

**Revision des Tressensteinkalkes: Neuinterpretation der späten
Ober-Jura- bis ?Unter-Kreide-Entwicklung
des Plattform-Becken-Überganges der
Plassen-Karbonatplattform (Österreich, Nördliche Kalkalpen)**

**Revision of the Tressenstein Limestone: reinterpretation of the
late Late Jurassic to ?Early Cretaceous platform-basin transition of the
Plassen Carbonate Platform (Austria, Northern Calcareous Alps)**

Von

HANS-JÜRGEN GAWLICK & FELIX SCHLAGINTWEIT

Mit 14 Abbildungen
With 14 figures

Schlüsselwörter:
Nördliche Kalkalpen
Ober-Jura
Plassen-Karbonatplattform
Tressensteinkalk
Barmsteinkalk
Biostratigraphie
Paläogeographie

Key words:
Northern Calcareous Alps
Late Jurassic
Plassen Carbonate Platform
Tressenstein Limestone
Barmstein Limestone
Biostratigraphy
Palaeogeography

Anschriften der Verfasser, Addresses of the authors:

HANS-JÜRGEN GAWLICK
Montanuniversität Leoben
Department für Angewandte Geowissenschaften und Geophysik
Lehrstuhl Prospektion und Angewandte Sedimentologie
Peter-Tunner-Strasse 5
A-8700 Leoben, Austria
e-mail: hans-jürgen.gawlick@mu-leoben.at

FELIX SCHLAGINTWEIT
Lerchenauer Strasse 167
80935 München, Germany
e-mail: ef.schlagintweit@t-online.de

Journal of Alpine Geology	51	S. 1-30	Wien 2009
----------------------------------	-----------	----------------	------------------

Inhalt

Zusammenfassung.....	3
Abstract.....	3
1. Einleitung, Historie und Problemsstellung.....	4
2. Der Tressenstein.....	7
2.1. Untersuchungsgeschichte des Tressensteines.....	7
2.2. Geologischer Rahmen.....	9
2.3. Die Schichtfolge des Tressensteines.....	9
2.3.1. Liegendteil des Hauptprofils.....	10
2.3.2. Das Hauptprofil.....	12
2.4. Mikropaläontologie der Resedimente des Tressensteines.....	14
2.5. Biostratigraphische Einstufung der Resedimente des Tressensteines.....	15
3. Der Hornkogel.....	18
3.1. Geologischer Rahmen.....	18
3.2. Die Schichtfolge des Hornkogels.....	18
3.3. Mikropaläontologie der Ober-Jura-Schüttungen des Hornkogels.....	19
3.4. Biostratigraphische Einstufung der Resedimente des Hornkogels.....	19
4. Diskussion der Ergebnisse.....	21
4.1. Faziesinterpretation der Schichtfolge des Tressensteines und des Hornkogels und Mikrofazies der umgelagerten Klasten.....	21
4.1.1. Tressenstein.....	21
4.2. Nomenklatur der Formationen im Plattform-Becken-Übergangsbereich der Plassen-Karbonatplattform.....	24
4.3. Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform.....	25
4.4. Entwicklung der Trattberg-Schwelle im Tithonium.....	25
4.5. Paläogeographische Position des Tressensteines und des Hornkogels.....	26
5. Schlussfolgerungen.....	26
Dank.....	27
Literatur.....	27

Contents

Zusammenfassung.....	3
Abstract.....	3
1. Introduction, history and problems.....	4
2. Mount Tressenstein.....	7
2.1. History of investigations on Mount Tressenstein.....	7
2.2. Geological overview.....	9
2.3. Sedimentary succession of Mount Tressenstein.....	9
2.3.1. Basal part of the sedimentary succession.....	10
2.3.2. The main part of the sedimentary succession.....	12
2.4. Micropalaeontology of the resediments of Mount Tressenstein.....	14
2.5. Biostratigraphy of the resediments of Mount Tressenstein.....	15
3. Mount Hornkogel.....	18
3.1. Geological overview.....	18
3.2. Sedimentary succession of Mount Hornkogel.....	18
3.3. Micropalaeontology of the Late Jurassic resediments of Mount Hornkogel.....	19
3.4. Biostratigraphy of the resediments of Mount Hornkogel.....	19
4. Discussion of the results.....	21
4.1. Interpretation of the facies of Mount Tressenstein and Mount Hornkogel and microfacies of the clasts.....	21
4.1.1. Mount Tressenstein.....	21
4.2. Nomenclature discussion on the formations of the Plassen Carbonate Platform.....	24
4.3. History of the Plassen Carbonate Platform.....	25
4.4. Tithonian evolution of the Trattberg Rise.....	25
4.5. Palaeogeographic position of Mount Tressenstein and Mount Hornkogel.....	26
5. Conclusions.....	26
Acknowledgements.....	27
References.....	27

Zusammenfassung

Die Kenntnis der Entwicklung der Hang-Fazies („Tressensteinkalk“) und ihrer Interaktion mit der Becken-Fazies ist einer der Schlüssel für die Rekonstruktion der Sedimentationsdynamik der oberjurassisch-unterkretazischen (Ober-Oxfordium bis frühes Ober-Berriasium) Plassen-Karbonatplattform der Nördlichen Kalkalpen. Deshalb wurden die Typlokalität des Tressensteinkalkes, der Tressenstein bei Bad Aussee im österreichischen Salzkammergut und eine äquivalente Abfolge am Hornkogel östlich von Bad Goisern neu untersucht.

Am Tressenstein handelt sich um eine sedimentäre Abfolge von Mass-Flow-Brekzien, Calciturbiditen und kleineren Gleitschollen, die in Beckensedimente (Radiolarien-Spicula- und Calpionellen-Wackestones) eingelagert sind und die zur Oberalm-Formation gestellt werden. Der „Tressensteinkalk“ überlagert bunte Ammoniten-führende kondensierte (Rot-)Kalke, die keinen Flachwasserdetritus führen und die irrtümlicherweise mit den *Acanthicus*-Kalken (= Agatha-Kalk = Kimmeridgian-Tithon) gleichgesetzt wurden. Diese Rotkalke sind in das Unter-Tithonium zu stellen, einer Zeit mit niedrigem Meeresspiegelstand und Emersion in Bereichen der Plassen-Karbonatplattform. Frühere Angaben zu der Interpretation des „Tressensteinkalkes“ als Plattformhang-sedimente der Plassen-Karbonatplattform des Zeitbereiches Ober-Oxfordium bis frühes Ober-Berriasium können nicht bestätigt werden. Die grobkörnigen Resedimente am Tressenstein sind stattdessen Beckenablagerungen des Ober-Tithoniums bis ?Unter-Berriasiums. Der Beginn der Ablagerung der Resedimente am Tressenstein ist zeitlich relativ konform mit einem ersten Vertiefungsereignis der lagunären Bereiche der Plassen-Karbonatplattform.

Im Ober-Tithonium, zeitgleich mit dem Zerbrechen bzw. Abtauchen der Trattberg-Schwelle und ihrer nördlichen Äquivalente (z. B. Brunnwinkl-Schwelle), wurde die Subsidenz dort zunächst durch verstärkte Karbonatproduktion ausgeglichen. Der massive Export von Karbonatdetritus in die angrenzenden Becken resultierte in einem relativ abrupten lithologischen Wechsel von radiolaritischer zu karbonatischer Sedimentation. Während des späten Tithoniums bis frühen Berriasiums war die Vertiefung der zentralen Plassen-Karbonatplattform bis zu ihrem finalen Abtauchen von zunehmenden Massenmobilisierungen (Barmsteinkalk-Megabrekzien) begleitet. Die Abfolgen des Tressensteines und der Barmsteine an ihren Typlokalitäten zeigen nur wenig Unterschiede in ihren lithologischen Entwicklungen, beide beinhalten aber altersgleiche Mass-Flow-Brekzien und Kalkturbidite, die in hemipelagische Calpionellen-Biomikrite der Oberalm-Formation eingeschaltet sind. Ein eindeutiges und anwendbares Unterscheidungskriterium kann weder im kleinräumigen regionalen Maßstab noch zeitlich definiert werden. Barmsteinkalk und Tressensteinkalk wurden im 19. bzw. frühem 20. Jahrhundert lithostratigraphisch informell definiert. Der Begriff Barmsteinkalk hat jedoch Priorität, da er rund 50 Jahre früher aufgestellt wurde.

Der klassische Begriff „Tressensteinkalk“ für die Hang-Sedimente der Plassen-Karbonatplattform kann deshalb nicht länger beibehalten werden.

Abstract

The knowledge of the evolution of the slope facies (“Tressenstein Limestone”) and the interaction with the basinal facies is one key for the reconstruction of the sedimentary dynamics of the Alpine Late Jurassic to Early Cretaceous (Late Oxfordian to early Late Berriasian) Plassen Carbonate Platform. For this reason, the type-locality of the Tressenstein Limestone (Tressenstein Formation), Mount Tressenstein near Bad Aussee in the Austrian Salzkammergut, and the equivalent section Hornkogel were re-investigated.

The sedimentary succession at Mount Tressenstein represents a series of mass-flow breccias, calciturbidites and slide blocks alternating with basinal wackestones of the Oberalm Formation with radiolarians, spicula and calpionellids. The “Tressenstein Limestone” at the type-locality overlies variably-coloured condensed cephalopod limestones, erroneously equated with the *Acanthicus* Limestone (= Agatha Formation = Kimmeridgian-Early Tithonian age). The latter is assigned to the Early Tithonian, a time of low sea-level and emersion of parts of the Plassen Carbonate Platform. Previous assumptions of the Tressenstein Limestone to represent the slope deposits of the Late Oxfordian to early Late Berriasian Plassen Carbonate Platform are incorrect approaches. In fact, the coarse-grained resediments of Mount Tressenstein were deposited in a basin and are of Late Tithonian to ?Early Berriasian age and therefore time- and facies-equivalent to the Barmstein Limestone. The onset of deposition of the Mount Tressenstein resediments seems to be conform with the first deepening event in the lagoonal areas of the Plassen Carbonate Platform.

Their subsidence was counterbalanced by enhanced carbonate production during the Late Tithonian, contemporaneously with the break-down or drowning of the Trattberg Rise and northern equivalents (e.g., Brunnwinkl Rise). The massive export of carbonate detritus into the adjacent basins resulted in the lithologic change from radiolarites to carbonates. During the latest Tithonian to Early Berriasian the deepening of the central Plassen Carbonate Platform was accompanied with increased mass mobilizations (Barmstein Limestone megabreccias) before its final drowning. The successions of the type-localities of the “Tressenstein Limestone” and the Barmstein Limestone show little differences in their lithologic evolution, but both comprise mass-flow breccias and calciturbidites of the same age intercalated in hemipelagic calpionellid-bearing biomicrites of the Oberalm Formation. An unambiguous and applicable criterion for distinction of both on a smaller regional scale or in their stratigraphic range can not be defined. Both terms were established in the 19th and early 20th century in no accordance with formal lithostratigraphic framework. However, since the term Barmstein Limestone was introduced about 50 years earlier it clearly must have priority. “Tressenstein Limestone” as the classical term for slope and reef near sediments of the Plassen Carbonate Platform cannot be used any longer.

1. Einleitung, Historie und Problemstellung

Die Nördlichen Kalkalpen repräsentieren ein Schlüsselgebiet für die Rekonstruktion der geodynamischen Entwicklung des gesamten westlichen (Neo)Tethysraumes, speziell der Ostalpen (z. B. TOLLMANN 1985, HAAS et al. 1995, GAWLICK et al. 1999a). Für die Rekonstruktion der geodynamischen Entwicklung im späten Mittel-Jura, Ober-Jura und der frühen Unter-Kreide kommt neben der Sedimentationsgeschichte der Radiolaritbecken auch jener der oberjurassischen bis unterkretazischen Plassen-Karbonatplattform, bestehend aus der Wolfgangsee-Karbonatplattform im Norden (GAWLICK et al. 2007a), der im zentralen Bereich gelegenen Plassen-Karbonatplattform s. str. und der Lärchberg-Karbonatplattform im Süden (SCHLAGINTWEIT & GAWLICK 2007, GAWLICK et al. 2009), eine entscheidende Bedeutung zu. Die verschiedenen, sich nacheinander entwickelnden Radiolaritbecken können - mit Ausnahme des Sillenkopf-Beckens, das ein Tiefwasser-Restbecken darstellt - heute als karbonatklastische Tiefwasserbecken (trenches) im Zusammenhang mit dem Schließen der (Neo)Tethys interpretiert werden (GAWLICK et al. 1999a, GAWLICK & FRISCH 2003 - cum Lit.). Deren Überlagerung, die Plassen-Karbonatplattform i. S. von GAWLICK & SCHLAGINTWEIT (2006) wird vielfach als neoautochthone Überdeckung interpretiert, entstanden unter Bedingungen relativer tektonischer Ruhe (= jurassische Neoautochthonie; MANDL 1982, 2000, TOLLMANN 1985, RASSER im Druck). Dem steht die Auffassung gegenüber, dass die Plassen-Karbonatplattform unter meist tektonisch hochmobilen

Bedingungen - mit Einengung, Dehnung, Hebung und raschem Ertrinken - gebildet wurde, verbunden mit einer komplexen, sich ständig verändernden Plattform-Becken-Geometrie (GAWLICK 2000, MISSONI et al. 2001, SCHLAGINTWEIT et al. 2003, 2005a, GAWLICK et al. 2005, SCHLAGINTWEIT & GAWLICK 2007, 2008).

Bis heute unverstanden ist das tektonisch induzierte Ereignis im Grenzbereich Früh-/Spät-Tithonium, das besonders im Tief-Tirolikum und wahrscheinlich auch in dem sich nördlich anschließenden Bajuvarikum den Sedimentationsumschlag von radiolaritischer zu rein karbonatischer Sedimentation und die Umlagerung von großen Massen an Flachwasserkarbonaten (Barmsteinkalke) bedingte (STEIGER 1981, GAWLICK et al. 2005, 2007b), gleichzeitig mit der Bildung von steilen Abschiebungen im Bereich der Deckenstirn der Trattberg-Schwelle (MISSONI 2003, SCHLAGINTWEIT & GAWLICK 2007). Für die Rekonstruktion der geodynamischen Entwicklung als Ursache dieser Veränderungen im Zeitbereich Tithonium bis Berriasium kommt vor allem den im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (Abb. 1, Abb. 2) auftretenden Flachwasserkarbonaten der Plassen-Karbonatplattform i.e.S. und ihren Resedimenten (Barmsteinkalke) im Becken bzw. dem Plattform-Becken-Übergangsbereich eine zentrale Stellung zu (SCHLAGINTWEIT & GAWLICK 2007, 2008).

Um die unterschiedlichen Sedimente der Plassen-Karbonatplattform (Abb. 3) neben der genetischen Interpretation auch nomenklatorisch einordnen und verstehen zu können, war es in einem ersten Schritt zunächst erforderlich gewesen, die Typlokalitäten, den Plassen bei Hallstatt

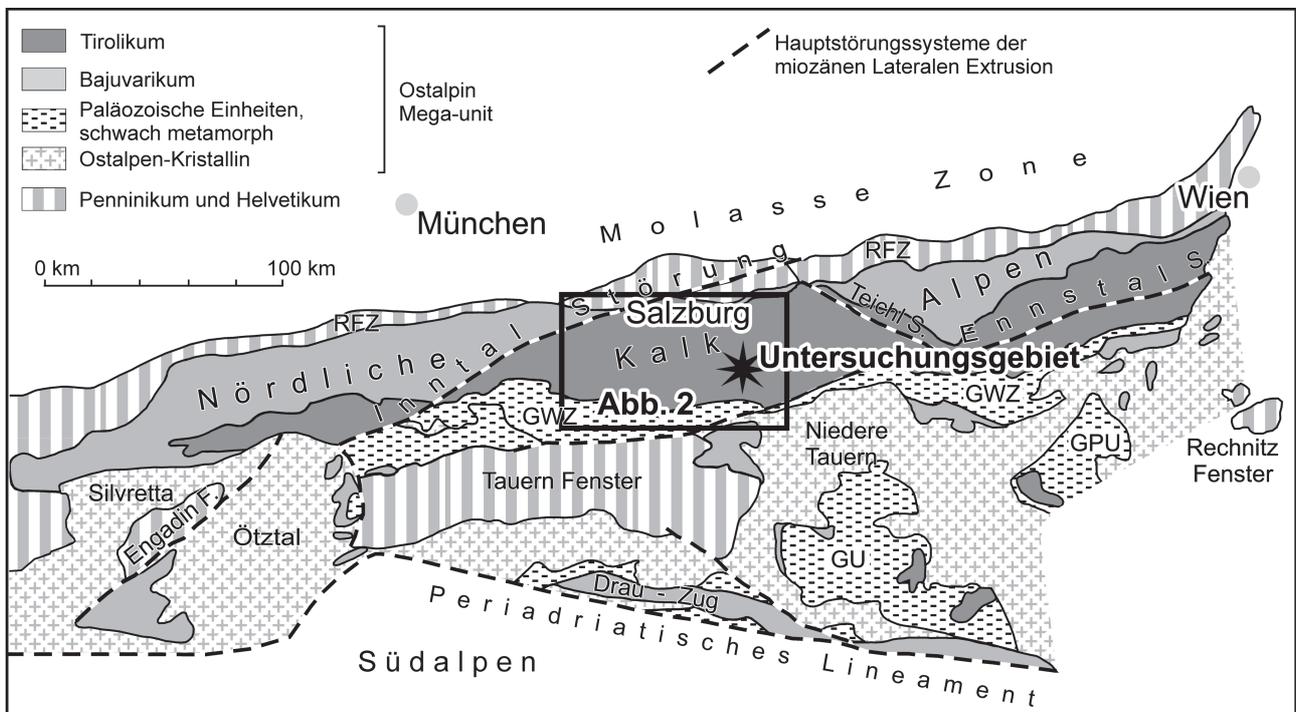


Abb. 1: Geologischer Überblick über die Ostalpen (nach TOLLMANN 1977) und Lage des Untersuchungsgebietes. GPU = Grazer Paläozoikum, GU = Gurktaler Decke, GWZ = Grauwacken-Zone, RFZ = Rhenodanubische Flysch-Zone.

Fig. 1: Geological overview of the Eastern Alps (after TOLLMANN 1977) and geographic position of the study area. GPU = Graz Palaeozoic Unit, GU = Gurktal Unit, GWZ = Greywacke Zone, RFZ = Rhenodanubian Flysch Zone.

(v. HAUER 1850), die Barmsteine bei Hallein (GÜMBEL 1861) und in dieser Arbeit den Tressenstein bei Altaussee (MOJISOVICS 1905) neu zu untersuchen, insbesondere deren fazielle Entwicklung in Abhängigkeit von ihrer jeweiligen Unterlagerung und des stratigraphischen sowie des paläogeographischen Kontextes. Während der Plassen als Typlokalität der Plassen-Formation (SCHLAGINTWEIT et al. 2003, 2005a) und die Barmsteine als Typlokalität der Barmsteinkalke (GAWLICK et al. 2005) neu bearbeitet wurden, stand dieses für den Tressenstein als Typlokalität des Tressensteinkalkes im Bereich des Hoch-Tirolikums sensu FRISCH & GAWLICK (2003) (Abb. 1, Abb. 2, Abb. 3) nach wie vor aus. Gerade der Tressensteinkalk hat aber, wie der nachfolgende historische Abriss zeigt, in der Vergangenheit die unterschiedlichsten Angaben/Interpretationen zum Ablagerungsmilieu, stratigraphischen Umfang und auch seiner paläogeographischen sowie geodynamischen Stellung erfahren.

Erste neue Untersuchungen (SCHLAGINTWEIT et al. 2005b) haben gezeigt, dass der Tressenstein nördlich Bad Aussee nur den engen Zeitabschnitt des höheren Tithonium umfasst und somit nicht den gesamten Zeitabschnitt der Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform im Übergangsbereich Plattform-Becken abdeckt (Kimmeridgium bis Berriasium). Da das höhere Tithonium aber einen Zeitabschnitt mit einer bedeutenden tektonischen Umstellung im Bereich der Nördlichen Kalkalpen und damit des (Neo) Tethysnordwestrandes darstellt, ist es wichtig, die Entwicklung der Schichtfolge der Typlokalität mit einer Entwicklung aus dem Kimmeridgium, d. h. aus der ersten Phase der Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform, zu vergleichen, um eventuell ausgebildete Unterschiede auch

karbonatplattformdynamisch interpretieren zu können. Für diesen Vergleich der Kimmeridgium- und Tithonium/Berriasium-Schichtfolgen bieten sich der Plassen westlich von Hallstatt (SCHLAGINTWEIT et al. 2003) und der Rettenstein bei Filzmoos (AUER et al. 2006, 2008, SCHLAGINTWEIT et al. 2006a) an. Beide Lokalitäten liegen aber heute geographisch weit südlich des Tressensteines (Abb. 2), so dass das auf gleicher geographischer Breite und nur ca. 10 km westlich liegende Jura- bis Unter-Kreide-Profil des Hornkogels, welches auch den Zeitbereich Kimmeridgium-Tithonium umfassen soll (SCHÄFFER 1982), sich als Vergleichsprofil anzubieten schien und deswegen neu untersucht wurde.

Für die Neuuntersuchung des „Tressensteinkalkes“ wurden an dessen Typlokalität, dem Tressenstein nördlich von Bad Aussee, mehr als 130 Dünnschliffe ausgewertet, die entlang von ausgewählten Profilabschnitten die gesamte Schichtfolge von der Basis bis zum Top erfassen (Abb. 4). Für die Untersuchung des Referenzprofils Hornkogel östlich von Bad Goisern und rund 10 km westlich vom Tressenstein wurden ungefähr 100 Dünnschliffe ausgewertet. Der Hornkogel stellt im zentralen Salzkammergut das einzig verbleibende Vorkommen von „Tressensteinkalk“ dar, da die anderen Lokalitäten im zentralen Salzkammergut, die bisher als Tressensteinkalk kartiert und interpretiert wurden (vgl. SCHÄFFER 1982) sich als Barmsteinkalke innerhalb der Oberalm-Formation herausgestellt haben: Sarstein - GAWLICK et al. (2006); Höherstein-Plateau und Sandling - GAWLICK et al. (2007b); Jochwand, Ewige Wand - z. B. SCHLAGINTWEIT & GAWLICK (2007); Loser, Zwerchwand (unveröffentlichte Daten).

Das Belegmaterial zu dieser Arbeit wird an der Montan-

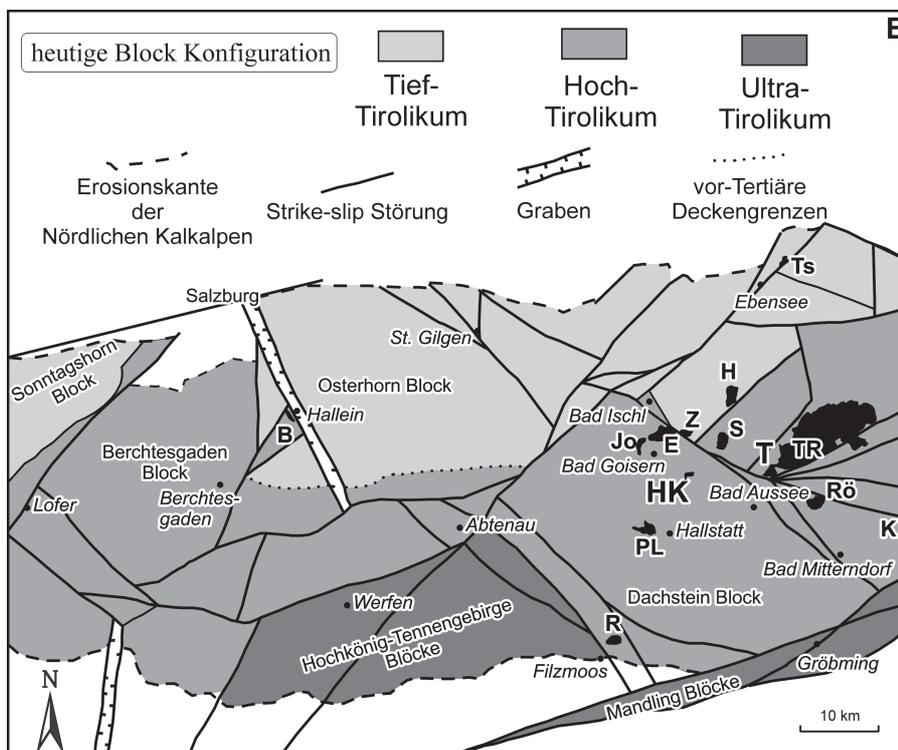
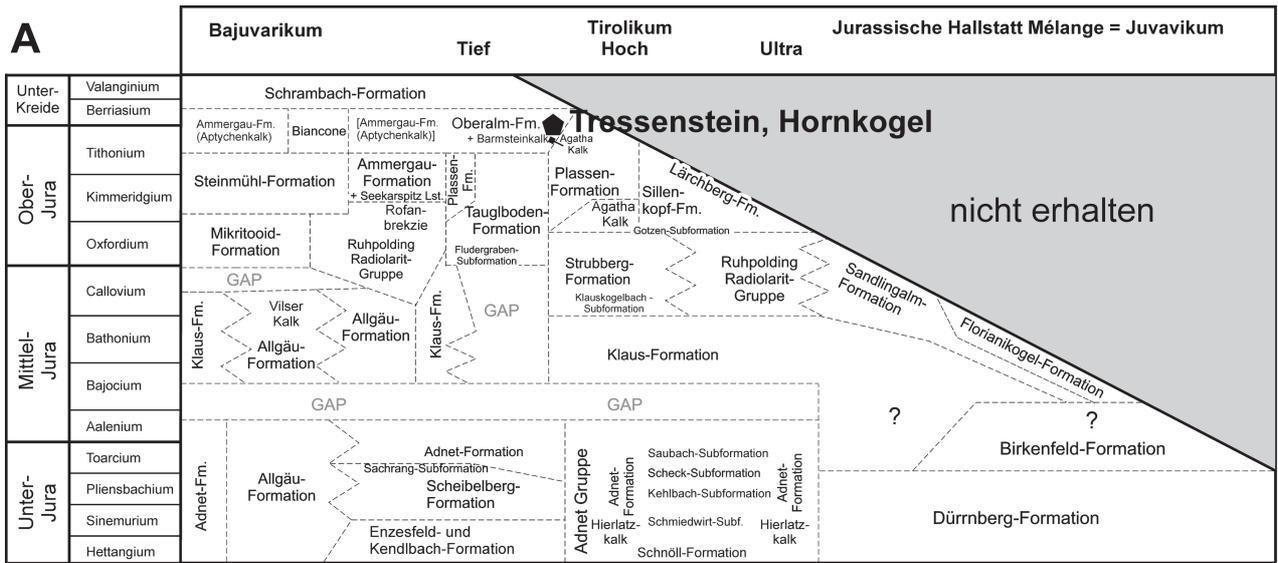


Abb. 2: Vorkommen der in-situ Flachwassersedimente der Plassen-Karbonatplattform und ihrer Resedimente (Barmsteinkalke), Lage des Tressensteines (T) und des Hornkogels (HK) im Bereich des Hoch-Tirolikums sensu FRISCH & GAWLICK (2003) sowie der anderen im Text erwähnten Lokalitäten.

B = Barmsteine, E = Ewige Wand, H = Höherstein, HK = Hornkogel, Jo = Jochwand, K = Krahstein, PL = Plassen, R = Rettenstein, Rö = Rötelsstein, S = Sandling, T = Tressenstein, TR = Trisselwand, Ts = Traunsee, Z = Zwerchwand.

Fig. 2: In-situ occurrences of the Plassen carbonate platform and its resediments (Barmstein Limestone), location of Mount Tressenstein (T), and Mount Hornkogel (HK) in the area of the Upper Tirolic Unit sensu FRISCH & GAWLICK (2003) and the other localities mentioned in the text.

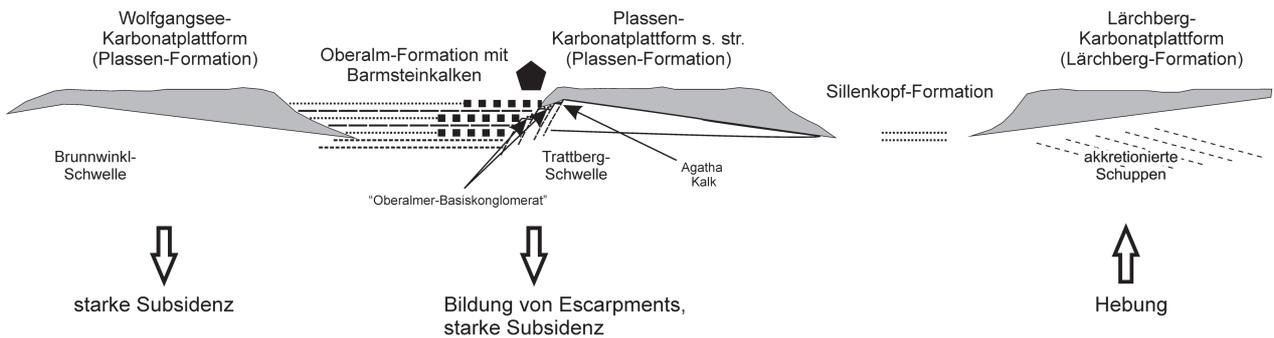
B = Barmsteine, E = Ewige Wand, H = Höherstein, HK = Hornkogel, Jo = Jochwand, K = Krahstein, PL = Plassen, R = Rettenstein, Rö = Rötelsstein, S = Sandling, T = Tressenstein, TR = Trisselwand, Ts = Traunsee, Z = Zwerchwand.



B ◆ Tressenstein, Hornkogel

Ober-Tithonium

P L A S S E N - K A R B O N A T P L A T T F O R M



Kimmeridgium bis Unter-Tithonium

P L A S S E N - K A R B O N A T P L A T T F O R M

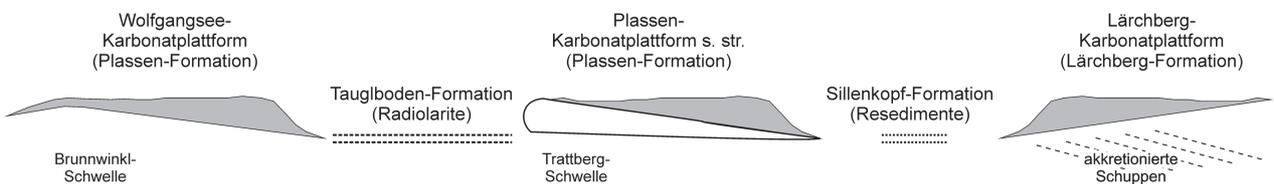


Abb. 3: **A**) Lithostratigraphische Tabelle des Zeitraumes Jura bis Unter-Kreide für den Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (nach GAWLICK & FRISCH 2003, GAWLICK et al. 2007a, 2009, verändert). Vergleiche dazu die Stratigraphische Tabelle von Österreich (PILLER et al. 2004). **B**) Nomenklatur der Sedimentgesteine der Plassen-Karbonatplattform im Kimmeridgium bis Tithonium. „Oberalm Basiskonglomerat“ im Sinne von PLÖCHINGER (1990) auf der Basis von KÜHNEL (1925, 1929), allerdings ohne Komponenten aus dem Hallstätter Faziesbereich.

Fig. 3: **A**) Jurassic to Early Cretaceous stratigraphic table of the middle sector of the Northern Calcareous Alps (after GAWLICK & FRISCH 2003, GAWLICK et al. 2007a, 2009, modified). For comparison see Stratigraphic table of Austria (PILLER et al. 2004). **B**) Nomenclature of the Plassen Carbonate Platform in the timespan Kimmeridgian to Tithonian. “Oberalm basal conglomerate” in the sense of PLÖCHINGER (1990), based on KÜHNEL (1925, 1929), but without components derived from the Hallstatt Zone.

universität Leoben, Department für Angewandte Geowissenschaften und Geophysik, aufbewahrt.

2. Der Tressenstein

2.1. Untersuchungsgeschichte des Tressensteines

Da es sich um eine Neubearbeitung einer klassischen Typlokalität des Ober-Jura handelt und auch die allgemeine Anwendung des Begriffes „Tressensteinkalk“ als Vorriffschuttsediment der Plassen-Karbonatplattform, sein Alter sowie seine Abgrenzung zu den Barmsteinkalken sehr unterschiedlich interpretiert werden, folgt zunächst ein ausführlicher historischer Abriss.

Der Begriff des Tressensteinkalkes wurde geprägt von MOJSISOVICS (1905) in den „Erläuterungen zur Geologischen Karte der Österr.-ungar. Monarchie, SW-Gruppe Nr. 19 Ischl und Hallstatt“. In den Ober-Jura gestellt, ist dieser „auf dem Tressenstein südlich vom Alt-Aussee r See typisch entwickelt“ und stellt „eine, durch mannigfache Übergänge verbundene Fazies der Oberalmerschichten dar“ (MOJSISOVICS 1905: S. 43). Er ist „ziemlich reich an Fossilien, unter denen Korallen und Kieselspongien vorwalten“. „Man könnte sie vielleicht nicht unpassend als die Korallenrifffazies des Acanthicus-Niveaus bezeichnen“ (ibidem). Als weitere Vorkommen von Tressensteinkalk nennt MOJSISOVICS (1905) den Höherstein und auch den „Fuß“ der Trisselwand. GEYER (1884: S. 351) stellte in diesem Zusammenhang bereits früher klar, dass am Tressenstein die Oberalmerschichten im Hangenden der Acanthicus-Schichten folgen. TRAUTH (1950: S. 208) spricht vom Tressensteinkalk „als dem Typusvertreter der dem Kimmeridge angehörigen Korallenriffkalk“. Hinsichtlich der „massigen Barmsteinkalke“ vermerkt TRAUTH (1950), dass diese den Tressensteinkalken „faziell weitestgehend entsprechen“.

LEISCHNER (1959a, b) weist dem Tressensteinkalk ebenfalls ein Kimmeridgium-Alter zu und vermerkt, dass der Tressensteinkalk im Schliff durch „seine pseudooidische Struktur“ auffällt, er „selbst oft schon typischen Riffcharakter haben kann“ sowie „die rein kalzitische Grundmasse... auf eine landferne Bildung in einem seichten, bewegten Wasser“ hindeutet.

Eine nähere Untersuchung des Tressensteinkalkes der Typlokalität erfolgte erstmalig durch HÖTZL (1966), der diesen trotz der festgestellten Verzahnung mit Calpionellen-führenden Oberalmerschichten in das Kimmeridgium stellte und ihn, u. a. auch wegen des Auftretens von Kalkalgen, als Seichtwasserbildung einer Brandungszone auffasste. Mikrofauna und Mikroflora des Tressensteinkalkes der Typlokalität wurden von FENNINGER & HÖTZL (1967) untersucht, anhand derer und der auftretenden „Hydrozoen“ sie den Tressensteinkalk in das Kimmeridgium einstuften. Die „Hydrozoen“ der „Tressensteinkalke des Sandling“ (Sandlingkalk nach STUR 1871) wurden von FENNINGER & HÖTZL (1965) und FENNINGER (1970) bearbeitet und anhand der festgestellten Taxa wurde auch dort ein Kimmeridgium-Alter abgeleitet. Die erstmalige Interpretation des Tressensteinkalkes als Riffanken-Sediment geht zurück auf FLÜGEL

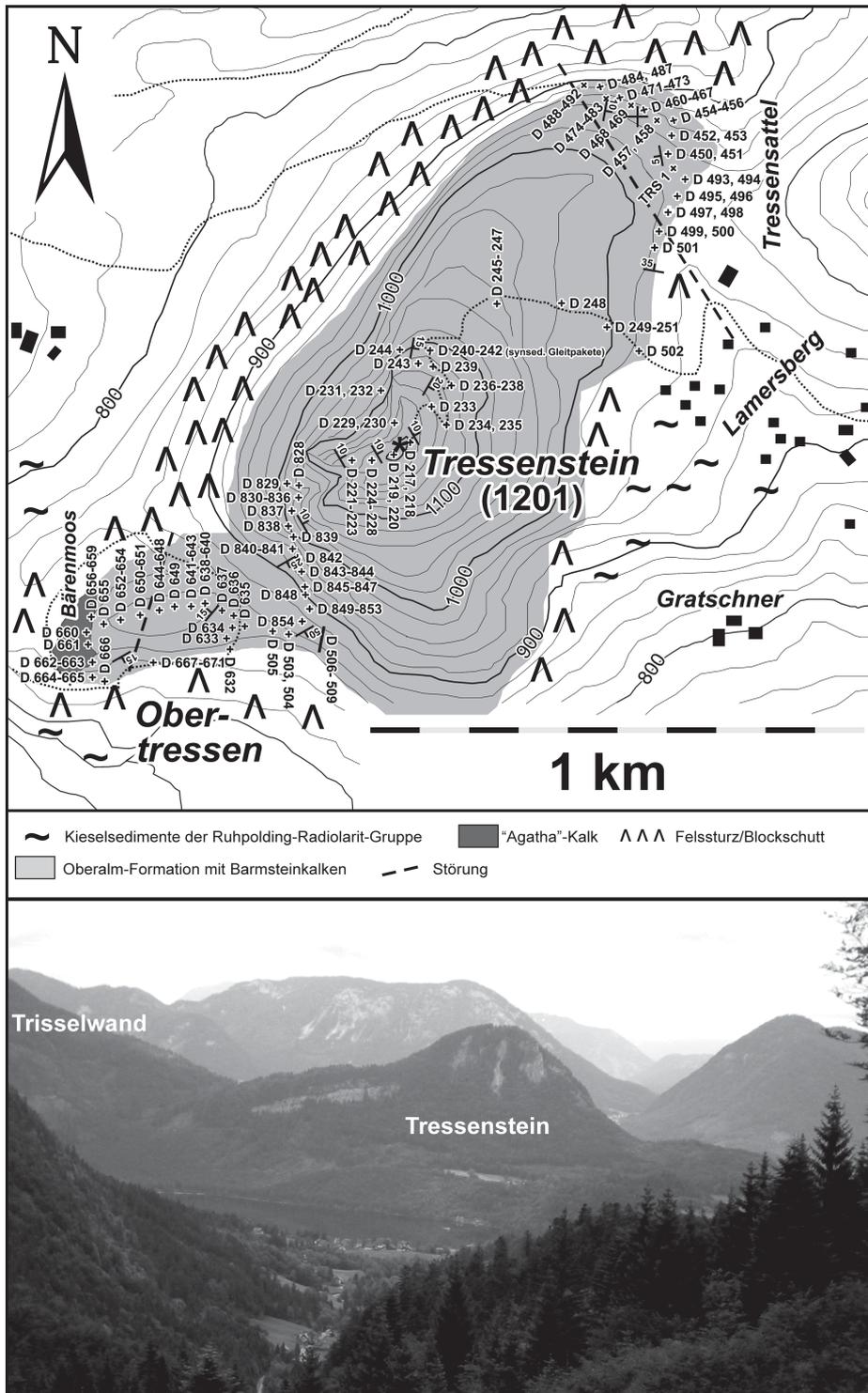
& FENNINGER (1966, vgl. auch FENNINGER 1967: 177).

Diese Deutung wurde auch graphisch in ein Plattform-Modell umgesetzt (FLÜGEL & FENNINGER 1966: Abb. 10), wobei der gesamte Plattform-Hang als brekziöser Tressensteinkalk dargestellt wird, der distal in Barmsteinkalke übergeht, die in die Becken-Fazies der Oberalmerschichten eingeschaltet sind. Diese Rekonstruktion wird heute fast allgemein akzeptiert und verwendet (vgl. u. a. TOLLMANN 1976, 1985 - cum lit., MANDL 2000) und wurde bis in jüngste Zeit mehrmals von verschiedenen Autoren unverändert oder unwesentlich modifiziert abgebildet. Als Beispiel seien hier RASSER & FENNINGER (2002: Abb. 1) aufgeführt, wobei in dieser Arbeit der Tressensteinkalk als Tressenstein-Formation aufgeführt wird, d. h. der Begriff ohne eine Neuuntersuchung der Typlokalität zu formalisieren versucht wurde.

In der Zeit nach 1966 wurden weitere Vorkommen von Tressensteinkalk vom Sandling (FENNINGER 1970 - vgl. dazu GAWLICK et al. 2007b), dem Hornkogel bei Bad Goisern (FENNINGER & HOLZER 1972), der Zwerchwand (z. B. MANDL 1982), am Südostufer des Traunsees (MANDL & HOFMANN 1992), dem Sarstein (SCHÄFFER 1982 - vgl. dazu GAWLICK et al. 2006) sowie „vorläufig“ auch vom Loser (LUKENEDER et al. 2003) bekannt gemacht und kurz beschrieben. FENNINGER & HOLZER (1972: S. 111 und 65) vermerken allerdings auch, dass die Barmsteinkalke bei Hallein „völlig dem brekziösen Tressensteinkalk entsprechen“ und die Unterscheidung zwischen Tressensteinkalk und Barmsteinkalk weder mikrofaziell noch stratigraphisch gerechtfertigt ist. In Bezug auf die Typlokalität der Barmsteinkalke sprechen die genannten Autoren daher auch von „Tressensteinkalken der Barmsteine“ obwohl altersmäßig der Begriff Barmsteinkalk (GÜMBEL 1861) folgerichtig Priorität hätte. In seiner Arbeit über die Barmsteinkalke des Osterhorngebietes weist FENNINGER (1972) als Unterscheidungskriterium auf den polymikten Habitus der Barmsteinkalke gegenüber den monomikten Brekzien des Tressensteinkalkes hin. Im Gegensatz hierzu berichtete MANDL (1982) von „faust- bis kopfgroße(n) Tongerölle(n) (?Haselgebirge), Sandsteinbröckchen (Werfener Schichten) und vereinzelt zentimetergroße schwarze Kalkkomponenten (Gutensteiner Kalk)“ aus dem Tressensteinkalk (heute Barmsteinkalk) der Zwerchwand, also durchaus einer polymikten Zusammensetzung. Nach eigenen Untersuchungen an der Zwerchwand handelt es sich hierbei aber nicht um ältere Fremdkomponenten, sondern Verwitterungsprodukte einer spätjurassischen Emersion von Teilen der Plassen-Karbonatplattform (vgl. SCHLAGINTWEIT et al. 2006b). TOLLMANN (1976: S. 362) bestätigt noch einmal die Eigenständigkeit des Tressensteinkalkes gegenüber dem Barmsteinkalk. Ebenso verweist TOLLMANN (1976) noch einmal auf die von MOJSISOVICS (1905) verwendete Bezeichnung des Tressensteinkalkes als „Korallenrifffazies des Acanthicusniveaus“, welche zur späteren Verwirrung in der Literatur beitrug. In Bezug auf die Unterscheidung Tressensteinkalk-Barmsteinkalk führt TOLLMANN (1976) weniger mögliche Unterschiede in der Klastenführung (wie einige frühere Arbeiten) an, sondern den unterschiedlichen Sedimentationsraum, Hang- versus Becken-Fazies. STEIGER (1981: S. 238) betont die nicht sinnvolle Unterscheidung zwischen Tressensteinkalk und Barmsteinkalk, da beide Lithologien im Bereich der Typlo-

kalität der Barmsteine auftraten und auch ihre „Entstehungsweise... vergleichbar“ sei. Folglich sollte der Begriff Barmsteinkalk aus Prioritätsgründen Vorrang haben. Im Rahmen der Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt zu Blatt 96 Bad Ischl berichten SCHÄFFER & STEIGER (1986) von Sporen in Tonflatschen im Tressensteinkalk, die ein Ober-Jura-Alder anzeigen. In seiner „stratigraphischen Tabelle der Malmvorkommen Österreichs“ wird der Tressensteinkalk von HOLZER (1978) unter der Rubrik „Flachwasserfazies“ mit einer stratigraphischen Reichweite vom tieferen Kimmeridgium bis an die Tithonium/

Berriasium-Grenze aufgeführt. HERRMANN (1990) resümiert, dass Barmstein- und Tressensteinkalk „Unterschiedliche Phasen im Werden und Vergehen eines Riffgürtels“ repräsentieren und letzterer dabei die „Wachstumszone der Biohermentwicklung dokumentiert und daher einen eher kontinuierlichen Aufbau erkennen lässt“ während die Barmsteinkalk „die Zerstörung der Plattformränder durch den Einsatz großtektonischer Bewegungen mit abrupten, katastrophentypischen Massenumlagerungen“ darstellen. In den Schemaabbildungen 4 und 5 lässt HERRMANN (1990) den Barmsteinkalk



(„Obertithon-Tiefneokom“) zeitlich auf den Tressensteinkalk („Oberkimmeridge bis Untertithon“) folgen; beide sollen jedoch in nordwestliche Richtungen geschüttet worden sein.

SCHLAGINTWEIT & EBELI (1999) haben gezeigt, dass es sich bei den Kalken, die den Steilanstieg vom Tressenstein zur Trisselwand bilden, um eine (par)autochthone Hang-Fazies handelt, die sie den Plassenkalken der Trisselwand zuordnen und in den Jura/Kreide-Grenzbereich bzw. das Berriasium stellen. Ebenso wurde an einem Aufschluss am Osthang des Tressenstein festgelegt, dass der brekziöse „Tressensteinkalk“ direkt in Calpionellen-führende Kalke eingeschaltet ist, also ein Alter von Ober-Tithonium oder noch jünger hat (op. cit.). In jüngsten Übersichtsarbeiten wie z. B. bei RASSER & FENNINGER (2002) und GAWLICK et al. (2002) wird dem „Tressensteinkalk“ ohne Begründung bzw. Anführung eines Literaturzitates ein Alter vom höheren Kimmeridgium bis tieferes Berriasium zugesprochen, wobei in GAWLICK et al. (2002) der „Tressensteinkalk“ als Riffschutt-sediment der Plassen-Formation im Bereich des Lammer Beckens und seiner Äquivalente des Hoch-Tirolikums sensu FRISCH & GAWLICK (2003), verstanden wird (siehe: Diskussion zur Anforderung an die Definition einer möglichen „Tressenstein-Formation“ bzw. Definition des Plattform-Becken-Übergangsbereiches in Kap. 4.2.). Ein Novum in der Abbildung von GAWLICK et al. (2002) zur Stratigraphie ist, dass der Tressensteinkalk sowohl nach Norden (tieferes Tithonium bis tieferes Berriasium) als auch nach Süden (höheres Kimmeridgium bis tieferes Berriasium) geschüttet wurde, wie das im Sinne der von der Radiolaritbecken-geometrie vorgegebenen Paläogeographie zu fordern ist. Auf der Basis jüngster Untersuchungen konnten klassische Tressensteinkalk-Lokalitäten, vor allem aber die Tithonium-Berriasium-Lokalitäten, die die nach Norden progradierende Plassen-Karbonatplattform repräsentieren sollen, wie z. B. das Höherstein-Plateau südlich von Bad Ischl, aber als Barmsteinkalke erkannt werden (GAWLICK et al. 2003, 2007b). Auch bei den Lokalitäten Jochwand, Ewige Wand, Zwerchwand handelt es sich um Barmsteinkalke (siehe oben).

In der Tabelle der sedimentären Schichtfolgen der Nördlichen Kalkalpen schließlich, welche von der Österreichischen Stratigraphischen Kommission im Jahr 2004 herausgebracht wurde, fehlt der Begriff Barmsteinkalk komplett. Stattdessen ist nördlich und südlich der ehemaligen Plattform des Plassenkalkes der „Tressensteinkalk“ mit einem Kimmeridgium-Berriasium-Alter verzeichnet (PILLER et al. 2004). Der Begriff der Barmsteinkalke taucht in dieser Kompilation vermutlich auf Grund der Integration der Barmsteinkalke in die Oberalm-Formation nicht mehr auf, was von GAWLICK et al. (2005) aber wieder korrigiert wurde (siehe auch GAWLICK et al. 2009).

2.2. Geologischer Rahmen

Der Tressenstein und der Hornkogel werden tektonisch zum Hochtirolikum sensu FRISCH & GAWLICK (2003) gestellt, wobei diese Definition auf der tektonischen Situation der Entstehung der Deckenfronten bis zum Oxfordium beruht. Der Hornkogel als westliches Vorkommen wird heute im Süden und Westen vom Dachstein-Block und im Norden

und Westen von der Hallstatt Mélange begrenzt, wobei auf Grund der Aufschlussverhältnisse unklar bleiben muss, ob die Tithonium-Schichtfolge des Hornkogels die Hallstatt Mélange sedimentär überlagert oder ein tektonisches Fenster unter der Hallstatt Mélange darstellt. Der nähere Kontaktbereich ist an keiner Stelle aufgeschlossen, jeweils mehrere 100 m breite Zonen mit Bergsturzmaterial und Lockersedimenten verhüllen jeden Kontakt, ob tektonischer oder sedimentärer Natur. Nur im Norden, ausgehend vom Zlambachgraben kann auf der Basis der übereinander nach Höhenlage auftretenden Gesteine eine scheinbare Schichtfolge erfasst werden, deren Zusammengehörigkeit auf Grund der Aufschlussverhältnisse aber als nicht gesichert verstanden werden muß (siehe unten), d. h. es sich auch um einen Überschiebungskontakt handeln kann. Die Schichtfolge am Hornkogel gleicht in ihrer tendenziellen Entwicklung vieler über der Hallstatt Mélange auftretenden Schichtfolgen oberjurassischer Seichtwasserkarbonate, ist aber auf Grund ihres Tithonium-Alters jünger (z. B. Krahstein: Kimmeridgium - STEIGER & WURM 1980, GAWLICK et al. 2004; Plassen: Kimmeridgium - SCHLAGINTWEIT et al. 2003; Rötelsstein: Kimmeridgium - STEIGER & WURM 1980).

Eine genauere tektonische Zuordnung des Vorkommens

- 1) zum Hochtirolikum mit der überlagernden Hallstatt Mélange der Strubberg-Formation (vgl. GAWLICK 1996, GAWLICK & FRISCH 2003),
- 2) zum nördlichen Bereich der im zentralen Salzkammergut nicht mehr erhaltenen Trattberg-Schwelle, d. h. eine Interpretation als tektonisches Fenster unterhalb der Sandlingalm-Formation (GAWLICK et al. 2007b) oder aber
- 3) zu der Hallstatt Mélange und dabei der Sandlingalm-Formation, die möglicherweise eine höhere tektonische Deckeneinheit darstellt,

vorzunehmen, ist auf Grund der tektonisch extrem komplexen Verhältnisse im Bereich des inneren Salzkammerguts zur Zeit auf der Basis der vorhandenen Daten und Erkenntnisse noch nicht möglich.

Die Situation des Tressensteines südlich des Altausseer Sees ist ähnlich. Umrahmt von mächtigen quartären Lockersedimenten im Norden, Westen und Süden ist der Tressenstein von der Trisselwand im Osten an einer Störung tektonisch abgegrenzt (Abb. 4). Unterhalb der basal anstehenden Rotkalke treten im Wiesengelände Lesesteine von Radiolarit und vereinzelt Relikte graugrüner Tone auf. Das ursprüngliche Vorhandensein von Haselgebirge mit darüber folgenden Kiesersedimenten südlich bzw. südwestlich des Tressensteines ist auch durch die jüngsten Untersuchungen von v. HUSEN & MAYR (2007) wahrscheinlich, sagt aber nichts über die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse.

2.3. Die Schichtfolge des Tressensteines

Das lithostratigraphische Profil am Tressenstein soll nach HÖTZL (1966) eine Wechselfolge von Barmsteinkalken, Tressensteinkalken und Oberalmern Schichten darstellen (Streichen 70-90/Fallen 10-30 Richtung Süden - vgl. aber Abb. 4); Plassenkalk soll das Top der Folge am Tressenstein-gipfel darstellen. FENNINGER & HOLZER (1972: S. 117) interpretieren diese Abfolge „als Oberalmern Schichten in

Übergangsfazies, die sich mit Flachwasserschutt-kalken verzahnen und im Hangenden von mikritischen Plassenkalken abgelöst werden“. Nach GEYER (1884: 351) soll die Schichtfolge des Tressensteines über *Acanthicus*-Kalken (vermutlich Tithonium) folgen. Dieser Übergang ist rd. 600 m südwestlich des Tressensteingipfels im Bereich eines kleinen Hügels bei Obertressen aufgeschlossen (Abb. 4). Diese Lokalität hat bei HÖTZL (1966: S. 282) die Bezeichnung „Bärenmoos“. Ansonsten treten in der weiteren Umrahmung des Tressensteines in den Wiesengebieten kieselige Sedimente auf, aus denen sich unter sukzessiver Zunahme des Karbonatgehaltes pelagische Biomikrite entwickeln. Diese Kieselsedimente bilden vermutlich das Liegende der „*Acanthicus*-Kalke“, die auf Grund der Datierungen von NEUMAYR (1873) am Hornkogel (vgl. Kap. 3) in das tiefere Tithonium gestellt werden. Die Abfolge am Tressenstein wird in der unten folgenden Beschreibung folgendermaßen unterteilt:

- a) Liegendteil des Hauptprofils, und
- b) das eigentliche Hauptprofil.

Auf der Basis der Beobachtung, dass es sich um eine weitgehend ungestörte und ursprünglich zusammenhängende Schichtfolge handelt, ergibt sich das im Folgenden im Detail beschriebene Profil.

2.3.1. Liegendteil des Hauptprofils

Beschreibung: Die Rotkalk der Agatha-Formation („*Acanthicus*kalk“) (Proben D 656-662) im Liegenden des „Tressensteinkalkes“ mit einer geschätzten aufgeschlossenen Mächtigkeit von 10 bis 15 m (vgl. TOLLMANN 1976: Maximum 5 m) repräsentieren sich im Dünnschliff als Wacke- bis Packstones mit Resten von Echinodermen, Aptychen, Ammonitenbrut (Abb. 6.1, 6.4), kleinwüchsigen Miliolid- und Sandschalern, kalkschaligem Benthos (*Lenticulina*, *Nodosaria*, *Sprillina*, *Trocholina*) (Abb. 6.7), Mikrofilamenten, Resten von Saccocomen (Abb. 6.8) und auch „Proto-globigerinen“ (Abb. 6.9). In den hangendsten Bereichen dieser Kalke treten Spalten mit einer Füllung aus feinlaminierten Packstones und Zement-verkleideten Spaltenwänden auf (Abb. 6.3). Ebenso finden sich monomikte in-situ-Brekzien, in denen wiederum diese Spaltenfüllungen aufgearbeitet werden (Abb. 6.2). Die Klaster der Brekzien weisen oft stylolithische Kontakte auf. Auch SCHÄFFER & STEIGER (1986) beschreiben schichtparallele Lateralspalten mit geoptalen Internsedimenten aus den *Acanthicus*-Kalken. Ein besonderes Charakteristikum sind pseudo-oidische bis pseudo-onkoidische mikritische Hüllschichten (Dicke: 0,015 bis 0,04 mm) um Komponenten und Bioklasten, die als „Pseudo-Ooide“ oder „Pseudo-Onkoide“ (Größe: 0,25 bis 0,5 mm) bezeichnet werden können (Abb. 6.1). Mehrere durch mikritische Lagen verbundene Komponenten (Größe: 0,45 bis 0,95 mm) können als „Pseudo-Grapestones“ angesprochen werden (Abb. 5.5). Das Präfix „Pseudo“ wurde hierbei bewusst gewählt, da Ooide und Grapestones typische Bildungen höherenergetischer neritischer

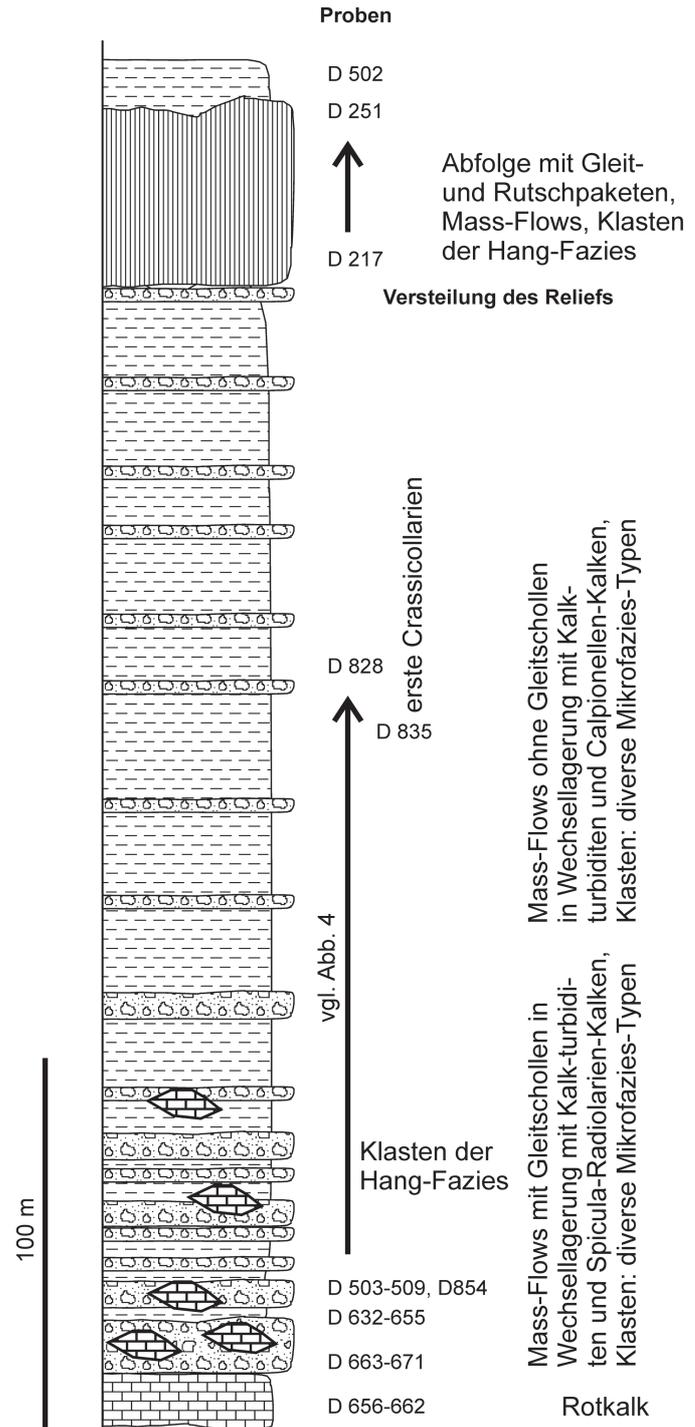


Abb. 5: Das aus mehreren Teilstücken zusammengesetzte lithostratigraphische Profil der Tithonium-Abfolge am Tressenstein. Zur Lage der Proben vgl. Abb. 4.

Fig. 5: Lithostratigraphic sedimentary succession of Mount Tressenstein, compiled from partial measured and mapped sections. Sample localities see Fig. 4.

Meeresbereiche (~ 0-10 m) darstellen. HÖTZL (1966: S. 282) vermerkt in den liegenden Kalken auch „zahlreiche, vermutlich eingeschwemmte Ooide in einer mikritischen Grundmasse“ (= „pelagische Ooide“ bei SCHÄFFER & STEIGER

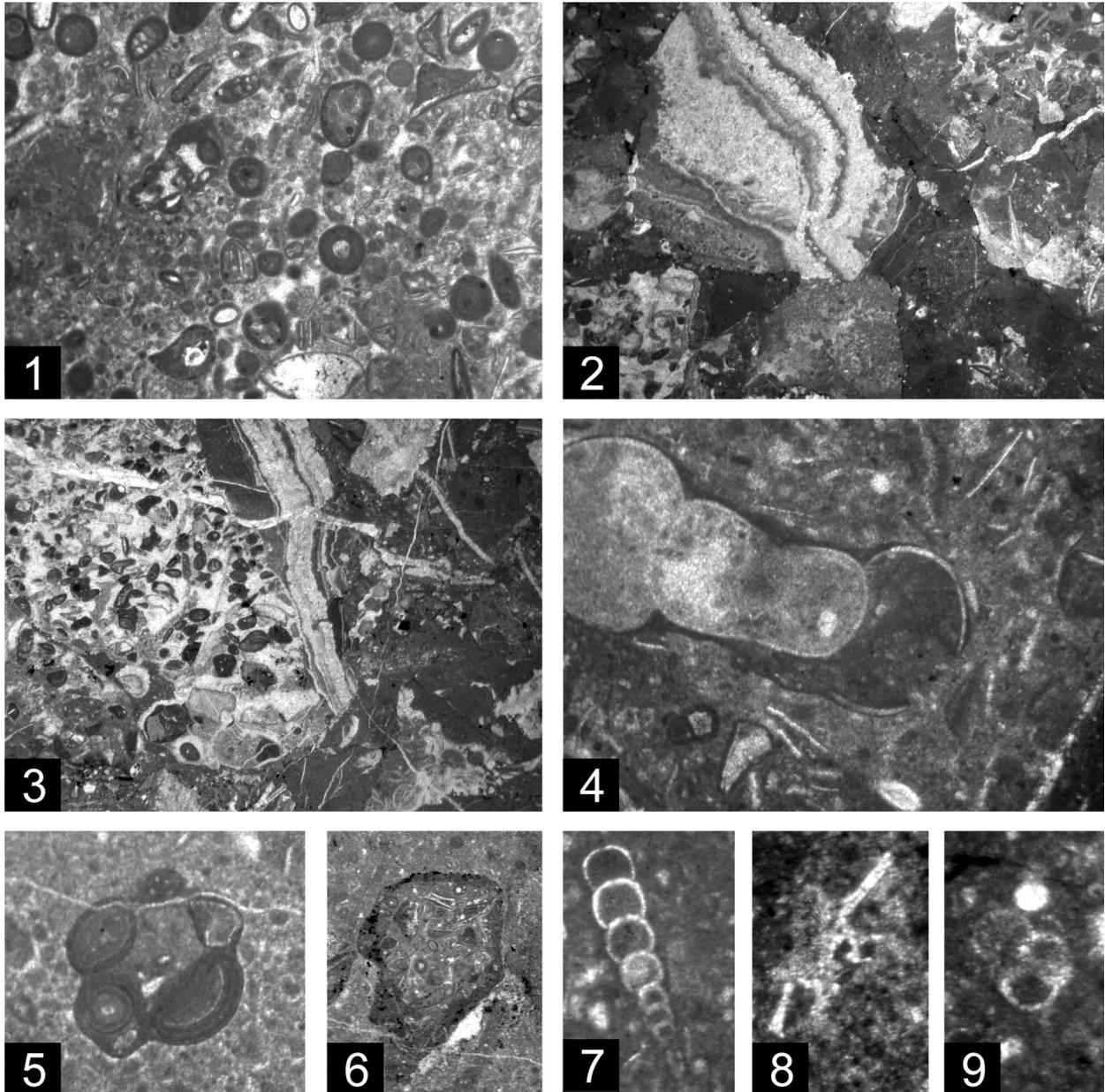


Abb. 6: Mikrofazies und Mikropaläontologie der kondensierten Rotkalksteine (Agatha-Formation; „*Acanthicus*-Kalksteine“) an der Basis der Tressenstein-Kalksteine. **1.** Probe D 662, Bildbreite 4,4 mm. Packsteine mit Benthosforaminiferen und „Pseudo-Ooiden“. **2.** Probe D 657, Bildbreite 13,5 mm. Synsedimentäre Brekzie in der auch randlich zementierte Spaltenfüllungen (neptunian dykes) aufgearbeitet sind. **3.** Probe D 656, Bildbreite 13,5 mm. Synsedimentäre Brekzie in der auch randlich zementierte Spaltenfüllungen (neptunian dykes) aufgearbeitet sind. **4.** Probe D 662, Bildbreite = 5 mm. Wackestone mit Schnitt eines juvenilen Ammoniten, Gehäuse mikritisch umkrustet. In der Matrix sind zahlreiche Mikrofilamente. **5.** Probe D 657, Bildbreite 1,4 mm. Aggregat aus mehreren „Pseudo-Ooiden“, die einen „Pseudo-Grapestone“ bilden. **6.** Probe D 656, Bildbreite 2,45 mm. Ein durch Subsolution entstandener Intraklast mit mikritischer Eisen-imprägnierter Hüllschicht. **7.** Probe D 660, Bildbreite 0,4 mm. Kalkschalige Benthosforaminifere (*Nodosaria* oder *Dentalina*). **8.** Probe D 656, Bildbreite 0,55 mm. *Saccocoma*-Rest. **9.** Probe D 648, Bildbreite 0,2 mm. „Protoglobigerina“.

Fig. 6: Microfacies and micropalaeontology of the condensed red limestones (Agatha Formation; “*Acanthicus* Limestone”) underlying the Tressenstein Limestone. **1.** Sample D 662, width of photo 4.4 mm. Packstone with benthic foraminifera and “pseudo-ooids“. **2.** Sample D 657, width of photo 13.5 mm. Synsedimentary breccia with reworked clasts of randomly cemented neptunian dyke. **3.** Sample D 656, width of photo 13.5 mm. Synsedimentary breccia with reworked clasts of randomly cemented neptunian dyke. **4.** Sample D 662, width of photo 5 mm. Wackestone with section of juvenile ammonite. Test with micritic envelope. Matrix with numerous microfilaments. **5.** Sample D 657, width of photo 1.4 mm. Aggregate composed of several “pseudo-ooids“, forming a “pseudo-grapestone“. **6.** Sample D 656, width of photo 2.5 mm. Intraclast with micritic, iron stained coating formed by subsolution. **7.** Sample D 660, width of photo 0.4 mm. Calcareous benthic foraminifera (*Nodosaria* or *Dentalina*). **8.** Sample D 656, width of photo 0.55 mm. Remain of *Saccocoma*. **9.** Sample D 648, width of photo 0.2 mm. “Protoglobigerina“.

1986: S. 25). Mikrofaziell identische Bildungen werden von EBLI (1997: Taf. 10) als Cyano-Onkoide aus „Schwellenkalk (Malm)“ des Hoch-Bajuvarikums beschrieben und abgebildet; äquivalente Bildungen werden auch von EHRENDORFER (1988) als Mikritoidkalk aus dem Gebiet der Weyerer Bögen beschrieben. Das von EHRENDORFER (1988) angegebene Alter ist Callovium bis Malm auf Grund eines *Perisphinctes* sp. Fundes im Hangenden. Ein weiteres Charakteristikum sind Intraklasten mit einer rötlich-braunen Hülle, die als Fe-haltiges Styloreaktat interpretiert wird (Abb. 6.6). Wenn diese gehäuft auftreten, verleihen sie dem Gestein im Dünnschliff den Habitus eines in statu nascendi befindlichen Knollenkalkes.

Interpretation: Die bräunliche bis rötlich-braune Färbung, die eindeutigen Kondensationsmerkmale und die Ammoniten im Dünnschliff belegen, dass es sich bei diesem Ober-Jura-Schichtglied eindeutig um die in den Nördlichen Kalkalpen unter verschiedenen Namen („*Acanthicus*-Kalk, Roter Tithon-Flaserkalk, Steinmühlkalk, Haselbergkalk) bekannte Agatha-Formation (= „Malm-Cephalopodenkalke“ - zur Erläuterung TOLLMANN 1976) handelt (GAWLICK et al. 2009). Diese werden allgemein als Tiefschwellenfazies mit Mangel-sedimentation interpretiert und treten in verschiedenen stratigraphischen Niveaus auf (Kimmeridgium-Tithonium - GAWLICK et al. 2009 cum Lit., vgl. FENNINGER & HOLZER 1972: 66-72). Die unterschiedlichen Namen gehen auf ihr Vorkommen in unterschiedlichen tektonischen Einheiten und voneinander abweichender Stratigraphie zurück (Details in GAWLICK et al. 2009). Von MOJISOVICS (1905) wurden diese am Tressenstein als „*Acanthicus*-Kalk“ angesprochen, der heute als Agatha-Formation (z. B. PILLER et al. 2004) dem Kimmeridgium bis Untertithon zugeordnet wird (LUKENEDER et al. 2003) während bei FENNINGER & HOLZER (1972) die *Acanthicus*-Kalke oder „Tithon-Flaserkalke“ den Bereich Dogger bis Berrias umfassen können. Die eigentliche Zone des *Aspidoceras acanthicus* entspricht dem Kimmeridgium (NEUMAYR 1873, LUKENEDER et al. 2003), so dass aus dieser vermutlich rein auf den äußeren Habitus begründeten Zuordnung von MOJISOVICS (1905) das angenommene Kimmeridgium-Alter des Tressensteinkalkes resultierte. Nicht nachvollziehbar ist auch die Angabe von MOJISOVICS (1905: 43) über Funde von „Ammoniten der *Acanthicus*-Zone“ in den „Gipfelschichten des Tressenstein“, die nach Calpionellen mindestens ein Ober-Tithonium-Alter aufweisen (vgl. Kapitel 2.5). Hierbei kann es sich demnach nur um Umlagerungsprodukte handeln.

Massenhafte Vorkommen von „Protoglobigerinen“ in Dünnschliffen sind nach LEISCHNER (1961: 30) typisch für die „*Acanthicus*“-Kalke. In der Unterlagerung der „Tressensteinkalk“ kommen „Protoglobigerinen“ und auch *Saccocoma*-Reste hingegen nur in reduzierten Mengen vor. Letztere sind nach DIERSCHKE (1980: „*Saccocoma*-Coenozone“) in den Nördlichen Kalkalpen im Zeitbereich Kimmeridgium bis Basis des Ober-Tithoniums nachweisbar.

Die in-situ-Brekzierung und die auftretenden „neptunian dykes“ in den hangendsten Partien der „Malm-Kalke“ sowie die unmittelbare Auflagerung von Calciturbiditen mit einzelnen Gleitschollen, aber auch Mass-Flow-Ablagerungen, eingeschaltet in eine Beckenfazies mit Radiolarien/Spicula/

Calpionellen, deuten auf eine tektonische Steuerung dieses Sedimentationsumschwunges hin (Kondensation-Fazies zu „normaler“ Beckenfazies der Oberalmer-Schichten).

2.3.2. Das Hauptprofil

Beschreibung: Das eigentliche Hauptprofil beginnt im Bereich der kleinen Anhöhe bei Untertressen, SW des Tressensteingipfels und reicht bis zum Gipfel des Tressensteines (Abb. 4, 5). Über den Rotkalken der „Agatha“-Formation folgen zunächst unvermittelt Calciturbidite mit zwischengeschalteten groben Mass-Flow Ablagerungen und eingeschalteten größeren Gleitschollen. Bei den Calciturbiditen handelt es sich mikrofaziell um gut bis vollkommen ausgewaschene Grain- bis Packstones (Abb. 7.1). Auffallend ist ihr Reichtum an Echinodermenresten, die vermutlich ihren Ursprung von Crinoidenrasen im Bereich des höheren Hanges bzw. Plattformrandes haben. Der die Echinodermenreste unmittelbar umgebende Porenzwickelraum ist mit syntaxialem Rindenzement, der übrige Porenraum mit granularem Blockzement verfüllt. Daneben treten Reste von Bryozoen, Schalenbruchstücke punctater Brachiopoden, „Tubiphyten“, *Thaumatoporella parvovesiculifera* RAINERI 1922, *Carpathocancer triangulatus* (MISIK, SOTAK & ZIEGLER 1999) und vor allem Benthosforaminiferen auf, die charakteristisch für gut bewegte Plattformrandbereiche sind: *Mohlerina basiliensis* (MOHLER 1938), niedrigkonische „Trocholin“ und Neotrocholin sowie Protopenero-pliden wie *Protopenero-plis ultragranulata* (GORBATCIK 1971). Ebenso finden sich Reste von *Neuropora* sp., *Radiomura cautica* SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER 1979 und *Sarsteinia babai* SCHLAGINTWEIT & GAWLICK 2006. Diese Mikroorganismen sind in Bereichen der Vorriff-Schuttfazies und am oberen Hang besonders typisch (Abb. 7.2). Aufgearbeitete Hangfazies tritt in den Calciturbiditen in Form kleinerer Klasten von feinkörnigen Packstones auf. Daneben finden sich Klasten der Rückriff-Fazies, wie z. B. *Bacinnella*-Bindstones (Abb. 7.4), oder bioklastische Packstones bis Rudstones mit *Lithocodium-Troglotella*-Krusten (Abb. 7.3). Die grobklastischen Schuttsedimente, z. T. auch die echten Mass-Flow-Ablagerungen, in Vergesellschaftung mit den Calciturbiditen im **tieferen Profilabschnitt** enthalten zum Hangenden hin immer mehr groben Riffschutt. Diese größeren Schüttungen beinhalten hin und wieder auch umgelagerte lagunäre Komponenten mit Kalkalgen (Abb. 7.5). Darüber folgen feinkörnigere Abfolgen mit Biomikriten und immer wieder eingeschaltete Calciturbidite (allopapische Kalke; Proben D 632 bis D 671, Proben D 503 bis D 509).

Der im Süden des Tressensteines bzw. im Bereich des Tressensteinattels aufgeschlossene **mittlere Profilabschnitt** besteht wiederum aus einer Wechsellagerung von Biomikriten, Calciturbiditen und groben Brekzien, z. T. als echte Mass-Flow-Ablagerungen ausgebildet mit erosiven Basiskontakten zu den unterlagernden feinkörnigeren Sedimenten (Proben D 450 bis D 498 und D 828 bis D 854). Bei dem Normalsediment am Tressenstein, in das die Brekzien und Calciturbidite eingeschaltet sind, handelt sich um Wackestones mit Calpionellen, Schwammspicula und Radiolarien (Abb. 7.6). Während der mengenmäßige Anteil der

Radiolarien im Schliffbild nur geringe Schwankungen zeigt, schwanken die Häufigkeiten der Calpionellen und der Schwammspicula. Bereichsweise Verkieselungen sind zu beobachten. Mikritische Bereiche ohne Biogene bzw. Bereiche mit Anreicherungen von Biogenen sind auf Bioturbation zurückzuführen. Derartige Varietäten entsprechen dem Standardmikrofaziestyp SMF 1 „*burrowed wackestone*“ nach FLÜGEL (2004). Es treten auch Übergänge zu feinkörnigen, Mikrit-dominierten Packstones mit kleinschüssigen Benthosforaminiferen auf, die bereits eine Beeinflussung durch eine Flachwasserkarbonatplattform zeigen (z. B. Bruchstücke von Thaumatoporellen). Komponenten aus dem rückwärtigen Plattformbereich, wie sie im Hangenden der Agatha-Formation (Acanthicuskalke) auftreten, fehlen in diesem Profilabschnitt.

Der **hangende Abschnitt** des Hauptprofils durch den zentralen Tressenstein besteht aus einer Wechsellagerung von Biomikriten, die im unteren Profilabschnitt nordöstlich des Tressensteingipfels mächtig und sehr kieselig ausgebildet sind. Über diesen kieseligen, radiolarien- und spicula-reichen Calpionellen-Biomikriten tritt eine Schichtfolge auf, die aus synsedimentären Rutschpaketen, Mass-Flow-Ablagerungen und Calciturbiditen besteht. Von der Komponentenzusammensetzung und dem textuellen und lithofaziellen Bild unterscheidet sich diese Abfolge nicht von den beiden tieferen Profilabschnitten. Der auffälligste Unterschied dieses hangendsten Schichtpaketes zeigt sich in den Lagerungsverhältnissen der Abfolge mit den mächtigen Rutschpaketen (vgl. Abb. 4, 5), die auf eine deutliche Versteilung des Reliefs hindeutet. Am Aufstieg von Osten auf den Tressensteingipfel sind wiederholt synsedimentäre Rutschpakete mit Verdoppelung der Schichtfolge und synsedimentäre Gleitfalten aufgeschlossen. Diese Veränderung des Reliefs steht im Zusammenhang mit dem Auftreten einer mächtigeren pelagischen Abfolge zwischen dem mittleren und dem hangenden Profilabschnitt (Proben D 217 bis D 251, D 502, vgl. auch D 831, 833, 835, 839).

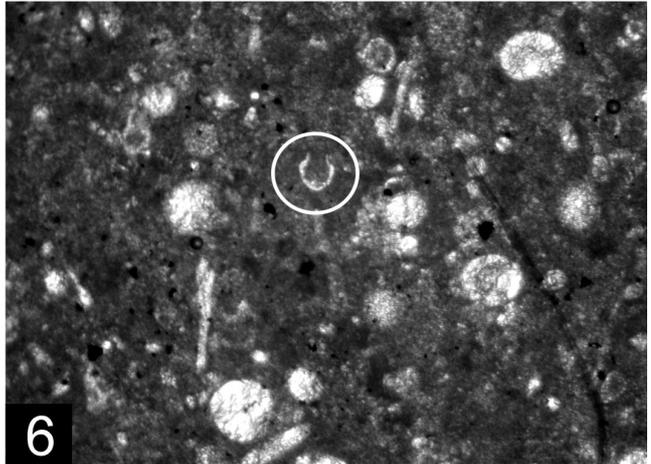
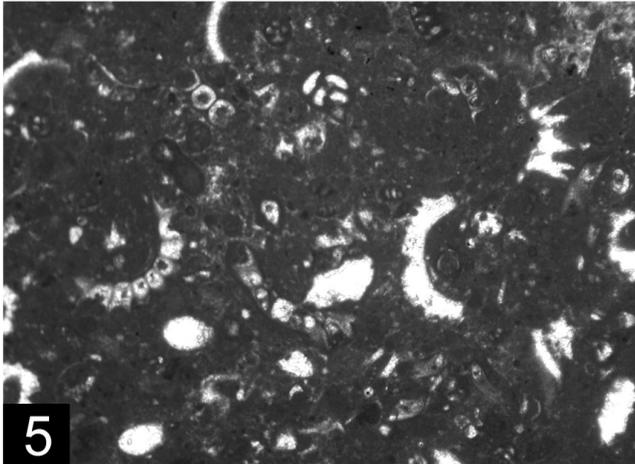
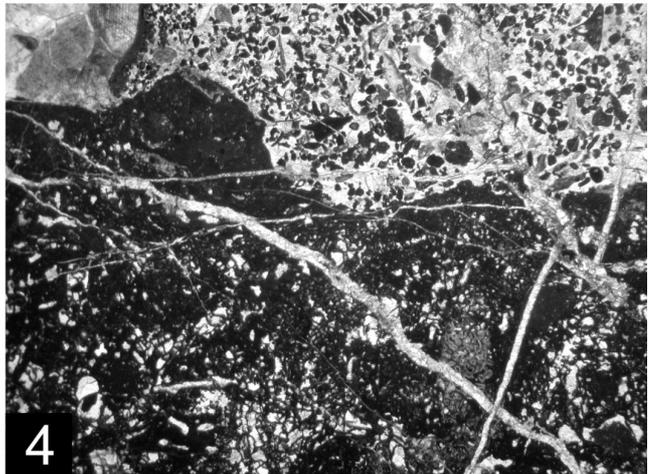
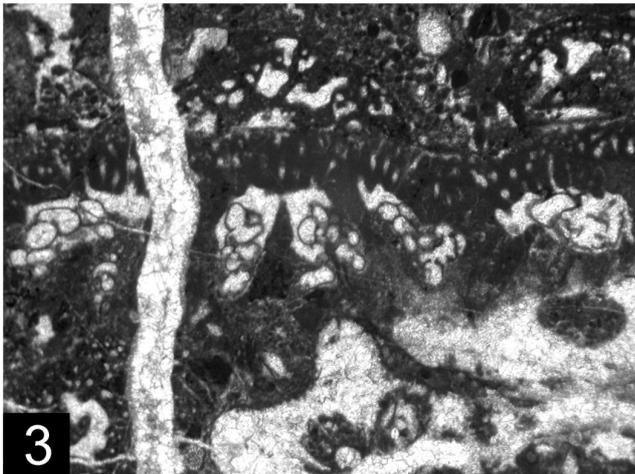
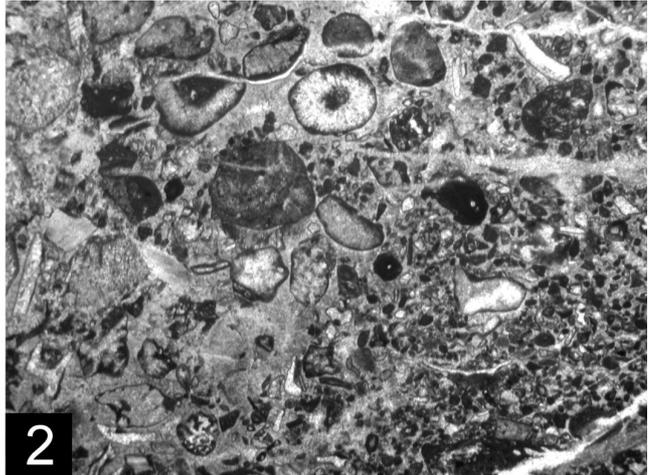
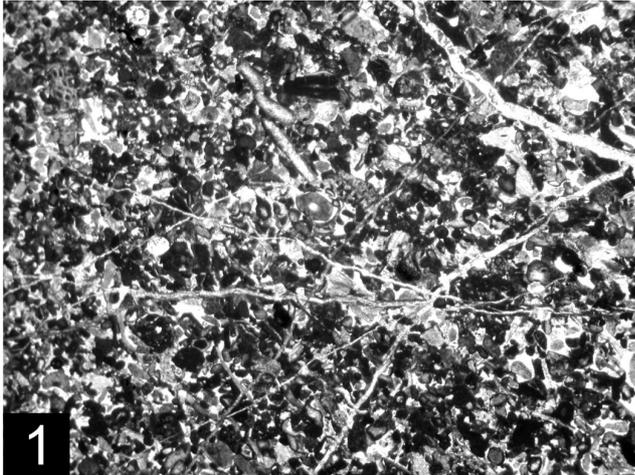
Am **Top der Abfolge**, im Bereich des Tressensteingipfels tritt eine Serie von relativ monotonen Brekzien auf, die wiederum in Calpionellen-Wackestones eingeschaltet sind (Abb. 7). Die zum Teil deutlich angularen Klasten in diesen Brekzien bestehen meist aus fossilarmen feineloidalen Packstones der Hangfazies der Plassen-Karbonatplattform. Als Komponenten dominieren fossilarme Grain- bis Packstones feinerer bis mittlerer Korngrößen. Kalkalgen sind - im Gegensatz zu den Schüttungen an der Basis (vgl. Abb. 7.3, 7.6) - extrem selten bzw. fehlen vollkommen. An Mikrofossilien in den genannten Klasten sind Reste von *Crescentiella morronensis* (CRESCENTI 1969), *Terebella lapilloides* MÜNSTER 1833 in GOLDFUSS 1833 und *Mercierella? dacica* DRAGASTAN 1966 zu nennen. Reste von Korallen und „Stromatoporoiden“ (z. B. Arten von *Milleporidium* STEINMANN 1903) finden sich bevorzugt in den gröberen Lagen. Styolithische Kornkontakte, wie sie z. B. im Bereich der Barmsteine häufig zu beobachten sind (STEIGER 1981: Stylobrekzien), wurden in den „Tressensteinkalken“ nicht beobachtet. Dies dürfte vermutlich daran liegen, dass die einzelnen Brekzienlagen am Tressenstein nicht diese Mächtigkeiten besitzen wie bei den Barmsteinen, sondern immer wieder zwischengeschaltete Lagen von

Normalsediment aufweisen. An der Basis der Brekzienlagen sind Klasten und Normalsediment vermischt und der Übergang zwischen beiden wird oftmals von feinen Zementsäumen nachgezeichnet (z. B. Probe D 242).

Interpretation: Der Wechsel in der Sedimentation von kondensierten roten Cephalopodenkalken (= Agatha-Formation bzw. „Acanthicuskalk“) zu den grauen Resedimenten der Plassen-Karbonatplattform ist scharf und abrupt. Während die allodapischen Kalke auf Grund ihres Komponentenbestandes eine Herkunft von einem steilen Hang mit Hartgründen und autochthoner Karbonatproduktion dokumentieren, zeigen die groben Schuttsedimente und Mass-Flow-Ablagerungen neben Komponenten aus dem Vorriff- und Riffbereich auch Komponenten, die aus einem lagunären Ablagerungsbereich stammen. Das Top der Abfolge wurde irrtümlicherweise von HÖTZL (1966) und FENNINGER & HOLZER (1972) als Plassenkalk angesprochen. Aber auch Teile der Calciturbidite („feindetritische Biosparite“, HÖTZL 1966) wurden offenbar als Plassenkalk interpretiert. Aus dieser vermeintlichen Verzahnung resultierte dann die Modellvorstellung des „Tressensteinkalkes“ als Hangsediment, der sich im Bereich des Plattformrandes mit dem eigentlichen Plassenkalk verzahnt. Die fossilarmen Grain- bis Packstone-Klasten der Brekzien werden als typische Bildungen eines Plattformhanges (SMF 16, FLÜGEL 2004) interpretiert (vgl. SCHLAGINTWEIT & EBELI 1999). Die Brekzien am Top der Abfolge werden von Calpionellen-Kalken mit Crassicollarien, d. h. des Ober-Tithoniums, unterlagert. Ob im Bereich des Tops noch Kreide-Anteile enthalten sind, ist nicht bekannt bzw. war nicht festzustellen.

Dieses abrupte Einsetzen der Seichtwasserkarbonat-schüttungen in einen Sedimentationsraum, der zuvor durch kondensierte Sedimentation in einem hemipelagischen Ablagerungsraum gekennzeichnet war, dokumentiert eine tektonisch induzierte Umstellung im Liefergebiet der Seichtwasserkarbonate. Das Entstehen eines steilen Escarpments infolge von Abschiebungen und wahrscheinlich gleichzeitig einsetzender rascher Subsidenz des Nordrandes bzw. des Zentralteiles der Trattbergschwelle nördlich der Plassen-Karbonatplattform des Kimmeridgiums bis Unter-Tithoniums (Abb. 3B), der vor dem höheren Tithonium eine emergierte Zone darstellte (SCHLAGINTWEIT et al. 2006b), war verbunden mit dem Einsetzen der Riffbildung in diesem Bereich, d. h. am Südrand des Tauglboden-Beckes (Abb. 3B). Gleichzeitig wurden aber durch diesen tektonischen Prozess, der das beginnende Zerbrechen der Plassen-Karbonatplattform s. str. dokumentiert, Rückriff- und Lagunenbereiche angeschnitten, mobilisiert und umgelagert (vgl. SCHLAGINTWEIT & GAWLICK 2007). Der Tressenstein sollte sich auf Grund dieser Entwicklung in relativer räumlicher Nähe zu diesen neu entstehenden Escarpments befinden haben, denn in den sich nördlich anschließenden Bereichen, wie dem zentralen Tauglboden-Becken (z. B. Osterhorn Block), verlief nach heutiger Kenntnis der Übergang von den Kieselsedimenten zu den Biomikriten der Oberalm-Formation zunächst graduell ohne zwischengeschaltete Seichtwasserkarbonatschüttungen. Untersuchungen über die Zeitdauer dieses scheinbar graduellen Überganges dazu sind im Gange.

Zeitlich erfolgte dieser sedimentologische Übergang von



Kieselsedimenten zu karbonatdominierter Sedimentation im Zeitraum hohes Unter-Tithonium bis tieferes Ober-Tithonium, wie biostratigraphische Einstufungen mit Hilfe von Radiolarien (z. B. STEIGER 1992, GAWLICK et al. 1999b) und Flachwasserorganismen (z. B. STEIGER 1981, GAWLICK et al. 2005, 2007b) belegen.

2.4. Mikropaläontologie der Resedimente des Tressensteines

Im Gegensatz zu den Barmsteinkalken der Typlokalität, aber

auch anderer Vorkommen wie dem Höherstein Plateau oder der Ewigen Wand, sind die Resedimente am Tressenstein des Locus Typicus relativ arm an Mikrofossilien, was gleichermaßen für die generellen Häufigkeiten wie auch die Diversitäten gilt. Dies liegt daran, dass die Resedimente des Tressensteines, insbesondere in den höheren Anteilen, im Wesentlichen aus resedimentierter Hang-Fazies bestehen und dieser Plattformbereich im Vergleich zu den rezipalen Bildungen des Plattformrandes oder den lagunären Ablagerungen erheblich ärmer an Mikrofossilien ist. Am Tressenstein herrschen typische Mikrofossilien des Plattformrand- und Hangbereiches vor wie z. B.

Abb. 7: Mikrofazies des Tressenstein-Hauptprofilabschnittes. **1.** Probe D 836, Bildbreite 14 mm. Calciturbidit (Packstone) mit zahlreichen Echinodermenresten, Benthosforaminiferen und *Crescentiella morronensis* (CRESCENTI 1969). **2.** Probe D 853, Bildbreite 14 mm. Gut ausgewaschener und locker gepackter Packstone (Plattformrand-Fazies) hervorgerufen durch größere Bioklasten (Riffbildner, Kalkalgen), die größere Zement-erfüllte Bereiche bedingen. **3.** Probe D 639, Bildbreite 7 mm. Metazoenreste umkrustet von *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT 1956 mit mehreren Exemplare von *Troglotella incrustans* WERNLI & FOOKES 1992 im Inneren sowie der Foraminifere *Coscinophragma* aff. *cribrosum* (REUSS 1846). **4.** Probe D 845, Bildbreite 14 mm. Klast von *Bacinella*-Bindstone (unten) und Packstone (oben) vergleichbar mit Abb. 6.2, etwas feinkörniger. **5.** Probe D 832, Bildbreite 4,5 mm. Klast der geschlossenen Lagunen-Fazies mit zahlreichen Schnitten durch Dasycladales wie *Clypeina sulcata* (ALTH 1882) u. a. **6.** Probe D 246, Bildbreite 1,15 mm. Normalsediment, Radiolarien-Calpionellen-Wackestone; im Zentrum (weisser Kreis) Schnitt von *Calpionella alpina* LORENZ 1902.

Fig. 7: Microfacies of the Tressenstein main profile. **1.** Sample D 836, width of photo 14 mm. Calciturbidite (packstone) with numerous remains of echinoids, benthic foraminifers and *Crescentiella morronensis* (CRESCENTI 1969). **2.** Sample D 853, width of photo 14 mm. Well washed-out and loosely packed packstone (platform-margin facies) caused by larger bioclasts (reef-builders, calcareous algae), leaving larger spar-filled parts. **3.** Sample D 639, width of photo 7 mm. Debris of metazoans encrusted by *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT, 1956 including several specimens of *Troglotella incrustans* WERNLI & FOOKES, 1992 as well as the foraminifer *Coscinophragma* aff. *cribrosum* (REUSS, 1846). Sample D 845, width of photo 14 mm. **4.** Clast of *Bacinella*-bindstone (below) and packstone (above) comparable with fig. 6.2, more fine-grained. **5.** Sample D 832, width of photo 4.5 mm. Clast of the closed lagoon facies with numerous sections of dasycladalean algae amongst *Clypeina sulcata* (ALTH, 1882) and others. **6.** Sample D 246, width of photo 1.15 mm. Normal sediment, radiolaria-calpionellid-wackestone; in the middle (white circle) section of *Calpionella alpina* LORENZ, 1902.

Crescentiella morronensis (CRESCENTI 1969), *Mercierella? dacica* DRAGASTAN 1966, krustenbildende Schwämme wie *Radiomura cautica* SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER 1979 (Abb. 9.4) *Calcistella* cf. *jachenhausenensis* REITNER 1992 (Abb. 9.8) oder auch Serpulidenröhren von *Terebella lapilloides* MÜNSTER 1886 in GOLDFUSS 1886. Die genannten Arten wurden von SCHLAGINTWEIT & EBELI (1999) auch von der Hang-Fazies der Plassenkalke der Trisselwand beschrieben. Während sich der Barmsteinkalk insbesondere durch einen Reichtum an Kalkalgen (Dasycladales, Protohalimedaceae sensu DRAGASTAN et al. 2002, „Rivulariaceae“, vgl. Abb. 9.7) auszeichnet, sind diese am Tressenstein extrem selten. Häufiger sind diese im untersten Profilabschnitt, in den Mass-flows im Hangenden der Agatha-Formation, zum Beispiel mit *Clypeina sulcata* (ALTH 1882) anzutreffen (Abb. 7.5); am Top der Abfolge treten diese zurück (im Wesentlichen beschränkt auf die Calciturbiditlagen, Abb. 9.9), bzw. fehlen vollkommen. Die vor allem an der Basis, im Hangenden der Agatha Formation auftretenden, Resedimente der Riffschutt-Fazies führen häufig die krustenbildenden Problematika *Bacinella-Lithocodium* vergesellschaftet mit der Foraminifere *Troglotella incrustans* WERNLI & FOOKES 1992 (Abb. 7.3 und 9.6).

Demgegenüber weisen die Brekzien östlich der im Bereich des Tressensteinattels verlaufenden Störung am Fuße der Trisselwand das typisch heterogene und reiche Mikrofossil-spektrum der Barmsteinkalke auf (z. B. Proben D 452-469, 475-477, 483-490). Diese Brekzien mit ihrer Dominanz an Klasten der geschlossenen Lagune, die am Tressenstein-Hauptprofil in untergeordneten Anteilen nur im Bereich der basalen Schüttungen enthalten sind, entsprechen vollkommen den Barmsteinkalken der Typlokalität und anderer Vorkommen und sind ebenso wie diese in Calpionellen-Wackestones eingeschaltet. Die mit diesen Brekzien auftretenden Calciturbidite sind dagegen in ihrem Mikrofossilinhalt nicht von den Calciturbiditen des Tressenstein zu

unterscheiden. Typische Mikrofossilien sind hier beispielsweise die Foraminiferen *Mohlerina basiliensis* (MÖHLER 1938), Protopeneropliden und niedrigkonische (Abb. 9.2) und seltener auch hochkonische „Trocholinen“ (Abb. 9.3).

2.5. Biostratigraphische Einstufung der Resedimente des Tressensteines

Bei den Schichten, in die die Resedimente des Tressensteines eingelagert sind, handelt sich um mikritische Kalke (Wackestones) mit Calpionellen, Radiolarien und Schwammnadeln, wie dies schon von HÖTZL (1966) bzw. von SCHLAGINTWEIT & EBELI (1999) festgestellt wurde. Verwunderlich ist der Umstand, dass viele Autoren zwar die Einschaltung in Oberalmer-Schichten mit Calpionellen bemerkt haben, jedoch an dem Kimmeridgium-Alter festhielten, obwohl bereits Anfang der 60er Jahre Angaben zur stratigraphischen Verbreitung der Calpionellen zur Verfügung standen (z. B. REMANE 1963). In der aktuellen Stratigraphischen Tabelle von Österreich (PILLER et al. 2004) findet sich der Tressensteinkalk stratigraphisch zum einen in direkter Überlagerung der Agatha-Kalke im tieferen Unter-Tithonium, andererseits teilweise diese noch lateral vertretend bis zur Grenze Kimmeridgium/Tithonium mit einem stratigraphischen Einsetzen im höheren Kimmeridgium. Das Einsetzen der Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform im tieferen Kimmeridgium, das seit langem bekannt ist (vgl. TOLLMANN 1976 cum Lit.), findet hier keinen Eingang. Mit Hilfe der auftretenden Calpionellen ist eine biostratigraphische Einstufung der Resedimente am Tressenstein in das Ober-Tithonium möglich (z. B. REMANE 1985, GRÜN & BLAU 1997). Eine detaillierte, lückenlose Abfolge der jeweiligen Calpionellen-Zonen (z. B. REMANE 1985, GRÜN & BLAU 1997) konnte jedoch am Tressenstein nicht nachvollzogen werden. Zum einen sind die Loricas der Calpionellen häufig zerdrückt, so dass eine artliche Bestimmung erschwert

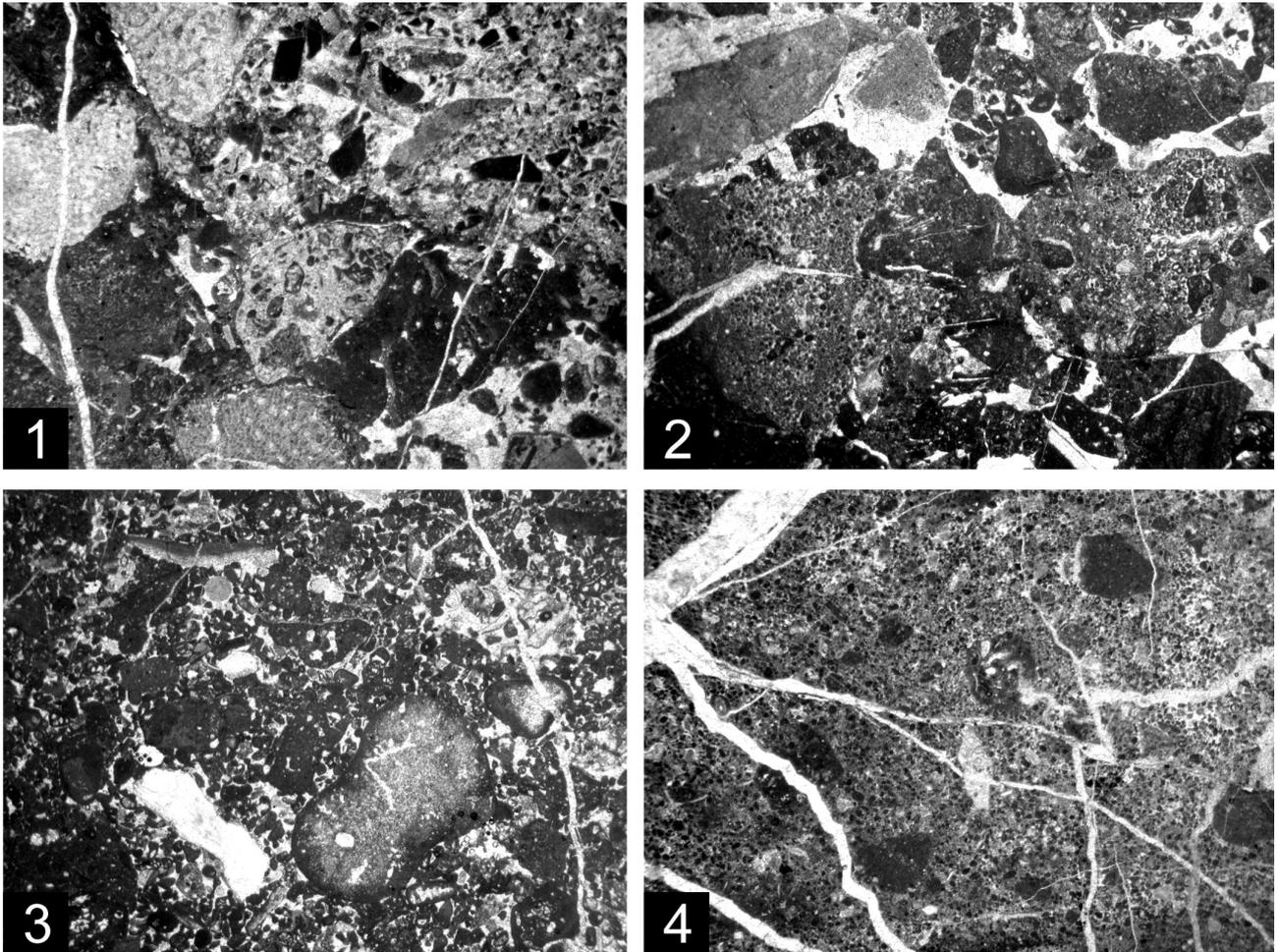


Abb. 8: Mikrofazies des Tops des Tressenstein-Profiles. **1.-2.** Proben D 229, Bildbreite 14 mm, und Probe D 217, Bildbreite 14 mm. Breckzie mit z.T. angularen Klaksten der Plattformrand- und Hang-Fazies sowie einzelnen Bioklasten (Stromatoporoiden). **3.** Probe D 221, Bildbreite 14 mm. Calciturbidit mit z.T. randlich mikritisierten größeren Bioklasten, Echinodermenresten, Kalkalgen und Benthosforaminiferen. **4.** Probe D 231, Bildbreite 14 mm. Feinkörniger, gut-sortierter Packstone mit einzelnen größeren Lithoklasten.

Fig. 8: Microfacies of the top of the Tressenstein profile. **1.-2.** Samples D 229, width of photo 14 mm, and sample D 217, width of photo 14 mm. Breccia with partly angular clasts of the platform-margin- and slope-facies as well as single bioclasts (stromatoporoids). **3.** Sample D 221, width of photo 14 mm. Calciturbidite with partly micritized larger bioclasts, remains of echinoids, calcareous algae and benthic foraminifers. **4.** Sample D 231, width of photo 14 mm. Fine-grained and well-sorted packstone with individual larger lithoclasts.

oder unmöglich gemacht wird, zum anderen wurde keine Bank-für-Bank-Beprobung durchgeführt, was auch nicht die Zielsetzung der durchgeführten Untersuchungen war. Das Fehlen bzw. der Nichtnachweis der insgesamt ohnehin nur geringmächtigen *Remanei*-Subzone des Ober-Tithoniums bzw. der *Chitinoidea*-Zone des Unter- bzw. Mittel-Tithonium und des basalen Ober-Tithonium (vgl. REMANE 1985: Abb. 17) könnte entweder durch fehlende Probenahmepunkte oder auch das Vorherrschen von Resedimenten in diesem Bereich bedingt sein. Im Übrigen vermerken auch andere Autoren bisweilen das Fehlen von Chitinoidea trotz lückenlos beprobter Profile (z. B. GRÜN & BLAU 1996). Querschnitte von *Chitinoidea* sind im übrigen von den vorkommenden Calcisphaeruliden mit feinkristalliner-mikritischer Wand nur schwer bzw. gar nicht

zu unterscheiden. In den untersuchten Proben treten Calpionellen der *Crassicollaria*-Zone, erstmals in Probe D-835 im Bereich der Tressenstein-Südwestseite auf (Abb. 10.1 bis 10.4). *Crassicollaria* treten auch in den höchsten Anteilen (D-233), rund 30 m unterhalb des Tressenstein-Gipfels auf. Ob das Top der Abfolge noch basale Kreideanteile aufweist, konnte nicht geklärt werden. Auch eine biostratigraphische Einstufung der Abfolge anhand der resedimentierten Flachwasserorganismen (Kalkalgen, Benthosforaminiferen) ist nicht genauer möglich. Die in den Klaksten der Resedimente vorhandenen Mikrofossilien sind entweder biostratigraphisch ohne Bedeutung [z. B. *Crescentiella morronensis* (CRESCENTI 1969) u. a.] oder umfassen mehr oder minder den gesamten Sedimentationszyklus der Plassen-Karbonatplattform [z. B.

Clypeina sulcata (ALTH 1882)]. Mit dem Auftreten von *Protopeneneroplis ultragranulata* (GORBATCHIK 1971) (Abb. 10.5 bis 10.7) als Bioklast bereits in den liegendsten Anteilen

der Resedimente (z. B. Proben D 634, D 639, D 665), die auf die Malm-Cephalopodenkalke folgen, lässt sich zumindest ein Mindestalter von Mittel-/Ober-Tithonium angegeben

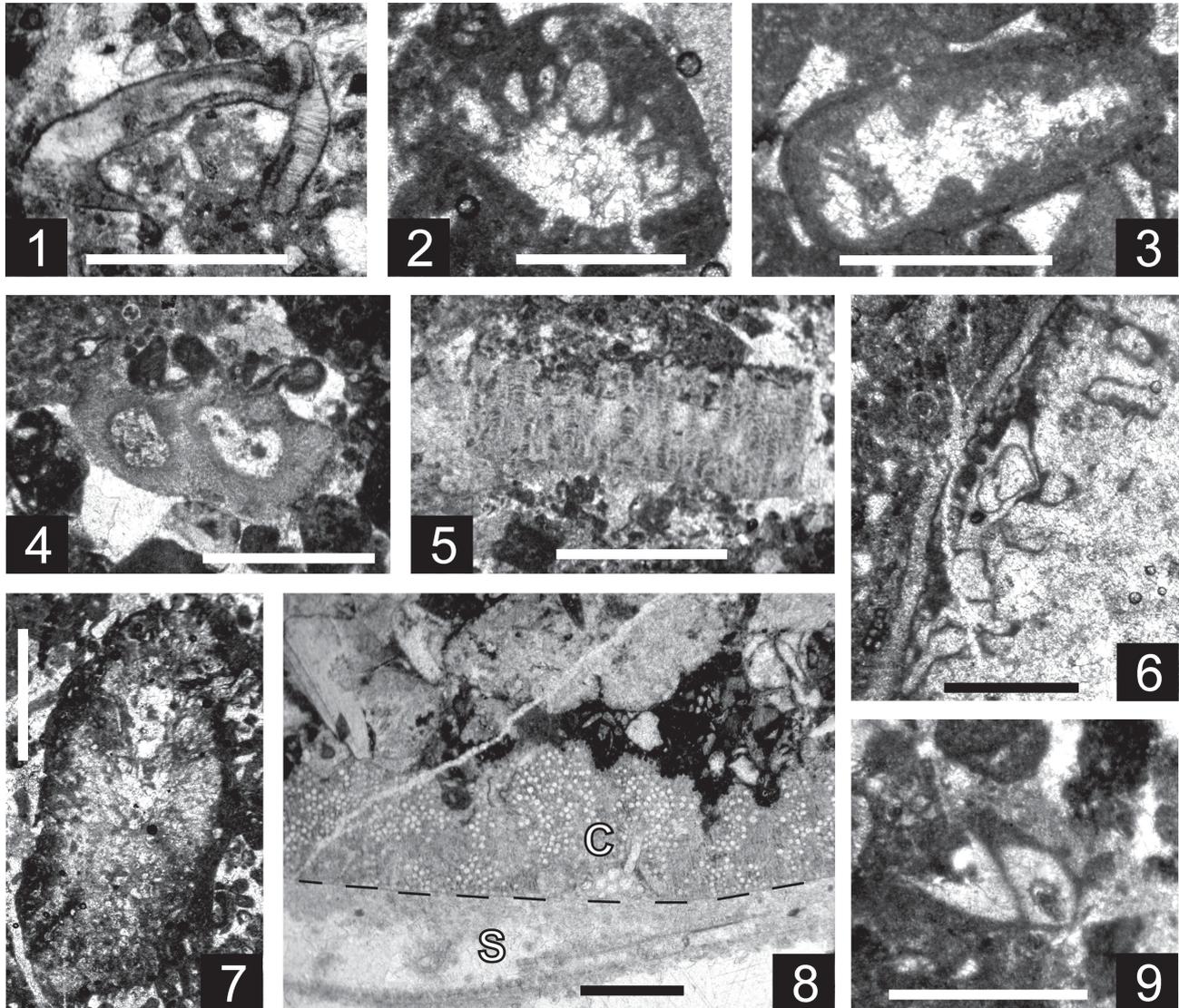


Abb. 9: Mikropaläontologie der Barmsteinkalke des Tressenstein. **1.** Probe TRS 5, Maßstab 1,0 mm. Decapodenrest *Carpathocancer triangulatus* (MISIK, SOTAK & ZIEGLER 1999). **2.** Probe D 222, Maßstab 0,5 mm. Benthosforaminifere *Trocholina* cf. *involuta* MANTSUROVA 1982 in MANTSUROVA & GORBATSCHIK 1982. Sample DD 222, Maßstab = 0,5 mm. **3.** Probe D 221, Maßstab 0,5 mm. Benthosforaminifere *Andersenolina elongata* (LEUPOLD 1935). **4.** Probe TRS 9, Maßstab 1,0 mm. Mikroproblematicum *Radiomura cautica* SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER 1979. **5.** Probe TRS 1, Maßstab 1,0 mm. Reste von Bryozoen? **6.** Probe D 236, Maßstab 1,0 mm. *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT 1956 und *Troglotella incrustans* WERNLI & FOOKES 1992 eine Koralle inkrustierend. **7.** Probe D 222, Maßstab 1,0 mm. Protohalimedaceae *Pinnatiporidium* sp. **8.** Probe TRS 27, Maßstab 1,0 mm. Inkrustierender Schwamm *Calcistella* cf. *jachenhausenensis* REITNER 1992 (C) auf einem Schalenrest (S). **9.** Probe TRS-2, Maßstab 0,5 mm. Fragment der Dasycladale *Clypeina sulcata* (ALTH 1882).

Fig. 9: Micropalaeontology of the Barmstein limestones of Mt. Tressenstein. **1.** Sample TRS 5, scale bar 1.0 mm. Decapod remain *Carpathocancer triangulatus* (MISIK, SOTAK & ZIEGLER, 1999). **2.** Sample D 222, scale bar 0.5 mm. Benthonic foraminifer *Trocholina* cf. *involuta* MANTSUROVA, 1982 in MANTSUROVA & GORBATSCHIK 1982. **3.** Sample D 221, scale bar 0.5 mm. Benthonic foraminifer *Andersenolina elongata* (LEUPOLD, 1935). **4.** Sample TRS 9, scale bar 1.0 mm. Microproblematicum *Radiomura cautica* SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER, 1979. **5.** Sample TRS 1, scale bar 1.0 mm. Remains of bryozoans? **6.** Sample D 236, scale bar 1.0 mm. *Lithocodium aggregatum* ELLIOTT, 1956 and *Troglotella incrustans* WERNLI & FOOKES, 1992 encrusting a coral. **7.** Sample D 222, scale bar 1.0 mm. Protohalimedaceae *Pinnatiporidium* sp. **8.** Sample TRS 27, scale 1.0 mm. Encrusting sponge *Calcistella* cf. *jachenhausenensis* REITNER, 1992 (C) on a shell fragment (S). **9.** Sample TRS-2, scale bar 0.5 mm. Fragment of the dasycladale *Clypeina sulcata* (ALTH, 1882).

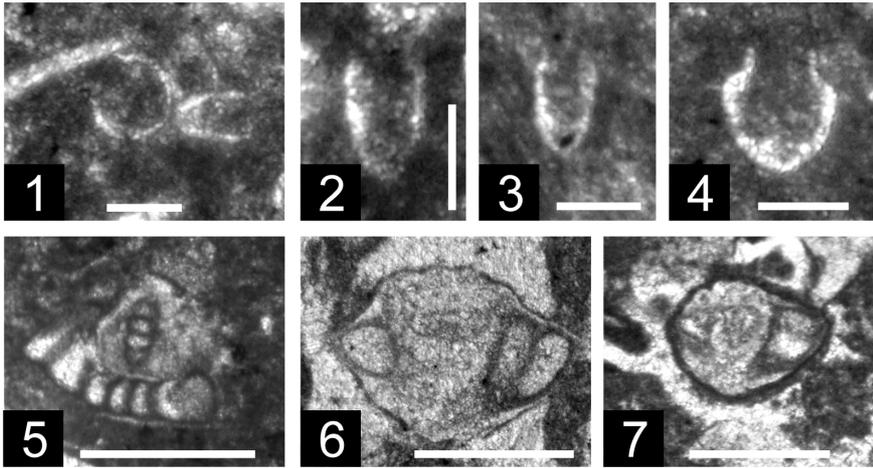


Abb. 10: Biostratigraphie des Tressenstein-Profiles (Calpionellen/Benthosforaminiferen). 1. Probe D 244, Maßstab 0,05 mm. *Crassicollaria* sp. und *Calpionella alpina* LORENZ 1902. 2.-3. Probe D 244, Maßstab 0,05 mm. *Crassicollaria intermedia* (DURAND DELGA 1957). 4. Probe D 246, Maßstab 0,05 mm. *Calpionella alpina* LORENZ 1902. 5.-7. Proben D 639, D 665 und D 634, Maßstäbe 0,3 mm. Benthosforaminifere *Protopenneroplis ultragranulata* (GORBATCHIK 1971).

Fig. 10: Biostratigraphy of the Tressenstein section (calpionellids/benthonic foraminifers).

1. Sample D 244, scale bar 0.05 mm. *Crassicollaria* sp. and *Calpionella alpina* LORENZ, 1902. 2.-3. Sample D 244, scale bar mm 0.05 mm. *Crassicollaria intermedia* (DURAND DELGA, 1957). 4. Sample D 246, scale bar 0.05 mm. *Calpionella alpina* LORENZ, 1902. 5.-7. Samples D 639, D 665 and D 634, scale bars 0.3 mm. Benthonic foraminifer *Protopenneroplis ultragranulata* (GORBATCHIK, 1971).

(HEINZ & ISENSCHMID 1988, BUCUR 1993). Das Vorkommen von *P. ultragranulata* am Tressenstein, im Liegendabschnitt von Calpionellenkalken der *Crassicollaria*-Zone, ist somit ein weiterer Beleg dafür, dass die Art schon im Tithonium einsetzt (vgl. auch BUCUR et al. 1996, DECROUEZ & MORYCOWA 1996) bei einer Gesamtreichweite bis in das Unter-Barremium (BUCUR 1993). Mit der Omnipräsenz von *Protopenneroplis ultragranulata* in dem Profilabschnitt unterhalb des ersten Auftretens von *Crassicollaria* dürfte das Einsetzen der Resedimente am Tressenstein in das Mittel-Tithonium bzw. den Grenzbereich zum höheren Tithonium fallen (vgl. HEINZ & ISENSCHMID 1988). Damit wäre das Einsetzen der Resedimente am Tressenstein ungefähr zeitgleich mit dem Sedimentationsumschwung in der Schichtfolge der Typlokalität der Plassen-Formation von zyklischen Intertidal-Sedimenten zu der mächtigen Folge von Kalken der geschlossenen Lagunen-Fazies (vgl. SCHLAGINTWEIT et al. 2003, 2005a). Insgesamt dürfte der Hauptteil des Tressenstein-Profiles das Ober-Tithonium umfassen. Die relativ großen Mächtigkeiten im Plattform-Becken Übergangsbereich am Tressenstein (ca. 350-380 m exklusive Agatha-Formation) für diesen Zeitabschnitt korrelieren gut mit den hohen Mächtigkeiten der Barmsteinkalke der Typlokalität westlich von Hallein (GAWLICK et al. 2005) oder im Bereich des Höherstein-Plateaus (GAWLICK et al. 2003, 2007b), mit den ebenfalls hohen Sedimentationsraten im Bereich der Lagune, z. B. der Typlokalität der Plassen-Formation (SCHLAGINTWEIT et al. 2003) oder mit denen im zentralen, von hemipelagischen Sedimenten dominierten Tauglboden-Becken (GARRISON & FISCHER 1969, STEIGER 1992).

3. Der Hornkogel

3.1 Geologischer Rahmen

Der Hornkogel (862 m) bildet einen rund 1 km breiten, Ost-West streichenden Bergrücken zwischen dem Zlambach-

graben im Norden und der Ortschaft Pötschen im Süden (Abb. 11). Der Südhang ist deutlich flacher ausgebildet als der Nordhang. Nur im Norden, ausgehend vom Zlambachgraben (Abb. 11) kann auf der Basis der übereinander nach Höhenlage auftretenden Gesteine eine scheinbare Schichtfolge erfasst werden, deren originäre Zusammengehörigkeit auf Grund der Aufschlussverhältnisse aber nicht gesichert ist. Die Basis der Ober-Jura-Schichtfolge besteht aus *Acanthicus*-Kalken, die auf Grund der Datierungen von NEUMAYR (1873) in das tiefere Tithonium gestellt werden. Somit ist auch für die überlagernde Entwicklung, ein Tithonium-Alter gesichert (vgl. 3.3). Die Abfolge im Hangenden der Agatha-Formation wurde zwar als Tressensteinkalk kartiert (SCHÄFFER 1982), aber niemals im Detail untersucht, so dass bis heute keine Daten zur Entwicklung der Schichtfolge des Hornkogels vorliegen (vgl. TOLLMANN 1976, 1985).

3.2 Die Schichtfolge des Hornkogels

Über den Gesteinen aus dem Hallstätter Faziesraum, die im Bereich nördlich des Hornkogels auftreten, folgen demnach zunächst graugrüne Tone des Alpenen Haselgebirges vermischt mit dunklen, grauen bis braunen, kieselligen Kalken und kalkigen Radiolariten, die meist stark verwittert sind. Mikrofaziell handelt es sich dabei um kieselige Kalke und kalkige Radiolarite und stark bioturbate Wackestones mit variablen Anteilen von Spicula und Radiolarien (z. B. Proben D 710-711, D 717-D 718). Diese gehen zum Hangenden hin in mikritische Rotkalke der Agatha-Formation („*Acanthicus*-Kalke“) über, die, wie am Tressenstein Stylogefuge, Pseudo-Ooide und Pseudo-Grapestones, Echinodermen, Benthosforaminiferen, Saccocomen und „Protoglobigerinen“ in wechselnden Anteilen führen (Proben D 677-678, 682, 695, 698, 714, 723, 738, 859) (Abb. 12.1-12.4). Überlagert werden diese von crinoiden-reichen, oft verkieselten graugelben Kalken (vermutliche Crinoiden-Turbidite) (Abb. 12.5-12.6) in Wechsellagerung mit allodapischen Kalken mit Seicht-

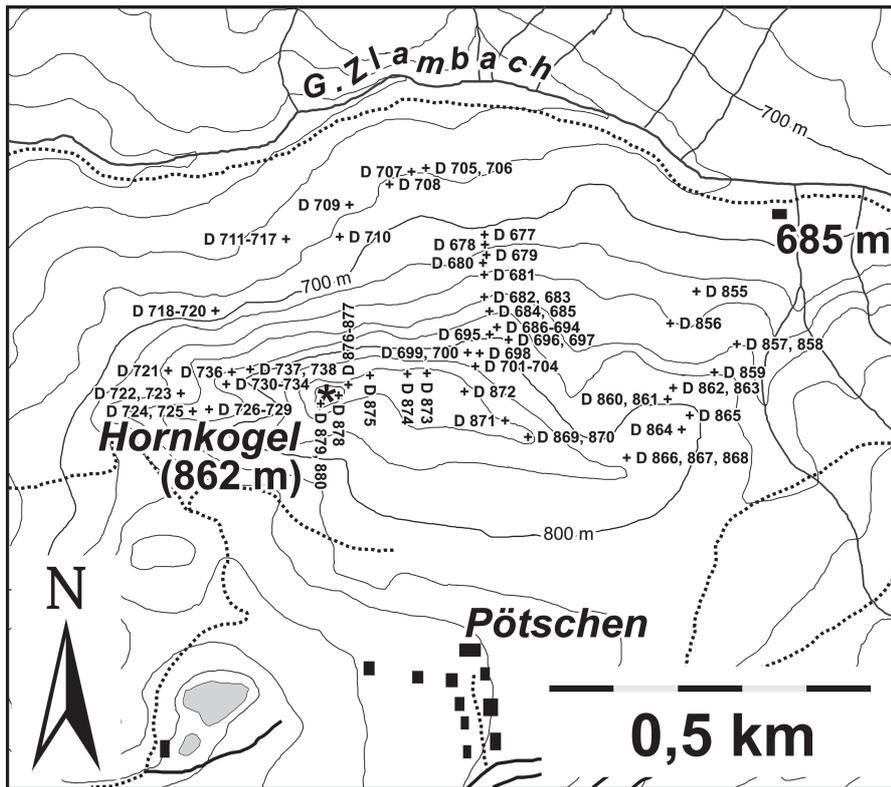


Abb. 11: Topographische Karte des Hornkogels und Lage der Proben. Auf Grund der nur wenigen Aufschlüsse vor allem an der Nordseite des Hornkogels und der unweg-samen Topographie wurde hier auf eine flächige geologische Darstellung verzichtet.

Fig. 11: Topographic map of Mount Hornkogel and sample localities. Due to few outcrops especially at the northern side of Mt. Hornkogel and a relatively impassable topography we dispensed a geological mapping.

wasserdetritus von der Plassen-Karbonatplattform (Abb. 13.1). Diese sind im wesentlichen Packstones, die mehr von Einzelbiogenen als von Lithoklasten unterschiedlicher Faziesbereiche der Plassen-Karbonatplattform geprägt sind. Sie treten in einem kleinen Streifen unterhalb des Gipfels auf der Nordseite auf (Proben D 734, 729, 699, 700, 704); ein weiterer Streifen, dessen tektonische Stellung im Schichtverband unklar ist, befindet sich weiter im Norden, unmittelbar südlich des Zlambachgrabens (D 705-707, 709). Mikrofaziell-mikropaläontologische Unterschiede zwischen diesen beiden Vorkommen lassen sich nicht erkennen. Das Hangendste bilden fein- bis mittelkörnige Resedimente (Packstones) mit Resten von Echinodermen, Bryozoen, Benthosforaminiferen, Fetzen von *Thaumatoporella* u. a. (Fig. 13.5), d. h. es treten wiederum nur Resedimente der Plassen-Karbonatplattform auf, aber keine Plassen-Formation. Die Resedimente bilden den morphologisch höchsten Anteil des Hornkogels und streichen westlich des Gipfels beginnend (Proben D 726 und D 737) bis über den Gipfel und weiter nach Osten (bis Proben D 857-858).

3.3. Mikropaläontologie der Ober-Jura-Schüttungen des Hornkogels

Das mikropaläontologische Gesamtinventar der Resedimente des Hornkogels ist gegenüber dem Tressenstein, besonders aber im Vergleich mit anderen Vorkommen von Barmsteinkalken (vgl. GAWLICK et al. 2005, 2007b), deutlich reduziert. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass neben einer vergleichsweise geringen Anzahl untersuchter Dünnschliffe hauptsächlich Calciturbidite vorliegen, während polymikte Mass-Flow-Ablagerungen fehlen. Damit fehlt ein Großteil

von ausschließlich Stillwasserbereiche bevorzugenden Taxa, die in den lagunären Klasten dieser Mass-Flow-Brekzien auftreten (STEIGER, 1981, GAWLICK et al. 2005). Unter den Dasycladales sind vor allem *Clypeina sulcata* (ALTH 1882) (Abb. 13.1, 13.3) und *Campbelliella striata* (CAROZZI 1954) (Abb. 12.2, 12.4) hervorzuheben. Daneben finden sich vor allem auch Mikroinkrustierer wie *Crescentiella morronensis* (CRESCENTI 1969) (Fig. 13.6) oder aber typische Taxa des Plattformrandbereiches wie *Mercierella? dacica* DRAGASTAN 1966 (Fig. 13.3).

3.4. Biostratigraphische Einstufung der Resedimente des Hornkogels

Eine nähere stratigraphische Einstufung der Resedimente des Hornkogels anhand der darin auftretenden Mikro-fossilien ist nur sehr grob möglich. Viele der Mikro-fossilien sind Durchläufer, die mehr oder minder innerhalb des stratigraphischen Gesamtniveaus der Plassen-Karbonatplattform in den jeweils für sie charakteristischen Faziesbereichen anzutreffen sind.

Die Dasycladale *Campbelliella striata* (CAROZZI 1954) (vgl. Abb. 13.2) erlaubt die diesbezüglich größtmögliche Eingrenzung. Ihr Auftreten ist in der Plassen-Karbonatplattform und ihren Resedimenten, wie sich an vielen untersuchten Lokalitäten herausgestellt hat, auf den Zeitbereich höheres Kimmeridgium bis Tithonium beschränkt, wobei die jüngsten Funde in den Bereich des tieferen Ober-Tithoniums zu stellen sind. Es ist darauf hinzuweisen, dass die genannte Art außerhalb der Nördlichen Kalkalpen aber noch bis in das Berriasium reicht (z. B. DE CASTRO 1993).

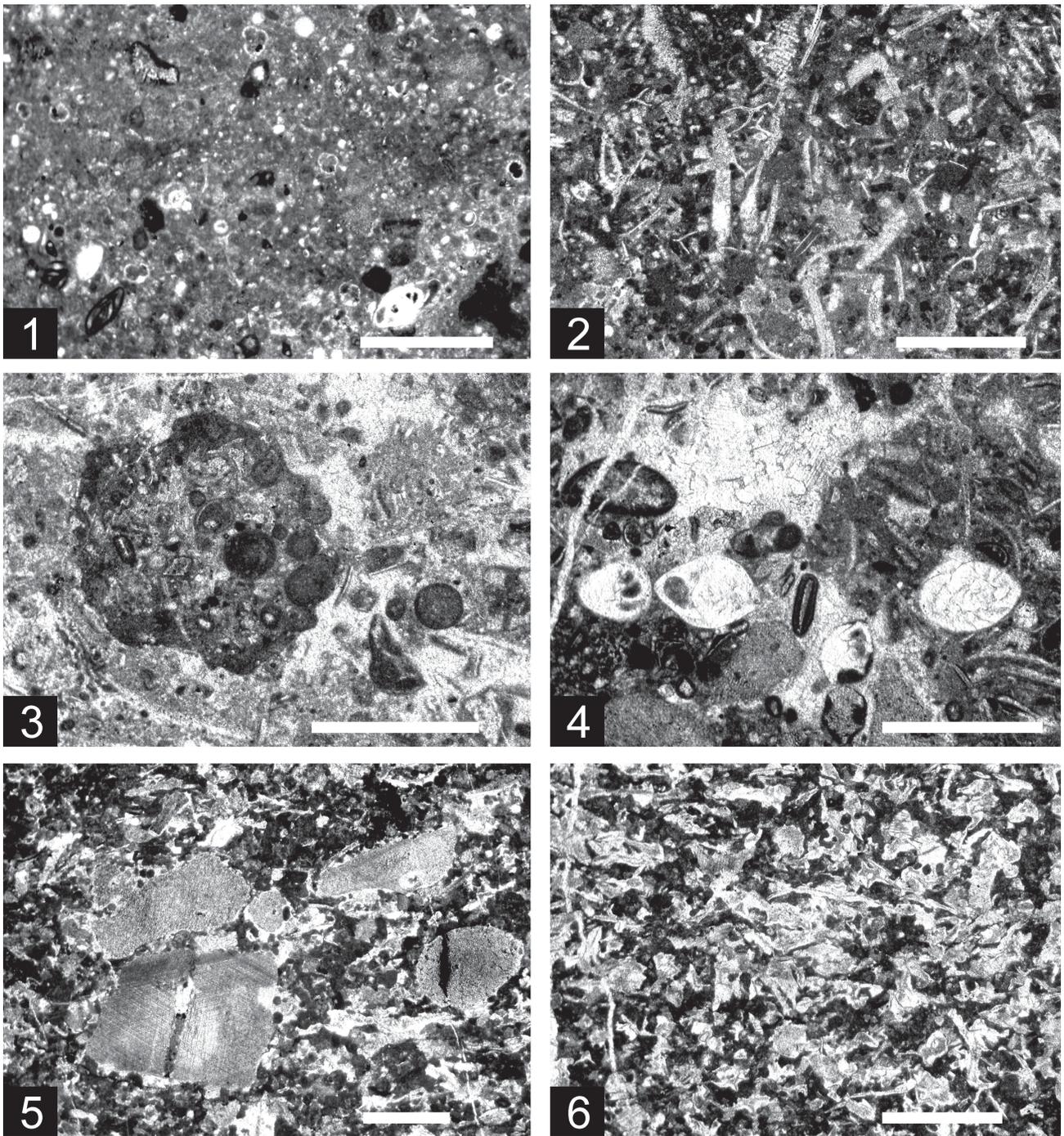


Abb. 12: Mikrofazies des Hornkogel-Profiles. **1.** Probe D 686-1, Maßstab 1,0 mm. Wackestone mit kalkschaligen Benthosforaminiferen, Milioliden und „Protoglobigerinen“ (Agatha Formation). **2.** Probe D 738, Maßstab 1,0 mm. Wacke-Packstone mit zahlreichen Schnitten von Saccocomen (Agatha-Formation). **3.** Probe D 859, Maßstab 1,0 mm. „Pseudo-Grapestone“ zusammengesetzt u. a. aus mehreren „Pseudo-Ooiden“ (vgl. Abb. 5.5. Tressenstein) (Agatha-Formation). **4.** Probe D 859, Maßstab 1,0 mm. Packstone mit mehreren Schnitten durch kalkschaligen Benthosforaminiferen (vermutlich *Lenticulina* sp.). **5.-6.** Proben D 874 und D 879, Maßstäbe 1,0 mm. Unterschiedliche Varietäten (Korngröße, Sortierung, Packungsdichte) von echinodermenreichen Calciturbiditen.

Fig. 12: Microfacies of the Hornkogel section. **1.** Sample D 686-1, scale bar 1.0 mm. Wackestone with calcareous benthic foraminifers, miliolids and “protoglobigerina” (Agatha Formation). **2.** Sample D 738, scale bar 1.0 mm. Wacke-Packstone with numerous sections of saccocomids (Agatha Formation). **3.** Sample D 859, scale bar 1.0 mm. “Pseudo-grapestone” composed besides others of several “pseudo-oooids“ (compare fig. 5.5. Tressenstein) (Agatha Formation). **4.** Sample D 859, scale bar 1.0 mm. Packstone with several sections of calcareous benthic foraminifers (probably *Lenticulina* sp.). **5.-6.** Samples D 874 and D 879, scale bars 1.0 mm. Different varieties (grain-size, sorting, packing) of echinoid-rich calciturbidites.

4. Diskussion der Ergebnisse

4.1. Faziesinterpretation der Schichtfolge des Tressenstein und des Hornkogels und Mikrofazies der umgelagerten Klasten

4.1.1. Tressenstein

Der Tressenstein wird von unterschiedlichen Lithologien,

dem Normalsediment (Becken-Fazies) und Resedimenten (Calciturbidite und Brekzien) aufgebaut wobei letztere mengenmäßig den Hauptanteil stellen. Vermutlich liegt in dem Auftreten dieser beider Lithologien der Grund darin, dass HÖTZL (1966) in seinem Schemaprofil einen mehrmaligen Wechsel von Barmstein- (= Calciturbidite) und Tressensteinkalken (= Brekzien) mit Oberalmer-Schichten verzeichnet. Das bedeutet aber auf der anderen Seite auch, dass Calciturbidite allein, z. B. in reduzierten Profilaufschlüssen, wenn

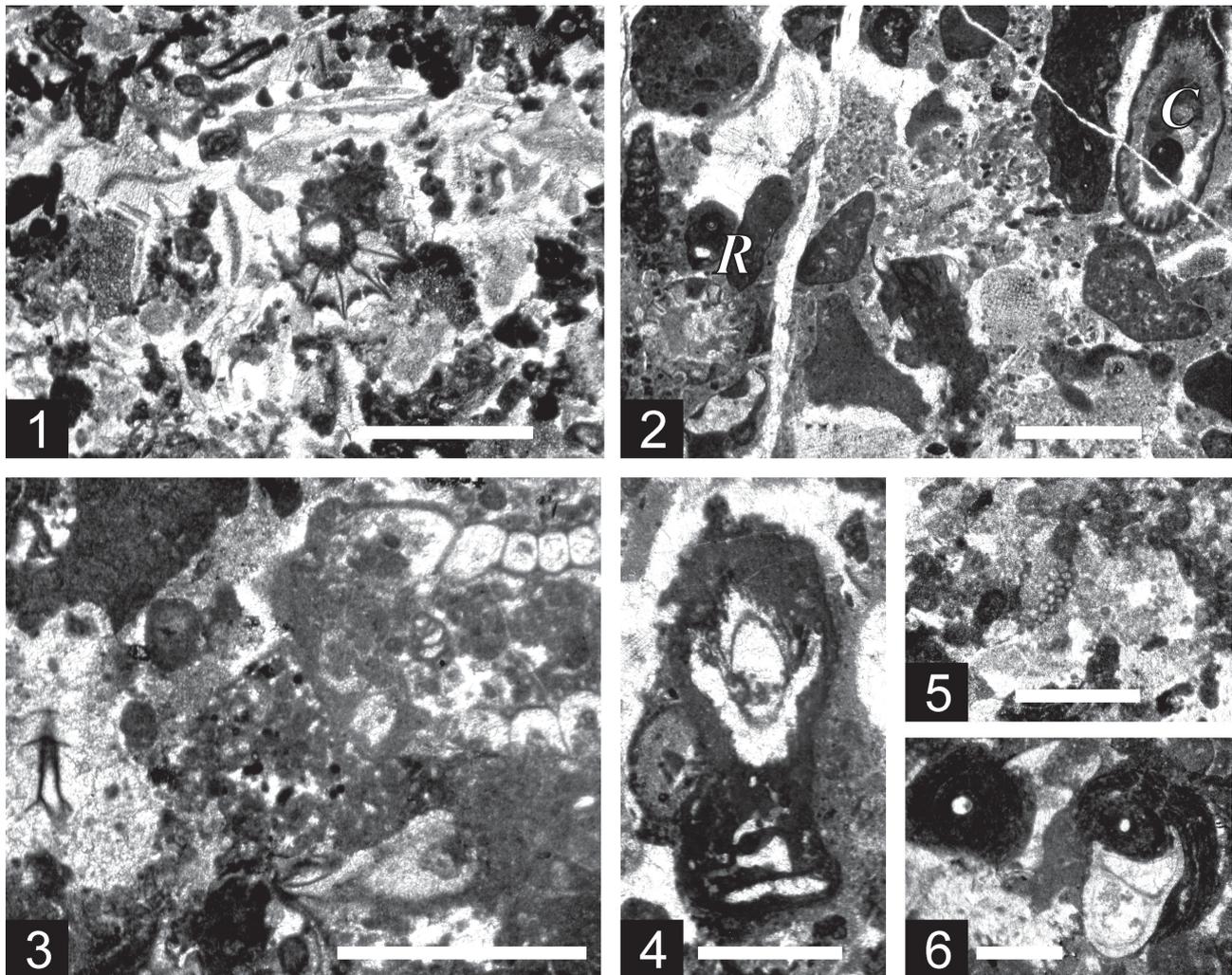


Abb. 13: Mikropaläontologie der Barmsteinkalken des Hornkogels. **1.** Probe D 703, Maßstab 1,0 mm. Echinodermen-reicher Calciturbidit mit Bruchstück von *Clypeina sulcata* (ALTH 1882). **2.** Probe D 700, Maßstab 1,0 mm. Packstone mit Querschnitt der Foraminifere *Reophax? rhaxelloides* SCHLAGINTWEIT et al. 2007 (R) und Dasycladale *Campbelliella striata* (CAROZZI 1954) (C). **3.** Probe D 709, Maßstab 1,0 mm. Serpulidenröhre *Mercierella? dacica* DRAGASTAN 1966 (links) und Dasycladale *Clypeina sulcata* (ALTH 1882) (rechts). **4.** Probe D 700, Maßstab 1,0 mm. Dasycladale *Campbelliella striata* (CAROZZI 1954). **5.** Probe D 880, Maßstab 0,5 mm. Calciturbidit mit Rest von *Thaumatoportella parvovesiculifera* (RAINERI 1922). **6.** Probe D 734, Maßstab 0,3 mm. Zwei Exemplare von *Crescentiella morronensis* (CRESCENTI 1969); rechtes Exemplar verwachsen mit ?Bryozoe.

Fig. 13: Micropalaeontology of the Barmstein limestones of the Hornkogel. **1.** Sample D 703, scale bar 1.0 mm. Echinoid-rich calciturbidite with fragment of *Clypeina sulcata* (ALTH, 1882). **2.** Sample D 700, scale bar 1.0 mm. Packstone with transverse section of the benthic foraminifer *Reophax? rhaxelloides* SCHLAGINTWEIT et al., 2007 (R) and Dasycladale *Campbelliella striata* (CAROZZI, 1954) (C). **3.** Sample D 709, Scale bar 1.0 mm. Serpulid tube *Mercierella? dacica* DRAGASTAN, 1966 (left) and Dasycladale *Clypeina sulcata* (ALTH, 1882) (right). **4.** Sample D 700, scale bar 1.0 mm. Dasycladale *Campbelliella striata* (CAROZZI, 1954). **5.** Sample D 880, scale bar 0.5 mm. Calciturbidite with debris of *Thaumatoportella parvovesiculifera* (RAINERI, 1922). **6.** Sample D 734, scale bar 0.3 mm. Two specimens of *Crescentiella morronensis* (CRESCENTI, 1969); right one showing intergrowth with ?bryozoa.

sie in Calpionellen-Wackestones eingelagert sind, in dieser Interpretationsweise nicht eindeutig zugeordnet werden können. STEIGER (1981) und später dann auch GAWLICK et al. (2005) haben aber gezeigt, dass an der Typlokalität der Barmsteinkalke beide Lithologien auftreten und somit eine eindeutige Unterscheidung nicht gestatten.

Die Kenntnisse über die Faziesentwicklung der Plassen-Karbonatplattform (z. B. SCHLAGINTWEIT et al. 2003, 2005a) lassen einige Schlüsse zum Alter der umgelagerten Komponenten zu: Die Klagen des Plattformrandes und des Hanges sind dem Jura/Kreide-Grenzbereich und dem Unter-Berriasium zuzuordnen, entsprechen also weitgehend dem Alter des Normalsedimentes. Bei den Barmsteinkalken der Typlokalität hingegen sind darüber hinaus die Klagen der geschlossenen Lagune des Ober-Tithonium mit der typischen Vergesellschaftung von *Andersenolina elongata* (LEUPOLD 1935) (Abb. 9.3) und *Pseudocyclammina lituus* (YOKOYAMA 1890) anzutreffen (vgl. auch SCHLAGINTWEIT & GAWLICK 2007). Ein Einzelfund von *Kurnubia palastiniensis* HENSON 1948 in den Barmsteinkalken der Ewigen Wand bei Bad Gaisern (unpubl. Daten) zeigt, dass die in den Barmsteinkalken dokumentierte Erosion der Plassen-Karbonatplattform gelegentlich auch bis in Unter-Tithonium (?Ober-Kimmeridgium) Ablagerungen reichen kann. Aus dieser Beobachtung lässt sich folgern, dass die Bildung der Resedimente des Tressensteines unmittelbar aus Materialabgleitungen des Plattformrandes und -hanges resultiert, während sich die Barmsteinkalke häufig von in die Plattform eingeschnittenen Canyons ableiten lassen, was wiederum für sich allein genommen die Zuordnung zu zwei unterschiedlichen Formationen nicht rechtfertigt. Die Barmsteinkalke des Höherstein-Plateaus weisen eine Nord-Süderstreckung mit zungenförmigem Ende auf. Das gerundete Ende im Norden geht allseitig in Oberalmer Schichten über. Auch STEIGER (1981) spricht im Zusammenhang mit den Barmsteinkalken von „Abfuhrkanälen“, „Canyons“ oder „Schwemmkegeln“. Mit dieser Deutung wäre das räumliche Nebeneinander von Barmsteinkalken und den Resedimenten am Tressenstein, ja mitunter sogar eine partielle Überlagerung in den Randbereichen solcher Schuttcanyons, im Hangfuß-Becken-Übergangsbereich zu erklären. Die Unterscheidung von Tressensteinkalk und Barmsteinkalk nach HÖTZL (1966), verändert von FLÜGEL (2004) auf der Basis der unterschiedlichen Sortierung der Komponenten mit der Definition (vgl. FLÜGEL & PÖLSER 1965), dass

- a) Barmsteinkalke als das Resultat von Turbiditströmen, die Material in Tiefwasserablagerungsbereiche transportieren und
- b) Tressensteinkalke als das Resultat von traktiven Strömungen (z. B. induziert durch Wellen in Flachwasserbereichen)

gesehen werden, halten wir für nomenklatorisch nicht anwendbar. Denn auf der Basis dieser Definition sollte es sich auch bei der Typlokalität der Barmsteinkalke um Tressensteinkalk in Wechsellagerung mit (seltenem) Barmsteinkalk handeln, mit dem Problem der eingeschalteten Calpionellenkalke der Oberalm-Formation. Am Tressenstein selbst würde die Abfolge mit Tressensteinkalk mit zwischengeschalteten Barmsteinkalken beginnen und es sich nach oben hin um Barmsteinkalke mit zwischengeschalteten Tressensteinkalken handeln mit dem Problem der eingeschalteten

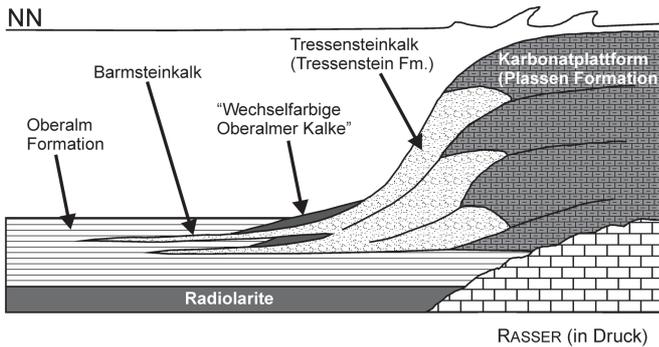
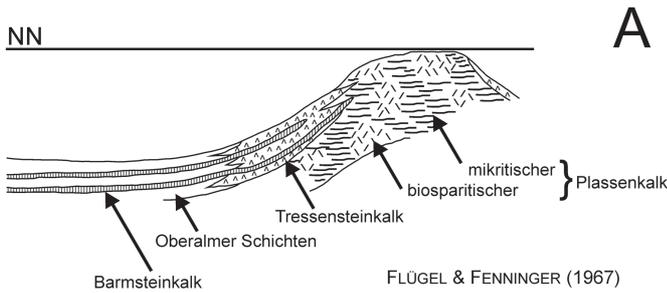
Calpionellenkalke der Oberalm-Formation. Hier zeigt sich klar, dass solche künstliche Definitionen oft weder praktikabel in der Anwendung noch zielführend in der Interpretation sind.

Die Resedimente der Plassen-Karbonatplattform des Tressensteines repräsentieren keine brekziöse Hangfazies, die sich - wie in früheren Arbeiten angegeben und auch graphisch umgesetzt (FLÜGEL & FENNINGER 1966: Abb. 10, RASSER & FENNINGER 2002: Abb. 1, RASSER in press - in RASSER & SANDERS 2003) vom Plattformrand bis zum hemipelagischen Plattform-Becken-Übergangsbereich erstreckt. Stattdessen stellt sie, analog zu den Barmsteinkalken im Sinne von GAWLICK et al. (2005) eine Abfolge von Brekzien und Calciturbiditen dar, die in die Becken-Fazies eingeschaltet ist (Abb. 14). Weder eine laterale noch vertikale Faziesverzahnung mit der Plassen-Formation ist im Bereich des Tressensteines festzustellen. Der Einfluss der Plattform manifestiert sich aber in den Calciturbiditen und Mass-Flows, die in hemipelagische Beckensedimente eingeschaltet sind, was bedeuten würde, dass selbst eine vorrangig brekziös entwickelte Hang-Fazies nicht mit dem Begriff Tressensteinkalk belegt werden kann. Sollten weitere Untersuchungen an anderen Lokalitäten dennoch ergeben, dass eine brekziöse Hangfazies sich lithostratigraphisch definieren lässt, könnte diese dann z. B. als Member in die Plassen-Formation integriert werden.

Vom Ablagerungsraum und auch vom stratigraphischen Umfang her lassen sich „Tressensteinkalk“, d. h. die Resedimente am Tressenstein, und Barmsteinkalk nicht unterscheiden. Gerade aber die angenommenen Altersunterschiede veranlassten frühere Bearbeiter, beide Schichtglieder in Zusammenhang mit unterschiedlichen Phasen der Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform zu stellen.

Zur Zeit der Bildung der Resedimente ab Ober-Tithonium ist auf der Plattform selbst eine starke Subsidenz dokumentiert, die zunächst noch durch die Karbonatproduktion kompensiert werden konnte; erst im Laufe des Berriasiums erfolgte dann das endgültige Ertrinken der Plattform (GAWLICK & SCHLAGINTWEIT 2006). Das bedeutet, dass diese Resedimente (Barmsteinkalk) mit dem Trend zu geringmächtigeren und seltener auftretenden Mass-Flow Ablagerungen innerhalb der Oberalm-Formation in Bezug auf die allgemeine Plattformentwicklung in kausalem Zusammenhang mit dieser finalen Phase stehen.

Der Sedimentationsraum der Abfolge am Tressenstein dokumentiert die paläofazielle Position in einer relativ mobilen, tektonisch kontrollierten Beckenfazies, wie die weitere Abfolge über den ersten groben Schüttungen an der Basis der Abfolge dokumentiert. Resedimente aus einem Areal mit Seichtwasserkarbonatproduktion und Rutschpakete in Wechsellagerung mit hemipelagischen Biomikriten dominieren. Lagunäre Komponenten fehlen weitgehend. Die Gesamtfolge zeigt klar, dass nach der initialen tektonischen Umstellung mit dem Anschneiden von Lagunenarealen der Plassen-Karbonatplattform und der raschen Entstehung einer Rifffazies die neu entstandenen Escarpments durch die sich nun verstärkt ansiedelnden Organismen versiegelt wurde und damit die zuvor angeschnittenen Mobilisierungsgebiete wieder abgeschirmt wurden. Dass die tektonischen Bewegungen weiter anhielten, ist in der



Ober-Tithonium - Unter-Berriasium

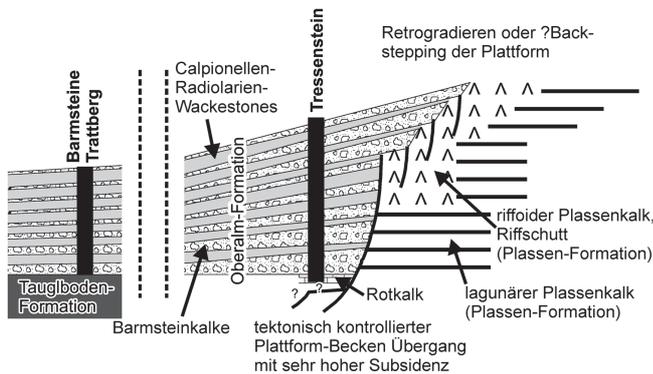


Abb. 14: Gegenüberstellung der unterschiedlichen Riff-Modelle A) altes Modell des Tressensteinkalkes als brekziöse Hangfazies der Plassen-Karbonatplattform und der Barmsteinkalke als turbiditische Beckenfazies nach FLÜGEL & FENNINGER (1966) und RASSER (in press - in RASSER & SANDERS 2003) bei einem ungestörten Plattform-Becken-Übergang.

B) neues Modell der Barmsteinkalke als tektonisch induzierte Resedimente an einem tektonisch kontrollierten Plattform-Becken-Übergang mit Abschiebungen und starker Subsidenz.

Fig. 14: Comparison of the different reef models A) old model, in which the Tressenstein Limestone is seen as slope-deposit in the rimmed platform model and the Barmstein Limestones as turbidites intercalated in hemipelagic basinal sediments, after FLÜGEL & FENNINGER (1966) and RASSER (in press - in RASSER & SANDERS 2003).

B) New model of a tectonic controlled platform-basin transition with normal faults and rapid subsidence producing the mass-flows of the Barmstein Limestones and slides masses reaching the basin plain.

Sedimentationsabfolge, die ein sich kontinuierlich versteilendes Relief im Sedimentationsraum widerspiegelt, gut dokumentiert. Das Vorherrschen von Klasten der Hang-Fazies im höchsten Profilanteil in Form von peloidalen Packstones, belegt bereits eine retrogradierende Entwicklung der Plattform bedingt durch eine Relieferniedrigung im Zusammenhang mit dem finalen Ertrinken der Plattform im Berriasium (vgl. GAWLICK & SCHLAGINTWEIT 2006).

Ein ähnlicher Wechsel von Brekzienlagen und Calciturbiditen ist zum Beispiel auch aus dem tiefkretazischen Hang-Becken-Übergangsbereich des Gargano in Süd-Italien beschrieben worden (BRACCO GARTNER et al. 2002). Die Zunahme des Anteils hemipelagischer Serien zum Hangenden hin wird dabei von BRACCO GARTNER et al. (2002) als retrogradierender Trend im Zusammenhang mit einem „drowning event“ interpretiert. Ein weiteres Beispiel beschreibt HAAS (1999) aus der Ober-Kreide von Ungarn. Demnach wurden die „*lithoclastic layers*“ (= Calciturbidite)

als Schüttung vom Plattformrand und die Megabrekzien durch „*intense back-stepping erosion*“ induziert, wobei letztere zu einem Kollaps von größeren Teilen des Plattformrandes und des Hanges führte.

Eine generell retrogradierende Faziesabfolge wurde auch von SCHLAGINTWEIT & EBELI (1999) in der Plassen-Formation der Trisselwand festgestellt, wo Plattformrandsedimente des Jura/Kreide-Grenzbereiches im Laufe des Berriasium von Hangsedimenten und schließlich Ablagerungen des Hang-Becken-Übergangsbereiches (höchstes Berriasium) abgelagert werden. Dieselbe „drowning-Abfolge“ wurde auch von der Typlokalität am Plassen beschrieben (SCHLAGINTWEIT et al. 2003, 2005a; GAWLICK & SCHLAGINTWEIT 2006). Ein retrogradierender Trend müsste sich dann auf jeden Fall in den Sedimenten des Berriasiums zeigen. Das Top der Folge am Tressenstein Gipfel ist aber dem höchsten Tithonium zuzuordnen, d. h. die möglichen jüngeren Anteile sind hier bereits erodiert. Im Typusgebiet der Oberalm-Formation mit den zwischengeschalteten Barmsteinkalken, der Osterhorn-

Gruppe südöstlich von Salzburg, dagegen ist dieser Trend mit zum Hangenden der Schichtfolge abnehmenden Mächtigkeiten der Barmsteinkalklagen und mit gleichzeitig kleiner werden Komponentengrößen belegt (STEIGER 1981, 1992). Somit kann der Barmsteinkalk als typisches Resediment einer „ertrinkenden“ Plattform aufgefasst werden.

4.2. Nomenklatur der Formationen im Plattform-Becken-Übergangsbereich der Plassen-Karbonatplattform

Insgesamt muss festgehalten werden, dass die Definition von kartierbaren Formationen, die einen relativ langen Zeitabschnitt in einem tektonisch aktiven Ablagerungsraum klar beschreiben sollen, mit in gewisser Weise subjektiven Kriterien getroffen werden muss. Eine Empfehlung für spätere Anwender ist das sich ständige Bewusstmachen des sich permanent dynamisch verändernden Ablagerungsraums der Plassen-Karbonatplattform und der damit verbundenen Folgen für eine Schematisierung. Deshalb sollte auch in weiterer Folge bei der Definition von Formationen der Plassen-Karbonatplattform äußerste Zurückhaltung ein Gebot sein, auch wenn die Regeln zur Definition von Formationen (vgl. STEININGER & PILLER 1999) eine solche als verbindlich vorsehen würden.

In dieser Arbeit wird vorgeschlagen, den Namen Tressensteinkalk bzw. Tressenstein-Formation nicht beizubehalten. Eine Formation am Tressenstein zu definieren, wie das von RASSER & FENNINGER (2002) vorgeschlagen wurde, ist auf Grund unserer Ergebnisse ungerechtfertigt (vgl. Abb. 14). Die Formalisierung der Tressenstein-Formation ist auf Grund des Fehlens einer Typlokalität bzw. eines Typusprofils wieder einzuziehen.

Von einer Verwendung des Begriffs „Tressenstein-Formation“ für diese Sedimente im Becken-Plattform-Verzahnungsbereich ist abzusehen, da der Tressenstein allein schon aufgrund des Fehlens einer Hangendgrenze und auch vom stratigraphischen Umfang her als Typlokalität nicht geeignet ist.

Eine geeignete (neue) Typlokalität bzw. -region für die Vorriff-Faziesausbildung der Plassen-Karbonatplattform müsste hingegen folgende Kriterien erfüllen:

- 1) Die Riffschuttsedimente bzw. der Riffdetritus in den Beckensedimenten müssen sich unter Korngrößenzunahme i. S. einer progradierenden Karbonatplattform, wie das für die Plassen-Karbonatplattform im Kimmeridgium nachgewiesen werden konnte, im Hangenden der Strubberg-Formation, der Sandlingalm-Formation oder der Sillenkopf-Formation entwickeln. Die paläogeographische Position dieser zu definierenden Formation wäre wahrscheinlich das Hochtirolikum i. S. von FRISCH & GAWLICK (2003), eventuell auch das Tief-Tirolikum.
- 2) Das mikrofaziale Inventar und die mikrofaunistische/floristische Charakteristik der zu definierenden Formation muss mit dem der Plattformfazies der Plassen-Karbonatplattform übereinstimmen. An Fremdkomponenten dürfen keine Klasten auftreten, wie sie nicht auch in der Strubberg-Formation oder Sandlingalm-Formation (evtl. auch der Sillenkopf-Formation) vorhanden sind, da die zu de-

finierende Formation sich genetisch aus diesen flyschoiden Kiesersediment-Formationen unter Zunahme des Karbonatgehaltes bzw. des Riffschuttmaterials herausentwickelte.

- 3) Der stratigraphische Umfang der zu definierenden Formation sollte möglichst den gesamten stratigraphischen Zeitumfang der Plassen-Karbonatplattform umfassen, d. h. möglichst den z. Zt. nachgewiesenen Zeitabschnitt Ober-Oxfordium/Unter-Kimmeridgium bis Mittel-Berriasium, zumindest aber den Zeitabschnitt bis zur tektonischen Umstellung des Ablagerungsraumes im Grenzbereich Unter-/Mittel-Tithonium.

Bereits aus diesen Anforderungen ist klar ersichtlich, dass eine ideale Typlokalität, die diese Kriterien erfüllen kann, angesichts der Sedimentationsdynamik von Karbonatplattformen, der lateral begrenzten Ausdehnung dieses speziellen sedimentären Environments (Vorriffschuttfazies) und der Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform in einem tektonisch aktiven Regime über einen solch langen Zeitraum (Kimmeridgium bis Berriasium) überhaupt nicht existent sein kann und aus diesem Grunde keine kartierbare Formation darstellen kann.

Aus diesem Grund müsste eine neu zu definierende Formation, welche die komplette Entwicklung der Riffschuttsedimente der Plassen-Karbonatplattform beschreibt eine kompilative Formation werden, die - auf der Basis der oben gestellten Anforderungen einerseits und den realen Gegebenheiten andererseits - nur aus Profilen von verschiedenen Lokalitäten zusammengesetzt werden kann. Der Tressenstein selbst könnte in dieser kompilierten Abfolge nur jenen zeitlichen Teilabschnitt dieser Formation definieren, der in ihm zeitlich dokumentiert ist, wobei sich jedoch kein klarer Unterschied zu den Barmsteinkalken herausarbeiten lässt. Ob allerdings das vom Unter-/Mittel-Tithonium-Grenzbereich bis zum Jura/Kreide-Grenzbereich wirkende tektonische Ereignis, das für die Schüttung der Barmsteinkalke in den Bereich des Tauglboden-Beckens (=Tief-Tirolikums) und das Kollabieren der Trattberg-Schwelle mit Abschiebungen von maßgeblicher Bedeutung ist (vgl. GAWLICK et al. 2005, SCHLAGINTWEIT & GAWLICK 2007), auch im Bereich des Hoch-Tirolikums entscheidende Veränderungen in der Sedimentationsdynamik der Plassen-Karbonatplattform bewirkt hat, ist z. Zt. auf Grund des Mangels einer Abfolge geeigneter Profile noch nicht geprüft. Der Plattform-Becken-Übergangsbereich des Ober-Oxfordium/Unter-Kimmeridgium bis Unter-Tithonium im Bereich des Hoch-Tirolikum, d. h. die in der ersten Entwicklungsphase der Plassen-Karbonatplattform progradierende Seichtwasserkarbonatentwicklung ist auch am Krahnstein (GAWLICK et al. 2004) oder am Rettenstein bei Filzmoos (AUER et al. 2007) nicht klar abgrenzbar. Auch hier verzahnen sich die faziell unterschiedlichen Sedimente und sind im Gelände nicht abgrenz- bzw. kartierbar.

All diese Anforderungen an eine die Riffschuttfazies der Plassen-Karbonatplattform umfassende Formation zusammen mit den Ergebnissen der Untersuchung des Tressenstein zeigen, dass es wenig Sinn macht, an dem klassischen Begriff „Tressensteinkalk“ festhalten zu wollen. Um weitere Verwirrungen hinsichtlich der Benennung der Formationen der Plassen-Karbonatplattform zu vermeiden sollte der

Begriff Tressensteinkalk bzw. Tressenstein-Formation - obwohl ein seit vielen Jahrzehnten lieb gewordenes Synonym für die Riffschuttsedimente der Ober-Jura Karbonatplattform in den Nördlichen Kalkalpen - für die Beschreibung dieser Sedimente in Zukunft nicht mehr verwendet werden.

Aus diesem Grunde, und unter Berücksichtigung, dass es sich generell um shallowing-upward-Abfolgen handelt, werden die faziell unterschiedlichen Sedimenttypen vom Plattformhang bis zur Lagune einheitlich als Plassen-Formation angesprochen (vgl. SCHLAGINTWEIT et al. 2003), was auch schon von SCHLAGINTWEIT & EBELI (1999) als praktikable Lösung vorgeschlagen wurde.

Für die Resedimente des höheren Tithonium bzw. Berriasium sollte einheitlich der Begriff Barmsteinkalk bzw. Barmsteinkalkbänke innerhalb der Oberalm-Formation verwendet werden.

4.3. Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform

Auf Grund der tektonischen Umstellung vom Unter-/Ober-Tithonium-Grenzbereich an, dokumentiert durch das Entstehen von relativ steilen Escarpments (Abschiebungen) im Bereich des Nordrandes/Zentralteiles der Trattberg-Schwelle und den daraus resultierenden Änderungen im Sedimentationsgeschehen sowohl im Bereich der Becken als auch der Plattformränder wird die Entwicklungsgeschichte der Plassen-Karbonatplattform in zwei Abschnitte gegliedert (Abb. 3B):

- 1) Einsetzen der Plassen-Karbonatplattformentwicklung auf sich hebenden Deckenstirnen (z. B. der Trattberg-Schwelle oder der Brunnwinkl-Schwelle GAWLICK et al. (2007a)), Entwicklung einer in Lagune, Riff und Becken gegliederten Plattform aus einer über kieselligen Beckensedimenten folgenden Seichtwasser-Karbonatentwicklung mit rascher Progradation über Tiefwassersedimente in einem tektonisch aktiven, meist noch konvergenten Regime (Ober-Oxfordium/Unter-Kimmeridgium bis Unter-Tithonium).
- 2) Tektonisch induzierter Umbau der Plassen-Karbonatplattform ab dem Unter-/Ober-Tithonium-Grenzbereich durch den Kollaps bzw. das Ertrinken der ehemaligen Deckenstirnen (z. B. Trattberg-Schwelle, Brunnwinkl-Schwelle, Entstehen steiler Escarpments, einsetzender schneller Subsidenz und Entstehen neuer Plattformränder mit veränderter Polarität und nachfolgendem drowning der Plattform.

Die Ursachen von dem unter Punkt 2) aufgeführten Ereignis sind noch ungeklärt, weil noch nicht untersucht. Ein einfaches Zerbrecen einer Deckenstirn sollte normalerweise einen Reliefausgleich zur Folge haben und eine Subsidenzabnahme, während eine aktive Deckenstirn ein steiles Relief und eine verstärkte Subsidenz nach sich zieht. Eine aktive Überschiebung an der Trattberg-Schwelle zur Zeit des höheren Tithoniums ist allerdings nicht nachweisbar. Dagegen kommt es sowohl im Bereich der ehemaligen (oxfordischen) Deckenstirn zu Abschiebungen und rascher Subsidenz, die

auch im Bereich des Tauglboden-Beckens zu beobachten ist. Auch die Plassen-Karbonatplattform s. str. zeigt vom Ober-Tithonium an eine deutliche Subsidenzzunahme (SCHLAGINTWEIT et al. 2003, 2005), die im Zeitbereich Ober-Tithonium noch durch erhöhte Karbonatproduktion ausgeglichen wird, bevor es während des Berriasiums zum endgültigen Ertrinken dieser Plattform kommt mit nachfolgenden uniformen Faziesbedingungen im Becken und Plattform-Bereich (Schrambach-Formation) (GAWLICK & SCHLAGINTWEIT 2006).

4.4. Entwicklung der Trattberg-Schwelle im Tithonium

Im Zusammenhang mit dem Entstehen von steilen Escarpments im nördlichen Bereich der Trattberg-Schwelle vom Grenzbereich Unter-/Ober-Tithonium bzw. im Ober-Tithonium an, infolge dessen große Mengen an Riffschuttmaterial in den angrenzenden Radiolaritbecken, besonders in den Bereich des Tauglboden Becken (= Tief-Tirolikum) aber auch in das Rofan-Becken nördlich der Brunnwinkl-Schwelle umgelagert wurden, kommt es zum Umschlag von radiolaritischer zu karbonatdominierter Sedimentation. In die hemipelagischen Mikrite (= Oberalmer-Schichten) sind polymikte Mass-Flow-Ablagerungen (Barmsteinkalke) eingeschaltet. Beides zusammen ist als Oberalm-Formation (Grenzbereich Unter-Tithonium/Ober-Tithonium bis höheres Berriasium) im Hangenden der Tauglboden-Formation (GAWLICK et al. 1999b, STEIGER 1992) und im Liegenden der Schrambach-Formation (RASSER et al. 2003) definiert. Diese Lagunen- und Riffschuttsedimente, meist Mass-Flow-Ablagerungen, die ältere Fremdkomponenten bzw. Komponenten des Auftauchbereiches der Trattberg-Schwelle und deren Äquivalenten beinhalten können, kennzeichnen jenen Bereich der Plassen-Karbonatplattform, in dem auf den kollabierenden ehemaligen Deckenstirnen durch die Bildung von Escarpments tektonisch kontrollierter neuer Sedimentationsraum entstand. Infolge dieses partiellen Zerbrechens der Plassen-Karbonatplattform entwickelte sich ein zweiter, neuer Vorriffgürtel (mit typischer Mikrofazies, z. B. Mikroinkrustierer-Boundstones, vgl. SCHLAGINTWEIT & GAWLICK 2007) im Norden der bisher existierenden Karbonatplattform. Diese Modellvorstellung erklärt im Übrigen auch das Auftreten zweier „Riff-Niveaus“ innerhalb der Plassen-Karbonatplattform, im Kimmeridgium und im höheren Tithonium bis in den Bereich der Jura-Kreide-Grenze (z. B. SCHLAGINTWEIT et al. 2003). Von diesem rein tektonisch kontrollierten Karbonatproduktionsraum aus wurden vom Ober-Tithonium an die Barmsteinkalke nach Norden in die dort angrenzenden Tiefwasserablagerungsräume geschüttet (= Tauglboden-Becken).

Die Biomikrite der Oberalm-Formation, die sich im Bereich des Tauglboden Beckens vom höheren Unter-Tithonium an unter stetiger Zunahme des Karbonatgehaltes aus den feinturbiditischen Kieselsedimenten der Tauglboden-Formation heraus entwickeln, sind weder litho- noch mikrofazial und auch nicht von der stratigraphischen Stellung her von jenen Calpionellen-führenden Biomikriten zu unterscheiden, welche die Beckensedimente zwischen den Resedimenten im Bereich des Tressensteines bilden. Lediglich die Mass-Flow-Brekzien der Riffschuttsedimente weisen geringfügige

Unterschiede zu den in die Oberalm-Formation s. str. eingeschalteten Barmsteinkalken auf, wobei vor allem das Fehlen von älteren Karbonatklasten, die von der Trattberg-Schwelle herzuleiten sind, festzustellen ist (vgl. dazu GAWLICK et al. 2005 - cum Lit.). Allerdings kommen diese älteren Klasten nicht zwingend in allen Barmsteinkalken im Bereich des Tauglboden-Beckens bzw. des Tief-Tirolikums vor (GAWLICK et al. 2003, 2007a, b).

4.5. Paläogeographische Position des Tressenstein und des Hornkogels

Die sedimentäre Unterlagerung der Abfolge des Tressenstein ist nur in Form von Radiolarit-Lesesteinen im Wiesengelände aufgeschlossen, so dass auch auf Grund der Gesamt-Schichtfolge nicht eindeutig entschieden werden kann, in welcher paläogeographischen bzw. tektonischen Position die Abfolge des Tressenstein genau abgelagert wurde: im Hangenden von Strubberg- bzw. Sandlingalm-Formation oder auf dem Nordrand der abtauchenden Trattberg-Schwelle. Durch die Bildung von steilen Escarpments im Bereich der nördlichen Trattberg-Schwelle, die im Zeitbereich Unter-Oxfordium bis Grenzbereich Unter-/Ober-Tithonium die tektonische Deckengrenze von Hoch- und Tief-Tirolikum definiert werden weite Bereiche der hochtirolischen Deckenstirn durch abruptes Abtauchen dem Sedimentationsraum des Tauglboden-Beckens angegliedert (=Oberalm-Roßfeld Becken, vgl. FRISCH & GAWLICK 2003). Diese Deckengrenze ist heute allerdings meist nur noch anhand der erhalten gebliebenen Beckensedimente regional lokalisierbar; dabei definiert das Auftreten der Tauglboden-Formation das Tief-Tirolikum. Durch das Zerbrecen der Trattberg-Schwelle im Grenzbereich Unter-/Ober-Tithonium ist keine vollständig erhaltene Abfolge zumindest ab Kimmeridgium erhalten, d. h. eine tektonische Zuordnung zu der einen oder anderen Decke im Sinne der Definition ist nicht möglich.

Die mögliche paläogeographische Rekonstruktion der Grenze Hoch- bzw. Tief-Tirolikum im zentralen Salzkammergut läßt eine originäre paläogeographische Position des Tressenstein im Bereich des nördlichen Hoch-Tirolikums, und dabei in relativer Nähe südlich der Trattberg-Schwellenstirn vermuten, was aber auf Grund mangelnder Aufschlüsse nicht direkt zu belegen ist. Eine ähnliche Situation trifft auch auf den Hornkogel zu.

5. Schlussfolgerungen

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen sind:

1. Am Tressenstein wechsellagern die Resedimente (Brekzien, Turbidite) der Plassen-Karbonatplattform mit Calpionellen-führenden Beckensedimenten und stellen kein Vorriffschuttsediment bzw. Plattformhang-Fazies dar. Der Begriff Tressenstein-Formation wird aufgelassen. Es handelt sich um Barmsteinkalke.
2. Das Alter der am Tressenstein auftretenden Abfolge ist auf Grund von biostratigraphischen Datierungen höheres

Tithonium bis ?tieferes Berriasium.

3. Der Tressenstein ist als Typlokalität für den Ablagerungsbereich zwischen dem Becken und dem Rand der Plassen-Karbonatplattform (Ober-Oxfordium/Kimmeridgium bis Berriasium) ungeeignet, da die Resedimentation am Tressenstein erst im Bereich Mittel-Ober-Tithonium einsetzte. Seine Abfolge entspricht sedimentologisch und stratigraphisch dem, was als Barmsteinkalke innerhalb der Oberalm-Formation bekannt und definiert ist. Konsequenterweise muss dann aber deren Verbreitung, entgegen früherer Angaben, nun nach Süden ins Hochtirolikum, d. h. auf dessen Deckenstirn, ausgedehnt werden.
4. Gemeinsam ist den Vorkommen Tressenstein und Hornkogel das Auftreten von Resedimenten der Ober-Jura Plassen-Karbonatplattform im unmittelbar Hangenden von kondensierten Rotkalken (Typus *Acanthicus*), die in das Unter-Tithonium gestellt werden können. Unterschiede in den Entwicklungen liegen zum einen im Fehlen von Calpionellenkalken am Hornkogel und auch dem bezeichnenden Auftreten der Kalkalge *Campbelliella striata* (CAROZZI 1954) in den Barmsteinkalken des Hornkogels. Diese Art fehlt ebenso in den Barmsteinkalken der Typlokalität, des Höherstein-Plateaus, des Sandlings, der Ewigen Wand und der Jochwand.
5. Die Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform wird in zwei Entwicklungsstadien gegliedert. Die erste Phase (Ober-Oxfordium/Kimmeridgium bis Unter-Tithonium) ist gekennzeichnet durch die Entstehung einer Karbonatplattform auf sich hebenden Deckenstirnen (z. B. Trattberg-Schwelle) mit rascher Progradation über meist radiolaritische Beckensedimente (meist Richtung Süden aus der Sicht heutiger geographischer Anordnung). In dieser Phase verfüllten die Karbonate ein bestehendes Relief (Radiolaritbecken) wobei die Karbonatplattformentwicklung nach wie vor durch die bestehende Schwellen/Becken-Konfiguration und die weiterhin andauernde aber stark nachlassende tektonische Einengung bestimmt wurde. Die zweite Phase (Ober-Tithonium bis Berriasium) wird eingeleitet durch die Entstehung von, nach heutiger Geographie nach Norden einfallenden steilen Escarpments (SCHLAGINTWEIT & GAWLICK 2007) der nördlichen Bereiche der Trattberg-Schwelle. Dadurch entstand ein zweiter Riff-Becken-Übergang, der tektonisch kontrolliert war und den eine hohe Subsidenz kennzeichnete. Hier wurden enorme Mengen an Karbonatmaterial produziert, die einerseits in Form von Mass-Flow-Ablagerungen und andererseits durch den Eintrag von enormen Mikritmen in die angrenzenden Tiefwassersedimentationsräume dort den generellen Umschwung von kieselig zu karbonatischer Sedimentation bedingten.
6. Die lithostratigraphische Abgrenzung der eigentlichen Vorriffsedimente (= zum Teil Tressensteinkalk bei früheren Autoren) von der Plassen-Karbonatplattform erscheint nicht praktikabel oder definitionsmäßig umsetzbar. Diese Sedimente stellen vielmehr Teil der Plassen-Karbonatplattform dar.

Dank

Im Rahmen des FWF-Projektes P 16812 entstanden. S. Missoni (Leoben) danken wir für die Unterstützung bei den Geländearbeiten, das kritische Lesen des Manuskriptes und Diskussionen. M. Auer (Glasgow) danken wir für kritische Anmerkungen zu einer früheren Version des Manuskriptes und Diskussionen.

M. Wagreich (Wien) danken wir für kritische und konstruktive Anmerkungen zur Nomenklatur und zum allgemeinen Verständnis der Arbeit.

Literatur

- ALTH, A. VON (1882): Die Versteinerungen des Nizniower Kalksteines. - Beitr. Paläont. Oesterr.-Ung., **I**: 183-332, Wien.
- AUER, M., GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F. (2006): Mount Rettenstein southwest of the Dachstein Massif - a structurally controlled, isolated occurrence of Jurassic strata at the southern rim of the Northern Calcareous Alps. - (In: HABITZEL, K., MÄRK, T.D., PROCK, S. & STENOH, B. (Hrsg.), PANGEO Austria 2006, Conference Series: 7-8, Innsbruck.
- AUER, M., GAWLICK, H.-J. & SCHLAGINTWEIT, F. (2007): The isolated Jurassic occurrence of Mount Rettenstein near Filzmoos - an extensional allochthon at the southern rim of the central Northern Calcareous Alps. - 8th Workshop on Alpine Geological Studies, Abstract Volume: 1-2, Davos.
- AUER, M., GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F. & SUZUKI, H. (2008): Spatial and temporal development of shallow water carbonate platform and siliceous basin sedimentation in the Late Jurassic Northern Calcareous Alps. - Facies (Springer). DOI 10.1007/s10347-008-055-3
- BRACCO GARTNER, G.L., MORSILLI, M., SCHLAGER, W. & BOSELLINI, A. (2002): Toe-of-slope of a Cretaceous carbonate platform in outcrop, seismic model and offshore seismic data (Apulia, Italy). - Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch.), **91**: 315-330, Stuttgart.
- BUCUR, I.I. (1993): Les représentants du genre *Protopenneroplis* WEYNSCHENK dans les dépôts du Crétacé inférieur de la zone de Resita-Moldova Noua (Carpathes méridionales, Roumanie). - Rev. Micropaléont., **36** (3): 213-223, Paris.
- BUCUR, I.I., SENOWBARI-DARYAN, B. & ABATE, B. (1996): Remarks on some foraminifera from the Upper Jurassic (Tithonian) reef limestone of Madonie Mountains (Sicily). - Boll. Soc. Paleont. Ital., **35** (1): 65-80, Modena.
- CAROZZI, A. (1954): L'organisme „C“ J. Favre (1927) est une *Vaginella* portlandienne. - Arch. Sci., **7**(2): 107-111, Geneve.
- CRESCENTI, U. (1969): Biostratigrafia delle facies mesozoiche dell' Apennino Centrale: Correlazioni. - Geol. Romana, **8**: 15-40, Roma.
- DE CASTRO, P. (1993): Observations on *Campbelliella* RADOICIC, 1959 and *Neoteutloporella* BASSOULLET et al., 1978 (green algae, Dasycladales). - Boll. Soc. Paleont. Ital., Spec. Vol. **1**: 121-184, Modena.
- DECROUEZ, D. & MORYCOWA, E. (1996): Présence de *Protopenneroplis ultragranulata* (Foraminifère) dans les Calcaires de Cieszyn (Nappe Silesienne, Carpathes Polonaises Externes). - Archs. Sci. Genève, **49** (3): 267-271, Genève.
- DIERSCHKE, V. (1980): Die Radiolarite des Oberjura im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen. - Geotekt. Forsch., **58**: 1-217, Stuttgart.
- DRAGASTAN, O. (1966): A new serpulid species in the Upper Jurassic of Romania. - Paläont. Z., **40** (1-2): 147-150, Stuttgart.
- DRAGASTAN O., LITTLER, D. S. & LITTLER, M. M. (2002): Recent vs. Fossil *Halimeda* species of Angaur Island, Palau and adjacent western Pacific areas. - Acta Palaeont. Romaniae, Spec. Pub. **1**: 3-20; Bukarest.
- DURAND DELGA, M. (1957): Une nouvelle forme de Calpionelles. - Publ. Serv. Carte géol. d'Algérie (N.S.), **13** (1956): 165-172, Algier.
- EBLI, O. (1997): Sedimentation und Biofazies an passiven Kontinentalrändern: Lias und Dogger des Mittelabschnittes der Nördlichen Kalkalpen und des frühen Atlantik (DSDP site 547B, Marokko). - Münchner Geowissen. Abh., Reihe A, **32**: 1-255, München.
- EHRENDORFER, T. (1988): Zur Geologie der Weyrer Bögen im Gebiet von Großraming an der Enns (O.Ö.). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **34/35**: 135-149, Wien.
- ELLIOTT, G.F. (1956): Further records of fossil calcareous algae from the Middle East. - Micropaleont., **2** (4): 327-334, New York.
- FENNINGER, A. (1967): Riffentwicklung im oberostalpinen Malm. - Geol. Rdsch., **56**: 171-185, Stuttgart.
- FENNINGER, A. (1970): Die Hydrozoenfauna des Sandling (Kimmeridgium, Nördliche Kalkalpen). - Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Jg. 1969, **2**: 33-35, Wien.
- FENNINGER, A. (1972): Die Fauna und Flora der Barmsteinkalk-Bank B2 im Raume des Trattberges (Osterhorngruppe, Salzburg). - Ber. Haus Nat. Salzburg, **3**: 10-23, Salzburg.
- FENNINGER, A. & HÖTZL, H. (1965): Die Hydrozoa und Tabulozoa der Tressenstein- und Plassenkalke (Ober-Jura). - Mitt. Mus. Bergbau, Geol. Techn. Landesmus. "Joanneum", **27**: 1-63, Graz.
- FENNINGER, A. & HÖTZL, H. (1967): Die Mikrofauna und -flora des Plassen- und Tressensteinkalkes der Typlokalität (Nördliche Kalkalpen). - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **128** (1): 1-37, Stuttgart.
- FENNINGER, A. & HOLZER, H.L. (1972): Fazies und Paläogeographie des oberostalpinen Malms. - Mitt. Geol. Ges., **63** (1970): 52-141, Wien.
- FLÜGEL, E. (2004): Microfacies of Carbonate Rocks - Analysis, Interpretation and Application. - 1-976, (Springer) Berlin.
- FLÜGEL, H. & FENNINGER, A. (1966): Die Lithogenese der Oberalmer Schichten und der mikritischen Plassen-Kalke (Tithonium, Nördliche Kalkalpen). - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **123/3**, 249-280, Stuttgart.
- FLÜGEL, H. & PÖLSER, P. (1965): Lithogenetische Analyse der Barmstein-Kalkbank B₂ nordwestlich von St. Koloman bei Hallein (Tithonium, Salzburg). - N. Jb. Geol. Pal. Mh., **1965**: 513-527, Stuttgart.
- FRISCH, W. & GAWLICK, H.-J. (2003): The nappe structure of the central Northern Calcareous Alps and its disintegration during Miocene tectonic extrusion - a contribution to understanding the orogenic evolution of the Eastern Alps. - Int. Journ. Earth. Sci., **92**: 712-727, (Springer) Berlin.
- GARRISON, R.E. & FISCHER, A.G. (1969): Deep water Limestones and Radiolarites of the Alpine Jurassic. - SEPM spec. Publ., **14**: 20-56, Tulsa.
- GAWLICK, H.-J. (1996): Die früh-oberjurassischen Brekzien der Strubbergsschichten im Lammertal - Analyse und tektonische Bedeutung (Nördliche Kalkalpen, Österreich). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **39/40**: 119-186, Wien.
- GAWLICK, H.-J. (2000): Die Radiolaritbecken in den Nördlichen Kalkalpen (hoher Mittel-Jura, Ober-Jura). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **44**: 97-156, Wien.
- GAWLICK, H.-J. & FRISCH, W. (2003): The Middle to Late Jurassic carbonate clastic radiolaritic flysch sediments in the Northern Calcareous Alps: sedimentology, basin evolution and tectonics - an overview. - N. Jb. Geol. Pal. Abh., **230**: 163-213, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J., FRISCH, W., MISSONI, S. & SUZUKI, H. (2002): Middle to Late Jurassic radiolarite basins in the central part of the Northern Calcareous Alps as a key for the reconstruction of their early tectonic history - an overview. - Mem. Soc. Geol. It., (2002) **57**: 123-132, Modena.
- GAWLICK, H.-J., FRISCH, W., VECSEI, A., STEIGER, T. & BÖHM, F. (1999a): The change from rifting to thrusting in the Northern Calcareous Alps as recorded in Jurassic sediments. - Geol. Rdsch., **87**: 644-657, Berlin.

- GAWLICK, H.-J., MISSONI, S., SCHLAGINTWEIT, F., SUZUKI, H., FRISCH, W., KRYSZYN, L., BLAU, J. & LEIN, R. (2009): Jurassic Tectonostratigraphy of the Austroalpine Domain. - *Journal of Alpine Geology*, **50**: 1-152, Wien.
- GAWLICK, H.-J. & SCHLAGINTWEIT, F. (2006): Berriasian drowning of the Plassen carbonate platform at the type-locality and its bearing on the early Eoalpine orogenic dynamics in the Northern Calcareous Alps (Austria). - *Int. Journ. Earth Sci.*, **95**: 451-462, Berlin.
- GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F., EBLI, O. & SUZUKI, H. (2004): Die Plassen-Formation (Kimmeridgium) des Krahstein (Steirisches Salzkammergut, Österreich) und ihre Unterlagerung: neue Daten zur Fazies, Biostratigraphie und Sedimentologie. - *Zbl. Geol. Pal.* Teil 1, **2003** Heft 3/4: 295-334, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F. & LEIN, R. (2003): Das Höherstein-Plateau südlich Bad Ischl - Neue Daten zur Stratigraphie, Fazies und Sedimentologie: Implikationen zur paläogeographischen Rekonstruktion im Jura des zentralen Salzkammergutes. - (In: WEIDINGER, J.T., LOBITZER, H. & SPITZBART, I. (Hrsg.), *Beiträge zur Geologie des Salzkammergutes*, Gmundner Geo-Studien, **2**: 75-86, Gmunden.
- GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F. & MISSONI, S. (2005): Die Barmsteinkalke der Typlokalität nordwestlich Hallein (hohes Tithonium bis tieferes Berriasium; Salzburger Kalkalpen) - Sedimentologie, Mikrofazies, Stratigraphie und Mikropaläontologie: neue Aspekte zur Interpretation der Entwicklungsgeschichte der Ober-Jura-Karbonatplattform und der tektonischen Interpretation der Hallstätter Zone von Hallein - Bad Dürrenberg. - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **236** (3): 351-421, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F. & MISSONI, S. (2007a): Das Ober-Jura Seichtwasser-Karbonat-Vorkommen der Drei Brüder am Wolfgangsee (Salzkammergut, Österreich): das westlichste Vorkommen der Wolfgangsee-Karbonatplattform südlich der Brunnwinkl-Schwelle am Nordrand des Tauglboden-Beckens. - *Journal of Alpine Geology*, **48**: 83-100, Wien.
- GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F. & SUZUKI, H. (2007b): Die Ober-Jura bis Unter-Kreide Schichtfolge des Gebietes Sandling-Höherstein (Salzkammergut, Österreich) - Implikationen zur Rekonstruktion des Block-Puzzles der zentralen Nördlichen Kalkalpen, der Gliederung der karbonatklastischen Radiolaritflyschbecken und der Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform. - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **243**(1): 1-70, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J., SUZUKI, H. & SCHLAGINTWEIT, F. (2006): Die Ober-Trias- und Jura-Sedimentgesteine der Sarsteinalm und deren Bedeutung für die tektonische Gliederung des Dachstein-Blockes (Salzkammergut, Nördliche Kalkalpen, Österreich). - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **239**: 101-160, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J., SUZUKI, H., VORTISCH, W. & WEGENER, E. (1999b): Zur stratigraphischen Stellung der Tauglbodenschichten an der Typlokalität in der Osterhorngruppe (Nördliche Kalkalpen, Ober-Oxfordium - Unter-Tithonium). - *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **42**: 1-20, Wien.
- GEYER, G. (1884): Ueber jurassische Ablagerungen auf dem Hochplateau des Todten Gebirges in Steiermark. - *Jb. k.k. geol. B.-A.*, **34** (2): 335-366, Wien.
- GOLDFUSS, A. (1826-1833): *Petrefacta Germaniae*. - 1-252, 71 Taf., (Arnz & Cie) Düsseldorf.
- GORBATCHIK, T.N. (1971): On early Cretaceous foraminifera of the Crimea (in Russisch). - *Akad. Nauk, Voprosi Micropal.*, **14**: 125-139, Moskau.
- GRÜN, B. & BLAU, J. (1996): Phylogenie, Systematik und Biostratigraphie der Calpionellidae Bonet, 1956: Neue Daten aus dem Rosso Ammonitico Superiore und dem Biancone (Oberjura/Unterkreide: Tithon-Valangin) von Ra Stua (Prov. Belluno, Italien). - *Rev. Paléobiol.*, **15** (2): 571-595, Genève.
- GRÜN, B. & BLAU, J. (1997): New aspects of calpionellid biochronology: proposal for a revised calpionellid zonal and subzonal division. - *Rev. Paléobiol.*, **16** (1): 197-214, Genève.
- GÜMBEL, C. W. (1861): *Geognostische Beschreibung des Bayrischen Alpengebirges und seines Vorlandes*. - I-XX, 950 S., Gotha (Perthes).
- HAAS, J. (1999): Genesis of Late Cretaceous toe-of-slope breccias in the Bakony Mts, Hungary. - *Sed. Geol.*, **128**: 51-66, Amsterdam.
- HAAS, J., KOVÁCS, S., KRYSZYN, L. & LEIN, R. (1995): Significance of Late Permian - Triassic facies zones in terrane reconstructions in the Alpine - North Pannonian domain. - *Tectonophysics*, **242**: 19-40, Amsterdam.
- HAUER, F. von (1850): Über die geognostischen Verhältnisse des Nordabhanges der nordöstlichen Kalkalpen zwischen Wien und Salzburg. - *Jb. Geol. R.-A.*, **1**: 17-60, Wien.
- HEINZ, R.A. & ISENSCHMID, C. (1988): Mikrofazielle Untersuchungen im Massivkalk (Malm) der Préalpes médianes. - *Eclogae geol. Helv.*, **81** (1): 1-62, Basel.
- HENSON, F.R.S. (1948): Larger imperforate foraminifera of south-western Asia. - *British Mus. (Nat. Hist.)*, 1-127, London.
- HERRMANN, J. (1990): Zur Unterscheidung von Barmsteinkalk und Tressensteinkalk (Oberjura, Nördliche Kalkalpen). - *Zbl. Geol. Paläont.*, Teil 1 (1989), **9/10**: 1349-1357, Stuttgart.
- HOLZER, H.-L. (1978): Eine stratigraphische Tabelle der Malmvorkommen Österreichs (mit erläuternden Bemerkungen und einem Schichtenverzeichnis). - *Schriften. Erdwiss. Komm. Österr. Akad. Wiss.*, **4**: 219-242, Wien.
- HÖTZL, H. (1966): Zur Kenntnis der Tressenstein-Kalke (Oberjura, Nördliche Kalkalpen). - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **123/3**: 281-310, Stuttgart.
- HUSEN, D. v. & MAYR, M. (2007): The hole of Bad Aussee, an unexpected overdeepened area in NW Steiermark, Austria. - *Austrian Journal of Earth Sciences*, **100**: 128-135, Vienna.
- KÜHNEL, J. (1925): Zur tektonischen Stellung des Göll im Berchtesgadener Land. - *Geol. Rundschau*, **16**: 378-383, Berlin.
- KÜHNEL, J. (1929): Geologie des Berchtesgadener Salzberges. - *N. Jb. Min. Abh., Beil.-Bd. B*, **61**: 17-22, Stuttgart.
- LEISCHNER, W. (1959a): Geologische Neuaufnahme in der Umgebung von Bad Ischl (Ischl- und unteres Rettenbachtal). - *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien.*, **10**: 63-94, Wien.
- LEISCHNER, W. (1959b): Zur Mikrofazies kalkalpiner Gesteine. - *Sitzungsber. Math.-naturwiss. Kl., Abt. I*, **168** (8-9): 839-882, Wien.
- LEISCHNER, W. (1961): Zur Kenntnis der Mikrofauna und -flora der Salzburger Kalkalpen. - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **112**: 1-47, Stuttgart.
- LEUPOLD, W. & BIGLER, H. (1935): *Coscinoconus*, eine neue Foraminiferenform aus Tithon-Unterkreide-Gesteinen der helvetischen Zone der Alpen. - *Eclogae Geol. Helv.*, **28**(2): 606-624, Basel.
- LORENZ, M. (1902): Geologische Studien im Grenzgebiet zwischen helvetischer und ostalpiner Facies. - *Ber. Naturf. Ges. Freiberg Br.*, **12**: 34-62, Freiburg im Breisgau.
- LUKENER, A., KRYSZYN, L. & RASSER, M. (2003): A unique ammonoid fauna from the Upper Jurassic Loser section (Northern Calcareous Alps, Salzkammergut). - (In: PILLER, W.E. (Hrsg.), *Stratigraphia Austriaca*), *Österr. Akad. Wiss. Schriften. Erdwiss. Komm.* **16**: 217-229, Wien.
- MANDL, G.W. (1982): Jurassische Gleittektonik im Bereich der Hallstätter Zone zwischen Bad Ischl und Bad Aussee (Salzkammergut, Österreich). - *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **28**: 55-76, Wien.
- MANDL, G.W. (2000): The Alpine sector of the Tethyan shelf - Examples of Triassic to Jurassic sedimentation and deformation from the Northern Calcareous Alps. - *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, **92** (1999): 61-77, Wien.
- MANDL, G.W. & HOFMANN, T. (1992): Bericht 1992 über geologische Aufnahmen im Steinbruch Karbach auf Blatt 66 Gmunden. - *Jb. Geol. B.-A*, **5** S., Wien.
- MANTSUROVA, V.N. & GORBATCHIK, T.N. (1982): New data on structure of *Trocholina* test (Foraminifers). - *Voprosi Mikropal.*, **25**: 116-128, Moscov.

- Mišík, M., Soták, J. & Ziegler, V. (1999): Serpulid worms *Mercierella* FAUVEL, *Durandella* DRAGASTAN and *Carpathiella* nov. gen. from the Jurassic, Cretaceous and Paleogene of the Western Carpathians. - Geol. Carpath., **50** (4): 305-312, Bratislava.
- MISSONI, S. (2003): Analyse der mittel- und oberjurassischen Beckenentwicklung in den Berchtesgadener Kalkalpen - Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie. - 1-150, Thesis University of Leoben.
- MISSONI, S., SCHLAGINTWEIT, F., SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (2001): Die oberjurassische Karbonatplattformentwicklung im Bereich der Berchtesgadener Kalkalpen (Deutschland) - eine Rekonstruktion auf der Basis von Untersuchungen polymikter Brekzienkörper in pelagischen Kieselsteinen (Sillenkopf-Formation). - Zbl. Geol. Paläont., **1** (2): 117-143, Stuttgart.
- MOHLER, W. (1938): Mikropaläontologische Untersuchungen in der nordschweizerischen Juraformation. - Abh. Schweiz. Pal. Ges., **60**: 1-53, Basel.
- MOISISOVICS, E. von (1905): Erläuterungen zur geologischen Karte der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder der Österr.-ungar. Monarchie. SW-Gruppe Nr. 19, Ischl und Hallstatt. Wien.
- NEUMAYR, M. (1873): Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum*. - Abh. Geol. R.-A., **5** (6): 141-157, Wien.
- PILLER, W.E., EGGER, H., ERHART, C.W., GROSS, M., HARZHAUSER, M., HUBMANN, B., VAN HUSEN, D., KRENMAYR, H.-G., KRYSZYN, L., LEIN, R., LUKENEDER, A., MANDL, G.W., RÖGL, F., ROETZEL, R., RÜPP, C., SCHNABEL, W., SCHÖNLAUB, H.P., SUMMESBERGER, H., WAGREICH, M. & WESSELY, G. (2004): Die stratigraphische Tabelle von Österreich 2004 (sedimentäre Schichtfolgen). - Kommission für die paläontologische und stratigraphische Erforschung Österreichs der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Österreichischen Stratigraphischen Kommission, Wien.
- PLÖCHINGER, B. (1990): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50000. Erläuterungen zu Blatt 94 Hallein. - 1-76, Geologische Bundesanstalt, Wien.
- RAINERI, R. (1922): Alghe sifonee fossili della Libia. Nota I. - Atti Soc. Ital. Sc. Nat. Museo civico, **61** (1): 72-86, Mailand.
- RASSER, M.W. (im Druck): Upper Jurassic-Lower Cretaceous carbonate platforms and reefs of the Eastern Alps and the Alpine Foreland: epeiric and isolated settings compared. - (In: PILLER, W.F. (Hrsg.), Fossil Reefs of Austria), Österr. Akad. Wiss.
- RASSER, M.W. & FENNINGER, A. (2002): Das Einsetzen der Karbonatplattformen im Ober-Jura der Nördlichen Kalkalpen: Progradationsmuster, Mikrofazies und Riftstrukturen. - Abstracts PANGEO Austria 2002: 142, Salzburg.
- RASSER, M.W. & SANDERS, D. (2003): Field Guide to mesozoic carbonate platforms and reefs of the Northern Calcareous Alps. - 9th International Symposium on fossil Cnidaria and Porifera. - Excursion A2 „Mesozoic Alpine Reefs“, 1-31, Institute for Geology and Paleontology Karl-Franzens-Universität Graz.
- RASSER, M.W., VASICEK, Z., SKUPIEN, P., LOBITZER, H. & BOOROVA, D. (2003): Die Schrambach-Formation an ihrer Typlokalität (Unter-Kreide, Nördliche Kalkalpen, Salzburg): Lithostratigraphische Formalisierung und „historische“ Irrtümer. - (In: PILLER, W.E. (Ed.): Stratigraphia Austriaca), Österr. Akad. Wiss., Schriften. Erdwiss. Komm., **16**: 193-216, Wien.
- REITNER, J. (1992): « Coralline Spongien » - Der Versuch einer phylogenetisch-taxonomischen Analyse. - Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen, E, **1**: 1-352, Berlin.
- REMANE, J. (1963): Les calpionelles dans les couches de passage Jurassique-Crétacé de la fosse vocontienne. - Travaux Laboratoire Géol. Fac. Sci. Université Grenoble, **39**: 25-82, Grenoble.
- REMANE, J. (1985): Calpionellids. - (In: BOLLI, H. M., SAUNDERS, J. B. & PERCH-NIELSEN, K. (Eds.)), Plankton Stratigraphy: 555-572, Cambridge.
- REUSS, A., E. (1846): Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. - Abh. 1 Teil 2: 1-148, Stuttgart.
- SCHÄFFER, G. (1982): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50000, 96 Bad Ischl. - Geol. B.-A. 1982, Wien.
- SCHÄFFER, G. & STEIGER, T. (1986): Der Jura zwischen Salzburg und Bad Aussee; Exkursionsführer zur Jahrestagung der Subkommission für Jurastratigraphie 1986. - 1-67, München.
- SCHLAGINTWEIT, F. & EBLI, O. (1999): New results on microfacies, biostratigraphy and sedimentology of Late Jurassic-Early Cretaceous platform carbonates of the Northern Calcareous Alps. Part I: Tressenstein Limestone, Plassen-Formation. - Abh. Geol. B.-A., **56** (2): 379-418, Wien.
- SCHLAGINTWEIT, F., GAWLICK, H.-J. & LEIN, R. (2003): Die Plassen-Formation der Typlokalität (Salzkammergut, Österreich) - neue Daten zur Fazies, Sedimentologie und Stratigraphie. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **46**: 1-34, Wien.
- SCHLAGINTWEIT, F., GAWLICK, H.-J. & LEIN, R. (2005a): Mikropaläontologie und Biostratigraphie der Plassen-Karbonatplattform der Typlokalität (Ober-Jura bis Unter-Kreide, Salzkammergut, Österreich). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österreich, **47**: 11-102, Wien.
- SCHLAGINTWEIT, F., & GAWLICK, H.-J. (2005b): The Tressenstein Limestone of the type-locality. New data on facies, stratigraphy and sedimentology (Northern Calcareous Alps, Mount Tressenstein, Austrian Salzkammergut). - (In: HASS, H., RAMSEYER, K. & SCHLUNEGGER, F. (Eds.)), Sediment 2005, 18.07.-20.07.2005 in Gwatt, Lake Thun, Switzerland, Schriftenr. dtsch. Ges. Geowiss., **38**: 132-133, Hannover.
- SCHLAGINTWEIT, F., AUER, M., GAWLICK, H.-J. & SUZUKI, H. (2006a): Die Plassen-Karbonatplattform (Kimmeridgium) des Rettenstein bei Filzmoos (Salzburger Land): Neue Daten zur Faziesentwicklung und Stratigraphie. - (In: TESSADRI-WACKERLE, M. (Hrsg.): Pangeo Austria 2006), 304-305, Innsbruck.
- SCHLAGINTWEIT, F. & GAWLICK, H.-J. (2006): *Sarsteinia babai* n. gen., n. sp., a new problematic sponge (Inozoa?) from the Late Jurassic of the Northern Calcareous Alps, Austria. - Riv. Ital. Paleont. Strat., **112** (2): 251-260, Modena.
- SCHLAGINTWEIT, F., GAWLICK, H.-J. & MISSONI, S. (2006b): Nachweis einer Emersion der Trattberg-Schwelle im Ober-Jura-Klastenspektrum der Barmsteinkalke und paläogeographische Bedeutung (Nördliche Kalkalpen, Österreich). - (In: TESSADRI-WACKERLE, M. (Hrsg.): Pangeo Austria 2006), 306-307, Innsbruck.
- SCHLAGINTWEIT, F., AUER, M. & GAWLICK, H.-J. (2007): *Reophax? rhaxelloides* n. sp., a new benthic foraminifer from Late Jurassic reefal limestones of the Northern Calcareous Alps (Austria). - Journal of Alpine Geology, **48**: 57-69, Wien.
- SCHLAGINTWEIT, F. & GAWLICK, H.-J. (2007): Analysis of Late Jurassic to Early Cretaceous algal debris-facies of the Plassen carbonate platform in the Northern Calcareous Alps (Germany, Austria) and in the Kurbnesh area of the Mirdita zone (Albania) - a tool to reconstruct tectonics and paleogeography of eroded platforms. - Facies, **53**: 209-227, (Springer) Berlin. DOI 10.1007/s10347-006-0100-2
- SCHLAGINTWEIT, F. & GAWLICK, H.-J. (2008): The occurrence and role of cement-supported microencruster frameworks in Late Jurassic to Early Cretaceous platform margin deposits of the Northern Calcareous Alps (Austria). - Facies. DOI 10.1007/s10347-007-0131-3
- SENOWBARI-DARYAN, B. & SCHÄFER, P. (1979): Neue Kalkschwämme und ein Problematikum (*Radiomura cautica* n. g., n. sp.) aus Oberhät-Riffen südlich von Salzburg (Nördliche Kalkalpen). - Mitt. österr. Geol. Ges., **70** (1977): 17-42, Wien.
- STEIGER, T. (1981): Kalkturbidite im Oberjura der Nördlichen Kalkalpen (Barmstein Kalke, Salzburg, Österreich). - Facies, **4**: 215-348, Erlangen.
- STEIGER, T. (1992): Systematik, Stratigraphie und Palökologie der Radiolarien des Oberjura-Unterkreide-Grenzbereiches im Osterhorn-Tirolikum (Nördliche Kalkalpen, Salzburg und Bayern). - Zitteliana, **19**: 1-188, München.
- STEIGER, T. & WURM, D. (1980): Faziesmuster oberjurassischer Plattform-Karbonate (Plassenkalke, Nördliche Kalkalpen, Steirisches Salzkammergut, Österreich). - Facies, **2**: 241-28, Erlangen.

- STEININGER, F.F. & PILLER, W.E. (Hrsg.) (1999): Empfehlungen (Richtlinien) zur Handhabung der stratigraphischen Nomenklatur. - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **209**: 1-19, Frankfurt/Main.
- STEINMANN, G. (1903): *Milleporidium*, eine Hydrocoralline aus dem Tithon von Stramberg. - Beitr. Paläont. Geol. Österr.-Ung. und Orients, **15**(1), 1-8, Wien.
- STUR, D. (1871): Geologie der Steiermark. - Geognost.-montanist. Ver., 654 S., Graz.
- TOLLMANN, A. (1976): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. - 1-580, (Deuticke) Wien.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich, Band 1. - 1-766, (Deuticke) Wien.
- TOLLMANN, A. (1985): Geologie von Österreich, Band 2. - 1-710, (Deuticke) Wien.
- TRAUTH, F. (1950): Die fazielle Ausbildung und Gliederung des Oberjura in den nördlichen Ostalpen. - Verh. Geol. B.-A., **1948**: 145-218, Wien.
- WERNLI, R. & FOOKES, E. (1992): *Troglotella incrustans* n. gen., n. sp., un étrange et nouveau foraminifère calcicavicole du complexe récifal kimméridgien de Saint-Germain-de-Joux (Ain, France). - Boll. Soc. Paleont. Ital., **31**: 95-103, Modena.
- YOKOYAMA, M. (1890): Foraminiferen aus dem Kalksteine von Torinosu und Kompira. - (In: NAUMANN, E. & NEUMAYR, M. (Hrsg.): Zur Geologie und Paläontologie von Japan), Denkschr. Kais. Akad. Wiss., math.-natwiss. Cl., **57**: 26-27, Wien.