

RIFFE IM OBER-JURA UND DER UNTER-KREIDE DES SALZKAMMERGUTS (NÖRDLICHE KALKALPEN)

UPPER JURASSIC - LOWER CRETACEOUS REEFS OF THE SALZKAMMERGUT AREA (NORTHERN CALCAREOUS ALPS)

Michael W. Rasser⁽¹⁾ und Alois Fenninger⁽¹⁾

ZUSAMMENFASSUNG

Die Riffe aus dem Ober-Jura und der Unter-Kreide der Nördlichen Kalkalpen entstanden in einem Zeitraum ausgedehnten Riffwachstums in Europa. Im Salzkammergut sind diese Riffe und Karbonatplattformsedimente als Plassen-Formation (Kimmeridgium - Berriasium) bekannt. In den meisten Fällen entwickeln sich diese Karbonatplattformen aus karbonatischen oder kieselig-kalkigen Beckensedimenten. Traditionell werden sie als isolierte Plattformen mit steilen Hängen interpretiert ("Bahamas-Typus"), allerdings gibt es auch Hinweise auf Rampen-Strukturen. Unter den Riff-Strukturen dominieren kleinere Fleckenriffe, die in inneren Plattformbereichen durch "Stromatoporoiden" charakterisiert sind, in äußeren Plattformbereichen aber von Korallen- und Chaetetiden Assoziationen dominiert sind.

ABSTRACT

Upper Jurassic to Lower Cretaceous reefs of the Northern Calcareous Alps were formed during a period of extensive reefal growth in Europe. In the Salzkammergut area, these reefs and carbonate platform sediments are known as Plassen Formation (Kimmeridgian - Berriasian). In most cases, carbonate platforms develop from pelagic basinal sediments. Traditionally, the geometries of carbonate platforms are interpreted as "Bahamian" type platforms with steep slopes, although there is some evidence for the existence of carbonate ramp structures. Reefal structures are dominated by small-scaled patch reefs. Inner platform patch reefs are characterized by "stromatoporoid" assemblages, while coral and chaetetid assemblages prevail in outer platform reefs.

I. EINFÜHRUNG

Der Ober-Jura repräsentiert einen Zeitraum mit ausgedehntem Riffwachstum in Europa (Kiesling et al. 1999; Leinfelder et al. 2002). Dies war bedingt durch (1) das Öffnen des Nordatlantiks und des Penninischen Ozeans als seine Verlängerung, was zur Bildung weiter Schelfareale und eines Ost-West gerichteten Strömungssystems führte, (2) einen eustatischen Meeresspiegel-Anstieg, der zur Bildung epikontinentaler Meere führte, (3) die klimatische Entwicklung, besonders in Zentral- und Süd-Europa, (4) die Evolution und Radiation von Korallen sowie die Entwicklung neuer Ernährungsstrategien.

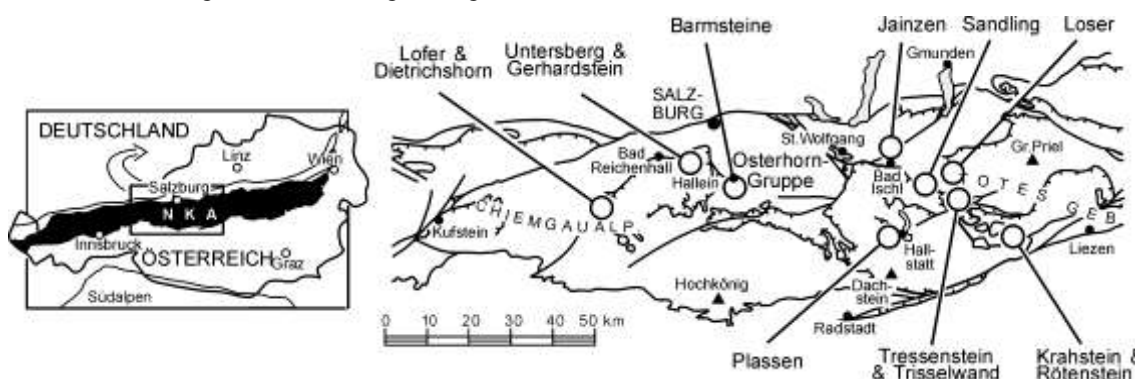


Abb. 1: Vorkommen von autochthonen und umgelagerten Flachwasserkarbonaten des Ober-Jura und der Unter-Kreide im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (NKA)

¹⁾ Dr. Michael Rasser (e-mail: michael.rasser@paleoweb.net), Univ. Prof. Dr. Alois Fenninger (alois.fenninger@uni-graz.at), Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Graz, Heinrichstrasse 26, A-8010 Graz, Austria.

Auch in den Nördlichen Kalkalpen (NKA) führte dies zur Bildung von weit verbreiteten und mehr als 1000 m mächtigen Karbonatplattform-Abfolgen (Abb. 1) (Schlagintweit et al. 2003), deren Bildung und Entwicklung zumindest teilweise tektonisch gesteuert war (Gawlick et al. 1999; Mandl 2000; Schlagintweit et al. 2003). Einen detaillierteren Überblick über die Riffe dieser Plattformkarbonate gibt Rasser (2003).

Vorliegender Artikel gibt einen kurzen Überblick über die Riffe und Karbonatplattformen im Ober-Jura und der Unter-Kreide des Salzkammerguts. Nach einer stratigraphischen Übersicht werden die Geometrien der Karbonatplattformen und die verschiedenen Varianten ihres Einsetzens dargestellt. Zuletzt werden die Riff-Typen der Plassen-Fm. im Salzkammergut zusammengefasst und die globalen Steuerungsfaktoren diskutiert.

II. STRATIGRAPHIE

Kieselige Beckensedimente (Callovium bis Unter-Tithonium), die auch im Salzkammergut vorkommen (Abb. 2), wurden besonders im Gebiet um den Trattberg detailliert bearbeitet (Überblick in Gawlick et al. 2002). Vor allem im Osterhorn-Gebiet werden die kieseligen Sedimente von den mikritischen Beckensedimenten der Oberalm-Fm. überlagert, die bis in das Berriasium reichen kann (Überblick in Boorova et al. 1999; Rasser et al. 2003). Dort sind Barmsteinkalke (Tithonium - Berriasium) als Turbidite mit umgelagertem Material von der Karbonatplattform eingeschaltet.

Im Salzkammergut sind vom Loser Kimmeridgium-Anteile der Oberalm-Fm. bekannt. Allerdings ist deren lithostratigraphische Stellung unklar (siehe Diskussion in Lukeneder et al. 2003). Diese Sedimente überlagern rote Radiolarite unsicheren Alters (?Oxfordium bei Schäffer 1982).

Am Loser (Lukeneder et al. 2003) und im Sandling-Höherstein-Gebiet (Fenninger, Holzer 1972; Rasser unpubl.) wird die Oberalm-Fm. von litho- und bioklastischen Karbonatbrekzien der Tressenstein-Fm. überlagert. Barmsteinkalke fehlen hier. Die Tressenstein-Fm. wird als Plattformhang-Brekzien interpretiert.

Zwischen Oberalm-Fm. und Tressenstein-Fm. können "Wechselfarbige Oberalmer Kalke" eingeschaltet sein, wie zum Beispiel am Sandling (Fenninger, Holzer 1972). Diese Einheit, die erstmals vom Zinkenbach am Wolfgangsee beschrieben wurde (Plöchinger 1982) kann aufgrund ihrer Position und Fazies (pelagische Kalke mit wenigen umgelagerten Flachwasser-Biogenen) als Periplattform-Schlamm interpretiert werden.

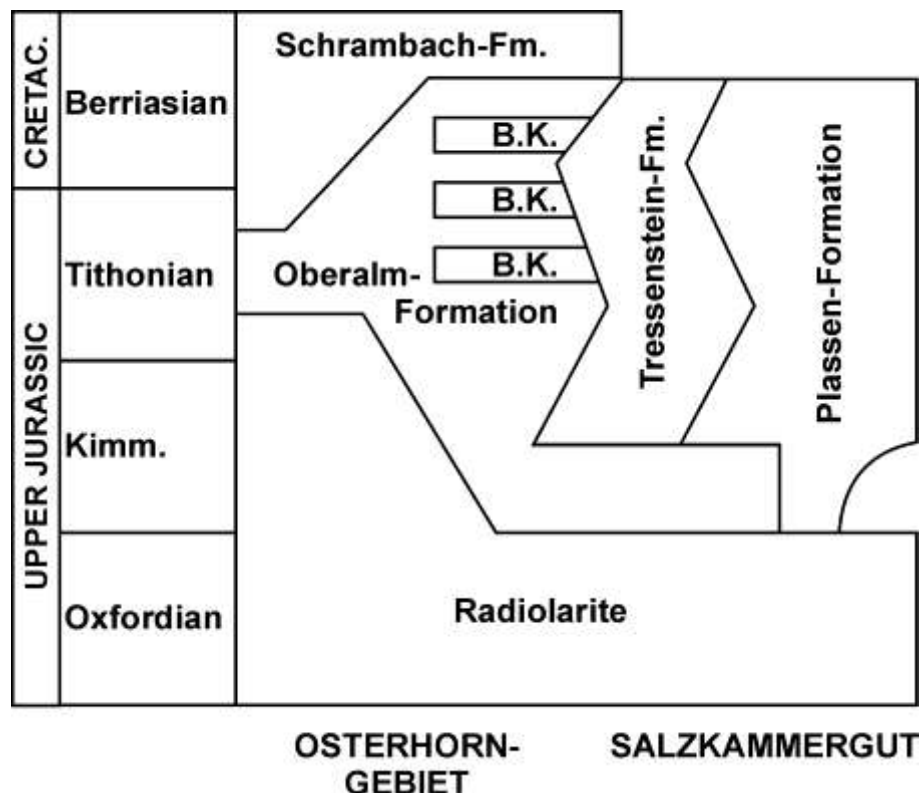


Abb. 2: Lithostratigraphie des Ober-Jura und der Unter-Kreide im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (B.K. = Barmsteinkalk) (nach Rasser 2003)

Die Plattform-Karbonate werden als Plassen-Fm. (Kimmeridgium - Berriasium) bezeichnet und sind im Salzkammergut u. a. von den Lokalitäten Karbach (Mandl, Hofmann 1993), Plassen (Schlagintweit et al. 2003), Jainzen (Fenninger, Holzer 1972), Sandling (Fenninger, Holzer 1972), Tressenstein und Trisselwand (Hötzl 1966; Schlagintweit, Ebli 1999a) sowie Rötelstein und Krahestein (Steiger, Wurm 1980) bekannt. Einen Überblick über die Dasycladales-Biostratigraphie geben Rasser, Fenninger (2002).

III. EINSETZEN DER KARBONATPLATTFORMEN

Die Plassen-Fm. kann direkt auf triassischem Untergrund transgredieren, wobei ein Transgressionskonglomerat ausgebildet ist. Im Salzkammergut wurde dies vom Steinbruch Karbach (Mandl, Hofmann 1993) sowie vom Rötelstein und Krahestein (Steiger, Wurm 1980) beschrieben. Allerdings wurden jüngst Zweifel an der Existenz von Transgressionskonglomeraten laut (Gawlick et al. 2003; H.-J. Gawlick, pers. Mitt.).

Die Plassen-Fm. setzt auch über pelagischen Sedimenten ein. Am Sandling wurde von Fenninger, Holzer (1972) eine Abfolge von Oberalm-Fm. zu Wechselfarbigen Oberalmer Kalken beschrieben, die von der Tressenstein-Fm. und schließlich der Plassen-Fm. überlagert wird. Am Loser folgt die Tressenstein-Fm. direkt über der Oberalm-Fm. (Lukeneder et al. 2003). Ein weiterer Becken - Plattform Übergang wurde vom Plassen (Schlagintweit et al. 2003) und vom Krahestein (Gawlick et al. 2003) beschrieben. Dort entwickelt sich die Plassen-Fm. aus pelagischen Kieselkalken. Diese Interpretation vom Krahestein widerspricht allerdings Steiger, Wurm (1980) (siehe oben).

IV. GEOMETRIEN DER KARBONATPLATTFORMEN

Zurückgehend auf Fenninger (1967) werden die Ablagerungen der Plassen-Fm. traditionell als isolierte Karbonatplattformen mit steilen Rändern ("Bahamas-Typus") interpretiert (Abb. 3). Aufgrund jüngerer tektonischer und sedimentologischer Überlegungen (Schlagintweit, Ebli 1999b; Lukeneder et al. 2003; Rasser 2003; Schlagintweit et al. 2003) muss diese Sichtweise allerdings überdacht werden. Eine ausführliche Diskussion zu diesem Thema geben Schlagintweit et al. (2003). Basierend auf bisherigen Daten diskutierte Rasser (2003), dass im Kimmeridgium vorwiegend Karbonatrampen-Strukturen vorhanden gewesen sein könnten. Isolierte Karbonatplattformen mit steilen Rändern könnten sich erst im Tithonium entwickelt haben. Das steile Relief ermöglichte dann die Bildung von ausgedehnten Turbiditen (Barmsteinkalke) innerhalb der Oberalm-Fm., die aus dem Kimmeridgium bislang unbekannt sind.

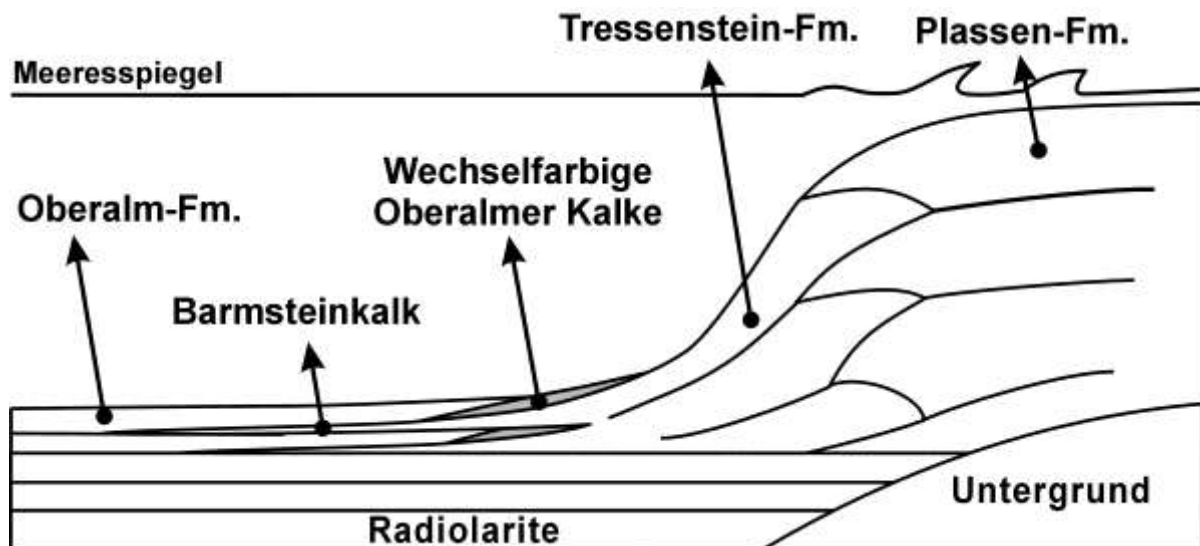


Abb. 3: Schematisches Modell der Ober-Jura - Unter-Kreide Karbonatplattformen und Beckensedimente der Nördlichen Kalkalpen (nicht maßstäblich) (nach Rasser 2003)

V. RIFF-TYPEN

Im Salzkammergut ist eine Vielzahl von Karbonatplattform-Environments bekannt. Intertidale "Algen"-Laminite mit Fenstergefügen und Onkoiden wurden vom Rötelsein (Steiger, Wurm 1980) und vom Plassen (Schlagintweit et al. 2003) beschrieben. Innere Plattformbereiche sind durch ausgedehnte Karbonatschlamm-Areale mit lokalen Fleckenriffen charakterisiert. Riff-Strukturen der inneren Plattform sind dominiert von corallinen Kalkschwämmen ("Stromatoporoiden"), die früher zu den Hydrozoen gestellt wurden. Chaetetiden können lokal häufig sein, während Korallen nur untergeordnet auftreten. Mikroinkrustierer wie *Bacinella* können als Riffschutt-Binder und -Stabilisierer auftreten. Innere Plattform-Sedimente und Riffstrukturen im Salzkammergut wurden von Fenninger (1967), Fenninger, Holzer (1972), Steiger, Wurm (1980) und Schlagintweit et al. (2003) beschrieben.

Äußere Plattformbereiche sind charakterisiert durch sparitische Detrituskalke (Grainstones und Rudstones). Der Detritus besteht u. a. aus fragmentierten Korallen, "Stromatoporoiden", Chaetetiden und Kalkalgen. Pelloide können häufig sein, aber Ooide treten nur untergeordnet auf, wodurch auch der Vergleich mit der rezenten Bahamas-Plattform relativiert werden muss. Auch in diesen Bereichen treten nur Fleckenriffe auf, während zusammenhängende Riffgürtel unbekannt sind. Für die Riff-Strukturen der äußeren Plattformbereiche sind Korallen und Chaetetiden typisch; "Stromatoporoiden" sind zumeist untergeordnet. Im Salzkammergut wurden diese Ablagerungen von Fenninger, Holzer (1972), Steiger, Wurm (1980) und Schlagintweit et al. (2003) beschrieben.

Jüngst wurde von Rasser (2003) und Rasser, Fenninger (2003) ein weiterer Riff-Typus aus der Tressenstein-Fm. bekannt gemacht. Dabei handelt es sich um Schutt-Riffe, d. h., durch Mikroinkrustierer gebundener Riff-Schutt in flach-marinem, hochenergetischem Milieu, die mit rezenten Äquivalenten (Rasser, Riegl, 2002) verglichen werden können.

Die Ausbildung der Karbonatplattform-Ränder ist unbekannt. Aufgrund mikrofazieller Befunde kommen fünf verschiedene Randstrukturen in Betracht: (1) kleine Fleckenriffe, (2) Boundstones mit *Bacinella* und anderen Mikroinkrustierern, bzw. "Algen"-Matten, (3) Sanddünen, (4) frühdiagenetisch zementiertes Sediment, (5) "Stromatoporoiden"-Boundstones (Fenninger 1967; Fenninger, Holzer 1972; Steiger, Wurm 1980; Steiger 1981; Dya 1992).

VI. GLOBALE TRENDS UND KONTROLLFAKTOREN

Die Ober-Jura - Unter-Kreide Riffe der Nördlichen Kalkalpen gehören zur "southern Tethys reef domain" nach Kiessling, Flügel (2002). Leinfelder et al. (2002) unterscheiden zwischen drei Ober-Jura Riffotypen: "coral reef types", "siliceous sponge reef types" und "pure microbolite reef types". Durch die Dominanz von Korallen, "Stromatoporoiden" und Chaetetiden gehören die Riffe der Nördlichen Kalkalpen zum "coral reef type", während die anderen Riff-Typen unbekannt sind. Die Abwesenheit von "siliceous sponge reef types" könnte am Fehlen von flachen Schelf-Profilen mit tieferen, niedrig-energetischen Environments mit Hintergrundsedimentation liegen. "Pure microbolite reef types" benötigen wiederum spezielle Lebensräume, z. B. solche mit anoxischen Bedingungen, die in den Nördlichen Kalkalpen unbekannt sind.

Die beschriebene Riff- und Plattform-Entwicklung der Nördlichen Kalkalpen spiegelt nur bedingt die von Leinfelder et al. (2002) beschriebenen globalen Trends des Ober-Jura wider. Zum Beispiel fand die intensivste Bildung von Plattformen und Riffen im Tithonium-Berriasium statt, einem Zeitraum des globalen Rückganges von Flachwasserkarbonaten. Auch der starke Abfall des eustatischen Meeresspiegels ab dem mittleren Tithonium sollte eigentlich zu einem Rückgang der Plattformproduktion führen. Dies weist darauf hin, dass die Flachwasserablagerungen dieses Zeitraumes vorwiegend tektonischer Kontrolle unterlagen: das Einsetzen der Plattformen war bedingt durch tektonische Prozesse (Mandl 2000), während das Tithonium und Berriasium eine Zeit der tektonischen Ruhe darstellte (Faupl, Wagreich 2000); daher ist anzunehmen, dass der globale regressive Trend durch Subsidenz kompensiert wurde.

Danksagung: Dieser Artikel entstand im Rahmen des Forschungsprojektes 'Jurassic/Cretaceous Carbonate Platforms', gefördert vom Österreichischen Forschungsfonds (FWF, P-14707 GEO).

ANHANG I: LITERATUR

- Boorová D., Lobitzer H., Skupien P., Vasicek Z. 1999. Biostratigraphy and Facies of Upper Jurassic-Lower Cretaceous pelagic carbonate sediments (Oberalm-, Schrambach- and Roßfeld-Formation) in the Northern Calcareous Alps, South of Salzburg. *Abh. Geol. B.-A.* **56/2**, 273-318, Wien.
- Dya M. 1992. Mikropaläontologische und fazielle Untersuchungen im Oberjura zwischen Salzburg und Lofer. Unpubl. Diss., Techn. Univ. Berlin, 138 S., Berlin.
- Faupl P., Wagreich M. 2000. Late Jurassic to Eocene Palaeogeography and Geodynamic Evolution of the Eastern Alps. *Mitt. Österr. Geol. Ges.* **92**, 79-94, Wien.
- Fenninger A. 1967. Riffentwicklung im oberostalpinen Malm. *Geol. Rdsch.* **56**, 171-185, Stuttgart.
- Fenninger A., Holzer H. L. 1972. Fazies und Paläogeographie des oberostalpinen Malm. *Mitt. Geol. Ges. Wien* **63**, 52-141, 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. Rdsch.* **87**, 644-657, Stuttgart.
- Gawlick H.-J., Frisch W., Missoni S., Suzuki H. 2002. Middle to Late Jurassic radiolarite basins in the central part of the Northern Calcareous Alps as a key for the reconstruction of their early tectonic history - an overview. *Mem. Soc. Geol. It.* **57**, 123-132.
- Gawlick H.-J., Schlagintweit F., Ebli O., Rünstler H., Suzuki H. 2003. Fazies, Stratigraphie und Sedimentologie der Plassen-Formation (Kimmeridgium) und deren Unterlagerung im Bereich des Krahstein (Nördliche Kalkalpen, Österreich). *Terra Nostra* **03/3**, 102-103, Berlin.
- Hötzl H. 1966. Zur Kenntnis der Tressenstein-Kalke (Ober-Jura, Nördliche Kalkalpen. - N. Jb. Geol. Paläont., *Abh.* **123/3**, 281-310, Stuttgart.
- Kiessling W., Flügel E. 2002. PaleoReef - a database on Phanerozoic reefs. In: Kiessling W., Flügel E., Golonka J. (Eds.) *Phanerozoic reef patterns*. *SEPM Spec. Publ.* **72**, 77-94, Tulsa.
- Kiessling W., Flügel E., Golonka J. 1999. Fluctuations in the carbonate production of Phanerozoic reefs. In: Insalaco E., Skelton P. W., Palmer T. J. (Eds.) *Carbonate Platform Systems: components and interactions*. *Geol. Soc. Spec. Publ.* **178**, 191-216, London.
- Leinfelder R. R., Schmid D. U., Nose M., Werner W. 2002. Jurassic reef patterns - the expression of a changing globe. In: Kiessling W., Flügel E., Golonka J. (Eds.) *Phanerozoic reef patterns*. *SEPM Spec. Publ.* **72**, 465-520, Tulsa.
- Lukeneder A., Krystyn L., Rasser M. W., Märzendorfer G. 2003. Ammonites Biostratigraphy of the Upper Jurassic Loser section (Northern Calcareous Alps, Salzkammergut). In: Piller W. E. (Ed.) *Stratigrafia Austriaca*. *Österr. Akad. Wiss.* **16**, 217-229, Wien.
- Mandl G. W. 2000. The Alpine sector of the Tethyan shelf - Examples of Triassic to Jurassic sedimentation and deformation from the Northern Calcareous Alps. *Mitt. Österr. Geol. Ges.* **92/1999**, 61-77, Wien.
- Mandl G. W., Hofmann T. 1993. Bericht 1992 über geologische Aufnahmen im Steinbruch Karbach auf Blatt 66 Gmunden. *Jahrb. Geol. B.-A.* **136/3**, 571-573, Wien.
- Plöschinger B., 1982. Erläuterungen zu Blatt 95 Sankt Wolfgang im Salzkammergut. *Geologische Bundesanstalt* 74 S., Wien.
- Rasser M. W. 2003 (in Druck). Upper Jurassic - Lower Cretaceous carbonate platforms and reefs of the Eastern Alps and the Alpine Foreland: epeiric and isolated settings compared. In: Piller W. E. (Ed.) *Fossil Reefs of Austria*. *Österr. Akad. Wiss.*, Wien.
- Rasser M. W., Fenninger A. 2002. Biostratigraphy of Dasycladales in the Northern Calcareous Alps: a critical review and comparisons with other occurrences using similarity indices. In: Bucur I. I., Filipescu S. (Eds.) *Research advances in calcareous algae and microbial carbonates* 167-190, Cluj University Press (Cluj-Napoca).
- Rasser M. W., Fenninger A. 2003. Schutt-Riffe im Ober-Jura der Nördlichen Kalkalpen. *Terra Nostra* **03/3**, 56, Berlin.
- Rasser M. W., Riegl B., 2002. Holocene Coral Reef Rubble and its Binding Agents. *Coral Reefs* **21**, 57-72, Amsterdam.
- Rasser M. W., Vasicek Z., Skupien P., Lobitzer H., Boorova D. 2003. Die Schrambach-Formation an ihrer Typuslokalität (Unter-Kreide, Nördliche Kalkalpen, Salzburg): Lithostratigraphische Formalisierung und "historische" Irrtümer. In: Piller W. E. (Ed.) *Stratigrafia Austriaca*. *Österr. Akad. Wiss.* **16**, 193-216, Wien.
- Schäffer G., 1982. Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 96 Bad Ischl. *Geologische Bundesanstalt*, Wien.
- Schlagintweit F., Ebli O. 1999a. New Results on Microfacies, Biostratigraphy and Sedimentology of Late Jurassic - Early Cretaceous platform carbonates of the Northern Calcareous Alps. *Abh. Geol. B.-A.* **56/2**, 379-418, Wien.

- Schlagintweit F., Ebli O. 1999b. Kippschollentektonik im Oberjura und der tieferen Unterkreide im Bereich des Hallstätter Schollenkranzes ("Lärchberg Schichten"; Salzburger Kalkalpen). 4. Österreichischer Sedimentologen Workshop, Abstracts. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. **42**, 221-222, Wien.
- Schlagintweit F., Gawlick H.-J., Lein R. 2003. Die Plassen-Formation der Typlokalität (Salzkammergut, Österreich) - neue Daten zu Fazies, Sedimentologie und Stratigraphie. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. **46**, 1-34, Wien.
- Steiger T., 1981. Kalkturbidite im Oberjura der Nördlichen Kalkalpen (Barmstein-Kalke; Salzburg, Österreich). Facies **4**, 215-348, Erlangen.
- Steiger T., Wurm D., 1980. Faziesmuster oberjurassischer Plattform-Karbonate (Plassen-Kalke, Nördliche Kalkalpen Steirisches Salzkammergut Österreich. Facies **2**, 241-284, Erlangen.