



Erste Ergebnisse reflexionsseismischer Messungen im Ennstal zwischen Liezen und Weng (Steiermark)

CHRISTIAN SCHMID*), GUNTER SUETTE**) & FRANZ WEBER**)

7 Abbildungen und 1 Tabelle

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 98, 99

Steiermark
Ennstal
Geophysik
Reflexionsseismik

Inhalt

| | |
|---|-----|
| Zusammenfassung | 107 |
| Abstract | 107 |
| 1. Einleitung und Problemstellung | 108 |
| 2. Abriss der geologischen Verhältnisse des Messgebietes | 108 |
| 3. Messprogramm, Feldmessungen und Processing | 109 |
| 3.1. Datenakquisition | 109 |
| 3.2. Datenbearbeitung | 109 |
| 4. Ergebnisse (Zeit- und Tiefenprofile) | 110 |
| 5. Integrierte geologisch-geophysikalische Interpretation | 112 |
| 6. Vorschläge und Empfehlungen | 113 |
| Dank | 113 |
| Literatur | 113 |

Zusammenfassung

Im Ennstal wurden im Jahre 1993 drei reflexionsseismische Profile im Abschnitt zwischen Liezen und Weng gemessen, die eine bedeutende glaziale Talübertiefung eindeutig nachgewiesen haben. Diese beträgt im Raum östlich Liezen ca. 480 m, auf Profil 9302 maximal 390 m und nimmt bis in die Gegend östlich Weng auf Werte von ca. 350 m ab. Die Ausformung der Talübertiefung dürfte trog-muldenförmig sein, wobei im zentralen Bereich ein flaches Relief vorherrscht. Die Talflanken lassen – soweit sie von den seismischen Profilen erfasst wurden – einen mittelsteilen Anstieg gegen den anstehenden präquartären Untergrund erkennen. Die Quartärbasis ist überwiegend durch einen Leithorizont mit guter Kontinuität und Amplitude charakterisiert. Zur Identifizierung leistet die Geschwindigkeitsanalyse einen gewissen Beitrag. Das Quartär weist Reflexionen unterschiedlicher Qualität, Längserstreckung und Konfiguration auf, die sich jedoch innerhalb der drei Profile nicht mit Sicherheit korrelieren lassen. Östlich Liezen ist auf Profil 9303 der überwiegende Teil des Quartärs reflexionsleer, was auf Dominanz von feinklastischen Sedimenten hinweist. Ansonsten dürften die quartären Reflexionen auf Einschaltung von Kies-Schotterlagen zurückzuführen sein. Es treten Versetzungen im Reflektor der Quartärbasis im Ausmaß bis 140 m auf, wobei noch nicht feststeht, ob es sich um Tektonik (Brüche) oder um Steilstufen des Untergrundes handelt.

Abstract

In 1993 three reflection seismic profiles were acquired situated in the Enns valley (Styria) between Liezen and Weng, where a considerable glacial overdeepening could be proven clearly. The overdeepening was determined in the area east of Liezen as about 480 m, near Admont 390 m and east of Weng 350 m. The form of overdeepening could be a trough and in the central part dominates a flat relief. A medium steep rise in the direction of the outcropping prequaternary underground could be recognised at the flanks of the buried valley. The base of Quaternary is characterised by a marker horizon with good continuity and amplitude. The velocity analysis gives a certain contribution for the identification of this horizon. The Quaternary shows reflections of different quality, extension and configuration, which can not be correlated between the profiles with confidence. East of Liezen the most part of Quaternary is reflection free at the profile 9303. Continuous Quaternary reflections could be produced by intercalations of gravels. base of the Quaternary shows vertical displacements of up to 140 m; it is not certain if this is caused by tectonics (faults) or steepening of the underground.

*) Dipl.-Ing. Dr. CHRISTIAN SCHMID, Joanneum Research Ges.m.b.H, Institut für WasserRessourcenManagement, Hydrogeologie und Geophysik, Roseggerstraße 17, 8700 Leoben.

**) Dr. GUNTER SUETTE, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabt. Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft, Stempfergasse 5-7, 8011 Graz.

**) Em. Univ.-Prof. Dr. FRANZ WEBER, Montanuniversität Leoben, Institut für Geowissenschaften, Lehrstuhl Geophysik, Peter-Tunner-Straße 25, 8700 Leoben.

1. Einleitung und Problemstellung

Das Ennstal ist seit langem von großem geologischen und auch quartärgeologischen Interesse. Es ist der Prototyp eines alpinen Längstales, dessen Anlage mit dem geologischen Bau in Zusammenhang gebracht wird.

Bezüglich der Glazialgeologie liegen grundsätzliche Erkenntnisse vor (K. BISTRITSCHAN, 1952, 1955; D. VAN HUSEN, 1968, 1979; W. FUCHS, 1980). Für das Untersuchungsgebiet sind vor allem die Würmvereisung und das daran anschließende Postglazial von Bedeutung. Wohl bekannt ist weiters die Seenbildung am Ende des Glazials, deren Sedimente durch Bohrungen nachgewiesen werden konnten. Auch die Talübertiefung des oberen Ennstales war bekannt, wurde jedoch in ihrem Ausmaß unterschätzt; so nahm W. FUCHS (1980) dafür ein Ausmaß bis über 100 m an.

Unter diesen Umständen bedeutet auch ein kurzes reflexionsseismisches Programm insofern einen Fortschritt, als es Aussagen über den Bauplan der Talübertiefung, quantitative Angaben über Sedimentmächtigkeiten und in begrenztem Ausmaß über die Lithologie gestattet. Anlass für die im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung durchgeführten Untersuchungen waren primär hydrologische Fragestellungen, um zu klären, ob im tieferen Bereich der quartären Schichtfolge mit weiteren Aquiferen gerechnet werden kann.

Ein weiteres Ziel bestand darin, Voraussetzungen für ein optimales Messprogramm für zukünftige, umfangreichere Untersuchungen zu schaffen. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt bei den reflexionsseismischen Ergebnissen, während für gesicherte hydrogeologische und hydrologische Aussagen im tieferen Abschnitt des Quartärs nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse eine Aufschlussbohrung unbedingt erforderlich ist.

2. Abriss der geologischen Verhältnisse des Messgebietes

Das Ennstal bildet sowohl morphologisch als auch geologisch eine wichtige Grenze. Westlich von Liezen wird das Gebiet nördlich der Enns hauptsächlich von den Gesteinen der Nördlichen Kalkalpen aufgebaut, während südlich der Enns die Ennstalphyllite dominieren und weiter westlich sich zunehmend das Altkristallin der Niederen Tauern annähert. Die Ennstalphyllite bilden nach H.P. SCHÖNLAUB (1980) die Fortsetzung der Salzburger Grauwackenzone und finden im Osten ihre Fortsetzung in den Grauwackengesteinen des Palntales. Lithologisch besteht die Serie der Ennstalphyllite hauptsächlich aus dünnblättrigen Phylliten, untergeordnet aus Grünschiefern, Kalkphylliten und Bänderkalken. Letztere reichen in der nordwestlichen Fortsetzung des Hohen Trefts bis in das Ennstal herab. Die Phyllite sind als wasserundurchlässig zu betrachten, die Kalke sind nicht verkarstungsfähig.

Östlich von Liezen treten die Phyllite lokal auch am nördlichen Hangfuß auf, ansonsten dominieren die Werfener Schichten (Skyth), die als glimmerreiche, bunte Tonschiefer wasserundurchlässig sind. Im Raum Admon – Weng tritt darunter auch gipsführendes Haselgebirge auf, das als leicht austrämbares Gestein für die Ausformung der Quartärbasis bedeutungsvoll sein dürfte. Regionalgeologisch werden diese kalkalpinen Schichtglieder der Admonter Schuppenzone zugeordnet. Im unmittelbaren Bereich des Gesäuseeinganges stehen Dachsteinkalke und Wettersteinkalk bzw. Dolomit an, die zur Gölle-Decke gehören. Mit Ausnahme verwitterter Werfener Schichten dürften alle Gesteine des Untergrundes einen guten Impedanzkontrast zum hangenden Quartär aufweisen.

Die quartären Ablagerungen des Ennstales sind der Würmvereisung zuzuordnen. Im oberen Ennstal reichte der Ennsgletscher nach W. FUCHS (1980) südlich des Dach-

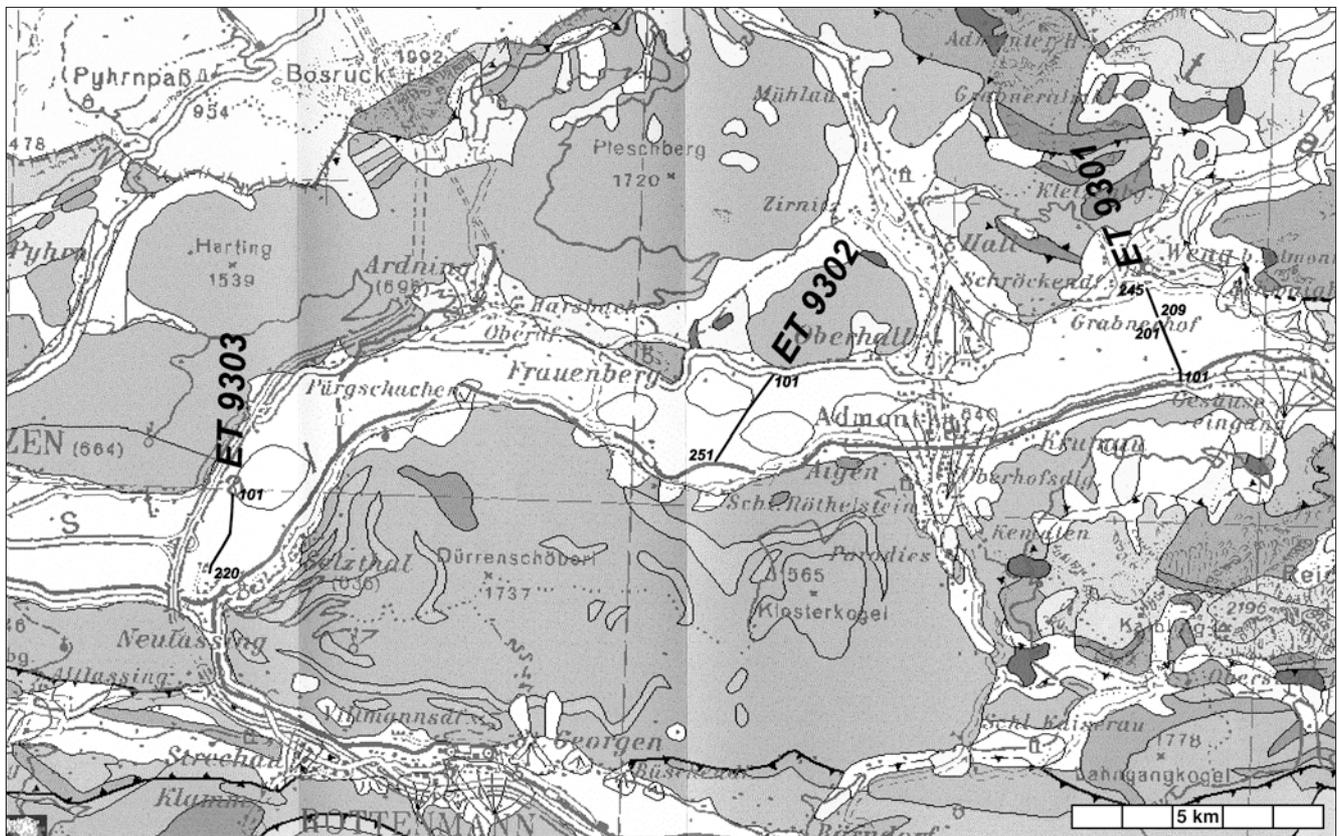


Abb. 1. Lageplan der Profile mit Geologie nach H. FLÜGEL & F. NEUBAUER (1984).

steins bis ca. 2000 m hinauf, durchströmte das Admonter Becken und blieb in der Gesäuseenge stecken, wobei die Eishöhe nur mehr 850–900 m SH erreichte. Unsere Kenntnisse über das Quartär des oberen Ennstales stammen vor allem aus Bohrungen für energiewirtschaftliche Zwecke und für den Straßenbau. Ab Steinach liegt im Bereich des Ennstals bis zum Gesäuseeingang eine Wechsellagerung von Kiesen, Sanden und Schluffen vor, wobei die auftretenden Kiesschichten zum Teil konglomeratisch verfestigt sind. Unmittelbar liegend zu den jüngsten Ablagerungen der Enns bzw. zu Torfschichten folgt im Bereich von Irdning eine mehrere Meter mächtige, auch unter der Enns durchziehende, Schluffschicht, die ihrerseits von Kiesen unterlagert wird. Ab Wörschach konnte basal zu dieser Kiesschicht ein zweiter, einige Meter mächtiger Schluffhorizont festgestellt werden, der seinerseits von einer weiteren Kiesschicht unterlagert wird, die bereichsweise konglomeratisch verfestigt ist. Ab dem Raum Liezen folgt sodann in einer Tiefe von ca. 25–35 m ein dritter Schluffhorizont und darunter wiederum Kies.

Diese Gliederung lässt sich anhand der vorhandenen Aufschlüsse bis in den Raum von Admont-Gesäuseeingang verfolgen, wobei jedoch ab dem Raum Selzthal die Mächtigkeit der Schluffhorizonte zunimmt, jene der Kieshorizonte abnimmt und gleichzeitig eine Abnahme der Korngröße festzustellen ist. Anzumerken ist hier noch, dass diese generelle Gliederung des oberen Teils der Schichtfolge in den talrandnahen Bereichen große Unregelmäßigkeiten zeigt, die in der Verzahnung mit den aus den Seitentälern des Ennstales kommenden Schwemmfächern begründet ist.

Im Bereich von Selzthal – Ardning wurden im Zuge des Autobahnbaues 21 Bohrungen mit einer Maximaltiefe von 34 m niedergebracht, die folgendes Profil nachgewiesen haben (GOBIET & GORIUPP, 1978):

0 – 5,0 m Torf
 5,0–13,0 m Schluff, sandig-tonig
 13,0–15,5 m Kies, schluffig-sandig, artesisches Wasser
 15,5–24,0 m Schluff, sandig
 24,0–34,0 m Fein-Mittelkies, sandig, artesisches Wasser

Durch diese Angaben wurde nachgewiesen, dass zwischen schluffigen grundwasserstauenden Schichten sandig-kiesige Grundwasserleiter liegen.

Hinsichtlich seiner Genese wird dieser Stockwerksbau jedoch verschieden gedeutet. Nach BISTRITSCHAN (1952) ist die Ablagerung der Schluffhorizonte nur als Folge der Ausbildung größerer Seen vorstellbar, die durch Abspernung des Gesäuseeinganges entstanden sind. So entstand nach einem Bergsturz zunächst ein See, der bis Liezen reichte, in welchem Schluffe und Sande, also Feinmaterial, abgelagert wurden. Diese Barriere wurde in der Folge durch Flusserosion unwirksam und es wurde aufgrund der höheren Strömungsgeschwindigkeit gröberes Material in Form von Kiesen und Sanden antransportiert und abgelagert. Vergleichbares Material wurde von den Seitenzubringern der Enns in das Becken eingeschüttet. Zu beachten ist in dieser Phase, dass das grobe Material nicht den Gesäuseeingang erreichte, sondern in diesem Bereich nur Feinmaterial abgelagert wurde. Noch bevor es zur vollständigen Ausräumung des Feinmaterials am Gesäuseeingang kam, erfolgten zumindest zwei weitere Absperrungen des Gesäuseeinganges und es entstanden Seen, welche bis Wörschach bzw. bis Steinach reichten. Dieser letzte See wurde während seiner Verlandung durch die vordringenden Schwemmkegel der Seitenbäche unterteilt, wodurch es auch in den dadurch getrennten Teilbereichen des Mitrennstales zu einer Höhenstaffelung einer als Leithorizont anzusprechenden, horizontal liegenden Schilftorfschicht und einer unterschiedlichen Höhenlage der Was-

erspiegel in den einzelnen voneinander abgeschnürten Teilbecken gekommen ist (ZETINIGG, 1988). Dabei liegt das Selzthaler Becken in einer Höhe von 630 m ü.A.

Entgegen der Auffassung von BISTRITSCHAN vertritt VAN HUSEN (1979) die Ansicht, dass der Stau, bewirkt durch eine Absperrung am Gesäuseeingang, nicht als mehrphasiges Geschehen durch aufeinanderfolgende Bergstürze anzusehen ist, sondern durch eine einzige Massenbewegung hervorgerufen wurde. Begründet wird dies dadurch, dass die Wechsellagerung zwischen Schluffen und Kiesen nicht überall eine klare Gliederung in drei Stockwerke erkennen lässt und diese Gliederung durch Verzahnung mit den Einschüttungen von Seitenzubringern nicht in die Talrandbereiche verfolgbar ist.

3. Messprogramm, Feldmessungen und Processing

3.1. Datenakquisition

Im Sommer 1993 wurden nach Tests zur Optimierung der Feldparameter die drei reflexionsseismischen Profile (ET9301, ET9302, ET9303) gemessen. Die Profile weisen Längen zwischen 2,25 und 1,56 km auf.

Insgesamt wurden 226 seismische Schüsse registriert. Als Energiequelle fungierte Gelatine Donarit 1 (GD1), das mittels elektrischer Zünder zur Detonation gebracht wurde.

Um eine möglichst gute laterale Auflösung zu erzielen, wurde ein Geophongruppenabstand von 10 m gewählt, wobei jede Gruppe zur Unterdrückung der störenden Oberflächenwellen äquidistant auf eine Länge von 20 m ausgelegt wurde (Geophonpattern mit 16 Geophonen pro Spur). Mit der verwendeten 48-kanaligen digitaleismischen Apparatur und dem Schusspunktabstand von 20 m resultiert nominal 12-fache Untergrundsüberdeckung.

Die Profile ET9302 und ET9303 weisen eine hervorragende Datenqualität auf.

Die Qualität der Daten von Profil ET9301 fällt jedoch gegenüber den anderen Profilen ab. Die Ursache dafür ist in der äußerst komplizierten Geologie am Gesäuseeingang zu sehen.

Tabelle 1.
 Feldparameter der reflexionsseismischen Messungen.

| Profil | ET9301 | ET930 | ET9303 |
|---------------------------|---------|---------|---------|
| Profilrichtung | NNW–SSE | NNE–SSW | NNE–SSW |
| Geophongruppenabstand [m] | 10 | 10 | 10 |
| Geophonpattern [m] | 20 | 20 | 20 |
| Geophonfrequenz [Hz] | 10 | 10 | 10 |
| Geophonanzahl/Gruppe | 16 | 16 | 16 |
| Offset [m] | 60 | 60 | 60 |
| Schusspunktabstand [m] | 20 | 20 | 20 |
| Schusspattern [m] | 0 | 0 | 0 |
| Anzahl der Bohrlöcher | 1 | 1 | 1 |
| Energiequelle | GD1 | GD1 | GD1 |
| Ladungsmenge [dag] | 7–11 | 7–11 | 7–11 |
| Bandpassfilter [Hz] | 17–125 | 16–125 | 16–125 |

3.2. Bearbeitung

Die Daten der Feldmessungen wurden im Format SEG-B auf Magnetband digital aufgezeichnet. Die Registrierzeit aller Records ist 2s mit einer Sampling-Rate von 2 ms, wodurch automatisch die Nyquist-Frequenz von $f_{NY} = 250$ Hz festgelegt ist.

Um bestmögliche Vergleichbarkeit zu garantieren, wurde auf alle seismischen Linien ein einheitliches Processing-schema mit – soweit wie möglich – gleichen Processingparametern angewendet. Das Processing-schema lässt sich wie folgt zusammenfassen.

1) Demultiplexen der shot-Records (Abtastperiode 2 ms, Recordlänge 2 s) und Restaurierung wahrer Amplituden

- 2) Definition der Liniengeometrie
- 3) Editieren und Löschen schlechter Spuren
- 4) Abschneiden der Ersteinsätze
- 5) Statische Korrekturen
- 6) Dekonvolution (variable Designgates)
- 7) Geschwindigkeitsanalyse und NMO-Korrektur
- 8) Reststatische Korrektur
- 9) Stapeln
- 10) Bandpass-Filterung
- 11) Amplitudenausgleich
- 12) Finale Darstellung

Die finalen Sektionen wurden schließlich in unterschiedlichen Maßstäben, versehen mit den wichtigsten Informationen, ausgedruckt. Eine vorsichtige Abschätzung der Genauigkeit der angegebenen Geschwindigkeiten und Tiefen unter Berücksichtigung der Erfahrung ergibt eine Schwankungsbreite von $\pm 10\%$.

4. Ergebnisse (Zeit- und Tiefenprofile)

Profil 9301

Das Profil verläuft westlich von Weng in NNW–SSE-Richtung und ist nur 2,5 km westlich der Verengung des Gesäuses gelegen. Das Zeitprofil zeigt eine eindeutige Muldenstruktur mit etwas steilerer Nordflanke (Abb. 2,3).

Die Reflexion der Quartärbasis ist über weite Strecken gut ausgebildet, lediglich lokal treten Qualitätsvermindierungen und Unterbrechungen der Kontinuität auf. Daher kann auch die maximale Talübertiefung nur näherungsweise mit 350 m angegeben werden, das Zentrum der Mulde liegt etwa bei GP 200. Eine kleinere Störung mit Südfallen tritt bei GP 144 auf. Eine weitere, ebenfalls süd-fallende Versetzung reicht anscheinend noch in den han-

genden quartären Reflektor hinauf und könnte auch nur eine lokale bruchlose Verbiegung darstellen.

Innerhalb des Quartärs sind in verschiedenen Niveaus Reflektoren unterschiedlicher Längserstreckung, Amplitude und Frequenz ausgebildet. Vor allem auf der Südflanke erstrecken sich diese nahezu parallel zum Verlauf der Quartärbasis. Im Zeitbereich von 0,2 s liegt ein gut ausgebildeter Reflektor nahezu sählig und lässt in nördlicher Richtung eine transgressive Lagerung erkennen. Dagegen zeigt im Hangenden ein kräftiger Reflektor, der bei GP 166 mit einer Laufzeit von ca. 0,1 s beginnt, ein deutliches Einfallen nach Norden. Weiter im Hangenden sind schwache Reflexionen angedeutet, die etwa der Quartäroberkante entsprechen könnten.

Die Geschwindigkeitsanalyse zeigt an der Oberfläche Werte von 1550 m/s, die ab 0,07 s auf Intervallgeschwindigkeiten von 2100 m/s springen. An der Quartärbasis wurden Geschwindigkeiten von 4000–4600 m/s ermittelt.

Profil 9302

Das Profil erstreckt sich ca. 1,5 km westlich von Admont in NE–SW-Richtung. Im Norden kommt es nahe an das anstehende Kalkalpin heran, das hier von Werfener Schichten gebildet wird. Es besteht reflexionsseismisch eine klare Trennung zwischen dem Quartär und dem prä-quartären Untergrund, wobei die entscheidenden Kriterien die kräftige Amplitude und über längere Strecken kontinuierliche Längserstreckung des Reflektors der Basis sowie die deutlichen Unterschiede in den Lagerungsverhältnissen bilden (Abb. 4, 5).

Beim Basisreflektor fällt auf, dass dieser über weite Strecken ein unruhiges Relief aufweist. Gewisse Unsicherheiten in der Zuordnung bestehen am nördlichen und südlichen Ende des Profils. Im Abschnitt von GP 270–430 ist

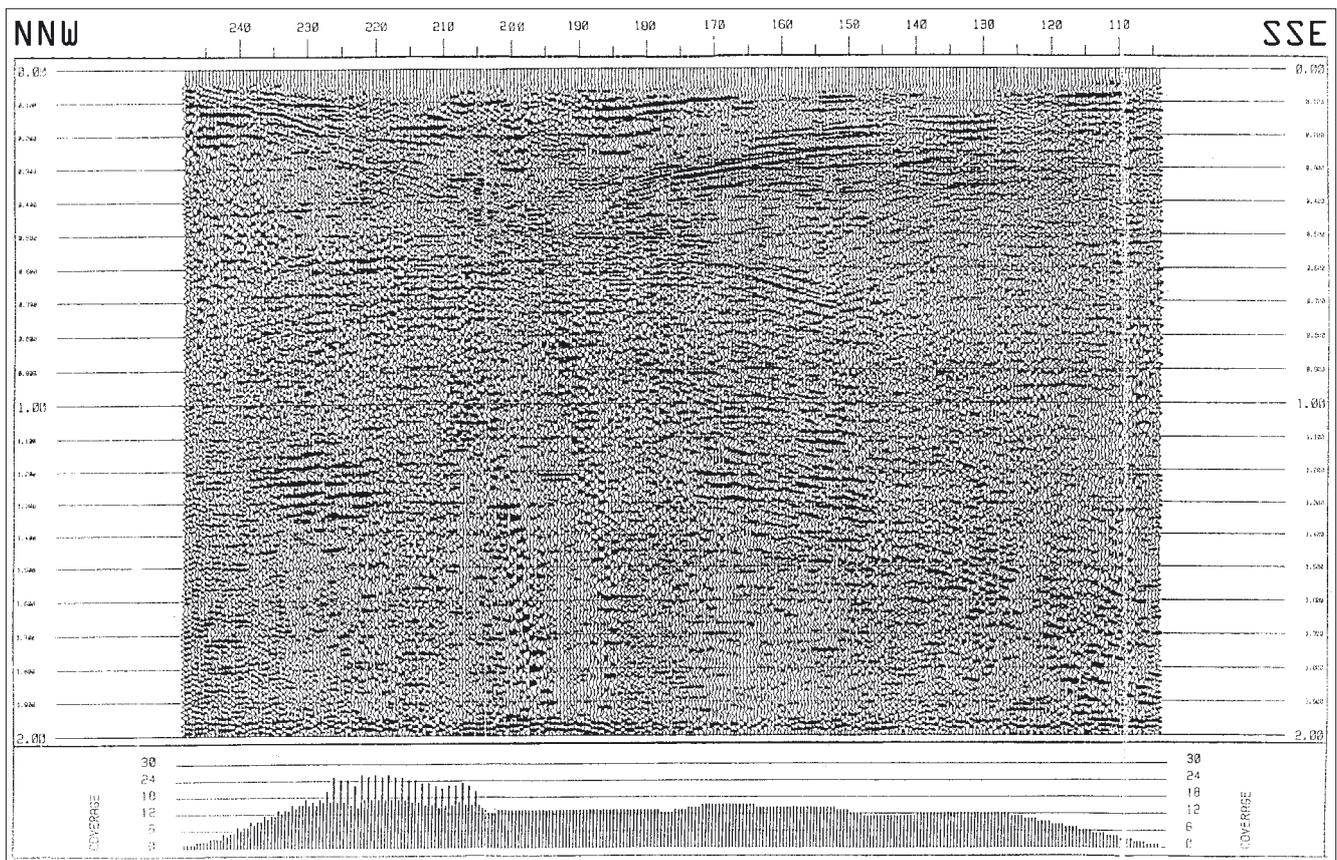


Abb. 2.
Zeitprofil ET 9301.

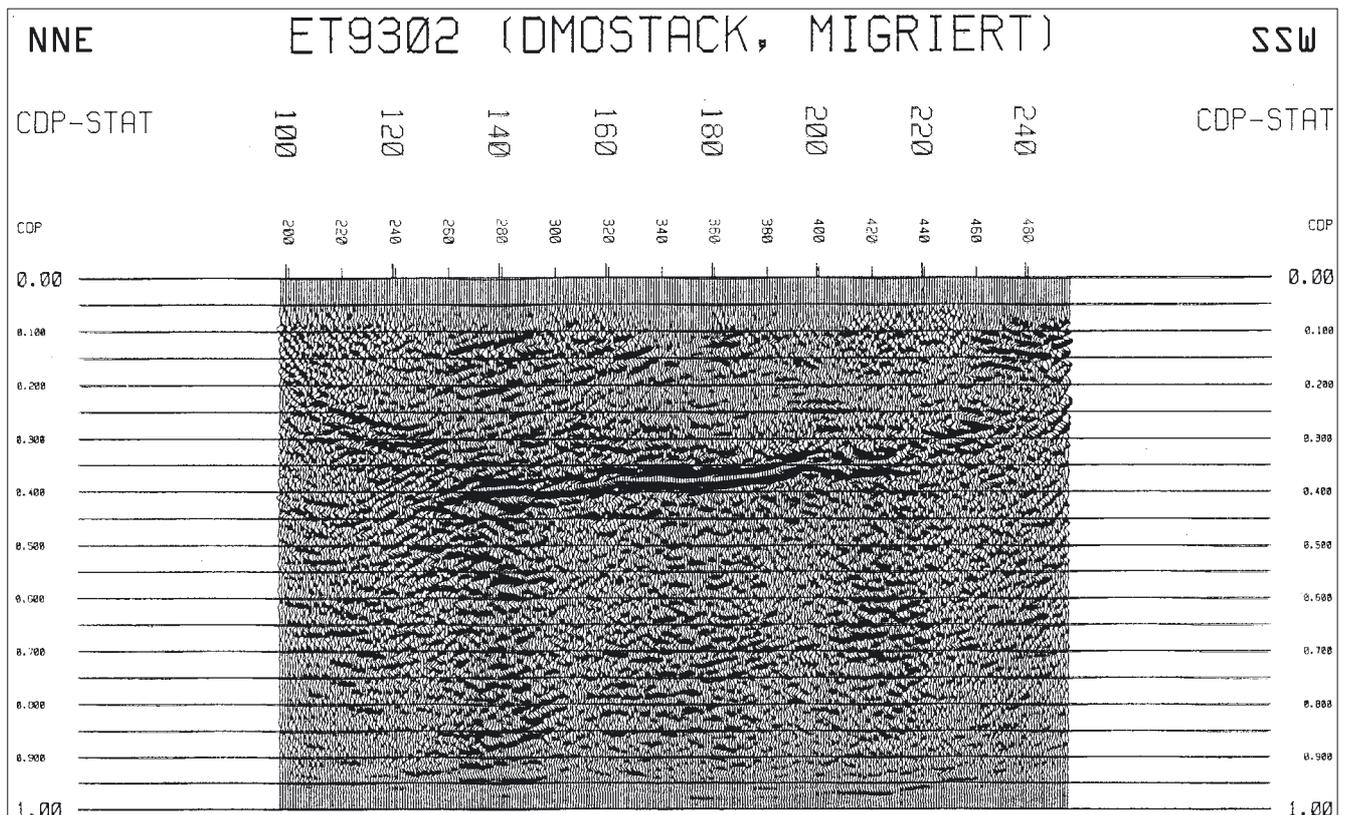


Abb. 3.
Zeitprofil ET 9302.

der Verlauf eindeutig. Von GP 270 bis zum nördlichen Profilende gibt es zwei Varianten im Verlauf der Quartärbasis: es wäre möglich, dass der Reflektor bei GP 270 mit einer Laufzeit von 0,40 s zunächst nach Norden abknickt und eine flache Mulde bis zum Profilende bildet. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass der Reflektor etwa bei GP 270 an einer mittelsteil südfallenden Störung endet, wobei die Fortsetzung auf der Hochscholle bei GP 250 bei 0,270 s liegt. Dann wären die mittelsteil nordfallenden Elemente, die um GP 240 unter 0,350 s ausgebildet sind, bereits dem vermutlich kalkalpinen Untergrund zuzuordnen.

Die größten Quartärmächtigkeiten von 390 m finden sich bei GP 280 auf der Tiefscholle der erwähnten Störung. Am nördlichen Profilteil entsteht dabei eine gegen das Hangende konkave Struktur, für deren lagerichtige Darstellung die Migration unerlässlich ist (Abb. 6). Südlich von GP 420 steigt der Basisreflektor nach Süden zu an. Dieser Anstieg könnte bei GP 430 auch in Form eines Bruches erfolgen. Die Reflexionsqualität innerhalb der quartären Schichtfolge ist durchwegs mäßig, ebenso die Längserstreckung der Horizonte, die eine unebene Reflexionskonfiguration aufweisen. Im Abschnitt GP 220–340 lässt das Zeitprofil im höheren Teil der Schichtfolge eine muldenförmige Struktur erkennen. Im südlichsten Abschnitt sind im Quartär zwar noch einige kurze Reflexionselemente ausgebildet, die jedoch keine sichere Aussage über die strukturellen Verhältnisse erlauben.

Die Geschwindigkeitsanalyse zeigt im Oberen Teil des Quartärs Werte von 1550 m/s, im Süden auch etwas höhere Werte um 1700 m/s. Im tieferen Quartär (etwa unter 250 m), das auch Reflexionen besserer Qualität aufweist, werden Intervallgeschwindigkeiten von 2470–2600 m/s angegeben.

Profil 9303

Diese Profil erstreckt sich ca. 5 km östlich von Liezen annähernd in N–S-Richtung und endet im Süden unweit der

Mündung des Paltentales (Abb. 1). Das Profil schneidet das Tal unter spitzem Winkel, was bei der Interpretation der Strukturen berücksichtigt werden muss. Trotz der ungünstigen Voraussetzungen ist eine Talübertiefung klar zu erkennen, wobei die südliche Flanke nur teilweise erfasst wurde (Abb. 7).

Die Reflexion der Quartärbasis hat weitgehend den Charakter eines Leithorizontes. Strukturell ist ein Abfall nach Süden zu erkennen, der bis zu GP 190 anhält. Hier im Zentrum der Tiefenrinne beträgt die Quartärmächtigkeit ca. 480 m. Bei GP 133 scheint ein Bruch auf, dessen Sprunghöhe 140 m beträgt. Ab GP 190 erfolgt mit einem Knick ein ziemlich gleichmäßiger Anstieg der Quartärbasis gegen Norden unter gleichzeitiger Verminderung der Reflexionsamplitude. Direkt über der Quartärbasis treten zwei kräftige Reflektoren mit gewölbter Reflexionskonfiguration auf, die bis zum Zentrum der Übertiefung anhalten. Ansonsten ist die Talfüllung durch weitgehende Reflexionsfreiheit charakterisiert. Lediglich im Abschnitt von GP 180–220 erstrecken sich im Zeitbereich von 0,090–0,190 s wenige tieffrequente Reflexionen, die eine flache muldenförmige Struktur erkennen lassen.

Im südlichen Abschnitt fällt auf, dass bis ca. 0,3 s unterhalb des Quartärbasisreflektors kräftige Reflexionen mit generell nördlichem Einfallen aufscheinen, deren geolithologische Bedeutung unklar ist. Falls diese aus dem Untergrund stammen, könnten sie an einer bei GP 190 beginnenden, nach Norden einfallenden Störung enden; wegen der Nähe des Talrandes sind auch Reflexionen von der Seite her nicht auszuschließen.

Das Quartär weist bis in Tiefen von ca. 70 m Geschwindigkeiten von 1400 m/s auf, was auf das Auftreten von Schluffen schließen lässt, darunter betragen die Werte 1700–1800 m/s, welcher Bereich wassergesättigten, unverfestigten Klastika entspricht. Im basalen Bereich des mittleren Abschnittes sind höhere Geschwindigkeiten bis 2600 m/s möglich.

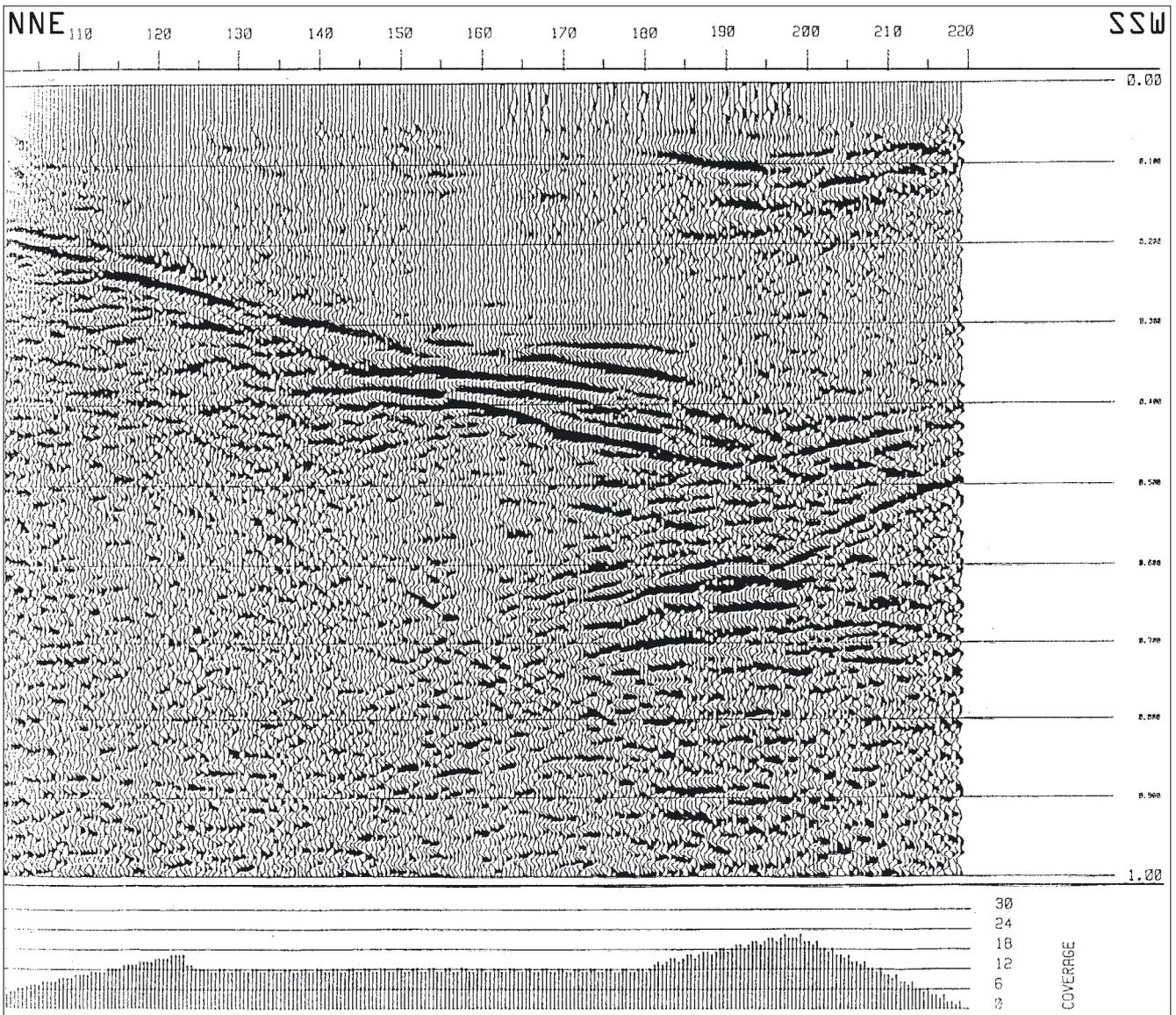


Abb. 4.
Zeitprofil ET 9303.

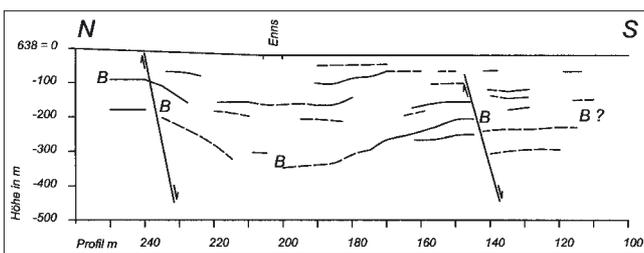


Abb. 5.
Tiefenprofil ET 9301 (B = Reflektor der Quartärbasis).

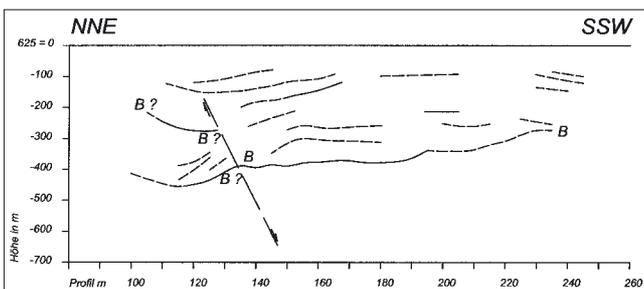


Abb. 6.
Tiefenprofil ET 9302 (B = Reflektor der Quartärbasis).

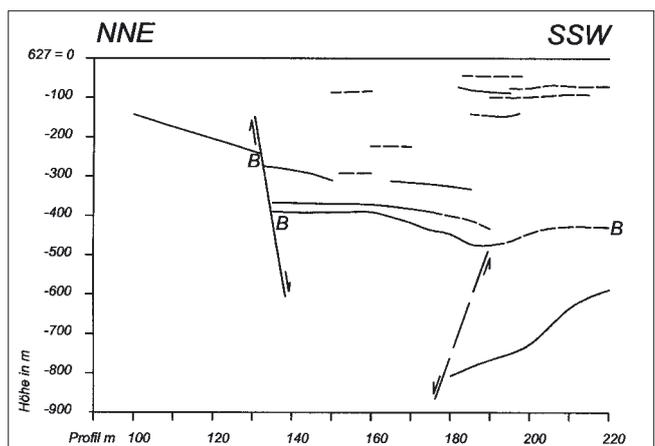


Abb. 7.
Tiefenprofil ET 9302 (B = Reflektor der Quartärbasis).

5. Integrierte geologisch-geophysikalische Interpretation

Bezüglich der Interpretation befinden wir uns insofern in einem frühen Stadium, als ein Abschnitt von mehr als 20

km Länge (von Liezen bis zum Gesäuseeingang) nur durch drei Profile untersucht wurde, die nicht immer die ganze Talbreite erfasst haben. Bei der geometrischen Form der Talübertiefung dürfte von einer breiten Trogform mit mittelsteilen Flanken auszugehen sein, wobei sich gegen den Gesäuseeingang zu eine Verschmälerung zu einer nahezu symmetrischen Mulde bemerkbar macht. Die lithologische Beschaffenheit des präquartären Untergrundes hat sicher Einfluss auf die Charakteristik der Quartärbasisreflexion, wobei die Profile 9302 und 9303 diesbezüglich verwandt sind; dies dürfte vor allem für jene Abschnitte zutreffen, wo unter dem Quartär Haselgebirge und Gips anstehen. Am überwiegenden Teil der Profile gewinnt man den Eindruck, dass die quartäre Übertiefung direkt in den kalkalpinen Untergrund oder in die Grauwackenschiefer eingeschnitten ist und ältere glaziale Sedimente fehlen. Ein anderes reflexionsseismisches Bild findet sich im Südabschnitt von Profil 9303, wo bis 0,7 s tieffrequente Reflexionen auftreten, die nach Norden zu allmählich auslaufen; im vorliegenden Fall wurde auch die Möglichkeit einer Begrenzung durch eine nordfallende Störung angenommen. Es wurde versucht, nähere Anhaltspunkte durch die Geschwindigkeitsanalyse zu gewinnen. Diese gibt bei GP 210 für das Intervall von 0,470–0,600 s Geschwindigkeiten von 4400 m/s an, was für kalkalpine Gesteine oder Grauwackenschiefer spricht.

Außer bezüglich der Quartärbasis ist eine Korrelation der Reflexionshorizonte am ehesten im unteren Teil der Schichtfolge erfolgversprechend, wo zumindest lokal zwei Reflektoren aufgrund ihrer Reflexionsqualität, Kontinuität und Längserstreckung hervorstechen. Bemerkenswert ist der Umstand, dass diese eine gegen das Hangende konvexe Reflexionskonfiguration aufweisen. Bei diesen gekrümmten Reflektoren im unteren Teil der Schichtfolge könnte es sich um Turbidite oder um Rutschmassen handeln; für Blocklehme ist die Reflexionsqualität zu gut.

Die Talfüllung dürfte aus fluviatilen und limnischen Schichten bestehen, wobei eine genauere Abgrenzung schwierig ist. Sichere Hinweise für Moränen im basalen Bereich fehlen. Östlich von Liezen dürfte eine schluffige Fazies dominieren, in die im Süden in den Hangendbereichen einige Grobklastika eingeschüttet wurden.

Aus der Geschwindigkeitsanalyse ist ersichtlich, dass bereits bei mäßigen Laufzeiten (ab ca. 0,070 s) und somit auch Tiefen Geschwindigkeiten von über 2000 m/s vorherrschen, welche Werte auch in nicht glazial beeinflussten Tälern wassergesättigten klastischen Gesteinen entsprechen. Die höchsten Intervallgeschwindigkeiten von ca. 2600 m/s treten auf Profil 9303 auf. In den Moränengebieten Südbayerns nimmt BADER (1979) an, dass Geschwindigkeiten etwas über 2000 m/s bis knapp 3000 m/s immer eisvorbelastetem Quartär zuzuordnen sind, wenn es sich um Mächtigkeiten von mehreren Zehnermetern handelt. Das vorliegende Datenmaterial erscheint für solche weitreichende Schlussfolgerungen als nicht ausreichend. Bei Profil 9302 wurden im Nordteil die muldenförmigen Strukturen erwähnt, manche unebene Reflektoren lassen an eine unruhige Sedimentation denken. Bei Profil 9301 sind die quartären Reflektoren wieder ebener ausgebildet, auch die Reflexionshäufigkeit ist zu betonen. Das morphologische Ende des mittleren Ennstales dürfte sich auf die Sedimentation ebenso auswirken wie die Einflüsse von den Talflanken. Die Grenze gegen das Talalluvium, die sich auch geschwindigkeitsmäßig ausdrückt, dürfte bei wenigen Zehnern von Metern liegen.

Die Verengung beim Gesäuseeingang hat sicherlich zu einem verstärkten Tiefenschurf des Würmgletschers geführt. Ob dies jedoch ausreicht, um die doch bedeutende Talübertiefung zu erklären, steht derzeit noch in Frage. Ansonsten könnte auch an eine fluviale Ausräumung in älteren Interglazialen gedacht werden. Es sollte auch

berücksichtigt werden, dass sich die Übertiefung im Bereich einer großen tektonischen Linie befindet, wo durch das Auftreten von ausgedehnten Mylonitzonen gute Voraussetzungen für eine leichte Ausräumung gegeben sind.

6. Vorschläge und Empfehlungen

Die Ergebnisse der bisherigen Messungen haben einen ersten Überblick über die Übertiefung des Ennstales und über damit in Zusammenhang stehende Fragen geliefert. Es können nunmehr gezielt ergänzende Messungen geplant werden. So sollte das Profil 9303 um ca. 1,2 km nach NE verlängert werden; bei Profil 9302 wäre eine kurze Verlängerung nach SW zu messen, um den südlichen Beckenrand zu untersuchen. Der Abstand zwischen den Profilen 9303 und 9302 ist zu groß, um die Profile sicher korrelieren zu können; es sollte daher unbedingt im Raum südlich Ardnung ein weiteres Querprofil gemessen werden. Weiters wäre ein Profil östlich von Admont empfehlenswert, um unter anderem die vom Norden und Süden kommenden Zubringer hinsichtlich ihrer Auswirkungen zu untersuchen. Wünschenswert wäre es vom geophysikalischen Standpunkt aus auch, wenigstens teilweise die Querprofile durch ein Längsprofil zu verbinden.

Durch die bereits jetzt vorliegenden reflexionsseismischen Daten kann mit großer Sicherheit angenommen werden, dass günstige Voraussetzungen für eine gravimetrische Detailvermessung des Ennstales vorliegen. Damit würde eine Methode zur Anwendung gelangen, die rasch und kostengünstig den Verlauf und die geometrische Form der Tiefenrinne eruieren könnte. Bezüglich der Hydrologie kann aus den reflexionsseismischen Daten nur eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Aquiferen gemacht werden, was bei der Detailbeschreibung der Profile versucht wurde. Zumindest im Bereich westlich des Gesäuseeinganges sollten zur Klärung der Lithologie im oberen Teil der Schichtfolge ergänzende geoelektrische Messungen ausgeführt werden. Detailliertere Aussagen, insbesondere über die Petrophysik und die Ergiebigkeit der Speicher, sind erst nach einer Aufschlussbohrung möglich.

7. Dank

Für die Genehmigung zur Veröffentlichung wird der Steiermärkischen Landesregierung bestens gedankt. Weiters danken die Autoren Herrn F. LICHTENEGGER für seinen Einsatz bei den Feldarbeiten und Herrn Mag. A. KOGLER für die professionelle Durchführung des Processings. Herrn Univ.-Prof. Dr. K. MILLAHN wird für die Korrektur des englischen Textes ebenfalls gedankt.

Literatur

- BADER, K.: Exarationstiefen würmeiszeitlicher und älterer Gletscher in Südbayern. – In: *Eiszeitalter und Gegenwart*, **29**, 49–61, 1979.
- BISTRITSCHAN, K.: Zur Geologie der Talauffüllungen des Mitterrennstales. – *Verh. Geol. B.-A.*, 232–235, Wien 1952.
- BISTRITSCHAN, K.: Ein Beitrag zur Geologie und Hydrologie der österreichischen Alpentäler. – *Z. dtsh. Geol. Ges.*, **106** (1954), 82–88, Hannover 1955.
- BISTRITSCHAN, K.: Die Talalluvionen des Mitterrennstales. – *Ver. Geol. B.-A.*, 184–187, Wien 1956.
- FINCKH, P. & KLINGELE, E.: Seismic reflection profiling in the Swiss Rhone valley. – *Eclogae geol. Helv.*, **84/2**, 345–357, 1991.
- FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F.R.: Geologische Karte der Steiermark 1:200.000. – *Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum*, **45**, Graz 1984.
- KISSLING, E. & SCHWENDENER, H.: The Quarternary sedimentary fill of some Alpine valleys by gravity modelling. – *Eclogae geol. Helv.*, **83/2**, 311–321, 1990.
- METZ, K.: Die stratigraphische und tektonische Baugeschichte der steirischen Grauwackenzone. – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **44** (1951), Wien 1953.

- OBERHAUSER, R. (Wiss. Red.): Der geologische Aufbau Österreichs. – 699 S., Wien – New York (Springer-Verlag) 1980.
- PATZELT, G.: Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Schwemmkegel- und Talentwicklung in Tirol. – Veröffent. Mus. Ferd., **67**, 93–123, 1987.
- PFIFFNER, O.A., HEITZMANN, P., LEHNER, P., FREI, W., PUGIN, A. & FELBER, M.: Incision and backfilling of Alpine Valleys: Pliocene, Pleistocene and Holocene processes. – In: PFIFFNER, O.A., LEHNER, P., HEITZMANN, P., MUELLER, S. & STECK, A. (Hrsg.): Deep Structure of the Swiss Alps. Results of NFP 20., 265–288, Basel (Birkhäuser) 1997.
- PUGIN, A. & ROSETTI, S.: Acquisition of land based high resolution seismic profiles in glacial basins, two case studies in the Alpine foreland of Switzerland. – *Eclogae geol. Helv.*, **85/2**, 491–502, 1992.
- SANGREE, J.B. & WIDMIER, J.M.: Interpretation of depositional facies from seismic data. – *Geophysics*, **44**, 131–160, 1979.
- SCHÖNLAUB, H.P.: Die Grauwackenzone in den Eisenerzer Alpen und im Liesing-Paltental. – In: Exkursionsführer Nördliche Grauwackenzone (Eisenerzer Alpen), Wien (Geol. B.-A.) 1977.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. – Bd. 3, 718 S., Wien (Franz Deuticke) 1986.
- VAN HUSEN, D.: Ein Beitrag zur Talgeschichte des Ennstales im Quartär. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, **18**, 249–286, Wien 1968.
- VAN HUSEN, D.: Verbreitung, Ursachen und Füllung glazial übertiefer Talabschnitte an Beispielen in den Ostalpen. – *Eiszeitalter und Gegenwart*, **29**, 9–22, 1979.
- VAN HUSEN, D.: Geological Processes during Quaternary. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, **92** (1999), 135–199, Wien 2000.
- WEBER, F. & SCHMID, Ch.: Reflexions- und refraktionsseismische Messungen im Zillertal und deren quartärgeologische Aussagen. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, **84**, 205–221, 1991
- WEBER, F., SCHMID, Ch. & FIGALA, G.: Vorläufige Ergebnisse reflexionsseismischer Messungen im Quartär des Inntals/Tirol. – *Ztschr. f. Gletscherk. u. Glazialgeol.*, **36/2**, 121–144, 1990
- WILDI, W.: Isohypsenkarte der quartären Felstäler in der Nord- und Ostschweiz, mit kurzen Erläuterungen. – *Eclogae geol. Helv.*, **77/3**, 541–551, 1984.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 12. Dezember 2004