

Revision der Grünanger-Schichten (SCHÄFFER, 1982) im Salzkammergut

Hans-Jürgen GAWLICK

Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden die im zentralen Salzkammergut auftretenden und bisher noch nicht näher definierten Grünanger-Schichten zusammenfassend revidiert. Neben einer Zusammenfassung der bereits bestehenden Ergebnisse der Untersuchungen seit 1999 werden weitere Neuergebnisse zur stratigraphischen Stellung der sehr verschiedenartig entwickelten polymikten Brekzienkörper mit ihrer meist kieselig-mergeligen Matrix (= „kieselige Allgäuschichten“) vorgestellt. Auf Grund der Ergebnisse aus der a) Datierung der kieselig-mergeligen Matrix mit Hilfe von Radiolarienfaunen und von b) Komponentenbestandsanalysen der polymikten Brekzienkörper wird eine Zuordnung der verschiedenen Abfolgen (der „Grünanger-Schichten“) zu den bisher bekannten und definierten Formationen der Ruhpolding-Radiolarit-Gruppe vorgenommen. Es konnten folgende Formationen sicher belegt werden: 1) Tauglboden-Formation im Gebiet Höherstein-Plateau/Knerzenalm (hier Unter-Oxfordium bis Unter-Tithonium bzw. basales Ober-Tithonium), Rettenbachtal/Rettenbachalm, Ischler Hütte bis Rotkogel und östlich dieses Gebietes; 2) Sandlingalm-Formation im Gebiet Raschberg/Sandling/Altaussee See (hier Unter-Callovium bis Mittel-/Ober-Oxfordium biostratigraphisch nachgewiesen), Rötelstein östlich Kainisch (dort Unter-Callovium bis Ober-Oxfordium biostratigraphisch nachgewiesen), Hallstätter Zone westlich Hallstatt (dort Unter-Callovium bis Grenzbereich Oxfordium/Kimmeridgium biostratigraphisch nachgewiesen) und 3) Sillenkopf-Formation (Kimmeridgium bis ?Tithonium) östlich von Bad Mitterndorf. Dabei weist besonders das Typusgebiet der sogenannten „Grünanger-Schichten“, die Hallstätter Zone westlich von Hallstatt, einige Besonderheiten in der Entwicklung der polymikten Brekzienkörper auf, die in dieser Arbeit näher beschrieben werden. Das Ergebnis der Studie ist, dass der Begriff/Name Grünanger-Schichten nun endgültig nicht mehr verwendet werden sollte, da sich alle bisher kartierten Vorkommen eindeutig der einen oder anderen Formation der Ruhpolding-Radiolarit-Gruppe zuordnen lassen. Zudem sollte eine Schichtglieddefinition (die allerdings bisher nicht klar vorliegt) nicht genetisch unterschiedliche, zeitlich sehr weit differierende und lithologisch verschiedenartige Sedimente zusammenfassen.

Einleitung, Erforschungsgeschichte und geologische Übersicht

Im zentralen Salzkammergut werden die verschiedenen Kieselsediment-Abfolgen mit den eingeschalteten, sehr unterschiedlich zusammengesetzten Debriten in Anlehnung an SCHÄFFER (1982) bisher einheitlich als Grünanger-Schichten (Pliensbachium bis Oxfordium) kartiert bzw. zusammengefasst. Die Matrix sind dabei oft die „kieseligen Allgäuschichten“. Dabei ist es nicht verwunderlich, dass bisher von allen Autoren diese Abfolgen zusammengefasst wurden, denn einerseits ist es ohne Berücksichtigung der Entwicklung der Stratigraphie der Kieselsedimente, die im Regelfall kieselig-mergelig ausgebildet sind, und andererseits ohne Berücksichtigung der in diese eingeschalteten polymikten Mass-Flow-Ablagerungen mit detaillierten Komponentenbestandsuntersuchungen nicht möglich, die unterschiedlichen Entwicklungen auseinanderzuhalten.

Den unterschiedlichen mittel- bis oberjurassischen Radiolaritbeckenfüllungen mit verschiedenartigen Beckenfüllungen kommt aber für die Rekonstruktion der geodynamischen Geschichte der Nördlichen Kalkalpen im Jura eine Schlüsselrolle zu, denn nur durch eine Datierung dieser Abfolgen und einer detaillierten Komponentenbestandsanalyse der auftretenden Brekzienkörper können Rückschlüsse auf die Beckenbildungsmechanismen oder die Hinterlandentwicklung gezogen werden, d.h. das geodynamische Regime rekonstruiert werden. Dabei kommt dem zentralen Salzkammergut neben den Berchtesgadener und Salzburger Kalkalpen eine Schlüsselrolle zu, denn in dieser Region sind einerseits Abfolgen/Formationen der Ruhpolding-Radiolarit-Gruppe ausgebildet, die sich paläogeographisch an die weiter westlich auftretenden Radiolaritbeckenentwicklungen anbinden lassen, und andererseits treten Schichtfolgen auf, die eine sedimentäre Eigenständigkeit in ihrer Entwicklung aufweisen und sich deshalb nicht mit den weiter im Westen auftretenden Formationen der Ruhpolding-Radiolarit-

Gruppe unmittelbar korrelieren lassen. Somit bietet sich im zentralen Salzkammergut die Gelegenheit, durch die Analyse der verschiedenen Kieselsedimentabfolgen mit ihren eingeschalteten polymikten Brekzienkörpern die geodynamische Entwicklung, besonders im späten Mittel-Jura bis frühen Ober-Jura besser rekonstruieren und verstehen zu können.

Diese im Salzkammergut und dabei besonders auf der geologischen Karte ÖK 96 Bad Ischl (SCHÄFFER, 1982) kartierten und bisher leider nicht klar bzw. näher definierten Grünanger-Schichten (vgl. SCHÄFFER, 1976, 1982; SCHÄFFER & STEIGER, 1986) konnten bereits in ihrem engeren Typusgebiet (Hallstätter Zone westlich von Hallstatt) einer jurassischen radiolaritischen (Wild-)Flysch-Entwicklung zugeordnet werden (Strubberg-Formation i.w.S. – vgl. WEGERER et al., 1999; SUZUKI et al., 2001; GAWLICK et al., 2002; vgl. Anmerkungen von TOLLMANN, 1985).

In der Hallstätter Zone im zentralen inneren Salzkammergut (Sandling/Höherstein-Gebiet) stand die Untersuchung dieser Grünanger-Schichten bis vor kurzem noch weitgehend aus, obwohl bereits erste Ergebnisse (vgl. PÖTTLER & GAWLICK, 2000; WEGERER et al., 2001; SUZUKI & GAWLICK, 2003a) vorlagen, die zeigten, dass eine genaue Zuordnung zu der einen oder anderen bekannten und definierten Formation der Ruhpolding-Radiolarit-Gruppe nur bedingt möglich sein würde. Dieses konnte von GAWLICK et al. (2003) bestätigt werden, zumal in der Arbeit von MANDL (1982) bereits genügend Hinweise für eine mögliche Trennung im Bereich der Hallstätter Zone des zentralen inneren Salzkammergutes vorlagen.

Eine komplette Neuuntersuchung der im Sandling/Höherstein-Gebiet auftretenden sehr verschiedenartigen Kieselsedimentabfolgen mit ihren sehr verschiedenartig entwickelten polymikten Brekzienkörpern von GAWLICK et al. (2007) resultierten in der Neudefinition der Sandlingalm-Formation (Genaueres hierzu in GAWLICK et al., 2007). Diese neu definierte Sandlingalm-Formation tritt weit verbreitet im Salzkammergut auf (u.a. im Bereich des Rötelstein östlich Kainisch) und ist in vielem identisch mit der Schichtfolge, wie sie in der Hallstätter Zone westlich von Hallstatt entwickelt ist.

Besonders die Basis (tieferes Callovium) der Entwicklung der Schichtfolge im Bereich der Hallstätter Zone westlich von Hallstatt unterscheidet sich von der Abfolge im Bereich des Sandling. Vom Mittel-Callovium an bis zum Jura/Kreide-Grenzbereich dagegen sind die Schichtfolgen in der Hallstätter Zone westlich von Hallstatt und im Bereich des Sandling weitgehend identisch entwickelt mit unbedeutenden faziellen Unterschieden in der Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform. Während am Plassen eine progradierende Karbonatplattformentwicklung mit Seichtwasserkarbonaten ab Unterkimmeridgium nachgewiesen ist (SCHLAGINTWEIT et al., 2003, 2005), zeigt der Sandling bis zum Tithonium noch eine kalkige Beckenentwicklung und erst darüber eine Seichtwasserkarbonatentwicklung (GAWLICK et al., 2007).

Zuordnung der „Grünanger-Schichten“ zu den Formationen der Ruhpolding-Radiolarit-Gruppe

Zuordnung der „Grünanger-Schichten“ zur Tauglboden-Formation i. S. von GAWLICK & FRISCH (2003) auf der Basis von SCHLAGER & SCHLAGER (1973) durch detaillierte Komponentenbestandsanalysen und Radiolariendatierungen:

- Bereich südlich des Höherstein-Plateaus (Knerzenalm, Pitzingmoos) – GAWLICK et al. (2003); GAWLICK et al. (2007).
- Rettenbachtal – GAWLICK et al. (2007).
- Fludergraben-West – GAWLICK et al. (2007).
- Ischler Hütte bis Rotkogel – PÖTTLER & GAWLICK (2000).

Zuordnung der „Grünanger-Schichten“ zur Sandlingalm-Formation i. S. von GAWLICK et al. (2007) und Sillenkopf-Formation i. S. von MISSONI et al. (2001) durch detaillierte Komponentenbestandsanalysen und Radiolariendatierungen:

- Fludergraben-Süd – WEGERER et al. (2001); GAWLICK et al. (2007).
- Sandling-Gebiet – GAWLICK et al. (2007).
- Hallstätter Zone im Bereich des Rötelstein östlich Kainisch – GAWLICK et al. (2007) und unpublizierte Daten.

- Mit Einschränkungen: Hallstätter Zone westlich von Hallstatt – WEGERER et al. (1999, 2003), SUZUKI et al. (2001); diese Arbeit.
- Hallstätter Zone westlich von Bad Mitterndorf mit überlagernder Sillenkopf-Formation – O'DOHERTY & GAWLICK (in Druck).

Besonders die Entwicklung im tieferen Callovium im Bereich der Hallstätter Zone westlich von Hallstatt weist eine abweichende Entwicklung zu den anderen Lokalitäten im Bereich des zentralen Salzkammergutes auf. Hier treten, wie erstmalig von SUZUKI et al. (2001) beschrieben, an der Basis der Entwicklung polymikte Brekzienkörper auf, die in ihrer Komponentenzusammensetzung der Tauglboden-Formation ähneln. Von Bedeutung in diesem Zusammenhang war die Tatsache, dass diese Brekzien im Bereich des Tauglboden-Beckens (= Tief-Tirolikum i. S. von FRISCH & GAWLICK, 2003) ohne Ausnahme als Unter-Oxfordium und jünger (HUCKRIEDE, 1971; MANDL, 1982; GAWLICK et al., 1999; GAWLICK, 2000; GAWLICK & FRISCH, 2003; GAWLICK et al., 2007) datiert werden können. Dagegen zeigten die ersten Untersuchungen von SUZUKI et al. (2001) im Klauskogelbach ein deutlich älteres Alter. Zu bemerken ist allerdings, dass im Klauskogelbach diese Brekzienkörper nur sehr kleinkomponentig und geringmächtig (im Zentimeter-Bereich) sind. Eine Analyse der mächtigen Grobbrekzien, wie sie z.B. nördlich des Plassen am Fuße des Blekar-Kogels auftreten, stand bisher noch aus.

Alter und Komponentenbestand der Mega-Brekzie am Fuße des Blekar-Kogel nördlich des Plassen

Komponentenbestand

Lagunärer Dachsteinkalk (?Nor und Rhät, u.a. mit *Triasina hantkeni*); riffnaher und riffoider (rhätischer) Dachsteinkalk; verschiedene Rotkalk-Komponenten der Adnet-Gruppe; Rotkalk der Klaus-Formation. Dieser Komponentenbestand der hier am Fuße des Blekar-Kogels auftretenden Mega-Brekzie ist damit weitgehend identisch dem Komponentenbestand, wie er in der Tauglboden-Formation innerhalb der Brekzienkörper nachgewiesen werden konnte. Unterschiede zu der Tauglboden-Brekzie sind a) das Fehlen von Komponenten der Kössen-Formation und b) Radiolariten der Ruhpolding-Radiolarit-Gruppe.

Alter der Matrix

Mit Hilfe sehr artenreicher und gut erhaltener Radiolarienfaunen aus der Matrix zwischen den verschiedenen Brekzienkörpern und im Liegenden der Brekzienkörper im Bereich der Blekar-Alm bzw. Karmos konnte das Alter dieser Brekzien auf Ober-Bathonium bis Callovium eingeschränkt werden. Eine ausführliche Darstellung der sehr reichen Radiolarienfaunen der Region um den Blekar-Kogel ist in Vorbereitung (SUZUKI & GAWLICK). Dennoch sollen bereits hier an dieser Stelle erste Radiolarienassoziationen (det. H. SUZUKI) aus der Matrix dieser Brekzien vom neuen Forstweg südwestlich des Blekar-Kogels und nördlich der Karstube (1369m AN) und deren Datierung vorgestellt werden. Probe D 135 – roter Kieselkalk (Matrix) zwischen Brekzienkörpern mit folgenden Radiolarien: *Acanthocircus* cf. *suboblongus* (YAO 1972), *Archaeospongoprimum* spp., *Archaeodictyomitra* cf. *apiarium* (RÜST 1885), *Archaeodictyomitra mitra* DUMITRICA 1997, *Archaeodictyomitra rigida* PESSAGNO 1977, *Archaeodictyomitra* spp., *Cinguloturris carpatica* DUMITRICA 1982, *Eucyrtidiellum nodosum* WAKITA 1988, *Eucyrtidiellum ptyctum* (RIEDEL & SANFILIPPO 1974), *Eucyrtidiellum unumaense* ssp. (YAO 1979), *Eucyrtidiellum unumaense unumaense* (YAO 1979), *Eucyrtidiellum unumaense pustulatum* BAUMGARTNER 1984, *Gongylothorax* aff. *favosus* DUMITRICA 1970, *Hsuum brevicostatum* (OZVOLDOVA 1975), *Hsuum* sp., *Loopus doliolum* DUMITRICA 1997, *Loopus* sp., *Parahsuum* sp., *Parvicingula* cf. *dhimenaensis* BAUMGARTNER 1984, *Parvicingula* sp., *Parvifavos* sp., *Praewilliriedellum spinosum* KOZUR 1984, *Pseudodictyomitra* cf. *primitiva* MATSUOKA & YAO 1985, *Pseudodictyomitra* sp. D MATSUOKA & YAO 1985, *Pseudodictyomitra* sp., *Sphaerostylus* sp., *Stichomitra* sp., *Syringocapsa* sp., *Tricolocapsa* sp., *Triversus hexagonatus* (HEITZER 1930), *Triversus* spp., *Zhamoidellum kozuri* (HULL 1997). Diese Fauna belegt eine biostratigraphische Einstufung dieser Probe in die U.A.-Zone 7 oder 8 sensu BAUMGARTNER et al. (1995) aufgrund z.B. *Cinguloturris carpatica*, *Gongylothorax* aff. *favosus* und *Eucyrtidiellum unumaense*. Das Alter kann nicht sicher auf die U.A.-Zone 8 eingeschränkt werden, da *A. cf. apiarium* kein

typisch entwickeltes Exemplar ist. Damit ergibt sich eine biostratigraphische Einstufung dieser Fauna in das (Ober-Bathonium) bis Callovium (vgl. SUZUKI & GAWLICK, 2003).

Probe D 158 – rötlichgrauer Kieselkalk (Matrix) im Liegendabschnitt der Brekzienabfolge mit folgenden Radiolarien: *Sphaerostylus lanceola* (PARONA 1890), *Archaeodictyomitra mitra* DUMITRICA 1997, *Archaeodictyomitra rigida* PESSAGNO 1977, *Archaeodictyomitra sixi* YANG 1993, *Archaeodictyomitra* cf. *sixi* YANG 1993, *Archaeodictyomitra vulgaris* PESSAGNO 1977, *Archaeodictyomitra* spp., *Dicolocapsa conoformis* MATSUOKA 1983, *Dictyomitrella kamoensis* MIZUTANI & KIDO 1983, *Droltus* sp., *Eucyrtidiellum nodosum* WAKITA 1988, *Eucyrtidiellum* cf. *nodosum* WAKITA 1988, *Eucyrtidiellum unumaense* ssp. (YAO 1979), *Eucyrtidiellum unumaense dentatum* BAUMGARTNER 1995, *Eucyrtidiellum unumaense pustulatum* BAUMGARTNER 1984, *Eucyrtidiellum unumaense unumaense* (YAO 1979), *Eucyrtidiellum* spp., *Gongylothorax favosus* DUMITRICA 1970, *Gongylothorax* aff. *favosus* DUMITRICA 1970, *Gongylothorax* sp., *Hiscocapsa aitai* (CHIARI, MARCUCCI & PRELA 2002), *Hiscocapsa* aff. *aitai* (CHIARI, MARCUCCI & PRELA 2002), *Hiscocapsa kodrai* (CHIARI, MARCUCCI & PRELA 2002), *Hiscocapsa* spp., *Hsuum maxwelli* PESSAGNO 1977, *Hsuum* cf. *mirabundum* PESSAGNO & WHALEN 1982, *Hsuum* spp., *Lithocampium* sp. B, *Loopus doliolum* DUMITRICA 1997, *Parahsuum* sp., *Parvicingula dhimensaensis* BAUMGARTNER 1984, *Parvicingula* spp., *Parvifavus* sp. A, *Parvifavus* sp., *Praewilliriedellum* sp. B, *Praezhamoidellum buekkense* KOZUR 1984, *Protunuma ochiensis* MATSUOKA 1983, *Protunuma* sp. B HULL 1997, *Pseudodictyomitra* sp. D MATSUOKA & YAO 1985, *Pseudodictyomitra* sp. N SUZUKI et al. 2001, *Pseudodictyomitrella* sp., *Pseudoristola nova* YANG & WANG 1990, *Pseudoristola* sp., *Saitoum* spp., *Stichocapsa ciccione* CHIARI, MARCUCCI & PRELA 2002, *Stichocapsa himedaruma* AITA 1987, *Stichocapsa naradaniensis* MATSUOKA 1984, *Stichocapsa* sp. E BAUMGARTNER et al. 1995, *Stichocapsa* spp., *Stylocapsa catenarum* MATSUOKA 1982, *Stylocapsa oblongula* KOCHER 1981, *Stichomitra annibill* KOCHER 1981, *Tetracapsa* sp. A, *Thanarla* aff. *pulchra* (SQUINABOL 1904), *Theocapsomma cordis* KOCHER 1981, *Theocapsomma* cf. *cucurbiformis* BAUMGARTNER 1995, *Tricolocapsa conexa* MATSUOKA 1983, *Tricolocapsa matsukai* SASHIDA 1999, *Tricolocapsa* cf. *parvipora* TAN 1927, *Tricolocapsa plicarum* YAO 1979, *Tricolocapsa* cf. *plicarum* YAO 1979, *Tricolocapsa undulata* (HEITZER 1930), *Tricolocapsa* sp. A OZVOLDOVA 1992, *Tricolocapsa* spp., *Triversus hexagonatus* (HEITZER 1930), *Triversus japonicus* TAKEMURA 1986, *Triversus* spp., *Williriedellum carpathicum* DUMITRICA 1970, *Williriedellum crystallinum* DUMITRICA 1970, *Williriedellum* sp. A MATSUOKA 1983, *Williriedellum dierschei* SUZUKI & GAWLICK 2004, *Williriedellum* spp., *Zhamoidellum exquisita* HULL 1997, *Zhamoidellum kiesslingi* (HULL 1997), *Zhamoidellum ovum* DUMITRICA 1970, *Zhamoidellum* sp. Diese Fauna zeigt, dass eine biostratigraphische Einstufung in die U.A.-Zonen 7 oder 8 am wahrscheinlichsten ist. Eine Kombination der Arten deutet auf die U.A.-Zone 7 (z.B. *Dictyomitrella kamoensis* und *Williriedellum crystallinum*), aber eine andere Kombination auf die U.A.-Zone 8 (z.B. *Williriedellum* sp. A und *Gongylothorax favosus*). Es gibt einige Ausnahmen mit im Regelfall deutlich älter eingestuftem Radiolarienarten (z.B. *Dicolocapsa conoformis*, *Stichocapsa* sp. E, *Stylocapsa catenarum*), diese Arten sind in den Nördlichen Kalkalpen bisher aber selten gefunden worden. Als Alter für diese Radiolarienfauna ist deshalb das Ober-Bathonium bis Unter-Callovium am wahrscheinlichsten.

Damit ist klar belegt, dass diese Brekzienkörper, die in ihrer Komponentenzusammensetzung den Brekzienkörpern der Tauglboden-Formation sehr ähnlich entwickelt sind, deutlich älter sind als die Tauglboden-Formation. Im Gegensatz zu den ersten Brekzienschüttungen im Tauglboden-Becken, die im tieferen Oxfordium einsetzen, beginnt die Brekzienmobilisierung und -umlagerung im Bereich westlich von Hallstatt bereits im Bathonium/Callovium-Grenzbereich.

Schlussfolgerungen

Die vor allem auf der Karte ÖK 96 Bad Ischl (SCHÄFFER 1982) kartierten und nicht klar definierten Grünanger-Schichten können auf Grund der vorliegenden Untersuchungen den bekannten Formationen der Ruhpolding-Radiolarit-Gruppe (Tauglboden-/Sillenkopf-/Sandlingalm-Formation) zugeordnet werden. Der Begriff/Name Grünanger-Schichten sollte nicht mehr verwendet werden, da sich alle Vorkommen eindeutig der einen oder anderen Formation der Ruhpolding-Radiolarit-Gruppe zuordnen lassen. Ältere Brekzien als höheres Bathonium oder Callovium konnten im zentralen Salzkammergut nicht nachgewiesen werden. Der angegebene Altersumfang der „Grünanger-Schichten“ mit Pliensbachium bis Oxfordium konnte nirgendwo bestätigt werden. Pliensbachium/Toarcium-Brekzien, die dem Adneter-Scheck-Niveau entsprechen würden, sind nicht in den kartierten Vorkommen der

„Grünanger-Schichten“ enthalten. Weitere Brekzienvorkommen östlich des Blattes Bad Ischl sind zur Zeit noch nicht bearbeitet und können erst nach einer Neubearbeitung klar einer dieser Formationen zugeordnet werden.

Von Bedeutung sind lokal abweichende Änderungen in der Gesamtschichtfolge der Radiolaritbeckenausfüllungen, wie an der Entwicklung westlich von Hallstatt gezeigt werden kann. Diese bisher dort zum ersten Mal biostratigraphisch datierte und in Bezug auf den Komponentenbestand näher untersuchte Brekzie markiert das erste Stadium der Radiolaritbeckenenwicklung im Tirolikum. Von den bereits im Bathonium/Callovium-Grenzbereich aufsteigenden (hoch)tirolischen Deckenstirnen wird zuerst deren Material umgelagert, bevor die verschiedenen Hallstätter Gesteine vom tieferen Callovium an in die als Tiefseerinnen definierten Radiolarit-(Wild-)Flyschbecken eingeleiten. Diese Brekzie, die nach einer vollständigen Bearbeitung und Datierung als eigenständige Sub-Formation abgegliedert werden muss, ist besonders im südlichen Hoch-Tirolikum sehr weit verbreitet.

Ein weiteres Problem, das mit dem Auftreten der „Grünanger-Schichten“ verbunden ist, ist das Auftreten der im zentralen Salzkammergut sehr weit verbreiteten „kieseligen Allgäuschichten“ als der „Grünanger-Schichten“. Die bisherige Überprüfung der Altersstellung der „kieseligen Allgäuschichten“ im zentralen Salzkammergut hat ergeben, dass diese ausnahmslos der einen oder anderen Formation der Ruhpoldig-Radiolarit-Gruppe zugeordnet werden können.

Dank

Im Rahmen des FWF-Projektes P 16812 entstanden. Dr. H. Suzuki (Leoben) bestimmte die Radiolarienfaunen und stufte diese biostratigraphisch ein.

Literatur

- BAUMGARTNER, P.O., BARTOLINI, A., CARTER, E.S., CONTI, M., CORTESE, G., DANELIAN, T., DE WEVER, P., DUMITRICA, P., DUMITRICA-JUD, R., GORICAN, S., GUÉX, J., HULL, D.M., KITO, N., MARCUCCI, M., MATSUOKA, A., MURCHEY, B., O'DOHERTY, L., SAVARY, J., VISHNEVSKAYA, V., WIDZ, D. & YAO, A. (1995a): Middle Jurassic to Early Cretaceous Radiolarian Biochronology of Tethys based on Unitary Associations. – *Mem. Geol.*, 23, 1013–1048, Lausanne.
- 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. J. Earth. Sci.*, 92, 712–727, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J., SUZUKI, H., VORTISCH, W. & WEGENER, E. (1999): Zur stratigraphischen Stellung der Tauglbodenschichten an der Typlokalität in der Osterhorngruppe (Nördliche Kalkalpen, Ober-Oxfordium–Unter-Tithonium). – *Mitt. Ges. Geol.- u. Bergbaustud. Österr.*, 42, 1–20, Wien.
- GAWLICK, H.-J. (2000) (unter Mitwirkung von V. DIERSCHKE): Die Radiolaritbecken in den Nördlichen Kalkalpen (hoher Mittel-Jura, Ober-Jura). – *Mitt. Ges. Geol.- u. Bergbaustud. Österr.*, 44, 97–156, Wien.
- 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. ital.*, 57, 123–132, Rom.
- 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., 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, 75–86, Gmundner Geo-Studien, 2, Gmunden.
- GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F. & SUZUKI, H. (2007): 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. Pal. Abh.*, 240, 70 S., Stuttgart.

- HUCKRIEDE, R. (1971): Rhyncholithen-Anreicherung (Oxfordium) an der Basis des Älteren Radiolarits der Salzburger Kalkalpen. – *Geologica et Palaeontologica* 5, 131–147, Marburg/Lahn.
- MANDL, G.W. (1982): Jurassische Gleittektonik im Bereich der Hallstätter Zone zwischen Bad Ischl und Bad Aussee (Salzkammergut, Österreich). – *Mitt. Ges. Geol.- u. Bergbaustud. Österr.*, 28, 55–76, 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 Kiesel-sedimenten (Sillenkopf-Formation). – *Zbl. Geol. Paläont.*, Teil 1, 2000, 117–143, Stuttgart.
- O'DOHERTY, L. & GAWLICK, H.-J. (in Druck): Pliensbachian radiolaria in the Teltschengraben (Northern Calcareous Alps, Salzkammergut area, Austria) and their evidence for the reconstruction of Liassic Tethys. – *Micropaleontology*.
- PÖTTLER, D. & GAWLICK, H.-J. (2000): Oberjurassische Brekzienbildung und Schollengleitung nördlich des Rettenbachtals zwischen Ischler Hütte und Jaglingalm (Nördliche Kalkalpen, Oberösterreich). – *Mitt. Ges. Geol.- u. Bergbaustud. Österr.*, 43, 108–109, Wien.
- SCHÄFFER, G. (1976): Einführung zur Geologischen Karte der Republik Österreich. Blatt 96, Bad Ischl. – In: GATTINGER, T., SCHÄFFER, G., HUSEN, VAN, D. & DRAXLER, I. (Hrsg.): Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 1976 Bad Ischl, 6–26, Wien.
- SCHÄFFER, G. (1982): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 ÖK 96 Bad Ischl. – Geol. B.-A. Wien.
- SCHÄFFER, G. & STEIGER, T. (1986): Der Jura zwischen Salzburg und Bad Aussee – Stratigraphie und Gleitmassen in Tiefwasser-Sedimenten der Nördlichen Kalkalpen. – *Exkursionsführer zur Jahrestagung Subkomm. Jura-Stratigraphie 1986*, 1–67, München.
- SCHLAGER, M. & SCHLAGER, W. (1973): Clastic sediments associated with radiolarites (Taugl-bodenschichten, Upper Jurassic, Eastern Alps). – *Sedimentology*, 20, 65–89, Amsterdam.
- 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.- u. Bergbaustud. Österr.*, 46, 1–34, Wien.
- SCHLAGINTWEIT, F., GAWLICK, H.-J. & LEIN, R. (2005): Mikropaläontologie und Biostratigraphie der Plassen-Karbonatplattform der Typlokalität (Ober-Jura bis Unter-Kreide, Salzkammergut, Österreich). – *Journ Alpine Geol. / Mitt. Ges. Geol.- u. Bergbaustud.*, 47, 11–102, Wien.
- SUZUKI, H., WEGERER, E. & GAWLICK, H.-J. (2001): Zur Radiolarienstratigraphie im unteren Callovium in den Nördlichen Kalkalpen – das Klauskogelbachprofil westlich von Hallstatt. – *Zbl. Geol. Paläont.*, 2000 (1/2), 167–184, Stuttgart.
- SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (2003a): Biostratigraphie und Taxonomie der Radiolarien aus den Kiesel-sedimenten der Blaa Alm und nördlich des Loser (Nördliche Kalkalpen, Callovium bis Oxfordium). – *Mitt. Ges. Geol.- u. Bergbaustud. Österr.*, 46, 137–228, Wien.
- SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (2003b): Die jurassischen Radiolarienzonen der Nördlichen Kalkalpen. – In: WEIDINGER, J.T., LOBITZER, H. & SPITZBART, I. (Hrsg.): Beiträge zur Geologie des Salzkammergutes, Gmundner Geo-Studien, 2, 115–122, Gmunden.
- TOLLMANN, A. (1976): Die Analyse des klassischen Nordalpinen Mesozoikums. – 579 S., Wien (Deuticke).
- TOLLMANN, A. (1985): Geologie von Österreich, Band 2. – 710 S., Wien (Deuticke).
- WEGERER, E., SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (1999): Stratigraphische Einstufung von Radiolarien-faunen aus Kiesel-sedimenten im Bereich der Hallstätter Zone westlich von Hallstatt (Callovium–Oxfordium, Nördliche Kalkalpen). – *Mitt. Ges. Geol.- u. Bergbaustud. Österr.*, 42, 93–108, Wien.
- WEGERER, E., SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (2001): Zur stratigraphischen Einstufung von Kiesel-sedimenten im Bereich des Sandling (Nördliche Kalkalpen, Callovium-Oxfordium). – *Mitt. Ges. Geol.- u. Bergbaustud. Österr.*, 45, 67–85, Wien.
- WEGERER, E., SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (2003): Zur stratigraphischen Einstufung von Kiesel-sedimenten südöstlich des Plassen (Nördliche Kalkalpen, Österreich). – *Jb. Geol. B.-A. Wien*, 143, 323–335, Wien.

Hans-Jürgen GAWLICK: Montanuniversität Leoben, Department für Angewandte Geowissenschaften und Geophysik: Lehrstuhl Prospektion und Angewandte Sedimentologie, Peter-Tunner-Straße 5, A-8700 Leoben; gawlick@unileoben.ac.at