

## **Neue Radiolarienfaunen aus der Ruhpolding-Formation im Liegenden der Rofan-Brekzie des Rofan-/Sonnwendgebirges: Implikationen zur Deckenneugliederung der westlichen Nördlichen Kalkalpen**

H.-J. GAWLICK, H. SUZUKI und S. MISSONI

Das Sonnwendgebirge in Tirol, mit seiner geographischen Hauptverbreitung auf Blatt ÖK 119 Schwaz, ist seit GÜMBEL (1861) Gegenstand intensiver Untersuchungen und kontroverser Diskussionen in Bezug auf die Jura-Geschichte der Nördlichen Kalkalpen. Während die Rofan-Brekzie selbst – da sie das eindrucksvollste Schichtglied im Bereich des Rofan-/Sonnwendgebirges darstellt – seit GÜMBEL (1861) wiederholt und bis in die Gegenwart Gegenstand der Untersuchungen ist (vgl. Zusammenstellung der wichtigsten unterschiedlichen Namen der Rofan-Brekzie in GAWLICK et al., 2009), blieb ihre stratigraphische Stellung bis in die jüngste Gegenwart Gegenstand gegensätzlicher Auffassungen und unterschiedlicher Meinungen. Das war vor allem in dem oft weitgehenden Mangel an biostratigraphischen Datierungen begründet und in der Unsicherheit der exakten stratigraphischen Einstufung so manchen Faunen- und Floreninhaltes, vor allem aus den überlagernden Seichtwasserkarbonat-Schuttkalken, die in hemipelagischen Beckensequenzen eingelagert auftreten und einen Finning-upward-Zyklus darstellen (Ammergau-Formation + Seekarspitzkalk; vgl. GAWLICK et al., 2009).

Die unterlagernden kieseligen Sedimente, d. h. vor allem die Ruhpoldinger Radiolarite im weiteren Sinn (karbonatreiche radiolarienführende Wacke- bis Packstones), blieben bis heute weitgehend undatiert, abgesehen von einer ersten Bearbeitung der Radiolarienfaunen durch HEITZER (1930). Das Problem dieser Radiolarienfaunen – bearbeitet von HEITZER (1930) – zur biostratigraphischen Verwertung liegt nun darin begründet, dass HEITZER ihre Radiolarien nicht aus den anstehenden Radiolariten gewann, sondern dass die Radiolarien aus Residualsedimenten mit gut erhaltenen Radiolarienfaunen stammten. Das erschwert bzw. macht heute eine exakte Zuordnung der Radiolarienfaunen zur auftretenden Schichtfolge unmöglich – d. h. man kann nicht rekonstruieren, aus welcher Radiolaritbank bzw. Radiolaritsequenz diese Radiolarien herausgewittert sind (wahrscheinlicher sogar: es handelt sich um zusammengeschwemmte Mischfaunen). Zudem war zu der damaligen Zeit, ja sogar bis weit in die 80er Jahre des 20. Jahrhunderts eine gesicherte und verlässliche biostratigraphische Einstufung von Jura-Radiolarienfaunen nicht möglich. Erst seit Mitte der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts war durch die von BAUMGARTNER et al. (1995) vorgelegte U.-A.-Zonierung erstmalig eine weitgehend verlässliche biostratigraphische Einstufung möglich geworden. In weiterer Folge wurden dann auch zahlreiche Elemente der Radiolarienfaunen von HEITZER (1930) modern revidiert (SUZUKI & GAWLICK, 2003a) und biostratigraphisch eingestuft. Reichweiten-Revisionen etlicher Radiolarienarten machten es notwendig, die Radiolarien-Zonierung zu modifizieren: deshalb erstellten SUZUKI & GAWLICK (2003b) eine erste Radiolarienzonierung für den Jura der Nördlichen Kalkalpen, die in weiterer Folge ständig verfeinert und verbessert wurde. Die jüngste Fassung dieser heute als verlässlich und auch international anerkannten Radiolarienzonierung ist ausführlich in GAWLICK et al. (2009) dargestellt. Diese Radiolarienzonierung ermöglicht auch erstmalig eine biostratigraphische Auflösung in der Genauigkeit, wie sie für die Lösung des Rofan-Brekzien-Problems notwendig ist. Das Hauptproblem ergab sich bis in jüngste Zeit durch die vorliegende Ammonitendatierung von WENDT (1969), der einen Rotkalk auf höheres Oxfordium datieren konnte und somit die überlagernden kieseligen Sedimente (Rotkalk mit Kieselknollen und -lagen) als den Ruhpoldinger Radiolarit ansah. Das stand im Gegensatz zu den von HEITZER (1930) datierten Radiolarienfaunen, deren Faunenvergesellschaftung bestenfalls ein Unter- bis Mittel-Oxfordium-Alter als biostratigraphische Einstufung erlaubten. Die Lösung dieses Problems liegt darin, dass die kieseligen Kalke im Hangenden der ammonitendatierten Rotkalken mikrofaziell nicht der Ruhpolding-Formation entsprechen, sondern nur die im Liegenden auftretenden radiolarienführenden Wacke- und Packstones. Nur diese entsprechen der Definition der Ruhpolding-Formation; und nur in deren Hangenden treten die verschiedenen Olistostrome und Gleitblöcke der Rofan-Brekzie auf, deren Komponentenmaterial ausschließlich aus dem Hauptdolomit-Faziesraum herzuleiten ist (z. B. Plattenkalk, Kössener Schichten-Komponenten, Oberrhätkalk, Adnetter Rotkalk des höheren Lias und Kendlbach/Scheibelberg-

Graukalke). Eine detaillierte Komponentenbestandsuntersuchung der unterschiedlichen auftretenden Komponenten in den Mass-Flow-Ablagerungen bzw. der Großschollen im Rofan-/Sonnwendgebirge und eine genaue Zugehörigkeit dieser zu den einzelnen Trias- bzw. Jura-Formationen ist zur Zeit im Gange, dürfte sich aber nicht wesentlich von der Komponentenzusammensetzung der sogenannten Brekzienvorkommen im Lunzer Raum (Obersee-Brekzie) unterscheiden (Details in GAWLICK et al., 2009).

Aus diesem Grunde der bisher vorliegenden, aber unzulänglich zuordenbaren Radiolarienfaunen wurden die die Rofan-Brekzie unterlagernden Radiolarite in Bezug auf ihre Radiolarienfaunen untersucht. Praktisch alle untersuchten Radiolarite im Bereich des Rofan-/Sonnwendgebirges enthalten gut bis sehr gut und häufig erhaltene und oft auch sehr artenreiche Radiolarienfaunen, deren Gesamtdarstellung und bildliche Dokumentation hier den Rahmen der Darstellungsmöglichkeiten sprengen würde und an anderer Stelle erfolgen wird.

## Neue Daten: Radiolarien-Biostratigraphie

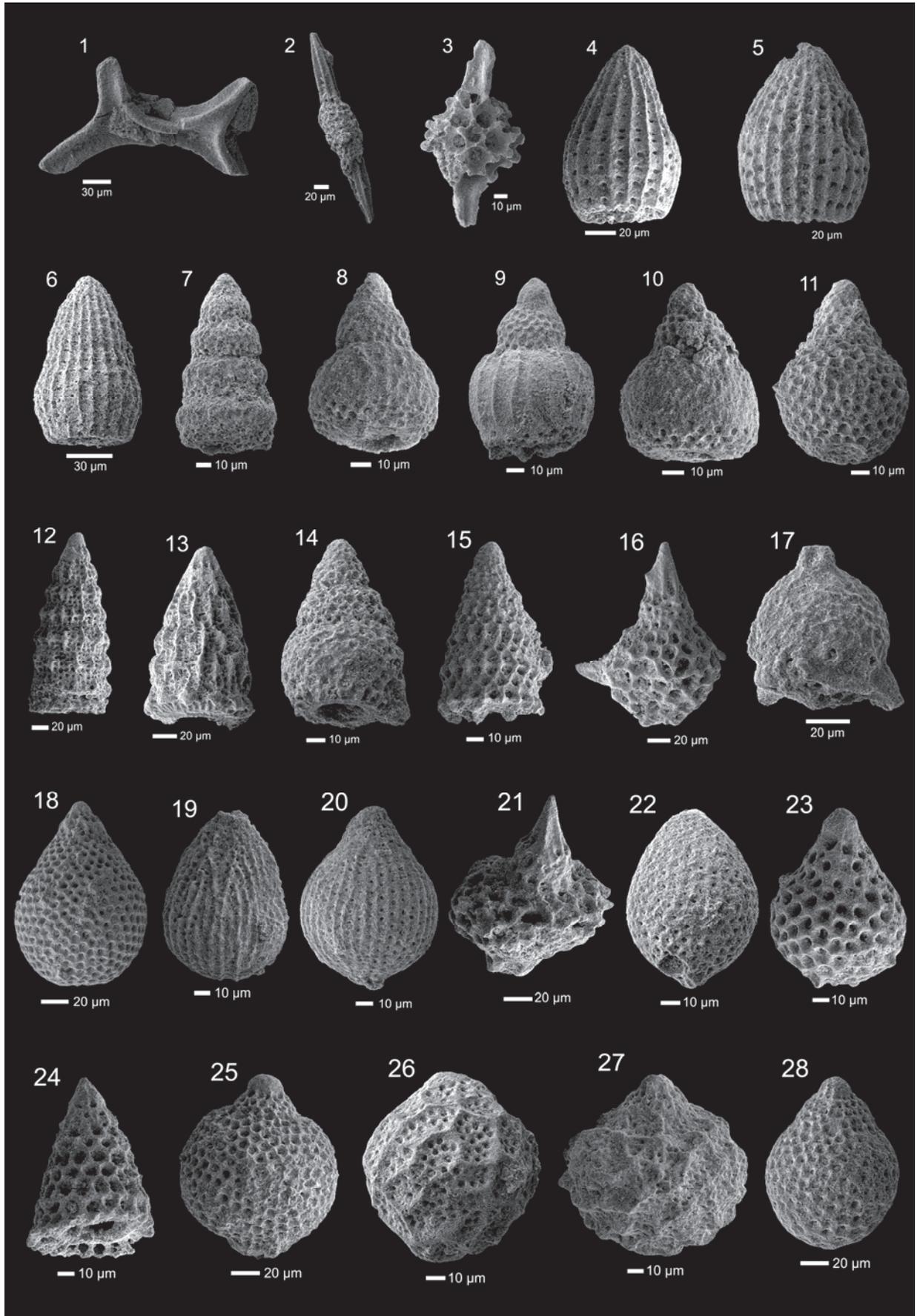
Das Ergebnis der Untersuchungen an einem kondensierten Radiolaritprofil im Liegenden der Rofan-Brekzie lässt auf eine durchgehende Radiolaritsedimentation schließen, die nachgewiesenermaßen mindestens im höheren Callovium einsetzt (*Williriedellum-carpathicum*-Subzone der *Zhamoidellum-ovum*-Zone) und die in ihrem höchsten Abschnitt direkt im Liegenden der ersten Brekzienkörper nicht jünger als die *Williriedellum-dierschei*-Subzone der *Zhamoidellum-ovum*-Zone ist (Mittel-Oxfordium). Im Liegenden des Profiles konnten folgende Radiolarienfaunen nachgewiesen werden:

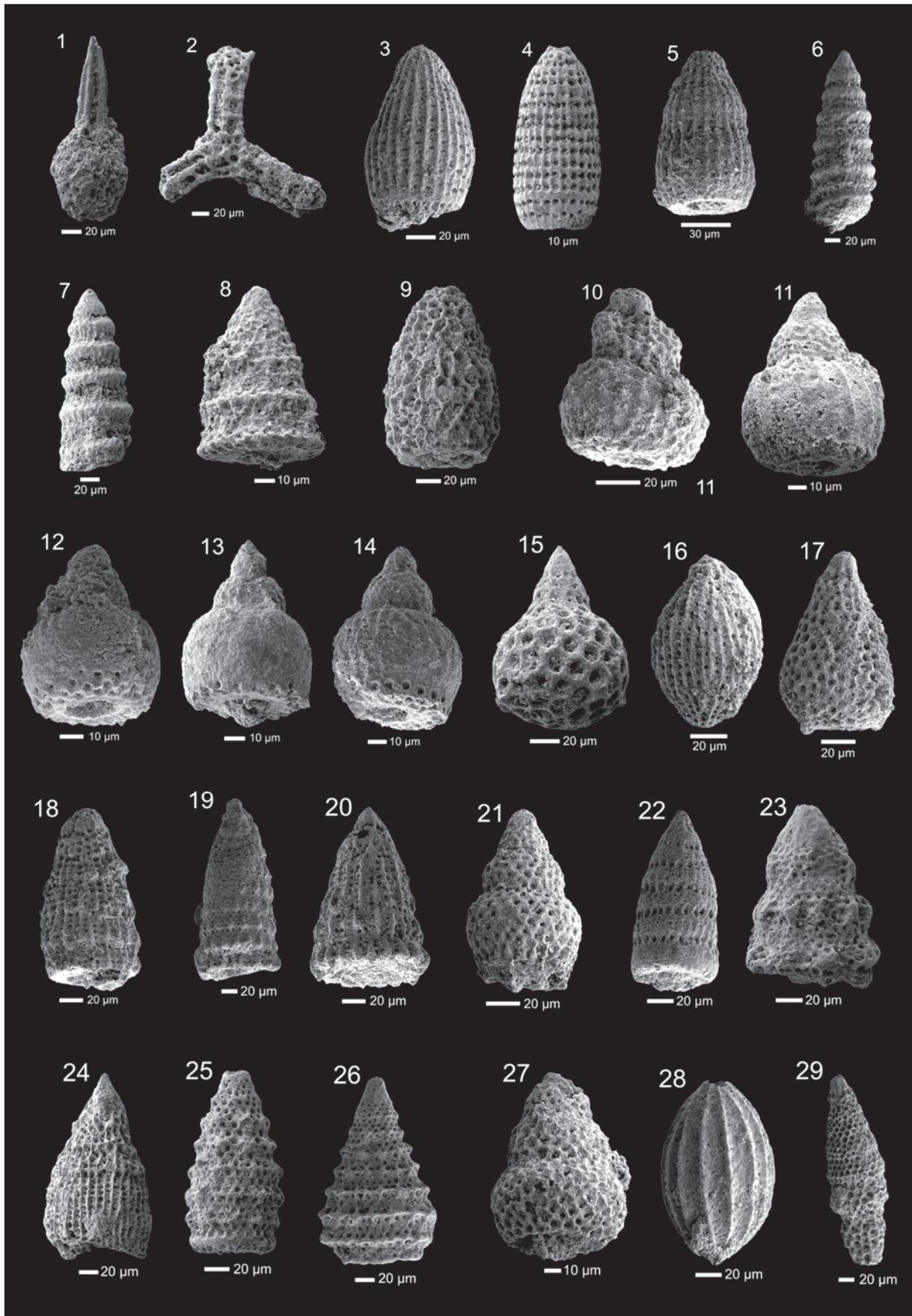
**Probe RF 3c:** *Acanthocircus cf. suboblongus* (YAO 1972), *Archaeospongoprunum cf. elegans* WU 1993, *Archaeospongoprunum sp.*, *Sphaerostylus lanceola* (PARONA 1890), *Archaeodictyomitra patricki* KOCHER 1981, *Archaeodictyomitra mitra* DUMITRICA 1997, *Archaeodictyomitra sixi* YANG 1993, *Archaeodictyomitra spp.*, *Cinguloturris carpatica* DUMITRICA 1982, *Eucyrtidiellum nodosum* WAKITA 1988, *Eucyrtidiellum ptyctum* (RIEDEL & SANFILIPPO 1974), *Eucyrtidiellum unumaense* (YAO 1979), *Hiscocapsa acuta* HULL 1997, *Hsuum brevicostatum* (OZVOLDOVA 1975), *Hsuum maxwelli* PESSAGNO 1977, *Lithocampium sp. A*, *Parvicingula spinata* (VINASSA 1899), *Podobursa ? sp.*, *Saitoum levium* DE WEVER 1981, *Stichocapsa convexa* YAO 1979, *Stichocapsa naradaniensis* MATSUOKA 1984, *Syringocapsa sp.*, *Striatojaponocapsa synconexa* O'DOGHERTY et al. 2006, *Tricolocapsa cf. riri* (O'DOGHERTY et al. 2005), *Tricolocapsa sp. C sensu AUER et al. 2007*, *Triversus hexagonatus* (HEITZER 1930), *Williriedellum carpathicum* DUMITRICA 1970, *Williriedellum crystallinum* DUMITRICA 1970, *Williriedellum sujkowski* WIDZ & DE WEVER 1993, *Zhamoidellum ovum* DUMITRICA 1970.



Abb. 1: Radiolarien der Probe RF 3c: **1.** *Acanthocircus cf. suboblongus* (YAO 1972), **2.** *Archaeospongoprunum cf. elegans* WU 1993, **3.** *Sphaerostylus lanceola* (PARONA 1890), **4.** *Archaeodictyomitra patricki* KOCHER 1981, **5.** *Archaeodictyomitra mitra* DUMITRICA 1997, **6.** *Archaeodictyomitra sixi* YANG 1993, **7.** *Cinguloturris carpatica* DUMITRICA 1982, **8.** *Eucyrtidiellum nodosum* WAKITA 1988, **9.** *Eucyrtidiellum ptyctum* (RIEDEL & SANFILIPPO 1974), **10.** *Eucyrtidiellum unumaense* (YAO 1979), **11.** *Hiscocapsa acuta* HULL 1997, **12.** *Hsuum brevicostatum* (OZVOLDOVA 1975), **13.** *Hsuum maxwelli* PESSAGNO 1977, **14.** *Lithocampium sp. A*, **15.** *Parvicingula spinata* (VINASSA 1899), **16.** *Podobursa ? sp.*, **17.** *Saitoum levium* DE WEVER 1981, **18.** *Stichocapsa convexa* YAO 1979, **19.** *Stichocapsa naradaniensis* MATSUOKA 1984, **20.** *Striatojaponocapsa synconexa* O'DOGHERTY et al. 2006, **21.** *Syringocapsa sp.*, **22.** *Tricolocapsa cf. riri* (O'DOGHERTY et al. 2005), **23.** *Tricolocapsa sp. C sensu AUER et al. 2007*, **24.** *Triversus hexagonatus* (HEITZER 1930), **25.** *Williriedellum carpathicum* DUMITRICA 1970, **26.** *Williriedellum crystallinum* DUMITRICA 1970, **27.** *Williriedellum sujkowski* WIDZ & DE WEVER 1993, **28.** *Zhamoidellum ovum* DUMITRICA 1970.

Erläuterungen zur biostratigraphischen Stellung dieser Radiolarienfauna im Text.





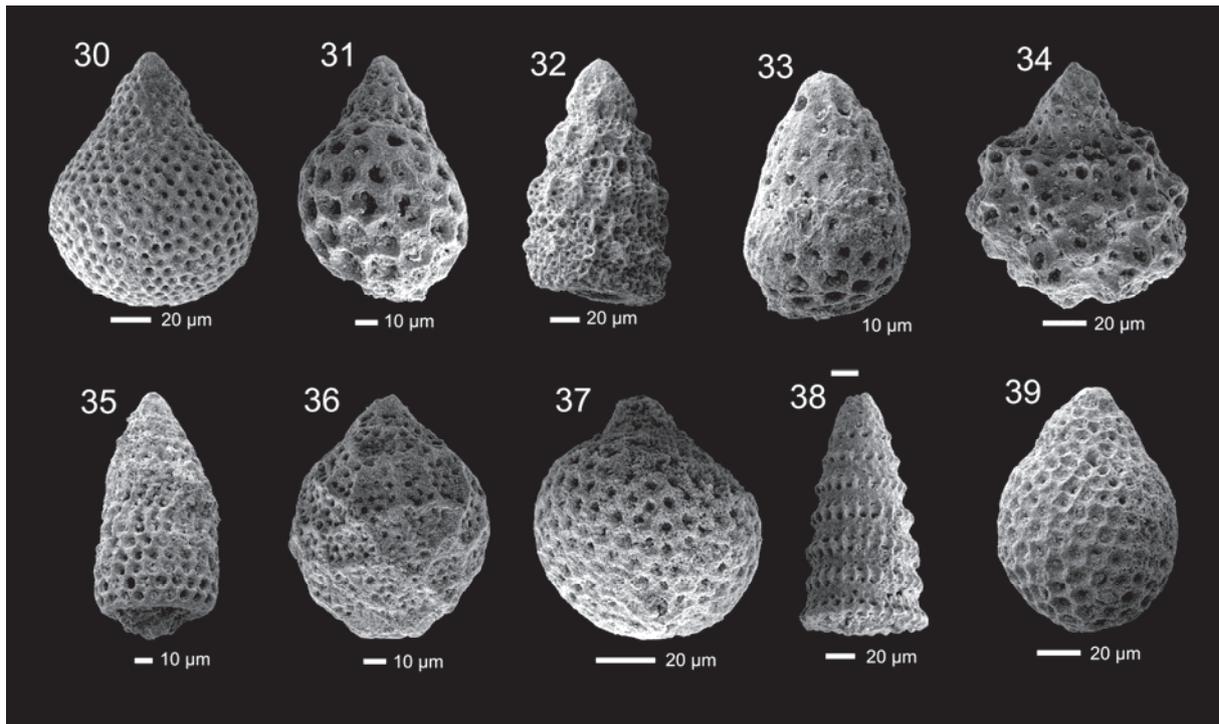
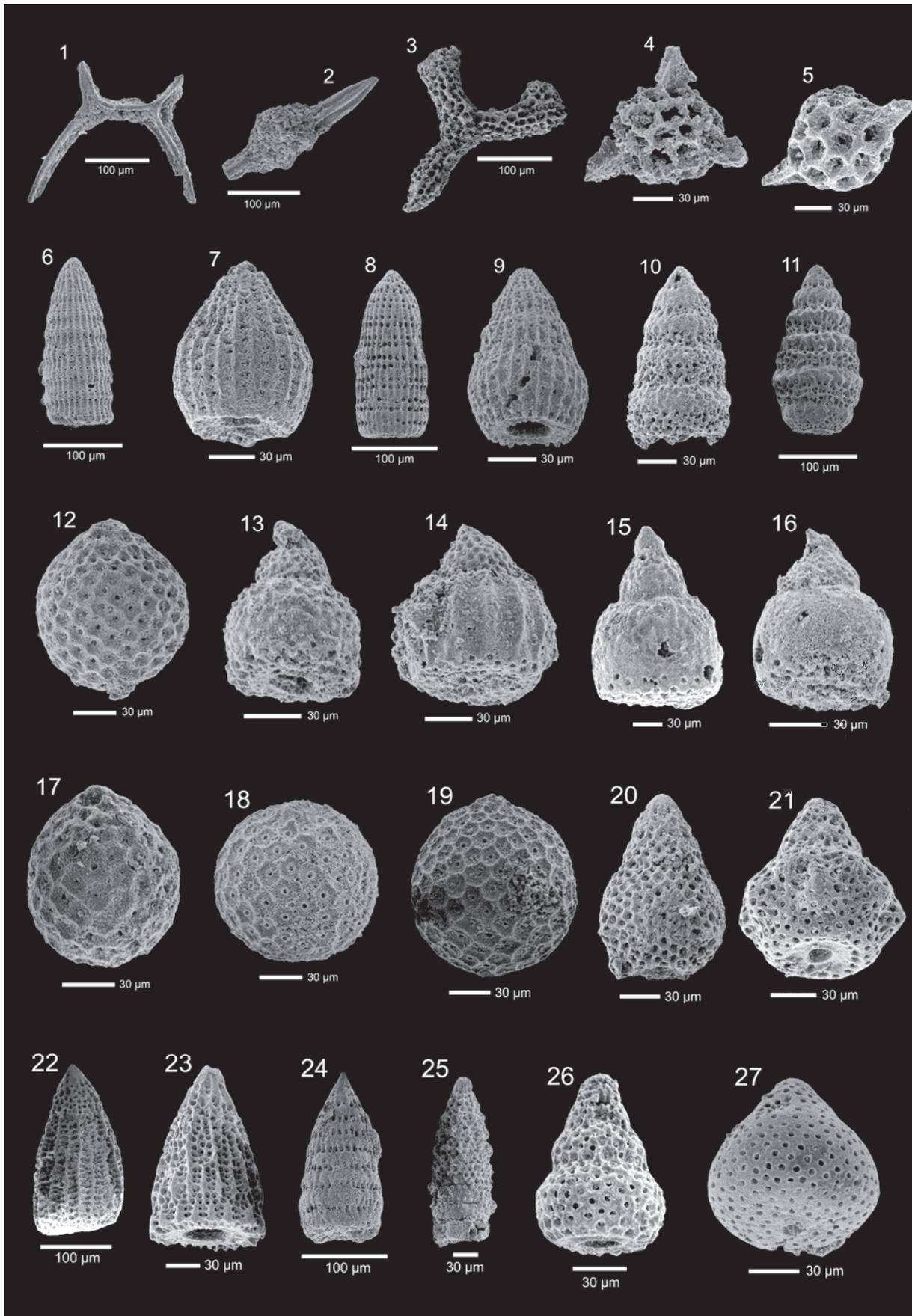


Abb. 2a/b: Radiolarien der Probe RF 3f: **1.** *Archaeospongoprunum* sp., **2.** *Tritrabs* cf. *casmaiaensis* (PES-SAGNO 1977), **3.** *Archaeodictyomitra patricki* KOCHER 1981, **4.** *Archaeodictyomitra rigida* PES-SAGNO 1977, **5.** *Archaeodictyomitra sixi* YANG 1993, **6.** *Cinguloturris carpatica* DUMITRICA 1982, **7.** *Cinguloturris* cf. *cylindra* KEMKIN & RUDENKO 1993, **8.** *Dictyomitrella* cf. *kamoensis* MIZUTANI & KIDO 1983, **9.** *Droltus* sp., **10.** *Eucyrtidiellum nodosum* WAKITA 1988, **11.** *Eucyrtidiellum ptyctum* (RIEDEL & SANFILIPPO 1974), **12.** *Eucyrtidiellum* cf. *semifactum* NAGAI & MIZUTANI 1990, **13.** *Eucyrtidiellum unumaense unumaense* (YAO 1979), **14.** *Eucyrtidiellum unumaense pustulatum* BAUMGARTNER 1984, **15.** *Fultacapsa* cf. *sphaerica* (OZVOLDOVA 1988), **16.** *Helvetocapsa* cf. *matsuokai* (SASHIDA 1999), **17.** *Hiscocapsa acuta* HULL 1997, **18.** *Hsuum baloghi* GRILL & KOZUR 1986, **19.** *Hsuum brevicostatum* (OZVOLDOVA 1975), **20.** *Hsuum maxwelli* PESSAGNO 1977, **21.** *Lithocampium* sp. A, **22.** *Loopus doliolum* DUMITRICA 1997, **23.** *Neorelumbra skenderbegi* CHIARI, MARCUCCI & PRELA 2002, **24.** *Parahsuum* sp. S sensu MATSUOKA 1986, **25.** *Parvicingula dhimenaensis* BAUMGARTNER 1984, **26.** *Parvicingula mashitaensis* MIZUTANI 1981, **27.** *Parvifavus* sp., **28.** *Protunuma multicostatus* (HEITZER 1930), **29.** *Pseudoecyrtis* sp. J sensu BAUMGARTNER et al. 1995, **30.** *Stichocapsa convexa* YAO 1979, **31.** *Stichocapsa* sp. A sensu MATSUOKA & YAO 1985, **32.** *Stichomitra annibill* KOCHER 1981, **33.** *Tetracapsa* sp., **34.** *Tricolocapsa undulata* (HEITZER 1930), **35.** *Triversus hexagonatus* (HEITZER 1930), **36.** *Williriedellum crystallinum* DUMITRICA 1970, **37.** *Williriedellum marcucciae* CORTESE 1993, **38.** *Wrangellium* aff. *hsuei* (PESSAGNO 1977), **39.** *Zhamoidellum ovum* DUMITRICA 1970.

Erläuterungen zur biostratigraphischen Stellung dieser Radiolarienfauna im Text.



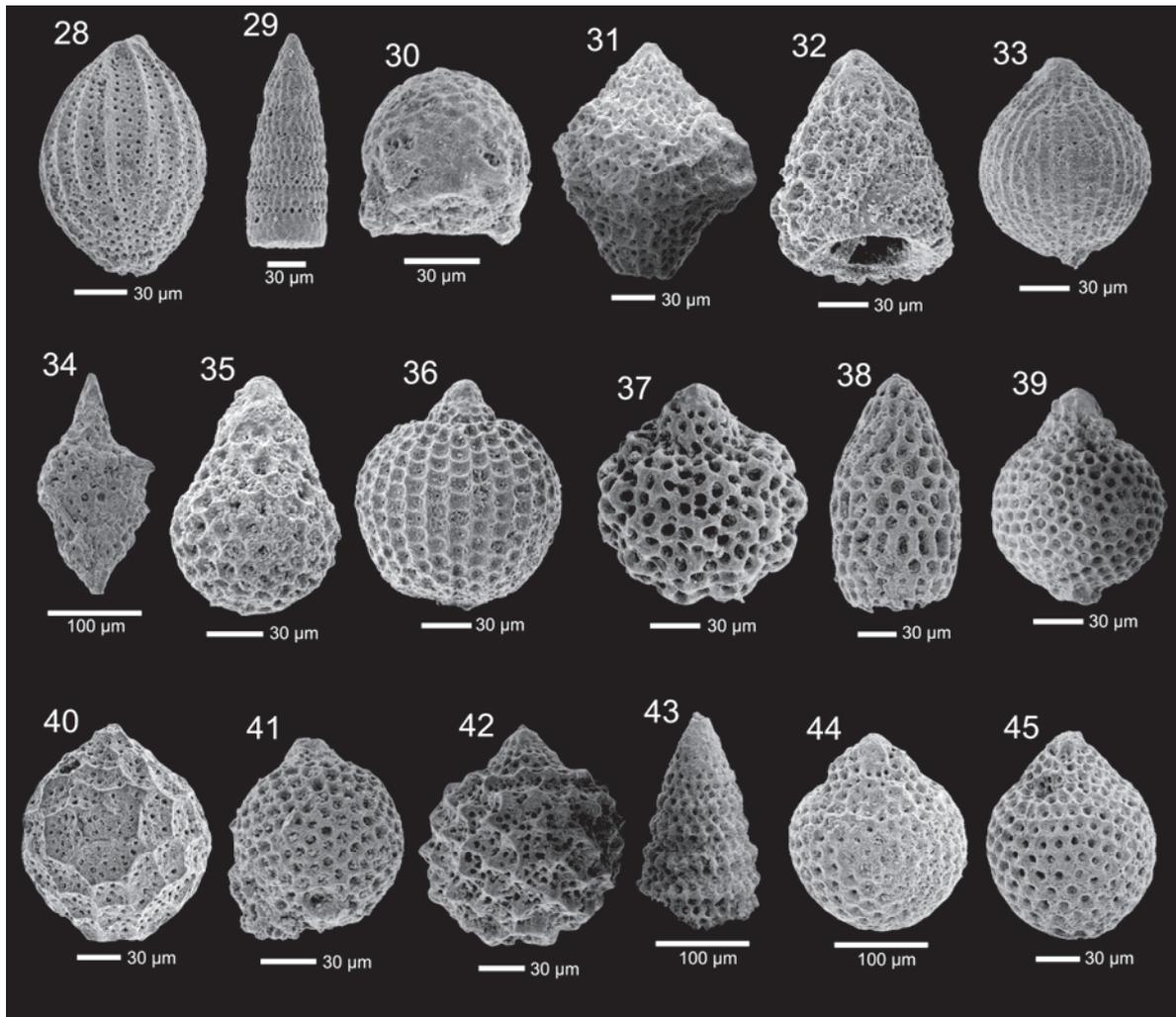


Abb. 3a/b: Radiolarien der Probe RF 10: **1.** *Acanthocircus* cf. *suboblongus* (YAO 1972), **2.** *Archaeospongoprimum* sp., **3.** *Deviatius* cf. *diamphidius* (FOREMAN 1973), **4.** *Gorgansium* sp., **5.** *Sphaerostylus lanceola* (PARONA 1890), **6.** *Archaeodictyomitra minoensis* (MIZUTANI 1981), **7.** *Archaeodictyomitra patricki* KOCHER 1981, **8.** *Archaeodictyomitra rigida* PESSAGNO 1977, **9.** *Archaeodictyomitra sixi* YANG 1993, **10.** *Cinguloturris carpatica* DUMITRICA 1982, **11.** *Cinguloturris primorika* KEMKIN & TAKETANI 2004, **12.** *Cryptamphorella* sp., **13.** *Eucyrtidiellum nodosum* WAKITA 1988, **14.** *Eucyrtidiellum ptyctum* (RIEDEL & SANFILIPPO 1974), **15.** *Eucyrtidiellum unumaense pustulatum* BAUMGARTNER 1984, **16.** *Eucyrtidiellum unumaense* ssp. (YAO 1979), **17.** *Gongylothorax* aff. *favosus* DUMITRICA 1970, **18.** *Gongylothorax favosus favosus* DUMITRICA 1970, **19.** *Gongylothorax favosus oviformis* SUZUKI & GAWLICK 2009, **20.** *Hiscocapsa acuta* HULL 1997, **21.** *Hiscocapsa kodrai* (CHIARI, MARCUCCI & PRELA 2002), **22.** *Hsuum* aff. *cuestaense* PESSAGNO 1977, **23.** *Hsuum maxwelli* PESSAGNO 1977, **24.** *Loopus doliolum* DUMITRICA 1997, **25.** *Parvicingula* cf. *dhimenaensis* BAUMGARTNER 1984, **26.** *Parvifavus* sp. A, **27.** *Praezhamoidellum buekkense* KOZUR 1984, **28.** *Protunuma multicostatus* (HEITZER 1930), **29.** *Pseudodictyomitra primitiva* MATSUOKA & Yao 1985, **30.** *Saitoum* sp., **31.** *Stichocapsa cicciana* CHIARI, MARCUCCI & PRELA 2002, **32.** *Stichomitra annibill* KOCHER 1981, **33.** *Striatojaponocapsa conexa* (MATSUOKA 1983), **34.** *Syringocapsa* sp., **35.** *Tetracapsa* sp. A sensu SUZUKI & GAWLICK 2003, **36.** *Tricolocapsa tetragona* MATSUOKA 1983, **37.** *Tricolocapsa undulata* (HEITZER 1930), **38.** *Triversus hexagonatus* (HEITZER 1930), **39.** *Williriedellum carpathicum* DUMITRICA 1970, **40.** *Williriedellum crystallinum* DUMITRICA 1970, **41.** *Williriedellum marcucciae* CORTESE 1993, **42.** *Williriedellum sujkowskii* WIDZ & DE WEVER 1993, **43.** *Wrangellium* cf. *hsuei* (PESSAGNO 1977), **44.** *Zhamoidellum kozuri* (HULL 1997), **45.** *Zhamoidellum ovum* DUMITRICA 1970.

Erläuterungen zur biostratigraphischen Stellung dieser Radiolarienfauna im Text.

Im Hangenden, direkt im Liegenden der ersten polymikten Brekzienkörper konnte folgende Radiolarienvergesellschaftung festgestellt werden, die nicht jünger als die *Williriedellum-dierschei*-Subzone der *Zhamoidellum-ovum*-Zone (Unter- bis Mittel-Oxfordium) ist:

**Probe RF 3f:** *Archaeospongoprunum* sp., *Tritrabs* cf. *casmaliaensis* (PESSAGNO 1977), *Archaeodictyomitra patricki* KOCHER 1981, *Archaeodictyomitra rigida* PESSAGNO 1977, *Archaeodictyomitra sixi* YANG 1993, *Cinguloturris carpatica* DUMITRICA 1982, *Cinguloturris* cf. *cylindra* KEMKIN & RUDENKO 1993, *Dictyomitrella* cf. *kamoensis* MIZUTANI & KIDO 1983, *Droltus* sp., *Eucyrtidiellum nodosum* WAKITA 1988, *Eucyrtidiellum ptyctum* (RIEDEL & SANFILIPPO 1974), *Eucyrtidiellum* cf. *semifactum* NAGAI & MIZUTANI 1990, *Eucyrtidiellum unumaense unumaense* (YAO 1979), *Eucyrtidiellum unumaense pustulatum* BAUMGARTNER 1984, *Fultacapsa* cf. *sphaerica* (OZVOLDOVA 1988), *Helvetocapsa* cf. *matsuokai* (SASHIDA 1999), *Hiscocapsa acuta* HULL 1997, *Hsuum baloghi* GRILL & KOZUR 1986, *Hsuum brevicostatum* (OZVOLDOVA 1975), *Hsuum maxwelli* PESSAGNO 1977, *Lithocampium* sp. A, *Loopus doliolum* DUMITRICA 1997, *Neorelumbra skenderbegi* CHIARI, MARCUCCI & PRELA 2002, *Parahsuum* sp. S sensu MATSUOKA 1986, *Parvicingula dhimenaensis* BAUMGARTNER 1984, *Parvicingula mashitaensis* MIZUTANI 1981, *Parvifavus* sp., *Protunuma multicostatus* (HEITZER 1930), *Pseudoeucyrtis* sp. J sensu BAUMGARTNER et al. 1995, *Stichocapsa convexa* YAO 1979, *Stichocapsa* sp. A sensu MATSUOKA & YAO 1985, *Stichomitra annibill* KOCHER 1981, *Striatojaponocapsa* sp., *Tetracapsa* sp., *Tricolocapsa undulata* (HEITZER 1930), *Tricolocapsa* sp. C sensu AUER et al. 2007, *Triversus hexagonatus* (HEITZER 1930), *Williriedellum crystallinum* DUMITRICA 1970, *Williriedellum marcucciae* Cortese 1993, *Wrangellium* aff. *hsuei* (PESSAGNO 1977), *Zhamoidellum ovum* DUMITRICA 1970.

**Probe RF 10:** *Acanthocircus* cf. *suboblongus* (YAO 1972), *Archaeospongoprunum* sp., *Deviatus* cf. *diamphidius* (FOREMAN 1973), *Gorgansium* sp., *Sphaerostylus lanceola* (PARONA 1890), *Archaeodictyomitra minoensis* (MIZUTANI 1981), *Archaeodictyomitra patricki* KOCHER 1981, *Archaeodictyomitra rigida* PESSAGNO 1977, *Archaeodictyomitra sixi* YANG 1993, *Cinguloturris carpatica* DUMITRICA 1982, *Cinguloturris primorika* KEMKIN & TAKETANI 2004, *Cryptamphorella* sp., *Eucyrtidiellum nodosum* WAKITA 1988, *Eucyrtidiellum ptyctum* (RIEDEL & SANFILIPPO 1974), *Eucyrtidiellum unumaense pustulatum* BAUMGARTNER 1984, *Eucyrtidiellum unumaense* ssp. (YAO 1979), *Gongylothorax favosus favosus* DUMITRICA 1970, *Gongylothorax favosus oviformis* SUZUKI & GAWLICK 2009, *Gongylothorax* aff. *favosus* DUMITRICA 1970, *Hiscocapsa acuta* HULL 1997, *Hiscocapsa kodrai* (CHIARI, MARCUCCI & PRELA 2002), *Hiscocapsa magnipora* (CHIARI, MARCUCCI & PRELA 2002), *Hsuum* aff. *cuestaense* PESSAGNO 1977, *Hsuum maxwelli* PESSAGNO 1977, *Loopus doliolum* DUMITRICA 1997, *Parvicingula* cf. *dhimenaensis* BAUMGARTNER 1984, *Parvifavus* sp. A, *Protunuma multicostatus* (HEITZER 1930), *Pseudodictyomitra primitiva* MATSUOKA & YAO 1985, *Saitoum* sp., *Praezhamoidellum buekkense* KOZUR 1984, *Stichocapsa ciccione* CHIARI, MARCUCCI & PRELA 2002, *Stichomitra annibill* KOCHER 1981, *Striatojaponocapsa conexa* (MATSUOKA 1983), *Striatojaponocapsa* sp., *Syringocapsa* sp., *Tetracapsa* sp. A sensu SUZUKI & GAWLICK 2003, *Tricolocapsa undulata* (HEITZER 1930), *Tricolocapsa tetragona* MATSUOKA 1983, *Tricolocapsa* spp., *Triversus hexagonatus* (HEITZER 1930), *Tetracapsa* sp. A sensu SUZUKI & GAWLICK 2003, *Williriedellum carpathicum* DUMITRICA 1970, *Williriedellum crystallinum* DUMITRICA 1970, *Williriedellum sujkwoskii* WIDZ & DE WEVER 1993, *Williriedellum marcucciae* CORTESE 1993, *Wrangellium* cf. *hsuei* (PESSAGNO 1977), *Wrangellium* spp., *Zhamoidellum kozuri* (HULL 1997), *Zhamoidellum ovum* DUMITRICA 1970.

Auf Grund dieses Ergebnisses ist festzuhalten, dass die Rofan-Brekzie deutlich jünger als die in ihrem Komponentenbestand ähnliche, aber in Nuancen doch etwas unterschiedliche Brekzienabfolge der Tauglboden-Formation ist. Während im Bereich des Tauglboden-Beckens das Alter der Brekzienschüttungen Unter- und Mittel-Oxfordium ist, ist im Gegensatz dazu der Ablagerungsbereich im Bereich des Rofan-/Sonnenwendgebirges durch ruhige Radiolarit-Sedimentation gekennzeichnet. Erst im höheren Mittel- bzw. Ober-Oxfordium setzen hier im Bereich des sich neu entwickelnden Rofan-Beckens Brekzienschüttungen ein. Von weiterer Bedeutung ist, dass diese Brekzienschüttungen auf den engen Zeitbereich vom höheren Oxfordium bis tiefsten Kimmeridgium beschränkt sind, da der diese polymikten Brekzienkörper überlagernde Seekarspitzkalk, der eine sich im Süden neu entwickelnde Seichtwasserkarbonatentwicklung widerspiegelt, auf Unter-Kimmeridgium mit Hilfe von

Flachwasserorganismen datiert werden konnte. Dabei enthält der Seekarspitzkalk nur sehr wenige ältere Fremdklasten, identisch denen der Rofan-Brekzie.

Von weiterer Bedeutung ist weiterhin der Ammonitenfund von WENDT (1969), der die die Brekzien überlagernden kieseligen Rotkalken auf höheres Oxfordium datierte. Damit lässt sich das tektonische Ereignis, das zur Entstehung der Rofan-Brekzien geführt hat, bzw. die Entstehung des Rofan-Beckens selbst auf höheres Mittel- bzw. Ober-Oxfordium einengen. Damit stellt das Rofan-Becken eine jüngere, paläogeographisch weiter nördlich gelegene Beckenentwicklung als das Tauglboden-Becken dar. Die sich wahrscheinlich im mittleren Oxfordium entwickelnde Deckenfront schüttet ihr Material Richtung Norden in das neu entstehende Rofan-Becken. Der überlagernde Seekarspitzkalk zeigt einen zum Jüngeren hin gut entwickelten Fining-upward-Zyklus (Ammergau-Formation + Seekarspitzkalk). Die Flachwasserschüttungen enden im Tithonium, wahrscheinlich im höheren Tithonium, auf jeden Fall unterhalb der mikritischen Aptychenschichten (Ober-Tithonium bis Berriasium). Damit stellt die Entwicklung der Ammergau-Formation + Seekarspitzkalk eine faziell ähnlich entwickelte Abfolge dar wie die im Hangenden der Tauglboden-Formation auftretende Oberalm-Formation + Barmsteinkalke. Allerdings ist die Oberalm-Formation + Barmsteinkalke-Abfolge deutlich jünger und umfasst den Zeitraum Ober-Tithonium bis Berriasium und stellt ein jüngere lithofaziell ähnlich ausgebildete Abfolge dar.

Auf Grund dieses Beispiels kann deutlich gezeigt werden, dass lithofazielle Vergleiche ohne genaue stratigraphische Kontrolle der einzelnen Abfolgen zu Fehleinschätzungen der Abfolgen führen, die in weiterer Folge Auswirkungen auf die tektonische Stellung bzw. die geodynamische Entwicklung zeigen, wie es bisher bei der Rofan-Brekzie der Fall gewesen ist, da hier eine exakte biostratigraphische Kontrolle bisher fehlte.

Auf Grund dieser Ergebnisse ist das Sonnwendgebirge und seine nach Norden und Westen angrenzenden Äquivalente eine tirolische Deckeneinheit, für die wir hier den Namen Tiefst-Tirolikum in Anlehnung an die Nomenklatur von FRISCH & GAWLICK (2003) vorschlagen.

## Deckengliederung

Das **Hoch-Tirolikum** stellt jenes im Mittel- bis Ober-Jura entstandene jurassische Deckensystem dar, das die Hallstatt-Mélange und dabei sehr verschiedene Beckenfüllungen, die z. B. exklusiv Material, das aus dem Hallstätter Salzberg-Faziesbereich (= Sandlingalm-Beckengruppe) herzuleiten ist, oder exklusiv nur Material aus dem Zlambach-Faziesbereich (= Lammer-Becken) enthalten. Dieses Deckensystem, das ausschließlich eine obertriassische Basis aus lagunärem Dachsteinkalk aufweist, ist in Wirklichkeit eine Abfolge eines Deckenstapels mit einer sehr komplizierten Stapelungsgeschichte – und das bereits im Ober-Jura –, auf die hier aber im Detail nicht eingegangen werden soll und kann (für Details: MISSONI & GAWLICK, 2011). Von Bedeutung ist darüber hinaus, dass sich bereits im höheren Oxfordium auf der nördlichen Deckenstirn eine Seichtwasserkarbonatentwicklung zu etablieren beginnt, die Plassen-Karbonatplattform *sensu stricto*. Diese progradiert im Kimmeridgium Richtung Süden über die Hallstatt-Mélange. Auch im Süden entwickelt sich eine Seichtwasserkarbonatplattform, allerdings erst im Kimmeridgium. Diese Plattform-Entwicklung stellt die Lärchberg-Karbonatplattform dar. Diese Plattform progradiert im Kimmeridgium Richtung Norden in Richtung Hallstatt-Mélange. Von Bedeutung ist in weiterer Folge die tektonische Umstellung im Tithonium mit generell extensionaler Tendenz (vgl. MISSONI & GAWLICK, 2011), während der sich ein zweiter Riffgürtel im Bereich der Plassen-Karbonatplattform Richtung Norden, d. h. Richtung Tief-Tirolikum (= Tauglboden-Becken) herausbildet. Diese neue Plattform schüttet ihr Material dann vom höheren Tithonium an nach Norden in das Tauglboden-Becken (Oberalm-Formation + Barmsteinkalk), während darüber hinaus die ehemalige hochtirolische Deckenstirn an Abschiebungen zerbricht. Im Zeitraum höheres Oxfordium bis Unter-Tithonium dagegen ist das Tauglboden-Becken Richtung Süden abgeschirmt, und zwar durch die aufgetauchte Deckenstirn des Hoch-Tirolikums (= Trattberg-Schwelle).

Das **Tief-Tirolikum** stellt jene im Ober-Jura (Unter- bis Mittel-Oxfordium) entstandene Decke dar, die das Tauglboden-Becken (= Tauglboden-Mélange) trägt. Hier ist der Komponentenbestand exklusiv aus dem lagunären Dachsteinkalk-Faziesraum der Ober-Trias-Paläogeographie herzuleiten. Die Basis besteht meistens aus Hauptdolomit, im Süden des Beckens allerdings aus lagunärem Dachsteinkalk. Hier zeigt sich klar, dass die jurassischen Deckenfronten die Trias-Paläogeographie bzw. deren ursprüngliche Anordnung der Faziesräume quer schneiden. Das bedeutet auch gleichzeitig, dass anhand der Trias-Schichtfolge keine tektonische Zuordnung zu einem einzelnen Deckensystem getroffen werden kann. Nur die Jura- und dabei speziell die höhere Mittel-Jura- und Ober-Jura-Schichtfolge lässt sichere Schlussfolgerungen auf die Zugehörigkeit zu dem einen oder anderen Deckensystem zu. Mit Hilfe der Trias-Abfolge lässt sich bestenfalls eine großzügige, aber sehr unexakte, Zugehörigkeit zu dem einen oder anderen Deckensystem vornehmen. Im Norden des Tauglboden-Beckens entwickelt sich wiederum eine Seichtwasserkarbonatplattform, und zwar vom Kimmeridgium an. Diese schüttet Material Richtung Süden in das Tauglboden-Becken und darüber hinaus große Mengen an Seichtwasserschutt Richtung Norden in das sich vom ?höheren Mittel- bzw. Ober-Oxfordium an neu entwickelnde Rofan-Becken. Diese, Wolfgangsee-Karbonatplattform genannte, Karbonatplattform unterliegt im höheren Tithonium einem drowning, d. h. in dieser Zeit enden die Seichtwasserkarbonatschüttungen in das sich nördlich anschließende Rofan-Becken.

Das **Tiefst-Tirolikum** stellt jene im Ober-Jura (?höheres Mittel bis Ober-Oxfordium) entstandene Decke dar, die das Rofan-Becken trägt (= Rofan-Mélange). Hier ist der Komponentenbestand exklusiv aus dem Hauptdolomit-Faziesraum der obertriassischen Hauptdolomit/Dachsteinkalk-Karbonatplattform herzuleiten. Die Trias-Basis besteht aus Hauptdolomit. Dieses Becken bezieht sein Komponentenmaterial von der sich im ?höheren Mittel- bis Ober-Oxfordium neu entstehenden Deckenfront, die Brunnwinkl-Schwelle genannt wird. Auf dieser Hochzone entwickelt sich mit der Wolfgangsee-Karbonatplattform eine Seichtwasserkarbonatentwicklung, die sowohl nach Süden als auch nach Norden ihr Material schüttet. Im Rofan-Becken ist diese Entwicklung durch die Ammergau-Formation + Seekarspitzkalk widerspiegelt. Da die Wolfgangsee-Karbonatplattform einem drowning im höheren Tithonium unterliegt, endet der Eintrag von Seichtwasserschutt im Rofan-Becken auch im höheren Tithonium. Diese Tatsache lässt nun in weiterer Folge eine Überprüfung der sich weiter im Norden vom Rofan-/Sonwendgebirge innerhalb der Ammergau-Formation auftretenden Seichtwasserkarbonatschüttungen, die bisher als Barmsteinkalklagen angesprochen werden, unumgänglich werden. Aller Voraussicht nach sollte es sich hierbei um Seekarspitzkalklagen handeln. Hier sind in weiterer Folge noch detaillierte feinstratigraphische Untersuchungen unumgänglich, um eine genaue Zuordnung zu der einen oder anderen Formation klarzustellen. Es ist dabei nicht zu vergessen, dass hier eine falsche Nomenklatur eine falsche tektonische Zuordnung zu dem einen oder anderen Deckensystem zur Folge hat. Im Moment wäre auf Grund der Nomenklatur diese Region dem Tief-Tirolikum zuzurechnen, was schon aus geometrischen Gründen nur mit äußerst komplizierten Erklärungsversuchen und tektonischen Hilfskonstruktionen zu bewerkstelligen wäre. Wir gehen davon aus, dass es sich bei dieser nördlich an das Rofan-/Sonwendgebirge anschließenden Region mit der sich hier im Norden anschließenden Beckensequenz um die distale Entwicklung der im Rofan-/Sonwendgebirge klargestellten Schichtfolge handelt und sie somit tektonisch dem Tiefst-Tirolikum zuzurechnen ist.

Unsere Ergebnisse und die sich daraus ergebenden tektonischen Implikationen machen in Zukunft eine Neuüberlegung über die tektonische Gliederung des östlichen Teiles der westlichen Nördlichen Kalkalpen unumgänglich, wie bereits im westlichen Teil der östlichen Nördlichen Kalkalpen geschehen, wo mit der Neu-Definition der Obersee-Brekzie als Rofan-Brekzie (GAWLICK et al., 2009) dieser Prozess der Neuüberlegung in Gang gesetzt wurde.

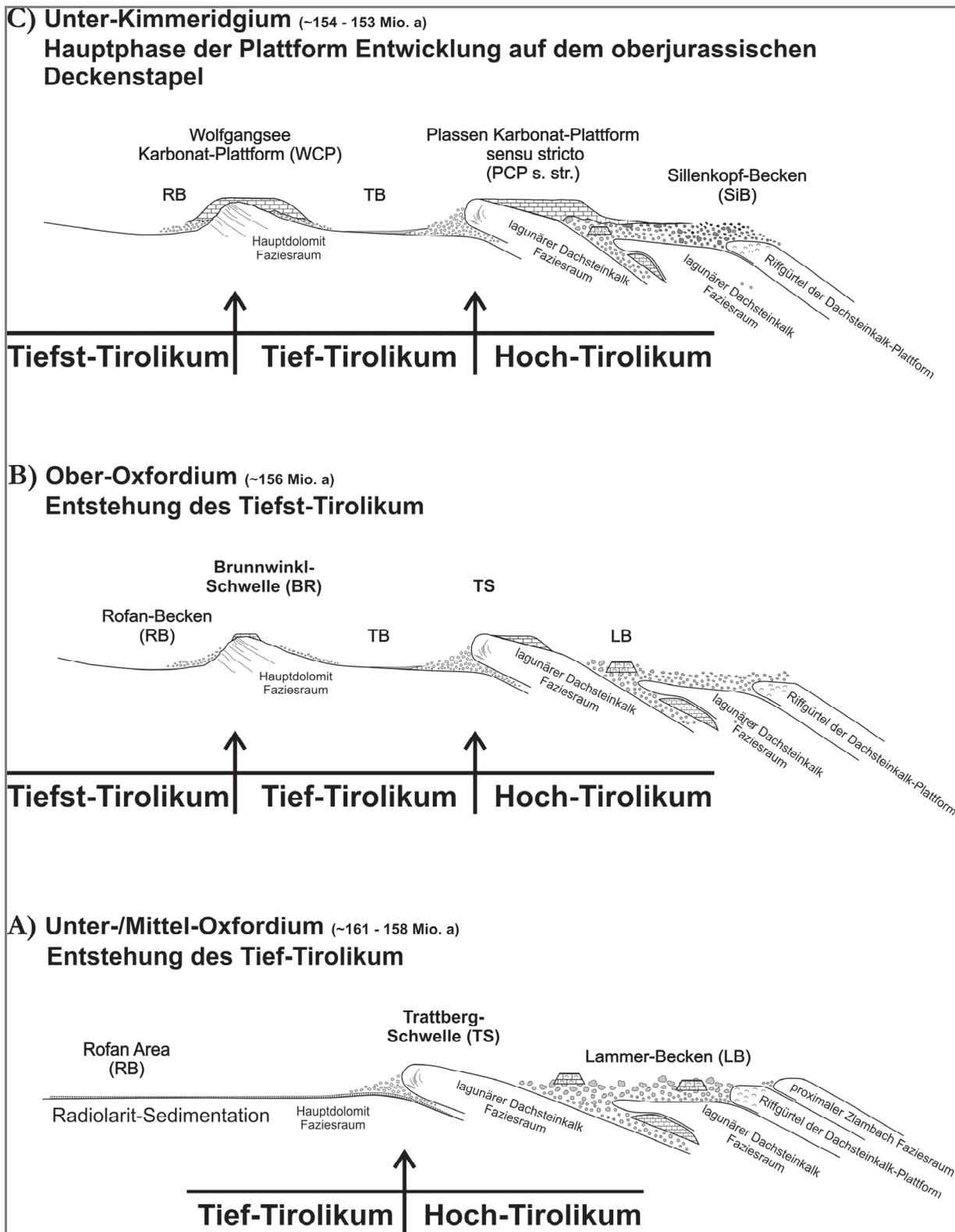


Abb. 4: Darstellung der tektonischen Entwicklung des Südrandes der Nördlichen Kalkalpen für den Zeitraum Unter-Oxfordium bis Unter-Kimmeridgium (verändert auf der Basis von MISSONI & GAWLICK 2011). Detaillierte Erläuterung im Text. **A)** Im Unter-/Mittel-Oxfordium entsteht im Bereich des lagunären Dachsteinkalk-Faziesraumes die Trattberg-Schwelle und das nördlich davon gelegene Tauglboden-Becken, das den Schutt von der Deckenfront des Hoch-Tirolikums (Trattberg-Schwelle) aufnimmt. Zu dieser Zeit erfolgt eine Trennung in Hoch- und Tief-Tirolische Decke. Der sich weiter im Norden befindliche Sedimentationsraum des späteren Rofan-Beckens zeigt zu dieser Zeit noch ruhige und geringmächtige Radiolaritsedimentation. **B)** im ?höheren Mit-

tel-Oxfordium bzw. Ober-Oxfordium beginnt sich der nördlich des Tauglboden-Beckens gelegene Ablagerungsraum durch die fortschreitende Einengung weiter zu gliedern. Es bildet sich mit der Brunnwinkl-Schwelle eine neue Deckenstirn heraus, die ihr Material in das nördlich angrenzende Rofan-Becken schüttet (= Rofan-Brekzie). In dieser Zeit erfolgt die Trennung des Tief-Tirolikums und des Tiefst-Tirolikums. Im höchsten Oxfordium beginnt partiell sich die Seichtwasserentwicklung der Plassen-Karbonat-Plattform s. I. zu entwickeln. **C)** Das Unter-Kimmeridgium stellt die erste Hauptphase der Progradation der Plassen-Karbonat-Plattform s. I. dar. Sowohl auf der Brunnwinkl-Schwelle im Norden als auch auf der Trattberg-Schwelle weiter südlich etablieren sich Seichtwasserkarbonate. Während aber das Tauglboden-Becken von dieser Seichtwasserentwicklung im Süden (= Plassen-Karbonat-Plattform s. str.) durch einen Auftauchbereich abgeschirmt ist, schüttet die sich auf der Brunnwinkl-Schwelle etablierte Seichtwasserentwicklung Material sowohl in das südlich von ihr gelegene Tauglboden-Becken als auch in das nördlich von ihr gelegene Rofan-Becken. Während die sich Richtung Tauglboden-Becken entwickelnde Plattform durch flach nach Süden einfallende Hänge gekennzeichnet ist, ist der Übergang zum Rofan-Becken im Norden wahrscheinlich durch hohes Relief und starke Hangneigung gekennzeichnet, wie sich aus der Sedimentationsgeschichte der Ammergau-Formation + Seekarspitzkalk ableiten lässt. Zur weiteren Entwicklung der Plassen Karbonat-Plattform s. I. siehe Text.

## 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., GUEX, 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 Radiolaria Biochronology of Tethys based on Unitary Associations. – *Memoires de Géologie*, 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. – *International Journal of Earth Sciences*, 92, 712–727, Berlin – Heidelberg.
- 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.
- GÜMBEL, C.W. von (1861): *Geognostische Beschreibung des Bayrischen Alpengebirges und seines Vorlandes*. I–XX. – I–950, (Justus Perthes) Gotha.
- HEITZER, I. (1930): Die Radiolarienfauna der mitteljurassischen Kieselmergel im Sonnwendgebirge. – *Jb. Geol. B.-A.*, 80, 381–406, Wien.
- MISSONI, S. & GAWLICK, H.-J. (2011): Jurassic mountain building and Mesozoic-Cenozoic geodynamic evolution of the Northern Calcareous Alps as proven in the Berchtesgaden Alps (Germany). – *Facies*, 57, 137–186 (Springer). DOI 10.1007/s10347-010-0225-1
- SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (2003a): Biostratigraphie und Taxonomie der Radiolarien aus den Kieselsteinen der Blaa Alm und nördlich des Loser (Nördliche Kalkalpen, Callovium–Oxfordium). – *Mitteilungen Gesellschaft Geologie Bergbaustudenten Österreich*, 46, 137–228, Wien.
- SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (2003b): Die jurassischen Radiolarienzonen der Nördlichen Kalkalpen. – In: WEIDINGER, J.T., LOBITZER, H. & SPITZBART, I. (Eds.): *Beiträge zur Geologie des Salzkammerguts*, Gmundner Geo-Studien, 2, 115–122, Gmunden.
- WENDT, J. (1969): *Stratigraphie und Paläogeographie des Roten Jurakalkes im Sonnwendgebirge (Tirol, Österreich)*. – *Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie, Abhandlungen*, 132/2, 219–238, Stuttgart.