

**THERMALWASSERBOHRUNG BAD MITTERNDORF TH 1  
EIN KALKALPNER TIEFENAUF SCHLUSS  
IM STEIRISCHEN SALZKAMMERGUT**

**THE THERMAL WATER WELL BAD MITTERNDORF TH1  
SUBSURFACE DATA FROM THE NORTHERN CALCAREOUS ALPS,  
STYRIAN SALZKAMMERGUT, AUSTRIA**

**Christian Schmid<sup>(1)</sup>, Gerhard W. Mandl<sup>(2)</sup> und Godfried Wessely<sup>(3)</sup>**

**ZUSAMMENFASSUNG**

Um das seit langem bekannte Warmwasserpotential, das sich durch Austritte im Raum südlich Bad Mitterndorf seit der Römerzeit anzeigt, besser zu nützen, wurde die Bohrung Mitterndorf Th1 bis 2413 m abgeteuft. Als Vorarbeit dienten geophysikalische, vor allem seismische Untersuchungen, die konkrete Anhaltspunkte über Struktur und Tiefe des Zielbereiches erbrachten. Die Bohrung erschloss gemäß der Interpretation der Cuttings und Bohrlochmessungen unter ca. 100 m mächtigem Quartär eine Abfolge von Dachsteinkalk, geringmächtigen, tonig-sandigen Gesteinen des Karn und Wettersteindolomit in flacher Lagerung. Der ausgeprägte flache Reflektor in der Seismik kann den terrigenen Gesteinen des Karn zugeordnet werden.

Die flache Lagerung der durchhörten Gesteine sowie das Fehlen permoskythischer Siliziklastika und mächtiger Jura-Beckensedimente und die damit einhergehende Hochlage des Dachsteinkalkes sprechen gegen ein südwärtsgerichtetes Abtauchen einer Warscheneck-Decke samt auflagernden Hallstätter Schollen unter die Dachstein-Decke im Sinne von Tollmann (1960, 1976). Vielmehr dürfte der Türkenkogel-Lawinstein-Zug im Sinne Spengler's (1934, 1961) unter dem Mitterndorfer Becken mit dem Dachstein-Grimming-Massiv zusammenhängen. Die Warscheneck-Decke ist damit Teil der Dachstein-Decke.

Als hydrologisch-balneologisches Ergebnis wurde im Wettersteindolomit durch Pump-versuche mineralisiertes Thermalwasser in einer Zuflussmenge von 3-5 l/sec mit 40° C Kopftemperatur getestet. Zuflussbereiche aus höheren Strecken (Dachsteinkalk) wurden wegen zu geringer Temperatur verschlossen. Der niedrige geothermische Gradient entspricht den allgemein in den Kalkalpen vorliegenden thermischen Bedingungen.

**ABSTRACT**

For a better utilisation of the potential of thermal water, known since the Roman time by the existence of warm springs south of Bad Mitterndorf, the well Mitterndorf Th1 was drilled down to 2413 m. Initial exploration activities were geophysical, especial seismic investigations, which gave a concrete view of the structure and depth of the target area. Under 100 m of Quarternary sediments a flat layered series of thick Dachstein limestones, of a short section of Carnian shales and sandstones and of thick Wetterstein dolomites has been drilled, proved by cuttings and well logging. The strong seismic reflector has been identified by lithological criteria as the "Carnian marker". The geological view of the structure of this zone has to be modified. The data suggest a connection of the Dachstein limestones north and south of the Mitterndorf basin. They form a large syncline within the Dachstein nappe in an extended sense, including the former Warscheneck nappe.

As a hydrological-balneological result mineralised thermal water from the Wetterstein Dolomite has been tested with an amount of 3-5 l/sec and with a temperature of 40° C at the well head. Some higher flow positions in the Dachstein-Formation were plugged because of low temperature. The low geothermal gradient corresponds with the thermal conditions common in the Calcareous Alps.

**I. EINLEITUNG**

Anlass für die Erschließung von Thermalwasser im Raum Bad Mitterndorf gab die seit der Römerzeit nachgewiesene Existenz der Heilbrunner Thermalquellen, 2,5 km südlich des Ortes an der Einmündung des

---

<sup>1</sup>)DI Dr. Christian Schmid, Joanneum Research, Inst. f. angew. Geophysik, Roseggerstr. 17, A 8700 Leoben, Austria. Tel.: +43 (3842) 47060-2230 (email: [christian.schmid@joanneum.at](mailto:christian.schmid@joanneum.at)), <sup>2</sup>)Dr. Gerhard W. Mandl, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, Postfach 127, A 1031 Wien, Austria. Tel.: +43 (1) 7125674-233 (email: [gmandl@cc.geolba.ac.at](mailto:gmandl@cc.geolba.ac.at)); <sup>3</sup>)Dr. Godfrid Wessely, Siebenbrunnengasse 29/1, A 1050 Wien, Austria (Tel.: +43 (1) 545 7730, email: [geowes@chello.at](mailto:geowes@chello.at)).

Krungskbaches in die Salza (Zötl in Zötl, Goldbrunner 1993, Zetinigg 1993, Schaubberger 1979). Von drei ehemaligen Quellaustritten, Wiesnerquelle, Schaubbergerquelle und Römerquelle, besteht nur mehr letztere, in der Wasser mit etwa 24,6°C aus einer Spalte von Juragesteinen fließt.

Zur besseren Erschließung wurden 1959 zunächst sieben Flachbohrungen mit bis zu 90 m Tiefe und letztlich zwei tiefere Bohrungen B1 und B2 abgeteuft. B1 erreichte 520,60 m, B2 674,35 m Tiefe. Es wurden Dachsteinkalk und Hierlatzkalk und als Überlagerung Haselgebirge, Werfener Schiefer und Gutensteiner Kalk, verschuppt angetroffen (Zetinigg 1992/93).

Die Bohrung B 1 lief mit 5-7 l/sec und 27,5 - 28°C, Bohrung B2 mit 5,3 l/sec und 25-26°C über. Eine Zumischung von Kaltwasser ist erwiesen. Die Bohrungen und Quellen beeinflussen einander bei gleichzeitiger Entnahme.

Die Wässer sind akkratische Calcium-Magnesium-Sulfat-Hydrogencarbonatwässer mit einem bestimmten Gehalt an Quell-Gasen.

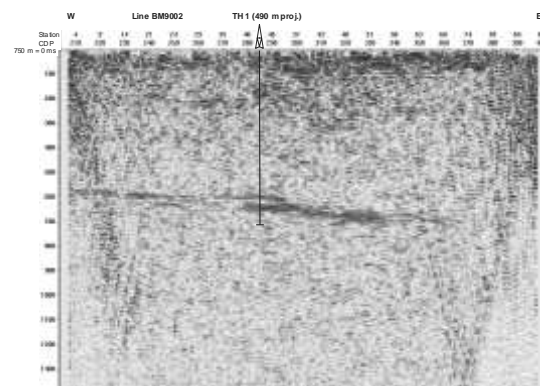
Um die Wasserproduktion auf eine gesicherte Basis zu stellen, wurde eine Tiefbohrung projektiert, die unter Dachsteinkalken in tieferer Position geeignete Aquiferbedingungen mit einem höheren Schüttungspotential erschließen sollte. Als Vorarbeit hierfür wurden seismische Messungen durchgeführt, die einen ausgeprägten, flachen Reflektor festgestellt haben. Dieser ließ auf eine lithologisch abweichende Einschaltung innerhalb des aus Dachsteinkalk und Wettersteindolomit bestehenden Karbonatkörpers schließen.

## II. VORUNTERSUCHUNGEN

Auf Grund einer Studie zur "Beurteilung einer Tiefbohrung auf Heißwasser in Ortsnähe von Bad Mitterndorf (Thomanek 1995) wurden von der Universität Prag atmochemische Messungen zur Auffindung tiefgreifender Störungssysteme durchgeführt. Zur Verifizierung dieser Störungssysteme wurden auf Veranlassung von Sachverständigen des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung im Winter 1998 vom Institut für Angewandte Geophysik von JOANNEUM RESEARCH reflexionsseismische Messungen entlang von zwei je ca. 1,5 km langen Profilen gemessen und ausgewertet (Abb. 1, 2).



**Abb. 1: Lageplan der seismischen Profile und des Bohransatzpunktes**



**Abb. 2: Seismisches West-Ost-Profil (BM 9802 in Abb. 1) südlich des Bohrlokation**

## III. GEOLOGISCHER RAHMEN

Über den Großraum Bad Mitterndorf liegt aus neuerer Zeit keine geologische Karte vor. Eine Darstellung des Gesamtgebietes gab zuletzt Tollmann (1960). Diese beinhaltet jedoch nur eine stark vereinfachte Topographie. Teilbereiche wurden in jüngerer Vergangenheit auf genaueren topographischen Karten neu aufgenommen: ein Gebietsstreifen zwischen Grundlsee und Großsee/Salzsteig von Schöllnberger (1974), das Krahstein-Massiv von Steiger (1980) und das Grimming-Massiv zwischen Pass Stein und St. Martin von Böhm (1988). Eine Kompilation dieser und anderer Arbeiten durch Mandl (2001) berührt das Mitterndorfer Becken allerdings nur randlich.

Die Bohrung Mitterndorf Th1 wurde im zentralen Teil des Mitterndorfer Beckens abgeteuft – siehe Abb. 3. Dieses wird von den triadischen Seichtwasserkarbonaten des Dachstein-Grimming-Massives im Süden und des Türkenkogel-Lawinstein-Zuges im Norden eingerahmt. Letzterer findet gegen Nordosten Anschluss an die Warscheneck-Gruppe und an das Tote Gebirge.

Aus den quartären Lockersedimenten, die Mächtigkeiten bis 100 m – lokal vielleicht auch mehr – erreichen können, ragen zahlreiche Erhebungen von triadischen und jurassischen Gesteinen, unter denen das Röthelstein-

Kampl- und Rabenkogel-Krahstein-Massiv die an Höhe und Ausdehnung bedeutendsten darstellen. Über lagunärem Dachsteinkalk (Eckwald, Pötschenwald, Steinwand) folgen bunte Jurakalke, Fleckenmergel und kieselige Gesteine der Radiolarit-Gruppe. Großschollen aus Gesteinen der Hallstätter Schichtengruppe lagern darüber (Kampl/Feuerkogel, Rabenkögel, Wandlkogel, Hartlkogel, Schädelkogel u.a.). Diese umfassen eine von Scholle zu Scholle unterschiedlich umfangreiche Schichtfolge von Haselgebirge und Werfener Schichten, anisischen Kalken und Dolomiten, mittel- und obertriadischen Hallstätter Kalken und Zlambachmergeln. Den Abschluss der Schichtfolge bilden oberjurassische Gesteine (Plassenkalk, Tressensteinkalk, Oberalmer Schichten).

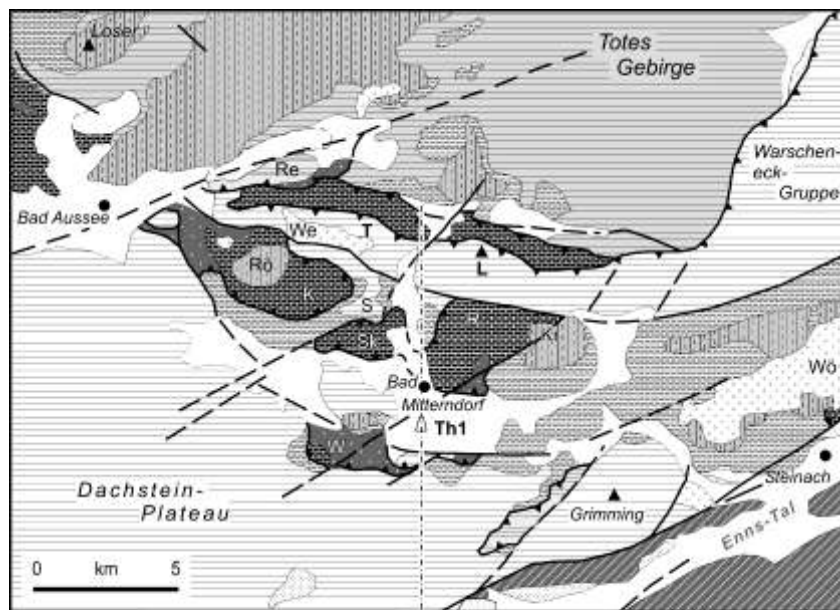
Oberkretazische terrestrisch-marine Gosau-Schichten sind im Bereich der Weißenbachalm lokal erhalten geblieben. Große Bedeutung und Ausdehnung erlangen sie erst weiter gegen Osten, im Raum Wörschach-Liezen.

Paläogene Ablagerungen (Konglomerate, Sandsteine, Silt-/Tonsteine) finden sich, abgesehen von den mehrfach umgelagerten Augenstein-Geröllen der Karsthochflächen, sowohl am östlichen Dachsteinplateau (Miesboden) als auch an miozänen Störungen eingesenkt im Ennstal („Ennstal-Tertiär“).

Über den tektonischen Bauplan besteht heute ein Konsens bezüglich der Hallstätter Gesteine. Sie werden allgemein als jurassisch in ein Tiefseemilieu (Radiolarit-Gruppe) eingegliederte Großschollen aufgefasst – vgl. z.B. Tollmann (1981). Zu den Gleitschollen gehören auch der Dachsteinriffkalk des Krautschwellereck westlich des Grimming sowie der Dachsteinkalk des Ressenhorn südlich des Grundl sees.

Keine Übereinstimmung besteht hinsichtlich der Beurteilung der Dachsteinkalke nördlich und südlich des Mitterndorfer Beckens. Hier stehen sich seit Anbeginn der deckentektonischen Gliederungsversuche zwei Auffassungen diametral gegenüber:

Die eine Deutung verbindet den nordfallenden Dachsteinkalk der Dachstein-Grimmingmasse über die Dachsteinkalk-Aufragungen innerhalb des Mitterndorfer Beckens mit dem südfallenden Dachsteinkalk des Türkenkogel-Lawenstein-Zuges und die jeweils auflagernden Juragesteine zu einer großen Muldenstruktur. Dachsteinmassiv, Lawenstein und Warscheneck bilden einen zusammenhängenden Deckenkörper, dem die Hallstätter Schollen auflagern. Als Vertreter dieser Auffassung sei Spengler (1934, 1961) genannt.



**Abb. 3: Geologische Übersicht des Mitterndorfer Beckens mit Lage der Bohrung Th1 und des Profilschnittes (B) in der Abb. 8. Nach Mandl (2000, Fig.8A), ergänzt (K-Kampl, Kr-Krahstein, L-Lawenstein, R-Raberkogel, Re-Ressenhorn, Rö-Röthelstein, S-Steinwandl, Sk-Schädelkogel, T-Türkenkogel, W-Wandlkogel, We-Weißenbachalm, Wö-Wörschachwald).**

Grundsätzlich entgegengesetzt ist die zweite Interpretation, die durch Tollmann von Kober übernommen und weiter ausgebaut wurde – vgl. Tollmann (1960, 1976, 1981). Ausgehend von den geologischen Verhältnissen im Raum Ischl-Goisern, wo die Hallstätter Schichtenfolge tektonisch unter die Gesteine der Gamsfeld-Dachsteinmasse gegen Süden abtaucht, wird auch für den Mitterndorfer Raum ein analoger Bauplan gefordert. Die Hallstätter Schollen, damals noch als Erosionsrelikte einer Hallstätter Decke aufgefasst, sollen primär gegen Süden unter die Gesteine des Dachstein-Grimming-Massives abtauchen. Die steilstehenden Dachstein-Kalkplatten der Grimming-Nordseite werden als strukturelles Äquivalent der Katrin-Nordseite bei Bad Ischl gesehen und als Stirneinrollung einer Schubmasse (Dachstein-Decke) verstanden. Der Dachsteinkalk und seine Jurabedeckung im Liegenden der Hallstätter Schollen müssen einem tieferen Stockwerk zugeordnet werden, welches als Warscheneck-Decke bezeichnet wurde. Zuzufolge dieses Modells sollte die Bohrung unter der quartären Bedeckung südfallende Werfener Schichten/Haselgebirge der Hallstätter Schollen, mächtige kieselige Juragesteine und schließlich Dachsteinkalk durchdringen – siehe Abb. 7A.

#### **IV. BOHRVERLAUF, TESTERGEBNISSE**

Die Bohrarbeiten gliedern sich in zwei Phasen. Im Winter 1999/2000 wurde die Aufschlussbohrung bis in eine Tiefe von 1813 m abgeteuft. Zur Abdichtung der Bohrung gegen die im Mitterndorfer Becken artesisch gespannten Wässer aus dem Quartär wurde die Bohrung bis 134,3 m mit 13 3/8“ verrohrt und der Ringraum zementiert. Entsprechend den wasserrechtlichen Auflagen hinsichtlich Beeinflussung der bestehenden Thermalwasser-bohrungen Heilbrunn wurde die Ankerrohrtour (9 5/8“) bis in eine Tiefe von 671,0 m eingebaut und zementiert. Die restliche Bohrstrecke von 1.142 m konnte infolge von standfestem Gebirge vorerst unverrohrt (open hole) bleiben.

Nach Auswertung der abschnittsweise von JOANNEUM RESEARCH durchgeführten geophysikalischen Bohrlochmessungen konnten mehrere Zuflussbereiche lokalisiert und getestet werden. Es sind dies die Bohrstrecken von 845 m - 870 m, 1300 m – 1325 m und 1625 m – 1650 m wo vorwiegend aus Kluftbereichen höher mineralisiertes und temperiertes Tiefenwasser in das Bohrloch einströmt. Da die Temperatur dieser Wässer unter den erwünschten 40°C lag und aus den Soniclog-Daten festzustellen war, dass das für die Tiefenumrechnung der Seismikdaten verwendete Geschwindigkeitsmodell etwas zu niedrige Formationsgeschwindigkeiten ergeben hatte und somit die Oberkante der Karnreflexion noch nicht erreicht worden war, wurde vereinbart, diese Aufschlussbohrung um etwa 400 m zu vertiefen.

Diese Arbeiten wurden im Herbst 2001 durchgeführt und die Karnreflexion bei 1886-2007m nach Logtiefe (GR.) durchfahren. Da im Wettersteindolomit eine gute Durchlässigkeit festgestellt wurde, wurde die Bohrung bis zur Endteufe von 2413 m vertieft. Zur Erhöhung der Temperatur der Tiefenwässer wurden die oberen Zuflussbereiche mit einem 7“ Liner (618,6 m – 1680,85 m) abgedichtet.

Die anschließenden Pumpversuche zeigten einen für balneologische Zwecke ausreichenden Zufluss (3 – 5 l/s entsprechend Absenkung) bei einer Kopftemperatur von ca. 40° C. Die von der Bakteriologisch-serologischen Untersuchungsanstalt Graz durchgeführten Wasseranalysen bescheinigen dem durch diese Bohrung erschlossenen Tiefenwasser infolge der Inhaltsstoffe gemäß Steiermärkischem Heilvorkommen- und Kurortgesetz, dass es die Anforderungen eines „Akratischen Calcium – Magnesium – Sulfat – Thermalwassers“ erfüllt.

#### **V. GEOLOGISCHES ERGEBNIS**

Die Bohrung hat unter mächtiger Quartärbedeckung und einer geringfügigen Juraauflage Dachsteinkalk mit gelegentlichen Dolomitlagen in seiner gesamten Mächtigkeit durchbohrt. Unter einer Zwischenschaltung von schwarzen Tonschiefer- und Sandsteinlagen und von dunklem, z.T. oolitischen Dolomit bei etwa 2000 m, die dem Karn zuzuordnen sind, wurde bis zur Endtiefe von 2413 m Wettersteindolomit erbohrt.

Für die Erstellung des Bohrprofils standen Spülproben im Intervall von 5 m und ein (technisches) Bohrkernstück zur Verfügung. Von den Spülproben wurde ein Spülproben-Klebelog im Maßstab 1:1.000 gefertigt, um ein lithologisches Kontinuum zu erhalten. Damit ist eine Korrelationsmöglichkeit mit den Bohrlochmessungen und gegebenenfalls mit anderen kalkalpinen Profilen gegeben. Von selektierten Cuttingstrecken wurden Sammelproben in Kunstharz eingegossen und Dünnschliffe angefertigt. Einige Versuche, Mikrofossilien durch Auflösung von Probenmaterial zu gewinnen, verliefen negativ.

**Kurzprofil** (Standardtiefen, nach Gamma Ray)

0 - 101 m	Quartär
- 108 m	Jura
- 1986 m	Rhät/Nor, Dachsteinkalk; basal Dolomit des Ober-Karn
- 2007 m	Karn, Tonschiefer, Kalke, z.T. Sandstein
- 2413 m	Karn/Ladin, Wettersteindolomit

**Beschreibung der Schichtfolge** (Tiefenangaben nach Spülprobenaustritt)

0 - 101m	Quartär: Schotter, Blockmaterial, überwiegend bestehend aus Karbonatgeröllen. Tonige Lage von 10-26 m. Ab 60 m gehäuft tonige Lagen, ab 75 m auch kohlig. Ab 90 m basaler Blockschutt
- 108m	Jura mit roten Kalken z.T. Filamentmikrit
- 702m	Dachsteinkalk bräunlichgrau mit überwiegend Member A und C der Lofer-Zyklotheme bei offensichtlichem Zurücktreten von dolomitischem Member B. Vereinzelt grüne Tone, häufiger rote kalkige bis tonige Partikel aus Hohlraumfüllungen, z.T. brekziös.
- 880m	Wechselagerung von Dachsteinkalk, mittelbräunlichgrau, mit Dolomit z.T. körnig, weißlich oder braungrau, z.T. dunkelgrau
-1785m	Dachsteinkalk, bräunlichgrau, gegen unten dunkler werdend, im oberen Teil noch häufiger rote Partikel, ab 1200 m nur mehr Partikel von grünen Lagen, die ab 1500 m ebenfalls nahezu aussetzen. Bei 1320 weißliche Dolomitlage. Nach Bohrkernstücken bei 1660,5 m liegt flache Lagerung vor (Feinstrukturen im Kalk). In einem Stück ist ein Megalodontenquerschnitt erhalten (Abb. 5).
-1997m (= 1986 m nach GR)	Dolomit, hell- bis mittelbräunlichgrau, z.T. stark zerbohrt. Einschaltungen von Kalk, hell bis mittelgrau bei 1813-1839 m, 1845-1875 m in Einzellagen bis 1905 m, darunter ausnahmslos Dolomit in der gesamten Gesteinsstrecke Helligkeitsschwankungen des Gesteins bis in den Stückbereich
-2025m (= 2007 m nach GR)	Tonschiefer, schwarz, z.T. siltig und Sandstein vom Typ des Lunzer Sandsteines (hoher Gehalt an Feldspatkomponenten, gelegentlich Zirkon und Apatit in Dünnschliffen festzustellen). Daneben Dolomit, dunkelgrau, z.T. körnig, gelegentlich mit Oidstruktur. Vereinzelt Sandkörner im Dolomit.
- 2413m	Dolomit, hell- bis mittelbräunlichgrau mit Helligkeitsschwankungen bis in den Kleinbereich (Reliktstrukturen von Kalkorganismen).

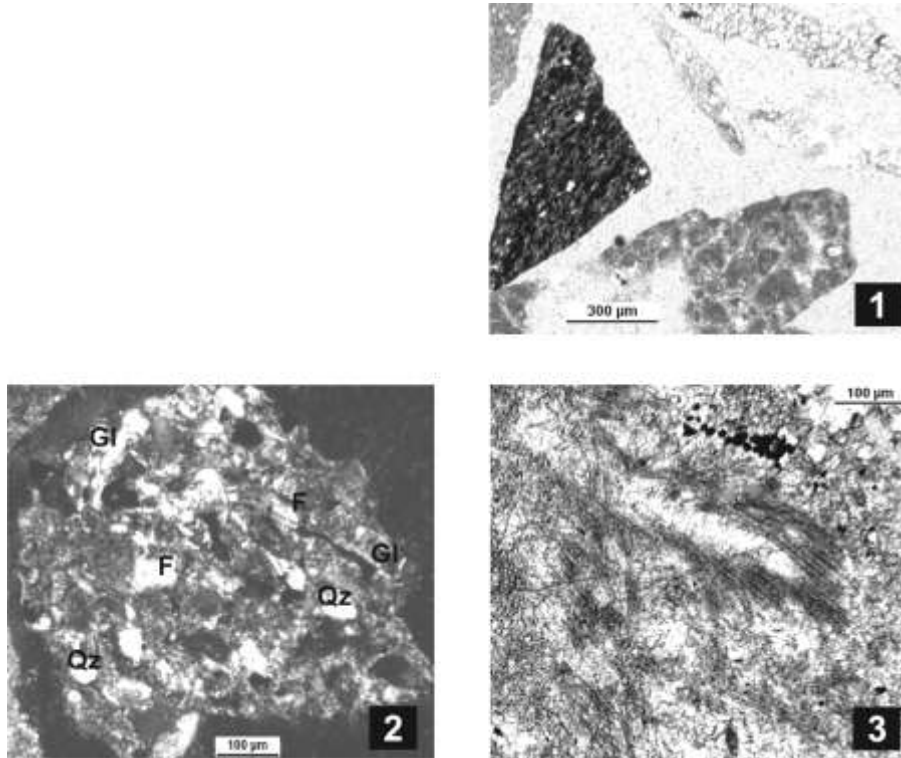


Abb. 4: Dünnschliffe von Cuttings (Fotos R. Sauer, OMV); 4/1 Siltiger Tonschiefer, grobkörniger Dolomit, pelsparitischer Kalk (Karn). Entnahmetiefe 2025 m; 4/2 Karnischer Sandstein mit Quarz, häufig Feldspat und Glimmer. Entnahmetiefe 2005 m; 4/3 Wettersteindolomit mit Algenfragmenten. Entnahmetiefe 2025 m.

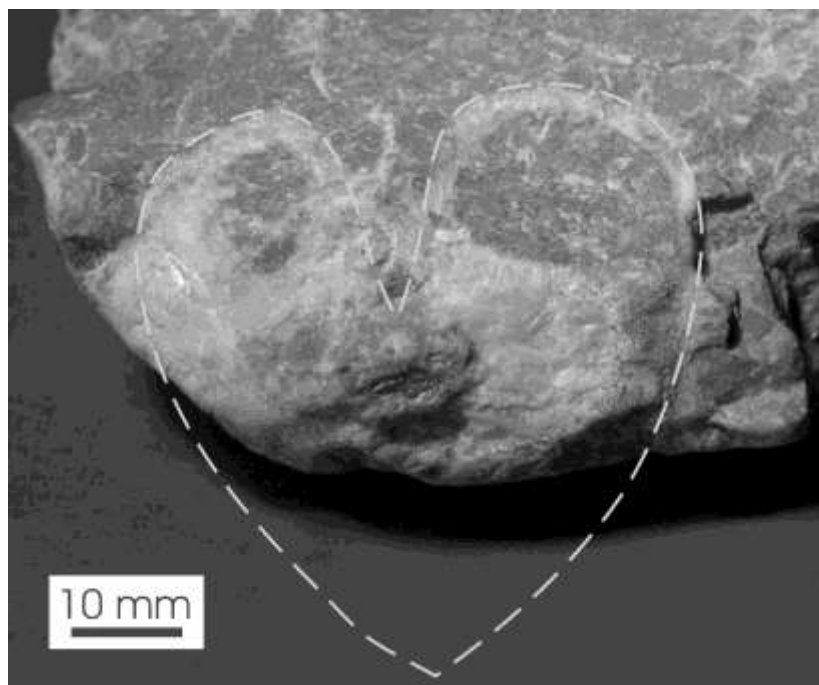
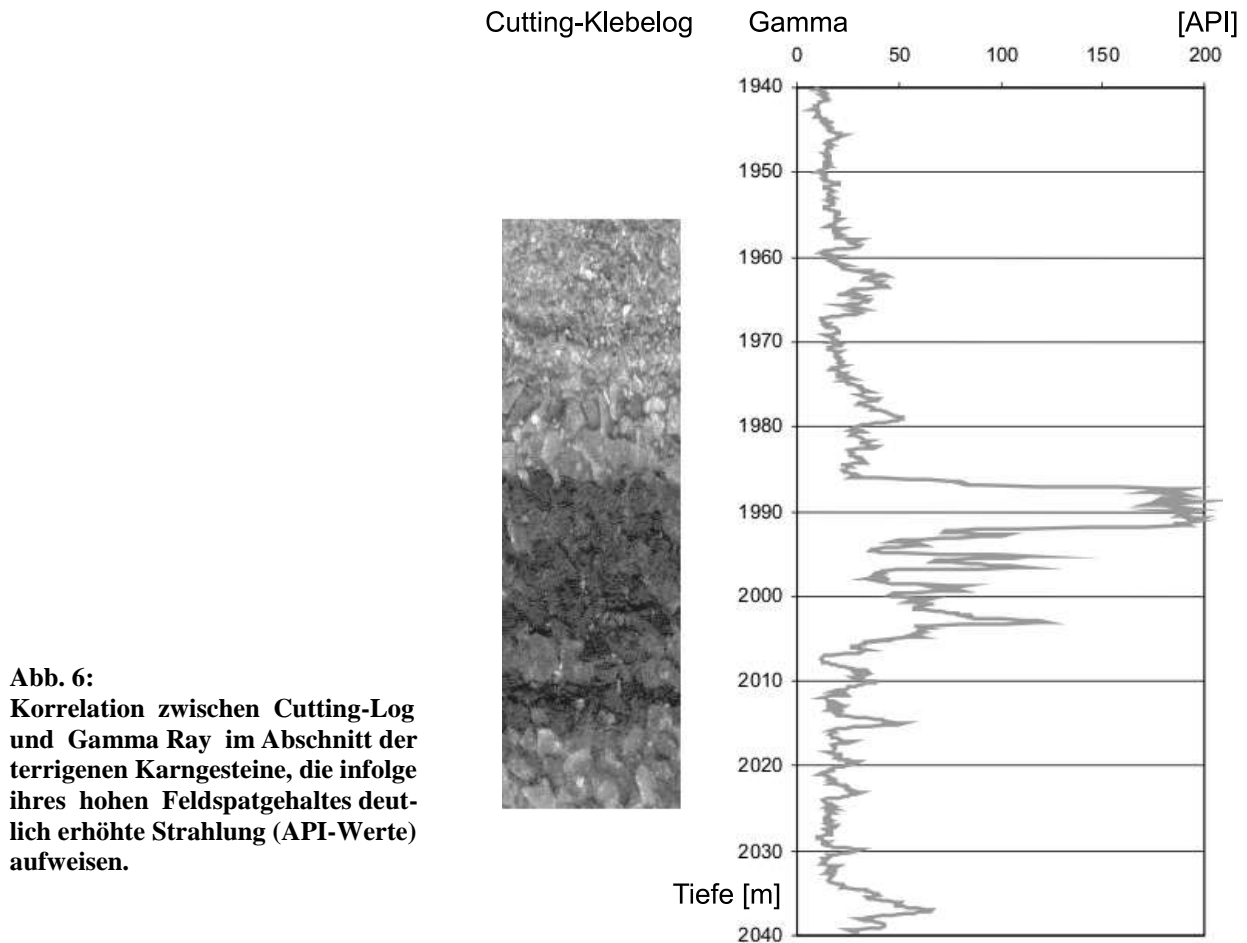


Abb. 5: Bohrkernstück bei 1660,5 m. Dachsteinkalk mit *Megalodus* sp. (Foto G.W.Mandl)

## Bohrlochmessungen

Es wurden insgesamt folgende Messungen durchgeführt (z.T. nur streckenweise):

Gammalog, Eigenpotentiallog, Widerstandsnormale 16", Widerstandsnormale 64", Soniclog, Dichtelog, Temperaturlog, Wasser-/Spülungsleitfähigkeitslog, Flowmeterlog, Kaliberlog, Neigung & Richtung.



**Abb. 6:**  
**Korrelation zwischen Cutting-Log und Gamma Ray im Abschnitt der terrigenen Karngesteine, die infolge ihres hohen Feldspatgehaltes deutlich erhöhte Strahlung (API-Werte) aufweisen.**

## Tektonisches Ergebnis

Wie bereits oben in der geologischen Übersicht angeführt, gibt es zwei grundlegend unterschiedliche Auffassungen über den großräumigen Bauplan dieses Kalkalpenabschnittes, die auf Abb. 7 in zwei Querschnitten einander nochmals gegenübergestellt sind.

**Querschnitt A** nach Tollmann (1976) zeigt eine tektonische Dreigliederung des Gebirges in eine Warscheneck-Decke, auflagernde Hallstätter Deckschollen und die darüber liegende Dachstein-Decke. Der Stirnbereich letzterer ist von einer sekundären Verschuppung (Zinkitzkogel) betroffen, die für eine scheinbare Auflagerung der Hallstätter Deckscholle des Wandlkogels auf der Dachsteindecke verantwortlich sein soll. Tatsächlich sollen Haselgebirge und Werfener Schichten als Deckenscheider zwischen Warscheneck- und Dachstein-Decke südwärts abtauchen.

Südlich der Dachstein-Decke kommen Karbonatgesteine (Mitteltrias-Karn) an die Oberfläche, die dem Mandling-Zug zugeordnet werden. Sie werden als südliche Fortsetzung von Lawinenstein und Warscheneck gedeutet – vgl. Tollmann (1981, Abb. 2, 3).

**Querschnitt B** zeigt die hier vertretene Zweiteilung, die einer Weiterführung der Auffassung von Spengler entspricht und mit den Ergebnissen der Bohrung Th1 besser vereinbar ist.

Die Gesteine der Dachstein-Decke und der Warscheneck-Decke hängen im Untergrund des Mitterndorfer Beckens zusammen und bilden einen tektonischen Körper, der hier als „Dachstein-Decke im erweiterten Sinne“ bezeichnet wird.

Dafür spricht das Fehlen von Gesteinen der Deckschollen, insbesondere von mächtigen Werfener Schichten oder Haselgebirge, und von jurassischen Kieselgesteinen. Statt dessen wurden nur Spuren von Jurarotkalken angetroffen. Der anschließend durchhörtere Dachsteinkalk befindet sich im Vergleich zu jenem der nördlich angrenzenden Teilschollen – mit ihrer mächtiger Jurabedeckung und den auflagernden Gleitschollen – sogar in leicht gehobener Position. Von einer schrittweisen Absenkung oder südwärts gerichtetem Einfallen ist nichts zu erkennen. Der karnische Reflektor zeigt im seismischen Nord-Süd-Profil praktisch horizontale Lagerung, im West-Ost-Profil ist flaches Ostfallen erkennbar (siehe Abb. 2), das mit der ostwärts zunehmenden Mächtigkeit der erhaltenen Jurasedimente korreliert. Die tektonischen Komplikationen im Bereich Zinkitzkogel sind hier als Einschleppung von primär auflagernden Werfener Schichten in ein steilstehendes Störungssystem, eventuell mit Blattverschiebungscharakter, dargestellt. Tatsache ist, dass im Umfeld dieses Störungsbündels, in den Bohrungen B1 und B2 zwischen der Bohrteufe 294 bis 354 m Werfener Schichten, Haselgebirge und dunkle Kalke angetroffen wurden – Hohmann 1970 in Zetinigg (1993, Taf.7).

Die in Querschnitt A dem Mandling-Zug zugeordneten Gesteine sind nach der Neuaufnahme der Umgebung von Gröbming kein tektonisch eigenständiges Element, sondern Teil der Schichtfolge der Dachstein-Decke. Die mehrfach verschuppten Triasabfolgen des Mandling-Zuges enden nördlich Gröbming. Östlich davon grenzen nur noch Grauwackengesteine mit auflagerndem Ennstaltertiär entlang einer steilstehenden Störung an die Karbonatgesteine der Dachsteindecke – vgl. Mandl (2001, Beil. 1).

Die Schichtfolge der Dachsteindecke zeigt östlich des Kammspitzes eine zunehmende Differenzierung, wie sie auch für das Gosaukamm-Gebiet charakteristisch ist. Das sonst weitgehend fehlende, terrigene Karn setzt hier wieder ein, mit schwarzen Schiefertönen, Kalken und sowohl dunklem als auch hellem Dolomit. Letzterer ist wohl oberkarnisch, da er von unternorisch datierten, allodapischen Kalken („Pedataschichten“) und dann von Dachsteinriffkalk überlagert wird. Diese karnischen Dolomite könnten mit dem etwa 100 m mächtigen Dolomitmiveau korrelierbar sein, welches in der Bohrung zwischen dem terrigenen Karn und dem Dachsteinkalk angetroffen wurde.

Häufige Zwischenschaltungen von Dolomitloferiten im Dachsteinkalk zwischen Teufe 702 – 880 m könnten jenem stratigraphischen Niveau entsprechen, welches im westlichen Dachsteinplateau und im Kemetgebirge eine zeitweilige Dominanz intertidaler Ablagerungsbedingungen anzeigt – vgl. dazu Mandl (2000, Fig. 5; 2001, Karte und Profilschnitte).

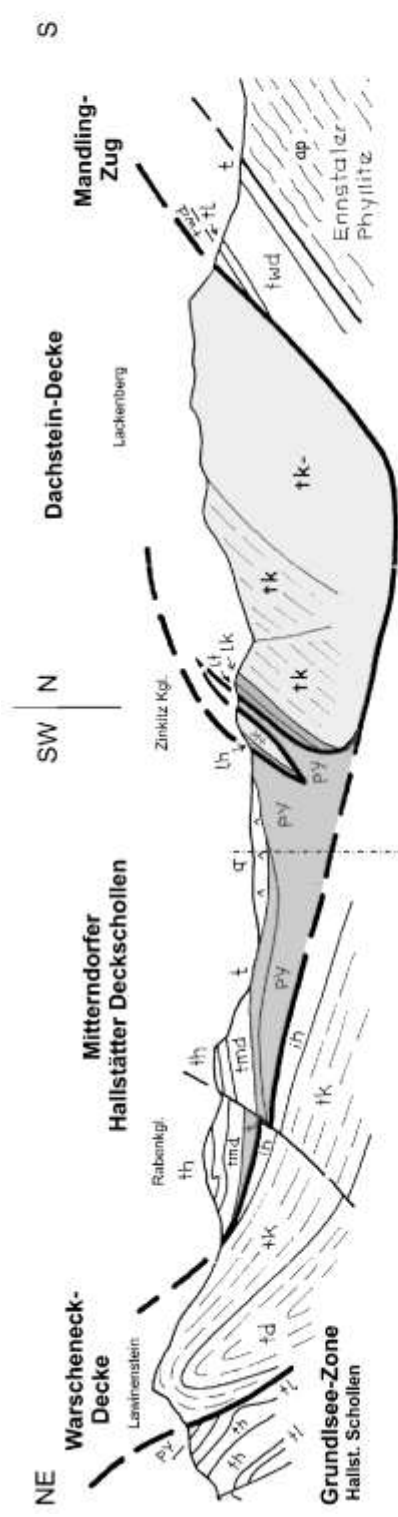
Die Bohrung Th1 gibt auch einen wichtigen Anhaltspunkt über die Mächtigkeit des Dachsteinkalkes, da sie bei nahezu horizontaler Lagerung sowohl seine Jurabedeckung als auch die unterlagernden Gesteine durchhörtert hat. Sieht man von der Möglichkeit einer Verfälschung durch unbemerkt gebliebene tektonische Flächen (Rampen, Abschiebungen etc.) innerhalb der Abfolge einmal ab, ergibt sich ein Schichtstapel von knapp unter 1.900 Metern Dachsteinkalk. In den Serienschnitten bei Mandl (2001, Beil. 2) ist die Mächtigkeit demgegenüber deutlich zu gering eingeschätzt, sie ist daher für zukünftige Überlegungen entsprechend zu korrigieren.

## VI. HYDROLOGISCHE INTERPRETATION

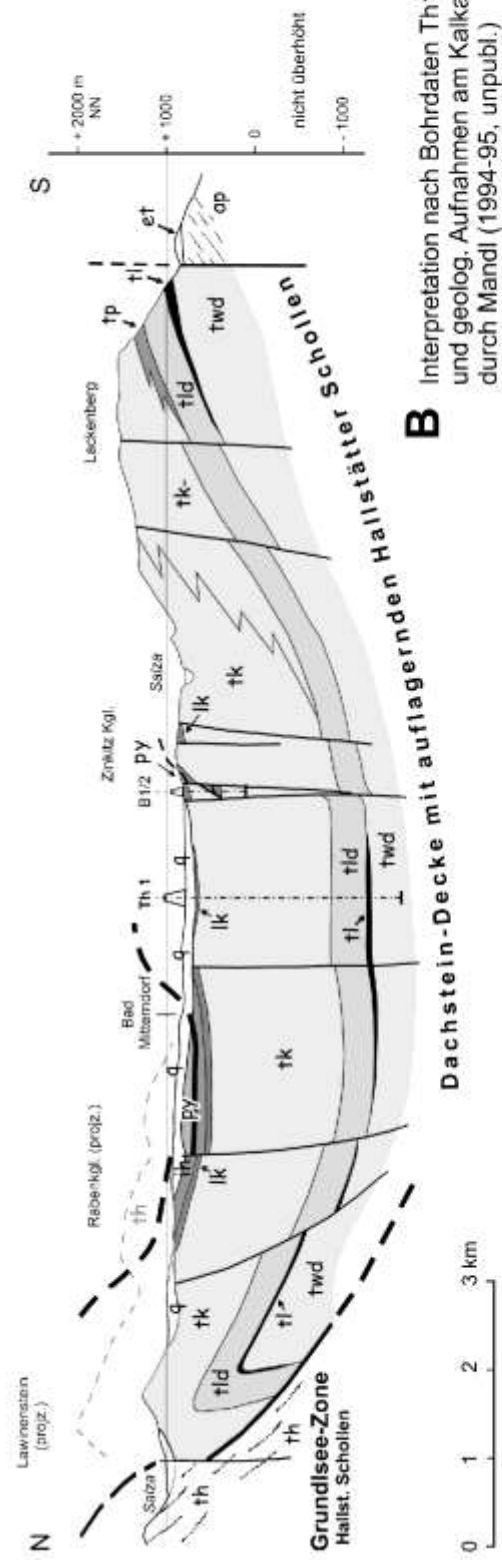
Wie allgemein in den kalkalpinen Abfolgen liegt der geothermische Gradient sehr niedrig. Auf Grund der guten Wegsamkeiten ist jedoch mit Verzerrungen infolge Auftretens möglicher Zirkulationssysteme zu rechnen, die einerseits in der absteigenden Komponente zu kühle Werte aufweisen, in der aufsteigenden Komponente Wärmeanomalien bewirken.

Hydrologisch scheint der eigentliche Aquifer der Wettersteindolomit zu sein, der auch genügend Tiefe erreicht, um Thermalwasser zu enthalten und auch in die Klüfte des Dachsteinkalkes zu liefern. Ein mögliches Fließsystem bringt Oberflächenwasser aus den porösen Ausbisszonen vor allem um den Grimming nach unten. Hier wird es erwärmt und mineralisiert, wobei letzteres den Anhydriten des Haselgebirges zuzuschreiben wäre. Entlang von Dichtezonen, zu denen teilweise die Tonschiefer und Sandsteine des Karn, aber auch der Dachsteinkalk selbst zu rechnen wäre, strebt das Wasser infolge geringeren spezifischen Gewichtes höhere Positionen an. Im Dachsteinkalk wird dies entlang von Dolomiteinschaltungen erfolgen, vor allem aber entlang von Klüften. Die Thermalwässer, die in den Quellen und Bohrungen in Heilbrunn austreten, sind offensichtlich an derartige Klüfte entlang einer Störung gebunden. Das Speichervolumen ist in den Dolomiten als hoch anzusehen. Die Permeabilität wechselt jedoch stark und hängt sehr vom Grad der tektonischen Beanspruchung des Aquiferbereiches ab. Die Bohrung Mitterndorf Th1 liegt in einem eher ruhigen flachen Abschnitt der Dachsteindecke. Bei stärkerer Deformation würde eine noch höhere Permeabilität vorliegen. Da der Wettersteindolomitkörper große Ausdehnung und Mächtigkeit besitzt, ist eine Nachhaltigkeit sichergestellt, ebenso eine ständige Erneuerung des Wassers aus entfernter liegenden Oberflächenbereichen bei entsprechender Verweilzeit im Untergrund.





**A** Interpretation nach Tollmann 1976



**B** Interpretation nach Bohrdaten Th1 und B1/2 und geolog. Aufnahmen am Kalkalpen-Südrand durch Mandl (1994-95, unpubl.)

Abb. 7: Profilschnitte durch das Mitterndorfer Becken

- |    |                        |     |                       |     |                         |     |                          |
|----|------------------------|-----|-----------------------|-----|-------------------------|-----|--------------------------|
| q  | Quartär                | lk  | Hierlatzkalk          | tp  | "Pedataschichten"       | tmd | Anis-Dolomite            |
| et | Ennstal-Tertiär        | tk  | Dachsteinkalk gebankt | tld | Karn. Dolomit           | t   | Werfen Formation         |
| ih | Jurass. Kieselgesteine | tk- | Dachstein-Riffkalk    | tl  | Karn. Schiefer u. Kalke | py  | Haselgebirge             |
| if | Lias-Fleckenmergel     | th  | Hallstätter Kalke     | twd | Wetterstein-Dolomit     | ap  | Altpaläozoische Phyllite |

## ANHANG 1: LITERATUR

- Böhm F. 1988. Geologie des Grimming-Westabschnittes. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. **34/35**, 151-184, 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), 61-78, Wien.
- Mandl G. W. 2001. Geologie der Dachsteinregion. Arch. f. Lagerst.forschung **21**, 13-37, Wien (Geol. B.-Anst.).
- Schauberger O. 1979. Die Mineral- und Thermalquellen im Bereich des ostalpinen Salinars zwischen Salzach und Enns. Schriftenreihe d. Oberösterreich. Musealvereins **9**, Linz.
- Schöllnberger W. 1974. Zur Verzahnung von Dachsteinkalk-Fazies und Hallstätter Fazies am Südrand des Toten Gebirges (Nördliche Kalkalpen, Österreich). Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. **22**, 95-153, Wien.
- Spengler E. 1934. Über den Zusammenhang zwischen Dachstein und Totem Gebirge. Verh. Geol. B.-Anst. 1934, 80-86, Wien.
- Spengler E. 1961. Bemerkungen zu der Arbeit: "Die Hallstätterzone des östlichen Salzkammergutes und ihr Rahmen" von A. Tollmann. Verh. Geol. B.-A. 1961, 176-179, Wien.
- Steiger T. 1980. Geologische Aufnahmen des Zauchenbachtals und des Krahstein-Massives am Südrand des Toten Gebirges N' Bad Mitterndorf (Nördliche Kalkalpen, Steirisches Salzkammergut, Österreich). Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. **26**, 213-245, Wien.
- Thomanek K. 1995. Beurteilung einer Tiefbohrung auf Heißwasser in Ortsnähe von Bad Mitterndorf. Unveröffentl. Bericht.
- Tollmann A. 1960. Die Hallstätterzone des östlichen Salzkammergutes und ihr Rahmen. Jb. Geol. B.-A. **103**, 37-131, Wien.
- Tollmann A. 1976. Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Teil III: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. Orogene Stellung und regionale Tektonik. IX+457p., Wien (Deuticke).
- Tollmann A. 1981. Oberjurassische Gleittektonik als Hauptformungsprozeß der Hallstätter Region und neue Daten zur Gesamttektonik der Nördlichen Kalkalpen in den Ostalpen. Mitt. österr. geol. Ges. **74/75** (1981/82), 167-195, Wien.
- Zetinigg H. 1993. Thermalquelle Heilbrunn bei Bad Mitterndorf im Salzkammergut in: Die Mineral- und Thermalquellen der Steiermark. Mitt. Abt. Geol. u. Paläont. Landesmuseum Joanneum **50/51** (1992-93), Graz.
- Zötl J. 1993. Die Salinarquellen des Oberösterreichischen und Steirischen Salzkammergutes. In: J. Zötl, J. E. Goldbrunner (Ed.): Die Mineral- und Heilwässer Österreichs, 64-71, Springer Verlag Wien-New York.