

## **Ergebnisse eines reflexionsseismischen Profiles bei Kalsdorf/Steiermark**

Franz WEBER

4 Abbildungen

**Zusammenfassung:** Ein 4 km langes reflexionsseismisches Profil wurde von der Rohölaufsuchungs-AG im Jahre 1952 im Raum W Kalsdorf gemessen. Generell nimmt die Tertiärmächtigkeit vom N nach S von ca. 850 m auf etwa 1.000 m zu. Das flache südliche Einfallen der Tertiärbasis wird bei Wundschuh durch 2 normalabschiebende, vermutlich NNW–SSE streichende Brüche mit Sprunghöhen bis etwa 50 m unterbrochen. Ca. 1 km W Kalsdorf ist im Tertiär (Karpät?) eine asymmetrische Aufwölbung mit Scheitel in –150 m unter NN ausgebildet, die als sedimentäre Struktur interpretiert wird. Mindestens in den oberen 300 m der Schichtfolge herrscht ganz flaches südliches Einfallen (1,3°) bis söhlige Lagerung, während in den tieferen Abschnitten lokal Einfallswinkel bis 6° beobachtet wurden. Damit sind nur geringe Hinweise auf eine „Steirische Diskordanz“ gegeben.

**Summary:** A 4 km long reflection seismic profile was recorded by Rohöl-Aufsuchungsgesellschaft in 1952 in the area W of Kalsdorf. The thickness of Tertiary sediments generally increases from N to S from about 850 m to 1.000 m. The gentle southward dip of Base Tertiary is interrupted at Wundschuh by two normal faults of 50 m throw striking in NNW–SSE direction. About 1 km W of Kalsdorf a shallow asymmetric anticline is developed in the Tertiary (Karpät?) sediments which is interpreted as a sedimentary structure; its top lies 150 m below NN. There is horizontal bedding or small S dip (1,3 deg) at least in the uppermost 300 m of the sedimentary cover, while in the deeper parts locally dips of up to 6 deg were observed. These results yield only minor indications of a „Styrian discordance“.

## 1. Einleitung

Das vorliegende Profil F 9 der Rohölaufsuchungs-AG bildet die nördliche Fortsetzung des Profiles F 10 bei Wundschuh, über das kürzlich berichtet wurde (WEBER 1998). Das Profil F 9 wurde ebenfalls im Sommer 1952 im Zuge einer reflexionsseismischen Messkampagne zur Kohlenwasserstoffsuche im Ost- und Weststeirischen Becken gemessen. Durch den generellen N-S-Verlauf des Profiles ist eine Aussage über einen Teil des Ostrandes des Weststeirischen Beckens bzw. über den westlichen Flankenbereich der nördlichen Fortsetzung der Sausalschwelle möglich (Abb. 1).

## 2. Feldmessungen

Die reflexionsseismischen Messungen (Sprengseismik) der Rohölaufsuchungs-AG erfolgten durch einen firmeneigenen Messtrupp mit einer 16-kanäligen analogseismischen Apparatur. Wesentliche Parameter der Datengewinnung sind: Schusspunktsabstand 250 m, Spaltungsaufstellung, Geophongruppenabstand 31,25 m, einfache Geophonüberdeckung. Die Schussbohrungen wurden nach Möglichkeit bis in das Tertiär abgeteuft.

## 3. Auswertung

Die Aufnahmen erfolgten mit einer Registrierdauer von mehreren Sekunden. Die auf Fotopapier dargestellten Aufnahmen wurden in den späteren Jahren transkordiert, d. h. auf Magnetband überspielt, wobei auch eine zweckentsprechende Verstärkung und Bandpassfilterung erfolgte. Weiters wurde eine Reduktion auf ein gemeinsames Bezugsniveau von +200 m ü. A. vorgenommen.

Probleme bestehen bei der Auswertung durch die noch ungenügend untersuchten Geschwindigkeitsverhältnisse. Bei der ersten Auswertung im Jahre 1952 erfolgte daher die Tiefenberechnung mit einer im Oststeirischen Becken ermittelten Zeit-Tiefenfunktion (lineare Geschwindigkeitszunahme mit der Tiefe). Bei der gegenständlichen Auswertung wurde jedoch eine Geschwindigkeitsfunktion zugrunde gelegt, die bei einer Mess-Serie im Raum Söding-Hitzendorf ermittelt worden war (WEBER et al. 1993). Dabei wird eine lineare Zunahme der Durchschnittsgeschwindigkeit mit der Laufzeit postuliert, wobei die Anfangsgeschwindigkeit 2.350 m/s und der Geschwindigkeitsgradient 400 m/s beträgt. Bezüglich näherer Details der Auswertung wird auf WEBER (1998) verwiesen.

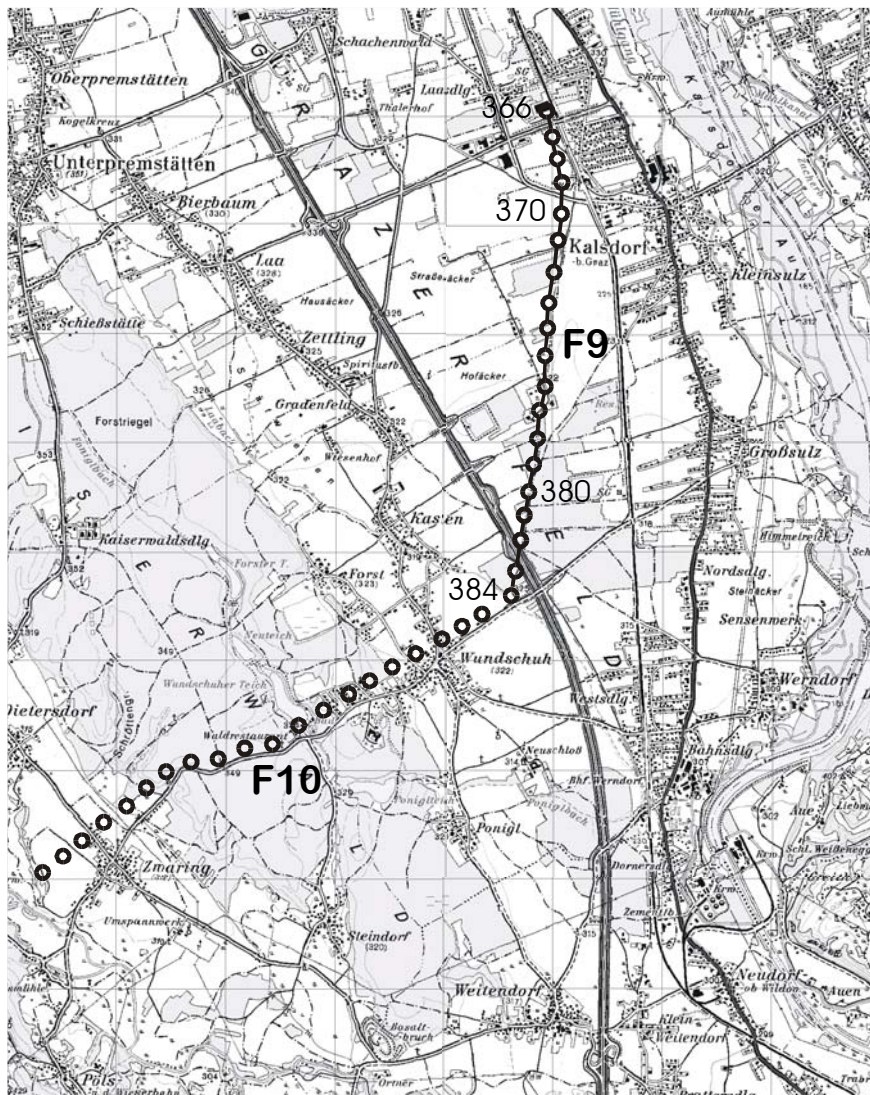


Abb. 1: Geografische Lage des Profiles 9, Rastergitter: Bundesmeldenetz, 1 cm  $\cong$  1,38 km (Kartengrundlage ÖK 190, 1:50.000, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen Wien).

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Zeitprofil

Aus dem Zeitprofil (Abb. 2) können bereits wichtige seismische Parameter wie die Reflexionscharakteristik und die Reflexionskonfiguration ersehen werden. Die Reflexionsqualität des Profils ist unterschiedlich, was in der tertiären Schichtfolge vermutlich von den geringen Reflexionskoeffizienten verursacht wird. So lassen sich auf dem Zeitprofil zahlreiche schwache Reflexionen kurzer Längserstreckung erkennen, die mitunter schwer korrelierbar sind. Über das ganze Profil durchlaufende Leithorizonte sind praktisch nicht vorhanden. Ein oberflächennaher Reflektor, im Zeitbereich von 0,0–0,03 s liegend, scheint durch das „Muting“ (ein Prozessingschritt zur Ausschaltung gestörter Spuren) beeinträchtigt zu sein. Ein anderer Reflexionshorizont kann im Zeitbereich von 0,2 s bei ebenfalls mäßiger Reflexionsstärke zumindest als Phantomhorizont korreliert werden. Eine zufriedenstellende Reflexionsqualität weisen im Nordteil des Profils zwei Reflektoren im Zeitbereich von ca. 0,3 und 0,4 s auf, die anscheinend sedimentäre Strukturen manifestieren. Der höhere Reflektor lässt dabei mit Zentrum bei SP 370 eine nach oben konvexe Reflexionskonfiguration erkennen. Beim Reflektor mit ca. 0,4 s ist gegen das nördliche Profilende zu eine Onlap-Struktur sichtbar. Ein auf Grund der Reflexionscharakteristika eindeutig als Tertiärbasis anzusprechender Leithorizont ist nicht vorhanden. Als solcher wurde mit gewisser Wahrscheinlichkeit ein Reflexionshorizont korreliert, der im N beim Anschluss bei ca. 0,55 s liegt und gegen S zu am Anschluss zu Profil F 10 eine Laufzeit von ca. 0,7 s aufweist. Die in diesem Zeitbereich befindlichen Reflexionselemente weisen eine stark wechselnde Reflexionsqualität auf: kürzere Abschnitte guter Reflexionsstärke gehen rasch in Elemente schwacher Reflexionsstärke über oder enden überhaupt. Mangels einer Tiefbohrung mit Bohrlochmessungen, die eine Aussage über die Impedanzverhältnisse im Bereich der Tertiärbasis gestatten, ist derzeit eine eindeutige Ursache für dieses Phänomen nicht anzugeben. Im tieferen Zeitbereich, der dem Paläozoikum des Sausal entsprechen sollte, treten zahlreiche Reflexionselemente mit durchschnittlicher Reflexionsstärke und einer Erstreckung bis ca. 1,2 km auf, die auf ein mäßig steiles Einfallen hinweisen.

### 4.2. Tiefenprofil

Mit der erwähnten Durchschnittsgeschwindigkeitsfunktion wurden die Lotzeiten in Tiefen umgerechnet. Bei der Betrachtung des Tiefenprofils (Abb. 3) ist zu berücksichtigen, dass nur diejenigen Reflexionen umgerechnet wurden, die sich über mindestens zwei Schusspunkte (250 m) erstrecken. Es ist damit also ein gewisser Informationsverlust gegenüber dem in variabler Flächenschrift erstellten Zeitprofil verbunden, andererseits bedeutet dies eine gewisse Selektion der lithologisch-faziell bedeutenden Reflexionshorizonte.

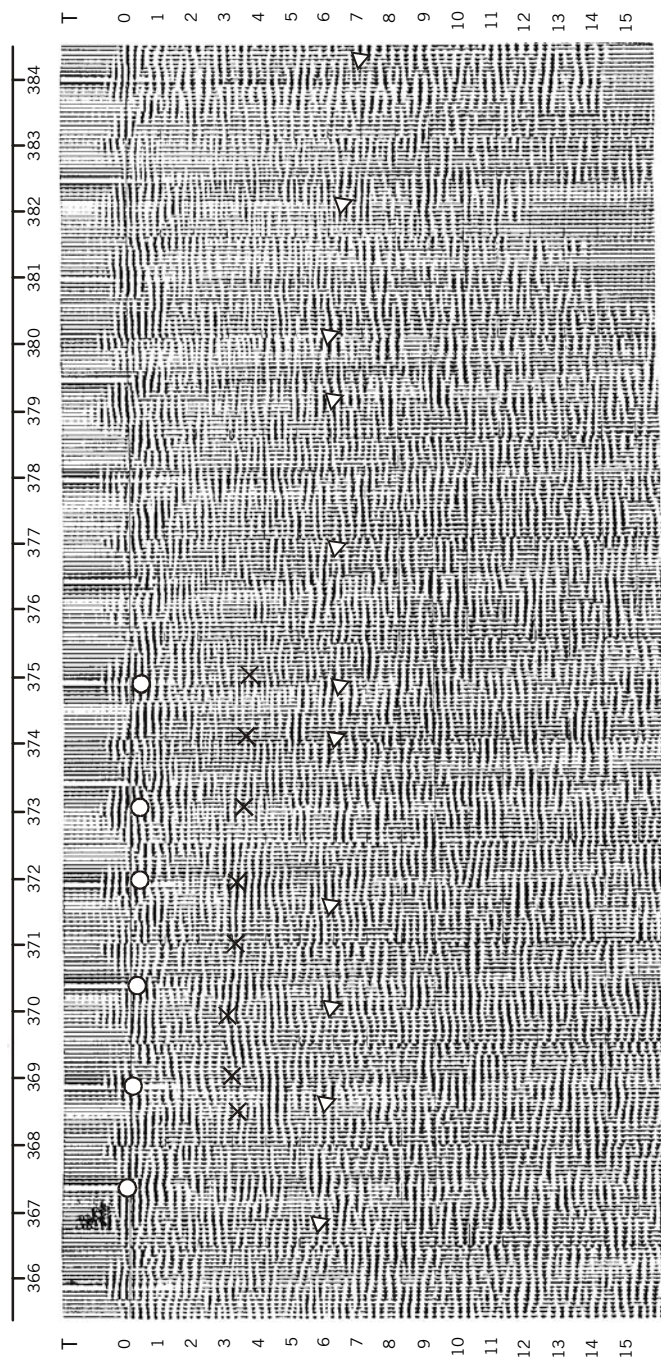


Abb. 2: Zeitprofil F 9, Stand September 1998. M = 1:28.350. T = Laufzeit in Zehntel Sekunden, ○ = oberflächennaher Reflektor, X = sedimentäres Strukturelement; ▽ = Reflektor auf Tertiärbasis.

Der oberflächennahe Reflektor fällt von SP 366 bis SP 375 vom Bezugsniveau +200 m bis auf +150 m ab, was einem mittleren Einfallen von ca.  $1,3^\circ$  in Profilrichtung entspricht. Im südlichen Abschnitt herrscht söhlig Lagerung bis ganz geringes südliches Einfallen. Dieselben flachen Lagerungsverhältnisse scheinen in allen Reflektoren bis unter 0,2 s vorzuliegen, was etwa einem Tiefenbereich von 400 m unter Gelände entspricht. Erst an den Flanken der nach oben konvex gewölbten Struktur, deren Scheitel bei SP 370 etwa in  $-150$  m unter NN liegt, treten etwas größere Neigungen auf. Die Südflanke dieser Struktur weist ein Einfallen von ca.  $5^\circ$  auf, die wesentlich kürzere Nordflanke ein solches von  $9^\circ$ , wobei gegen SP 368 ein Umbiegen in eine Flachlagerung erfolgt. Der darunter liegende Reflektor mit Laufzeiten um 0,4 s fällt im Abschnitt SP 372–368 flach (ca.  $3^\circ$ ) nach N ein, gegen das nördliche Profilende ist ein flacher Anstieg um ca.  $2^\circ$  nach N möglich.

In der südlichen Hälfte des Profils liegen die tertiären Reflektoren teilweise flach, stellenweise erfolgt ein geringes Einfallen nach N oder S.

Der Reflektor, der der Tertiärbasis zugeschrieben wurde (Laufzeit bei SP 366 0,565 s, Tiefe ca.  $-530$  m unter NN), fällt im Nordteil des Profils mit ca.  $3^\circ$  nach S ein, im Mittelteil herrscht meist Flachlagerung. Der Reflektor zeigt nur bruchstückhaft eine gute Reflexionsqualität, er besteht in der Regel aus zwei Phasen, wobei die Amplitude lateral innerhalb dieses Reflexionsbandes oft abrupt wechselt.

Die sichere Erkennung von Brüchen ist angesichts dieses Reflexionscharakters schwierig. So wäre zwischen SP 369–370 ein normalabschiebender Bruch mit einer Sprunghöhe von ca. 20 m möglich, der allerdings bereits im tieferen Tertiär rasch ausklingen dürfte. Zwischen SP 382–383 wurden zwei normal abschiebende Brüche angenommen, die am Profil Sprunghöhen bis zu 50 m ermöglichen. Zwischen SP 382–383 wird ein kleiner antithetischer Bruch angenommen, wodurch es im unteren Teil der Schichtfolge zur Auslöschung von Reflexionen kommen kann.

Im Nordabschnitt treten ca. 340 m bzw. 600 m unterhalb der Tertiärbasis zwei Reflektoren mit teilweise kräftiger Amplitude auf, die mit  $3,7^\circ$  bzw.  $3^\circ$  nach S einfallen. Auch im übrigen Profilteil treten noch weit unter 1,0 s Laufzeit meist kurze Reflexions-elemente auf, deren Lage mehr als 1000 m tief innerhalb des Paläozoikums anzunehmen wäre. Es ist allerdings noch zu prüfen, ob es sich nicht um interne Multiple oder um künstliche Einsätze aus dem Prozessing handelt. Dieser Zweifel an der Authentizität diese „prätertiären“ Reflexionen wird auch durch den Umstand gestützt, dass diese Elemente alle söhlig liegen oder nur ganz flach einfallen.

#### **4.3. Strukturkarte des prätertiären Untergrundes**

Die Konstruktion einer Strukturkarte (Abb. 4) aus nur zwei Profilen, die noch dazu unter spitzem Winkel zum generellen Streichen der maßgeblichen Strukturelemente verlaufen, ist ein Risiko. Erleichtert wird dieses durch die Oberflächengeologie und durch das Vorhandensein einer Schwerekarte. Der vorliegende Entwurf ist als ein erster Versuch zur

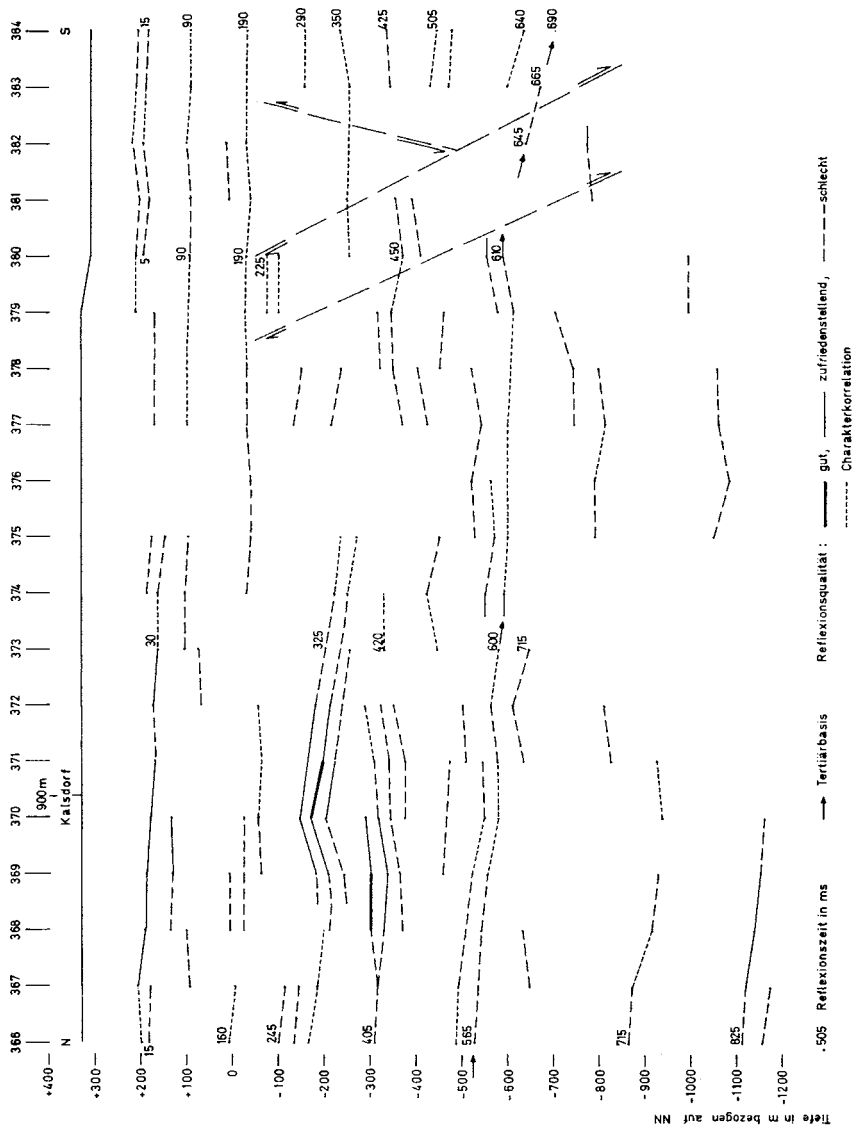


Abb. 3: Tiefenprofil F 9.

detaillierten Darstellung des prätertiären Untergrundes im Raum Kalsdorf–Wundschuh–Zwaring zu betrachten. Zentrales tektonisches Element ist ein NNE–SSW streichender, gegen W einfallender Bruch, der bereits auf der Strukturkarte von KRÖLL (1988) festgelegt wurde. Bei dieser endet er im SW an einem von der Westflanke des Sausal nach N abzweigenden, ebenfalls normalabschiebenden Bruch geringer Sprunghöhe. Dagegen wird bei der vorliegenden Version der von Kalsdorf nach S ziehende Verwurf als Hauptbruch betrachtet, der SW Weitendorf in einem leichten Bogen um die nördliche Spitze des Sausal herum sich nach S fortsetzt und solcherart auch den westlichen Beckenrandbruch des Sausal bildet. Die hier dargestellte Struktur liegt auf der Tiefscholle dieser Störung und lässt ein markantes Relief erkennen, an dessen Ausformung die bei der Profilbesprechung erwähnten NNW- streichenden Brüche beteiligt sind. Die Kartendarstellung erhärtet den bei den Profilen gewonnen Eindruck, dass ebenfalls normal abschiebende Brüche nur eine mäßige Sprunghöhe aufweisen.

Auf der Tiefscholle des Hauptbruchs reihen sich folgende Detailstrukturen aneinander: im N zeichnet sich bei Kalsdorf eine Hochzone mit einem Strukturwert von mindestens –520 m unter NN ab, die durchaus auch gegen N strukturell geschlossen sein könnte. Daran schließt sich im S, durch mindestens einen Bruch getrennt, eine Muldenzone an. Die genaue Tiefe des Zentrums der Mulde ist wegen Korrelationschwierigkeiten zwar etwas unsicher und das durch die –680 m Isolinie repräsentierte Zentrum N Wundschuh könnte daher etwas nach S rücken. Bei der vorliegenden Konstruktion der Tiefenlinien könnte die Störung eine Gesamtsprunghöhe von maximal 70 m aufweisen. Diese Teilmulde setzt sich auch auf der Tiefscholle der nächsten südwestlichen Bruchstapel fort, wobei ein maximaler Tiefenwert von –700 m wahrscheinlich gemacht werden konnte. Nach S zu gegen das Profil F 10 folgt eine Hochzone, die am ca. 2 km westlich Weitendorf postulierten Hauptverwurf enden würde.

## 5. Diskussion der Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Eine Gliederung der tertiären Schichtfolge ohne Bohrungen, insbesondere die Festlegung der Grenze Karpat/Baden, ist nur innerhalb weiter Grenzen möglich. So spricht einiges dafür, dass die oberflächennahen Reflektoren bis ca. 0,1 s dem Baden zuzurechnen sind und andererseits die dazu diskordant liegenden Reflektoren unter ca. 0,3 s im Nordabschnitt des Profils bereits im Karpat liegen. Die relativ gute Reflexionskontinuität und Amplitude im höchsten Reflektor sprechen für eine ruhige Sedimentation in einem flach marinen Milieu, wie es nach EBNER & SACHSENHOFER (1991) für das Unterbaden anzunehmen ist.

Die nach oben konvexe Struktur mit dem Scheitel bei SP 370 in einer Tiefe von –150 m unter NN wird als Sediment eines Milieus höherer Energie interpretiert; vom Reflexionscharakter und der Reflexionskonfiguration her betrachtet könnte es sich um einen Schlammstrom in den Eibiswalder Schichten handeln. Die Möglichkeit der Einla-



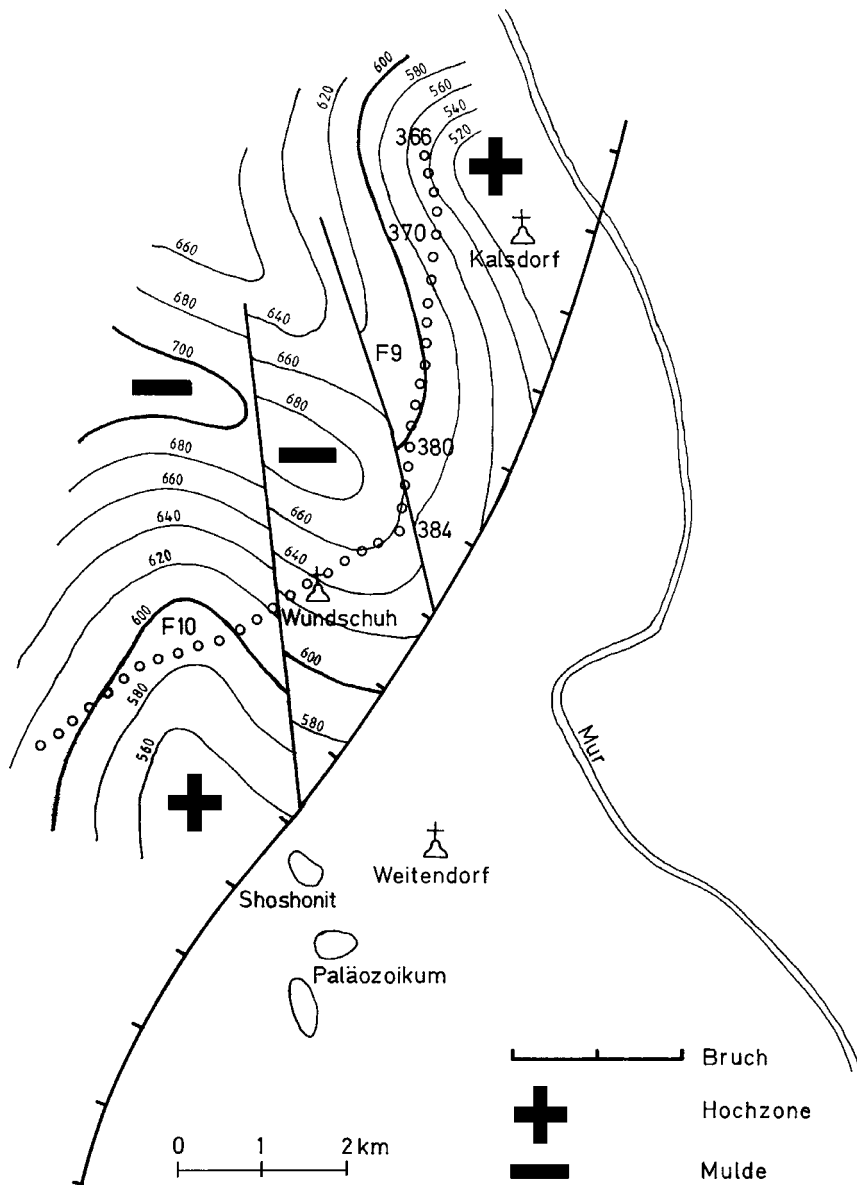


Abb. 4: Strukturkarte des prätertiären Untergrundes, September 1998.

gerung eines Vulkanites und dessen randliche Verzahnung wurde zwar erwogen, dagegen spricht vor allem das Fehlen einer magnetischen Anomalie.

Der gut ausgebildete Reflektor bei ca. 0,4 s Laufzeit zwischen SP 367–372 lässt eine starke Mächtigkeitsabnahme des dazwischen liegenden Schichtpaketes nach S zu erkennen. Bei diesem Reflektor gibt es auch Hinweise auf ein Onlap etwa bei SP 367–368. Im Bereich des tieferen Tertiärs (Abschnitt mit etwa 250 m Mächtigkeit über der Tertiärbasis) treten zahlreiche Reflektoren meist kurzer Längserstreckung auf, die gröberklastische Einlagerungen in den Eibiswalder Schichten bilden könnten. Die nächstgelegene Bohrung, die den prätertiären Untergrund erreicht hat, ist die Kohlebohrung Pirka 1, ca. 8 km N vom SP 366. Diese hat allerdings nach EBNER & SACHSENHOFER (1991) in 233,3 m Unter- und Mittelbaden durchteuft ohne im Liegenden Karpat angetroffen zu haben. Es ist derzeit völlig offen, wie der Anstieg der Tertiärbasis von –530 m unter NN beim Nordende von Profil F 9 auf +100,7 m bei der Bohrung Pirka 1 und die Abnahme des Karpats erfolgt. Nach der Strukturkarte von KRÖLL (1988) befinden sich die beiden Vergleichspunkte allerdings in verschiedener tektonischer Position, nämlich an unterschiedlichen Flanken einer in das Oststeirische Becken überleitenden Muldenzone. Wenig Bedeutung hat auf Profil F 9 die Bruchtektonik, die sich auf die erwähnten zwei Normalabschiebungen geringer Sprunghöhe beschränkt, die anscheinend nicht mehr in das Baden hinaufreichen. Das Störungsbündel zwischen SP 379–383 wurde wegen gewisser Indizien auf die Möglichkeit einer „flower structure“ untersucht, was als Hinweis auf eine Seitenverschiebung gelten könnte; eine Entscheidung ist aber wegen der ungenügenden Reflexionsqualität und wegen des Fehlens von Parallelprofilen derzeit nicht möglich. Aus denselben Gründen kann auch zu den Annahmen von NEUBAUER und GENSER (1990) zur Beckenentstehung nur indirekt Stellung genommen werden (um eine horizontale Achse rotierender Grundgebirgsblock, Beckentiefstes gegen Osten verschoben). In einem Profil vom Nordende des Profils F 9 bei Kalsdorf bis zum Raum Söding im W ist eine Asymmetrie eher nicht gegeben.

Bei der Auswertung wurde auf Hinweise für eine „Steirische Phase“ besonders geachtet. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Steirische Diskordanz nach den neuen Erkenntnissen von FRIEBE (1991) in das oberste Karpat zu stellen ist. Die zugänglichen Typlokalitäten liegen im östlichen Bereich der Mittelsteirischen Schwelle. Es ist bemerkenswert, dass die in den Aufschlüssen beobachteten Winkeldiskordanzen mit Werten von 20°–25° wesentlich größer sind als die auf den Profilen F 9 und F 10 festgestellten Einfallswinkel. Die Steirische Diskordanz wird von FRIEBE (1991) als Folge von Hebung und Blockrotation interpretiert. Bezüglich der Rotation erscheint im Weststeirischen Becken insofern eine Einschränkung angebracht, als eine solche – wenn überhaupt – eher eine geringe Rolle gespielt hat. Die Strukturkarte des prätertiären Untergrundes (KRÖLL et al. 1988) weist auf einen einfachen Bauplan ohne besondere tektonische Komplikationen hin.

## Dank

Für die Freigabe der Unterlagen und die Genehmigung zur Veröffentlichung wird Herrn Vorstandsdirektor Dipl.-Ing. J. Hieblinger (Rohöl-Aufsuchungs-AG) bestens gedankt, weiters ist der Autor Herrn Dr. W. Nachtmann und Herrn J. Eder (Rohöl-Aufsuchungs-AG) für fachliche Beratung und Diskussion zu Dank verpflichtet.

## Literatur

- EBNER, F. & SACHSENHOFER, R. F. (1991): Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Tertiärbeckens. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum, **49**, 96 S., Graz.
- FLÜGEL, H. W. (1975): Das Neogen der Grazer Bucht. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **105**, 71–77, Graz.
- FLÜGEL, H. W. & NEUBAUER, F. R. (1984): Steiermark – Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen. – Geol. B.-A., 126 S., 26 Abb., 1 Karte, Wien.
- FRIEBE, J. G. (1990): Lithostratigraphische Neugliederung und Sedimentologie der Ablagerungen des Badenium (Miozän) um die Mittelsteirische Schwelle (Steirisches Becken, Österreich). – Jb. Geol. B.-A., **133**, 223–257, Wien.
- FRIEBE, J. G. (1991): Neotektonik an der Mittelsteirischen Schwelle (Österreich): Die „Steirische Phase“. – Zbl. Geol. Paläont. Teil I, **1991/1**, 41–54, 5 Abb., Stuttgart.
- KOLLMANN, K. (1965): Jungtertiär im Steirischen Becken. – Mitt. Geol. Ges., **57**, 479–632, Wien.
- KRAINER, B. (1987): Sedimentation und Shoshonit von Weitendorf, Badenien, Steirisches Becken. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **80**, 143–156, Wien.
- KRÖLL, A., FLÜGEL, H. W., SEIBERL, W., WEBER, F. & WALACH, G. (1988): Steirisches Becken – Südburgenländische Schwelle. – Geologische Themenkarten und Erläuterungen, 49 S., Geol. B.-A., Wien.
- MALZER, O. & SPERL, H. (1993): Das Steirische Becken (Steiermark und Südburgenland. – in: Erdöl und Erdgas in Österreich, Hrsg. BRIX, F. & Schultz, O., 312 S., Verlag: Nat. hist. Mus. Wien und F. Berger, Horn.
- MAURITSCH, H. (1975): Geophysikalische Untersuchungen an den Vulkaniten im Raum Weitendorf – Wundschuh, Steiermark. – Joanneum, Mineral. Mitt. Blatt, **42**, 269–278, Graz.
- NEBERT, K. (1983): Zyklische Gliederung der Eibiswalder Schichten (Südweststeiermark). – Jb. Geol. B.-A., **126**, 259–285, Wien.
- RATSCHBACHER, L.; FRITSCH, W., LINZER, H.-G. & MERLE, O. (1991): Lateral extrusion in the Eastern Alps, 2: Structural analysis. – Tectonics, **10**, 257–271, Washington.
- WEBER, F., SCHMÖLLER, R., FRUHWIRT, R. K. & HARTMANN, G. (1983): Ergebnisse reflexionsseismischer Messungen im Nordteil des Weststeirischen Tertiärbeckens. – Archiv f. Lagerst. forsch. Geol. B.-A., **4**, 317 S., Wien.
- WEBER, F. (1998): Ergebnisse eines reflexionsseismischen Profiles im Raum Wundschuh/Steiermark. – Mitt. Abt. Geol. Pal. Landesmus. Joanneum., **SH 2**, 388 S., Festschrift Gräf, Graz.

WINKLER-HERMADEN, A. (1927): Das südweststeirische Tertiärbecken im älteren Miozän. – Denkschr.  
Akad. Wiss., math.-natw.Kl., **101**, 89–130, Wien.

Anschrift des Verfassers:  
em. Univ.-Prof. Dr. Franz Weber  
Montanuniversität Leoben, Institut für Geophysik  
Peter Tunnerstraße 25  
A-8700 Leoben