

## **Reflexions- und refraktionsseismische Messungen im Zillertal und deren quartärgeologische Aussagen**

Von Franz WEBER und Ch. SCHMID\*)

Mit 10 Abbildungen

### **Zusammenfassung**

Durch refraktionsseismische Messungen südlich Zell/Ziller in Tirol und ein reflexionsseismisches Meßprogramm konnten Grundlagen für die quartäre Ausformung des Zillertals gelegt werden. Es wird eine maximale Sedimentmächtigkeit von 920 m bei Schlitters errechnet, wobei die Quartärbasis vermutlich meist einen schlechten Reflektor bilden dürfte. Es ergibt sich somit auch in einem inneralpinen Seitental eine große Talübertiefung auf einer Längserstreckung von nur etwa 15 km. In zwei markanten tieferen Leithorizonten ist eine teilweise asymmetrische Muldenbildung ausgedrückt, wobei fluvioglaziale Sedimentation angenommen wird. Im höheren Stockwerk wird limnische Fazies aufgrund seismostratigraphischer Kriterien vermutet. Altersmäßig wird angenommen, daß das tiefere Stockwerk dem Mindel-Rißintervall angehört und das höhere post-Würm ist.

### **Summary**

A first information about the Quarternary geology of the Ziller-valley was gained by a refractionsseismic survey south of Zell/Ziller in Tyrol. An important result was the great thickness of the sediments and therefore the investigations were continued by the reflectionseismic methods. These recognized a maximum thickness of 920 m in the Northern part of this valley, where the base of the Quarternary obviously is a poor reflector. Therewith is evidenced that also in an secondary alpine valley is an extremely overdeepening of the base. Two deeper marker-horizons indicate an asymmetric basin filled up with fluvioglacial sediments. By seismostratigraphic criterions was a limnic facies in the upper part of the Quarternary series concluded. The stratigraphic classification for the lower section is Mindel-Rißintervall and post-Würm for the upper section.

### **1. Problemstellung**

Im Rahmen der systematischen Untersuchungen der quartären Talfüllungen im Hinblick auf die Nutzung als Grundwasserreserven, die von der Landesbaudirektion der Tiroler Landesregierung, Kulturbauamt, in Auftrag gegeben wurden, erfolgte im Jahr 1987 eine erste Untersuchung der Talfüllung im Unterlauf des Zillertals. Die Arbeiten wurden vom Institut für Angewandte Geophysik der Forschungsgesellschaft Joanneum in Leoben ausge-

\*) Adresse der Verfasser: o. Prof. Dr. Franz WEBER, Institut für Geophysik, Montanuniversität Leoben, und Dipl.-Ing. Dr. Ch. SCHMID, Institut für Angewandte Geophysik der Forschungsgesellschaft Joanneum, A-8700 Leoben, Österreich.

führt. Die Reflexionsseismik wurde als Untersuchungsmethode deshalb ausgewählt, weil aufgrund der vorliegenden geologischen und geophysikalischen Informationen mit bedeutender Quartärmächtigkeit bei mäßiger Talbreite zu rechnen war, sodaß für die Refraktionsseismik ungünstige Voraussetzungen für die Erfassung des Beckenuntergrundes vorlagen. Außerdem war das zu erwartende bessere Auflösungsvermögen in der quartären Talfüllung ein gewichtiges Argument für die reflexionsseismische Methode.

Für eine montangeologische Aufgabenstellung wurden weiter im Süden im Jahr 1984 refraktionsseismische Messungen durchgeführt. Diese sind insofern von quartärgeologischem Interesse, als sie den Zusammenhang der an der Ostseite des Zillertales anstehenden Würmmoräne mit der Talfüllung beleuchten. Auch der Vergleich der bei beiden Methoden ermittelten Schichtgeschwindigkeiten der Talfüllung ist für die lithologische Aussage bedeutungsvoll.

## 2. Feldmessungen und Datenverarbeitung

Das Meßgebiet Zell am Ziller erstreckt sich südlich und südwestlich des Ortes und bestand aus fünf teils hangparallel, teils schräg zum Talverlauf sich erstreckenden Profilen. Die Gesamtlänge betrug 1,86 km, der Schußpunktabstand 120 m, der Geophonabstand 10 m. Um den Felsuntergrund zu erreichen, wurden auch Fernschüsse abgetan, wodurch die kürzeren Profile auf mindestens 1,25 km Länge erweitert wurden. Dennoch war es im talnahen Bereich nicht immer möglich, den präquartären Untergrund zu erreichen.

Die Datenverarbeitung erfolgte mit einem am Institut für Angewandte Geophysik entwickelten EDV-Programm, das auf der Grundlage der „reciprocaltime“ von Palmer beruht.

Das Meßprogramm der Reflexionsseismik bestand aus einem etwa N-S verlaufenden Längsprofil und einem darauf annähernd senkrecht stehenden Querprofil, die gesamte Profillänge beträgt 2,3 km (Abb. 1). Die Feldmessungen erfolgten mit nachstehenden Parametern:

Energiequelle:	Gelatine-Donarit
Schußtiefe:	1,15 m
Ladungsmenge:	0,21 kg, aufgeteilt auf 3 Schußlöcher
Schußpunktabstand:	20 m
12fache Überdeckung	
Geophongruppenabstand:	10 m
Geophonpattern:	15 m (16 Geophone im Abstand von 1 m)
48 Spuren, Apparatur SERCEL 338B	
Aufnahmedauer:	3 s
Samplingrate:	2 ms
Aufnahmefilter:	LC 12, 5 Hz, HC 125 Hz

Die Datenverarbeitung erfolgte — mit Ausnahme der statischen Korrekturen — im seismischen Datenprocessing Center der ÖMV-AG/Wien unter Anwendung des Programmpaketes GEOMAX II (Bearbeiter H. Kittel). Es wurden alle gängigen Bearbeitungsschritte angebracht, wobei die Migration nach der Wellengleichungsmethode hervorzuheben ist.

Durch die auch bei anderen Fällen bewährte Art der Energieerzeugung war sichergestellt, daß ein möglichst hochfrequentes Spektrum seismischer Wellen entsteht. Der geringe Geophongruppenabstand von 10 m war für die gute Datenqualität und das hohe Auflösungsvermögen maßgebend.

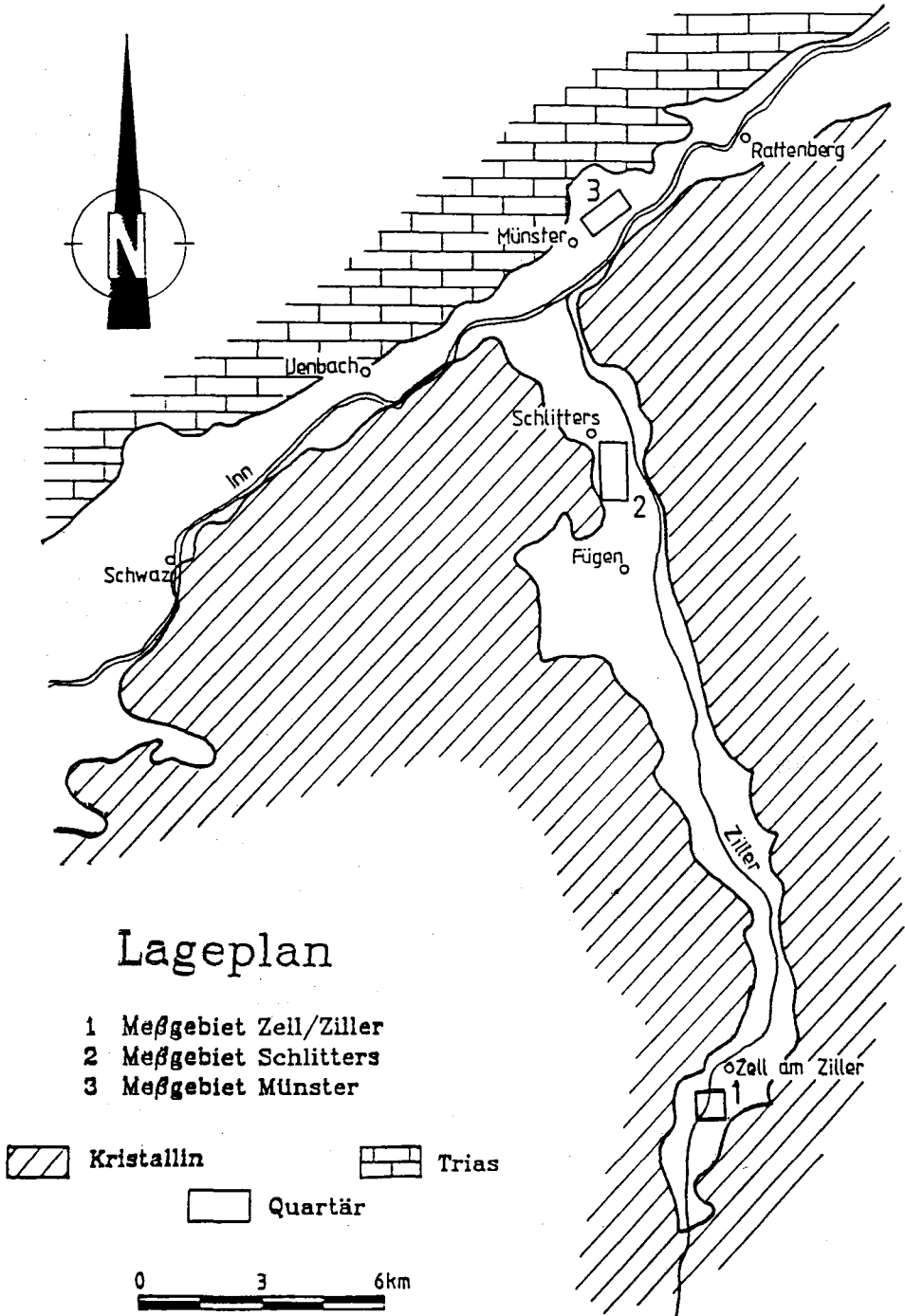


Abb. 1: Lageplan der seismischen Messungen im Zillertal und benachbarten Inntal

### 3. Refraktionsseismik

Für eine montangeologische Fragestellung sollte mittels geophysikalischer Untersuchungen der Taluntergrund des Zillertales südlich der Ortschaft Zell am Ziller erfaßt werden. Dabei sollte geklärt werden, ob das Zillertal bzw. der das Zillertal prägende Gletscher eine in der westlichen Talumrandung anstehende Vererbung wegerodiert hat oder ob die quartäre Talfüllung nur so geringmächtig ist, daß die vermutete Vererbung das Zillertal ungestört queren kann.

Generell ergab die Refraktionsseismik einen Vierschichtfall. Auf die oberflächennahen Sedimente mit Geschwindigkeiten um 300 m/s folgen etwa 10 bis 20 m mächtige trockene Sande und Schotter mit seismischen Geschwindigkeiten von etwa 900 m/s. Darunter zeigte sich dann ein bis über 200 m mächtiges Schichtpaket mit Refraktorgeschwindigkeiten, die im Mittel bei 2020 m/s liegen. Dieses Schichtpaket stellt eine Wechsellagerung von Sanden und Tonen dar, die im Falle, daß Grobklastika zwischengeschaltet sind, von wasserwirtschaftlicher Bedeutung sein können. Jungmoränen, die am Hang vermutet werden, dürften generell höhere Geschwindigkeiten, nämlich Werte bis 2140 m/s aufweisen. Die Oberkante des kristallinen Untergrundes zeigt ein starkes Relief, die seismische Geschwindigkeit der hier vorwiegend anstehenden kristallinen Schiefer liegt bei 3550 m/s. Vereinzelt war aus den seismischen Geschwindigkeiten der Profile eine Geschwindigkeitsanisotropie abzuleiten. Aus den stark schwankenden Tiefenwerten der Kristallinoberkante wurde versucht, eine Strukturkarte für die Oberkante des kristallinen Untergrundes zu konstruieren. Dabei stellt man ein relativ gleichförmiges Absinken der Kristallinoberkante ohne nennenswerte Bruchtektonik im Randbereich des Tales fest. Die größten Tiefenwerte dürften bei etwa 300 m Seehöhe liegen, was Quartärmächtigkeiten von etwa 250 m entspricht. Die maximalen Tiefenwerte sind im Meßgebiet etwa talmittig im Bereich der Ziller zu suchen.

Mehr Details, besonders im Westen des Untersuchungsgebietes, konnten wegen der hier fehlenden Seismikprofile mit diesem kurzen Untersuchungsprogramm nicht herausgearbeitet werden. Dennoch war diese montangeophysikalische Voruntersuchung eine wertvolle Planungsgrundlage für die Jahre später durchzuführenden reflexionsseismischen Messungen im Bereich von Schlitters. Es war zu erwarten, daß die Sedimentmächtigkeiten mehr als 500 m betragen. Weiters konnten die Refraktorgeschwindigkeiten für die Geschwindigkeitsanalyse beim reflexionsseismischen Processing herangezogen und somit die Auswerte- und Interpretationsarbeiten erleichtert werden.

Für die Anlage des reflexionsseismischen Meßprogramms ergab sich aus den Daten der Refraktionsseismik, daß trotz der mäßigen Durchschnittsgeschwindigkeiten der Gesteine der Schieferhülle ein genügender Reflexionskoeffizient vorhanden sein müßte, sofern die Quartärgeschwindigkeiten mit der Tiefe nicht zu stark ansteigen. Wenn jedoch im basalen Quartär eine ähnlich starke Verfestigung wie z. B. im Inntal bei Wattens erfolgen sollte, dann müßte mit einer ungünstigen Reflexionscharakteristik gerechnet werden.

### 4. Ergebnisse der Reflexionsseismik

#### 4.1. Zeitprofile, Geschwindigkeitsanalyse

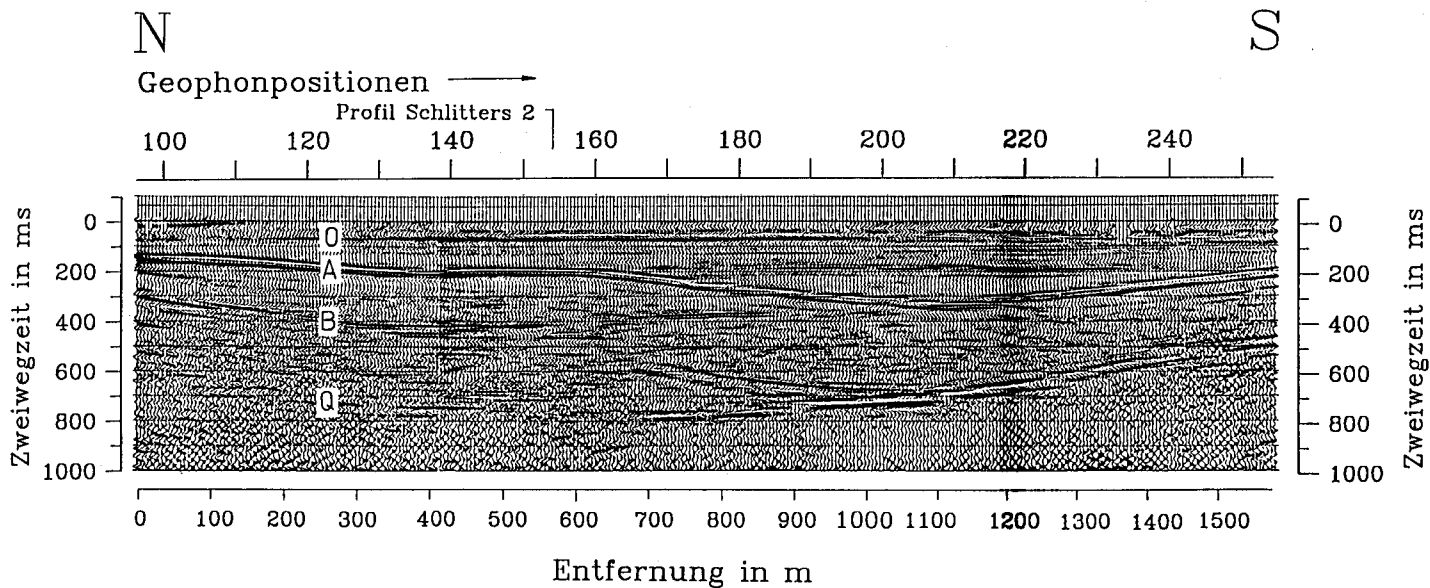
Die Ergebnisse der im Rechenzentrum der ÖMV-AG bearbeiteten Daten werden zunächst in Form von Zeitprofilen dargestellt. Aus diesen kann im Prinzip bereits die Struktur der quartären Talfüllung erkannt werden, zumal beim Processing auch die Migra-

tion nach der Wellengleichungsmethode angewandt wurde. So unumgänglich notwendig die Migration für das Erkennen der wahren Lagerungsverhältnisse auch ist, muß das Ergebnis dieses Bearbeitungsschrittes dennoch kritisch betrachtet werden, da z. B. durch abweichende Geschwindigkeiten Verfälschungen eintreten können. Auch auf das Entstehen von Scheinreflexionen im tieferen Zeitbereich ist zu achten, was jedoch durch Vergleich mit den Rohabspielungen in der Regel kein ernstes Problem bildet. Die Reflexionsqualität ist bei beiden Profilen befriedigend bis ausgezeichnet, wobei mindestens drei Reflexionsbänder den Charakter von Leithorizonten aufweisen (Abb. 2). Der oberste Leithorizont (0) liegt mit einer Laufzeit von 0,060 s (auf das erste Minimum der Phase bezogen) weitgehend söglich, lediglich am nördlichen Ende von Profil 1 erfolgt ein ganz flaches Einfallen nach N, am westlichen Ende von Profil SchL. 2 ist eine geringe Einmuldung festzustellen. Der nächste Hauptreflektor (A) läßt auf Profil 1 eine asymmetrische Mulde erkennen, deren Zentrum etwa bei Geophonposition 200 mit einer Laufzeit von 0,31 s liegt. Es ist eine längere unregelmäßige Nordflanke und ein etwas steiler ansteigender Südschenkel ausgebildet. Zwischen diesen beiden Horizonten sind mehrere Reflektoren schwächerer Amplitude und höherer Frequenz ausgebildet, die weitgehend flach liegen. Der 3. Leithorizont (B) weist zumindest in der südlichen Hälfte von Profil 1 einen deutlichen Muldenbau auf, wobei das Zentrum nahezu parallel zum 2. Reflektor verläuft (Laufzeit ca. 0,680 s). Ab Geophonposition 100 löst sich das geschlossene Reflexionsband auf, wobei im Zeitbereich von 0,6 s mehrere schwache, nur auf kürzere Distanz anhaltende hochfrequente Reflexionen erscheinen.

Erst ab etwa Geophonposition 138 tritt wieder ein einheitlicher, nach Norden ansteigender Horizont auf, der die annähernde Fortsetzung des Hauptreflektors bilden könnte. Darunter treten bis ca. 0,8 s Laufzeit Reflexionen auf, die von meist flach liegenden Reflektoren herrühren. Ein solcher, gegen Süden flach ansteigender kräftiger Reflektor bildet ein gegen die Muldenachse des Reflektors B keilförmig sich verschmälerndes Schichtpaket.

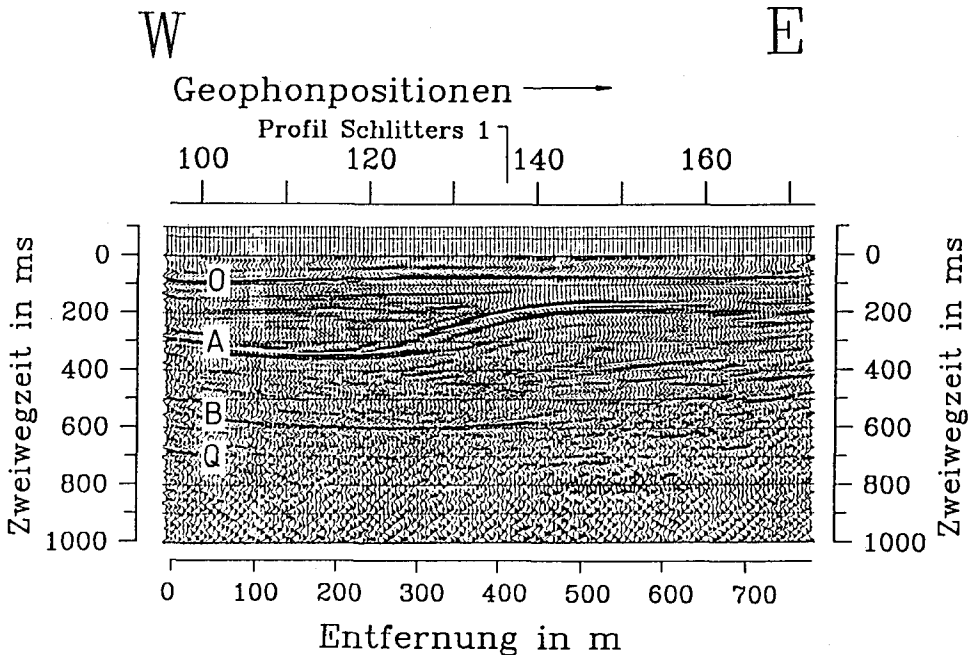
Auch auf Profil Schlitters 2 findet sich im wesentlichen dieselbe Reflexionscharakteristik wie auf Profil 1 (Abb. 3). Der Reflektor B zeigt im Abschnitt GP 144-164 eine markante Abnahme der Reflexionsstärke, die nicht durch die Oberflächenverhältnisse bedingt sein dürfte. Darunter sind nur kurze Reflexionshorizonte geringer Qualität ausgebildet, die mit maximalen Laufzeiten bis 0,72 s die Lagerungsverhältnisse des darüberliegenden Leithorizontes abbilden. Kräftige Reflexionen bis 1,3 s lassen steiles W- oder E-gerichtetes Einfallen erkennen und könnten seitliche Einsätze sein.

Im Verlauf des seismischen Processings erfolgte auch eine Geschwindigkeitsanalyse nach dem Verfahren des Geschwindigkeitszeitprofil, wobei die Bezugspunkte in Abständen von zirka 220 bis 500 m liegen. Das Geschwindigkeitszeitprofil beginnt mit einer Intervallgeschwindigkeit von 1300 m/s — das ist ein Wert niedriger als für grundwasserführendes Quartär — welcher Bereich bis zirka 0,1 s (=100 m Tiefe) anhält. Dies entspricht etwa dem Reflektor „0“ bzw. knapp darunter. Die unter diesem Leithorizont liegenden Schichten variieren geschwindigkeitsmäßig von 1500 bis 1800 m/s, wobei die niedrigeren Werte anscheinend im Norden und Süden von Profil 1 auftreten. Sodann erfolgt generell eine stufenweise Zunahme der Intervallgeschwindigkeiten innerhalb des als sicher anzunehmenden Quartärs, nämlich bis in den Reflexionszeitbereich von ca. 0,6 s auf Werte von 2400 bis 2800 m/s. Es zeigt sich also sowohl vertikal als auch lateral eine deutliche Geschwindigkeitsvariation. Wegen der lithologischen Folgerungen interessant sind Einschaltungen höherer Geschwindigkeit. Solche Lagen lassen sich von der Geophonposition 158 bis an das Südende des Profils korrelieren. Es läßt sich dabei ein genereller Anstieg eines solchen Geschwindigkeitsleit-



Stand: Nov. 1990

Abb. 2: Zeitprofil Schlitters 1



Stand: Nov. 1990

Abb. 3: Zeitprofil Schlitters 2

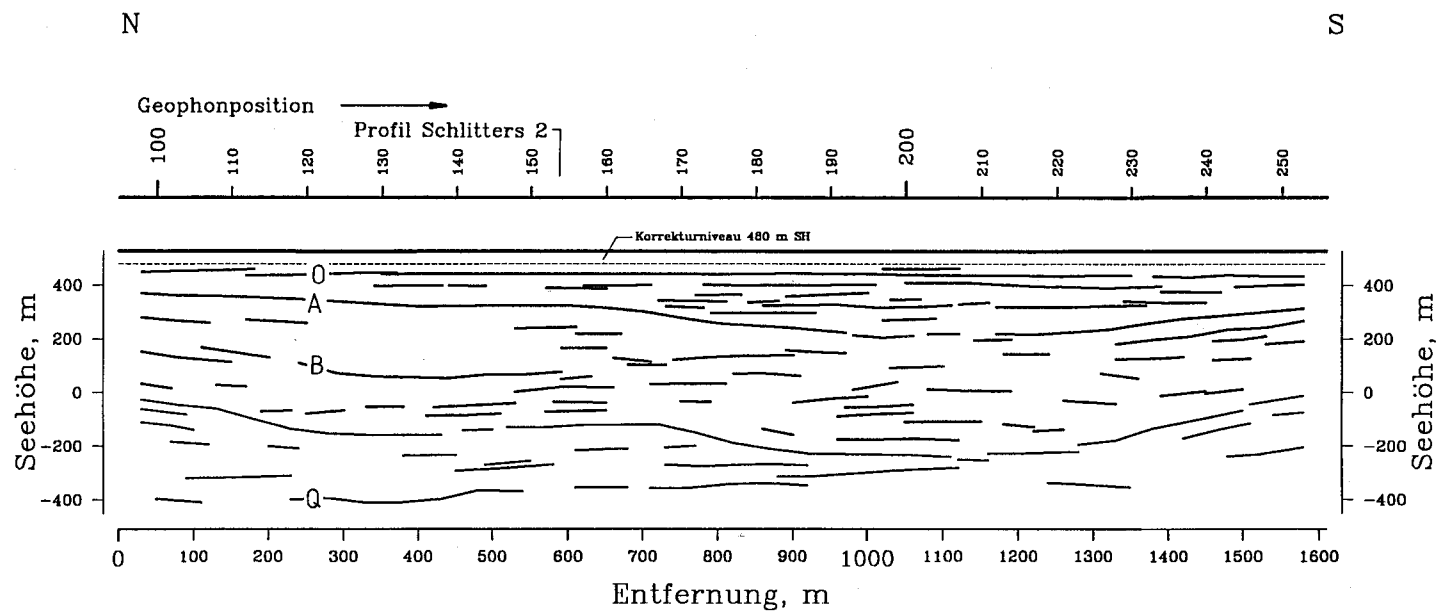
horizontes feststellen, der bei GP 158 im Zeitintervall von 0,470 bis 0,520 s einsetzt und auf Werte von über 2770 m/s ansteigen kann.

Andere Resultate ergab die Geschwindigkeitsanalyse von Profil Schl 2, da hier im Zeitbereich von zirka 0,520 s größere Geschwindigkeitssprünge auftreten. Im Extremfall erfolgte im Osten von Profil 2 bei der genannten Laufzeit eine Zunahme von 2240 auf 4970 m/s.

Unter der Prämisse einer richtigen stratigraphischen Einordnung der Leithorizonte kann für den tieferen Abschnitt des Quartärs festgehalten werden, daß hier Geschwindigkeiten von 3000 bis 3500 m/s auftreten, was für konglomeratische Verfestigung der Schichten spricht.

#### 4.2. Tiefenprofile, Struktur- und Mächtigkeitskarte

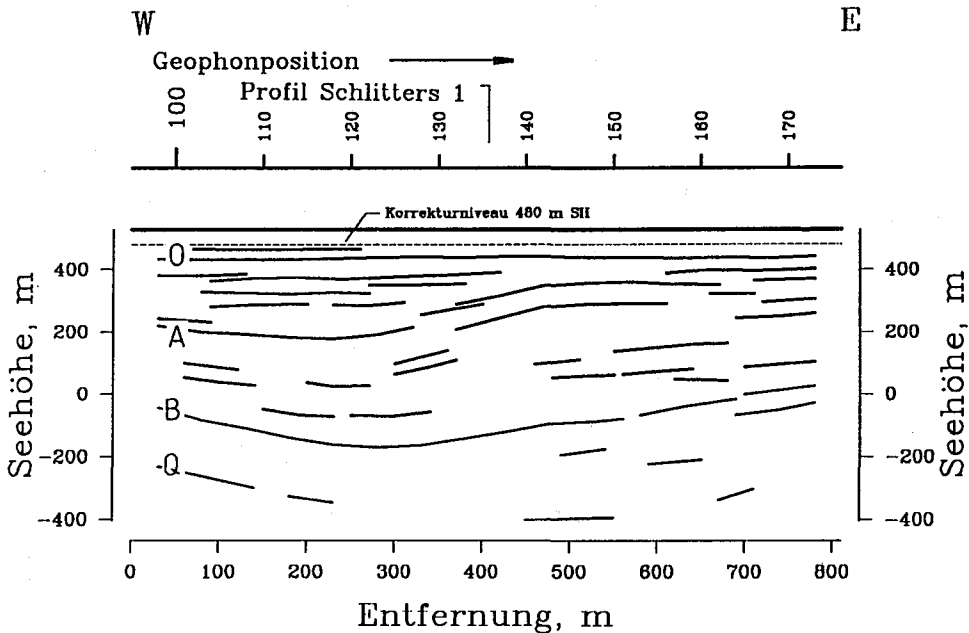
Unter Zugrundelegung von Mittelwerten der Geschwindigkeitsanalyse wurden die Zeit- in Tiefenprofile umgerechnet (Abb. 4,5). Daraus soll nun versucht werden, ein räumliches Bild von den Lagerungsverhältnissen und des Aufbaus der Talfüllung zu gewinnen. Ein Vorteil der Tiefenprofile besteht darin, daß hierbei geneigte Reflektoren besser erkannt werden und die wahre Struktur abgebildet wird. Eine entscheidende Frage ist nun die Lage der Quartärbasis, in welcher Frage eine Zweideutigkeit zwischen den beiden Profilen besteht. Unter der Prämisse, daß der tiefste Reflektor von Profil 2 mit maximalen Laufzeiten der Oberkante des präquartären (kristallinen) Untergrundes entspricht, würden sich maximale Teufenwerte für diesen Horizont von -420 m unter N. N., also Gesamtquartär-mächtigkeiten von ca. 940 m ergeben. Dabei entfallen auf das Intervall unterhalb des Leit-



Stand: Nov. 1990

Abb. 4: Tiefenprofil Schlitters 1





Stand: Nov. 1990

Abb. 5: Tiefenprofil Schlitters 2

horizonts B Mächtigkeiten bis 250 m, die nach Norden zum Inntal anscheinend noch zunehmen. Die mit dem teilweisen Phantomhorizont Q angenommene Lage der Quartärbasis auf dem Profil Schl 1 läßt zunächst erkennen, daß dieser den Anstieg nach Norden, der im darüber liegenden Leithorizont B deutlich ausgebildet ist, nicht mitmacht. Vielmehr scheint die Quartärbasis nach Norden gegen das Inntal zu offen zu sein. Damit ergaben sich im Norden von Profil 1 für das Intervall Q bis B Schichtmächtigkeiten von 360 m. Nach Süden zu — etwa südlich von GP 210 — scheint das Schichtpaket Q bis B sich stark zu verschmälern oder ganz auszukeilen, sodaß dann der Horizont B die Quartärbasis bilden könnte. Auf Profil Schlitters 2 ist dagegen die Reflexionsqualität der sporadischen Reflexionen unterhalb des Reflektors B schwach, es scheint jedoch im ganzen Profil unterhalb dieses Reflektors noch ein Schichtpaket von Quartär vorhanden zu sein, wobei das Einfallen annähernd konkordant zum Reflektor B verläuft.

Weitgehend konkordant zum Leithorizont B verläuft der Hauptreflektor A, der im Querprofil eine steilere östliche Flanke aufweist und nach Norden anscheinend relativ gleichförmig ansteigt. Bei GP 130 ist ein Einfallen des Reflektors A von ca.  $60^\circ$  zu erkennen, ein Böschungswinkel, der über dem kritischen Winkel von Lockersedimenten liegt, sodaß eine konglomeratische Verfestigung dieses sedimentären Abschnitts wahrscheinlich ist. Das Zentrum der Mulde liegt im Querprofil bei +170 m ü. A. Den seismisch markanten Abschluß nach oben bildet der im ganzen Meßgebiet ausgebildete Leithorizont 0, der sich in ca. +430 m erstreckt. Da dieser Horizont in ca. 100 m Tiefe liegt, wäre seine lithologische Zusammensetzung unschwer festzustellen.

## 4.3. Struktur- und Mächtigkeitskarten

Die auf den Tiefenprofilen erkennbaren Lagerungsverhältnisse verdichten sich durch die Strukturkarten zu einem räumlichen Bild der Struktur des Untergrundes. Die Strukturkarte der Quartärbasis (Horizont Q) ist aufgrund der ungenügenden Ausbildung dieses Reflexionsbandes mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Dies betrifft vor allem den SW und SE Teil des Meßgebietes (Abb. 6). Als ziemlich sicher kann jedoch angenommen werden, daß sich in der Quartärbasis eine relativ schmale Rinne (Profil Schl 2, bezogen auf die Isohypse  $-300$  m ca.  $350$  m Breite) abzeichnet, die nach Norden offen ist. Nach Süden dürfte etwa ab GP 210 ein steilerer Anstieg des kristallinen Untergrundes stattfinden. Die Achse der Rinne verläuft knapp westlich von Profil 1, generell Nord-Süd, wobei im Norden ein leichtes Umschwenken in eine NNW-Streichrichtung angedeutet ist.

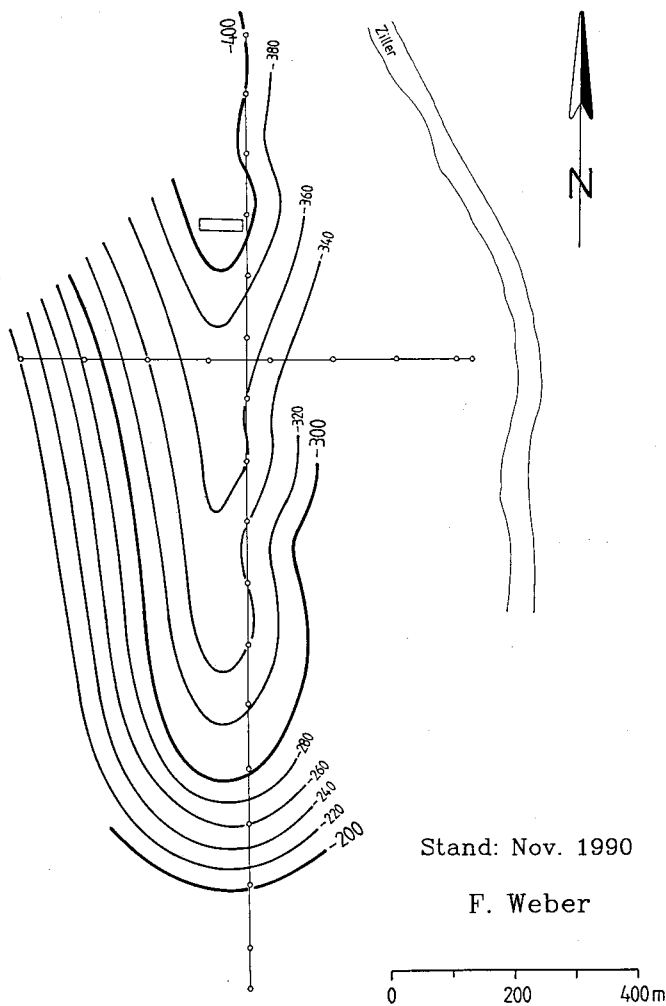


Abb. 6: Strukturkarte des Horizonts Q

Auch der Leithorizont B läßt eine Einmündung erkennen, die jedoch anders gebaut zu sein scheint als die Quartärbasis (Abb. 7). Im Süden ist eine breite, zentrale Einmündung mit Strukturwerten bis  $-230$  m zu erkennen, die sich nach Norden rasch verschmälert. Das Streichen der Muldenachse weist zwar eine generelle N-S Tendenz auf, bildet jedoch anscheinend einen nach W konvexen Bogen. Es ist möglich, daß sich im Bereich der Kreuzung der Profile und südlich davon vom Osten her einziehende Sporne abzeichnen. Am nördlichen und südlichen Ende von Profil 1 ist ein kräftiger Anstieg erkennbar. Es ist also möglich, daß dieser Horizont durch eine Schwelle vom Inntalquartär getrennt ist.

Der Leithorizont A weist als wesentliches Strukturelement eine breite Muldenstruktur auf, deren SW-Flanke jedoch durch Daten nicht belegt ist (Abb. 8). Die Achse der Mulde

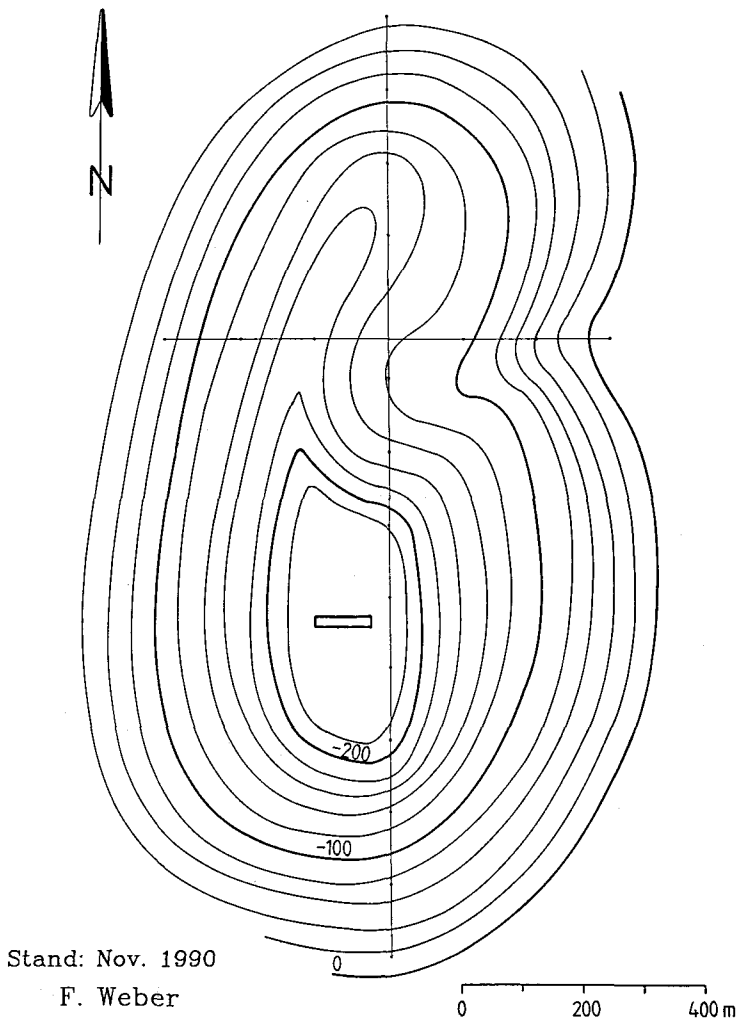


Abb. 7: Strukturkarte des Horizonts B

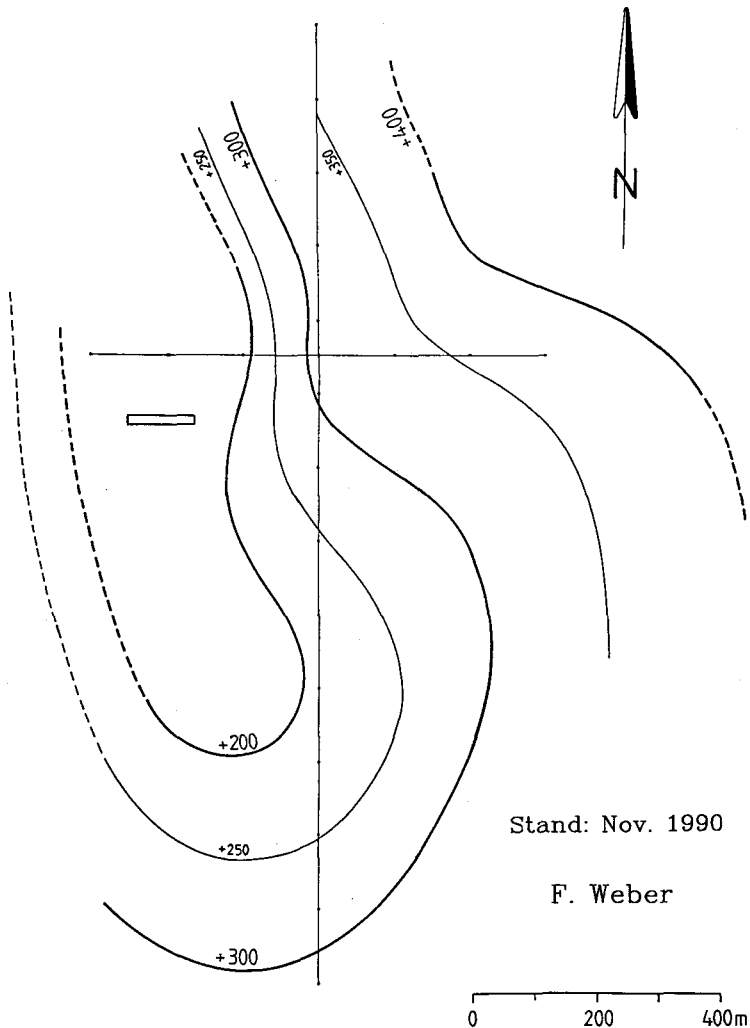


Abb. 8: Strukturkarte des Horizonts A

scheint generell N-S bzw. NNW-SSE zu streichen. Im Ostteil von Profil 2 zeichnet sich ein von Osten hereinragender, breiter Sporn ab. Ein Anstieg gegen Norden und Süden ist aufgrund des Isohypsenverlaufes äußerst wahrscheinlich. Der oberste Leithorizont 0 läßt aufgrund seiner weitgehend flachen Lagerung keine Strukturmerkmale erkennen. Es ist daher bezüglich der Darstellung der Schichtmächtigkeiten, vor allem das Intervall zwischen den Horizonten A-B, aussagekräftig (Abb. 9). In den Isopachen ist vor allem in der 400 m Linie eine N-S streichende Maximumzone zu erkennen, deren größte Mächtigkeit von zirka 480 m nördlich von der Kreuzung der Profile sich erstreckt. Wie bereits auf den Profilen zu erkennen war, nehmen die Mächtigkeiten nach Norden und Süden, aber auch gegen die Seiten hin, ab.

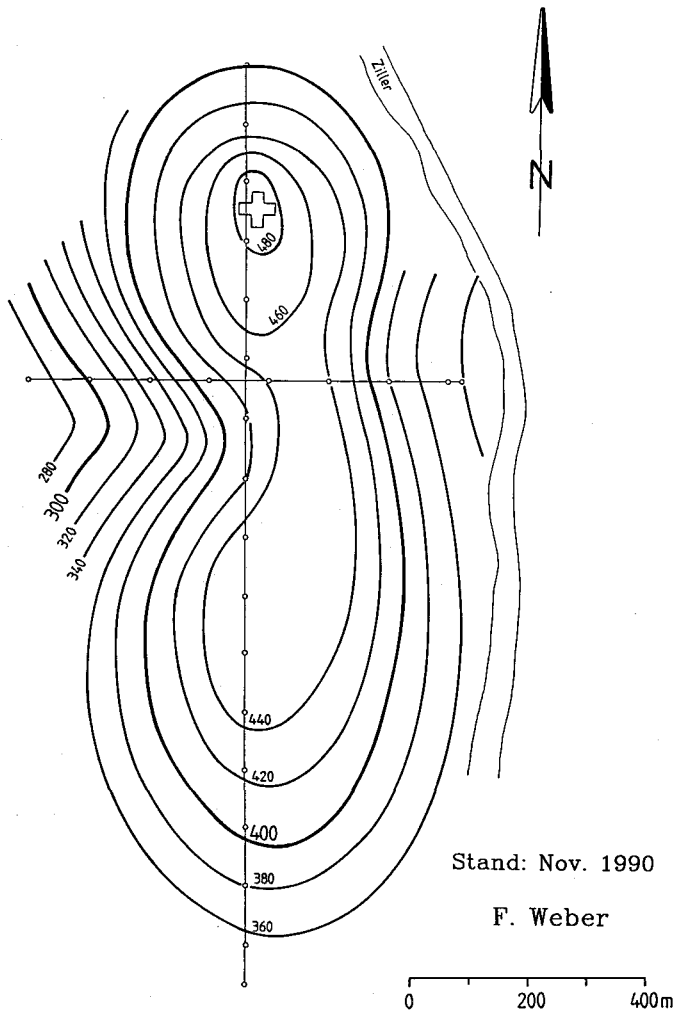


Abb. 9: Mächtigkeitkarte des Schichtintervalls A-B

### 5. Seismostratigraphie

Unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus dem Inntal, wo ein umfassenderes Datenmaterial vorliegt, kann auch aus den wenigen vorhandenen Unterlagen des Zillertals eine seismostratigraphische Analyse versucht werden. Diese baut zwar auf denselben Parametern wie bei der Seismostratigraphie mariner Sedimente auf, es sind jedoch bei der Analyse quartärer Sedimente andere Gewichtungen maßgeblich. Die wichtigsten Parameter sind: Reflexionsstärke, Reflexionserstreckung, Reflexionscharakter, Konfiguration, seismofaziale Geometrie, Frequenz, Intervallgeschwindigkeit.

Die Reflexionsstärke läßt auf das Vorhandensein eines beträchtlichen Reflexionskoeffizienten und damit auf eine bedeutende lithologische Änderung innerhalb der Schichtfolge

schließen. Die Kombination von hoher Amplitude und großer Längserstreckung charakterisiert einen seismischen Leithorizont, aus dessen Verlauf der geologische Bauplan abgeleitet werden kann. Unter den gegebenen sedimentären Bedingungen des Quartärs ist es auch wahrscheinlicher, daß eine solche Reflexion eher von einer mächtigen Schicht stammt als daß sie durch konstruktive Interferenz der Reflexionen mehrerer dünner Schichten entstanden ist. Es können auch Reflexionen kurzer Längserstreckung bei der Analyse der Sequenzen bedeutungsvoll sein, da sie eine Aussage über eine parallele oder diskordante Reflexionsanordnung gestatten.

Bezüglich des Reflexionscharakters können bei den besonders aussagekräftigen Leithorizonten folgende Reflexionstypen unterschieden werden (Abb. 10): Es ist häufig der Fall, daß das Reflexionsband aus 2 annähernd gleich starken Wellenbergen mit einem dazwischen befindlichen kräftigen Wellental besteht. Aus letzterem heraus kann sich — unter Erniedrigung der Reflexionsfrequenz — ein schwacher Wellenberg entwickeln. Andererseits ist auch der Typ nicht selten, daß die Reflexionsstärke des oberen oder unteren Wellenberges geringer ist, während das kräftige Wellental konstant bleibt.

Hinsichtlich seiner geologisch-lithologischen Bedeutung noch nicht geklärt ist ein Reflexionstyp, der bei meist nur kurzer Erstreckung einen unebenen Verlauf aufweist. Diese Verhältnisse finden sich vor allem im tieferen Teil von Profil 1, zwischen den Reflektoren A bis B bzw. Q. Es könnte dies ein Hinweis auf ein Medium mit hoher Sedimentationsenergie sein.

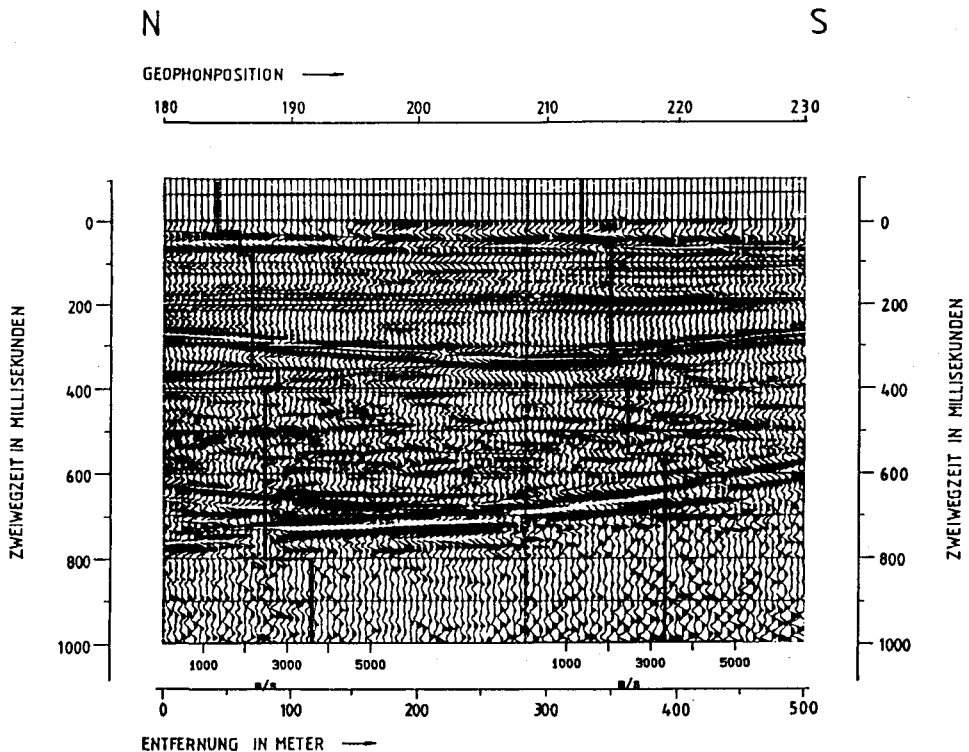


Abb. 10: Ausschnitt aus dem Zeitprofil Schlitters 1 mit Intervallgeschwindigkeiten

Der Parameter der Reflexionskonfiguration ist für die fazielle Aussage wichtig, da z. B. eine Parallelanordnung für eine ruhige Sedimentation in einem marinen, auch limnischen Milieu spricht. Mehr oder weniger ausgeprägte Schrägrichtung läßt sich sowohl im Längs- als auch im Querprofil erkennen, doch scheint diese nicht über weitere Strecken anzuhalten. Dies könnte durch fluviatile Sedimentation mit relativ rasch sich ändernder Strömungsrichtung erklärt werden. Deltabildungen sind — jedenfalls in dem bisher vorliegenden Material — nicht zu erkennen.

Bei der seismofaziellen Geometrie versucht man, einen zusammengehörenden Zyklus von Reflexionen abzugrenzen, die Geometrie der seismofaziellen Einheit zu bestimmen und daraus auf die Geometrie des zugrundeliegenden geologischen Körpers den Sedimentationsvorgang und das Ablagerungsmilieu zu schließen. Onlap- und Offlap-Strukturen bilden bei marinen Sedimenten z. B. solche charakteristischen Einheiten. Im gegenständlichen Fall wurde besonderes Augenmerk auf die Erkennung von seismofaziellen Mustern gelegt, die für fluviatiles oder limnisches Milieu sprechen.

Die Frequenz ist ein Parameter, der in marinen Schichten meist nur eine beschränkte Aussage auf die Lithologie etc. gestattet. Als Folge der Dämpfung wird auch eine generelle Abnahme der Reflexionsfrequenz mit der Laufzeit angenommen. In quartären Schichten scheinen die Verhältnisse wesentlich komplizierter zu sein, andererseits besteht die Hoffnung, bei Vorhandensein eines größeren durch Bohrungen überprüften Materials diesen Parameter in verstärktem Maß verwenden zu können.

Die Intervallgeschwindigkeit wäre an und für sich für die Lithologieerkennung ein wichtiger Parameter, der jedoch im alpinen Quartär stets mit der Reflexionsqualität zusammenhängend beurteilt und verwendet werden soll.

Durch die Unsicherheit in der Lage der Quartärbasis ist es schwierig, über die seismostratigraphische Bedeutung der tiefsten Sequenz (Quartärbasis — 3. Leithorizont) endgültige Aussagen zu treffen. Dafür eignet sich vornehmlich der nördliche Teil von Profil 1. Die Reflexionserstreckung ist mit Werten von 100 bis 300 m zwar mäßig, die meist flachliegenden bis schwach geneigten Reflexionen haben jedoch eine beträchtliche Reflexionsstärke und eine ziemlich einheitliche Reflexionscharakteristik. Eine Altmoräne ist eher auszuschließen. Bei Intervallgeschwindigkeiten bis 3200 m/s ist das Auftreten von Konglomeraten möglich. Der 3. Leithorizont (B) weist einen uneinheitlichen Charakter auf, wobei auf Profil 1 im südlichen Teil im Bereich der Mulde der Typ mit zwei gleichen oder unterschiedlichen Wellenberg vorherrscht. Im Nordteil ändert sich Reflexionstyp, Charakter und Frequenz, wobei die Reflexion auch Unterbrechungen aufweist. Auf Profil 2 tritt der Horizont B als Reflexionstyp mit einem Wellenberg meist deutlich hervor, wird jedoch in Hangenden von sporadischen hochfrequenten Einsätzen überlagert, wobei es lokal anscheinend auch zu Auslöschung kommt. Der 2. Leithorizont (A) zeigt überwiegend eine ausgezeichnete Qualität, große Amplitude, hinsichtlich des Reflexionscharakters den niederfrequenten Typ mit zwei Wellenbergen, das Wellental teilweise aufgelöst. Lediglich im Bereich der östlichen Flanke der Mulde auf Profil 2 nimmt die Amplitude unter Charakteränderung ab (Streuung der Reflexionsenergie?).

Bezüglich der Sequenz B-A läßt sich folgende seismofazielle Aussage machen. Auf Profil 1 zeigen die Reflexionen kurzer Erstreckung weitgehend flache Lagerung, schwache Amplitude, unebene, undulöse Ausbildung. Es scheint also eine Mulde zusedimentiert worden zu sein. Im oberen Teil des Schichtpaketes ist unterhalb des Horizonts A eine Mächtigungsabnahme bzw. Schichtauskeilen aufgrund der Reflexionskonfiguration zu

erkennen. Im Nordabschnitt von Profil 1 findet sich durchwegs eine parallele Reflexionskonfiguration.

Auf Profil 2 zeigt die seismofazielle Geometrie im oberen Teil des Intervalls von A-B im Abschnitt von P 125 bis 160 einen linsenförmig anschwellenden Komplex. Innerhalb desselben herrscht ein unruhiges Reflexionsmuster kurzer, schwacher Reflexionen. Es könnte sich um eine Verzahnung mit einem aus östlicher Richtung erfolgenden Sedimenttransport (Grobklastika?) handeln. Dafür würde auch die Geschwindigkeitsanalyse von Profil 2 sprechen, die einen Rückgang der Intervallgeschwindigkeit von ca. 2230 auf 2030 m/s angibt. Bei P 160 deutet sich zwischen 0,35 bis 0,46 s ein nach Westen auskeilender Komplex an. Der Horizont A ist ein wichtiger Leithorizont, der die Lagerungsverhältnisse klar wiedergibt. Die Reflexion zeigt eine hohe, meist gleichbleibende Amplitude von einfachem Typ (zwei Wellenberge, z. T. mit komplexem Wellental). Die Frequenz liegt bei 25 bis 30 Hz. Bezeichnende Merkmale des Reflexionscharakters und der Konfiguration ergeben sich im Bereich der Mulde, wo kurze, hochfrequente Einsätze über oder unter dem Reflektor an das Reflexionsband anschließen. Im Bereich des Horizonts A scheint eine Geschwindigkeitszunahme bis zu 300 m/s zu erfolgen, gefolgt von einer Abnahme. Es könnte sich bei diesem Reflektor um eine Stillstandsphase der fluvioglazialen Sedimentation handeln, die in einem größeren Gebiet ausgeprägt ist und mit einer verstärkten Gesteinskompaktion einhergeht. Die Sequenz zwischen Horizont A-0 zeigt seismofaziell ein weitgehend einheitliches Bild: flachliegende, hochfrequente (bis 90 Hz) Reflexionen, die sich trotz mäßiger Amplitude weit erstrecken. Der basale Teil der Mulde ist nahezu reflexionsfrei. Bei ca. 0,2 s wird diese sedimentäre Einheit durch eine kräftige Reflexion gegen das Hangende abgegrenzt. Es dürfte sich um eine Sedimentation in einem ruhigen Medium, etwa Seetone mit einzelnen Sand- und Schotterlinsen, handeln. Die größere Reflexionshäufigkeit im oberen Teil der Sequenz signalisiert einen stärkeren lithologischen Wechsel. Die Intervallgeschwindigkeiten von 1800 bis 2100 m/s sprechen für unverfestigte Lockersedimente. Diese Reflexionen bilden in Bezug auf den Leithorizont A ein Reflexionsmuster des onlap.

Der oberste Leithorizont „0“ bildet den nahezu söhllich liegenden Bezugshorizont der quartären Talfüllung und schließt diese nach oben ab. Es könnte sich um die Oberkante der fluvioglazialen Serie handeln, die von alluvialen Schichten überlagert wird. Trotz geringer Laufzeiten (0,06 bis 0,07 s, bezogen auf das Wellental) ist die Reflexionsqualität hervorragend. Das Reflexionsband besteht aus zwei Wellenbergen meist gleicher oder unterschiedlicher Amplitude, die Frequenz bleibt mit ca. 30 Hz über längere Strecken konstant.

## 6. Zusammenfassende geologisch-geophysikalische Interpretation der Ergebnisse

Da geologische Tiefenaufschlüsse weitgehend fehlen und auch die geologische Kartierung mit Ausnahme der Grenzziehung Quartär/Kristallin derzeit keine wesentlichen Entscheidungshilfen bringen kann, ist jede geologische Interpretation als eine vorläufige zu betrachten. Dennoch erscheint es gerechtfertigt, die von der Geophysik angebotenen Lösungsmöglichkeiten zur Diskussion zu stellen. Als feststehend kann die — für ein inneralpines Seitental besonders auffallende — große Quartärmächtigkeit erachtet werden, wobei auch unter Beachtung der Schwierigkeit in der Festlegung der Quartärbasis mit einem Tiefenwert in der Größenordnung von 900 m maximal gerechnet werden kann. Es ist weiters anzunehmen, daß der Abfall der Muldenachse des präquartären Untergrundes ungleichmäßig erfolgt. Vom anstehenden Kristallin südlich Zell/Ziller bis zum Schuß-



punkt 12 des refraktionsseismischen Profils 3 ergibt sich somit ein scheinbares Einfallen von 12°, von hier bis zum Südenende des reflexionsseismischen Profils 1 ein Einfallen von 2° und entlang von Profil 1 von 10°. Bis zum Inntal selbst, wo bei Münster ein reflexionsseismisches Profil existiert, dürfte nur mehr ein sehr flaches Einfallen der Kristallinoberkante erfolgen.

Hypothetisch ist die stratigraphische Einordnung des durch die Reflexionsseismik gefundenen Stockwerkbaus. Wenn man davon ausgeht, daß die Hauptzwischenzeit, das Mindel-Rißintervall, auch im Zillertal einen größeren sedimentären Niederschlag gefunden hat, so bietet sich dafür das maximal 480 m mächtige Intervall zwischen den Leithorizonten B und A an. Dann könnte es sich bei dem Schichtintervall wechselnder Mächtigkeit zwischen der angenommenen Quartärbasis und dem Reflektor B um Reste älterer Moräne handeln, wie das im Inntal bei der Brekzie der Fall ist. Für die Einstufung des Schichtintervalls A bis B als glaziofluviatile Sedimente gibt es gewichtige Hinweise, vor allem durch die Seismostratigraphie. Die Entstehung und Lithologie der Leithorizonte A und B ist noch offen. Die Muldenform spricht für einen Akt mit hoher Sedimentationsenergie. Es könnte sich um stärker verfestigte Basisschotter und Konglomerate handeln.

Eine markante Änderung der sedimentären Entwicklung ist mit geologischem Geschehen verbunden, das durch den Reflektor A angegeben wird. Es wird eine limnische Sedimentation angenommen mit Dominanz von feinkörnigen Sedimenten, auch Seetonen und einzelnen Schottern und Kieshorizonten. Die Seenbildung dürfte durch einen Aufstau, der gegen das Inntal zu erfolgt ist, verursacht worden sein. Es könnte das über dem Horizont A liegende Schichtintervall der spät- und postwürmeiszeitlichen Sedimentation und Talformung zuzuordnen sein. Es ist mit maximalen Sedimentmächtigkeiten von 320 m (unter Berücksichtigung des über dem Reflektor 0 liegenden Abschnitts) zu rechnen. Die beiden Bohrungen im Unterlauf des Zillertals zeigen vorwiegend feinkörnige Lockersedimente (Seetone, Schluffe) mit untergeordneten Kies- und Schottereinlagerungen, der Horizont 0 wurde nicht erreicht.

### Literaturverzeichnis

- BISTRITSCHAN, K.: Ein Beitrag zur Geologie und Hydrologie der österreichischen Alpentäler. — Z. dtsh. Geol. Ges., 106 (1954), 82-88, Hannover 1955.
- HEISSEL, W.: Beiträge zur Quartärgeologie des Inntales. — Jb. geol. B.-A., 97, 251-322, Wien 1954.
- KLEBELSBERG, R. V.: Die Tiefe der Alpentäler. — Vh. Schweiz. natforsch. Ges., 1951, 61-67, Luzern 1951.
- PATZELT, G.: Unterinntal — Zillertal — Pinzgau — Kitzbühel. Spät- und postglaziale Landschaftsentwicklung. — Innsbr. geogr. Studien, 2, Innsbruck 1975.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E.: Die Alpen im Eiszeitalter. — 1. und 2. Lieferung 1901/02, 3. — 5. Lieferung 1902 / 03, Leipzig 1909.
- SANGREE, J. B. & WIDMIER, J. M.: Interpretation of depositional facies from seismic data. — Geophysics, 44, Tulsa 1979.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich, Bd. 3. — 718 S. Franz Deuticke, Wien 1986.
- VAN HUSEN, D.: Verbreitung, Ursachen und Füllung glazial übertiefer Talabschnitte an Beispielen in den Ostalpen. — Eiszeitalter und Gegenwart, 29, 9-22, Hannover 1979.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 13. Mai 1991