

Ein Beitrag zum Bau des Tertiärvorkommens von Kraubath — St. Stefan (Murtal) auf Grund refraktionsseismischer Messungen*)

Mit 4 Abbildungen

VON FRANZ WEBER ¹⁾

Österreichische Karte
1 : 50.000
Blatt 132

Schlüsselwörter

Ostalpen-Tektonik
Murtal
Tertiärvorkommen
Refraktionsseismik

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	189
Summary	190
Einleitung	190
Die refraktionsseismischen Daten	191
Die Geschwindigkeitsverhältnisse der tertiären Refraktoren und deren Zusammenhang mit der Lithologie	192
Die Tertiärbasis (Oberkante Kristallin)	194
Bau und Tektonik des Tertiärbeckens	194
Die tektonische Stellung im Rahmen der Tertiärvorkommen der Mur-Mürzlinie	196
Danksagung	198
Literatur	198

Zusammenfassung

In den Jahren 1970/71 wurden im Gebiet von Kraubath—St. Stefan refraktionsseismische Messungen zur Klärung der Struktur des Tertiärbeckens ausgeführt, die wegen des guten Geschwindigkeitskontrastes zwischen dem Tertiär und dem Kristallin geeignet zu sein schienen. Das Tertiär, das in einigen seichten Bohrungen aus Tonen und Sanden bestand, weist Geschwindigkeiten von 2300 bis 2500 m/sec auf. Höhere Geschwindigkeiten bis 2900 m/sec wurden besonders im südöstlichen Teil des Gebietes gemessen und werden als Hinweis für das Auftreten größerer Gesteine aufgefaßt. Das Kristallin besteht aus Granitgneisen und Graniten, die eine charakteristische Geschwindigkeitsverteilung aufweisen, wobei 3 Geschwindigkeitsmaxima mit Werten bis 4400 m/sec herausragen. Für Geschwindigkeitsminima mit Werten bis 3100 m/sec herab wird eine tektonische Entstehung vermutet.

Das wichtigste Strukturelement bildet eine NE-SW streichende Mulde, in der das Tertiär eine maximale Mächtigkeit von 150 m erreicht. Diese Struktur steigt nach NE zu an, so daß E

*) Der Bericht stellt zugleich Publikation Nr. 26 des Projektes 1793/2778 („Tiefbau der Ostalpen“) des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Forschungsschwerpunkt der österreichischen Hochschulen N-25, dar.

¹⁾ Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. FRANZ WEBER, Institut für Erdölgeologie und Angewandte Geophysik, Montanistische Hochschule, A-8700 Leoben.

von Kaisersberg das Tertiär nur mehr 20 m mächtig ist. Nahe dem zentralen Teil der Mulde erstreckt sich ein bedeutender Bruch, der NE-SW streicht und steil einfällt. Die Sprunghöhe beträgt im NE 40 m und nimmt gegen SW auf 80 m zu. Die Hochscholle im SW weist ein stark betontes Relief des Kristallins auf.

Die Kraubather Tertiärmulde wird als ein Bindeglied zwischen dem Vorkommen von Leoben und dem Seckauer Tertiärbecken angesehen.

Summary

In 1970/71 refraction seismic measurements were performed in the Kraubath—St. Stefan area to clarify the Tertiary structure of the basin. Because of the good velocity contrast between Tertiary and crystalline material this method is very suitable for this purpose. Tertiary layers, mostly shales and sands, show velocities of 2300 to 2500 m/sec. Higher velocities, up to 2900 m/sec, were measured especially in the south-eastern part, caused probably by coarser rocks (sandstone, gravels, conglomerates). The crystalline consists of granitic gneisses and granites showing characteristic velocity distribution with maximum velocities up to 4400 m/sec in 3 areas. Velocity minimum zones where the values decrease to 3100 m/sec could be caused by tectonical activities.

There is an important NE-SW striking structure in the center of this the Tertiary which reaches maximum thickness of 150 m. This structure rises to NE where to the east of Kaisersberg the Tertiary thickness is only 20 m. Near the central part of the trough a large fault was found striking NE-SW and dipping steeply. The displacement changes from 40 m in NE up to 80 m in SW. The upthrown block in the SE shows a complicated relief of the crystalline.

The Kraubath Tertiary trough is assumed as a intermediate structure between the Leoben type structure and the Seckau basin.

Einleitung

Die Bedeutung der Mur-Mürzfurche als eines wichtigen jungen Bauelementes der Ostalpen kommt in allen zusammenfassenden Darstellungen klar zum Ausdruck, wobei insbesondere die Bruchtektonik Anlaß zu über den lokalen Rahmen hinausgehenden Schlußfolgerungen gab. Während jedoch die größeren kohleführenden Tertiärbecken des Murtales (Fohnsdorf—Seckauer Becken, Leobner—Seegrabner Mulde) bedingt durch die Bergbautätigkeit geologisch gut untersucht sind, ist über die kleineren Vorkommen, die sich zwischen den beiden erwähnten Ablagerungsräumen als Bindeglied erstrecken, fast nichts bekannt. Dies ist leicht verständlich, wenn man die völlige Aufschlußlosigkeit des Gebietes — z. B. von Kraubath—St. Stefan — bedenkt, wo das Tertiär zur Gänze von quartären Ablagerungen bedeckt wird. Die geologische Karte von Leoben und Bruck/Mur von J. STINY (1932) verzeichnet lediglich am Hangfuß südlich St. Stefan einen schmalen Streifen anstehenden Tertiärs, in dem jedoch derzeit ebenfalls keine brauchbaren Aufschlüsse zu finden sind.

Durch die Neuaufnahme der Seckauer Alpen durch K. METZ und Mitarbeiter in den letzten Jahren wurde die kristalline Umrahmung des Untersuchungsgebietes neu bearbeitet, wobei sich gewichtige Hinweise für eine Fortsetzung von Störungen unter die Murebene hinein ergaben. Einen weiteren Anstoß bildeten die von K. METZ (1973) gefundenen Ergebnisse über die tektonische Stellung des Fohnsdorfer Beckens im weiteren Rahmen sowie die beim Projekt Nr. 1793 des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung („Tiefbau der Ostalpen“) im Gange befindlichen Untersuchungen der Arbeitsgruppe FLÜGEL-METZ-WEBER.

Der Großteil der Feldmessungen wurde in den Jahren 1970/71 im Rahmen eines Auftrages der Steiermärkischen Landesregierung zur geophysikalischen Untersuchung der Grundwasservorkommen in der Murebene bei Kraubath durchgeführt. Da die hierbei geforderte Eindringtiefe nicht wesentlich unter die Quartärbasis ging, wurden diese Untersuchungen später reinterpretiert und ergänzt, wobei vor allem im Raum N St. Stefan eine Erweiterung notwendig war, um den Zusammenhang mit dem Tertiärvorkommen von St. Michael sicherzustellen.

Einige wenige Bohrungen geben wenigstens über die Lithologie der obersten Partien des Tertiärs Auskunft und lassen den Versuch gerechtfertigt erscheinen, aus den petrophysikalischen Daten (Longitudinalgeschwindigkeit, spezifischer elektrischer Widerstand) Schlüsse auf die Lithologie der betreffenden Schichten zu ziehen. Es liegt weiters in der Absicht der Arbeit, durch die Angaben über den Tiefgang des Beckens und die Bruchtektonik der Geologie weitere Daten für die Einordnung in einen größeren Rahmen zur Verfügung zu stellen.

Die refraktionsseismischen Daten

Es wurde ein Meßprogramm erstellt, das aus zwei langen, annähernd zum Talverlauf parallelen Längsprofilen und sechs Querprofilen bestand. Es wurden in den Jahren 1970 und 1971 67 Schußpunkte geschossen, wobei der Abstand zwischen diesen normalerweise 180 m betrug. Die Aufstellungen wurden bis zur Erreichung des Kristallinastes mit zwei- bis dreifacher Überdeckung geschossen.

Wenn man von der geringmächtigen, oberflächennahen Verwitterungsschicht absieht, die durch niedrige Geschwindigkeitswerte (300—500 m/sec) charakterisiert ist und bei der Korrektur auf das Bezugsniveau wegfällt, dann lassen sich die Laufzeitkurven sehr gut durch einen seismischen 4-Schichtfall wiedergeben. Dabei entspricht der V_1 -Horizont dem trockenen Schotter, der V_2 -Horizont dem grundwasserführenden Schotter (lokal dürfte dazu noch verwittertes Tertiär kommen), der V_3 -Horizont dem unverwitterten Tertiär, der V_4 -Horizont dem Kristallin. Nur in einigen randlichen Bereichen, wo das Tertiär fehlt, reduziert sich dieses Schema auf einen 3-Schichtfall. Für die Geologie des Tertiärbeckens sind also nur der V_3 - und V_4 -Horizont von Interesse, während die höheren Horizonte im Zuge der Auswertung rechnerisch und graphisch eliminiert werden. Die Tiefenberechnung erfolgte nach dem Interceptzeitverfahren und der Methode der kritischen Entfernung, wozu noch die Tiefenberechnung unter den Geophonpunkten nach einer modifizierten Differenzenmethode kam.

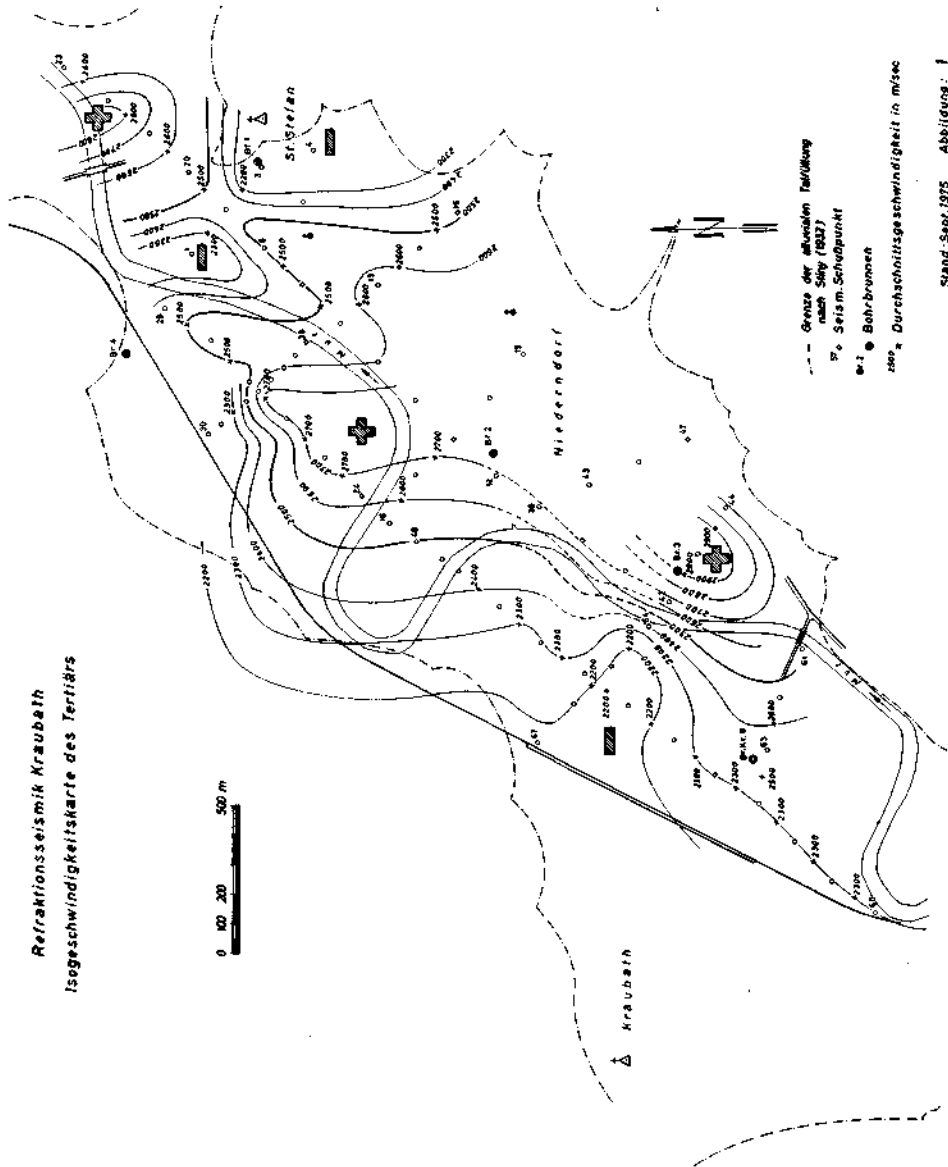
Wie die nunmehr bereits jahrzehntelangen Erfahrungen unter den verschiedensten geologischen Verhältnissen gezeigt haben, ist die Refraktionsseismik gerade im seichten Tiefenbereich und bei nicht zu steilem Einfallen der Schichten besonders erfolgreich, wo andererseits der Einsatz der Reflexionsseismik wegen der knapp nach den ersten Einsätzen eintreffenden Reflexionen problematisch und meist auch unwirtschaftlich ist. Methodisch bedingte Schwierigkeiten treten jedoch auf, wenn die Geschwindigkeiten nicht mit der Tiefe zunehmen, da sich dann das Phänomen der „Blindzone“ einstellt, wodurch erhebliche Fehler in der Tiefenberechnung entstehen können. Auf den gegenständlichen Fall bezogen könnte eine

solche Blindzone dann entstehen, wenn etwa ein mächtiges Hangendkonglomerat (wie im Raum Leoben) schallweichere Sande und Tone überlagern würde. Eine endgültige Klärung kann nur eine die tertiäre Schichtfolge durchteufte Tiefbohrung in Verbindung mit darin ausgeführten Geschwindigkeitsmessungen geben, doch lassen es die bisherigen geologischen und seismischen Daten als sehr wahrscheinlich erscheinen, daß im Meßgebiet eine normale, mit der Tiefe zunehmende Geschwindigkeitsverteilung vorliegt.

Die Geschwindigkeitsverhältnisse der tertiären Refraktoren und deren Zusammenhang mit der Lithologie

Bei einer Analyse der Tertiärgeschwindigkeiten fällt sofort auf, daß dieses Schichtglied stets durch einen einzigen Refraktor repräsentiert wird, dessen Geschwindigkeiten allerdings lateral oft beträchtlich streuen. Letzteres spricht dafür, daß das Tertiär lithologisch nicht homogen ist. Es kommt aber anscheinend nicht zur Ausbildung von geschwindigkeitsmäßig gut abgegrenzten Horizonten oder auch nur von mächtigeren (in Relation zur Wellenlänge der seismischen Wellen) Einlagerungen, wie wir dies aus den Teilbecken des Raumes Köflach—Voitsberg her kennen. Die Durchschnittsgeschwindigkeiten variieren in einem Bereich von 2200—2900 m/sec, wobei die Werte von 2300—2500 m/sec dominieren. In Analogie zu bekannten gleichaltrigen Tertiärvorkommen kann geschlossen werden, daß der niedrigere Geschwindigkeitsbereich tonigen Gesteinen entspricht, etwa von der Art der „Hangendmergel“ im Fohnsdorfer Becken. Die Bereiche mit Durchschnittsgeschwindigkeiten von mehr als 2500 m/sec dürften sicher einen Anteil an grobklastischen Gesteinen (Sandsteine, Schotter, Konglomerate) aufweisen.

Eine Isogeschwindigkeitskarte des Tertiärs läßt darüber hinaus erkennen, daß die Tertiärgeschwindigkeiten eine regelmäßige, zonare Anordnung aufweisen (Abb. 1). Auffallend ist eine regionale Maximumzone, die den ganzen SE-Teil des Meßgebietes umfaßt und durch die 2500 m/sec-Isolinie in ihrem Verlauf gut abgegrenzt wird. Diese fällt weithin mit jenem Bereich zusammen, in dem das Tertiär geringmächtig oder — wie vermutlich bei Niederndorf — ausgekeilt ist. Die höchsten Geschwindigkeiten von ca. 2900 m/sec treten etwa 1 km östlich vom Bahnhof Kraubath auf. Es wäre möglich, daß hier die grobklastischen tertiären Basalbildungen (Basissandstein?) anteilmäßig überwiegen. Ein etwa 800 m breiter Sporn reicht auch von Niederndorf bis weit über die Beckenmitte nach N vor. Ein weiteres kleines Maximum zieht vom nördlichen Beckenrand anscheinend unter N-S-Streichen bis in die Gegend knapp nördlich von St. Stefan. An dieses schließt im SW eine ebenfalls schmale Minimumzone an mit Werten um 2300 m/sec, die sich erst bei St. Stefan stärker verbreitert. Der ganze NW-, W- und SW-Teil der Tertiärmulde liegt anscheinend im Bereich niedriger Geschwindigkeiten, wobei allerdings nicht übersehen werden darf, daß das Netz der Linien hier lückenhaft ist. Wenn man von der Formel: höhere Geschwindigkeiten = höherer Anteil grobklastischer Gesteine — ausgeht, dann erweckt die Verteilung der Geschwindigkeiten den Eindruck, daß die Einschüttung der Grobklastika vom S her erfolgt ist. Eine andere Erklärungsmöglichkeit bestünde darin, daß im südöstlichen, auf der



Hochscholle des Bruchs gelegenen Bereich, höhere, mehr tonige Anteile des Tertiärs durch die Erosion entfernt wurden.

Die vorhandenen Bohrungen, die günstigstenfalls 3,5 m in das Tertiär eingedrungen sind, geben daher über dessen Lithologie nur ungenügend Auskunft. Nach der Kernaufnahme von Dr. H. ZETINIGG wurde bei der Bohrung II 3,5 m festgelagerter Sand, bei Bohrung III 1,4 m Sand und grauer Ton und bei Bohrung IV 2,8 m sandiger Ton mit Kies unter den quartären Ablagerungen erbohrt.

Die Tertiärbasis (Oberkante Kristallin)

Der prätertiäre Untergrund wird zur Gänze von Kristallin aufgebaut, das an den Flanken des Beckens ansteht. Es handelt sich hierbei nach K. METZ (1960), J. STINY (1932) und A. THURNER (1969) um Granite, Granitgneise, Schiefergneise, Granodiorite mit Amphibolitlagen. Nördlich der Mur dominieren anscheinend überall die Granite vom Typus des Seckauer Granits, lediglich W Kraubath streichen nach der geologischen Karte von STINY zwei Schuppen von Schiefergneisen weiter nach Osten. Südlich bzw. östlich der Mur stehen an den Hängen Schiefergneise mit aplitischen und amphibolitischen Lagen an, östlich von St. Stefan und Niederndorf sind auch einige größere Granitgneiskörper eingeschaltet. Das Einfallen ist an den nördlichen Talgehängen vorwiegend nach N gerichtet, während südlich der Mur die E-ENE streichenden Schichten nach S zu einfallen.

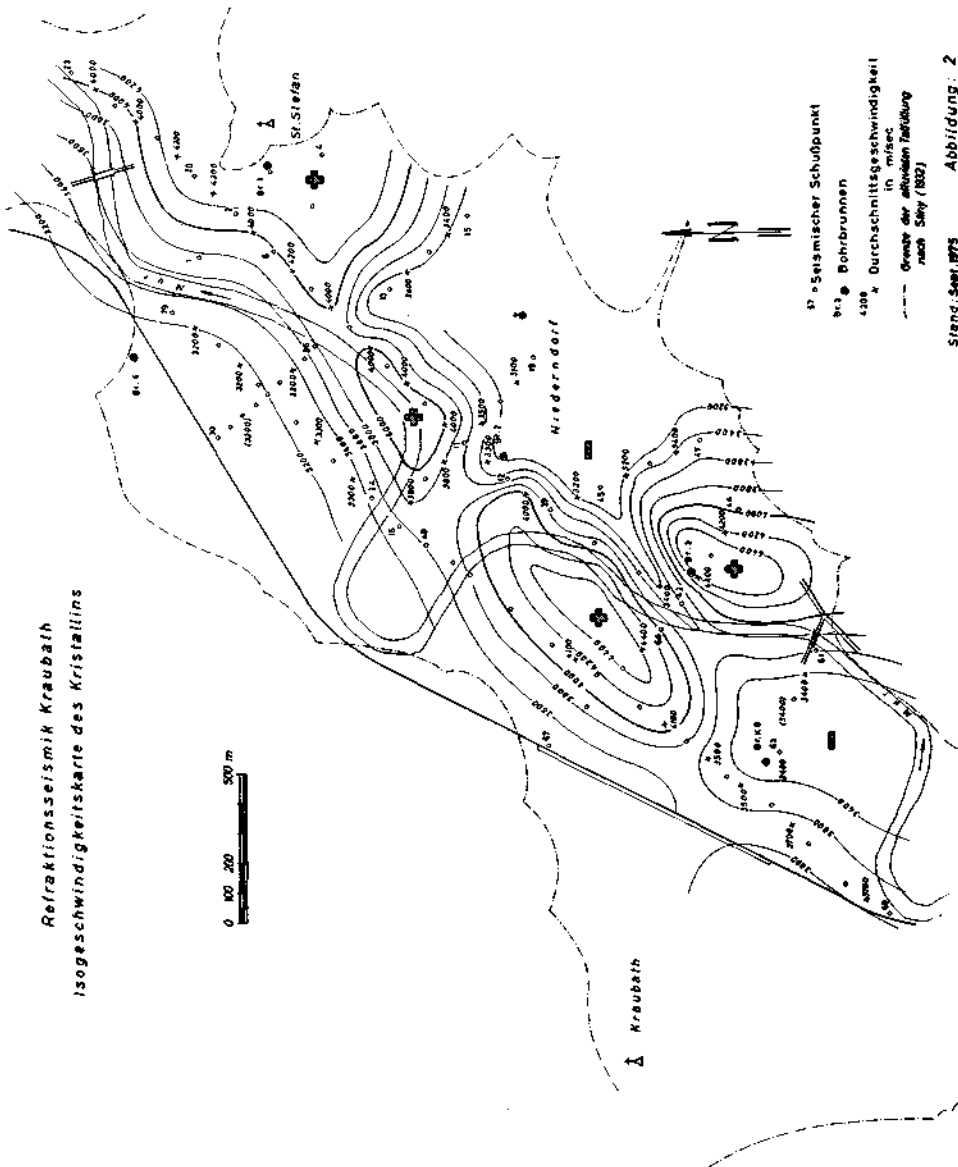
Eine Aussage über die Art des kristallinen Untergrundes wäre prinzipiell über die Durchschnittsgeschwindigkeit des dem Kristallin entsprechenden Refraktors möglich. Dabei muß jedoch berücksichtigt werden, daß sich die Geschwindigkeitsbereiche kristalliner Gesteine oftmals überschneiden und weiters auch durch die Verwitterung, Tektonik (Klüftung) und bei geschieferten Gesteinen besonders durch die Anisotropie beträchtliche Variationen hervorgerufen werden können. Bei der Betrachtung der Isogeschwindigkeitskarte fallen zunächst drei Teilmaxima mit Geschwindigkeitswerten bis 4400 m/sec auf, die eine deutliche NE-SW gerichtete Tendenz aufweisen (Abb. 2). Bei St. Stefan scheint sich die Maximumzone nach E stärker auszuweiten. Ein weiteres schmales Teilmaximum befindet sich SW Niederndorf und dürfte mehr in N-S-Richtung streichen. Auch SW vom Bahnhof Kraubath zeichnet sich ein Geschwindigkeitsanstieg ab.

Diese Maximumzonen werden nun durch Geschwindigkeitsminima getrennt, in denen die Durchschnittsgeschwindigkeiten bis auf 3100 m/sec abnehmen. Es ist möglich, daß an deren Entstehung auch NW-NNW-streichende Brüche beteiligt sind. Die NE-streichende Hauptstörung („Leisingverwurf“ nach A. THURNER) macht sich jedenfalls geschwindigkeitsmäßig im Kristallin nicht bemerkbar. Die breite Minimumzone bei Niederndorf dürfte durch die primäre Hochlage des Kristallins, die sich auch in geringmächtiger oder fehlender Tertiärbedeckung ausgewirkt hat und als Folge davon eine tief hinabreichende Verwitterung hervorgerufen hat, verursacht sein. Auffallend ist auch, daß nach NW hin, wo am Beckenrand durchwegs granitische Gesteine anstehen, die Geschwindigkeiten regional abnehmen. Dies könnte eine Folge der stärkeren Zerklüftung der zu blockartigem Zerfall nach METZ (1964) und THURNER (1969) neigenden Seckauer Granite sein. Es wäre denkbar, daß die Grenze der Granite gegen die Schiefergneise durch die erwähnte NE-streichende Maximumzone markiert wird.

Bau und Tektonik des Tertiärbeckens

Die Strukturkarte des V₄-Horizonts, die der Kristallinoberkante entspricht, läßt erkennen, daß diese ein beträchtliches Relief besitzt, an dessen Gestaltung die Bruchtektonik maßgeblich mitgewirkt hat (Abb. 3). Ein zentrales Element bildet eine langgestreckte, NE-SW-streichende Muldenzone, in der die Tertiärbasis

bis auf unter 450 m ü. A. absinkt. In dieser Einmuldung befinden sich auch die größten Tertiärmächtigkeiten von ca. 110 m, nicht eingerechnet den durch die quartäre Talbildung entfernten Anteil, wobei Quartär + Tertiär maximal ca. 150 m Mächtigkeit erreichen können (Abb. 4). Diese Mulde wird in der Mitte des Meßgebietes durch eine Aufwölbung getrennt, die die Fortsetzung eines vom SE hereinziehenden Kristallinsporn bilden dürfte. Die Mulde zeigt auch in der Achsenrichtung einen unsymmetrischen Bau. Gegen NE zu erfolgt ein steilerer



Anstieg der Achse, so daß etwa bei der Mur E der Haltestelle Kaisersberg nur mehr ca. 20 m Tertiär unter der Quartärbedeckung vorhanden sein dürften. Bei Kraubath dagegen fällt die Mulde einseitig nach SW zu ein. Es ist möglich, daß die Mulde im SW ihre tektonische Begrenzung an jenem markanten Bruch findet, der nach STINY von der Talverengung bei Preg nach NNW bei Leising zieht.

Gegen NW dürfte die Tertiärbasis flach und innerhalb des Meßgebietes bruchlos unter einem Winkel von ca. $6-7^{\circ}$ ansteigen.

Das markanteste tektonische Element ist ein NE-SW-streichender Verwurf, dessen nordwestliche Scholle die abgesenkte ist. Die Sprunghöhe beträgt in NE etwa 40 m und nimmt nach SW auf maximal 80 m zu. Östlich von Kraubath kompliziert sich das Bild der Untergrundsstruktur. Auf der Tiefscholle steigt die gegen E bogenförmig verlaufende Mulde flach an. Auf der Hochscholle sind zwei Versionen möglich, einmal ein bruchloser Abfall des Untergrunds gegen die Hauptstörung zu oder ein knapp nördlich der Bohrung 3 unter WNW-Streichen verlaufender Querbruch. Seine Sprunghöhe wäre gering und auf der Tiefscholle des Hauptbruchs sind dafür keine Anzeichen mehr vorhanden. Eine endgültige Klärung stößt in diesem Raum aber auf meßtechnische Schwierigkeiten. Jedenfalls ist auf dem südlichsten Querprofil bei SP 63 wieder ein Bruch vorhanden, der als Fortsetzung der Hauptstörung angesehen werden kann.

Auf der Hochscholle des Hauptbruchs weist die Kristallinoberkante zwar ein kompliziertes Relief auf, generell erfolgt jedoch ein Anstieg nach SE und E zu.

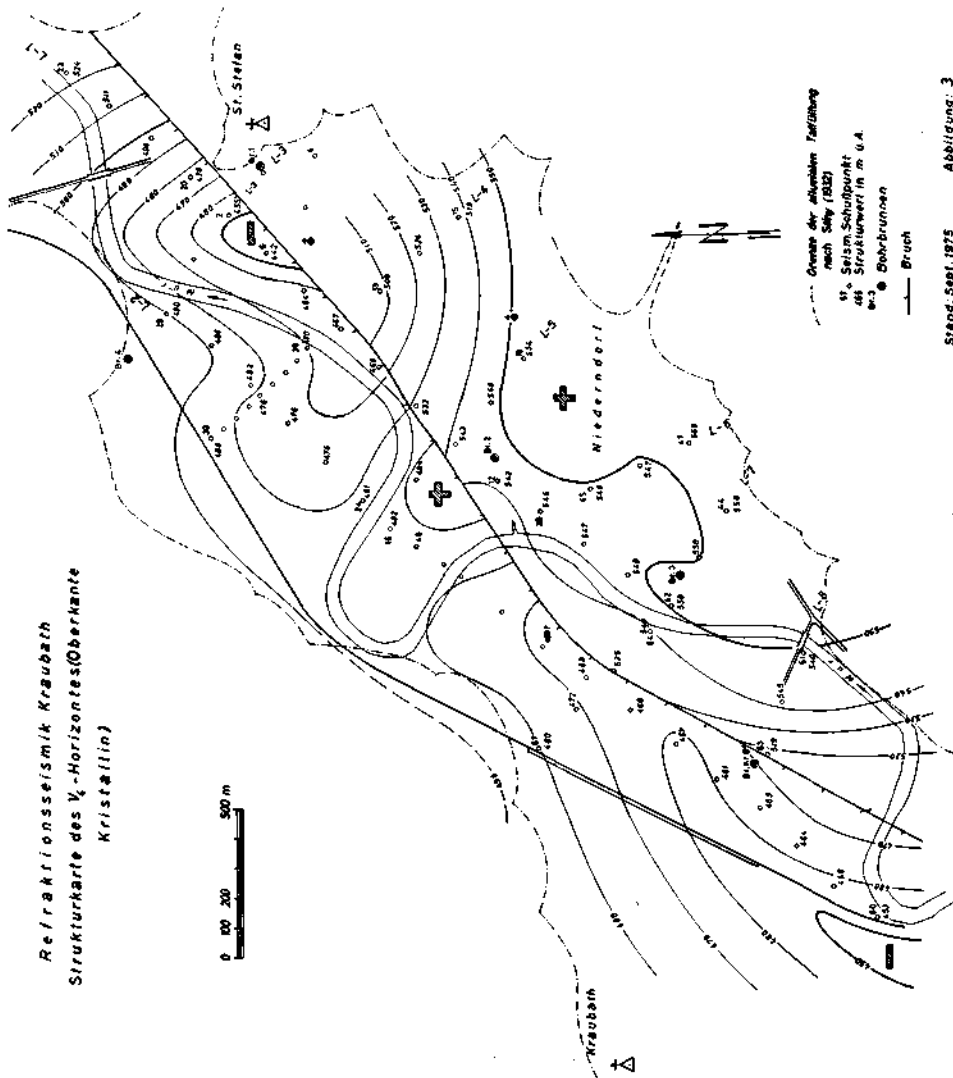
Es ist möglich, daß N von St. Stefan durch das auf der Karte eingezeichnete isolierte Vorkommen von Seckauer Granit eine Teilung der Tertiärmulde erfolgt. Ein schmaler Streifen begleitet den Hauptbruch bis über den Sattel S Kamsberg hinaus. Der nördliche Ast würde in einem nach N konvexen Bogen mit dem Tertiär von St. Michael in Verbindung treten. Das Einfallen des Hauptbruchs dürfte ziemlich steil erfolgen, eine Aussage über das Alter der Störung ist mangels intertertiärer Refraktoren aus der Seismik nicht möglich. Bemerkenswert ist, daß im S die Störung zwar nahe der Muldenachse, aber stets im Bereich der südlichen Flanke verläuft, während bei St. Stefan anscheinend eine breite Mulde disloziert wird.

Die tektonische Stellung im Rahmen der Tertiärvorkommen der Mur-Mürzlinie

Die Kraubather Tertiärmulde stellt ein Bindeglied zwischen den durch den Bergbau gut bekannten Vorkommen von Leoben und dem Seckauer Tertiär dar. Es fehlen allerdings noch nähere Angaben über die stratigraphische und lithologische Gliederung des Kraubather Tertiärs, was auf den Mangel an Oberflächen- und Tiefenaufschlüssen zurückzuführen ist. Nach METZ (1973), POLESNY (1971) kann jedoch angenommen werden, daß das Kraubather Tertiärvorkommen dem jüngeren Anteil der tieferen Becken von Seckau und Fohnsdorf entspricht.

Die älteste Anlage im Bauplan ist zweifellos der NE-streichende Senkungsvorgang, der eine zentrale Einmuldung bewirkt hat. Denselben Akt dürfte der NE-streichende, das Becken in der Längsrichtung durchziehende Hauptbruch, angehören. Nach METZ (1973) folgen diese NE-Brüche dem axialen Streichen des Gleinalm-Stubalm-Systems, wobei diese Anlage schon während der synsedimen-

tären Beckensenkung aktiv war. Die weitere Verfolgung des Hauptbruchs S Kraubath ist wegen der örtlichen Gegebenheiten (Verbauung, Bahn usw.) mittels Geophysik derzeit kaum möglich. Nach THURNER (1969), METZ (1973) ist jedoch anzunehmen, daß die Störung im weiteren Verlauf in eine westliche Streichrichtung umbiegt und in das Leisingtal überetzt, so daß dann eine durchgehende Verbindung mit dem Bruchsystem im Ostteil des Seckauer Beckens vorhanden wäre. Durch dieses Umlenken in die E-W-Richtung würde die Kraubather Störung dem achsialen Streichen im Seckauer Kristallin folgen, wobei nach METZ (1973) eine posthume Nachzeichnung der älteren Grundgebirgsstrukturen vorliegt.



Auch ein WNW-NW-streichendes Störungssystem ist im Kraubather Raum möglich, doch dürften die am Ostrand des Seckauer Massivs auftretenden, NW-streichenden Störungen, denen nach THURNER (1969), METZ (1973) auch die Anlage der Täler folgt, im Bereich des Tertiärbeckens keine seismisch erfaßbare Sprunghöhe mehr aufweisen.

Eine Besonderheit, auf die seit W. PETRASCHKE alle Autoren hinweisen, ist die Asymmetrie der Tertiärbecken der Mur-Mürzfurche, wobei die größten Tiefen mit den ältesten Schichten stets im Süden vorkommen. Eine solche Asymmetrie ist jedoch beim Kraubather Tertiärvorkommen nur wenig oder überhaupt nicht ausgeprägt, so daß dieses eine gewisse Sonderstellung einnimmt.

D a n k s a g u n g

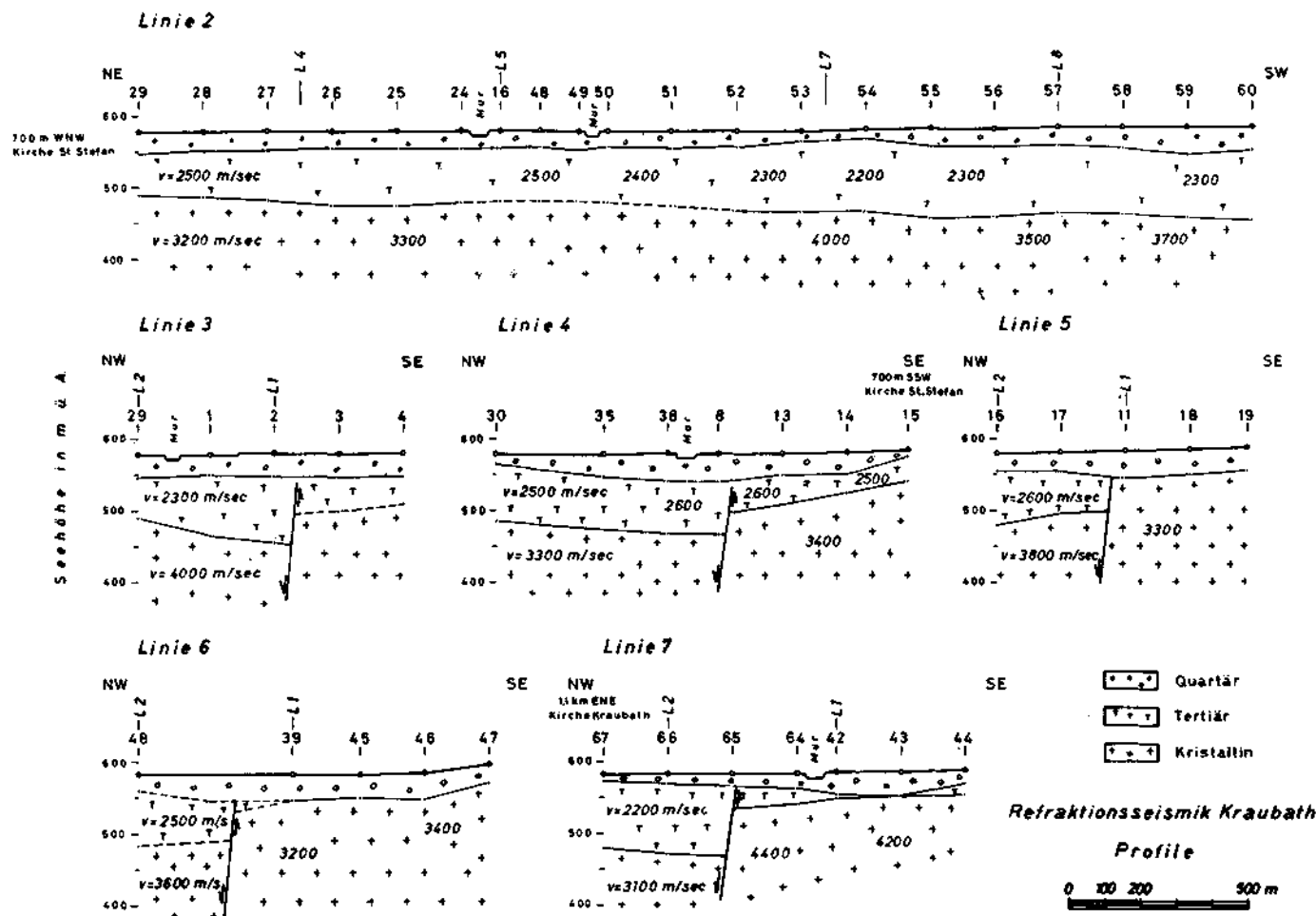
Für die Unterstützung bei der Ausführung der geophysikalischen Feldarbeiten und die Genehmigung zur Veröffentlichung bin ich dem Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung (Leitung: W. Hofrat Dipl.-Ing. Dr. L. BERNHART) zu größtem Dank verpflichtet.

Herrn Prof. Dr. K. METZ danke ich für die Einsichtnahme in laufende Untersuchungen und wertvolle Anregungen in zahlreichen Diskussionen, die viel zum Verständnis des geophysikalischen Befundes beigetragen haben.

L i t e r a t u r

- CZERMAK, F.: Zur Kenntnis der Störungszone von Lobming bei Knittelfeld. — Verh. Geol. B.-A., Wien 1932.
- METZ, K.: Die stratigraphische und tektonische Baugeschichte der steirischen Grauwackenzone. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 44, 1951, Wien 1953.
- METZ, K.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Steiermark 1 : 300.000. — Graz 1960.
- METZ, K.: Die Tektonik der Umgebung des Bösenstein und ihr Erkenntniswert für das Kristallin der nördlichen Steiermark. — Verh. Geol. B.-A., Wien 1964 b.
- METZ, K.: Beiträge zur tektonischen Baugeschichte und Position des Fohnsdorf-Knittelfelder Tertiärbeckens. — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, H. 33, Graz 1973.
- PETRASCHKE, W.: Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten, I. Teil, Wien 1922/24.
- POLESNY, H.: Beitrag zur Geologie des Fohnsdorf-Knittelfelder und Seckauer Beckens. — Unveröff. Diss. Univ. Wien, 1971.
- THURNER, A.: Hydrogeologisches Gutachten über das Grundwasserfeld Preg-Kraubath-Kaisersberg. Graz 1969.
- TOLLMANN, A.: Die bruchtektonische Zyklenordnung im Orogen am Beispiel der Ostalpen. — Geotekt. Forsch., 34, Stuttgart 1970.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Geologisches Kräftespiel und Landformung. — Springer-Verlag, Wien 1957.
- WORSCH, E.: Die Grundwasserverhältnisse im Becken von Knittelfeld. — Beitr. zu einer Hydrogeolog. Stmks., Graz, Lehrk. f. Min. u. Techn. Geologie, Graz 1951.
- WORSCH, E.: Geologie und Hydrologie des Murbodens. — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, H. 32, Graz 1972.

Manuskript eingereicht im Oktober 1975.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [1977](#)

Autor(en)/Author(s): Weber Franz

Artikel/Article: [Ein Beitrag zum Bau des Tertiärvorkommens von Kraubath-St.Stefan \(Murtal\) auf Grund refraktionsseismischer Messungen 189-199](#)