

Nachweis von unterliassischen Beckensedimenten in Hallstätter Fazies (Dürrnberg-Formation) im Bereich der Hallein - Berchtesgadener Hallstätter Zone und des Lammer Beckens (Hettangium – Sinemurium)

Lower Liassic pelagic sediments in Hallstatt facies (Dürrnberg Formation) from the Hallein - Berchtesgaden Hallstatt Zone and the Lammer Basin (Hettangian – Sinemurian)

Von

Hans-Jürgen GAWLICK, Hisashi SUZUKI & Sigrid MISSONI

mit 8 Abbildungen
with 8 figures

Schlüsselwörter:

*Nördliche Kalkalpen
Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Zone
Torrener-Joch-Zone
Stratigraphie und Fazies
Hallstätter Fazies
Hettangium, Sinemurium
Radiolarien
Brekzien und Gleitschollen*

Keywords:

*Northern Calcareous Alps
Hallein-Berchtesgaden Hallstatt Zone
Torrener-Joch-Zone
Stratigraphy and Facies
Hallstatt Facies
Hettangian, Sinemurian
Radiolarians
Mass-flow deposits and slides*

Anschriften der Verfasser, addresses of the authors:

HANS-JÜRGEN GAWLICK, SIGRID MISSONI

Montanuniversität Leoben

Institut für Geowissenschaften: Prospektion und Angewandte Sedimentologie

Peter-Tunner-Straße 5

8700 Leoben

Österreich.

HISASHI SUZUKI

Geotec GmbH

Nishinotoin Sanjosagaru Ryusuicho 71

Nakagyo-ku

Kyoto 604-8242

Japan.

Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.

45

S. 39-55

Wien 2001

Inhalt

Zusammenfassung, Abstract.....	40
1. Einleitung und geologische Übersicht.....	40
2. Die Lokalitäten.....	42
2.1. Lammer Becken: Torrener-Joch-Zone – Königsbachgraben.....	42
2.2. Hallein – Berchtesgadener Hallstätter Zone: Bad Dürnberg.....	45
3. Definition der Dürnberg-Formation.....	49
4. Ergebnisse.....	52
5. Schlußfolgerungen und Diskussion.....	53
Dank.....	53
Literatur.....	53

Contents

Zusammenfassung, Abstract.....	40
1. Introduction and geologic overview.....	40
2. Localities.....	42
2.1. Lammer Basin: Torrener-Joch-Zone – Königsbachgraben.....	42
2.2. Hallein – Berchtesgadener Hallstatt Zone: Bad Dürnberg.....	45
3. Definition of the Dürnberg-Formation.....	49
4. Results.....	52
5. Discussion.....	53
Acknowledgements.....	53
References.....	53

Zusammenfassung

Das Sedimentationsgeschehen im Lias des Hallstätter Faziesraumes in den Nördlichen Kalkalpen ist bisher nur sehr unvollständig erfaßt, denn ein stratigraphischer Nachweis ist auf Grund des weitgehenden Fehlens geeigneter Faunen sehr schwer. Diese Sedimente gleichen im Liegenden den Zlambachschichten des Rhät und im Hangenden den Allgäuschichten (Lias) des Kalkvor-alpinen Faziesraumes. Die Analyse von Brekzienkörpern im Bereich der Torrener-Joch-Zone (Lammer Becken) und von Gleitschollen im Bereich der Hallein - Berchtesgadener Hallstätter Zone zeigt, daß Liassedimente in Hallstätter Fazies (Zlambachfazies, Hallstätter Salzbergfazies) wahrscheinlich weiter verbreitet sind, als bisher bekannt ist. Hier konnte mit Hilfe von Radiolarienfaunen sowohl Hettangium als auch Sinemurium nachgewiesen werden. Für diese liassischen Sedimente aus dem Hallstätter Faziesraum wird der Begriff Dürnberg-Formation neu aufgestellt.

Abstract

The Liassic sedimentation of the Hallstatt facis area in the Northern Calcareous Alps is not well known, due to a lack of litho- and biostratigraphic data. The sediments are similar to the Rhaetian Zlambach Formation below and to the Allgäu Formation (Lower Jurassic) in the tirolic units. The analysis of mass-flow deposits in the Torrener-Joch-Zone (Lammer Basin) and of slides in the Hallein – Berchtesgaden Hallstatt Zone shows that Liassic sediments in Hallstatt facies are more common as known. We can date some series by radiolarians as Hettangian and Sinemurian (Hallstatt

Salzbergfacies and Zlambachfacies). The term Dürnberg Formation for these Liassic sediments is defined.

1. Einleitung und geologische Übersicht

Liassedimente aus dem Hallstätter Faziesraum sind in den Nördlichen Kalkalpen weitgehend unbekannt und wurden bisher ausschließlich aus dem Hangenden der Zlambachschichten aus dem Hallstätter Salzbergfaziesraum beschrieben (vgl. NEUMAYR 1879 – Aegoceras Mergel; KOLLMANN 1963, KOLLMANN in MEDWENITSCH 1963 – Jakobbergserie). Der Grund ist, daß die Hallstätter Gesteine (Hallstätter Graufazies = Zlambachfaziesraum; Hallstätter Buntfazies = Hallstätter Salzbergfaziesraum) fast ausschließlich in Form von Gleitschollen auftreten, und daß die Hallstätter Gesteine des Lias einerseits den Liassedimenten des Kalkvor-alpinen Faziesraumes (= Allgäuschichten i. w. S.) faziell sehr ähnlich sind und andererseits den Zlambachschichten des Rhät lithofaziell gleichen. Zudem ist eine Datierung dieser Sedimentfolgen oft schwierig auf Grund des meist nur spärlichen Fossilinhaltes. Darüberhinaus ist die Frage nach der zeitlichen Dauer der Sedimentation im Bereich des Hallstätter Faziesraumes für geodynamische Überlegungen der Jura-Tektonik in den Nördlichen Kalkalpen und für paläogeographische Rekonstruktionen von entscheidender Bedeutung.

Klassische Lokalitäten von liassischen Hallstätter Serien sind das zentrale Salzkammergut östlich von Bad Goisern (vgl. MEDWENITSCH 1957, RAKÚS 1999) und die Hallein – Berchtesgadener Hallstätter Zone (MEDWENITSCH 1963, KOLLMANN 1963). Auf der Basis der stratigraphischen Un-

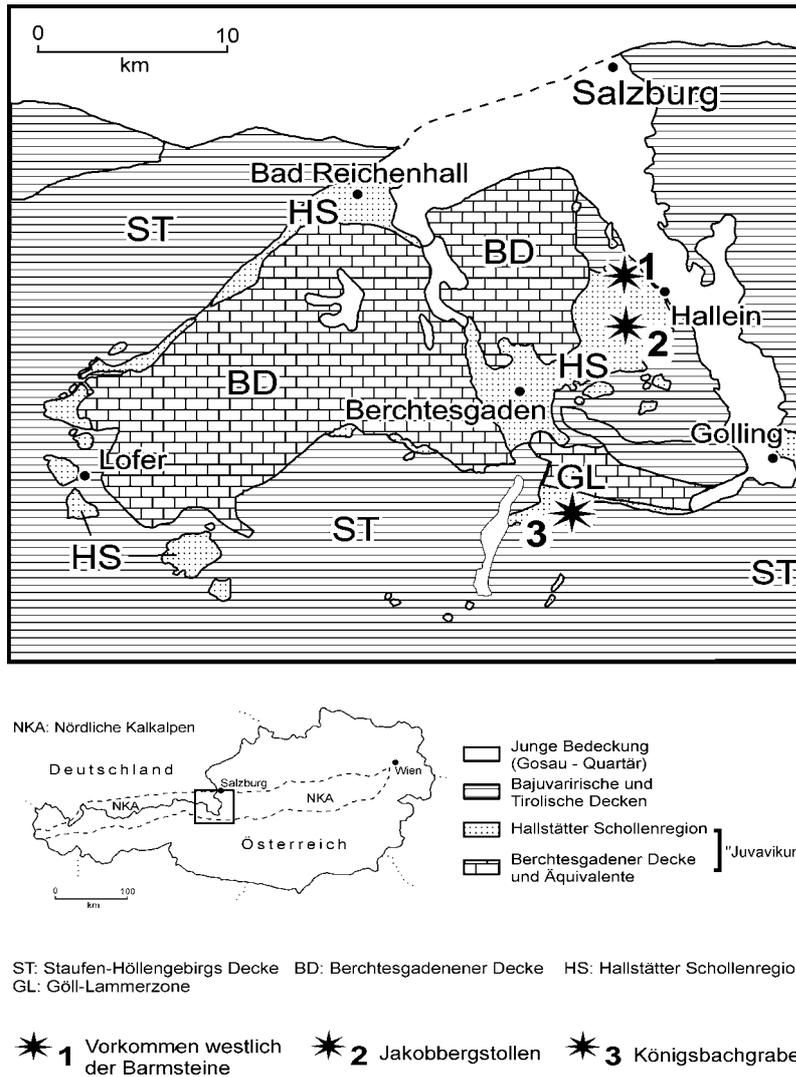


Abb. 1: Geologische und tektonische Übersichtskarte der Berchtesgadener Kalkalpen (vereinfacht und verändert nach TOLLMANN 1985, GAWLICK et al. 1994, 1999, GAWLICK 2000) und Lage der untersuchten Lokalitäten im Bereich der Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Zone (*1, *2) und der Torrener-Joch-Zone (*3).

Fig. 1: Tectonic units of the Berchtesgaden Calcareous Alps (simplified and partly modified after TOLLMANN 1985, GAWLICK et al. 1994, 1999, GAWLICK 2000) and investigated localities in the area of the Hallein-Berchtesgaden Hallstatt Zone (*1, *2) and the Torrener-Joch-Zone (*3).

tersuchungen dieser Serien, die sich litho- und mikrofaziell nicht von den Zlambachschichten s. str. unterscheiden lassen, reichen die Vorkommen bis in das tiefere Hettangium. Neuerdings konnte von RAKÚS (1999) in den mergelreichen Sedimenten im zentralen Salzkammergut mit Hilfe von Ammoniten ein stratigraphischer Umfang bis in das höhere Hettangium belegt werden, im Bereich der Hallein - Berchtesgadener Hallstätter Zone konnte neben Hettangium auch das Sinemurium mit Hilfe von Radiolarienfaunen nachgewiesen werden (SUZUKI et al. 2000).

Die hier beschriebenen und stratigraphisch mit Hilfe von Radiolarienfaunen datierten Gesteine liegen einerseits im Bereich der Hallein - Berchtesgadener Hallstätter Zone (*1 und *2 in Abb. 1) und andererseits in der Torrener-Joch-Zone (*3 in Abb. 1). Dabei unterscheiden sich die Sedimente des Hettangium nicht von den Zlambachschichten. Erst im oberen Hettangium bzw. Sinemurium wird die Folge zunehmend kieseliger und/oder kalkiger. Kieselkalke und Biomikrite überwiegen. Radiolarien und Schwammnadeln dominieren den Biogehalt.

Diskussion der Nomenklatur

Der Begriff Zlambachschichten wird in der alpinen Litera-

tur ausschließlich für das höhere Nor bzw. für das Rhät verwendet (MEDWENITSCH 1957, KRISTAN-TOLLMANN 1964, ZAPFE 1967, PISTOTNIK 1972, TOLLMANN 1976, 1985, MATZNER 1986, KRYSZYN 1987, MANDL 2000), während für die liassischen Sedimente, auch für diejenigen, die aus dem Hallstätter Faziesraum stammen, meist der Begriff Allgäuschichten verwendet wird (u. a. MANDL 1999). Dagegen verwendet RAKÚS (1999) den Begriff Zlambachschichten auch für den Liasanteil der mergeligen Folge.

Da aber jeder lithologische Begriff bzw. Formationsname als kartierbare Einheit neben dem stratigraphischen Umfang und der lithofaziellen Ausbildung auch eine paläogeographische Position bzw. einen Ablagerungsraum (im Bereich der Nördlichen Kalkalpen: Herkunftsraum) bezeichnet, sollten für die liassischen Sedimente aus dem Hallstätter Faziesraum weder der Name Zlambachschichten noch der Name Allgäuschichten verwendet werden, auch wenn Teilabschnitte der Gesamtentwicklung anderen Formationen ähnlich werden und mit diesen verwechselt werden können.

Zudem unterscheidet sich die Gesamtabfolge in ihrer litho- und mikrofaziellen Entwicklung sowohl von den Zlambachschichten als auch von den Allgäuschichten. Innerhalb der Kalk/Mergel-Wechselfolgen unterscheiden sich die liassi-

schen Sedimente von den Zlambachschichten durch den fehlenden Riffdetritus (v. a. in den unteren Zlambachschichten häufig); auch Pelloide und Lithoklasten sind in den Zlambachschichten weitaus häufiger, während in den liassischen Folgen Radiolarien und Schwammnadeln sehr häufig auftreten. Die mergelreichen Serien dagegen sind als kartierbare Einheit nur sehr schwer auseinanderzuhalten, da deren Sedimentation über die Trias/Jura-Grenze hinweg kontinuierlich ist und die lithofazielle Änderung zu mergel- bzw. kieseligeren Serien graduell erfolgt (zur Diskussion der Abgrenzung der Jakobbergserie von den Zlambachschichten vgl. MEDWENITSCH 1963, KOLLMANN 1963).

Von den Allgäuschichten des Kalkvorpalin und dabei speziell von der Kendlbach-Formation der Osterhorngruppe mit dem Scheibelbergkalk im Hangenden (vgl. BÖHM 1992), die in ihrer Gesamtabfolge den Liassedimenten aus dem Hallstätter Faziesraum litho- und mikrofaziell sehr ähnlich sind (mit Cherts, Spicula, Radiolarien), unterscheiden sich die hier auftretenden Sedimente einerseits durch den höheren Mergelgehalt und andererseits durch die Zlambachschichten im Liegenden (Kössener Schichten im Liegenden der Kendlbach-Formation).

Die Abgrenzung der an sich sehr ähnlichen Abfolgen ergibt sich hier v. a. aus der stratigraphischen Unterlagerung (Zlambachschichten im Hallstätter Faziesraum versus Kössener Schichten im Hauptdolomit- bzw. gebanktem Dachsteinkalkfaziesraum). Zudem muß darauf hingewiesen werden, daß die Lithologie der Allgäuschichten auf Grund der Definition sehr variabel zu sein scheint und aus diesem Grund jede mergelige bzw. kieselige Sedimentfolge dazu gestellt werden kann. In jüngerer Zeit hat sich aber durch Untersuchungen an den „Allgäuschichten“ im zentralen Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen herausgestellt, daß die meisten der zu den Allgäuschichten gestellten Sedimentfolgen in Wirklichkeit zur Ruhpoldinger Radiolarit Gruppe und dabei speziell zu den Strubbergsschichten i. S. von GAWLICK (1996) und GAWLICK & SUZUKI (1999) gestellt werden müssen (z. B.: Allgäuschichten im Bereich des Sandling - WEGERER, SUZUKI & GAWLICK 2001; Allgäuschichten westlich von Hallstatt - WEGERER, SUZUKI & GAWLICK 1999; Allgäuschichten im Bereich des Gschirrkopfensters - MISSONI, STEIGER & GAWLICK 2001, Allgäuschichten des Mitterndorfer Beckens - GAWLICK, WEGERER & O'DOHERTY in Vorb.). Die lithologische Verwechselbarkeit der liassischen kieseligen Sedimente aus dem Hallstätter Faziesraum mit den Allgäuschichten beruht z. Zt. eher auf der unzureichenden Untersuchung und Definition der Allgäuschichten, die sich auf der Grundlage neuerer Untersuchungen (s. o.) in vielen Fällen als haltlos herausgestellt hat und heute weitgehend als historisch angesehen werden muß. Eine Neudefinition der Allgäuschichten für liassische Sedimente des Kalkvorpalin sollte heute auf der Basis der Ergebnisse von BÖHM (1992) und EBLI (1997) erfolgen.

Aus diesem Grunde wird hier für die Liassedimente des Hallstätter Faziesraumes der Name Dürrnberg-Formation eingeführt, der die verschiedenen unterliassischen Sedimente (Hettangium bis Sinemurium und jünger) zusammenfaßt (Abb. 8).

2. Die Lokalitäten

2.1. Lammer Becken: Torrener-Joch-Zone – Königsbachgraben

Der Nordrand des Steineren Meeres im Bereich der Berchtesgadener Kalkalpen ist durch eine mehrphasige Radiolarit-Beckenbildung (später Mittel- bis später Ober-Jura) gekennzeichnet. Dabei stellt das Lammer Becken (u. a. Torrener-Joch-Zone) die älteste Generation (GAWLICK 1996, GAWLICK et al. 1999, GAWLICK & SUZUKI 1999) und das Sillenkopf Becken die jüngste Generation dar (MISSONI & GAWLICK 2000, MISSONI et al. 2000, in Druck).

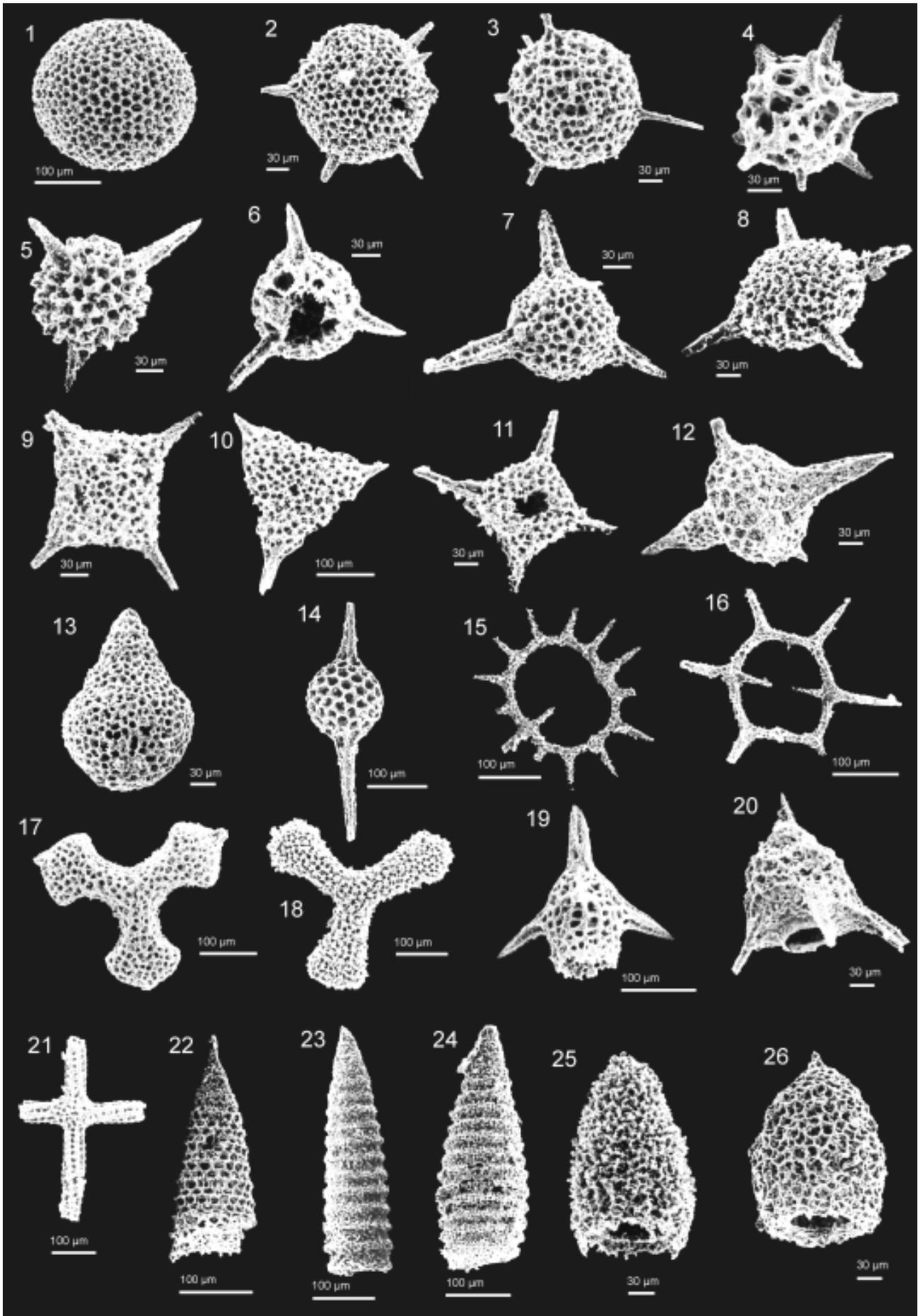
Bisher wurden die Kieselsedimente mit ihren polymikten Brekzienkörpern im Bereich der Torrener-Joch-Zone auf Grund von Komponentenbestandsanalysen (meist Dachsteinkalke – BRAUN 1998) stratigraphisch den Tauglbodenschichten zugeordnet (Kimmeridgium und jünger, DIERSCHKE 1980, BRAUN 1997, 1998).

Neuerdings konnten im Bereich der Torrener-Joch-Zone die Kieselsedimente im Bereich des Büchsenkopfes mit den darin eingesedimentierten Brekzienkörpern auf Mittel- bis ?Ober-Oxfordium datiert werden (SUZUKI et al. 2000, GAWLICK et al. in Vorb.). Aufgrund des Komponentenbestandes (Pötschenkalke und Pedataschichten – nicht Dachsteinkalke, vgl. BRAUN 1998) konnte damit die Torrener-Joch-Zone als westliche Fortsetzung des Lammer Beckens erkannt werden (vgl. JANAUSCHEK et al. 1999 – als Gegensatz BRAUN 1998). Bei den hier auftretenden Kieselsedimenten, die die Matrix der Brekzienkörper und Gleitschollen darstellen, handelt es sich somit um Strubbergsschichten i. S. von GAWLICK (1996) und GAWLICK & SUZUKI (1999) und nicht um Tauglbodenschichten (BRAUN 1997, 1998).

1 km östlich des Büchsenkopfes konnten im Königsbachgraben erstmals liassische Hallstätter Graukalke i. w. S. (leicht verkieselte Komponenten) in polymikten Brekzienkörpern (*3 in Abb. 1, Abb. 7) nachgewiesen werden. Diese Brekzienkörper sind wie die im Bereich des Büchsenkopfes, dessen nach Osten streichende Fortsetzung sie darstellen, in Strubbergsschichten eingelagert. Der Komponentenbestand der Brekzienkörper entspricht weitgehend dem im Bereich des Büchsenkopfes, in einigen Brekzienkörpern aber dominieren biomikritische, pelagische Komponenten. Auf Grund der bisher aus dem Komponentenbestand rekonstruierbaren ursprünglichen Schichtfolge aus dem proximalen Zlambachfaziesraum (Ober-Karn bis Sevat/Rhät – JANAUSCHEK et al. 1999, SUZUKI et al. 2000) stellen diese Komponenten das ursprünglich Hangende dieser Serie dar.

Das Alter dieser Komponenten, die auf Grund der rekonstruierbaren Schichtfolge aus dem Zlambachfaziesraum stammen, kann mit Hilfe folgender Radiolarienfauna (Probe KB 2/98) (Abb. 2) auf Ober-Hettangium bis Unter-Sinemurium bzw. den Hettangium/Sinemurium-Grenzbereich eingeengt werden:

Probe **KB 2/98**: *Jacus* cf. *anatififormis* DE WEVER 1982, *Droltus* sp., *Katroma* sp., *Amuria impensa* WHALEN & CARTER 1998, *Empirea hasta* WHALEN & CARTER 1998, *Empirea*



sp., *Cenosphaera laseekensis* (PESSAGNO & YANG 1989), *Stichocapsa* sp., *Gorgansium* sp., *Empirea* sp. A WHALEN & CARTER 1998, *Charlottea amurensis* WHALEN & CARTER 1998, *Canoptum triassicum* YAO 1982, *Sphaerostylus kluensis* (PESSAGNO & BLOME 1980), *Sphaerostylus* sp., *Triactoma* sp., *Spongostaurus* sp., *Beatricea* cf. *christovalensis* WHALEN & CARTER 1998, *Spongotripus* spp., *Spongostaurus* sp. cf. *Staurodoras liassica* DUNIKOWSKI 1882, *Paronaella grahamensis* CARTER 1988, *Paronaella* sp., *Paronaella gemmata* DE WEVER 1982, *Napora* sp., *Stylospongia* sp., *Hagiastrum* sp., *Praehexasaturnalis* cf. *tetraradiatus* KOZUR & MOSTLER 1990, *Palaeosaturnalis* sp., *Palaeosaturnalis liassicus* KOZUR & MOSTLER 1990, *Dictyocephalus* sp., *Atalanta emmela* CORDEY & CARTER 1996, *Trexus dodgensis* WHALEN & CARTER 1998, *Canoptum reefense* (PESSAGNO & WHALEN 1982).

CARTER et al. (1998) geben für die einzelnen Radiolarienarten als stratigraphische Reichweite an: *A. impensa*: unterstes Hettangium bis Grenzbereich Hettangium/Sinemurium, *E. hasta*: Unter-Hettangium bis Ober-Sinemurium, *C. amurensis*: Grenzbereich Hettangium/Sinemurium bis Ober-Sinemurium, *C. laseekensis* (in CARTER et al. (1998) als *Archaeocenosphaera laseekensis* bezeichnet): unterstes Hettangium bis Unter-Sinemurium, *S. kluensis* (in CARTER et al. (1998) als *Pantanellium kluense* bezeichnet): Mittel-/Ober-Hettangium bis Ober-Sinemurium, *P. liassicus*: Mit-

tel-/Ober-Hettangium bis Unter-Sinemurium, *T. dodgensis*: Grenzbereich Hettangium/Sinemurium bis Ober-Sinemurium, *C. reefense* (in CARTER et al. (1998) als *Relanus reefensis* bezeichnet): unterstes Hettangium bis Grenzbereich Hettangium/Sinemurium. Neuerdings konnten SUZUKI et al. (in Vorb.) folgende stratigraphische Reichweiten von Radiolarienfaunen mit der Ammonitengattung *Arietites* aus dem Unter-Sinemurium Nordperus neu korrelieren: *E. sp. A*: Unter-Hettangium bis Unter-Sinemurium, *P. gemmata*: Unter-Sinemurium bis Ober-Sinemurium oder Unter-Pliensbachium. Zusätzlich konnten noch *B. cf. christovalensis* und *S. sp. cf. Staurodoras liassica* in das Unter-Sinemurium (Vergleich mit Faunen aus Nordperu) datiert werden.

Darüberhinaus treten Komponenten auf, die mikrofaziell den Sedimenten des Sinemurium westlich der Barmsteine im Bereich der Hallein – Berchtesgadener Hallstätter Zone entsprechen (Abb. 7). Ein direkter stratigraphischer Nachweis des Sinemurium aus den Brekzien gelang bisher nicht. Darüberhinaus treten dunkelgraue, mergelreiche Komponenten auf, die den rhätischen Zlambachschichten oder den Mergeln des Hettangium litho- und mikrofaziell entsprechen. Im Bereich des Lammertales wurde von GAWLICK (1996) eine solche Komponente mit Hilfe eines Ammoniten als Rhät (Zlambachschichten) datiert.

Das Komponentenmaterial der Brekzienkörper der

Abb. 2: Radiolarien aus einer Komponente der Brekzienkörper im Königsbachgraben (Torrener-Joch-Zone (Lammer Becken), *3 in Abb. 1, Probe KB 2/98). Ober-Hettangium bis Unter-Sinemurium bzw. Grenzbereich Hettangium/Sinemurium.

1. *Cenosphaera laseekensis* (PESSAGNO & YANG 1989)
2. *Amuria impensa* WHALEN & CARTER 1998
3. *Empirea* sp. A WHALEN & CARTER 1998
4. *Empirea hasta* WHALEN & CARTER 1998
5. *Charlottea amurensis* WHALEN & CARTER 1998
6. *Gorgansium* sp.
7. *Triactoma* sp.
8. *Spongostaurus* sp. cf. *Staurodoras liassica* DUNIKOWSKI 1882
9. *Stylospongia* sp.
10. *Spongotripus* sp.
11. *Beatricea* cf. *christovalensis* WHALEN & CARTER 1998
12. *Katroma* sp.
13. *Stichocapsa* sp.
14. *Sphaerostylus kluensis* (PESSAGNO & BLOME 1980)
15. *Palaeosaturnalis liassicus* KOZUR & MOSTLER 1990
16. *Praehexasaturnalis* cf. *tetraradiatus* KOZUR & MOSTLER 1990
17. *Paronaella grahamensis* CARTER 1988
18. *Paronaella gemmata* DE WEVER 1982
19. *Jacus* cf. *anatiformis* DE WEVER 1982
20. *Napora* sp.
21. *Hagiastrum* sp.
22. *Atalanta emmela* CORDEY & CARTER 1996
23. *Canoptum triassicum* YAO 1982
24. *Canoptum reefense* (PESSAGNO & WHALEN 1982)
25. *Droltus* sp.
26. *Trexus dodgensis* WHALEN & CARTER 1998

Fig. 2: Radiolarians from a component of the mass-flow deposits in the Königsbachgraben (Torrener-Joch-Zone (Lammer Basin), *3 in Fig. 1, sample KB 2/98). Late Hettangian to Lower Sinemurian or Hettangian/Sinemurian boundary .

1. *Cenosphaera laseekensis* (PESSAGNO & YANG 1989)
2. *Amuria impensa* WHALEN & CARTER 1998
3. *Empirea* sp. A WHALEN & CARTER 1998
4. *Empirea hasta* WHALEN & CARTER 1998
5. *Charlottea amurensis* WHALEN & CARTER 1998
6. *Gorgansium* sp.
7. *Triactoma* sp.
8. *Spongostaurus* sp. cf. *Staurodoras liassica* DUNIKOWSKI 1882
9. *Stylospongia* sp.
10. *Spongotripus* sp.
11. *Beatricea* cf. *christovalensis* WHALEN & CARTER 1998
12. *Katroma* sp.
13. *Stichocapsa* sp.
14. *Sphaerostylus kluensis* (PESSAGNO & BLOME 1980)
15. *Palaeosaturnalis liassicus* KOZUR & MOSTLER 1990
16. *Praehexasaturnalis* cf. *tetraradiatus* KOZUR & MOSTLER 1990
17. *Paronaella grahamensis* CARTER 1988
18. *Paronaella gemmata* DE WEVER 1982
19. *Jacus* cf. *anatiformis* DE WEVER 1982
20. *Napora* sp.
21. *Hagiastrum* sp.
22. *Atalanta emmela* CORDEY & CARTER 1996
23. *Canoptum triassicum* YAO 1982
24. *Canoptum reefense* (PESSAGNO & WHALEN 1982)
25. *Droltus* sp.
26. *Trexus dodgensis* WHALEN & CARTER 1998

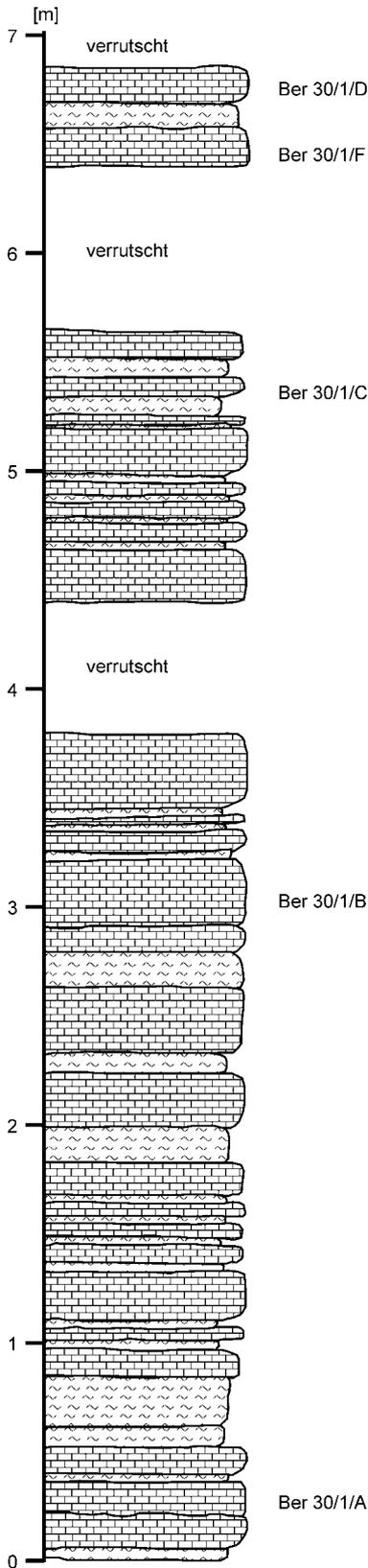


Abb. 3: Detailprofilaufnahme der liassischen Kieselkalk/Kalk-Abfolge im Bereich der Hallein - Berchtesgadener Hallstätter Zone westlich der Barmsteine und Probenpunkte.

Fig. 3: Detailed section of the cherty limestones and limestones (Lower Liassic) in the Hallstatt Zone of Hallein-Berchtesgaden west of the Barmsteine and samples.

Strubbergsschichten (= Lammer Becken, GAWLICK 1996, GAWLICK et al. 1999) ist ausschließlich aus der Hallstätter Zone, die den distalen Ablagerungsraum des kalkalpinen Schelfes zur Zeit der Trias und des Lias darstellt, herzuleiten. Auf Grund der Komponentenbestandsanalysen und der daraus rekonstruierbaren ursprünglichen Schichtfolge der Brekzien im Bereich des Büchsenkopfes (Alaun bis Lias des Zlambachfaziesraumes) und des Königsbachgrabens stammen die unterliassischen Hallstätter Sedimente i. w. S. aus dem Zlambachfaziesraum der Hallstätter Zone, denn in den hier auftretenden Brekzien fehlen Komponenten aus dem Hallstätter Salzbergfaziesraum völlig. Eine Herkunft der Komponenten aus dem Steineren Meer bzw. dem Hagengebirge (= Kalkvoralpiner Faziesraum) ist ebenso auszuschließen, da in diesem Bereich während des unteren Lias ausschließlich Rotkalk der Adneter Formation auftreten. Auch eine Herkunft der Komponenten aus dem Bereich der Lias-Graufazies nördlich der Torrener-Joch-Zone ist auszuschließen, da nördlich der Torrener-Joch-Zone im Unter-Lias Jura nur in Rotfazies auftritt und die Graufazies-Entwicklung oberliassisch ist (JANAUSCHEK et al. 1999, MISSONI, STEIGER & GAWLICK 2001, MISSONI et al. in Vorb.). Unter-Lias in Graufazies tritt nur in den Brekzien im Hangenden des Roten Radiolarites in den Tauglbodenschichten (Kimmeridgium bis Unter-Tithonium) am Dürreckberg auf (JANAUSCHEK, DIERSCHKE & GAWLICK 1999). Diese Brekzien zeigen einen identischen Komponentenbestand wie die Brekzien im Bereich des Tauglbodens (GAWLICK et al. 1999 - cum lit)

2.2. Hallein - Berchtesgadener Hallstätter Zone: Bad Dürrenberg

In der Hallein - Berchtesgadener Hallstätter Zone sind liassische Folgen aus dem Salzbergwerk Bad Dürrenberg (Jakobbergserie) seit langem bekannt (KOLLMANN 1963). Im Jakobbergstollen gehen die Zlambachschichten des Rhät kontinuierlich in liassische Mergel über.

Kieselkalke und Kalke (Abb. 3, Abb. 6) aus dem Hallstätter Faziesbereich des Ober-Hettangium und Sinemurium konnten jetzt auch südlich der Barmsteine nachgewiesen werden (bisher als Zlambachschichten kartiert - vgl. PLÖCHINGER 1996). Die hier nur wenige Meter mächtig aufgeschlossene (Abb. 3, Abb. 4) Folge liegt als tektonisch isolierter Span vor und wird im Osten durch Oberalmer Schichten bzw. Barmsteinkalke und im Westen durch sehr schlecht aufgeschlossene mergelreiche Serien, die von Quartär überlagert werden, begrenzt.

Die Serie besteht aus einer Wechsellagerung zwischen gut gebankten, grauen bis graubraunen, z. T. verkieselten Kalken mit z. T. mächtigen Mergelzwischenlagen. Mikrofaziell handelt es sich um häufig bioturbate, radiolarien- und schwammnadelreiche Wackestones bis Packstones (vgl. Abb. 7).

Die biostratigraphische Einstufung der Kalk/Kieselkalk/Mer-

Legende

-  grauer bis brauner, biogen-führender, verkieselter Kalk
-  grauer Mergel/Schiefer
- Ber 30/1/A Probennummer



Abb. 4: Aufschlußfoto der liassischen Kieselkalk/Kalk-Abfolge im Bereich der Hallein - Berchtesgadener Hallstätter Zone westlich der Barmsteine.

Fig. 4: Photograph of the section of the cherty limestones and limestones (Lower Liassic) in the Hallstatt Zone of Hallein-Berchtesgaden west of the Barmsteine.

gel-Wechselfolge erfolgte mit folgenden Radio-larienfaunen (Abb. 5 und Abb. 6):

Probe **BER 30/1/A**: *Amuria macfarlanei* WHALEN & CARTER 1998, *Praeconocaryomma* aff. *magnimamma* (RÜST 1898), *Orbiculiforma* sp., *Paronaella* cf. *grahamensis* CARTER 1988, *Syringocapsa inflata* (YEH 1987), *Droltus hecatensis* PESSAGNO & WHALEN 1982, *Stichocapsa* sp., *Crucella* sp., *Jacus anatiformis* DE WEVER 1982, *Saitoum*

keki DE WEVER 1982, *Cenosphaera laseekensis* (PESSAGNO & YANG 1989), *Syringocapsa* sp., *Praeconocaryomma* sp. und *Syringocapsa coliformis* HORI 1988.

A. macfarlanei kommt nach CARTER et al. (1998) vom Mittel-/Ober-Hettangium bis Ober-Sinemurium vor, *C. laseekensis* tritt vom Unter-Hettangium bis zum Unter-Sinemurium auf. Diese beiden Arten engen das stratigraphische Alter des Liegendabschnittes des Profils auf Mittel-/Ober-Hettangium bis Unter-Sinemurium ein. Das stratigraphische Auftreten der anderen Arten fällt in diesen Zeitraum, ohne ihn aber weiter präzisieren zu können.

Probe **BER 30/1/B**: *Amuria macfarlanei* WHALEN & CARTER 1998, *Amuria impensa* WHALEN & CARTER 1998, *Amuria* sp., *Bagotum erraticum* PESSAGNO & WHALEN 1982, *Bagotum maudense* PESSAGNO & WHALEN 1982, *Crucella* sp., *Dicolocapsa* sp., *Droltus galerus* SUZUKI 1995, *Droltus hecatensis* PESSAGNO & WHALEN 1982, *Droltus* cf. *hecatensis* PESSAGNO & WHALEN 1982, *Gigi* aff. *fustis* DE WEVER 1982, *Jacus* sp., *Palaeosaturnalis* sp., *Parahsuum ovale* HORI & YAO 1988, *Parahsuum* sp.,

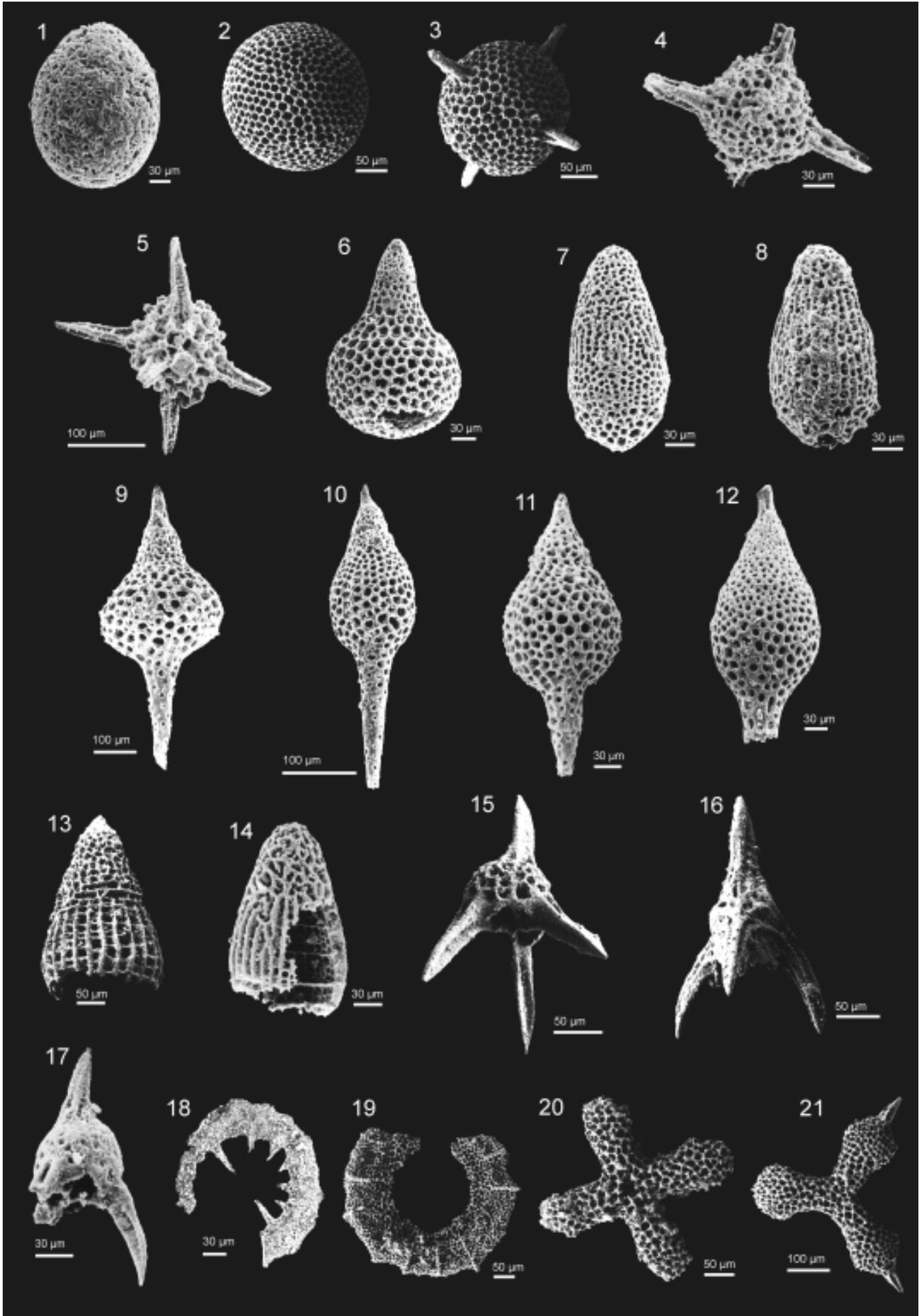
Praeconocaryomma media PESSAGNO & POISSON 1981, *Saitoum levium* DE WEVER 1981, *Spongostaurus* sp. cf. *Staurodoras liassica* DUNIKOWSKI 1882, *Stichocapsa obesa* (YEH 1987), *Stypolarcus* cf. *laboriosus* TAN 1927, *Syringocapsa angusta* (YEH 1987), *Syringocapsa coliformis* HORI 1988, *Syringocapsa inflata* (YEH 1987), *Syringocapsa* sp., *Thurstonia minutaglobus* WHALEN & CARTER 1998, *Tricolocapsa* sp.

Abb. 5: Radiolarien aus den Kieselkalken der Schichtfolge westlich der Barmsteine (*2 in Abb. 1, Proben BER 30/1/A und BER 30/1/B). Grenzbereich Hettangium/Sinemurium und tieferes Sinemurium.

1. *Stypolarcus* cf. *laboriosus* TAN 1927
2. *Cenosphaera laseekensis* (PESSAGNO & YANG 1989)
3. *Amuria macfarlanei* WHALEN & CARTER 1998
4. *Spongostaurus* sp. cf. *Staurodoras liassica* DUNIKOWSKI 1882
5. *Thurstonia minutaglobus* WHALEN & CARTER 1998
6. *Stichocapsa obesa* (YEH 1987)
7. *Bagotum erraticum* PESSAGNO & WHALEN 1982
8. *Bagotum maudense* PESSAGNO & WHALEN 1982
9. *Syringocapsa inflata* (YEH 1987)
10. *Syringocapsa coliformis* HORI 1988
11. *Syringocapsa angusta* (YEH 1987)
12. *Gigi* aff. *fustis* DE WEVER 1982
13. *Droltus hecatensis* PESSAGNO & WHALEN 1982
14. *Droltus galerus* SUZUKI 1995
15. *Saitoum keki* DE WEVER 1982
16. *Jacus anatiformis* DE WEVER 1982
17. *Saitoum levium* DE WEVER 1981
18. *Palaeosaturnalis* sp.
19. *Orbiculiforma* sp.
20. *Crucella* sp.
21. *Paronaella* cf. *grahamensis* CARTER 1988

Fig. 5: Radiolarians of the cherty limestones west of the Barmsteine (*2 in Fig. 1, samples BER 30/1/A and 30/1/B). Boundary Hettangian/Sinemurian and lower Sinemurian.

1. *Stypolarcus* cf. *laboriosus* TAN 1927
2. *Cenosphaera laseekensis* (PESSAGNO & YANG 1989)
3. *Amuria macfarlanei* WHALEN & CARTER 1998
4. *Spongostaurus* sp. cf. *Staurodoras liassica* DUNIKOWSKI 1882
5. *Thurstonia minutaglobus* WHALEN & CARTER 1998
6. *Stichocapsa obesa* (YEH 1987)
7. *Bagotum erraticum* PESSAGNO & WHALEN 1982
8. *Bagotum maudense* PESSAGNO & WHALEN 1982
9. *Syringocapsa inflata* (YEH 1987)
10. *Syringocapsa coliformis* HORI 1988
11. *Syringocapsa angusta* (YEH 1987)
12. *Gigi* aff. *fustis* DE WEVER 1982
13. *Droltus hecatensis* PESSAGNO & WHALEN 1982
14. *Droltus galerus* SUZUKI 1995
15. *Saitoum keki* DE WEVER 1982
16. *Jacus anatiformis* DE WEVER 1982
17. *Saitoum levium* DE WEVER 1981
18. *Palaeosaturnalis* sp.
19. *Orbiculiforma* sp.
20. *Crucella* sp.
21. *Paronaella* cf. *grahamensis* CARTER 1988



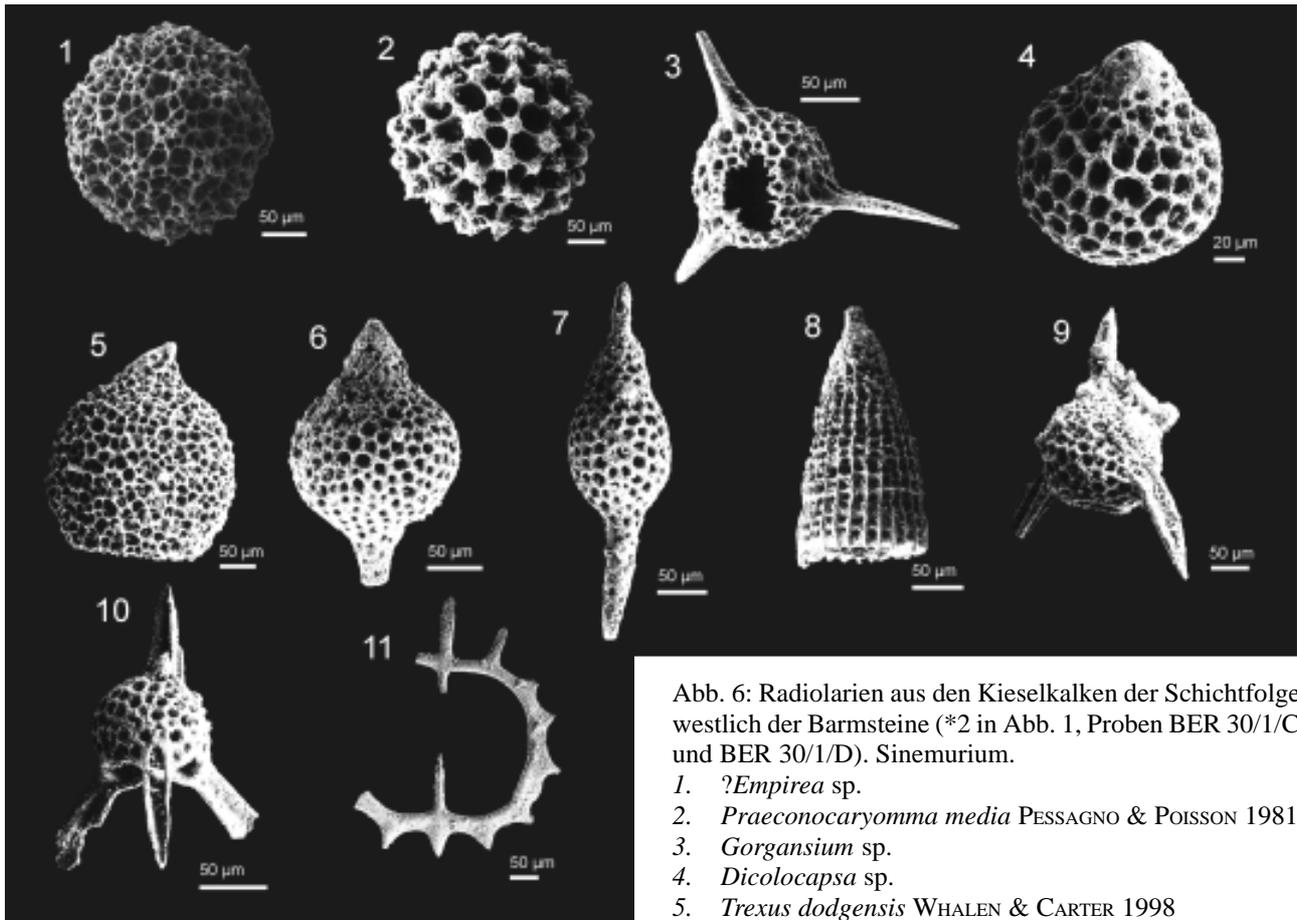


Abb. 6: Radiolarien aus den Kieselkalken der Schichtfolge westlich der Barmsteine (*2 in Abb. 1, Proben BER 30/1/C und BER 30/1/D). Sinemurium.

1. ?*Empirea* sp.
2. *Praeconocaryomma media* PESSAGNO & POISSON 1981
3. *Gorgansium* sp.
4. *Dicolocapsa* sp.
5. *Trexus dodgensis* WHALEN & CARTER 1998
6. *Syringocapsa inflata* (YEH 1987)
7. *Syringocapsa coliformis* HORI 1988
8. *Parahsuum levicostatum* TAKEMURA 1986
9. *Bipedis* sp.
10. *Saitoum keki* DE WEVER 1982
11. *Palaeosaturnalis schaafti* KOZUR & MOSTLER 1990

CARTER et al. (1998) haben die folgenden Arten aus dem mit Ammoniten stratigraphisch gut eingestufteten Unter-Jura der Queen-Charlotte Inseln beschrieben: *A. macfarlanei* [Mittel-/Ober-Hettangium bis Ober-Sinemurium], *A. impensa* [unterstes Hettangium bis Grenzbereich Hettangium/Sinemurium], *D. hecatensis* [Unter-Hettangium bis Unter-Pliensbachium], *T. minutaglobus* [Unter-Hettangium bis Ober-Sinemurium]. Obwohl das Vorkommen von *A. impensa* dabei ungefähr im Hettangium liegt, sind die bisher angegeben stratigraphischen Reichweiten von einigen anderen Arten problematisch, z. B. die *Bagotum*-Arten (*Bagotum erraticum* PESSAGNO & WHALEN 1982 [Sinemurium bis Unter-Pliensbachium: PESSAGNO & WHALEN 1982], *Bagotum maudense* PESSAGNO & WHALEN 1982 [Unter-Pliensbachium bis Ober-Pliensbachium/Unter-Toarcium: PESSAGNO & WHALEN 1982]) und *P. media* [Unter-Sinemurium bis Ober-Pliensbachium: SUZUKI et al. in Vorb.]. Der Überlappungsbereich der oben aufgeführten Arten weist auf den Hettangium/Sinemurium-Grenzbereich bzw. das tiefere Sinemurium hin, die Ausnahme ist *B. maudense*, dessen Auftreten im Pliensbachium liegt (PESSAGNO & WHALEN 1982).

Probe **BER 30/1/C**: *Amuria macfarlanei* WHALEN & CARTER 1998 [Mittel-/Ober-Hettangium bis Ober-Sinemurium: CARTER et al. 1998], *Cenosphaera laseekensis* (PESSAGNO & YANG 1989) [Unter-Hettangium bis Unter-Sinemurium: CARTER et al. 1998], *Dicolocapsa* sp., *Droltus* sp., *Empirea*

Fig. 6: Radiolarians of the cherty limestones west of the Barmsteine (*2 in Fig. 1, samples BER 30/1/C and 30/1/D). Sinemurian.

1. ?*Empirea* sp.
2. *Praeconocaryomma media* PESSAGNO & POISSON 1981
3. *Gorgansium* sp.
4. *Dicolocapsa* sp.
5. *Trexus dodgensis* WHALEN & CARTER 1998
6. *Syringocapsa inflata* (YEH 1987)
7. *Syringocapsa coliformis* HORI 1988
8. *Parahsuum levicostatum* TAKEMURA 1986
9. *Bipedis* sp.
10. *Saitoum keki* DE WEVER 1982
11. *Palaeosaturnalis schaafti* KOZUR & MOSTLER 1990

sp. A WHALEN & CARTER 1998 [Unter-Hettangium bis Unter-Sinemurium: SUZUKI et al. in Vorb.], ?*Empirea* sp., *Gorgansium* sp., *Palaeosaturnalis schaafti* KOZUR & MOSTLER 1990, *Parahsuum levicostatum* TAKEMURA 1986, *Praeconocaryomma* aff. *magnimamma* (RÜST 1898), *Praeconocaryomma media* PESSAGNO & POISSON 1981 [Unter-Sinemurium bis Ober-Pliensbachium: SUZUKI et al. in Vorb.], *Praeconocaryomma* sp., *Syringocapsa coliformis*

HORI 1988, *Syringocapsa inflata* (Yeh 1987), *Syringocapsa* sp., *Tricolocapsa* sp.

Der Überlappungsbereich der stratigraphischen Reichweiten von *A. macfarlanei*, *C. laseekensis*, *E. sp. A* und *P. media* weist auf Unter-Sinemurium als Alter.

Probe **BER 30/1/F**: *Amuria macfarlanei* WHALEN & CARTER 1998 [Mittel-/Ober-Hettangium bis Ober-Sinemurium], *Amuria* sp., *Cenosphaera laseekensis* (PESSAGNO & YANG 1989) [Unter-Hettangium bis Unter-Sinemurium], *?Empirea* sp., *Orbiculiforma* sp., *Praeconocaryomma* aff. *magnimamma* (RÜST 1898), *Praeconocaryomma* sp., *Sphaerostylus inornatum* (PESSAGNO & POISSON 1981), *Dicolocapsa* sp., *Parahsuum* sp., *Thetis* sp.

Auf Grund des Vorkommens von *A. macfarlanei* und *C. laseekensis* ist die Probe BER 30/1/F in den Zeitabschnitt Ober-Hettangium bis Unter-Sinemurium zu stellen. *P. aff. magnimamma* und *S. inornatum* wurden von PESSAGNO & POISSON (1981) aus dem Ober-Sinemurium oder dem Unter-Pliensbachium der Türkei beschrieben worden. Unter Berücksichtigung der stratigraphischen Einstufung der Proben im unmittelbar Liegenden und im Hangenden der Probe BER 30/1/F muß das stratigraphische Auftreten von *P. aff. magnimamma* und *S. inornatum* bis in das Sinemurium verlängert werden.

Probe **BER 30/1/D**: *Palaeosaturnalis* sp., *Stichocapsa* sp., *Praeconocaryomma* sp. *C. Praeconocaryomma media* PESSAGNO & POISSON 1981 [Unter-Sinemurium bis Ober-Pliensbachium], *Amuria macfarlanei* WHALEN & CARTER 1998 [Mittel-/Ober-Hettangium bis Ober-Sinemurium], *Amuria* sp., *?Charlottea* sp., *Crucella* sp., *?Empirea* sp., *Trexus dodgensis* WHALEN & CARTER 1998 [Oberstes Hettangium bis Ober-Sinemurium], *Paronaella* sp., *Orbiculiforma* sp., *Syringocapsa* sp., *Gorgansium gongyloideum* KISHIDA & HISADA 1985, *Jacus* sp., *Bipedis* sp., *Droltus* sp., *Parahsuum levicostatum* TAKEMURA 1986, *Parahsuum* sp., *Praeconocaryomma* aff. *magnimamma* (RÜST 1898), *Saitoum keki* DE WEVER 1982 und *Syringocapsa inflata* (YEH 1987).

Die stratigraphischen Reichweiten der drei Arten *P. media*, *A. macfarlanei* und *T. dodgensis* ist mit Ammoniten geeicht (CARTER et al. 1998, SUZUKI et al. in Vorb.). Dabei überlappen sich die stratigraphischen Reichweiten von *P. media* (Unter-Sinemurium bis Ober-Pliensbachium), *A. macfarlanei* (Mittel-/Ober-Hettangium bis Ober-Sinemurium) und *T. dodgensis* (oberstes Hettangium bis Ober-Sinemurium), so daß insgesamt für die hier auftretenden Kieselkalke Sinemurium belegt ist.

Auf der Basis dieser biostratigraphischen Einstufung der Radiolarienfaunen beginnt das Profil im höheren Hettangium bzw. Hettangium/Sinemurium-Grenzbereich und reicht weit in das Sinemurium hinein.

3. Definition der Dürrnberg-Formation

Dürrnberg-Formation

1953: Zlambachschiechten: PLÖCHINGER, B.: Der Bau der süd-

lichen Osterhorngruppe und die Tithon-Neokomtransgression.

1954: Zlambachmergel: PICHLER, H.: Geologische Karte des Gebietes zwischen Schellenberg und dem Roßfeld. 1:25000.

1964: Zlambachschiechten: KRISTAN-TOLLMANN, E.: Die Foraminiferen aus den rhätischen Zlambachmergeln der Fischerwiese bei Aussee im Salzkammergut.

1969: Zlambachmergel: PREY, S.: Geologische Karte der Umgebung der Stadt Salzburg. 1:50000.

1983: Zlambachschiechten: PLÖCHINGER, B.: Salzburger Kalkalpen.

1987: Zlambachschiechten: PLÖCHINGER, B.: Geologische Karte der Republik Österreich. 64 Hallein.

1996: Zlambachschiechten: PLÖCHINGER, B.: Das Halleiner Salinargebiet (Salzburg) im Geotopenschutz-Projekt.

1999: Zlambachschiechten: RAKÚS, M.: Lower Liassic (Hettangian) Ammonites from Zlambach Graben near Bad Goisern, Upper Austria.

Derivatio nominis: Nach Bad Dürrnberg. Im Bereich der Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Zone treten im Bereich von Bad Dürrnberg und im Jakobbergstollen der Saline Hallein-Bad Dürrnberg die am besten aufgeschlossenen Teilprofile der liassischen Hallstätter Gesteine auf.

Geschichte: Die im Hangenden der Zlambachschiechten auftretenden mergeligen und z. T. kieseligen Gesteine wurden bereits von NEUMAYR (1879) als Lias erkannt. Die ersten Datierungen aus diesen Gesteinen erfolgten einerseits mit Hilfe von Ostracoden (KOLLMANN 1963 in MEDWENITSCH 1963), Ammoniten (RAKÚS 1999) und Radiolarien (SUZUKI et al. 2000). Weiterreichende stratigraphische und lithologische Untersuchungen dieser Sedimente liegen bisher nicht vor.

In diese Formation wird die von KOLLMANN (1963) in MEDWENITSCH (1963) beschriebene und mit Hilfe von Ostracoden als Unter-Hettangium datierte Jakobbergserie eingegliedert, die im Hangenden der Zlambachschiechten auftritt. Ebenso die von RAKÚS (1999) als Zlambachschiechten des Hettangium beschriebenen Vorkommen östlich von Bad Goisern und die im Hangenden davon auftretenden und bisher undatierten Allgäuschichten.

Definition: Geschichtete, oft gebankte Abfolge aus grauen Mergeln und Mergelkalken (plattig und feinschichtig) im Liegenden und bioturbaten, z. T. kieseligen, gebankten Kalken mit Mergelzwischenlagen im Hangenden. Ab höherem Hettangium Kalke und im Sinemurium Kieselkalke. Die Mächtigkeit der Serie liegt bei mindestens 60 m im Bereich des Typusgebietes (zusammengesetzt aus den verschiedenen, bisher bekannten Teilprofilen - Jakobbergserie im Jakobbergstollen, Zlambachgraben, Profil westlich der Barmsteine). Im Liegenden Zlambachschiechten und von diesen litho- und mikrofaziell nur schwer zu unterscheiden. Hangendgrenze: keine notwendig, da die Sedimentation im Bereich des Hallstätter Faziesraumes spätestens im höheren Dogger (wahrscheinlich bereits im höheren Lias oder tieferen Dogger) auf Grund seiner Akkretionierung endet.

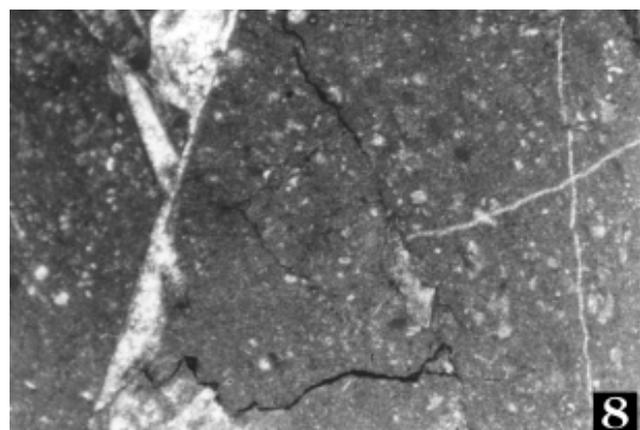
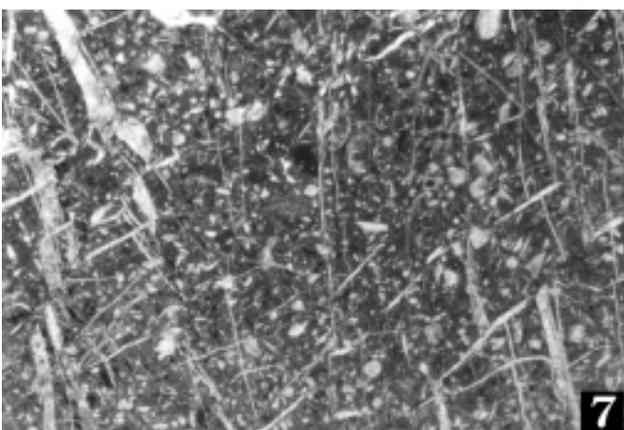
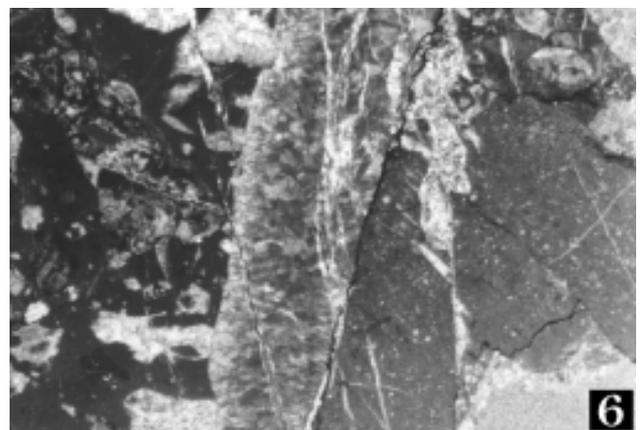
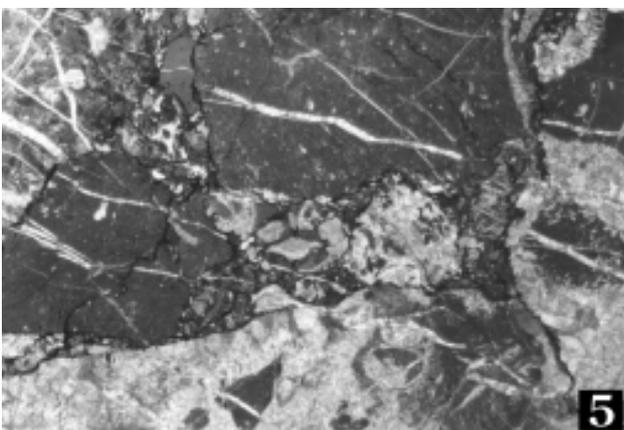
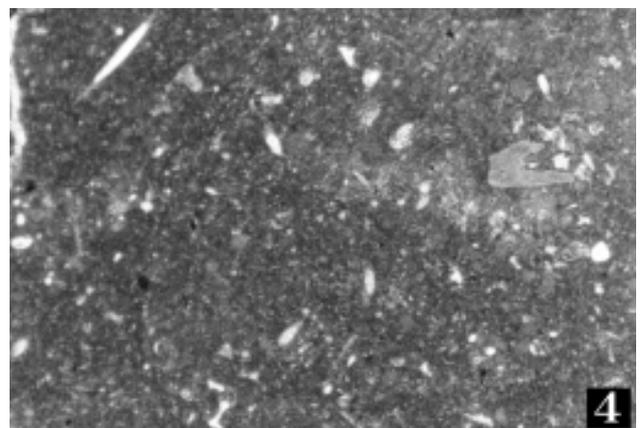
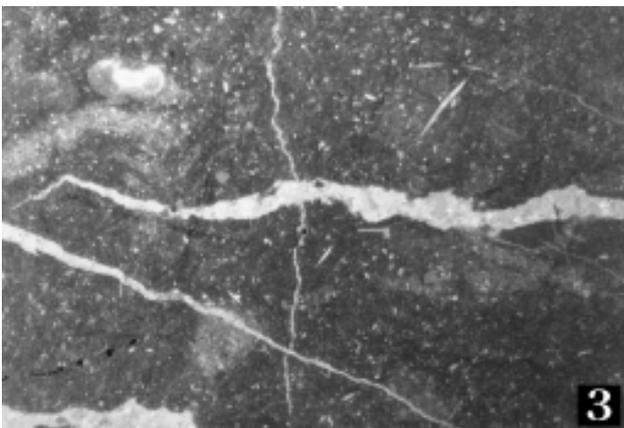
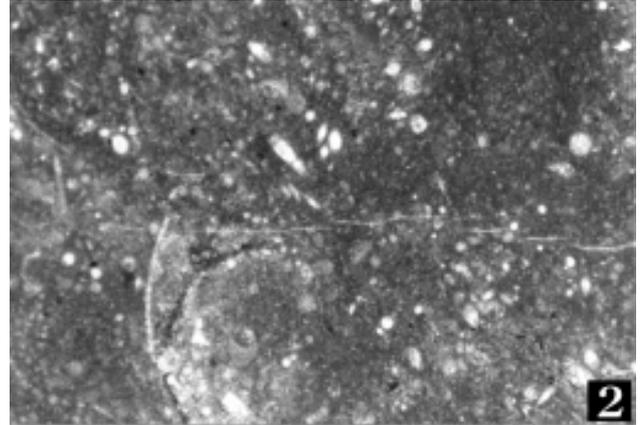
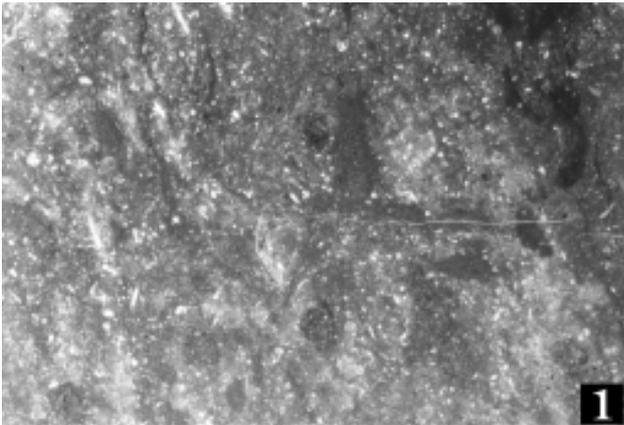
Typusprofil: Vorkommen südlich der Barmsteine (Ober-

Abb. 7: Mikrofazies der liassischen Hallstätter Gesteine im Bereich der Hallein - Berchtesgadener Hallstätter Zone westlich der Barmsteine (Proben BER 30/1/A-B) und der liassischen Hallstätter Gesteine der Brekzienkomponenten im Königsbachgraben (Probe KB 1/98) der Torrener-Joch-Zone.

1. Radiolarien- und schwammnadelreicher Kieselkalk (Probe BER 30/1/A) des höheren Hettangium bzw dem Hettangium/Sinemurium-Grenzbereich, bioturbat, Bildbreite 2,0 cm.
2. Vergrößerung aus 1 (Probe BER 30/1/A); die Radiolarien und Schwammnadeln bilden ein komponentengestütztes Gefüge. Bildbreite 0,5 cm.
3. Bioturbater, schwammnadelreicher Kieselkalk (Probe BER 30/1/B) aus dem Hettangium/Sinemurium-Grenzbereich, z.T. mit komponentengestütztem, z. T. mit matrixgestütztem Gefüge, Bildbreite 2,0 cm.
4. Vergrößerung aus 3 (Probe BER 30/1/B), neben Schwammnadeln und vereinzelt Radiolarien treten auch Crinoiden auf. Bildbreite 0,5 cm.
5. Komponentenbestand des Brekzienkörpers im Königsbachgraben in der Torrener-Joch-Zone (Probe KB 1/98), neben kleinen Dolomitkomponenten treten verschiedene biogenführende Mikrite auf, die mikrofaziell den Kieselkalken des Profiles westlich der Barmsteine entsprechen. Bildbreite 2,0 cm.
6. Vergrößerung aus 5 (Probe KB 1/98), die in der rechten Bildhälfte abgebildete Komponente entspricht mikrofaziell weitgehend den Kieselkalken des Hettangium/Sinemurium-Grenzbereiches. Bildbreite 1,0 cm.
7. Andere Komponente der Probe KB 1/98; diese Komponente zeigt mikrofazielle Charakteristika, die der von 2. weitgehend entspricht. Bildbreite 2,0 cm.
8. Weitere Komponente der Probe KB 1/98; diese schwammnadel- und radiolarienführende Komponente entspricht mikrofaziell weitgehend den Kieselkalken des Sinemurium des Profiles westlich der Barmsteine. Bildbreite 0,5 cm.

Fig. 7: Microfacies of the sedimentary sequence (Dürrenberg Formation) of the Hallein - Berchtesgaden Hallstatt Zone west of the Barmsteine (BER 30/1/A-D) and of the clasts of Liassic Hallstatt facies from breccias of the Königsbach valley (sample KB 1/98) in the Torrener-Joch-Zone.

1. Cherty limestone with radiolarians and sponge spicula (sample BER 30/1/A). Upper Hettangian to Hettangian/Sinemurian-boundary, bioturbated, size in width 2,0 cm.
2. Detail from 1 (sample BER 30/1/A); the radiolarians and spicula are grain supported. Size in width 0,5 cm.
3. Bioturbated cherty limestone, rich in spicula (sample BER 30/1/B), Hettangian/Sinemurian-boundary, partly grain supported, partly mud supported. Size in width 2,0 cm.
4. 3 enlarged (sample BER 30/1/B), spicula and radiolarians are common, crinoids occur rarely. Size in width 0,5 cm.
5. Components of the mass-flow deposit in the Königsbach valley (Torrener-Joch-zone) (sample KB 1/98), small dolomite clasts and biogenic mudstones of the Hettangian to Sinemurian cherty limestones. Size in width 2,0 cm.
6. 5 enlarged (sample KB 1/98), right side: this components is nearly identical with the cherty limestones of the Hettangian/Sinemurian-boundary (see 2 and 4). Size in width 1,0 cm.
7. Another clast of the sample KB 1/98; this component is nearly identical with 2 (Hettangian/Sinemurian-boundary). Size in width 2,0 cm.
8. Another clast of the sample KB 1/98; rich in spicula and radiolarians, Sinemurian. Size in width 0,5 cm.



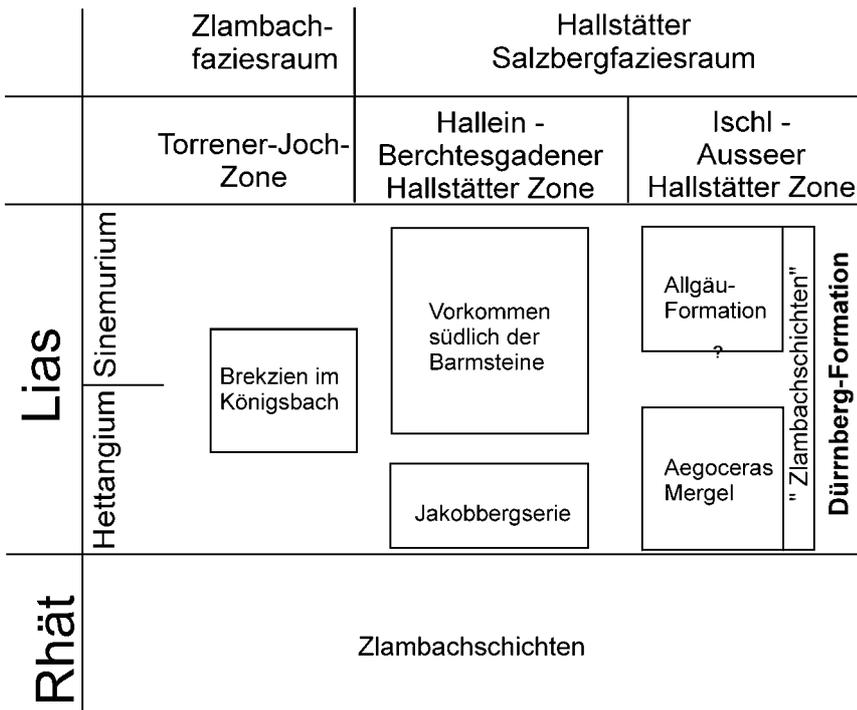


Abb. 8: Korrelation und stratigraphische Reichweiten der verschiedenen Liassivorkommen in den Hallstätter Zonen der Nördlichen Kalkalpen.

Fig. 8: Correlation and stratigraphic ranges of the Liassic outcrops in Hallstatt facies of the Northern Calcareous Alps.

Hettangium bis Sinemurium) (Abb. 1, Abb. 3 und Abb. 4) und im Hangenden der Zlambachschiechten östlich von Bad Goisern (Unter- bis Ober-Hettangium; vgl. RAKÚS 1999).

Weitere Lokalitäten: Nachgewiesen im Königsbachgraben (Torrener-Joch-Zone) in Form von Brekzienkomponenten. Im Jakobbergstollen des Salzbergwerkes Hallein - Bad Dürrenberg. In Brekzienkomponenten der Strubbergbrekzie im Lammertal.

Stratigraphischer Umfang: Hettangium bis Sinemurium und jünger (bisher nicht nachgewiesen).

Verbreitung: Bisher in der Hallein - Bad Dürrenberg Hallstätter Zone, in der Torrener-Joch-Zone, im Bereich des Lammertales in der Strubbergbrekzie und in der Bad Ischl - Bad Aussee Hallstätter Zone (Raum östlich Bad Goisern) nachgewiesen. Paläogeographisch im Zlambachfaziesraum und im Hallstätter Salzbergfaziesraum. Heute als Brekzienkomponenten bzw. als Schollen im Lammer Becken und dessen Äquivalenten.

Fazies: Pelagische Beckensedimente aus dem Hallstätter Salzberg- und dem Zlambachfaziesraum.

Abgrenzung zu anderen Schichtfolgen: Im Liegenden: Zlambachschiechten (Rhät). Im Hangenden: keine (s. o.). Von den Allgäuschichten s. str. unterscheiden sich die Sedimente der Dürrenberg-Formation durch die paläofazielle Herkunft und die gesamt lithologische und mikrofazielle Entwicklung (Diskussion zur Definition der Allgäuschichten s. o.). Von der Kendlbach-Formation der Osterhorngruppe mit dem Scheibelbergkalk im Hangenden (vgl. BÖHM 1992), die in ihrer Gesamtabfolge den Liassedimenten aus dem Hallstätter Faziesraum litho- und mikrofaziell sehr ähnlich sind (mit Cherts, Spicula, Radiolarien) unterscheiden sich die hier auftretenden Sedimente einerseits durch den höhe-

ren Mergelgehalt und andererseits durch die Zlambachschiechten im Liegenden (Kössener Schichten im Liegenden der Kendlbach-Formation).

4. Ergebnisse

Auf Grund der neu vorliegenden biostratigraphischen Einstufungen kann jetzt für den unteren Lias ein erstes lithofazielles Profil für den Hallstätter Faziesraum rekonstruiert werden: im unteren und mittleren Hettangium dominiert wie im Rhät im Bereich des Hallstätter Faziesraumes noch eine mergelreiche Sedimentation. Im höheren Hettangium bzw. vom Hettangium/Sinemurium-Grenzbereich an wird diese Sedimentation zunehmend kieseliger bzw. kalkiger und es werden dünn gebankte oft kieselige Biomikrite abgelagert. Im Sinemurium werden Kieselorganismen häufiger, so daß die Sedimente zunehmend kieseliger werden und es zur Ablagerung von Kieselkalken kommt. Diese lithofazielle Entwicklung im Hettangium und Sinemurium im Bereich des Hallstätter Faziesraumes unterscheidet sich damit im Detail nur un deutlich von der lithofaziellen Entwicklung der gleichalten "Becken"-Sedimente im Kalkvoralpinen und Kalkhochalpinen Dachsteinkalkfaziesraum (vgl. u. a. BÖHM 1992), speziell der Kendlbach-Formation. Die generelle Faziesentwicklung weist eine weitgehende Übereinstimmung auf. Nach der generellen Umstellung der Sedimentation von der Trias/Jura-Grenze an herrschen im unteren Lias in allen kalkalpinen Sedimentationsräumen je nach paläogeographischer Position annähernd vergleichbare Sedimentationsbedingungen. Dagegen unterscheidet sich die Gesamtentwicklung im Kalkvoralpinen Ablagerungsraum (Kössener Schichten im Liegenden) von der im Hallstätter Faziesraum (Zlambachschiechten im Liegenden). Eine Ansprache der Lias-Beckensedimente ist somit nur möglich, wenn man eine möglichst

vollständige Schichtfolge vorliegen hat, die in die Trias reicht. Isoliert auftretende Vorkommen sind dagegen nur schwer oder nicht einer Formation zuzuordnen.

Durch den Nachweis von lithofaziell gleichartigen und lithostratigraphisch gleichalten Gesteinen im Bereich der Torrener-Joch-Zone (Komponenten in Brekzienkörpern, die in Strubbergsschichten eingelagert sind) und der Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Zone (Schollen) konnte gleichzeitig indirekt der Nachweis erbracht werden, daß die Hallstätter Gesteine der Umrahmung der Berchtesgadener Decke bereits im Oxfordium Platz genommen haben, da in den Nördlichen Kalkalpen bisher an allen untersuchten Lokalitäten die Platznahme der kleinkomponentigen Brekzienkörper der Platznahme größerer Gleitkörper vorausgeht (GAWLICK 1996 und GAWLICK 2000 - cum lit.). Diese Platznahme erfolgte vor allem im höheren Callovium bis unteren Oxfordium.

5. Schlußfolgerungen und Diskussion

Der biostratigraphische Nachweis von unterem Lias (Hettangium und Sinemurium) und die lithofaziellen Untersuchungen dieser Gesteine aus dem Hallstätter Ablagerungsraum zeigen, daß

- auch im Bereich des Hallstätter Faziesraumes im unteren Lias noch sedimentiert wurde,
- die Sedimentation hier ohne bedeutenden lithologischen Umschwung an der Trias/Jura-Grenze vom Rhät bis in das Sinemurium andauerte,
- die lithofazielle Entwicklung der Schichtfolgen des Jura aus dem Hallstätter Faziesraum weitgehend mit der im Bereich des Kalkvorlpin übereinstimmt,
- sowohl im Zlambachfaziesraum als auch im Hallstätter Salzbergfaziesraum faziell gleichartige Liassedimente abgelagert werden.

Ein bedeutendes tektonisches Ereignis (Adneter Wende i. S. von SCHLAGER & SCHÖLLNBERGER 1974) mit einem deutlichen Wechsel im Sedimentationsgeschehen kann darüber hinaus im Bereich des Hallstätter Ablagerungsraumes nicht festgestellt werden.

Diese Ergebnisse legen eine Platznahme der Hallstätter Gesteine der Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Schollenregion im Oxfordium nahe und bestätigen die Ergebnisse von GAWLICK et al. (1999). Sowohl die Torrener-Joch-Zone als auch die Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Zone sind Teil der Lammer-Beckenfüllung (vgl. GAWLICK & LEIN 1997, 2000).

Dank

Das Landratsamt Bad Reichenhall erteilte eine Fahrgenehmigung und Probenentnahmeerlaubnis für den Nationalpark Berchtesgaden, für die sich Herr J. Seidenschwarz (Nationalparkverwaltung Berchtesgaden) einsetzte. Für die Benutzung des Rasterelektronenmikroskopes bedanken wir uns bei Prof. Dr. C. Hemleben (Tübingen). Prof. Dr. R. Lein (Wien) und Dr. F. Böhm (Kiel) lasen kritisch das Manu-

skript und gaben zahlreiche Hinweise. Die Geländearbeiten von S. Missoni wurden vom DAAD unterstützt. Die Arbeit entstand z. T. im Rahmen des FWF-Projektes P14131-TEC.

Literatur

- BÖHM, F. (1992): Mikrofazies und Ablagerungsmilieu des Lias und Dogger der Nordöstlichen Kalkalpen. - Erlanger geol. Abh., **121**: 55-217, Erlangen.
- BRAUN, R. (1997): Torrener-Joch-Zone/Jenner/Hoher-Göll – eine durch Kontinent/Kontinent-Kollision ausgelöste Gleitdecke in den Tauglbodenschichten (mittlerer Oberjura) der Berchtesgadener Alpen. - Unveröff. Univ. Diss. Philipps-Universität Marburg/Lahn: 1-249, Marburg/Lahn.
- BRAUN, R. (1998): Die Geologie des Hohen Gölls. Torrener-Joch-Zone/Jenner/Hoher Göll eine durch Kontinent/Kontinent-Kollision ausgelöste Gleitdecke in den Tauglbodenschichten (mittlerer Oberjura) der Berchtesgadener Alpen. - Forschungsbericht, **40**: 1-192, Nationalpark Berchtesgaden.
- CARTER, E.S. (1988): Systematic Paleontology. - (In: CARTER, E.S., CAMERON, B.E.B. & SMITH, P.L. (Eds.): Lower and Middle Jurassic radiolarian biostratigraphy and systematic paleontology, Queen Charlotte Islands, British Columbia), Geological Survey of Canada, Bulletin, **386**: 1-109, Ottawa, Calgary, Vancouver.
- CARTER, E.S., CAMERON, B.E.B. & SMITH, P.L. (1988): Lower and Middle Jurassic radiolarian biostratigraphy and systematic paleontology, Queen Charlotte Islands, British Columbia. - Geological Survey of Canada, Bulletin, **386**: 1-109, Ottawa, Calgary, Vancouver.
- CARTER, E.S., WHALEN, P.A. & GUEX, J. (1998): Biochronology and paleontology of Lower Jurassic (Hettangian and Sinemurian) radiolarians, Queen Charlotte Islands, British Columbia. - Geol. Survey of Canada, Bulletin, **496**: 1-86, Pls. 1-27, Ottawa, Calgary, Vancouver.
- CORDEY, F. & CARTER, E. S. (1996): New Nassellaria (Radiolaria) from the Lower Jurassic of the Canadian Cordillera. - Canadian Journal of Earth Science, **33**: 444-451.
- DE WEVER, P. (1981): Une nouvelle sous-famille, les Poulpinæ, et quatre nouvelles espèces de Saitou radiolaires mésozoïques tethysiens. - Geobios, **14**: 5-15, Paris.
- DE WEVER, P. (1982): Nassellaria (Radiolaires Polycystines) du Lias de Turquie. - Rev. Micropaléont., **24**: 189-232, Paris.
- DIERSCHKE, V. (1980): Die Radiolarite des Oberjura im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen. - Geotekt. Forsch., **58**: 1-217, Stuttgart.
- DUNIKOWSKI, E. (1882): Die Spongien, Radiolarien und Foraminiferen der unterliassischen Schichten vom Schafberg bei Salzburg. - Denkschriften der Akademie der Wissenschaften. Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe, **45**: 163-194, Wien.
- 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.
- GAWLICK, H.-J. (1996): Die früh-oberjurassischen Brekzien der Stubbergsschichten 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., VECSEI, A., STEIGER, T. & BÖHM, F. (1999): The change from rifting to thrusting in the Northern Calcareous Alps as recorded in Jurassic sediments. - Geol. Rdschau., **87**: 644-657, (Springer) Berlin.
- GAWLICK, H.-J., KRYSSTYN, L. & LEIN, R. (1994): CAI-Paleotem-

- peratures and metamorphism in the Northern Calcareous Alps - a general view. - Geol. Rdschau, **83**: 660-664, Berlin.
- GAWLICK, H.-J., KRYSZTYN, L. & LEIN, R. (1999): Diagenetic and Metamorphic overprint of the Northern Calcareous Alps on the Base of Conodont Colour Alteration Index (CAI) Data. - Tübinger Geowiss. Arbeiten, Reihe A, **52**: 100-102, Tübingen.
- GAWLICK, H.-J. & LEIN, R. (1997): Neue stratigraphische und fazielle Daten aus dem Jakobberg- und Wolfdietrichstollen des Hallein - Bad Dürnberger Salzberges und ihre Bedeutung für die Interpretation der geologischen Verhältnisse im Bereich der Hallein - Berchtesgadener Schollenregion. - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **22**: 199-225, Innsbruck.
- GAWLICK, H.-J. & LEIN, R. (2000): Die Salzlagerstätte Hallein - Bad Dürnberg. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **44**: 263-280, Wien.
- GAWLICK, H.-J. & SUZUKI, H. (1999): Zur stratigraphischen Stellung der Strubbergsschichten in den Nördlichen Kalkalpen (Callovium - Oxfordium). - N. Jb. Geol. Paläont., **211**: 233-262, Stuttgart.
- HORI, R. (1988): Some characteristic radiolarians from Lower Jurassic bedded cherts of the Inuyama area, Southwest Japan. - Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series, **151**: 543-563, Tokyo.
- HORI, R. & YAO, A. (1988): *Parahsuum* (Radiolaria) from the Lower Jurassic of the Inuyama Area, Central Japan. - Jour. Geosci., Osaka City Univ., **31**: 47-61, Osaka.
- JANAUSCHEK, W., DIERSCHKE, V. & GAWLICK, H.-J. (1999): Zur stratigraphischen Stellung der mittel- bis oberjurassischen Radiolaritbecken im Berchtesgadener Raum - Neuergebnisse auf der Basis von Komponentenbestandsanalysen der Brekzienkörper im Bereich Torrener-Joch-Zone - Hoher Göll-Komplex (Nördliche Kalkalpen). - Terra Nostra, Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung, **99/4**: 123-126, Köln.
- KISHIDA, Y. & HISADA, K. (1985): Late Triassic to Early Jurassic radiolarian assemblages from the Ueno-mura area, Kanto Mountains, central Japan. - Memor. Osaka Kyoiku Univ. (Ser. III), **34**: 103-129, Osaka.
- KOLLMANN, K. (1963): Ostracoden aus der alpinen Trias. II. Weitere Bairdiidae. - Jb. Geol. B.-A., **106**: 121-203, Wien.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H. (1990): Saturnaliacea Deflandre and some other stratigraphically important radiolaria from the Hettangian of Lenggries/Isar (Bavaria, northern calcareous Alps). - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **17**: 179-248, Innsbruck.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. (1964): Die Foraminiferen aus den rhätischen Zlambachmergeln der Fischerwiese bei Aussee im Salzkammergut. - Jb. Geol. B.-A., Sb. **10**: 1-189, Wien.
- KRYSZTYN, L. (1987): Zur Rhät-Stratigraphie in den Zlambachschichten (vorläufiger Bericht). - Sitzber. österr. Akad. Wiss. math.-natw. Kl., Abt. 1, **196**: 21-36, Wien.
- MANDL, G.W. (1999): Geological overview of the „Juvavic“ Realm. - (In: MANDL, G.W.: Foreggs '99 Vienna, 150 Years Geological Survey of Austria; Fieldtrip guide Vienna - Dachstein - Hallstatt - Salzkammergut (Unesco World Heritage Area), Berichte Geol. B.-A., **49**: 78-86, 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.
- MATZNER, C. (1986): Die Zlambachschichten (Rhät) in den Nördlichen Kalkalpen: Eine Plattform-Hang-Beckenentwicklung mit allochthoner Karbonatsedimentation. - Facies, **14**: 1-104, Erlangen.
- MEDWENITSCH, W. (1963): D III: Halleiner Salzberg (Dürnberg). - (In: GRILL, R., KOLLMANN, K., KÜPPER, H. & OBERHAUSER, R. (Hrsg.): Exkursionsführer für das Achte Europäische Mikropaläontologische Kolloquium in Österreich), Verh. Geol. B.-A., Sonderheft **F**: 67-81, Wien.
- MEDWENITSCH, W. (1957): Die Geologie der Salzlagerstätten Bad Ischl und Alt Aussee (Salzkammergut). - Mitt. Geol. Ges. Wien, **50**: 134-199, Wien.
- MISSONI, S. & GAWLICK, H.-J. (2000): Analysis of mass-flow deposits in Late Jurassic cherty sediments on top of the Steirernes Meer - implications for a polyphase genesis of the Radiolarite Basins in the Northern Calcareous Alps. - Terra Nostra, Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung, **2000/1**: 77, Wien.
- MISSONI, S., SCHLAGINTWEIT, F., DIERSCHKE, V. & GAWLICK, H.-J. (2000): Alter, Fazies und Komponentenbestand der polymikten Brekzienkörper in oberjurassischen Kieselsedimenten im Bereich des Königssees (Sillenköpfe, Abwärtsgraben, Funtensee) und deren Bedeutung für die Rekonstruktion der oberjurassischen Tektonik in den Nördlichen Kalkalpen (Berchtesgadener Land, Deutschland). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **43**: 92-94, Wien.
- 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 Kieselsedimenten (Sillenkopf-Formation). - Zbl. Geol. Paläont., **2000**, Heft 1/2: 117-143, Stuttgart.
- MISSONI, S., STEIGER, T. & GAWLICK, H.-J. (2001): Das Gschirrkopffenster in den Berchtesgadener Kalkalpen (Deutschland) und seine Interpretation: Neuergebnisse auf der Basis von stratigraphischen und faziellen Untersuchungen. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **45**: 89-110, Wien.
- NEUMAYR, M. (1879): Zur Kenntnis der Fauna des untersten Lias in den Nordalpen. - Abh. k. k. Reichsanstalt **7**, Heft 5: 1-48, Wien.
- PESSAGNO, E.A., JR. & BLOME, C.D. (1980): Upper Triassic and Jurassic Pantanelliinae from California, Oregon and British Columbia. - Micropaleont., **26**: 225-273, New York.
- PESSAGNO, E.A., JR. & POISSON, A. (1981): Lower Jurassic radiolaria from the Gümüslü allochthon of southwestern Turkey (Taurides Occidentales). - Bull. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey, **92**: 47-69, 2 Figs., 1 Tab., 14 Pls., Ankara.
- PESSAGNO, E.A., JR. & WHALEN, P.A. (1982): Lower and Middle Jurassic radiolaria (multicyrtid Nassellariina) from California, east-central Oregon and the Queen Charlotte Islands, B.C. - Micropaleont., **28**: 111-169, New York.
- PESSAGNO, E.A., JR. & YANG, Q. (1989): Systematic Paleontology. - (In: PESSAGNO, E.A., JR., SIX, M.W. & YANG, Q. (Eds.): The Xiphostylidae Haeckel and Parvivaccidae, n. fam., (Radiolaria) from the North American Jurassic), Micropaleont., **35**, New York.
- PICHLER, H. (1954): Geologische Karte des Gebietes zwischen Schellenberg und dem Roßfeld. 1:25000. - Beih. Geol. Jb., **48**: 129-204, Hannover.
- PISTOTNIK, V. (1972): Zur Mikrofazies und Paläogeographie der Zlambachschichten (Ober Nor - ?Unter Lias) im Raume Bad Goisern - Bad Aussee (Nördliche Kalkalpen). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **21/1**: 279-288, Wien.
- PLÖCHINGER, B. (1953): Der Bau der südlichen Osterhorngruppe und die Tithon-Neokomtransgression. - Jb. Geol. B.-A., **XCVI**: 357-372, Wien.
- PLÖCHINGER, B. (1983): Salzburger Kalkalpen. - Sammlung geol. Führer, **73**: 1-144, Stuttgart.
- PLÖCHINGER, B. (1987): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50000, 94 HALLEIN. - Geol. B.-A. 1987, Wien.
- PLÖCHINGER, B. (1996): Das Halleiner Salinargebiet (Salzburg) im Geotopenschutz-Projekt. - Jb. Geol. B.-A., **139**: 497-504, Wien.
- PREY, S. (1969): Geologische Karte der Umgebung der Stadt Salzburg 1:50000. - Geol. B.-A. 1969, Wien.
- RAKÚS, M. (1999): Lower Liassic (Hettangian) Ammonites from Zlambach Graben near Bad Goisern, Upper Austria. - Abh. Geol. B.-A., **56/2**: 329-341, Wien.
- RÜST, D. (1898): Neue Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen des Jura und der Kreide. - Palaeontographica, Abt. A, **45**: 1-67, Stuttgart.
- SCHLAGER, W. & SCHÖLLNERBERGER, W. (1974): Das Prinzip stratigraphischer Wenden in der Schichtfolge der Nördlichen Kalkalpen. - Mitt. geol. Ges. Wien, **66/67**: 165-193, Wien.
- SUZUKI, H. (1995): Frühjurassische Radiolarienfauna aus dem

- mesozoischen akkretierten Komplex von Ost-Shikoku, Südwest-japan. - N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **198**: 275-296, Stuttgart.
- SUZUKI, H., MISSONI, S. & GAWLICK, H.-J. (2000): Radiolarien aus unterliassischen Beckensedimenten der Hallstätter Zone aus polymikten oberjurassischen Brekzienkörpern der Torrener-Joch-Zone (Nördliche Kalkalpen, Berchtesgadener Land, Deutschland). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **43**: 130-132, Wien.
- SUZUKI, H., PRINZ-GRIMM, P. & SCHMIDT-EFFING, R. (in Vorb.): Radiolarien aus dem Sinemurium von Nordperu. - Paläontologische Zeitschrift, Stuttgart.
- TAN, S.H. (1927): Over de samenstelling en het ontstaan van krijt- en mergelgesteenten van de Molukken. - Jb. van het mijnwezen in Nederlands-Indie, **55**: 5-165, Batavia (Djakarta).
- TAKEMURA, A. (1986): Classification of Jurassic Nassellarians (Radiolaria). - Palaeontographica Abt.A, **195**: 29-74, Pls. 1-12, Stuttgart.
- TOLLMANN, A. (1976): Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. - 1-449, (Deuticke) Wien.
- TOLLMANN, A. (1985): Geologie von Österreich, Band 2. - 1-710, (Deuticke) Wien.
- WEGENER, E., SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (1999): Stratigraphische Einstufung von Radiolarienfaunen aus Kieselsteinen im Bereich der Hallstätter Zone westlich von Hallstatt (Callovium – Oxfordium, Nördliche Kalkalpen). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **42**: 93-108, Wien.
- WEGENER, E., SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (2001): Zur stratigraphischen Einstufung von Kieselsteinen im Bereich des Sandling (Nördliche Kalkalpen, Callovium-Oxfordium). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **45**: 67-87, Wien.
- WHALEN, P.A. & CARTER, E.S. (1998): Teil II. Systematic Paleontology. - (In: CARTER, E.S., WHALEN, P.A. & GUÉX, J. (Eds.): Biochronology and paleontology of Lower Jurassic (Hettangian and Sinemurian) radiolarians, Queen Charlotte Islands, British Columbia), Geol. Survey of Canada, Bulletin, **496**: 1-86, Pls. 1-27, Ottawa, Calgary, Vancouver.
- YAO, A. (1982): Middle Triassic to Early Jurassic radiolarians from the Inuyama area, central Japan. - Jour. Geosci., Osaka City Univ., **25**: 53-71, Osaka.
- YEH, K.-Y. (1987): Taxonomic studies of Lower Jurassic radiolaria from east-central Oregon. - Natural Museum of Natural Science, Spec. Pub., **2**: 1-169, Taichung.
- ZAPFE, H. (1967): Beiträge zur Paläontologie der nordalpinen Riffe. Die Fauna der Zlambach-Mergel der Fischerwiese bei Aussee, Steiermark (exkl. Coelenterata und Mikrofossilien). - Ann. Naturhist. Mus. Wien, **71**: 413-480, Wien.

