



Das Halleiner Salinargebiet (Salzburg) im Geotopschutz-Projekt

BENNO PLÖCHINGER*)

2 Abbildungen und 2 Tafeln (Beilagen)

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 94

Salzburg
Nördliche Kalkalpen
Hallstätter Zone
Salzbergbau
Geotopschutz

Inhalt

Zusammenfassung	497
Abstract	497
1. Einleitung	497
2. Die Schichtfolge der Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Zone mit ihren fossilreichen Hallstätter Kalken	498
3. Die Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Zone – eine riesige, im Malm eingegliederte Masse	500
4. Der Salzbergbau Hallein-Dürrenberg, ein Garant des Geotopschutzes	502
Dank	502
Literatur	502

Zusammenfassung

Der Beitrag soll in kurzer Form zeigen, welche Objekte im Halleiner Salinargebiet wegen ihrer Eigenart geeignet wären, in das Geotopschutz-Programm aufgenommen zu werden. Zuerst wird auf die Gesteinsserie des Gebietes hingewiesen, die zum Teil in der fossilreichen pelagischen Hallstätter Fazies entwickelt ist. Danach wird das synsedimentäre intramalmische Eingeleiten der Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Masse behandelt und schließlich die Bedeutung des Salzbergbaues Hallein-Dürrenberg für den Geotopschutz hervorgehoben.

The Hallein Saltmine Area in the Geotope Protection Project

Abstract

This contribution should indicate briefly which objects in the saltmine-region of Hallein owing to their characteristics would be suited to be included into the program of Geotope protection. First we refer to the rock-series of the region, partly developed in the fossil-rich pelagic Hallstatt facies. Afterwards the synsedimentary intramalmian sliding of the Hallstatt mass of Hallein-Berchtesgaden is treated and finally the importance of the Hallein-Dürrenberg saltmine for the Geotope protection is emphasized.

1. Einleitung

Generell sind Geotope erdwissenschaftlich bedeutungsvolle, genau definier- und abgrenzbare Geländeteile, die geschützt werden sollen (A. GRUBE & F.W. WIEDENBEIN, 1992, S. 215; B. STÜRM, 1993, S. 13; F.W. WIEDENBEIN, 1993, S. 9; U. LAGALLY et al., 1993, S. 9; U. LAGALLY, 1994, S. 253; L.H. KREUTZER et al., 1994, S. 245; T. HOFMANN & H.P. SCHÖNLAUB, 1994, S. 174).

Der Geotopschutz hat das Ziel, erdgeschichtliche Erbstücke zu bewahren. Ihm war auch 1995 die 3. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Geotopschutz in deutschsprachigen Ländern gewidmet, die in Österreich stattfand (L. KREUTZER & H.P. SCHÖNLAUB, 1995). Ebenso 1995 wurde die Österreichische Gesellschaft „Geotopas“ gegrün-

det, die sich die Aufgabe stellt, zur Erhaltung unserer Kulturlandschaft mit ihren reichen Fossil- und Mineralvorkommen, den aufgelassenen Bergbauen und klassischen Lokalitäten beizutragen.

Das Exkursionsprogramm der genannten Tagung war erdwissenschaftlich wichtigen Lokalitäten in Österreich gewidmet. Weil dabei das Halleiner Salinargebiet nicht eingeplant werden konnte, wird es hier auf Anregung der Direktion der Geologischen Bundesanstalt übersichtsmäßig dargestellt. Die Einbeziehung von Gesteinsaufschlüssen dieses Gebietes in das Geotopschutz-Projekt erfolgt wegen seiner Hallstätter Serie mit den fossilreichen Hallstätter Kalken, wegen des synsedimentären, im Malm er-

*) Anschrift des Verfassers: Dr. BENNO PLÖCHINGER, Hyrtlstraße 15, A-2340 Mödling.

folgten Eingleitens der Hallstätter Masse und wegen seines geschichtsträchtigen, heute als Schaubergwerk genutzten Salzbergbaues.

Zur Veranschaulichung der einmaligen Position des Halleiner Salinargebietes werden als farbige Abbildungen ein geologisches Panorama und ein geologischer Schnitt beigegeben.

2. Die Schichtfolge der Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Zone mit ihren fossilreichen Hallstätter Kalken

(Abb. 1; Taf. 1,2))

Die nur an die 1000 m mächtige permo-triadische Serie setzt mit dem verschiedenfarbigen Haselgebirge des Oberperm ein. Es ist ein sehr mobiles, im Zuge der tektonischen Vorgänge gebildetes Gemenge aus Ton und Salzen, zu welchen neben 20–80 % Salz (NaCl), Gips ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$), Anhydrit (CaSO_4), Kieserit ($\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$) und Polyhalit ($\text{CaSO}_4 + \text{MgSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$) gehören. Hervorgegangen ist das Haselgebirge aus einer in einem Binnenmeer abgesetzten, rhythmischen Wechselfolge von Salzen und Tonen. Die Salze wurden bei trockenem Wüstenklima aus wässrigen Lösungen ausgefällt. Verschiedenfarbiges Steinsalz (Kernsalz) mit 90–95 % NaCl hat sich nur in geringmächtigen, linsigen Lagen erhalten.

Auf die Verbreitung des Haselgebirges verweisen obertags die Lösungspingen. Es ist, wie die bunten Werfener Schiefer (Skyth) auch, weitgehend von Moränenmaterial bedeckt.

Über den Werfener Schiefen folgen eine geringmächtige Reichenhaller Rauhwacke (Skyth/Anis), ein dem Gutensteiner Dolomit nahe stehender, dunkelgrauer, gegen das Hangende hellgrauer Dolomit (Anis), der kieseligknollige Reiflinger Kalk (Oberanis) und der Zill- oder Steinalkalk (Oberanis–Unterladin). Der dünnbankige, tonige Reiflinger Kalk ist durch den Straßeneinschnitt an der SE-Seite des Rudolfköpfls gut erschlossen; er ist reich an Conodonten des Pelson. Der Zillkalk, ein Diploporen-Riffkalk, hat vorwiegend auf bayerischem Gebiet Verbreitung. Seine Typuslokalität befindet sich in Zill, südlich des bayerischen Grenzhauses. An ihm ist sowohl ein Übergang vom liegenden Dolomit als auch ein zum Teil seitlicher Übergang zum hangenden Lercheck- oder Schreyeralkalk (Oberanis bis Unterladin) zu erkennen. Der in bunter Hallstätter Fazies entwickelte Lercheckkalk ist durch *Paracerasites trinodosus* (MOJSISOVICS) und durch Mikrofauna (Conodonten und Holothuriensklerite) altersbelegt. Verbreitet ist er vorwiegend auf bayerischer Seite, wo sich auch der namensgebende Lercheckkopf befindet.

G. TICHY (1995) berichtet über den aufsehenerregenden Fund eines frühen durophagen Ichthyosauriers (Omphalosauridae), der dem Ammonitensammler Gerhard WOLF in einem kleinen Lercheckkalkvorkommen am Dürrnberg glückte. Um die Fundstelle zu schonen, wurde noch keine genauere Angabe darüber gegeben. Das mit Pflasterzähnen ausgestattete Fossil wird von TICHY als neue Spezies *Omphalosaurus wolffi* vorgestellt. Es ist vom Kopf bis zur Brust in 2 m Länge erhalten und hatte eine Gesamtlänge von mindestens 3,5 m. Nach der im Gestein enthaltenen Mikrofauna lebte diese Art im untersten Ladin. Aufbewahrt ist sie im Heimatmuseum Burg Golling.

Halobienchiefer (Unterkarn) konnten im Jakobbergstollen bei m 830 fossilführend (mit *Halobia rugosa* GÜMBEL, *Carnites floridus* WULFEN und mit Foraminiferen, Ostracoden

und Pollen) nachgewiesen werden (W. MEDWENITSCH, 1960, S. 203; 1962, S. 476). Obertags fand sich lediglich eine metermächtige Lage dunkler Halobienchiefer an der Südseite des Rudolfköpfls, begleitet vom karnischen Hallstätter Kalk.

Die karnisch-norischen Hallstätter Kalke stellen vor allem wegen ihres Fossilreichtums das bemerkenswerteste Gestein des Halleiner Salinargebietes dar. Es wurde als pelagisches Beckensediment auf Tiefschwellen abgesetzt, wobei sein Fossilreichtum einer Kalkmangelsedimentation (Kondensation) zuzuschreiben ist. Der dichte, durch Eisenoxyd vorwiegend rot gefärbte Kalk zeigt eine synsedimentäre bis syngenetische Durchklüftung.

Den klassischen Fossilaufsammlungen im Hallstätter Kalk unseres Gebietes von K.E. SCHAFFHAUTL (1851), C.W. GÜMBEL (1861), A. BITTNER (1882), M. V. MOJSISOVICS (1889) und M. SCHLOSSER (1898) stehen die Monographien von E. V. MOJSISOVICS (1874, 1882, 1893) und von E. KITTL (1912) gegenüber. Die Sammeltätigkeit erwies sich, wie auch später im Vergleich der Aufsammlungen von H. PICHLER (1963) und B. PLÖCHINGER (1955) zu ersehen, auf bayerischer Seite erfolgreicher als auf österreichischer.

Zur Klärung feinstratigraphischer Fragen bedient man sich der Mikropaläontologie. Die Conodonten und die Holothuriensklerite nehmen bei den Hallstätter Kalken eine Vorrangstellung ein, doch haben auch Foraminiferen und Skelettelemente von Echiniden, Ophiuren und Schwebcrinoiden Bedeutung (u.a. D.A. DONOFRIO & H. MOSTLER, 1975; H. HÄUSLER, 1981; R. HUCKRIEDE, 1956; E. KRISTAN-TOLLMANN, 1963, 1970; E. KRISTAN & A. TOLLMANN, 1970; L. KRYSSTYN, 1970, 1973, 1980; H. MOSTLER, 1968, 1971a, b, 1973; A. TOLLMANN & E. KRISTAN-TOLLMANN, 1970). Mikrofossilien ermöglichten es neulich G. TICHY (mündl. Mitteilung), ein kleines Lercheckkalkvorkommen am Dürrnberg zu erkunden. Das kann Anreiz zu weiteren Detailuntersuchungen geben.

Daten über die Gesamtfauna der Hallstätter Entwicklung finden sich im Teil II der Kalkalpen-Monographie A. TOLLMANN (1976, S. 175ff., S. 225ff.). Karnische und norische Hallstätter Kalke sind im allgemeinen nur mit Hilfe der Fossilführung auseinander zu halten. Leicht erkennbar ist der Draxlehner Kalk, der die tonige Fazies der oberkarnischen Zone des *Tropites subbulatus* darstellt. Das hellrote bis intensiv weinrote Gestein ist dünnschichtig, knolligflaserig und weist dünne Hornstein-(Jaspis-)Einschaltungen auf. Seine Typuslokalität befindet sich auf bayerischer Seite, am Südende des Vorderen Lercheckkopfes, genauer gesagt im Steinbruch NW des Draxlehens.

Über die Hofgasse Dürrnbergs sind die Draxlehner Kalk-Vorkommen an der Südseite des Wallbrunnkopfes, nahe des Gehöftes Vorder Sedl (N Hotel Stanggassing) leicht zu erreichen. Das Gestein erlaubt durch seinen reichen Mikrofossilinhalt (Holothuriensklerite, Schwebcrinoiden, Foraminiferen und Conodonten, det. H. MOSTLER) eine Zuordnung in den unteren *Anatropites*-Bereich des Oberkarn. Der durch einen kleinen, alten Abbau besonders gut aufgeschlossene, ESE-fallende Draxlehner Kalk ca. 200 m östlich des Gehöftes Vorder Sedl (Besitzer) führt im unmittelbaren hangenden Hallstätter Kalk eine unterkarnische Cephalopoden-Vergesellschaftung mit *Joannites* sp., *Proarcestes gaytani* (KLIPSTEIN), *Trachyceras* sp., *Sageceras haidingeri* (HAUER), *Coroniceras* cf. *delphinocephalus* (HAUER), *Hypocladiscites subtornatus* (MOJSISOVICS), sowie Orthoceraten (det. F. TATZREITER). Vor allem mit *Halobia austriaca* (MOJSISOVICS) läßt sich am Wallbrunnkopf die weite Verbreitung des karnischen Hallstätter Kalkes erkennen.

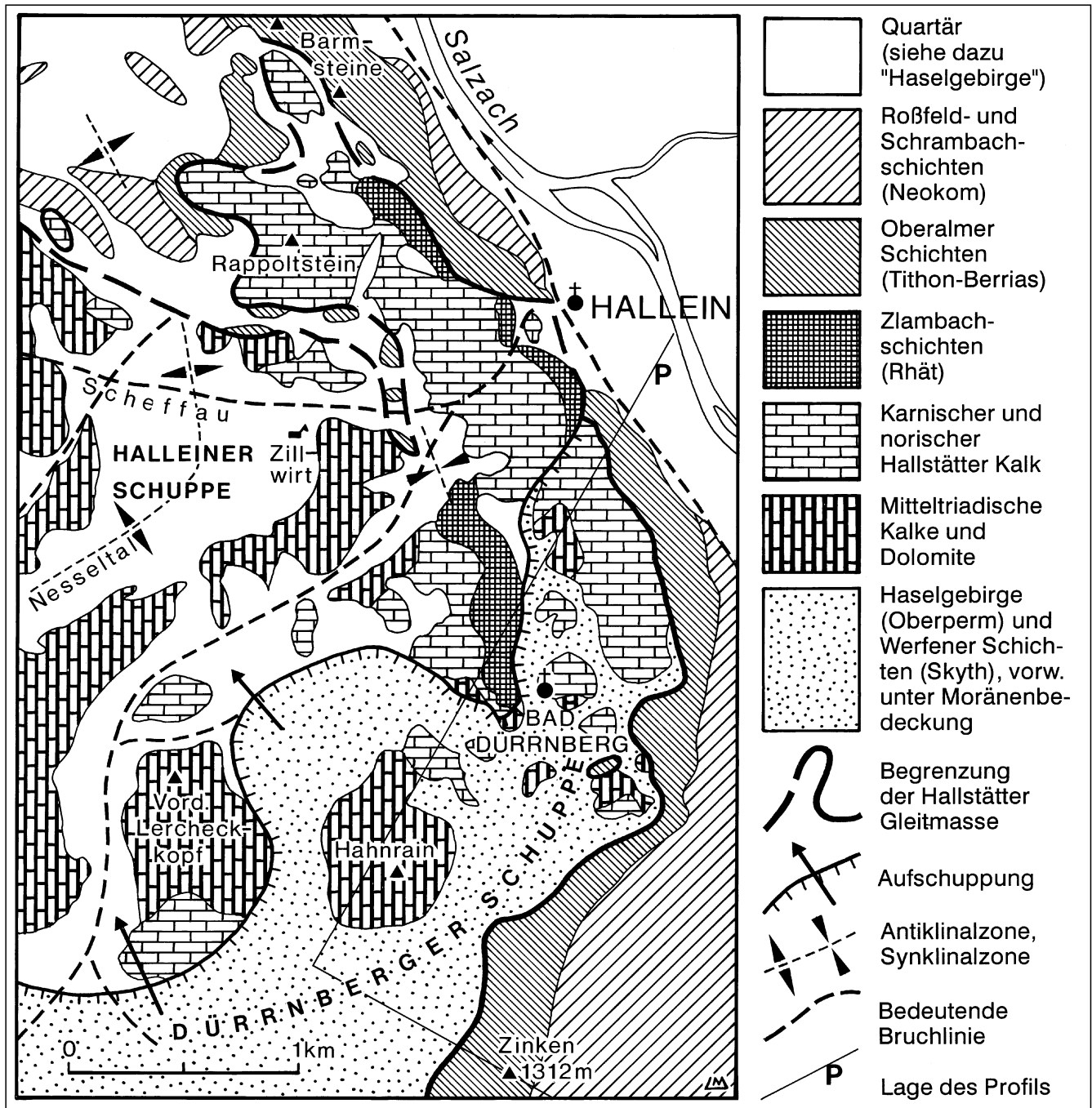


Abb. 1. Geologische Übersicht des Halleiner Salinarsgebietes.

Die reichsten Fossilager im Hallstätter Kalk sind vom Rappoltstein bekannt, der sich westlich von Hallein auf bayerischem Gebiet befindet. E. v. MOJSISOVICS (1889) und M. SCHLOSSER (1898) nennen von hier zahlreiche Cephalopoden. H. PICHLER (1963, S. 155) konnte aus einem Block am NE-Abbruch des Rappoltsteins eine große Zahl an Cephalopoden, Brachiopoden und Lamellibranchiaten der oberkarnischen *subbulatus*-Zone gewinnen. Vor allem sind in dieser Zone Formen der Gattungen *Arcestes*, *Tropites*, *Paratropites*, *Hannaoceras*, *Entomoceras*, *Cladiscites*, *Sirenites*, *Sagenites*, *Halarites*, *Juvavites* und *Orthoceras* vertreten.

Es glückte PICHLER (l.c. S. 159) auch, aus einer Scholle westlich der Barmsteine, ca. 300 m NW des Barmsteinlehens, eine unternorische Fauna mit 96 Arten sicherzustellen. Darunter sind häufig: *Orthoceras lateseptum* HAUER, *Para-*

cladiscites diuturnus MOJSISOVICS, *Megaphyllites insectus* MOJSISOVICS, *Pinacoceras parma* MOJSISOVICS, *Rhacophyllites debilis* (HAUER) und *R. aff. neojurensis* (QUENST.).

In der Wand nahe dem Gehöft Hiesenbauer („Hoisenbauer“), Neusieden, fand M. SCHLOSSER (1898, S. 370) u.a. den am schönsten gebauten Ammoniten, das obernorische Zonenfossil *Pinacoceras metternichi* (HAUER). Wie allgemein im obernorischen Hallstätter Kalk sind hier auch die kalziterfüllten Durchschnitte der kugelförmigen Hydrozoen *Heterastridium conglobatum* REUSS anzutreffen.

Beachtenswert ist ferner der Steinbruch, der sich nächst der norischen Staatsgrenze in einer Scholle aus norischem Hallstätter Kalk befindet. H. PICHLER (1963, S. 161) nennt von hier *Racophyllites neojurensis* (QUENST.) sowie *Halorella amphitoma* (BRONN.) und A. ZEISS (1977), als ersten

Fund nach der Erstbeschreibung von E. v. MOJSISOVICs den Ammoniten *Acanthinites excelsior* aus dem mittleren Nor. Nahe der Oberkante des Bruches zeigt sich eine 2 m mächtige Lumachelle, die vorwiegend aus *Monotis (Monotis) salinaria* (SCHLOTHEIM) besteht.

Als zum Teil steilwandige, durchklüftete Klötze zeichnen sich die Hallstätter Kalke des Aigl- und Tirschenköpfls sowie des Ramsaukopfes und Mosersteins ab. Ihr vorwiegend norischer Anteil ist durch Arcesten, Cladisciten, Pinacoceraten, Halobien und Heterastridien belegt. Schon an der Seilbahn-Bergstation am Dürrnberg (Moserstein) kann man auf der glatten, etwas verkarsteten Gesteinsoberfläche Fossilien erkennen.

Am Kirchenplatz (Rupertusplatz) Dürrnbergs steht ein weinroter, dünnbankig-flaseriger norischer Hallstätter Kalk an, der dem Draxlehner Kalk ähnelt, jedoch keine Hornsteineinschlüsse aufweist. Aus ihm wurde zwischen den Jahren 1596 und 1614 die Wallfahrtskirche Maria Dürrnberg erbaut. Risse in der Kirchenwand und Setzungsklüfte im Fels sind auf die Salzlösung im Untergrund zurück zu führen.

Die rhätischen Zlambachmergel gehören zur Beckenfazies der Hallstätter Entwicklung; sie gehen durch Zunahme des Tongehaltes bei boudinageartiger Flaserung aus dem norischen Hallstätter Kalk hervor. Das ist gut am Nordostrand des Ramsaukopfes und zwar im Kotgraben-Förderstollen, 30 m vor dem Kotgraben-Durchlaß, zu sehen. Auch im Jakobbergstollen wurde am Ostrand des Wallbrunnkopfes so ein Übergang beobachtet. Zwischen m 157 und 230 sind dort neben den Zlambachmergeln Fleckenmergel und dunkle Kalkmergel des Lias anzutreffen. W. MEDWENITSCH (1960, 1962, 1963) versuchte es, die rhätoliassischen Mergel zusammen mit den vorne genannten Halobienchiefern (Unterkarn) als ca. 200 m mächtigen Anteil einer Unteren Hallstätter Decke zu deuten. Das rhätische Zonenfossil *Choristoceras marshi* wurde im Jakobbergstollen bei m 612 (Wetterschacht) und *Clyptonautillus spirolosus* DITTM. bei m 1121 gefunden (W. MEDWENITSCH, 1962, S. 475, 477). Auch am Tirschenköpfl-Nordfuß führen die Zlambachmergel Cephalopoden. Die rhätoliassischen Mergel sind durch ihren Mikrofossilinhalt, vor allem Foraminiferen, Ostracoden und Radiolarien gut charakterisiert (K. KOLLMANN, 1963, S. 147ff.; W. MEDWENITSCH, 1963, S. 75f.).

Wie durch das Bayerische Geologische Landesamt schon einige geowissenschaftlich schutzwürdige Objekte („Geoschob“) in der Kalkalpenregion Südostoberbayerns dokumentiert wurden (G. LAGALLY et al., 1993, S. 109), so werden gewiß auch die vorne genannten, auf bayerischem Gebiet gelegenen Lokalitäten für eine Dokumentation geprüft werden.

Vom österreichischen Anteil des Hallein-Dürrnberger Salinargebietes werden folgende, nach dem Alter des Objektes geordnete Aufschlüsse als erhaltenswert und schutzwürdig in Betracht gezogen:

- Das oberpermische Haselgebirge (Salzgebirge) der Hallstätter Serie im Untersteinbergstollen des Salzbergbaues (siehe S. 502).
- Die Reiflinger Schichten (Oberanis) der Hallstätter Serie an der Böschung der Dürrnbergstraße nach Abzweigung des Fahrweges nach Plaik und Kreuzbichl, an der Kehre um das Rudolfköpfl (siehe S. 498).
- Die Saurierfundstelle im Lercheckkalk (unterstes Ladin) der Hallstätter Serie am Dürrnberg (siehe S. 498).
- Die Halobienchiefer (Unterkarn) der Hallstätter Serie bei m 830 im Jakobbergstollen des Salzbergbaues (siehe S. 498).

- Der Draxlehner Kalk (Oberkarn) und der unterkarnische Hallstätter Kalk der Wallbrunnkopf-Südseite, 200 m östlich des Gehöftes Vorder Sedl (siehe S. 498).
- Der norische Hallstätter Kalk des Mosersteins an der Seilbahn-Bergstation Hallein-Dürrnberg (siehe S. 500).
- Die tonig-flaserige Abart des norischen Hallstätter Kalkes am Rupertusplatz der Wallfahrtskirche Maria Dürrnberg (siehe S. 500).
- Der Übergang des norischen Hallstätter Kalkes in die rhätischen Zlambachmergel im Kotgraben-Förderstollen (siehe S. 500).
- Die Zlambachmergel und Liasfleckenmergel der Hallstätter Serie im Jakobbergstollen zwischen m 157 und 230 (siehe S. 500).
- Die Oberalmer Schichten des Tirolikums (vorwiegend Tithon) im Hangenden der Hallstätter Serie an der Böschung des Protestantenweges östlich des Zinken-Sesselliftes (siehe S. 501).

Gewiß können repräsentativ gestaltete Aufschlüsse die Öffentlichkeit anregen und helfen, das einstige Milieu mit seinen Absatz- und Lebensbedingungen besser zu verstehen. Dazu wären im Sinne von L.H. KREUTZER (1994, S. 249) unter anderem Erläuterungstafeln mit leicht verständlichen Texten und Skizzen erforderlich.

Die zahnförmig an der Staatsgrenze bei Hallein emporragenden Barmsteine (851 m) sollten auf jeden Fall als Geotop gelten. Sie sind Wahrzeichen der Stadt Hallein und Typuslokalität des Barmsteinkalkes, einem Submember der Oberalmer Schichten.

3. Die Hallein-Berchtesgadener Hallstätter Zone – eine riesige, im Malm eingegliederte Masse

(Abb. 1,2; Taf. 1, 2)

LILL v. LILIENBACH (1830) verwies zuerst auf die Muldenstellung des Dürrnberger Salinars. M. v. LIPOLD (1854) erkannte, daß es sich in der Zone Hallein-Berchtesgaden um Hallstätter Kalke handelt, und F.F. HAHN (1913) konnte diese Zone in ein Deckenschema einbauen. Die Annahmen von C.W. GÜMBEL (1861), E. SEIDL (1927) und F. BEYSCHLAG (1922), daß hier ein Aufbruchsbereich eines aus der Basis der Kalkalpen kommenden Salzstockes vorliegen könnte, war schon aus deckentektonischen Gründen abzulehnen.

Wegen der am Roßfeld auf dem Neokom der Roßfeldschichten ruhenden Hallstätter Deckschollen und wegen der unter dem Hahnrein erbohrten Juraunterlage der Hallstätter Masse nahm man dann allgemein an, daß diese in einer Mulde des Tirolikums liegt (O. AMPFERER, 1936; W.E. PETRASCHECK, 1947; O. SCHAUBERGER, 1953; B. PLOCHINGER, 1955; W. MEDWENITSCH, 1960, 1962; H. PICHLER, 1963; A. TOLLMANN, 1976 und W. DEL NEGRO, 1979). Einen Beweis, daß es sich bei dem unter dem Hahnrain erbohrten Jura um Oberalmer Schichten des Tithon handelt, erbrachte die Tintinniden-Bestimmung W. LEISCHNERS von einer Probe aus der Endteufe der Bohrung III (W. MEDWENITSCH, 1962, S. 483). Der sichelförmige, aus Oberalmer Schichten des Tirolikums aufgebaute Jurarahmen der Halleiner Hallstätter Zone stellt jedoch nicht, wie ehemals angenommen, die steile Aufsattelung einer tektonischen Unterlage dar; die im pelagisch-bathyalen Meer abgesetzten Oberalmer Schichten mit ihren Barmsteinkalklagen (Turbidite aus Seichtwasser-Arealen, H. FLÜGEL & P. PÖLSENER, 1965) bilden vielmehr das sedimentäre Hangende der

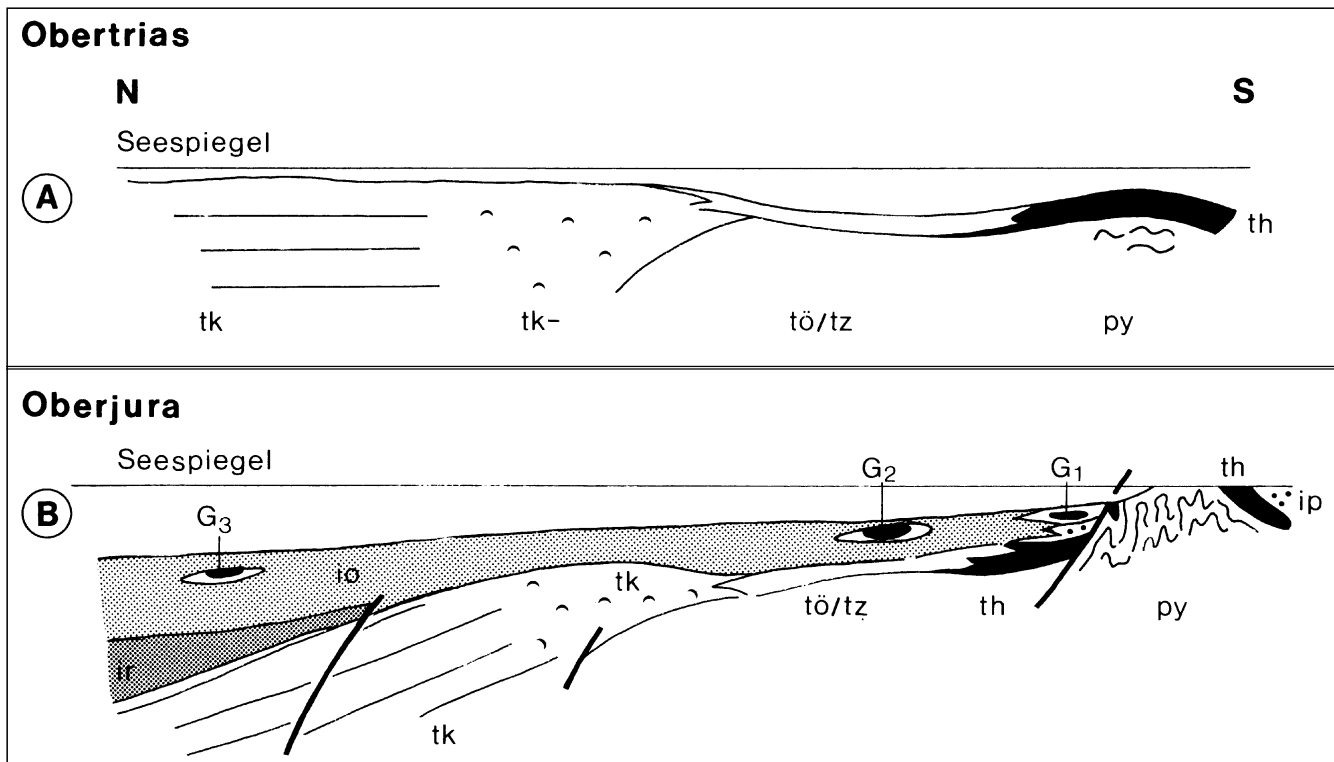


Abb. 2. Schematische Darstellung zur Erklärung des intramalmischen Hallstätter Gleitdeckenbaues (B. PLÖCHINGER, 1988). A = Situation in der Obertrias; B = Situation nach der Zerstörung der triadischen Karbonatplattform zur Zeit der oberjurassischen Krustenzerrung und Absenkung; G₁-G₃ = Etappen des Gleitweges der Hallstätter Schollen. py = Haselgebirge; th = triadische Sedimente aus dem Hallstätter Tiefschwellenbereich; tö = Pötschenkalk; tz = Zlambachschichten; tk = gebankter Dachsteinkalk; tk- = Dachsteinriffkalk; li = Liasablagerungen; ir = Kiesel- und Radiolaritschichten des tieferen Malm; io = Oberalmer Schichten; ip = Plassenkalk.

Hallstätter Serie (B. PLÖCHINGER, 1976). In ihrem tiefsten Niveau zeigt sich eine mächtig entwickelte Barmsteinkalklage, wie vor allem an der Typuslokalität, den Barmsteinen. Das mit grober Basisbildung einsetzende, bräunliche Gestein ist ein gradierter, allodapischer Kalkarenit mit mikritischer bis sparitischer Grundmasse. Zu seiner Mikrofauna zählen nach A. FENNINGER & H. HÖTZL (1967, S. 28) unter anderen Algen der Formen *Clypeina jurassica* und *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI).

Ein Beispiel, wie die normal auf der Hallstätter Serie liegenden Oberalmer Schichten mit einem Barmsteinkalk einsetzen, der größere Komponenten aus dem juvavischen Faziesbereich enthält, bietet ein Aufschluß am Protestantenberg Dürnbergs. Der Fahrweg zweigt an einem Parkplatz östlich der Talstation des Zinken-Sesselliftes von der Dürnberger Straße gegen Süden ab. An der westgerichteten Spitzkehre setzen die Oberalmer Schichten hangend des Salinars mit einem 30 m mächtigen Barmsteinkalkpaket ein. In ihm sind grobe Komponenten aus dem juvavischen Faziesbereich, darunter bis zu ca. 1/2 m große dunkelgraugrüne Haselgebirgstonflatschen und Plassenkalkgerölle anzutreffen. In den dann noch ca. 70 m mächtigen, steil stehenden tonigen Oberalmer Schichten sind Zyklen mit zunehmend geringmächtigen Barmsteinkalkzwischenlagen zu beobachten (B. PLÖCHINGER, 1976, Abb. 5). Nach dem Übergang von der überkippten in die aufrechte Schichtstellung erfolgt mit fraglicher Schichtlücke der normale Übergang in die hangenden, grünlichgrauen, schiefrigen bis dm-gebankten Schrambachschichten (Unter- bis Mittel-Valendis).

Auch die Oberalmer Schichten, die den norischen Hallstätter Kalk des Rappoltsteins vom Westen her

ummanteln, zeigen im Barmsteinkalk ihres tiefsten Niveaus mehrfach Haselgebirgstonflatschen. Ein ca. 100 m breiter, unterbrochener Streifen aus Barmsteinkalk geht von der Rappoltstein-Südseite aus und biegt dann gegen Süden über die zum Zollhaus Zill führende Straße ab. Er hat sich hier in synklinaler Stellung im Hangenden der Hallstätter Masse, eingeklemmt, erhalten (siehe Panorama).

Weil nun die Halleiner Hallstätter Masse nicht nur von Oberalmer Schichten unterlagert, sondern auch sedimentär überlagert wird, kann man ihre syndesimentäre, intramalmische Eingleitung annehmen (B. PLÖCHINGER, 1976, 1984, 1990, S. 39ff.; W. DEL NEGRO, 1979; A. TOLLMANN, 1981a, b, 1985, S. 167).

Den ersten Hinweis auf eine solche Eingleitung gab die 1 km lange, schmale Hallstätter Scholle am Gutratsberg NNW von Hallein, SW von St. Leonhard; eine Tiefbohrung bestätigte, daß ihre Eingleitung während der Sedimentation der Oberalmer Schichten erfolgte (B. PLÖCHINGER, 1976, 1977). Die tiefsten allodapischen Barmsteinkalklagen der Oberalmer Schichten weisen dort über der Hallstätter Scholle Zyklitheme mit basal bis zu 5 m mächtigen, gegen das Hangende zunehmend dünneren Lagen einer Brekzie aus Haselgebirgston und Karbonaten des Juvavikums, auch Plassenkalk, auf.

Man kann annehmen, daß die Eingleitung der Hallstätter Massen im Malm von einer Hochzone im Hallstätter Sedimentationsraum ausging und dabei eine Salztektonik beteiligt war (siehe Abb. 2). Als mögliche Ursache der Heraushebung vermutet A. TOLLMANN (1987, S. 57) das Vorschieben eines liceschen Schollenstreifens entlang von Transformstörungen. Neuerdings steht als Ursache die Einengung des Meliata-Hallstatt-Ozeans vor

siven Kontinentalrand der triadischen Plattform in Diskussion (H. KOZUR, 1981; R. LEIN, 1992, S. 126; H.J. GAWLICK, 1992; F. NEUBAUER, 1994, S. 136).

Das Malmbecken, das die Hallstätter Gleitmassen aufnahm, dürfte sich im Zuge jener Krustenzerrung gebildet haben, die nördlich des Ostalpins zur Öffnung des Penninischen Ozeans führte.

Die erst mergeligen, dann sandigen brekzienreichen Turbidite der Roßfeldschichten (Ober-Valendis-Hauterive), die von den Hallstätter Deckschollen des Roßfeldes überlagert werden, entsprechen nach P. FAUPL & A. TOLLMANN (1979) einer tektonisch aktiven Tiefseerinne. Das klastische, kalkalpine Material der Roßfeldschichten kommt aus dem Süden und enthält ophiolitischen Detritus. Man nimmt an, daß dieser der Suturzone der triadischen Tethys entstammt, die sich im Oberjura schloß (K. DECKER et al., 1987, S. 139).

In der Unterkreide setzte mit der Subduktion der penninischen ozeanischen Kruste unter das Ostalpin die Einengungstektonik ein. Gleichzeitig mit der allgemein im kalkalpinen Bereich erfolgten Decken- und Schuppenbildung dürfte sich in unserem Gebiet die Staufen-Höllengebirgsdecke gebildet haben, die Dürrnberger Schuppe über die Halleiner Schuppe geschoben haben und sich im mächtigen Haselgebirge der Dürrnberger Schuppe ein diapirartiger Salzauftrieb entwickelt haben.

Der steil stehende Jura/Neokom-Rahmen der Halleiner Hallstätter Zone entspricht, wie alle Strukturen am Westrand des Salzachtales, einer in jüngerer Phase erfolgten Quereinengung. Klar kommt die Beziehung zur WNW-ESE verlaufenden Salzachtal-Synklinale zum Ausdruck.

4. Der Salzbergbau Hallein-Dürrnberg, ein Garant des Geotopschutzes

(Taf. 2)

Früheste Siedlungsspuren sind im Gebiet Hallein-Dürrnberg aus dem Neolithikum bekannt. Mit dem Salzabbau begannen die Kelten schon ab dem sechsten vorchristlichen Jahrhundert. Unter ihnen stand der prähistorische Salzbergbau durch Jahrhunderte in Blüte. Wie sehr man bemüht ist, das Andenken an diese alte Kultur zu bewahren, bezeugen das Keltenmuseum in Hallein und das Freilichtmuseum mit seinem rekonstruierten Keltendorf und Fürstengrab am Dürrnberg. Treffend bringt es W. VETTERS in einer vom Salzbergwerk Dürrnberg herausgegebenen Werbeschrift zum Ausdruck, wenn er die Bedeutung des Salzes als Mythos, als Symbol und als Lebensgrundlage hervorhebt.

Obwohl schon lange vorher Salz abgebaut wurde, hat man erst aus dem Jahr 1194 einen schriftlichen Nachweis für den Weiterbau. Nach der Mitte des 13. Jahrhunderts brachten die untertägigen Laugwerksanlagen der Salzgewinnung einen großen Fortschritt. Durch Rohre wurde das mit Salz gesättigte Wasser (Rohsole) aus dem Berg zur Sudhütte nach Hallein geleitet und in Sudpfannen, später, ab der Mitte des 20. Jahrhunderts, mittels der energiesparenden Thermokompressionsmethode eingedampft und zu Salz verarbeitet.

Grubenfeldgrenzen, die zum Salzabbau und zur Solegewinnung über die Staatsgrenze hinweg auf bayerischem Gebiet berechtigten, wurden ab 1929 festgelegt und 1957 vertraglich abgesichert.

Seit 1965 kam die Bohrlochsondenmethode zum Einsatz, bei der die Rohsole weitgehend automatisch gewonnen werden konnte. Leider mußte der Bergbau am Dürrn-

berg 1989 aus wirtschaftlichen Gründen eingestellt werden. Verblieben ist er als das seit dem 17. Jahrhundert bestehende, erst kürzlich wieder modernisierte Schaubergwerk. Es schützt geotopwürdige Aufschlüsse.

Nach Mitteilung der Berghauptmannschaft Salzburg wird der Salzbergbau Hallein-Dürrnberg im wesentlichen als Erhaltungsbetrieb betrieben, wodurch vor allem die gefahrlose Ausleitung von Grubenwässern gewährleistet ist. Dazu kommt die Nutzung von Teilbereichen des Grubenbaues als „Schaubergwerk“. Für die Erhaltung des Grubenbaues auf bayerischem Staatsgebiet werden in bestimmten Zeitabschnitten Betriebspläne vorgelegt, die genehmigt werden müssen.

Zum Besuch des Bergbaues (Parkplatz an der Dürrnbergstraße) tritt man am Dürrnberg in das Bergeinfahrtsgebäude ein. Die Grubenfahrt, die vom Obersteinbergstollen in 710 m Sh. ausgeht, erfolgt auf Grubenhunden, auf Rutschen oder zu Fuß. Sie ermöglicht es, die unterschiedliche Zusammensetzung, Färbung und Lagerung des Haselgebirges oder Salzgebirges kennen zu lernen. Informationsfilme und Schaustellen geben Einblick nicht nur über den Aufbau des Salzbergbaues sondern auch über dessen Geschichte. Neben der erdwissenschaftlichen Bereicherung gewinnt man durch die Grubenfahrt Eindrücke vom Wandel der Technik der Salzgewinnung seit prähistorischer Zeit. Ein Salzsee veranschaulicht die Funktion einer Laugwerksanlage.

Nach freundlicher Zusage der Betriebsleitung des Salzbergbaues Hallein-Dürrnberg ist es nach vorhergehender Terminabsprache möglich, die im Kapitel 1 genannten interessanten Aufschlüsse des Jakobbergstollens oder auch des Kotgraben-Förderstollens im Wolfdietrich-Horizont aufzusuchen.

Dank

Den Herren Direktor HR Univ.-Prof. Dr. Hans Peter SCHÖNLAUB und Dipl.-Geol. Dr. Lutz Hermann KREUTZER danke ich für ihre wertvollen Ratschläge und Anregungen. Ebenso zu Dank verpflichtet bin ich dem Leiter der Berghauptmannschaft Salzburg, Herrn Dipl.-Ing. Mag. Klaus STEINER für seine Auskünfte und dem Betriebsleiter des Salzbergbaues Hallein-Dürrnberg, Herrn Peter WALLMANN, für die Bereitschaft, gesonderte Grubenfahrten zu genehmigen.

Herrn Günther NEDOSCHINSKY bin ich dankbar, daß ich einen Ausschnitt aus einer in seinem Verlag erschienenen Panorama-Wanderkarte als Grundlage für das bunte geologische Panorama verwenden durfte.

Literatur

- AMPFERER, O.: Die geologische Bedeutung der Halleiner Tiefbohrung. – *Jahrb. Geol. B.-A.*, **86**, 89–114, 15 Abb., 1 Taf., Wien 1936.
- BEYSCHLAG, F.: Der Salzstock von Berchtesgaden als Typus alpiner Salzlagerstätten verglichen mit norddeutschen Salzhorsten. – *Zsch. f. prakt. Geol.*, 1922.
- BITTNER, A.: Neue Petrefaktenfunde im Lias und in der Trias der Salzburger Alpen. – *Verh. Geol. R.-A.*, **1882**, 317–319, Wien 1882.
- DECKER, K., FAUPL, P. & MÜLLER, A.: 3.4 Synorogenic Sedimentation in the Northern Calcareous Alps During the Early Cretaceous. – In: FLÜGEL, H.W. & FAUPL, P. (Ed.): *Geodynamics of the Eastern Alps*, Vienna (Deuticke) 1987.
- DEL NEGRO, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg. – 41 S., 4 Abb., Wien (Geol. B.-A.) 1979.

- DONOFRIO, D.A. & MOSTLER, H.: Neue Schwebcrinoiden aus Hallstätter Kalken des Berchtesgadener Raumes. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **3**, 2, 1–28, 6 Abb., Innsbruck 1975.
- FAUPL, P. & TOLLMANN, A.: Die Roßfeldschichten: Ein Beispiel für Sedimentation im Bereich einer tektonisch aktiven Tiefseerinne aus der kalkalpinen Unterkreide. – Geol. Rdsch., **68**, 93–120, 10 Abb., Taf. 1–2, Stuttgart 1979.
- FEITZINGER, G.: Graphik in der Werbeschrift des Salzbergbaues Hallein-Dürrenberg „Vom Salz der Erde, den Geheimnissen des Dürrenberges ...“. – Graz (Styria) 1994.
- FENNINGER, A. & HÖTZL, H.: Die Mikrofauna und -flora des Plassen- und Tressensteinkalkes der Typuslokalitäten (Nördliche Kalkalpen). – N. Jb. Geol.-Paläont. Abh., **128**/1, 1–37, Stuttgart 1967.
- FLÜGEL, H. & PÖLSER, P.: Lithogenetische Analyse der Barmstein-Kalkbank B₂ nordwestlich von St. Koloman bei Hallein (Tithonium, Salzburg). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1965, **9**, 513–527, 6 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1965.
- GAWLICK, H.-J.: The early Upper Jurassic Trough Filling of the Lammer Zone near the Southern Rim in the Northern Calcareous Alps etc. – Terra abstracts, Abstr. suppl. 2 to Terra Nova **4**, 24 (Blackwell) 1992.
- GRUBE, A. & F.W. WIEDENBEIN: Geotopschutz. – Die Geowissenschaften, **10**, 1992/8, 215–219, 4 Abb., Weinheim (VCH-Verlagsges.) 1992.
- GÜMBEL, C.W.: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. – XX, 950 S., 25 Abb., 43 Taf., 5 geol. Ktn., Gotha (J. Perthes) 1861.
- HAHN, F.: Grundzüge des Baues der Nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. – Mitt. geol. Ges. Wien, **6**, 238–357 und 374–501, 6 Abb., Taf. 11–17, Wien 1913.
- HÄUSLER, H.: Über die Einstufung der Hallstätter Schollen im Bereich der westlichen Lammermasse (Salzburger Kalkhochalpen). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **27**, 145–159, 2 Abb., Beil. 11, Wien 1981.
- HOFMANN, T. & SCHÖNLAUB, H.P.: Geotourismus als Bewußtseins-erweiterung. – Geowissenschaften, **12**, 174–177, 6 Abb., 1 Taf., Berlin (Ernst & Sohn) 1994.
- HUCKRIEDE, R.: Die Conodonten der mediterranen Trias und ihr stratigraphischer Wert. – Paläont. Z., **32**, 141–175, 1 Tab., Taf. 10–14, Stuttgart 1958.
- KITTL, E.: Materialien zu einer Monographie der *Halobidae* und *Monoitidae* der Trias. – Result. wiss. Erforsch. Balatonsee, **1**, 1. Tl. Paläont. Abh., 2. Bd., 230 S., 10 Taf., Budapest 1912.
- KOLLMANN, K.: Ostracoden aus der alpinen Trias Österreichs, I *Parabairdia* n.g. und *Ptychobairdia* n.g. (*Bairdiidae*). – Jahrb. Geol. B.-A., Sb. **5**, 79–105, 6 Taf. 3 Abb., Wien 1960.
- KOLLMANN, K.: Ostracoden aus der alpinen Trias II. Weitere *Bairdiidae*. – Jahrb. Geol. B.-A., **106**, 121–203, 3 Abb., 3 Tab., 11 Taf., Wien 1963.
- KOZUR, H.: The evolution of the Meliata-Hallstatt ocean and its significance for the early evolution of the Eastern Alps and Western Carpathians. – Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeogeol., **87**, 1–4, 109–136, Amsterdam (Elsevier) 1981.
- KREUTZER, L.H., POSTIGO, V.P. & WIEDENBEIN, F.W.: In: J. MATSCHULLAT & G. MÜLLER (Hrsg.): Geowissenschaften und Umwelt, 245–232, Wien (Springer) 1994.
- KREUTZER, L.H. & SCHÖNLAUB, H.P.: 3. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Geotopschutz in deutschsprachigen Ländern, 10.–17. September 1995 in Österreich. – Ber. Geol. B.-A., **32**, 93 S., 29 Abb. im Anh., Wien 1995.
- KRISTAN-TOLLMANN, E.: Holothuriensklerite aus der Trias der Ostalpen. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, **172**, 351–380, 2 Abb., 10 Taf., Wien 1963.
- KRISTAN-TOLLMANN, E.: Die Osteocrinus-Fazies, ein Leithorizont von Schwebcrinoiden im Oberladin-Unterkarn der Tethys. – Erdöl u. Kohle, **23**, 781–789, 13 Abb., 1 Taf., Hamburg 1970.
- KRISTAN-TOLLMANN, E.: Einige neue mesozoische Holothuriensklerite. – Mitt. geol. Ges. Wien (1972), 123–136, 5 Taf., Wien 1973.
- KRISTAN, E. & TOLLMANN, A.: Holothuriensklerite aus der Trias der Ostalpen. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, 351–380, Hamburg 1970.
- KRYSTYN, L.: Zur Conodonten-Stratigraphie in den Hallstätter Kalken des Salzkammergutes (Österreich). – Verh. Geol. B.-A. **1970**/3, 497–502, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1970.
- KRYSTYN, L.: Zur Ammoniten- und Conodonten-Stratigraphie der Hallstätter Obertrias (Salzkammergut, Österreich). – Verh. Geol. B.-A., **1973**/1, 113–153, 7 Abb., Taf. 1–5, Wien 1973.
- KRYSTYN, L.: Triassic Conodont Localities of the Salzkammergut Region. – Abh. Geol. B.-A., **35**, 61–98, 16 Abb., Taf. 11–14, Wien 1980.
- LAGALLY, U.: Grundlagenforschung zum Geotopschutz – eine Aufgabe der Geologischen Dienste am Beispiel Bayerns. – In: J. MATSCHULLAT & G. MÜLLER (Hrsg.): Geowissenschaften und Umwelt, 253–259, Wien (Springer) 1994.
- LAGALLY, U., KUBE, W. & FRANK, H.: Geowissenschaftlich schutzwürdige Objekte in Oberbayern etc. – Erdwiss. Beiträge zum Naturschutz, 166 S., zahlr. Tab. u. Abb., München (Bayer. Geol. Landesamt) 1993.
- LEIN, R.: Das Mesozoikum der Nördlichen Kalkalpen als Beispiel eines gerichteten Sedimentationsverlaufes infolge fortschreitender Krustenausdünnung. – Arch. f. Lagerst.forsch., Geol. B.-A., **6**, 117–128, 4 Abb., Wien 1985.
- LILIENBACH, L. v.: Ein Durchschnitt aus den Alpen mit Hindeutung auf die Karpathen. – N. Jb. Miner. etc., **1**, 153–220, 1 Taf., Heidelberg 1830.
- LIPOLD, M.V.: Der Salzberg am Dürrenberg nächst Hallein. – Jahrb. Geol. R.-A., **5**, 590–610, 6 Abb., 1 Taf., Wien 1854.
- MEDWENITSCH, W.: Zur Geologie des Halleiner Salzberges. – Mitt. geol. Ges. Wien, **51** (1958), 197–218, 1 Abb., 2 Tab., 2 Taf., Wien 1960.
- MEDWENITSCH, W.: Die Bedeutung der Grubenaufschlüsse des Halleiner Salzberges für die Geologie des Ostrandes der Berchtesgadener Schubmasse. – Zsch. dt. geol. Ges., **113** (1961), 463–494, 3 Abb., 2 Tab., Hannover 1962.
- MEDWENITSCH, W.: D III. Halleiner Salzberg (Dürrenberg). Mit Beiträgen von K. KOLLMANN und R. OBERHAUSER – In: R. GRILL, K. KOLLMANN, H. KÜPPER & R. OBERHAUSER (Red.): Exkursionsführer für das Achte Europäische Mikropaläontologische Kolloquium in Österreich, 67–80, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wien (Geol. B.-A.) 1963.
- MOJSISOVICS, E. v.: Faunengebiete und Faziesgebiete der Trias-Periode in den Ost-Alpen. – Jahrb. Geol. R.-A., **24**, 81–134, 5 Abb., 5 Tab., Wien 1874.
- MOJSISOVICS, E. v.: Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. – Abh. Geol. R.-A., **10**, 322 S., 1 Abb., 94 Taf., Wien 1882.
- MOJSISOVICS, E. v.: Nachweis der Zone des *Tropites subbulatus* in den Hallstätter Kalken bei Hallein. – Verh. Geol. B.-A., **1889**, 277–280, Wien 1889.
- MOJSISOVICS, E. v.: Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. – Abh. Geol. R.-A., **6** (2 Bde.), 835 S., etl. Abb., Taf. 71–200, Wien 1893.
- MOSTLER, H.: Holothuriensklerite und Conodonten aus dem Schreyeralm-Kalk (Anisium) der Nördlichen Kalkalpen (Oberösterreich). – Verh. Geol. B.-A., **1968**, H. 1/2, 54–64, 2 Taf., Wien 1968.
- MOSTLER, H.: Holothuriensklerite aus anisischen, karnischen und norischen Hallstätter Kalken. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **1**, H. 1, 1–30, 2 Abb., Taf. 1–5, Innsbruck 1971a.
- MOSTLER, H.: Ophiurenskelettelemente (äußere Skeletthanänge) aus der alpinen Trias. – Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, **1**, 9, 1–35, Innsbruck 1971b.
- MOSTLER, H.: Die stratigraphische Bedeutung von Crinoiden-, Echiniden- und Ophiuren-Skelettelementen in triadischen Karbonatgesteinen. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **21** (1972) 711–727, 3 Abb., 3 Taf., Innsbruck 1973.
- NEUBAUER, F.: Kontinentkollision in den Ostalpen. – Geowiss., **12**, 136–140, 6 Abb., Berlin (Ernst & Sohn) 1994.
- PETRASCHECK, W.E.: Der tektonische Bau des Hallein-Dürrenberger Salzberges. – Jahrb. Geol. B.-A., **90** (1945), 3–19, 6 Abb., Taf. 3–5, Wien 1947.

- PETRASCHECK, W.E.: Die geologische Stellung der Salzlagerstätte von Hallein. – Berg- u. Hüttenmänn. Mh., **94**, 60–62, 4 Abb., Wien 1949.
- PICHLER, H.: Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Roßfeld und Markt Schellenberg im Berchtesgadener Land. – Beih. Geol. Jb., **48**, 129–204, 6 Taf., 5 Abb., 3 Tab., Hannover 1963.
- PISTOTNIK, U.: Geotop – was ist das ? Von der Notwendigkeit geologischer Öffentlichkeitsarbeit. – Heidelberger geowiss. Abh., 67–121, Heidelberg 1993.
- PLÖCHINGER, B.: Zur Geologie des Kalkalpenabschnittes vom Torrener Joch zum Ostfuß des Untersberges etc. – Jahrb. Geol. B.-A., **98**, 93–144, 5 Abb., Taf. 5–7, Wien 1955.
- PLÖCHINGER, B.: Die Oberalmer Schichten und die Platznahme der Hallstätter Masse in der Zone Hallein-Berchtesgaden. Mit Beiträgen von K. BADER und H.L. HOLZER. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh. **151/3**, 304–324, 7 Abb., Stuttgart 1976.
- PLÖCHINGER: Die Untersuchungsbohrung Gutrathsberg B 1 südlich St. Leonhard im Salzsachtal (Salzburg). – Verh. Geol. B.-A., **1977**, 3–11, 2 Abb., Wien 1977.
- PLÖCHINGER, B.: Zum Nachweis jurassisch-kretazischer Eingleitungen von Hallstätter Gesteinsmassen beiderseits des Salzach-Quertales (Salzburg). – Geol. Rdsch., **73**, 293–306, 3 Abb., Stuttgart 1984.
- PLÖCHINGER, B.: Erläuterungen zu Blatt Hallein. Mit Beiträgen von H. BRANDECKER, H.F. LEDITZKY, V. MAURIN, G. TICHY & D. VAN HUSEN. – 76 S., 8 Abb., 2 Taf., Geol. B.-A., Wien 1990.
- REISENBICHLER, H.: Salzbergbau Dürrnberg. – Österr. Salinen (Hrsg.) Salzburg (Korona-Werbung).
- SCHAFHÄUTL, K.E. v.: Geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges. – 206 S., 2 Tab., 45 Taf., München 1851.
- SCHAUBERGER, O.: Salzlagerstätte Dürrnberg-Hallein. – Exk. Führer Mineralogentagung, Leoben 1953.
- SCHLOSSER, M.: Triasgebiet von Hallein. – Z. dt. Geol. Ges., **50**, 333–384, 2 Abb., 2 Tab., Taf. 12–13, Berlin 1898.
- SEIDL, E.: Die Salzstöcke des deutschen (germanischen) und des Alpen-Permsalz-Gebietes. – Kali, **21**, 346–360, Halle (Saale) 1927.
- STÜRM, B.: Geotop – Grundzüge der Begriffsentwicklung und Definition. – In: Geotopschutz, Materialien I, 13–14, Mitwitz (ökol. Bildungsst. Oberfranken) 1993.
- TICHY, G.: Ein früher, durophager Ichthyosaurier (*Omphalosauridae*) aus der Mitteltrias der Alpen. – Festsch. 60. Geburtstag H. Mostler, Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **20**, 349–369, 3 Taf., Innsbruck 1995.
- TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Bd. 2. – 580 S., 256 Abb., 3 Taf., Wien (Deuticke) 1976.
- TOLLMANN, A.: Oberjurassische Gleittektonik als Hauptformungsprozeß der Hallstätter Region etc. – Mitt. österr. Geol. Ges., **74/75** (1981/82), 167–195, 4 Abb., 1 Tab., Wien 1981 a.
- TOLLMANN, A.: Altalpidische Tektonik in der Hallstätter Zone. – Jber. 1980 Hochschulschwerpunkt, **2**, 157–172, Graz 1981 b.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich, Bd II, Außercentralalpiner Anteil. – 710 S., 286 Abb., 27 Taf., Wien (Deuticke) 1985.
- TOLLMANN, A.: Neue Wege in der Ostalpengeologie und die Beziehungen zum Ostmediterrän. – Mitt. österr. Geol. Ges., **80**, 47–115, 11 Abb., 1 Taf., 1 Falttaf., Wien 1987.
- TOLLMANN, A. & KRISTAN-TOLLMANN, E.: Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Westabschnitt der Hallstätter Zone in den Ostalpen. – Geologica et Palaeontologica, **4**, 87–145, 20 Abb., 8 Taf., Marburg/L. 1970.
- VETTERS, W.: Text in der Werbeschrift des Salzbergbaues Hallein Dürrnberg: „Vom Salz der Erde, den Geheimnissen des Dürrnberges ...“. – Graz (Styria) 1994.
- WIEDENBEIN, F.W.: Zielsetzung des Geotopschutzes in Deutschland. – In: Geotopschutz, Materialien I, 9–12, Mitwitz (Naturschutzzentr.) 1993.
- ZEISS, A.: Ein neuer Fund der seltenen Clydonitoiden-Gattung *Acanthinites* (*Ceratida*, Nor) und seine paläontologische Bedeutung. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **17**, 27–34, München 1977.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 20. Mai 1996