (1988) ebenfalls genannten Indexarten *Glyptocythere* cf. *sowerbyi* Brand & Malz und „*Dolocythere*“ cf. *maculosa* Bate, 1963 wurden in Thanheim nicht angetroffen. Über die stratigraphische Verbreitung der auffälligen *Cytherella apostolescui* ssp. 1 liegen noch keine Erkenntnisse vor.

6.2.5 stephani-Horizont – Septarienlage

costata-Horizont (= Mikrofaunenhorizont h 5)

Definition: Es erscheinen *Eocytheridea elongata* Bate, 1963b (*E.* cf. *lacunosa* in Ohmert, 1988) und in der mittleren Schwäbischen Alb *Cloughtonella* co-

stata (Kinkelinella hoffmanni n. ssp. in Ohmert, 1988), dazu sehr häufig *Garantella semiornata* (Schwager, 1867) und etwas später *Epistomina praecursor* Ohm, 1967.

Alter: Triangula-Zone, Bicostata-Subzone (= höhere Laeviuscula-Zone).

Mit *Eocytheridea elongata* Bate, 1963b (Taf. 9, Fig. 21, 22), *Cloughtonella costata* (Braun) in Ohmert, 2004 (Taf. 9, Fig. 23, Taf. 11, Fig. 6), *Epistomina praecursor* Ohm, 1967 und *Garantella semiornata* (Schwager, 1867) (Taf. 9, Fig. 24) treten in diesem Abschnitt alle Index-Arten dieses Mikrofaunenhorizonts auf. Wie im Raum Reutlingen (Ohmert 2004: 92) erscheint auch in Thanheim hier erstmals *Dolocythere tuberculata* Luppold, 2012 (Taf. 10, Fig. 10). Da der Schichtabschnitt zwischen der Ammoniten-Fundlage und dem Stephani-Horizont wegen schlechter Aufschlussverhältnisse nicht beprobt werden konnte, ist die Basis des *costata*-Horizonts nicht exakt bekannt.

6.3 Korrelation

6.3.1 Ammoniten (Abb. 12)

· Der Sowerbyi-Oolith des Untersuchungsgebiets ist älter als die *gibberum*-Fauna (Ohmert 2004) im Sowerbyi-Oolith von Reutlingen, da dort keine Hyperlioceraten mehr vorkommen. Der Sowerbyi-Oolith der Wutach (Bayer 1969; Ohmert 1988) kann in seinen obersten Abschnitten grob mit dem Sowerbyi-Oolith der Zollernalb korreliert werden. Die Knollenlagen im oberen Bereich der Bunten Mergel und der harte mittlere und untere Bereich des Oberen Erzbandes von Ringsheim sind in etwa altersgleich mit dem Sowerbyi-Oolith der Zollernalb. In den genannten Schichten finden sich jeweils für die späte Discites-Zone charakteristische, relativ engnabelige Hyperlioceraten.

· Eine Fundlage mit großwüchsigen Ammoniten liegt in der Ostalb (Weissenstein-Nenningen, Donzdorf-Winzigen), falls dort überhaupt abtrennbar, im Übergangsbereich *oechslei-/adicra* α-Horizont. In diesem Schichtabschnitt treten riesenwüchsige Sonninen (u.a. *Shirbuirnia gingensis*) und Fissilobiceraten auf (Slg. W. Dangelmaier; Dietze et al. 2005). Im Breitenbach bei Reutlingen (Ohmert 2004) kommt „*Fissilobicerat* *gingense*“ sensu Ohmert in der ersten Bank des Unteren Wedelsandsteins vor. In der Wutach gibt eine Lage mit großwüchsigen Ammoniten in Bank 6 des Unteren Wedelsandsteins (Dietze et al. 2012). Der Fundhorizont mit *S. gingensis* im Unteren Wedelsandstein der Zollernalb kann vorläufig mit den genannten Schichten im Sowerbyi-Oolith der Ostalb und im Unteren Wedelsandstein in Reutlingen bzw. in der Wutach korreliert werden.

· Der *macer*-Horizont der Zollernalb lässt sich anhand der Neufunde problemlos mit dem *macer*-Horizont (= *connata-/sutneri-/adicrum*-Fauna sensu Ohmert 2004) von Reutlingen korrelieren. Sowohl

die Auffassung von Ohmert (2004) als auch diejenige von Dietze et al. (2004, 2010), wonach die *connata/sutneri-adicrum*-Fauna in etwa den *adicra* α - und *adicra* β -Horizonten der Ostalb entspricht, kann somit revidiert und richtiggestellt werden. Die Witchellien-Faunen des *macer*-Horizonts und die Witchellienfaunen der *adicra* α - und *adicra* β -Horizonte der Ostalb unterscheiden sich im Wesentlichen dadurch, dass sich in den *adicra* α - und *adicra* β -Horizonten der Ostalb (Dietze et al. 2003) die Variabilität der Witchellien in Richtung stärker berippter Formen mit tendenziell engerem Nabel und einem höheren Windungsquerschnitt verschoben hat. Auch die Sonnini-fauna des *macer*-Horizonts unterscheidet sich von der derjenigen der *adicra* α - und *adicra* β -Horizonte der Ostalb. Es dominieren noch stärker bedornete Morphotypen, die morphologische Variabilität ist im *macer*-Horizont geringer (Dietze et al. 2005). „*Shirbuirnia*“ *gingensis* fehlt im *macer*-Horizont, während diese Art in den *adicra* α - und *adicra* β -Horizonten ein häufiges Faunenelement darstellt. In Ringsheim liegt der *macer*-Horizont im unteren Bereich des 3. Erzbands (Dietze et al. 2009).

· Das Fundniveau mit *Pseudoshirbuirnia stephani* (= *stephani*-Horizont) lässt sich zwanglos mit dem *stephani*-Horizont der Ostalb (= Sandmergel über dem Sowerbyi-Oolith; Dietze et al. 2005), Reutlingen (= oberste Bank des Unteren Wedelsandsteins (= „Shirbuirni-Fauna“); Ohmert 2004) sowie von Ringsheim (= oberster Teil des 3. Erzbandes; Dietze et al. 2009) korrelieren.

6.3.2 Mikrofauna

Die vorliegende Mikrofauna bestätigt die Ergebnisse von Ohmert (2004) aus dem Raum Reutlingen, die im Wesentlichen für ganz Süddeutschland Gültigkeit haben (vgl. Franz et al. 2009; Dietze et al. 2017). Dem darin wiedergegebenen detaillierten Vergleich mit den Faziesräumen der Schwäbischen Alb und des Oberrheingebiets ist auf der Basis der hier vorgestellten Untersuchung nichts hinzuzufügen. Lediglich die Basis der Bicosmata-Subzone ist nach unseren Ergebnissen etwas tiefer anzusetzen, zeitgleich mit der Basis der Laeviuscula-Zone.

Norddeutschland: Das Unter-Bajocium in Norddeutschland ist mikropaläontologisch in die Zonen der *Camptocythere* (?) *gracilis* und die der *Leptocythere* ? *ultima* gegliedert (Brand & Mönning 2009). Eine moderne Zonengliederung nach Foraminiferen liegt derzeit noch nicht vor (vgl. Abb. 12). *Camptocythere* (?) *gracilis* fehlt in Süddeutschland und *Leptocythere* ? *ultima* setzt erst in der Bicosmata-Subzone ein (Ohmert 2004: 77). Generell sind die Ostrakodenfaunen des Unter-Bajocium in beiden Beckenteilen unterschiedlich zusammengesetzt: Luppold (2012)

veröffentlichte zuletzt 17 Arten aus der „Sowerbyi“-Zone. Davon sind nur 5 auch aus Süddeutschland bekannt: *Kinkelinella* (Ekt.) *triangula* (Brand, 1961), *Glyptocythere sowerbyi* Brand & Malz, 1966, *Dolocythere tuberculata* Luppold, 2012, *Plumhofficythere clavatoides* Luppold, 2003 und *Kinkelinella* cf. *adunca* (Plumhoff, 1963).

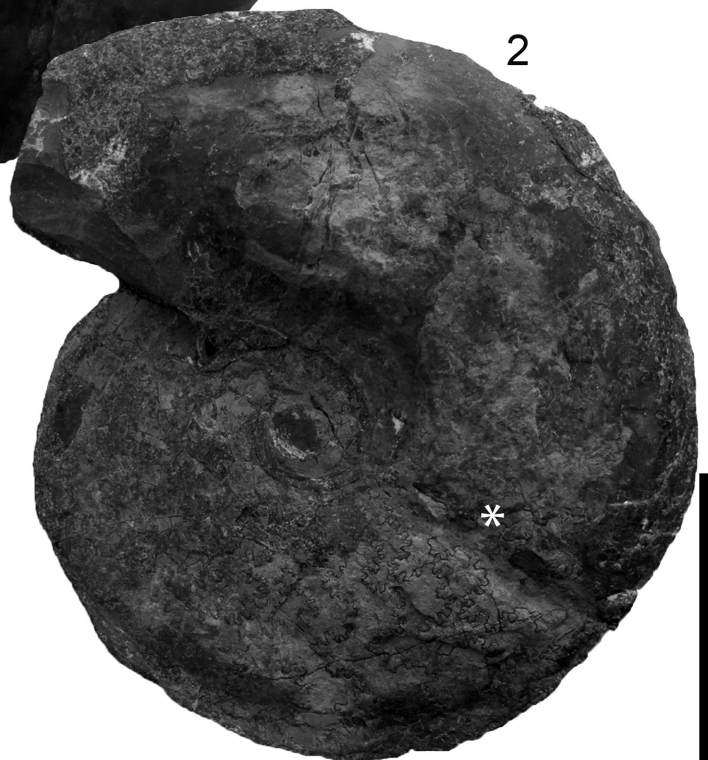
Schweiz: Mit *Kinkelinella triangula*, *Camptocythere pusilla* und *Camptocythere gracilis* sind für die Nordschweiz sowohl die Triangula- als auch die Pusilla- und Gracilis-Ostracodenzone nachgewiesen (Reisdorf et al. 2016; Tesakova 2017). *Lenticulina* (Ast.) *dorbignyi* und *Lenticulina* (Ast.) *dictyodes* in der Bohrung Mont Terri BDB-1 (Reisdorf et al. 2016) belegen darüber hinaus die dorbignyi- und die dictyodes-Foraminiferenzone. Umfang und Grenzen der Zonen können bisher nicht genau angegeben werden.

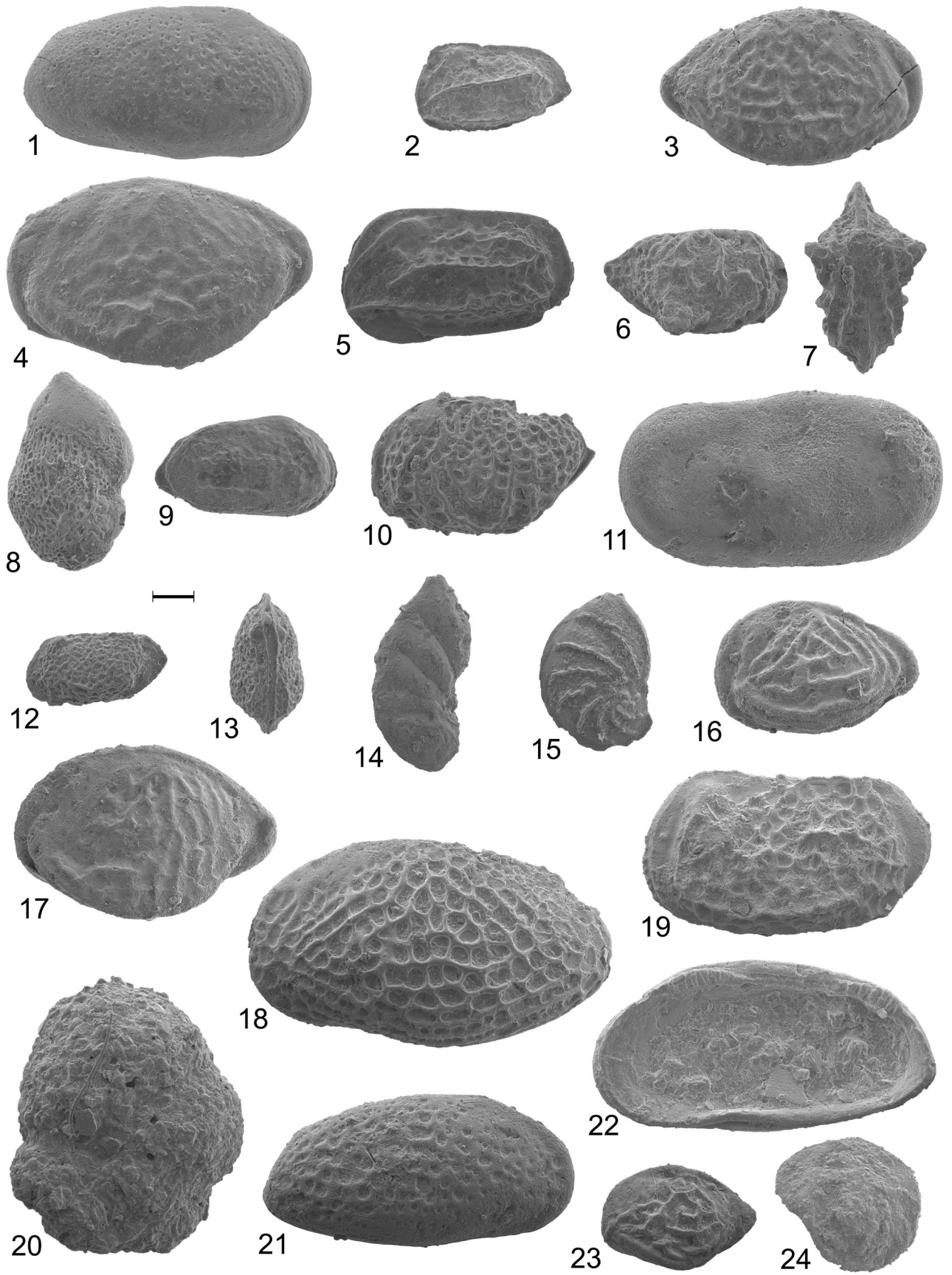
Weitere, für das untersuchte Zeitintervall charakteristische, gemeinsame Arten sind *Cytherella apostolescui*, *Cytherelloidea cadomensis*, *Kinkelinella* sp. A Ohmert, *Praeschuleridea punctulata*, *Pr. ventriosa*, *Haplophragmium coprolithiforme*, *Subhercynella paucinodula* Bartenstein & Luppold, 2005.

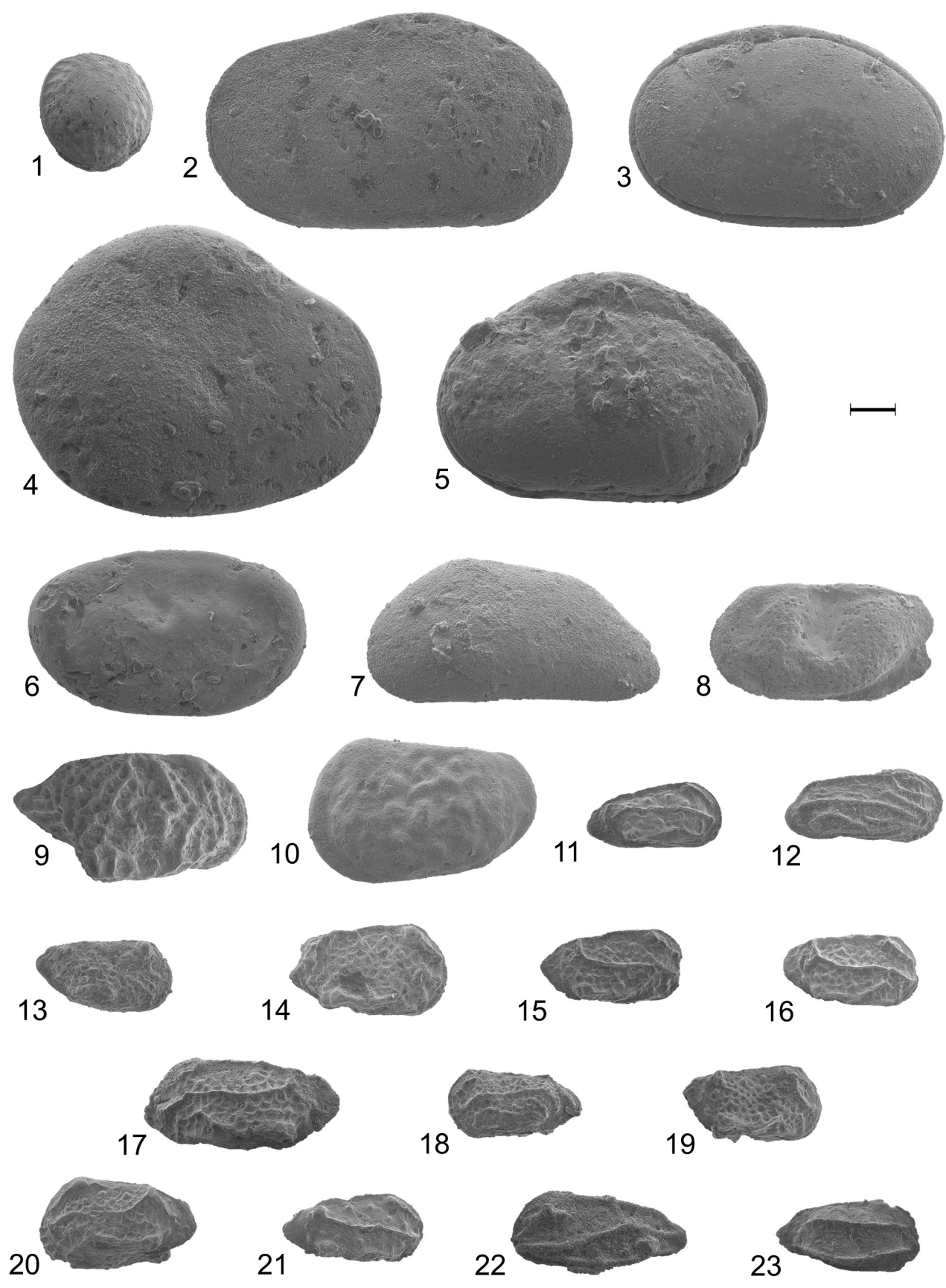
England, Frankreich: Nach Bate (2009) und Bodergerat (1997) umfasst die Triangula-Zone – in Frankreich Triangula-Decorata-Zone – den tieferen Teil des Unter-Bajocium von der Discites- bis zur Laeviuscula-Zone. Die Triangula-Zone wird jeweils gegliedert in die Reticulata-Subzone (E) bzw. die Comica-Reticulata-Subzone (F) und die Carinata-Subzone (Abb. 12), deren Indexarten aus Süddeutschland bisher nicht bekannt geworden sind.

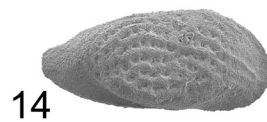
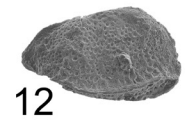
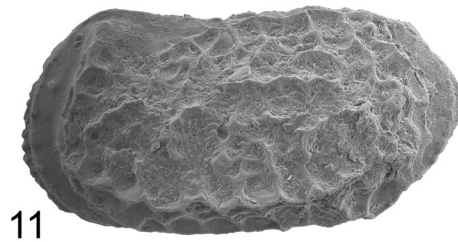
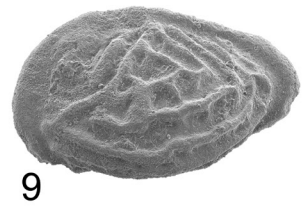
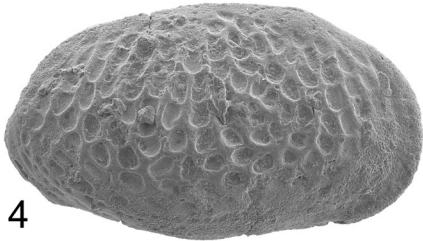
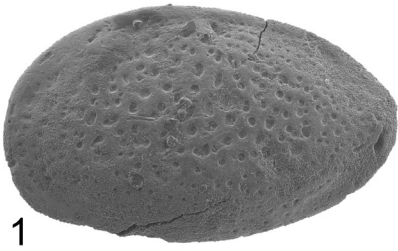
7. Schlussfolgerungen

Der Sowerbyi-Oolith, definitionsgemäß die Basis der Wedelsandstein-Formation, kann vom Untersuchungsgebiet in Richtung Nordosten bis in die Reutlinger Gegend bzw. in Richtung Südwesten bis in das Wutachgebiet nachgewiesen werden. Er bildet lithostratigraphisch einen hervorragenden Leithorizont und ist biostratigraphisch (Discites-Zone) an die Basis des Bajociums zu stellen. Der Sowerbyi-Oolith der östlichen Schwäbischen Alb ist demgegenüber jünger (Ovale-Laeviuscula-Zone) und entspricht biostratigraphisch eher dem Unteren Wedelsandstein. Der Untere Wedelsandstein wird vom Untersuchungsgebiet bis in die Reutlinger Gegend immer geringermächtig und keilt nordöstlich von Reutlingen aus. Der Obere Wedelsandstein, wie der Untere Wedelsandstein eine Tonmergel-/Kalksandstein-Wechselfolge, liegt von der Wutach bis in die Spaichinger Gegend, von dort bis Jungingen und von Jungingen bis in die Reutlinger Gegend jeweils in unterschiedlichen Niveaus in der mächtigen Tonfolge zwischen









Unteren Wedelsandstein und dem Unteren Blaukalk, was eine Parallelisierung erschwert.

Die nur fragmentarisch erhaltenen Ammoniten im Sowerbyi-Oolith (Discites-Zone) gehören zu den Gattungen *Sonninia* und *Hyperlioceras*. Im Unteren Wedelsandstein findet sich wie in der Wutach eine Lage mit großwüchsigen sonniniiden Ammoniten (Übergangsbereich Ovale/Laeviuscula-Zone). In höheren Niveaus, meist angereichert in einer „Hauptfundlage“ finden sich neben sehr seltenen Vertretern der Ootitidae und der Stephanoceratidae vor allem Ammoniten der Gattungen *Sonninia*, *Pelekodites* und *Witchellia* (ältere Trigonalis-Subzone). Am Roschbach konnte im Top des Unteren Wedelsandsteins eine Lage mit *Pseudoshirbuirnia stephani* (jüngere Trigonalis-Subzone) nachgewiesen werden. Die sehr geringe Diversität bei den Ammonitengattungen lässt darauf schließen, dass das Untersuchungsgebiet Teil eines durch Barrieren oder Umweltbedingungen etwas abgeschotteten Schelfbereichs der Tethys war.

Die von Ohmert (1988, 2004) vorgelegte Gliederung des tiefen Unter-Bajocium (Unterer Wedelsandstein) in sechs Mikrofaunenhorizonte kann für den Bereich der Zollernalb bestätigt werden. In den Ammonitenfreien Profilabschnitten kann die Lage der (Sub-)Zonengrenzen z.T. mit Ostrakoden festgelegt werden.

Neben der bereits von Plumhoff (1963) als strati-

tigraphisch wertvoll eingestuften *Plumhofficythere clavatoidea* Luppold, 2003 deutet sich auch für *Cytheropterina alacostata* Franz et al., 2018 sowie die noch unbeschriebene *Eucytherura* sp. 9 eine stratigraphische Verwendbarkeit an. Die bisher nur als Einzelfund vorliegende *Pleurocythere* sp. ist der bisher älteste Vertreter dieser Gattung.

Die Zuordnung der Ammoniten- und Mikrofaunenhorizonte im Untersuchungsgebiet eröffnet weitreichende Korrelationsmöglichkeit mit anderen Gebieten und Bohrkernen, insbesondere auch dann, wenn biostratigraphisch wichtige Ammoniten fehlen. Dies begründet die überregionale Bedeutung dieser Untersuchung.

Dank

Besondere Anerkennung verdient T. Ott (Bisingen-Thanheim). Er entdeckte den Hangrutsch bei Thanheim mit seiner reichen Ammonitenführung, was den Anstoß zu einer Suche nach weiteren Aufschlüssen im Bereich der Zollernalb und letztendlich zu dieser Arbeit gab. Zudem überließ er uns großzügigerweise seine Ammonitenfunde aus dem Unteren Wedelsandstein von Bisingen-Thanheim. A. Hofbauer (Wendlingen) half uns mit seiner Seilerfahrung beim Abbau an der von unten schwierig zugänglichen

(Seite 76) Tafel 9: (1) *Homocytheridea* cf. *punctulata* (Plumhoff), Schicht Th 1, SMNS 70444/1; **(2)** *Pleurocythere* sp., Schicht Th 1, SMNS 70444/2; **(3)** *Kinkelinella* cf. *sermoisensis* (Apostolescu), Schicht Th 5a, SMNS 70444/3; **(4)** *Kinkelinella levata* Ohmert, Schicht Th 3, SMNS 70444/4; **(5)** *Pleurocythere ohmertii* Franz et al., Schicht Th 3, SMNS 70444/5; **(6–7)** *Cytheropterina alacostata* Franz et al. (6) RV, SMNS 70444/6; (7) C, ventral, Schicht Th 3, SMNS 70444/7; **(8)** *Lenticulina* (Ast.) *dictyodes* (Deecke), Schicht Th 3, SMNS 70444/8; **(9)** *Apheocythere recta* Ohmert, Schicht Th 5c, SMNS 70444/9; **(10)** *Procytheropteron stephanodes* Ohmert, Schicht Th 5c, SMNS 70444/10; **(11)** *Cytherelloidea* cf. *cadomensis* Bizon, Schicht Th 5d, SMNS 70444/11; **(12, 13)** *Eucytherura* sp. 9, (12) C, li, SMNS 70444/12, (13) C, dorsal, Schicht Th 5d, SMNS 70444/13; **(14)** *Lenticulina* (Ast.) *carinatocostata* (Deecke), Schicht Th 5d, SMNS 70444/14; **(15)** *Lenticulina* cf. *quenstedtii* (Gümbel), Schicht Th 5a, SMNS 70444/15; **(16)** *Kinkelinella* (Ekt.) *triangula* (Brand), Schicht Th 19u, SMNS 70444/16; **(17)** *Kinkelinella* sp. B Ohmert, Schicht Th 19o, SMNS 70444/17; **(18)** *Progonocythere triangulata* Braun in Ohmert, Schicht Th 19u, SMNS 70444/18; **(19)** *Fuhrbergiella horrida bicostata* Brand & Malz, Schicht Ro 59o, SMNS 70444/19; **(20)** *Haplophragmium* sp., Schicht Th 11, SMNS 70444/20; **(21–22)** *Eocytheridea elongata* Bate (21) RV, Schicht Ro 57u, SMNS 70444/21; (22) RV, innen, Schicht Ro 57o, SMNS 70444/22; **(23)** *Cloughtonella costata* Braun in Ohmert, Schicht Ro 57o, SMNS 70444/23; **(24)** *Garantella semiornata* (Schwager), Schicht Ro 59o, SMNS 70444/24. Maßstab: Nr. 8, 14, 15, 20 und 25: 0,05 mm; alle anderen 0,1 mm.

Anmerkung: Ro = Profil Roschbach, Th = Profil Thanheim

(Seite 77) Tafel 10: (1) *Polycope minor* Michelsen, Schicht Th 25, SMNS 70444/25; **(2)** *Cytherella apostolescui* Ainsworth, Schicht Th 25, SMNS 70444/26; **(3)** *Cytherella* sp., Schicht Ro 63, SMNS 70444/27; **(4, 5)** *Cytherella apostolescui* ssp. (4) RV, Schicht, SMNS 70444/28, (5) C, li, Schicht Th 25, SMNS 70444/29; **(6)** *Cytherelloidea lordi* Ainsworth, Schicht Th 25, SMNS 70444/30; **(7)** *Paracypris bajociana* Bate, Schicht Ro 61, SMNS 70444/31; **(8)** *Patellacythere vulsa* (Jones & Sherborn), Schicht Ro 59o, SMNS 70444/32; **(9)** *Cytheropterina bicuneata* (Braun) in Franz et al., Schicht Ro 63, SMNS 70444/33; **(10)** *Dolocythere tuberculata* Luppold, Schicht Ro 59o, SMNS 70444/34; **(11)** *Tethysia* sp. 1 Tesakova, Schicht Th 5d, SMNS 70444/35; **(12)** ? *Tethysia* sp., Schicht Ro 50o, SMNS 70444/36; **(13)** *Eucytherura* cf. *leufuensis* Musacchio, Schicht Th 5c, SMNS 70444/37; **(14)** *Eucytherura liassica* Bate & Coleman, Schicht Th 1, SMNS 70444/38; **(15, 16)** *Eucytherura* cf. *parairregularis* (Brand) (15) RV, Schicht Th 5d, SMNS 70444/39; (16) RV, Schicht Ro 59u, SMNS 70444/40; **(17)** *Eucytherura transversiplicata* (Bate & Coleman), Schicht Th 19u, SMNS 70444/41; **(18)** *Eucytherura* sp. 1 Tesakova, Schicht Th 27, SMNS 70444/42; **(19)** *Eucytherura* sp. 3 Franz et al., Schicht Th 5c, SMNS 70444/43; **(20)** *Eucytherura* sp. 8, Schicht Th 5c, SMNS 70444/44; **(21)** *Eucytherura* sp. 10, Schicht Th 29, SMNS 70444/45; **(22)** *Acrocythere* sp., Schicht 57u, SMNS 70444/46; **(23)** *Amphicytherura* sp., Schicht Ro 57u, SMNS 70444/47. Maßstab: 0,1 mm.

Anmerkung: Ro = Profil Roschbach, Th = Profil Thanheim

(Seite 78) Tafel 11: (1) *Praeschuleridea punctulata* (Plumhoff), Schicht Th 19u, SMNS 70444/48; **(2)** *Praeschuleridea suevica* (Waagen), Schicht Ro 61, SMNS 70444/49; **(3, 4)** *Praeschuleridea ventriosa* (Plumhoff) (3) LV, SMNS 70444/50, (4) RV, Schicht 19u, SMNS 70444/51; **(5)** *Eocytheridea* cf. *lacunosa* Bate, Schicht Th 3, SMNS 70444/52; **(6)** *Cloughtonella costata* Braun in Ohmert, Schicht Ro 59o, SMNS 70444/53; **(7)** *Kinkelinella* cf. *debilis* Bate & Coleman, Schicht Ro 61, SMNS 70444/54; **(8)** *Kinkelinella levata* Ohmert, Schicht Th 5c, SMNS 70444/55; **(9)** *Kinkelinella* (Ekt.) *triangula* (Brand), Schicht Th 19o, SMNS 70444/56; **(10)** *Kinkelinella* sp. B Ohmert, Schicht Th 25, SMNS 70444/57; **(11)** *Fuhrbergiella horrida bicostata* Brand & Malz, Schicht 57o, SMNS 70444/58; **(12)** Gen. et sp. indet. 5 Franz et al., Schicht Th 25, SMNS 70444/59u; **(13)** Gen. et sp. indet. I, Schicht Th 5c, SMNS 70444/60; **(14)** Gen. et sp. indet. II, Schicht Ro 59o, SMNS 70444/61. Maßstab: 0,1 mm.

Anmerkung: Ro = Profil Roschbach, Th = Profil Thanheim

Abbruchwand bei Bisingen-Thenheim. C. Tetzl (Freiburg) half dankenswerterweise bei der Profilaufnahme und Probennahme. Mit R. B. Chandler (Whytleaf), N. Ainsworth (St. Albans), A. Lord (Frankfurt/London) und E. Tesakova (Moskau) wurden zahlreiche Diskussionen geführt. U. Hummel (Überlingen-Deisendorf) gestatte dem Erstautoren (V.D.) mehrfach Untersuchungen seiner genau horizontalen Ammonitenaufsammlungen aus dem Unteren Wedelsandstein vom Scheffheu und vom Eichberg (Wutachgebiet). Außerordentlichen Dank schulden wir auch E. Scherer (Mössingen-Talheim), der die auf Taf. 7 abgebildete *Emileia* mit großem Aufwand gewohnt meisterhaft präparierte. Besonders bedanken möchten wir uns auch bei C. Gasco Martín (Stuttgart) für die REM-Aufnahmen. Herzlicher Dank an A. Schill und S. Wendt (beide Freiburg) für die sorgfältige Aufbereitung der Mikroproben. G. Fischer, B. Schmücking und A. Ziller (alle Freiburg) erstellten in gewohnt guter Qualität die Abbildungen und Ostrakoden-Tafeln. Ausdrücklich gedankt sei auch dem Gutachter G. Schweigert (Stuttgart).

8. Literaturverzeichnis

- Bate RH. 2009. Middle Jurassic (Aalenian – Bathonian). In: JE Whittaker, MB Hart (Hrsg.). Ostracods in British Stratigraphy. The Micropalaeontological Society, Special Publications, London, 199–233.
- Bayer U. 1969. Die Gattung *Hyperlioceras* Buckman (Ammonoidea, Graphoceratidae) aus dem Unter-Bajocium (*discites*-Schichten), insbesondere vom Wutachtal (Südbaden). Jahresberichte und Mitteilungen des oberrheinischen geologischen Vereins, Neue Folge, 51, 31–71.
- Bodergat AM. 1997. Les ostracodes marins du Jurassique Européen – Utilisation stratigraphique. Groupe française d'étude du Jurassique (Hrsg.). Biostratigraphie du Jurassique Ouest-Européen et Méditerranéen. Bulletin du Centre des Recherches Elf Exploration-Production, Mémoires, 17, 197–223.
- Brand E, Fahrion H. 1962. B 4. Dogger NW-Deutschlands. In: W Simon, H Bartenstein (Hrsg.). Leitfossilien der Mikropaläontologie, 123–158.
- Brand E, Mönnig E. 2009. Litho- und Biostratigraphie des Mitteljura (Dogger) in Bohrungen Norddeutschlands. Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 54, 5–73.
- Buckman SS. 1887–1907. A Monograph of the ammonites of the Inferior Oolite Series. Palaeontographical Society Monographs, London, The Palaeontographical Society, ccxii + 456 S.
- Buckman SS. 1909–1930. Yorkshire Type Ammonites/Type Ammonites, 1–7; London (Wheldon & Wesley), 790 Taf.
- Callomon JH, Chandler RB. 1990. A review of the ammonite horizons of the Aalenian – Lower Bajocian stages in the Middle Jurassic of Southern England. In: S Cresta, G Pavia. (Hrsg.), Atti del meeting sulla stratigrafia del Baiociano. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, 40, 88–111.
- Chandler RB, Callomon JH, King A, Jeffreys K, Varah M, Bentley A. 2006. The stratigraphy of the Inferior Oolite at South Main Road Quarry, Dundry, Avon. Proceedings of the Geologists' Association 117, 345–375.
- Dietl G. 2013. Der Braunjura am Fuß der Schwäbischen Alb. Fossilien, Sonderheft 2013, 62 S.
- Dietze V, Auer W, Chandler RB, Neisser E, Hummel U, Wannemacher N, Dietl G, Schweigert G. 2012. Die Ovale-Zone (Mitteljura, Unter-Bajocium) an ihrer Typuslokalität bei Achdorf (Wutach-Gebiet, Südwestdeutschland). Zitteliana A 52, 97–118.
- Dietze V, Callomon JH, Schweigert G, Chandler RB. 2005. The ammonite fauna and biostratigraphy of the Lower Bajocian (Ovale and *Laeviuscula* zones) of E Swabia (S Germany). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie B, 353, 1–81.
- Dietze V, Chandler RB, Schweigert G, Auer W. 2001. New Stephanoceratids (Ammonitina) from the Lower Bajocian of Bruton (Somerset, S England) and Achdorf (Wutach area, SW Germany). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie B, 1–21.
- Dietze V, Chandler RB, Schweigert G. 2003. *Witchellia pseudoromanoides* n. sp. (Ammonoidea, Sonniniidae) aus der *Laeviuscula*-Zone (Mittlerer Jura, Unter-Bajocium) der östlichen Schwäbischen Alb (Süddeutschland). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie B, 337, 1–25.
- Dietze V, Franz M, Dietl G. 2010. Ammoniten aus dem Übergangsbereich Ovale-/*Laeviuscula*-Zone (Unter-Bajocium) des Unteren Wedelsandsteins von Zillhausen (Westalb, Süddeutschland). Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg 166, 23–30.
- Dietze V, Franz M, Kutz M, Waltschew A. 2017. Stratigraphy of the Middle Jurassic Sengenthal Formation of Polsingen-Ursheim (Nördlinger Ries, Bavaria, Southern Germany). Palaeodiversity, 10, 49–95.
- Dietze V, Kutz M, Franz M, Bosch K. 2009. Stratigraphy of the Kahlenberg near Ringsheim (Upper Rhine Valley, SW Germany) with emphasis on the *Laeviuscula* and *Sauzei* zones (Lower Bajocian). Palaeodiversity, 2, 19–65.
- Engel T. 1908. Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. Stuttgart, Schweizerbart, 645 S.
- Erb H. 1938. Die Geologie der Braun-Jura-Landschaft um Beuren bei Hechingen. Hohenzollerische Jahreshefte, 5, 328–357.
- Franz M. 1986. Ökologie und Fazies der Oolithhorizonte im Bajocium Süddeutschlands. Dissertation Universität Heidelberg, 313 S.
- Franz M, Rohn J. mit Beiträgen von Finger P, Grimm B. 2004. Erläuterungen zum Blatt 8117 Blumberg. 3., völlig neu bearb. Aufl. – Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000: VII + 196 S.
- Franz M, Ebert M, Stulpinaite R. 2018. Aalenian – Lower Bajocian (Middle Jurassic) ostracods from the Geisingen clay pit (SW Germany). Palaeodiversity, 11, 59–105.
- Franz M, Schaaf D, Schmidt S, Schweizer V., mit Beiträgen von Hüttner R, Müller S, Münzing K. 1987. Erläuterungen zu Blatt 7719 Balingen. Geologische Karte 1 :25 000 von Baden-Württemberg. 146 S.
- Franz M, Tesakova, E, Beher, E. 2009. Documentation and revision of the index ostracods from the Lower and Middle Jurassic in SW Germany according to Buck (1954). Palaeodiversity, 2, 119–167.
- Hahn W. 1975. Erläuterungen zu Blatt 7620 Jungingen. 1. Auflage, Geol. Kt. 1:25.000 Baden-Württemberg: 89 S.; Stuttgart.
- Kiefer E. 1984. Der Braunjura gamma Südwestdeutschlands unter besonderer Berücksichtigung der Blaukalkschichten. Diplomarbeit Universität Heidelberg. 89 S. [unveröff.].
- Kiefer E, Schweizer V. 1986. Bankungstypen im Braunjura γ (Unter-bajocium) der westlichen Schwäbischen Alb und des südlichen Oberrheingrabens (Südwestdeutschland). Eine lithologische Methode für Stratigraphie und Faziesbeschreibung. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, 1986 (7), 431–443.
- Luppold FW. 2003. Neue und seltene Index-Foraminiferen und Ostrakoden aus dem Jura NW-Deutschlands. Senckenbergiana lethaea, 83 (1/2), 15–37.
- Luppold FW. 2012. Ostracod assemblages from the Middle Jurassic of NW Germany with special reference to the *Sowerbyi* ammonite Zone (Early Bajocian, Jurassic). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, 266 (3), 217–238.
- Oechsle E. 1958. Stratigraphie und Ammonitenfauna der Sonninienschichten des Filsgebietes unter besonderer Berücksichtigung der *Sowerbyi*-Zone (Mittlerer Dogger, Württemberg). Palaeontographica, Abteilung A, 111: 47–129.
- Ohmert W. 1988. The Ovalis Zone (Lower Bajocian) in the Type area, Southwestern Germany. In: RB Rocha, AF Soares. (Hrsg.): 2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphy, 255–268; Lisboa.

- Ohmert W. 2004. Ammoniten-Faunen im tiefen Unter-Bajocium des Reutlinger Gebiets (mittlere Schwäbische Alb) [mit einem Anhang zur Ostracoden-Stratigraphie]. Jahreshefte des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg 40, 9–141.
- Quenstedt FA. 1856–1857. Der Jura. Tübingen, Laupp, 842 S.
- Reisdorf AG, Hostettler B, Jaeggi D, Deplazes G, Bläsi H, Morard A, Feist-Burkhardt S, Waltschew A, Dietze V, Menkveld-Gfeller U. 2016. Litho- and biostratigraphy of the 250 m-deep Mont Terri BDB-1 borehole through the Opalinus Clay and bounding formations, St-Ursanne, Switzerland. Mont Terri Project, Technical Report 2016-02. 59 S.
- Rieber A. 1922. Die neuen Braun-Juraaufschlüsse bei Zillhausen im Vergleich mit den Nachbargebieten. Dissertation Universität Tübingen. 120 S. [unveröff.].
- Riegraf W. 1980. Revision der Belemniten des Schwäbischen Jura. Teil 7. Palaeontographica, Abteilung A, 169 (4–6), 128–206.
- Riout M, Contini D, Elmi S, Gabilly J, Mouterde R. 1997. Bajocien. In: É Cariou, P Hantzpergue (Hrsg.), Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen. Bulletin du Centre des Recherches Elf Aquitaine Exploration et Production, Mémoires 17, 41–53.
- Sadki D., Weis R., Haas R. 2015. Ammonites et bélemnites des „Couches à *Sonninia*“ (Bajocien inférieur) du Grand-duché de Luxembourg. In: Weis R., Thuy B. (Hrsg.), Le Jurassique au Luxembourg (1). Vertébrés, échinodermes et céphalopodes du Bajocien. Ferrantia – Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg, 71, 53–86.
- Sandoval J. 1983. Bioestratigrafía y Paleontología (Stephanocerataceae y Perisphinctaceae) del Bajocense y Bathonense en las Cordilleras Béticas. Tesis Doctoral Universidad de Granada (unveröffentlicht), 613 Seiten.
- Sandoval J, Chandler RB. 2000. The sonniniid ammonite *Euhoplloceras* from the Middle Jurassic of South-west England and Southern Spain. Palaeontology, 43 (3), 495–532.
- Sanns M, Schweizer V. 1987. Zur Fazies und Genese des Ober-Aalenium (Braunjura β) der südwestlichen Schwäbischen Alb. Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 29, 125–143.
- Schmierer T. 1926. Blatt Thanheim (Balingen). Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, 64 S.
- Tesakova EM. 2017. Biostratigraphie du Jurassique moyen des sondages Benken et Schlattingen-1 (Nord de la Suisse) établie sur la base de la répartition des ostracodes. NAGRA Arbeitsbericht NAB 17-41. 77 S.
- Waagen W. 1867. Über die Zone des *Ammonites sowerbyi*. Benekes geognostisch-paläontologische Beiträge, 1/3: 509–713.
- Weis R, Mariotti N. 2008. A belemnite fauna from the Aalenian-Bajocian boundary beds of the Grand Duchy of Luxembourg (NE Paris Basin). Bolletino della Società Paleontologica Italiana, 46 (2-3), 149–174.
- Weis R., Mariotti N., Riegraf W. 2012. The belemnite family Holcobelidae (Coleoidea) in the European Jurassic: systematics, biostratigraphy, palaeobiogeography and evolutionary trends. Palaeodiversity, 5, 13–49.

