



Refraktionsseismische Messungen im weststeirischen Tertiär nördlich Voitsberg (Oberdorfer Mulde)

FRANZ WEBER & HERFRIED GRASZL*)

10 Abbildungen

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 163

*Steiermark
Köflach-Voitsberg
Tertiär
Oberdorfer Mulde
Refraktionsseismik*

Inhalt

Zusammenfassung	185
Abstract	185
1. Einleitung	186
2. Die geologischen Verhältnisse im Meßgebiet und in dessen Umgebung	186
3. Feldmessungen und Auswertung	186
4. Ergebnisse	188
4.1. Profile	188
4.2. Struktur des Beckenuntergrundes	190
4.3. Lithologie des Beckenuntergrundes	193
4.4. Aussagen über die tertiäre Beckenfüllung	194
5. Spezielle Aussagen zur Tektonik	195
Dank	195
Literatur	195

Zusammenfassung

Im Bereich der Oberdorfer Braunkohlenmulde bei Voitsberg wurden im April 1995 refraktionsseismische Messungen auf 4 Profilen mit einer Gesamtlänge von 3,76 km durchgeführt. Es herrscht ein seismischer 4-Schichtfall vor, wobei der V_0 - und der V_1 -Horizont die oberflächennahen Lockersedimente umfassen. Der V_2 -Horizont (1600 m/s bis 2100 m/s) entspricht den tertiären Schichten und der V_3 -Horizont (2800 m/s bis 4800 m/s) dem prätertiären Beckenuntergrund. Zentrales Bauelement ist eine Mulde, deren Achse im Nordteil generell N-S streicht, während im Süden ein markantes Umbiegen nach Westen mit gleichzeitiger Vertiefung der Mulde erfolgt. Vom Muldenkern gehen im östlichen Flankenbereich Seitenmulden nach Südosten aus. Weiters reicht vom Osten her ein Sporn in die Mulde hinein. Die Basis der Mulde liegt im Norden auf etwa +320 m SH, im Süden tiefer als +310 m SH, woraus sich Tertiärmächtigkeiten von maximal 180 m ergeben (vor dem Abbau). Es konnten zwar Scharungen im Verlauf des V_3 -Refraktors, jedoch keine eindeutigen Brüche festgestellt werden. Die Geschwindigkeiten des Tertiärs nehmen generell nach NE und N zu, was als Zunahme des Anteils gröberer Sedimente interpretiert wird. Unter der Berücksichtigung von Bohrdaten der GKB (Graz-Köflacher Bergbau und Eisenbahn Ges.m.b.H.) wurde basierend auf den V_3 -Geschwindigkeiten der Versuch einer lithologischen Gliederung unternommen. Dabei wurden folgende Geschwindigkeitszuordnungen angenommen: Paläozoische Karbonate 4000 m/s bis 4800 m/s, Kristallin etwa 4000 m/s und Gosau 2800 m/s bis 4000 m/s. Unter dem Tertiär scheint ein generell SW-NE streichender Aufbruch von Karbonaten zu liegen, der im Süden von einem schmälere Streifen Kristallin flankiert und im W, N und E von Gosau umrahmt wird.

Refraction Seismic Measurements in the Weststyrian Tertiary near Voitsberg (Oberdorf Basin)

Abstract

In April 1995 a refraction seismic program consisting of four profiles with a total length of 3.76 km was performed in the brown coal bearing Tertiary of Oberdorf near Voitsberg. There exists a seismic four-layer case: The v_0 - and v_1 -refractors correspond to the unconsolidated sediments and waste, the v_2 -refractor (1600 m/s to 2100 m/s) accords with the tertiary basin sediments (clays and sand) and the v_3 -refractor (2800 m/s to 4800 m/s) with the basement. The central structure is a syncline. The axis of the syncline strikes N-S with a sharp turn into the western direction and a slight deepening in the south. Sidesynclines start from the centre extending to SE and there reaches also an underground highzone into the eastern

*) Anschrift der Verfasser: Em. Univ.-Prof. Dr. FRANZ WEBER, Mag. HERFRIED GRASZL: Institut für Geophysik, Montanuniversität Leoben, A-8700 Leoben.

flank of the syncline. The base of the syncline lies in the north on a sealevel of about +320 m and in the south below +310 m. The maximum thickness of the Tertiary amounts before mining to about 180 m. Profiles and structure maps of the v_2 -horizon exhibit steeper dips at some places but no characteristic faults. The v_2 -velocities (Tertiary) demonstrate an increase to the NE and N direction, which was interpreted as a coarsening of the sediments. The lithological composition of the basement was, assisted by well data from the GKB (Graz-Köflacher Bergbau und Eisenbahn Ges.m.b.H.), recognized by means of the v_3 -velocities. Paleozoic carbonates are characterized by velocities of about 4000 m/s to 4800 m/s, crystalline of about 4000 m/s and Gosau beds (shale and sandstone) of about 2800 m/s to 4000 m/s. At the base of the Tertiary there seems to be an uplift of carbonates accompanied by a strip of crystalline in the SE and surrounded by Gosau in the W, N, and E.

1. Einleitung

Im Rahmen des Forschungsprojektes des FWF „Geologie, Paläontologie und Stratigraphie der Kohlenlagerstätte von Köflach-Voitsberg (Steiermark)“ ist ein Teilprojekt vorgesehen, das hochauflösende reflexionsseismische Messungen im Bereich der Oberdorfer Mulde zum Ziel hat. Da mit solchen reflexionsseismischen Messungen in einem Tiefenbereich von weniger als 100 m und in einem bestehenden Abbau jedoch weitgehend Neuland betreten wird, ist eine Abstützung durch refraktionsseismische Messungen zweckmäßig. Diese können präzise Angaben über die Tiefenlage und das Relief der Tertiärbasis liefern und vor allem Geschwindigkeitsunterlagen ergeben, die aus den relativ kurzen reflexionsseismischen Aufstellungen schwerlich mit der erforderlichen Genauigkeit berechnet werden können.

Durch die Einbeziehung zahlreicher Bohrungen der GKB (Graz-Köflacher Bergbau und Eisenbahn Ges.m.b.H.), die die Tertiärbasis erreicht hatten, sollte die Aussage der Refraktionsseismik gesteigert werden. Dies betraf auch die Lithologie des Beckenuntergrundes, die als durchaus unterschiedlich, vor allem im Bereich der weit verbreiteten Gosau, anzunehmen war. Um das laterale Auflösungsvermögen zu optimieren, wurde ein relativ geringer, vom Standpunkt des Meßfortschritts noch akzeptabler Geophonabstand gewählt.

Trotz aller Bemühungen bei der Planung bildeten die methodischen Grenzen eine klare Schranke. Die im Verhältnis zur Eindringtiefe großen Aufstellungslängen waren im Bergbaugesamtgebiet nicht immer zu realisieren, sodaß auch die Voraussetzung für hochauflösende Auswerteverfahren fehlte. Das gegenständliche Profilnetz ist also als ein Kompromiß aus den einzelnen Einflußgrößen zu betrachten. Für eine umfassende Aussage ist die Kombination mit den in Ausarbeitung befindlichen reflexionsseismischen und geoelektrischen Messungen ein weiterer Schritt zur Problemlösung.

2. Die geologischen Verhältnisse im Meßgebiet und in dessen Umgebung

Nach der geologischen Karte von H.W. FLÜGEL & F.R. NEUBAUER (1984) bilden die ältesten Gesteine altpaläozoische Phyllite. Diese stehen südlich des Oberdorfer Bergbaugesamtes am Hangfuß bei Voitsberg an, ebenso etwa 1 km weiter im NW bei Mitterdorf. Darüber folgt die permotriadische Raasbergfolge (Dolomite, Kalke, Quarzite, Grauwacken), die nach den genannten Autoren einen diskordanten Reibungsteppich über verschiedenartigem Kristallin bildet. H.W. FLÜGEL & V. MAURIN (1956) hielten ein triassisches Alter für möglich, andererseits weist H.W. FLÜGEL (1984) auf die Möglichkeit einer Parallelisierung mit der Dolomitsandsteinstufe des Unterdevons (Grazer Paläozoikum) hin. Nach W. POHL (1976) fällt diese „Karbonatserie“ flach nach NE ein. Durch mehrere Bohrungen der GKB, die den Beckenuntergrund in der Oberdorfer Mulde erreicht hatten, wurden die Karbonate nach N hin bis ca. 400 m südlich der Tertiär/Gosaugrenze nachgewiesen.

Eine weite Verbreitung hat im prätertiären Untergrund der Oberdorfer Mulde die Gosau. Diese scheint im Bereich der Oberdorfer Ostmulde vorwiegend aus feinklastischen Gesteinen (Sandsteine, Tonmergel) zu bestehen, daneben kommen auch Brekzien und Konglomerate vor. Die Gosau bildet auch die nördliche und nordöstliche Umrahmung der Oberdorfer Tertiärmulde.

Vor der Ablagerung der Oberkreidgesteine wurde ein kräftiges Relief herausgebildet, wie die unterschiedliche Tiefenlage der einzelnen Tertiärmulden zeigt. Dieses Relief war auch maßgeblich bei der Ausbildung der grobklastischen Basisbildungen der tertiären Schichten beteiligt. Die Bohrdaten lassen eine größere Verbreitung von Brekzien und Konglomeraten vermuten, die allerdings geringmächtig sind. Ansonsten bestehen die Liegendschichten nach W. POHL (1976) aus einer Wechselfolge von Grobsanden bis Kiesen, tonigen Feinsanden und sandigen Tonen. Die flözführende Serie ist für die Refraktionsseismik insofern interessant, als die Braunkohle im Raum Oberdorf nach F. WEBER et al. (1985) eine niedrigere Geschwindigkeit (990 m/s bis 1090 m/s) als die Hangendschichten besitzt, sich also im Bereich einer seismischen Blindzone befindet. Die Hangendschichten bestehen aus Sanden, sandigen Tonen und Tonen. Die gesamte Serie ist altersmäßig in das Karpat zu stellen.

3. Feldmessungen und Auswertung

Im April 1995 wurden 4 refraktionsseismische Profile mit einer Gesamtlänge von 3,76 km (einschließlich der Weitschüsse) in der Ostmulde von Oberdorf gemessen (siehe Abb. 1, Geographische Lage der Kohlenmulde von Ober-

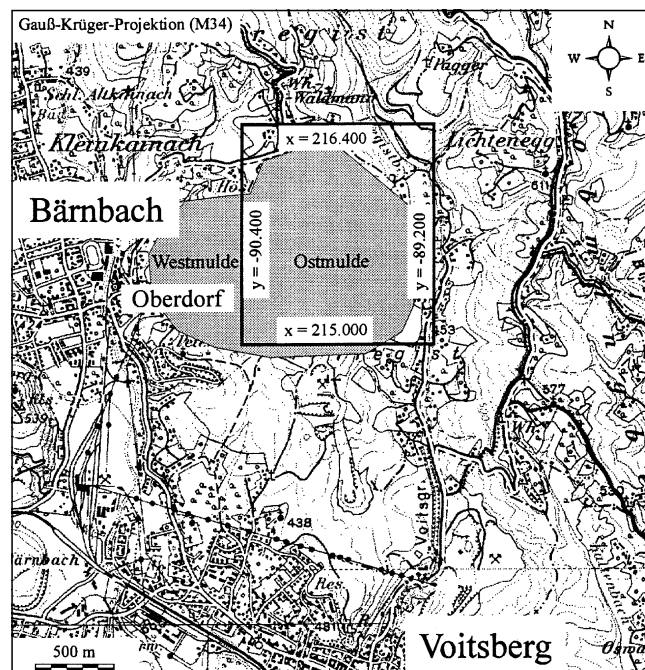


Abb. 1. Geographische Lage der Kohlenmulde von Oberdorf.

dorf, und Abb. 2, Geographische Lage der refraktionsseismischen Messungen). Dabei betrug die gesamte Geophonaufstellungslänge 1,92 km, der Schußpunktabstand 120 m, der Geophonabstand 10 m, die Schußtiefe 1 m und die Sprengladung 0,07–0,72 kg Gelatine-Donarit-II pro Schuß. Das Meßschema bestand im Normalfall aus 7 Schüssen pro Aufstellung (ein Mittelpunktsschuß, 2 End- und 4 Fernschüsse). Die Messungen wurden mit einer 24-kanaligen digitaleisemischen Apparatur (EG&G Geometrics ES-2401) durchgeführt.

Das Profil 1 verläuft größtenteils im Bereich der derzeitigen Sohle des Abbaus, eine wünschenswerte Verlängerung nach W war wegen eines Förderbandes und anderer Störquellen nicht möglich. Auch in östlicher Richtung war eine Verlängerung, die dann in den Bereich eines abrupten

Geländeanstieges und einer Abraumschüttung gelangt wäre, praktisch nicht möglich. Das Profil 2 liegt am nördlichen Rand bereits außerhalb des Abbaubereiches und sollte auch Informationen über das unverritzte Tertiär bringen. Das Profil 3 war als Verbindungsprofil zwischen den ersten beiden Profilen geplant und bereitete wegen einer steilen Geländestufe bei der Messung einige Schwierigkeiten. Das Profil 4 sollte den zentralen Muldenbereich näher erkunden.

Leider ist unter den gegebenen Umständen die Anlage eines etwa N-S verlaufenden Profils am Westrand der östlichen Oberdorfer Mulde nicht möglich, sodaß der Anstieg zu dem trennenden Rücken seismisch nicht erfaßt werden kann. Der Energiedurchgang war im anstehenden Tertiär gut, im Bereich des locker gelagerten Abraums dagegen

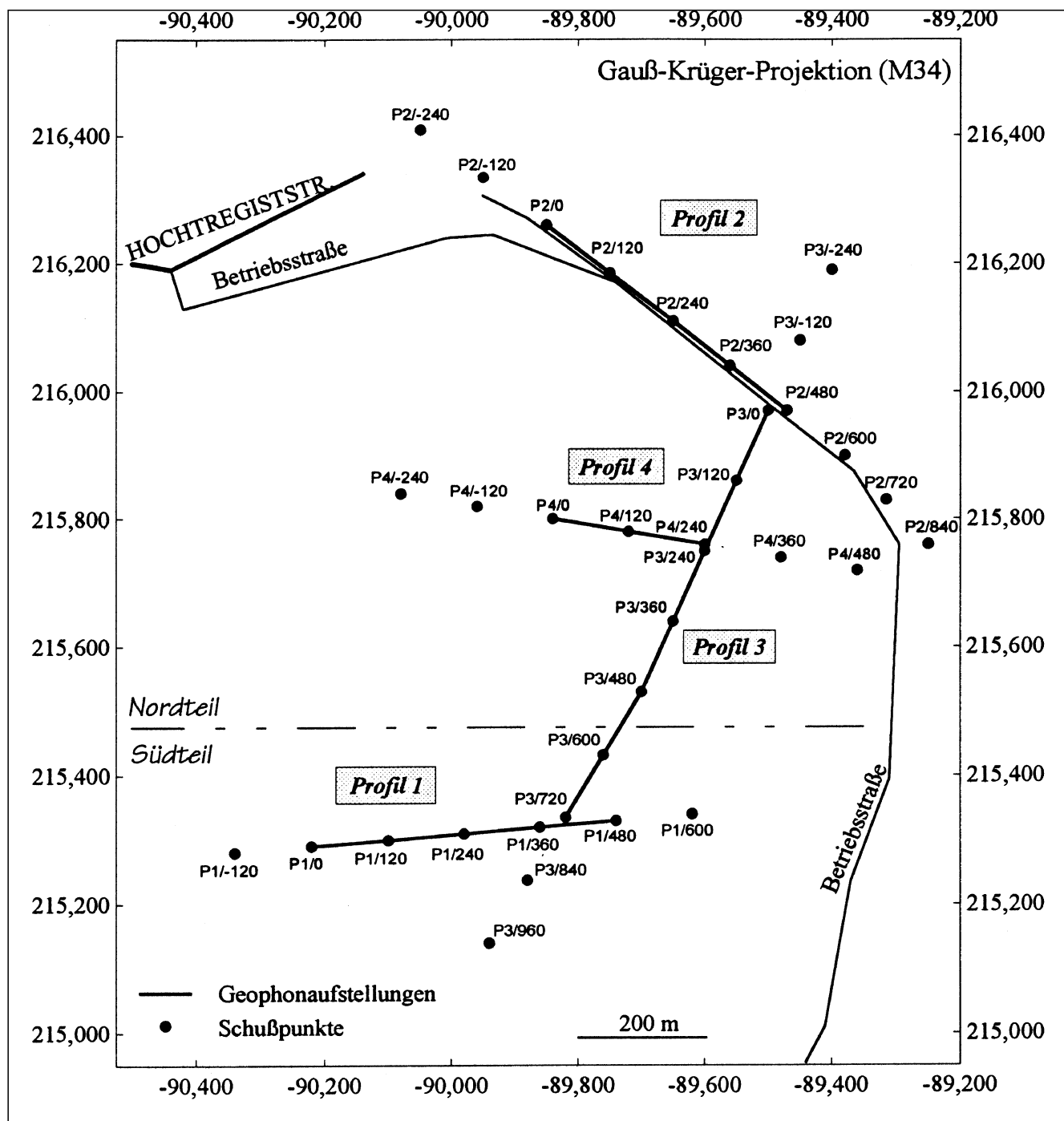
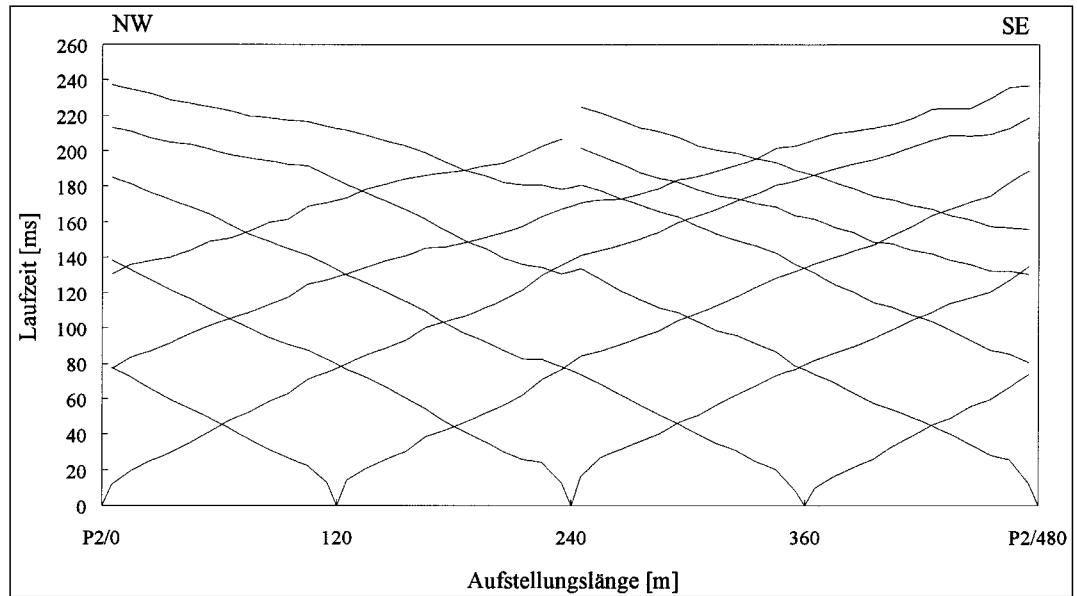


Abb. 2. Geographische Lage der refraktionsseismischen Messungen.

Abb. 3.
Laufzeitkurven – Profil 2.

eher ungünstig. Die Feldmessungen erfolgten in der Weise, daß zuerst die Mittelpunkttaufstellung, darauf die beiden Endaufstellungen und sodann die Weitaufstellungen gemessen wurden. Allerdings konnten aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht immer alle geplanten Weitaufstellungen geschossen werden.



Die Meßmethodik war im Prinzip so angelegt, daß die Auswertung mit der Methode der Reziprozeit nach D. PALMER (1980) als Routineauswertungsverfahren möglich sein sollte. Es werden dabei jene Abstände zwischen den Geophonen ermittelt, bei denen die Strahlen von einem gemeinsamen Punkt auf dem Refraktor zur Erdoberfläche verlaufen. Ein Vorteil dieser GRM (Generalized Reciprocal Method) ist der, daß die laufende Tiefenberechnung auch ohne konstantes Bezugsniveau einfach ist und die Schichtgeschwindigkeiten auch bei stärkerem Relief des Refraktors bestimmt werden können. Wo Fernschüsse nicht möglich waren, wurden die Tiefen der Refraktoren unter den Schußpunkten nach der Methode der Interceptzeiten (in den Abbildungen mit MIZ bezeichnet) berechnet.

Die Aufnahmen sind von guter Qualität und lassen eindeutig die genaue Ablesung der Laufzeiten der direkten und refraktierten Wellen zu. Die darauf aufbauenden Laufzeitkurven gestatten bereits einen qualitativen Überblick über die Zahl der Schichten und die Ausbildung der Refraktoren. Die teilweise bewegte Topographie und die durch den Abraum hervorgerufenen lateralen Geschwindigkeitsänderungen finden in den Laufzeitkurven deutlich ihren Ausdruck. Weiters kann auch sofort über eine wesentliche Zielsetzung, nämlich die Erreichung des prätertiären Untergrundes, ein Urteil abgegeben werden.

Als Beispiel einer Aufnahme mit regelmäßiger Topographie und relativ gleichförmiger Verwitterungsschicht werden die Laufzeitkurven von Profil 2 gezeigt (Abb. 3, Laufzeitkurven – Profil 2). Bei der Aufstellung im Abschnitt von P2/0–P2/360 m ist zu erkennen, daß die Verwitterungsschicht geringmächtig sein muß und der überwiegende Teil der Laufzeitkurven aufgrund der Geschwindigkeiten einem Refraktor aus dem Tertiär entsprechen muß. Einsätze vom Beckenuntergrund scheinen nur bei den Weitaufstellungen von mindestens 240 m Entfernung vom Schußpunkt auf.

Den Normalfall des Meßgebietes bildet ein refraktionsseismischer 4-Schichtfall mit folgender Ausbildung:

- V_0 -Horizont: Dieser ist durch die niedrigsten Geschwindigkeiten im Bereich von 300–500 m/s gekennzeichnet, er ist stets geringmächtig und setzt sich aus der Humusschicht und dem Abraum zusammen.
- V_1 -Horizont: Die Geschwindigkeit variiert zwischen 900 m/s und 1500 m/s. Gesteinsmäßig setzt er sich aus

stärker verdichtetem Abraum, quartären Sedimenten und/oder aus teilweise verwittertem Tertiär zusammen. Die Mächtigkeit kann lokal stärker schwanken.

- V_2 -Horizont: Die Geschwindigkeiten liegen zwischen 1600 m/s und 2100 m/s, lithologisch umfaßt er die Hauptmasse des tonig-sandig-kiesigen Tertiärs.
- V_3 -Horizont: Die Geschwindigkeiten bewegen sich zwischen 2800 m/s und 4800 m/s, lokal auch darunter. Die starke Geschwindigkeitsvariation ist auf die unterschiedliche lithologische Zusammensetzung des Refraktors, der der Oberkante des Beckenuntergrundes entspricht, zurückzuführen (Gosau, Karbonate, Kristallin).

Die praktische Auswertung erfolgte mit dem Softwarepaket Gremix (Interpex Limited).

4. Ergebnisse

4.1. Profile

Die Ergebnisse der Auswertung wurden zunächst in Form von Mächtigkeits-, Tiefen- und Geschwindigkeitsprofilen graphisch dargestellt.

□ Profil 1 (Abb. 4)

Die Tertiärmächtigkeiten nehmen sowohl im V_1 - als auch im V_2 -Refraktor von W nach E ziemlich gleichmäßig zu, wobei die maximale Mächtigkeit von etwa 83 m im Bereich von P1/360 m liegt. Hier scheint auch das Zentrum der Einmuldung zu liegen, da in der Aufstellung P1/360–P1/480 m eine Abnahme der Tertiärmächtigkeit bis auf 64 m erfolgt. Der V_1 -Horizont besitzt im Westteil Geschwindigkeitswerte von 700 bis 900 m/s, im Ostteil des Profils sind diese mit etwa 1000 m/s konstant. Die V_2 -Geschwindigkeit liegt im Mittelabschnitt bei 1600 m/s und steigt nach W und E auf Werte von 1990–2010 m/s an. Die V_3 -Geschwindigkeit zeigt eine Abnahme von W nach E von 3900 m/s auf etwa 3350 m/s bei P1/360 m.

□ Profil 2 (Abb. 5)

Generell ist ein Abtauchen des Beckenuntergrundes nach SE festzustellen, dem auch in abgeschwächter Form die Topographie folgt. In den Muldenzonen wurden maximale Tertiärmächtigkeiten von 59 m gemessen. In etwas abgeschwächter Form läßt auch der V_2 -

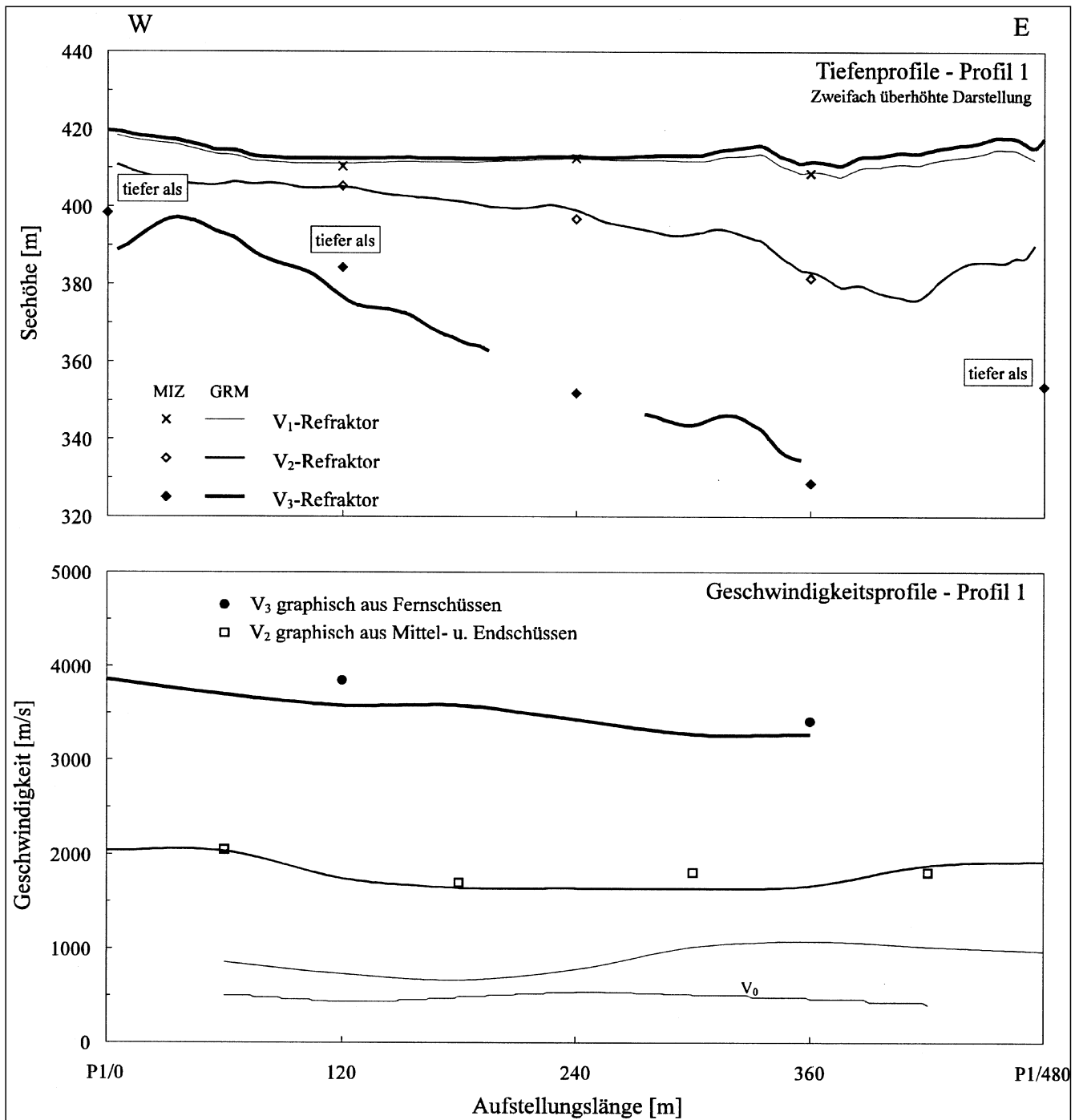


Abb. 4. Tiefen- und Geschwindigkeitsprofile – Profil 1.

Refraktor zwei flache Einmündungen erkennen, die aber gegenüber dem Beckenuntergrund nach NW versetzt erscheinen. Der V_1 -Horizont weist bei P2/240 m ein Geschwindigkeitsminimum von 900 m/s auf, von dem aus die Werte nach SE bis auf 1200 m/s ansteigen und die im NW-Abschnitt mit 1130 m/s konstant sind. Die V_2 -Geschwindigkeit ändert sich nur wenig. Im NW ist diese mit 1950 m/s, im SE mit 2100 m/s konstant. Die V_3 -Geschwindigkeit weist einen starken Wechsel auf. Bis etwa P2/90 m liegen die Werte knapp über 3000 m/s, daran schließt sich ein etwa 60 m breiter Bereich mit hohen Werten (bis 4800 m/s), gefolgt von einem Geschwindigkeitsminimum von nur 2500 m/s und einer vergleichbar geringen Geschwindigkeitszunahme im weiteren Verlauf bis auf Werte von etwa

2850 m/s, an. Etwa bei P2/340 m erfolgt eine weitere Zunahme auf einen Wert von 3350 m/s, der sich bis zum südlichen Profildende nicht mehr ändert.

□ **Profil 3 (Abb. 6)**

Der Beckenuntergrund konnte zwar bei den Schußpunkten, nicht aber bei den Geophonpunkten mit der gewünschten Genauigkeit erfaßt werden. Das Profil war, unter anderem aufgrund der stark schwankenden Mächtigkeit des V_1 -Horizontes, schwierig auszuwerten. Im Bereich der großen Tertiärmächtigkeiten wären noch längere Aufstellungen (mindestens 600 m) erforderlich gewesen, die jedoch schwierig durchzuführen sind. Der V_1 -Horizont zeigt im Westteil Werte von 1400 m/s, die im E auf 1100 m/s abnehmen. Ein schma-

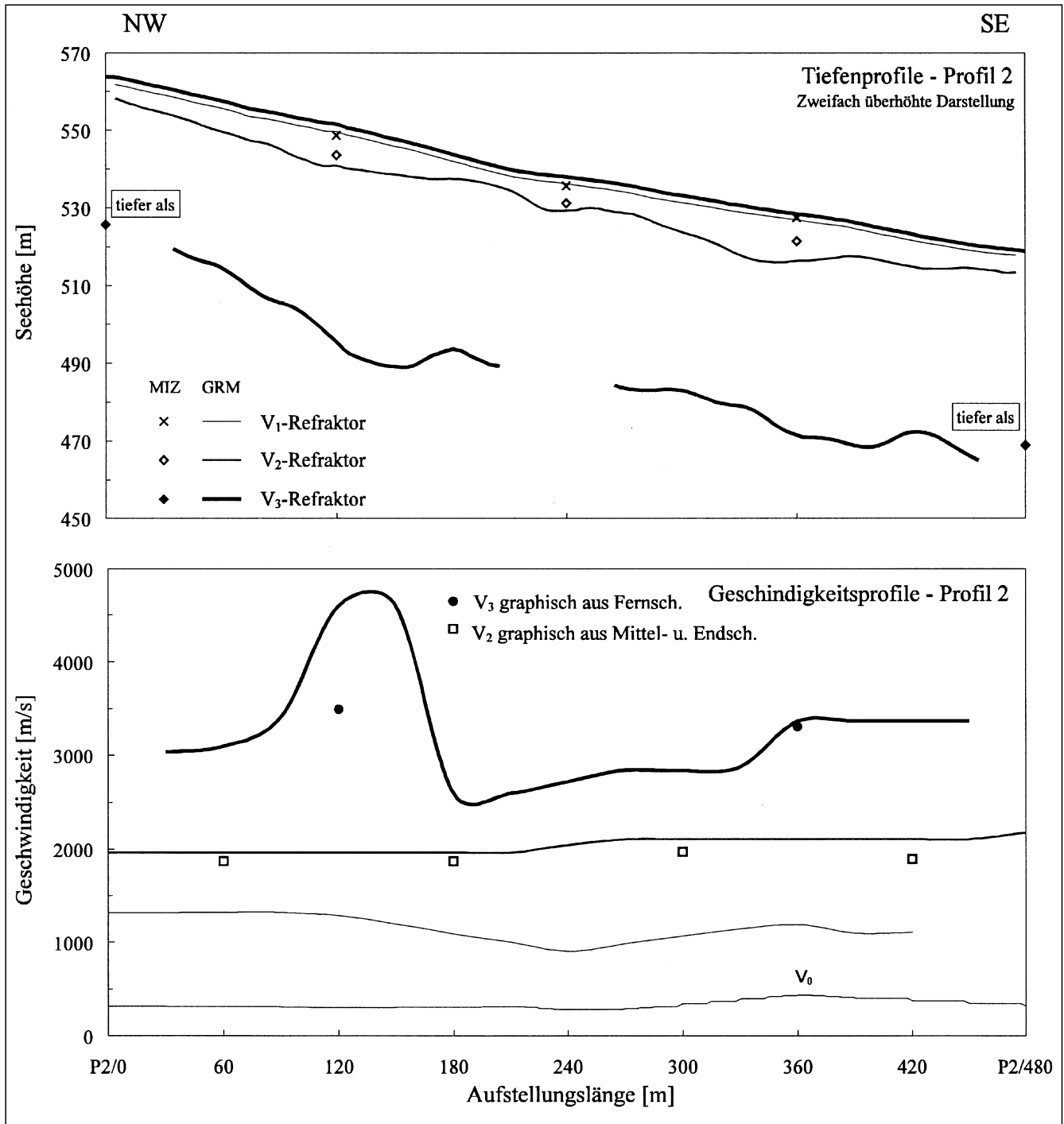


Abb. 5. Tiefen- und Geschwindigkeitsprofile – Profil 2.

les Maximum mit einer Extremgeschwindigkeit von 1700 m/s wäre bei P3/120 m möglich. Die Geschwindigkeit de V_2 -Refraktors ist im N mit Werten von 1950 m/s praktisch konstant, nach S zu scheinen diese gleichmäßig bis auf 1600 m/s abzunehmen. Die V_3 -Geschwindigkeit variiert im N zwischen 3550 m/s und 3700 m/s, im S treten höhere Geschwindigkeitswerte von bis zu 4200 m/s auf.

□ **Profil 4 (Abb. 7)**

Dieses Profil hat aufgrund seiner geringen Länge bezüglich des Beckenuntergrundes nur wenig Aussagen gebracht, wobei meist nur die Angabe von Mindesttiefenwerten möglich war. Die Mächtigkeit des V_1 -Hori-

zontes weist beträchtliche Schwankungen auf, die Maximalwerte (einschließlich V_0 -Refraktor) betragen 15–17 m. Dabei ändert sich die V_1 -Geschwindigkeit nur wenig und nimmt von W nach E von 1200 m/s auf 1300 m/s zu. Die V_2 -Geschwindigkeit ist mit 1900 m/s praktisch konstant. Im Bereich der Profilmitte wurde mit Hilfe der Weitaufstellungen eine V_3 -Geschwindigkeit von 3250 m/s ermittelt.

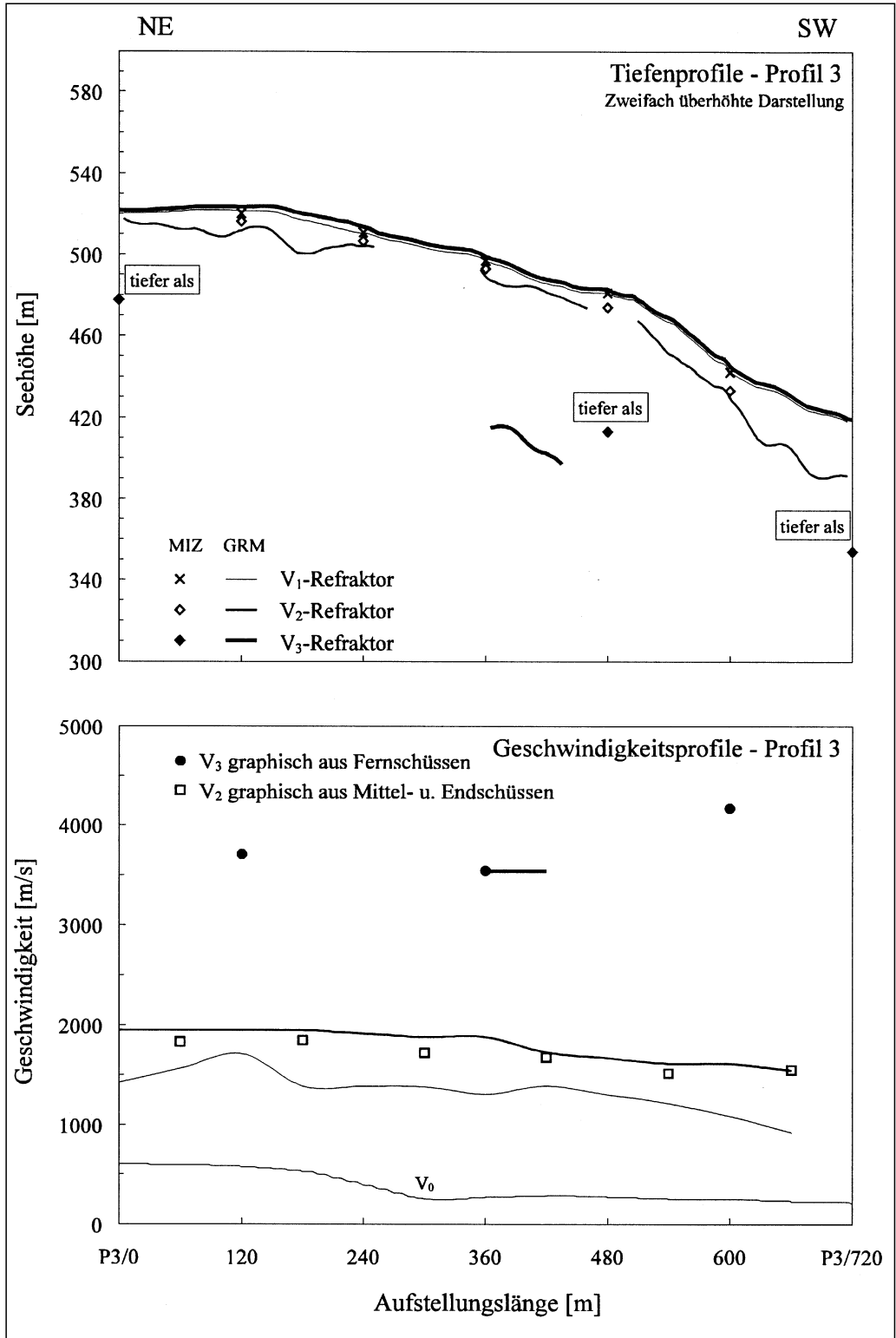
4.2. Struktur des Beckenuntergrundes

Die Lagerungsverhältnisse der Braunkohlenflöze lassen bereits eine zentrale Muldenzone (Ostmulde), an die sich im W ein Untergrundsrücken anschließt, er-

Abb. 6.
Tiefen- und Geschwindigkeitsprofile – Profil 3.

kennen (Abb. 8, Seehöhe der Kohlebasis – Isolinien aus Bohrdaten). Das Kriging der aus den Bohrdaten der GKB gewonnenen Seehöhenwerte des Beckenuntergrundes läßt ebenfalls diese Mulde, das Muldenzentrum jedoch um einige Hunderte von Metern nach Norden versetzt erkennen. Da in den Laufzeitkurven die Tertiärbasis durch einen markanten Geschwindigkeitssprung charakterisiert ist und daher die aus den refraktionsseismischen Messungen ermittelten Seehöhen höchstens lokal durch ein geringmächtiges Basiskonglomerat verschoben sein könnten, ist eine Kombination von Bohrdaten und Refraktionsseismik (V_3 -Horizont) methodisch gerechtfertigt. Dadurch ergeben sich mehr strukturelle Details sowohl im Bereich der Mulde als auch auf den Flanken. Demnach streicht, wie die +320 m-Seehöhenlinie erkennen läßt (Abb. 9, Strukturkarte der Tertiärbasis [aus Bohrungen und Refraktionsseismik]), der achsiale Bereich im Nordteil der Mulde N bis NNW. Da am Ostende von Profil 1 ein Tiefenwert von +329 SH gemessen wurde,

war es naheliegend, die +320 m-Isolinie gegen S zu schließen und eine flache Queraufwölbung anzunehmen. Südlich vom Ostteil von Profil 1 erfolgt ein abruptes Umbiegen der Muldenachse nach W bei gleichzeitiger Vertiefung. Letzteres ergibt sich aus der Bohrung 1014 (Interne Bezeichnung der GKB), die auf einer Seehöhe von +309 m den Untergrund noch nicht erreicht hatte. Auch weiter nach S zu, in Richtung Muttkogl, scheint dieses W-E-Streichen anzuhalten. Vom Ostende des zentralen Muldenbereichs erstreckt sich eine Nebenmulde in SE-Richtung unter gleichmäßigem achsialem Anstieg. Einen Hinweis auf einen in Wirklichkeit komplexeren Bau der Mulde



geben die Bohrungen 0305 und 1058, die die Linienführung verkomplizieren. Der Nord- und Nordostrand der Ostmulde scheint durch die Bohrungen und durch das Profil 2 in den Grundzügen erfaßt zu sein. Weitgehend offen ist jedoch der nordwestliche Flankenbereich und der Übergang zu dem die West- von der Ostmulde trennenden Untergrundrücken. Die Bohrungen 0124 und 0126 liegen vermutlich bereits auf dessen südwestlicher Flanke. Im Nordteil der zentralen Muldenzone zeichnet sich ab der +360 m-Höhenlinie eine in SE-Richtung ziehende Nebenmulde ab. Dieser Trend wird auch durch die Bohrungen 1031 und 539 gestützt. Südlich dieser Nebenmulde

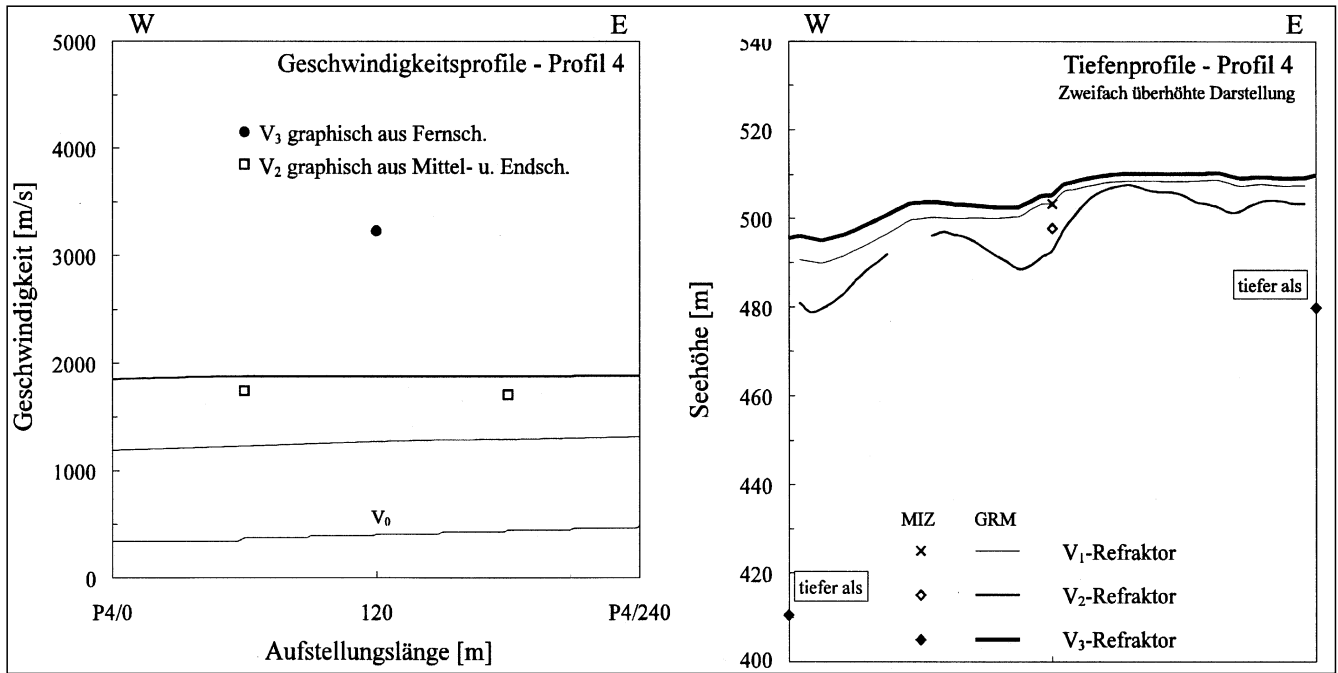


Abb. 7.
Tiefen- und Geschwindigkeitsprofile – Profil 4.

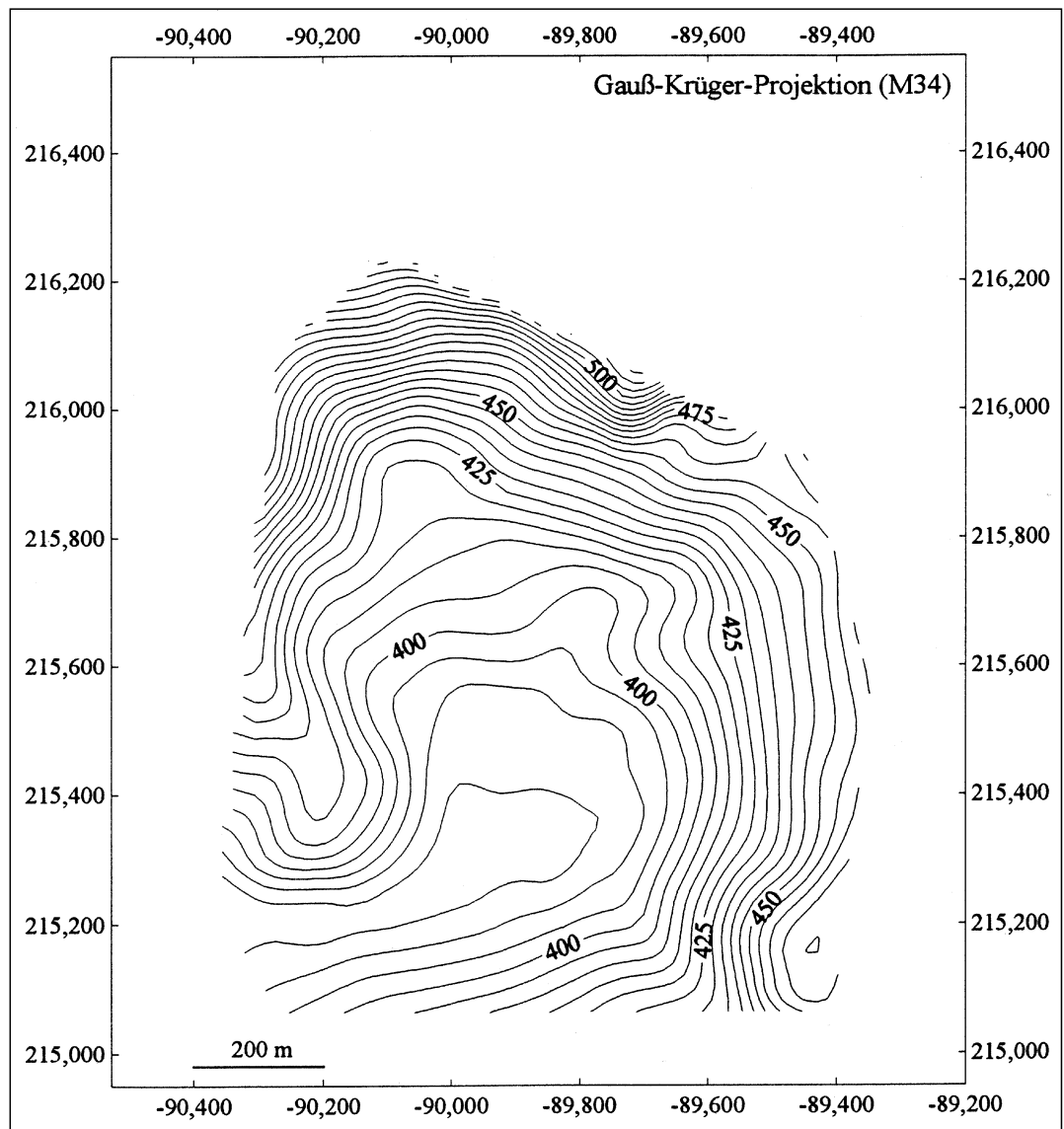
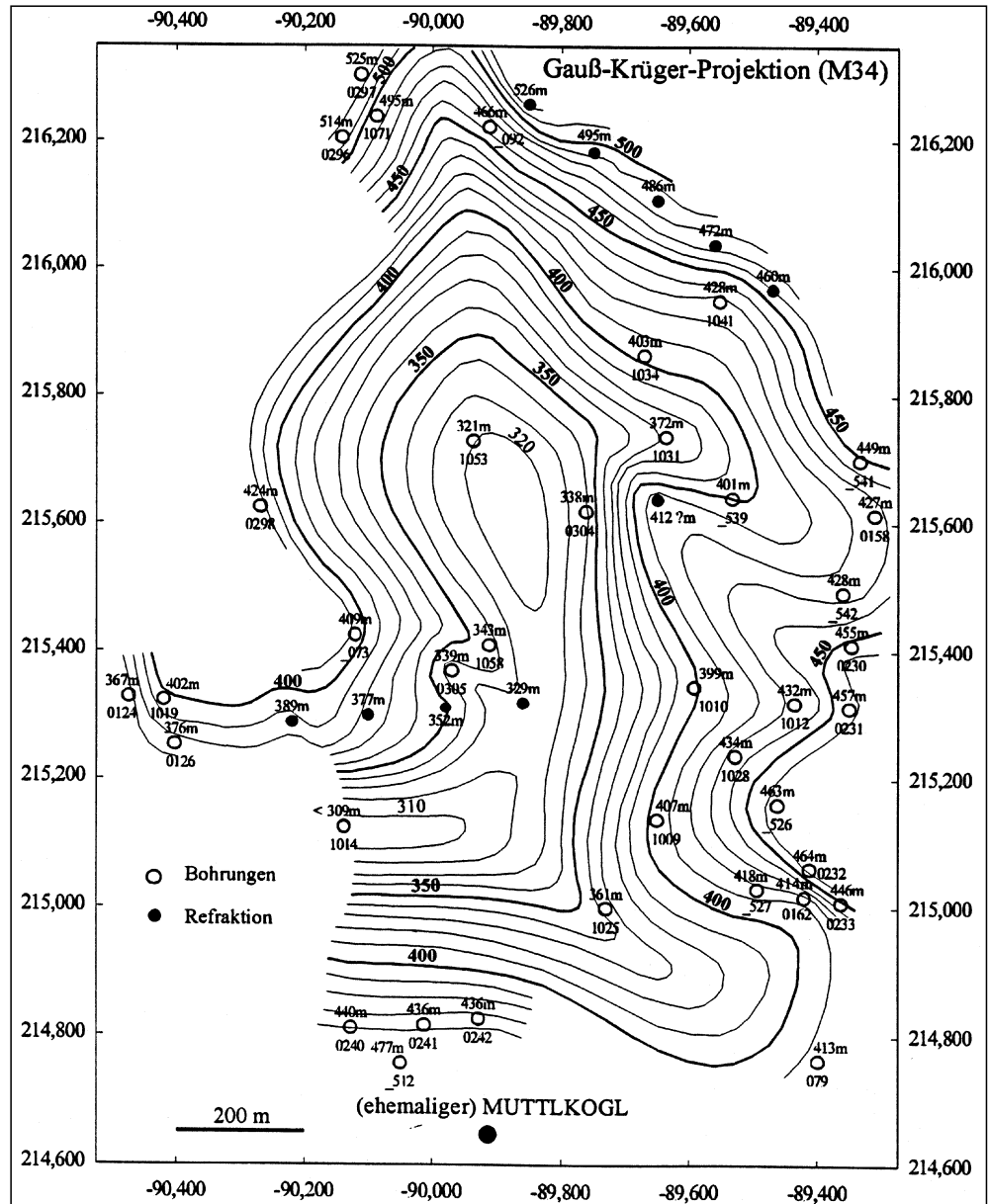


Abb. 8.
Seehöhe der Kohlebasis – Isolinien aus Bohrdaten.

Abb. 9.
Strukturkarte der Tertiärbasis
(aus Bohrungen und Refraktionsseismik).

schließt sich ein NW-SE-streichender Sporn an, dessen Existenz durch das Profil 3, aber auch durch mehrere Bohrungen wahrscheinlich gemacht wird.

Interessant sind bei dieser integrierten Strukturkarte des prätertiären Untergrundes auch die Scharungen der Strukturlinien, da sich darin tektonische Elemente (Brüche) verbergen könnten. Im N der Ostmulde ist eine Scharung zwischen dem Beginn von Profil 2 und der Bohrung 092 vorhanden, die ein NW- bis NNW-Streichen anzeigt. Westlich des Punktes P3/360 m von Profil 3 ergibt sich eine Scharung durch den Tiefwert von +338 m bei Bohrung 0304, woraus ein annäherndes N-S-Streichen resultiert. Im SE der Ostmulde bewirkt der starke Abfall zwischen den Bohrungen 0233 und 0162 eine NW-SE streichende Scharung.



4.3. Lithologie des Beckenuntergrundes

Als weitere Kartendarstellung wurde der Versuch einer Definition der Lithologie des prätertiären Untergrundes unternommen (Abb. 10, Lithologie des prätertiären Untergrundes [aus Bohrungen und refraktionsseismischen Geschwindigkeiten]).

Diese basiert auf den am Rande des Tertiärbeckens anstehenden älteren Formationen, den erbohrten Gesteinen und der Annahme einer bestimmten Lithologie aufgrund der Geschwindigkeiten des V_3 -Refraktors. Die Kalk- und Dolomite der Raasbergserie treten in einem Aufbruch östlich der Kainach bei Voitsberg zutage, von dem aus, wie mehrere Bohrungen erkennen lassen, sie sich anscheinend nach N in die Oberdorfer Mulde fortsetzen. Den Karbonaten wird der hohe Geschwindigkeitsbereich von 4000–4800 m/s zugeordnet. Es wird daher angenommen, daß bei P3/600 m von Profil 3 ein etwa 400 m breiter Sporn existiert, der sodann nach Osten unter die Gosau abtaucht. Da auf Profil 2 um P2/120 m Geschwindigkeiten von 4800 m/s – wenn auch nur in einem relativ schmalen Streifen – angetroffen wurden, wurden hier noch Karbonate als nach NE ausstreichendes Ende des sich nach SW erstreckenden Hauptzuges der Raasbergserie

postuliert. Aufgrund von Erfahrungen in der weiteren Umgebung (F. WEBER, 1974) müssen den Kristallingesteinen ebenfalls hohe Geschwindigkeiten zugeordnet werden. Es könnte daher der Geschwindigkeitsbereich von 3900–4000 m/s des Westendes von Profil 1 Karbonaten oder Gneisen entsprechen. Da etwa 500 m weiter im SW bei den Bohrungen 0140 und 0143 Gneise angetroffen wurden, wurde bei der vorliegenden Version dieser Streifen Kristallin nach NE bis zum Beginn von Profil 1 fortgesetzt. Weiter nach NE dürfte dieses Kristallin bald auskeilen, da die Bohrung 073 Kalk im Untergrund erbohrte.

Wenn die Gesteinsangaben bei den erwähnten Bohrungen zutreffen, wäre auch an eine Zuordnung zum Korallkristallin zu denken. Die in der südlichen Fortsetzung obertags bei Voitsberg anstehenden Phyllite lassen die erwähnte Zuordnung jedoch als eher unwahrscheinlich erachten.

Die Gosau ist, den Bohrergebnissen nach zu schließen, unterschiedlich zusammengesetzt (Sandstein, Quarzsandstein, Tonschiefer, Brekzie). Dies drückt sich in einer größeren Geschwindigkeitsvariation von 2800–4000 m/s aus. Daraus ergibt sich eine weite Verbreitung der Gosau im E und NE des Maßgebietes, die sich auch mit den

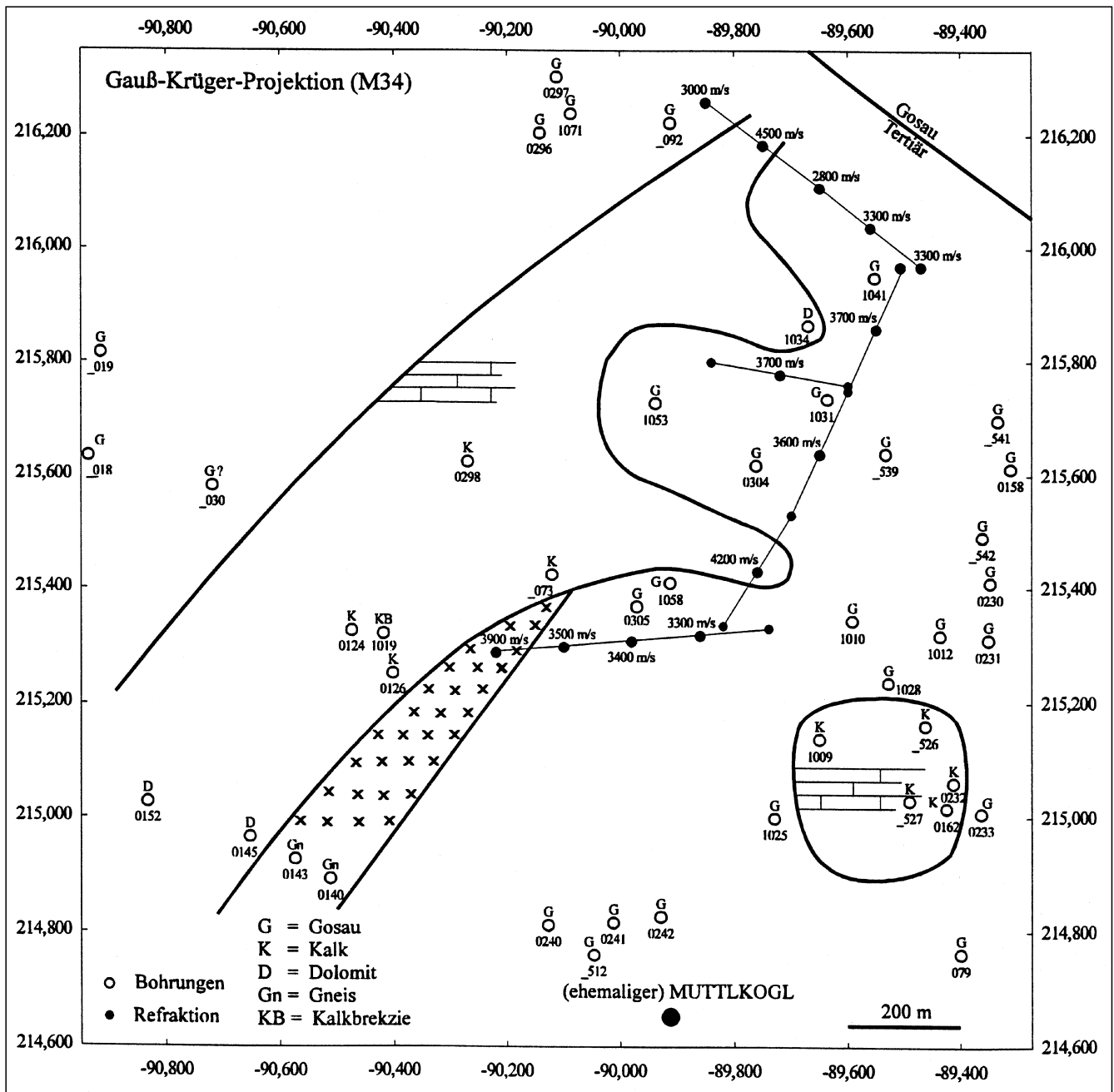


Abb. 10.
Lithologie des prätertiären Untergrundes (aus Bohrungen und refraktionsseismischen Geschwindigkeiten).

Bohrergebnisse deckt. Da nördlich von Profil 2 die Gosau unter dem Tertiär auftaucht, ist deren Verbreitung im Untergrund im N und NW sehr wahrscheinlich.

4.4. Aussagen über die tertiäre Beckenfüllung

Wie die Profile gezeigt haben, gibt es keinen refraktionsseismischen Leithorizont innerhalb der tertiären Beckenfüllung, sodaß über die Lagerungsverhältnisse innerhalb derselben prinzipiell keine Aussagen getroffen werden können.

Es kann lediglich der Versuch unternommen werden, aus den Schichtgeschwindigkeiten des V_2 -Horizontes Schlüsse auf bestimmte lithologische Ursachen zu ziehen. Es brachte aber auch die kartenmäßige Darstellung der V_2 -Geschwindigkeiten nur ein schematisches Bild. Im

zentralen Teil der Ostmulde dürften relativ niedrige Geschwindigkeiten (1650–1900 m/s) des Tertiärs vorherrschen. Eine Ursache dürfte im weitgehenden Fehlen von grobklastischen Gesteinen zu suchen sein.

Profil 1 läßt einen raschen lateralen Wechsel der Tertiär-geschwindigkeiten erkennen, der eher auf Geschwindigkeits- und Mächtigkeitsänderungen im Bereich des Sandanteils hinweisen würde. Von P3/600 m von Profil 3 an erfolgt ein anscheinend ziemlich regelmäßiger Anstieg der V_2 -Geschwindigkeiten in NE-Richtung, woraus sich ein regionales NW-Streichen der Isogeschwindigkeitslinien ergibt. Das Maximum der V_2 -Geschwindigkeiten liegt am SE-Ende von Profil 2 bei Werten von 2100 m/s.

Auch nach Osten hin ist ein Geschwindigkeitsanstieg möglich. Als Ursache für die Geschwindigkeitszunahme in Richtung des Beckenrandes wäre eine Zunahme des Anteils von grober klastischen Sedimenten denkbar.

5. Spezielle Aussagen zur Tektonik

H.W. FLÜGEL (1975) weist darauf hin, daß das Köflach-Voitsberger Tertiärbecken in schmale Grundgebirgswannen gegliedert ist, die durch meist nicht an die Oberfläche gelangende Schwellen voneinander getrennt sind.

Die Grundfrage, ob die Anlage der Mulden primär durch Verkarstung und Erosion oder durch Tektonik verursacht ist, kann im Bereich der Ostmulde allein durch die Refraktionsseismik nicht beantwortet werden.

Ein direkter Zusammenhang mit der Lithologie des Bekkenuntergrundes ist nicht schlüssig gegeben, da die Mulde schräg zum Verlauf wichtiger Gesteinseinheiten verläuft. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, daß nur in einem Teil der Mulde der Untergrund aus verkarstungsfähigen Karbonaten besteht.

Andererseits verläuft das weitgehende N-S-Streichen der Muldenachse, wie ein Vergleich mit der Reliefkarte von A. KRÖLL (1988) zeigt, parallel zum Streichen bekannter Brüche des weststeirischen Beckens. Durch reflexionsseismische Messungen konnte bei Hitzendorf ein antithetischer, generell N-S streichender Bruch nachgewiesen werden (F. WEBER et al, 1993).

Wie in der Detailbeschreibung (Abschnitt 4.2.) bereits erwähnt, wurden durch die refraktionsseismischen Messungen und durch die Bohrungen zwar Versteilungen der Flanken, aber keine eindeutigen Brüche mit Versetzungen in den Laufzeitkurven nachgewiesen. Solche Elemente konnten allerdings bei einer früheren Meßkampagne beim Devonkalkaufbruch von Lobmingberg gefunden werden, wo die Brüche vorwiegend ein NNE-Streichen und Sprunghöhen von mehr als 40 m aufweisen (F. WEBER, 1974).

Bezüglich des geologischen Alters der Störungen im Steirischen Becken weist A. KRÖLL (1988) auf die starke synkarpatische Aktivität hin, die auch für den Raum Voitsberg anzunehmen sein dürfte.

Dank

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des Projektes P10332-GEO des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung durchgeführt. Es ist daher den Autoren eine angenehme Pflicht, dem Präsidium und Kuratorium des Fonds für die Genehmigung des Projektes zu danken.

Dem Institut für Geophysik der Montanuniversität Leoben wird weiters für die Unterstützung durch Mitarbeiter und Geräte gedankt.

Die Durchführung der Messungen wäre nicht möglich gewesen ohne die bereitwillige und effiziente Unterstützung durch den Bergbautreibenden, der Graz-Köflacher Bergbau und Eisenbahn Ges.m.b.H., wofür Herrn Vorstandsdirektor Dipl.-Ing. R. WITHALM, Herrn Dipl.-Ing. H. LANDSMANN und Herrn Dipl.-Ing. F. KREMSER aufrichtig gedankt wird.

Literatur

- EBNER, F., FENNINGER, A. & HOLZER, H.L. (1980): Die Rannachfazies des Grazer Paläozoikums. – Mitt. Abt. Geol. Bergbau Landesmus. Joann., **41**, 49–65, Graz.
- FARAZANDEH, G.-A. (1967): Zur Geologie und Paläographie der Köflacher Kohlenmulden (Steiermark). – Unveröff. Dissertation, Montanuniversität Leoben.
- FLÜGEL, H.W. (1975): Die Geologie des Grazer Berglandes. 2. Aufl. – Mitt. Abt. Geol. Landesmus. Joanneum, **1**, Graz.
- FLÜGEL, H.W. & MAURIN, V. (1957): Triasverdächtige Gesteine am Südrand des Grazer Paläozoikums. – Karinthin, **34/35**, 198–206, Hüttenberg.
- FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F.R. (1984): Steiermark. – Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen, 126 S., 26 Abb., 1 Karte, Wien (Geol. B.-A.).
- KOLLMANN, K. (1965): Jungtertiär im Steirischen Becken. – Mitt. Geol. Ges., **57**, 479–632, Wien.
- KRÖLL, A., FLÜGEL, H.W., SEIBERL, W., WEBER, F. & WALACH, G. (1988): Steirisches Becken – Südburgenländische Schwelle, Geologische Themenkarten und Erläuterungen – 49 S., Geologische B.-A., Wien.
- LACKENSCHWEIGER, H. (1952): Seismische Aufnahmen in der Weststeiermark, Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, **97**, Heft 6, 111–113.
- NEBERT, K. (1983): Die Kohle als Faziesglied eines Sedimentationszyklus. – Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, **122**, 106–122, Wien.
- OBERHAUSER, R. (1980): Der geologische Aufbau Österreichs. – Herausgegeben von der Geologischen B.-A., Springer Verlag, Wien.
- PALMER, D. (1980): The generalized reciprocal method of seismic refraction interpretation. – 104 S., Department of Mineral Resources and Development, Society of Exploration Geophysicists, Sydney.
- POHL, W. (1976): Zur Geologie des Braunkohlebeckens von Köflach-Voitsberg (Steiermark), Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 121. Jahrgang, Heft **10**, 420–427.
- SAILER, P. (1984): Geologie der Bärnbacher Mulde (Weststeirisches Braunkohlenrevier). – Unveröff. Diplomarbeit, Institut für Geowissenschaften, Montanuniversität Leoben.
- TOLLMANN, A. (1986): Geologie von Österreich. 3. Gesamtübersicht. – 718 S., 145 Abb., 3 Taf., Wien.
- WEBER, F. (1974): Bericht über die refraktionsseismischen Messungen im Raum Lobmingberg – Stallhofen 1974. – 13 S., unveröff. Forschungsbericht, Institut für Geophysik, Montanuniversität Leoben.
- WEBER, F., SCHMÖLLER, R. & SCHMID, Ch. (1985): Reflexionsseismische Messungen mit hohem Auflösungsvermögen zur Strukturkundung in der Braunkohle. – Freiburger Forschungshefte Serie C 408, 20–37, Freiberg.
- WEBER, F., SCHMÖLLER, R., FRUHWIRT, R.K. & HARTMANN, G. (1993): Ergebnisse reflexionsseismischer Messungen im Nordteil des Weststeirischen Tertiärbeckens. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **16**, 165–178, Wien.
- WEBER, L. & WEISS, A. (1985): Bergbaugeschichte und -geologie der österr. Braunkohlevorkommen. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **4**, Wien.