

Der Hallstätter Salzberg und sein geologischer Rahmen - Geschichte und Stand der Erforschung, Interpretationen und neue Ergebnisse

Der Hallstätter Salzberg und sein geologischer Rahmen sind seit Beginn der Erforschung der Nördlichen Kalkalpen ein klassisches Untersuchungsgebiet, das die Interpretationen des Bauplanes der Nördlichen Kalkalpen immer nachhaltig inspirierte. Seit 1802 (L. VON BUCH) oder E. SUSS (1854) ist das Gebiet rund um den Hallstätter Salzberg eines der geologisch meist umstrittensten Gebiete des Salzkammergutes und damit der gesamten Nördlichen Kalkalpen. Einen hervorragenden Überblick und eine ausführliche Zusammenfassung über die Erforschungsgeschichte des Hallstätter Salzberges und seiner Umrahmung geben vor allem SPENGLER (1918) und in neuerer Zeit LOBITZER & MANDL (1999).

In SPENGLER (1918) sind alle aus älterer Zeit stammenden Datenpunkte zusammengefaßt und werden zu einer ersten, noch heute weitgehend gültigen Interpretation zusammengeführt. Dazu kommt von SPENGLER (1918) eine großflächige geologische Detailkarte.

Generell sind in älterer Zeit zwei Auffassungen über die Herkunft und tektonische Stellung des Hallstätter Salzberges zu unterscheiden:

1. Ferntransportiert mit juvavischer Stellung: vor allem HAHN 1913, SPENGLER 1918.
2. Autochthon und aus dem Untergrund diapirartig aufgedrungen: vor allem HAUER 1857, MOJSISOVICIS 1905, HAUG 1908, KOBER 1923, 1929, SEIDL 1927.

Jüngere Untersuchungen (z.B. SCHAUBERGER 1955, SCHÄFFER 1971, 1982) führten zu weiteren Detaillkenntnissen des Bauplanes des Hallstätter Salzberges, erbrachten aber letztendlich keine wesentlichen, über SPENGLER (1918) hinausgehenden, Daten und Grundlagen für eine verbesserte Interpretation.

In LOBITZER & MANDL (1999) ist sowohl die ältere als auch die jüngere Erforschungsgeschichte bis in die 80er Jahre hinein dargestellt. Die unterschiedlichen Auffassungen zur Paläogeographie in Trias und Jura sowie Fragen der Platznahme des Hallstätter Salzberges werden in dieser Arbeit diskutiert. MANDL (1998, 1999) fügt dann in seiner Kartendarstellung (1998) und seinem Querprofil durch den Hallstätter Salzberg (1999) die bis 1999 verfügbaren Daten zu einer aktuellen Interpretation zusammen, die aber viele Fragen, die im Zusammenhang mit der Neuinterpretation der geologischen Entwicklung der gesamten Nördlichen Kalkalpen, auch im Bereich des Hallstätter Salzberges, aufgetreten sind, unbeantwortet läßt, was die Autoren zu Neuuntersuchungen veranlaßte.

Diese neuen Untersuchungen im Bereich des Echerntales, im Bereich des Plassen, der tauben Einlagerungen im Haselgebirge und an Bohrkernen von der Basis der Lagerstätte erlauben nun eine von den bisherigen Vorstellungen des Bauplanes des Hallstätter Salzberges völlig abweichende Interpretation. Zuerst werden aber in Kurzform die wichtigsten Neuergebnisse unserer Unter-

³¹ Adresse des Autors:

Prof. Dr. Hans-Jürgen GAWLICK, Montanuniversität Leoben, Inst. für Geowissenschaften, Prospektion und Angewandte Sedimentologie, Peter-Tunner-Straße 5, A - 8700 Leoben, e-mail: gawlick@unileoben.ac.at

³² Adresse des Autors:

Prof. Dr. Richard LEIN, Universität Wien, Institut für Geologie, Geozentrum Althanstrasse, 1090 Wien, Austria

³³ Adresse des Autors:

Dr. Felix SCHLAGINTWEIT, Lerchenauerstrasse 167, D - 80935 München, e-mail: ef.schlagintweit@t-online.de

³⁴ Adresse des Autors:

Dr. Hisashi SUZUKI, Geotec GmbH, Nishinotoin Sanjosagaru Ryusicho 71, 604,8242 Nakagyo-ku, Kyoto, Japan

³⁵ Adresse der Autorin:

Dr. Eva WEGERER, Montanuniversität Leoben, Inst. für Geowissenschaften, Prospektion und Angewandte Sedimentologie, Peter-Tunner-Straße 5, A - 8700 Leoben, e-mail: wegerer@unileoben.ac.at



suchungen darstellt, da diese für die Rekonstruktion der Entwicklungsgeschichte im Bereich der Salz-
lagerstätte Hallstatt von entscheidender Bedeutung sind.

Tauben Nebengesteinseinlagerungen im Haselgebirge der Lagerstätte

Bisher wurden die meisten Nebengesteinseinlagerungen im Hallstätter Salzberg als Hallstätter Gesteine angesprochen mit Ausnahme der siliziklastischen Folgen, die in neuerer Zeit von SPÖTL (1988) als permisch erkannt wurden. Neue Untersuchungen zeigen nun, daß nur einige Nebengesteinseinlagerungen im Hallstätter Salzberg Hallstätter Gesteine sind. Diese wurden jetzt erstmals mit Hilfe von Conodonten im Detail stratigraphisch eingestuft. Es handelt sich fast ausschließlich um mittel- bis obernorische Hallstätter Kalke. Damit entspricht der stratigraphische Umfang der im Hallstätter Salzberg nachgewiesenen Hallstätter Kalke nicht dem, der an der Oberfläche nachgewiesen werden konnte (Nachweis der kompletten Mittel- und Ober-Trias). Alle tauben Nebengesteinseinlagerungen in Hallstätter Fazies weisen dabei CAI-Werte von CAI 1.0 auf. Neben Hallstätter Kalken konnten aber auch verschiedene liassische Kalke (in Rot- und in Graufazies), Klauskalke des Dogger, Oberalmer Schichten (brecciöse Slopesedimente) und mittelkretazische Kalkmergel nachgewiesen werden. Damit ist klar belegt, daß einige der Nebengesteine im Hallstätter Salzberg erst in jüngerer Zeit (Mittel-Kreide und jünger) in die Lagerstätte inkorporiert worden sind.

Die Überlagerung der Lagerstätte: der Plassen

Eine flache Überlagerung des Plassen auf dem Hallstätter Salzberg, wie in den meisten Profilen bis heute dargestellt (u.a. WEBER 1997, MANDL 1999), ist auf Grund der mittelkretazischen und spät-
oberjurassischen Nebengesteinseinlagerungen in Frage zu stellen. Neuuntersuchungen an der Südseite des Plassen zeigen zudem eine steilstehende Schichtfolge, die mit Hilfe von *Clypeina jurassica* FAVRE, *Rivularia anae* DRAGASTAN, *Salpingoporella annulata* CARROZZI, *Salpingoporella pygmaea* (GÜMBEL), *Clypeina parasolkani* FARINACCI & RADOICIC, *Bramkampella arabica* REDMOND, *Pseudocyclammia lituus* YOKOYAMA und *Valvulina lugeoni* SEPTFONTAINE in den Grenzbereich Tithonium/Berriasium zu stellen sind. Weitere detaillierte Untersuchungen zum Altersumfang der Plassenkalke des Plassen sind von den Autoren im Gange. Die bisherigen Alterseinstufungen müssen aus der Sicht der Neuerkenntnisse über die stratigraphischen Reichweiten der Algen und Foraminiferen im Ober-Jura und in der Unter-Kreide kritisch betrachtet und neu geprüft werden. Der Plassen ist noch immer eine der am wenigsten gut untersuchten Typlokalitäten des nordalpinen Mesozoikums, dies gilt insbesondere für die stratigraphische Gesamtreichweite, aber auch für die Referenzprofile.

Die Basis der Lagerstätte

Von besonderem Interesse für die Interpretation ist ein Bohrkern, der von der Basis der Lagerstätte stammt: BHTNU 040, 352,50m. Es handelt sich um einen grauen, bioturbaten, etwas kieseligen Kalk, der mikrofaziell auf Grund seines Radiolarienreichtums zum Ruhpoldinger Radiolarit und dabei zu den Strubbergsschichten gestellt werden kann. Diese mikrofazielle Ansprache entspricht der Datierung mit Hilfe einer sehr reichhaltigen Radiolarienfauna, die in die U.A.-Zone 7 (= Ober-Bathonium - Unter-Callovium nach BAUMGARTNER et al. 1995) zu stellen ist. Auf Grund der Bedeutung dieser Datierung für die geologische Interpretation des Hallstätter Salzberges wird die Radiolarienfauna hier im Detail aufgeführt: *Archaeodictyomitra* cf. *apiarium* RÜST 1885 [cf. U.A.-Zone 8-22], *Archaeodictyomitra mitra* DUMITRICA 1997, *Archaeodictyomitra* spp., *Cinguloturris carpatica* DUMITRICA 1982 [U.A.-Zone 7-11], *Cryptamphorella* sp., *Dictyomitrella kamoensis* MIZUTANI & KIDO 1983 [U.A.-Zone 3-7], *Eucyrtidiellum ptyctum* (RIEDEL & SANFILIPPO 1974) [U.A.-Zone 5-11], *Eucyrtidiellum unumaense* (YAO 1979) [U.A.-Zone 3-8], *Eucyrtidiellum* sp., *Gongylothorax favosus* DUMITRICA 1970 [U.A.-Zone 8-10], *Gongylothorax* cf. *szeligoviensis* WIDZ & DE WEVER 1993, *Gongylothorax* sp., *Hsuum brevicostatum* (OZVOLDOVA 1975) [U.A.-Zone 3-11], *Hsuum maxwelli* PESSAGNO 1977 [U.A.-Zone 3-10], *Hsuum* cf. *hisuikyoense* ISOZAKI & MATSUDA 1985 [cf. U.A.-Zone 2-7], *Hsuum* sp., *Parahsuum* sp., *Parvicingula dhimenaensis* BAUMGARTNER 1984 [U.A.-Zone 3-11], *Parvicingula dhimenaensis* ssp. A BAUMGARTNER et al. 1995 [U.A.-Zone 3-8], *Podobursa* (?) sp. B HULL 1997, *Praewilliriedellum spinosum* KOZUR 1984, *Stichocapsa convexa* YAO 1979 [U.A.-Zone 1-11], *Stichocapsa trachyostraca* (FOREMAN 1973) [U.A.-Zone 7-22; in BAUMGARTNER et al. 1995 als *Sethocapsa trachyostraca* bezeichnet], *Stichomitra tairai* AITA 1987, *Tricolocapsa conexa* MATSUOKA



1983 [U.A.-Zone 4-9; verbessert von GAWLICK & SUZUKI 1999], *Tricolocapsa funatoensis* (AITA 1987) [U.A.-Zone 3-11], *Tricolocapsa* cf. *fusiformis* YAO 1979 [cf. U.A.-Zone 3-5], *Tricolocapsa tetragona* MATSUOKA 1983 [U.A.-Zone 5-7; verbessert von SUZUKI et al. in Druck], *Triversus* spp., *Unuma* sp., *Williriedellum* sp., *Zhamoidellum ovum* DUMITRICA 1970 [U.A.-Zone 7-11], *Zhamoidellum mikamense* AITA 1987, *Zhamoidellum* spp.

Dictyomitrella kamoensis und *Tricolocapsa tetragona* enden in der U.A.-Zone 7. Dagegen treten *Cinguloturris carpatica*, *Stichocapsa trachyostraca* und *Zhamoidellum ovum* von der U.A.-Zone 7 an auf, so daß die Probe von der Basis der Lagerstätte in die U.A.-Zone 7 (= Ober-Bathonium bis Unter-Callovium) zu stellen ist.

Der geologische Rahmen und die Platznahme der Hallstätter Gesteine

Sehr ähnliche Radiolarienfaunen konnten im Norden der Lagerstätte im Hangenden der Lias/Dogger-Rotkalke isoliert werden, die alle in die U.A.-Zone 7 oder die U.A.-Zone 8 (= Mittel-Callovium - Unter-Oxfordium) zu stellen sind. Folgende Fauna, die an anderer Stelle ausführlich dargestellt wird und für den Vergleich mit der Fauna aus den Bohrkernen wichtig ist, konnte bisher bestimmt werden: *Acanthocircus* cf. *suboblongus* (YAO 1972) [cf. U.A.-Zone 3-11], *Archaeospongoprimum tricostatum* STEIGER 1992, *Archaeospongoprimum elegans* WU 1993, *Gorgansium* sp. [U.A.-Zone 3-8], *Homoeoparonaella* sp., *Paronaella* sp., *Tritrabs* cf. *exotica* (PESSAGNO 1977) [cf. U.A.-Zone 4-11], *Tritrabs* sp., *Archaeodictyomitra mitra* DUMITRICA 1997, *Archaeodictyomitra rigida* PESSAGNO 1977, *Archaeodictyomitra minoensis* (MIZUTANI 1981) [U.A.-Zone 7-11], *Archaeodictyomitra* sp. B, *Archaeodictyomitra* spp., *Cinguloturris carpatica* DUMITRICA 1982 [U.A.-Zone 7-11], *Cryptamphorella* sp., *Dictyomitrella kamoensis* MIZUTANI & KIDO 1983 [U.A.-Zone 3-7], *Eucyrtidiellum unumaense* (YAO 1979) [U.A.-Zone 3-8], *Eucyrtidiellum* sp., *Gongylothorax favosus* DUMITRICA 1970 [U.A.-Zone 8-10], *Gongylothorax* sp., *Hsuum brevicostatum* (OZVOLDOVA 1975) [U.A.-Zone 3-11], *Hsuum maxwellii* PESSAGNO 1977 [U.A.-Zone 3-10], *Hsuum baloghi* GRILL & KOZUR 1986, *Loopus* sp., *Napora* sp., *Parvicingula dhimenaensis* ssp. A BAUMGARTNER et al. 1995 [U.A.-Zone 3-8], *Parvicingula* sp., *Podobursa triacantha tetradia* STEIGER 1992, *Podobursa* sp., *Praewilliriedellum spinosum* KOZUR 1984, *Protunuma* sp., *Pseudodictyomitra* sp., *Saitoum* cf. *elegans* DE WEVER 1981 [cf. 8-12], *Sphaerostylus lanceola* (PARONA 1890) [U.A.-Zone 7-12], *Spongocapsula perampla* (RUEST 1885) [U.A.-Zone 6-11], *Spongotripus* sp., *Spongostaurus* sp., *Stichomitra tairai* AITA 1987, *Stichocapsa trachyostraca* (FOREMAN 1973) [U.A.-Zone 7-22], *Stichocapsa* sp. A MATSUOKA & YAO 1985, *Stichocapsa* spp., *Stichomitra* spp., *Syringocapsa* sp., *Tricolocapsa conexa* MATSUOKA 1983 [U.A.-Zone 4-9: GAWLICK & SUZUKI 1999], *Tricolocapsa* cf. *ruesti* TAN 1927, *Tricolocapsa funatoensis* (AITA 1987) [U.A.-Zone 3-11], *Tricolocapsa* sp. S BAUMGARTNER et al. 1995 [U.A.-Zone 4-7: SUZUKI et al. in Druck], *Tricolocapsa plicarum* YAO 1979 [U.A.-Zone 3-8], *Tricolocapsa* sp., *Triversus* spp., *Unuma gorda* HULL 1997 [U.A.-Zone 4-7+: WEGERER et al. 2001], *Unuma* cf. *gorda* HULL 1997 [cf. U.A.-Zone 4-7+: WEGERER et al. 2001], *Williriedellum sujkowskii* WIDZ & DE WEVER 1993, *Xitus* sp., *Zhamoidellum ovum* DUMITRICA 1970 [U.A.-Zone 7-11: SUZUKI et al. in Druck], *Zhamoidellum* cf. *ventricosum* DUMITRICA 1970 [cf. U.A.-Zone 8-11]. Auch im Süden der Lagerstätte konnte an zahlreichen Stellen mit Hilfe von Radiolarienfaunen Callovium bis Unter-Oxfordium belegt werden (u.a. WEGERER et al. 1999, SUZUKI et al. in Druck, WEGERER et al. dieser Band). Von Bedeutung ist dabei besonders die stratigraphische Einstufung der kieseligen Sedimente im Klauskogelbach als Unter-Callovium. Weitere neue Faunen werden an anderer Stelle ausführlich dargestellt.

Damit konnte jetzt erstmals belegt werden, daß alle dunklen, etwas kieseligen, bioturbaten Kalke im Bereich des Hallstätter Salzberges zur Ruhpolding Formation und dabei zu den Strubberg-schichten zu stellen sind und nicht zu den Allgäuschichten des Lias. Die Strubberg-schichten sind dabei die Matrix der Hallstätter Gesteine, vor allem der Hallstätter Kalke aus dem Hallstätter Salzbergfaziesraum und der im Bereich des Hallstätter Salzberges nur selten auftretenden Pötschen-schichten.

Die Schichtfolge der Umrahmung und Rekonstruktion der geologischen Entwicklungsgeschichte des Hallstätter Salzberges

Über gebanktem, lagunärem Dachsteinkalk der Ober-Trias folgen die verschiedenartigen liassischen Gesteine (Hierlatzkalk, Adneter Kalk etc.). Im Ober-Lias sind in diese roten, meist

kondensierten Folgen mächtige Breccien und Gleitschollen eingelagert (bisher als Grünanger Breccien kartiert - SCHÄFFER 1982). Das umgelagerte Material ist parautochthon und stammt aus einem paläogeographisch unmittelbar benachbarten Ablagerungsraum (meist Dachsteinkalke und liassische Kalke). Darüber folgen stellenweise Rotkalke der Klaus-Formation, die ammonitenbelegt (SPENGLER 1918) bis in das höchste Bathonium bzw. das untere Callovium (vgl. auch MOJSISOVICS 1905) reichen. Darüber folgen sehr verschiedenartige mergelige und kieselige Sedimente, stellenweise auch Radiolarite, die in das Callovium bis Unter-Oxfordium zu stellen sind (s.o.). Diese Kieselsedimente bilden die Matrix der verschiedenartigen Hallstätter Gesteine, die im Zuge der frühen Kollisionstektonik aus ihrem ursprünglichen Ablagerungsraum weit distal der heutigen Position herausgelöst wurden und in ein karbonatklastisches radiolaritisches Flyschbecken (Lammer Becken) umgelagert wurden. Das Haselgebirge selbst hat in dieser frühen Zeit allerdings noch nicht hier platzgenommen, sondern wahrscheinlich erst im Kimmeridge vor der Ablagerung der Plassenkalke, wie aus Breccienuntersuchungen im Bereich des Echerntales und an anderen Lokalitäten nachgewiesen werden kann. Im Zuge der Platznahme des Haselgebirges wurden wahrscheinlich die ersten Nebengesteine in das Haselgebirge inkorporiert (Hallstätter Kalke, Adneter Kalke, Radiolarite etc.). Im Tithon und in der frühen Unter-Kreide kommt es zur Ablagerung der verschiedenartigen Sedimente der Ober-Jura Karbonatplattform (Oberalmer Schichten, Tressensteinkalke, Plassenkalke), die dieses frühe tektonische Ereignis plombieren. Wahrscheinlich im Turon kommt es im Zuge der gosauischen Entwicklung im Raum südlich des Plassen zu einer starken Absenkung, angenommen wird Dehnungstektonik im Zusammenhang mit Lateralbewegungen. Dabei und im Zuge der jüngeren tektonischen Ereignisse (starke Einengung im Eozän, laterale tektonische Extrusion ab Miozän) werden die jüngeren Nebengesteinseinlagerungen (Oberalmer Schichten, oberjurassische Solche-Sedimente und mittelkretazische Sedimente) in das Haselgebirge inkorporiert. Sekundäres südwärts Gleiten des Plassen auf Haselgebirge und der wahrscheinlich während der gesamten Entwicklungsgeschichte andauernde Diapirismus des Haselgebirges formten im Laufe der Zeit das heutige geologische Bild der Hallstätter Salzlagerstätte und seines geologischen Rahmens.

Diese komplexe Entwicklungsgeschichte verdeutlicht, warum in historischer und neuerer Zeit die Interpretation des Hallstätter Salzberges umstritten war - je nach Sichtweise der verschiedenen Bearbeiter wurde das Hauptaugenmerk auf die jeweilige Besonderheit der Bearbeitung gelegt, ohne die Vielphasigkeit der Geschichte zu berücksichtigen.

Diese, hier vorgelegte, Rekonstruktion der Entwicklungsgeschichte des Hallstätter Salzberges und seiner Umrahmung erfolgte auf der Basis der Neuuntersuchung der Gesteine der Umrahmung, den tauben Gesteinseinlagerungen und dem allgemeinen Verständnis der geodynamischen Entwicklung der Nördlichen Kalkalpen, wie diese sich uns heute darstellt, die in ihrer Vielphasigkeit leider viele Indizien verwischt hat.

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. (1995): Middle Jurassic to Early Cretaceous radiolarien biochronology of Tethys based on Unitary Associations.- *Mém. de Géol.*, **23**, 1013-1048, Lausanne.

BUCH, L.v. (1802): Geognostische Beobachtungen auf Reisen in Deutschland und Italien: Geognostische Übersicht des österreichischen Salzkammerguths.- 133-180, Berlin.

HAUER, F. v. (1857): Ein geologischer Durchschnitt der Alpen von Passau bis Duino. - *Sitzungsberichte der math.-natw. Kl., Akad. der Wissensch.*, **25**, 253-348, Wien.

HAHN, F.F. (1913): Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. 1. Teil und 2. Teil. - *Mitt. Geol. Ges. Wien* **6**, 238-357 und 374-501, Wien.

HAUG, E. (1908): Sur les nappes de charriage de Salzkammergut.- *Comp. rend. l'académie des sciences*, **CXLVII**, 1428-1430, Paris.

KOBER, L. (1923): Bau und Entstehung der Alpen. - 1-289, (Bornträger) Berlin.

KOBER, L. (1929): Der Hallstätter Salzberg. - *Sitzungsberichte der math.-natw. Kl., Akad. der Wissensch.*, **138**, 35-45, Wien.



- LOBITZER, H. & MANDL, G.W. (1999): A brief history of geological research of the Dachstein-Hallstatt-Salzkammergut Region. - Ber. Geol. Bundes.-Anst., **49**, 68-77, Wien.
- MANDL, G.W. (1998): Geologische Karte der Dachsteinregion, 1: 50.000. - Geologische Bundesanstalt und Umweltbundesamt, Wien.
- MANDL, G.W. (1999): Short notes on the Hallstatt salt rock - the Haselgebirge". - Ber. Geol. Bundes.-Anst., **49**, 91-95, Wien.
- MOJSISOVICS, E. v. (1905): Erläuterungen zur geologischen Karte Ischl und Hallstatt. - Geol. Reichsanstalt, 1-60, Wien.
- SCHÄFFER, G. (1971): Die Hallstätter Triasentwicklung um den Plassen (Oberösterreich). - Unveröffentl. Dissertation Univ. Wien, 1-198, Wien.
- SCHÄFFER, G. (1982): Geologische Karte der Republik Österreich 1: 50.000 ÖK 96 Bad Ischl. - Geol. Bundes.-Anst., Wien.
- SCHAUBERGER, O. (1955): Zur Genese des alpinen Haselgebirges. - Ztschr. Dt. Geol. Ges. **105**, 736-752, Hannover.
- SEIDL, F. (1927): Die Salzstöcke des deutschen und des Alpen-Permsalz-Gebietes. - Kali **21**, 34-360, Halle.
- SPENGLER, E. (1918): Die Gebirgsgruppe des Plassen und Hallstätter Salzberges im Salzkammergut. - Jb. Geol. Reichs.-Anst. **1918**, 285-474, Taf. XVI-XVIII, Geol. Karte, Wien.
- SUZUKI, H., WEGERER, E. & GAWLICK, H.-J. (in Druck): Zur Radiolarienstratigraphie im unteren und mittleren Callovium in den Nördlichen Kalkalpen - das Klauskogelbachprofil westlich von Hallstatt (Österreich). - Zbl. Geol. Paläont., Stuttgart.
- SPÖTL, C. (1988): Schwefelisotopendatierungen und fazielle Entwicklung permoskythischer Anhydrite in den Salzbergbauen von Dürrnberg/Hallein und Hallstatt (Österreich). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. **34/35**, 209-229, Wien.
- WEBER, L. (1997): Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs. - Archiv für Lagerstättenforsch. **19**, 1-607, Wien.
- WEGERER, 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.
- WEGERER, 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**, 67-85, Wien.

