

## **Ergebnisse eines reflexionsseismischen Profiles in der Florianer Bucht bei Preding/Weststeirisches Becken**

Franz WEBER

3 Abbildungen

**Zusammenfassung:** Es wurde ein 7,1 km langes reflexionsseismisches Profil der Rohöl-Aufsuchungs AG reinterpretiert, das den Nordteil der Florianer Bucht des Weststeirischen Tertiärbeckens quert. Die maximalen Tertiärmächtigkeiten von ca. 1000 m werden im westlichen Teil erreicht, während gegen Osten zu meist ein flacher Anstieg der Tertiärbasis erfolgt. Südöstlich von Preding werden in kurzem Abstand zwei westfallende Brüche mit Sprunghöhen von 50 m bzw. 100 m angenommen. Östlich derselben ist kein steilerer Anstieg gegen die in 600 m Entfernung auftauchende Sausalschwelle zu beobachten, so daß deren Auftauchen mit einer bedeutenden Störung verbunden sein muß. In der tertiären Schichtfolge wird auf Grund von Reflexionshorizonten die Grenze Baden/Karpat angegeben und eine Gliederung der Eibiswalder Schichten unter Berücksichtigung der neueren stratigraphischen Ergebnisse versucht.

**Summary:** A 7,1 km long reflectionseismic profile of the Rohöl-Aufsuchungs AG was reinterpreted crossing the Northern part of the Florian subbasin of Western Styrian basin. The maximum thickness of about 1000 m is reached in the western part, while a flat rise of the base of Tertiary gets in the East direction. Southeast of the village Preding are two West-dipping faults assumed having displacements of 50 m and 100 m. There is no stronger rise to see to the Sausal Swell situated in 600 m distance. The boundary Baden/Karpat was determined by some distinct reflectors in the Tertiary series and a classification of the Eibiswald formation was tried by consideration of the newest stratigraphic results.

### **1. Einleitung**

Im Jahre 1952 wurde von der Rohöl-Aufsuchungs AG eine reflexionsseismische Messkampagne im Oststeirischen Tertiärbecken durchgeführt, die bereits im Stadium der

regionalen Übersichtsmessungen wichtige Einsichten über den Bauplan und die Tektonik dieses Gebietes brachte. In diesem Zusammenhang wurde auch ein Querprofil über die Florianer Bucht des Weststeirischen Beckens bei Preding gemessen, um herauszufinden, ob dieses allein auf Grund der Tertiärmächtigkeiten erdölgeologisch interessant sein könnte. (Abb. 1).

Die Datenqualität der analogseismischen Aufnahmen entspricht zwar nicht den heutigen Anforderungen, da aber in den benachbarten Gebieten bis in die jüngste Zeit reflexionsseismische Messungen mit moderner Technik durchgeführt wurden, können auch die älteren Messungen in ihrer Problematik beurteilt und interpretiert werden. In Anbetracht des noch immer geringen Erkenntnisstandes vor allem über den tieferen Untergrund des Weststeirischen Beckens scheint es gerechtfertigt, die vorliegenden Daten der Öffentlichkeit zugänglich zu machen, wobei dies als Anregung für eine systematische reflexionsseismische Untersuchung dieses Tertiärbeckens gedacht ist.

## 2. Feldmessungen, Auswertung

Die Feldmessungen wurden als Sprengseismik mit einer 16-kanäligen reflexionsseismischen Apparatur ausgeführt. Die Arbeiten wurden durch das weitgehend flache Gelände erleichtert, die Seehöhen variieren von 292 m bis 305 m ü.A.; auch die Verwitterungsschicht ist relativ einfach gebaut, die Schusstiefen bewegten sich zwischen 12 – 15 m und lagen stets im Grundwasser. Ein Vorteil der Sprengseismik bestand darin,

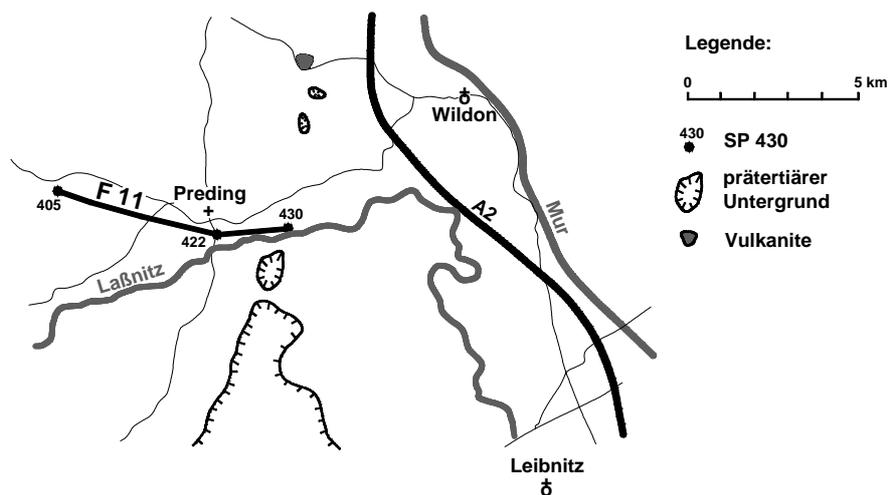


Abb 1: Lageplan des reflexionsseismischen Profils F 11

dass dabei die Aufzeiten direkt am Schusspunkt gemessen werden und somit die Reflexionszeiten von der Erdoberfläche genau angegeben werden konnten.

Das 7,1 km lange Profil verläuft von SP 405 – SP 422 in Richtung WNW – ESE, um sodann bis zum SP 430 in Richtung Osten umzuschwenken. (Abb. 1). Zwischen SP 411 und 412 sowie SP 417 und 418 bestehen zwei Lücken, weiters musste der SP 420 auf Grund der Verbauung ausgelassen werden. Insgesamt stehen somit 26 Schusspunkte und ebenso viele Aufstellungen zur Verfügung. Der Abstand zwischen den Schusspunkten beträgt im Normalfall 250m, es wurde stets eine symmetrische Spaltungsaufstellung ausgelegt, deren Geophonabstand 31,25m betrug.

Bei der ersten Auswertung im Jahre 1952 wurde nach einer Methode vorgegangen, bei der das Bezugsniveau in der jeweiligen Tiefe des Schusspunktes lag. Von da an wurde mit einer linearen Geschwindigkeitszunahme mit der Tiefe gerechnet, deren Anfangsgeschwindigkeit 1900m/s betrug. Diese Geschwindigkeitsfunktion war zwar für das Oststeirische Becken angepasst, für das Weststeirische Becken deshalb nicht optimal, da hier ältere Schichten an der Oberfläche oder in geringer Tiefe anstehen, die höhere Geschwindigkeiten aufweisen. Es zeigen auch die aus den ersten Einsätzen der Aufstellungen berechneten Geschwindigkeiten Werte von 2200m/s – 2400m/s. Es wurde daher bereits bei den weiter nördlich gelegenen Messgebieten (WEBER 1998, 1999) mit einer anderen Geschwindigkeitsfunktion, nämlich linear mit der Laufzeit, d.i. parabolisch mit der Tiefe, gerechnet. Diese entsprechen der Gleichung

$V_d = V_0 + a T$ ; wobei  $V_0 = 2350 \text{ m/s}$ ,  $a = 400 \text{ m/s/s}$

$V_d$  = Durchschnittsgeschwindigkeit;  $V_0$  = Anfangsgeschwindigkeit

Das damit berechnete Tiefenprofil (Abb. 3) gibt die Lage der Reflektoren zwar mit einem gewissen Tiefenfehler aber in sich lagerichtig wieder.

Die Reflexionsqualität ist am ganzen Profil mäßig bis schwach, der Ostteil des Profils wurde bei der ersten Auswertung vor dem Transkordieren sogar als reflexionsleer eingestuft. Durch die Transkordierung wurde zwar die Reflexionsqualität verbessert, bei nicht wenigen Reflexionshorizonten sind jedoch noch immer gewisse Unsicherheiten in der Korrelation gegeben. Es fehlen jedenfalls echte Leithorizonte, die im ganzen Profil ausgebildet sind. Innerhalb der tertiären Schichten zeichnet sich ein Reflexionsband durch bessere Reflexionsqualität aus, das bei SP in 0,5s liegt und bis SP 417 auf ca. 0,4s ansteigt. Auch im Abschnitt von SP 412 – 416 tritt ein nach Osten mäßig ansteigender Reflektor im Laufzeitbereich um 0,5s auf. Die Reflexionsfrequenz liegt allgemein bei 50Hz und weist bis zur Tertiärbasis keine Änderung auf. Im Abschnitt von SP 421 – 430 herrscht unterhalb eines seichten Reflektors bis einschließlich der Tertiärbasis eine schlechte Reflexionsqualität.

In einigen kräftigeren Reflexionselementen innerhalb des Tertiärs nimmt die Frequenz auf ca. 40Hz ab; dagegen sind schwächere tertiäre Reflexionen oft höherfrequent und ergeben Werte bis 66Hz.

### 3. Ergebnisse

Innerhalb des Tertiärs sind nur wenige Horizonte vorhanden, die über eine längere Strecke (maximal 2 – 2,5 km) anhalten (Abb. 2). Von dieser Unsicherheit ist auch die Frage der Festlegung der Tertiärbasis betroffen. Als Tertiärbasis bzw. Top Paläozoikum wurde ein Reflexionsband mäßiger bis geringer Kontinuität und stärker schwankender Amplitude angesprochen, das auf Grund einer Charakterkorrelation mit jüngeren Aufnahmen im Nordteil des Weststeirischen Beckens eine solche Zuordnung als wahrscheinlich erscheinen lässt. Es scheint auch eine unebene Reflexionsgeometrie mit dem Tertiärbasisreflektor verbunden zu sein. Lokal scheint dieser Reflektor ganz zu fehlen. Es musste bei der Identifizierung der Tertiärbasisreflexion auch auf indirekte Kriterien zurückgegriffen werden. Dieser Reflektor wurde meist im Zeitbereich von 0,6 – 0,7 s korreliert, lediglich am Ostende des Profils scheint er eindeutig höher zu liegen. Auch unterhalb dieser wichtigen Grenzfläche treten in unregelmäßigen Zeitintervallen Einsätze oftmals guter Reflexionsqualität auf. Diese liegen meist flach oder sind gering geneigt und erstrecken sich nur über maximal drei Aufstellungen. Es könnte sich hierbei um Relikte des Prozessings beim Transkordieren handeln, so dass auf diese Elemente bei der Auswertung nicht näher eingegangen wurde.

Ein oberflächennahes Reflexionsband (Zeitbereich bis ca. 0,1 s) ist auf der westlichen Hälfte des Profils und an dessen östlichen Ende ausgebildet. Dieses lässt sich streckenweise als aus zwei Reflexionen bestehend erkennen. Im Westabschnitt ist weiters ein Einfallen von ca. 4 Grad nach WNW im Abschnitt von SP 406 – 409 gegeben, woran sich nach Osten zu eine weitgehende Flachlagerung anschließt, ebenso auch im Ostteil des Profils. Ein anderer aussagekräftiger Reflektor beginnt bei SP 407 bei ca. 0,5 s (in ca. 490 m unter NN) und lässt sich mindestens bis SP 417 flach ansteigend korrelieren, möglicherweise setzt er sich auch noch östlich der Lücke bei SP 417 bis zum SP 421 nach Osten fort. Das mittlere Einfallen würde ca. 2,30 Grad gegen WNW betragen. Da ein bei SP 410 in 300 m unter NN befindlicher Reflektor nahezu sählig liegt, ist in dem dazwischen liegenden Bereich ein Schichtauskeilen möglich. Im tieferen Abschnitt der tertiären Schichtfolge sind Reflektoren wechselnder Längserstreckung ausgebildet, deren Lagerung teils parallel zur Tertiärbasis ist, teils schwach diskordant zu dieser erfolgt.

Im Abschnitt von SP 411 – 416 steigt die Tertiärbasis um ca. 60 m an, das Gegenfallen bei SP 417 ist nicht ganz sicher. Zwischen SP 418 – 422 deutet sich ein geringer Anstieg an, der nach Osten in eine flache Lagerung übergeht. Im basalen Bereich einer knapp 2 km breiten Zwischenstaffel erfolgt eine deutliche Abnahme der Schichtmächtigkeit gegen Osten. Klare Hinweise auf sedimentäre Strukturen in der tertiären Schichtfolge sind selten.

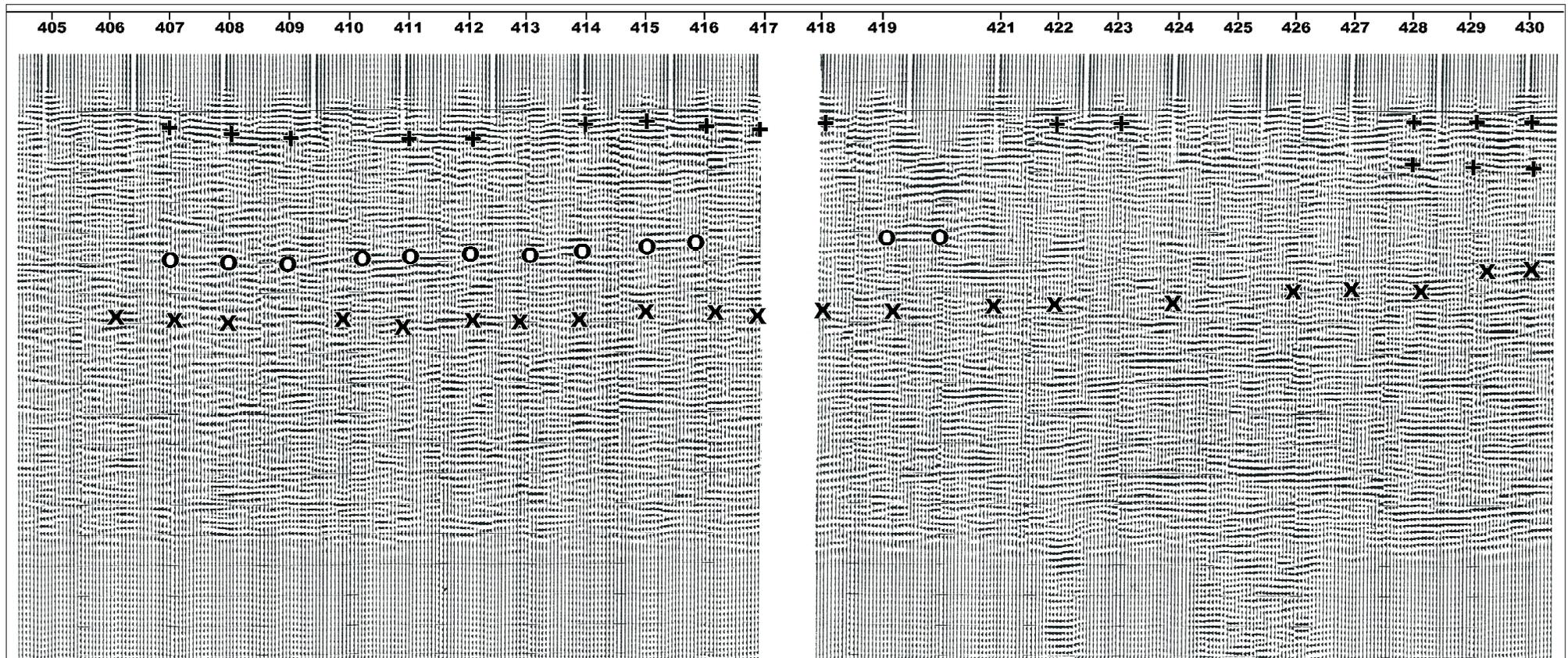


Abb. 2: Zeitprofil. + = Reflektor im Bereich Baden/Karpat, o = Reflektor im Bereich mittlere/untere Eibiswalder Schichten, x = Reflektor an der Tertiärbasis.

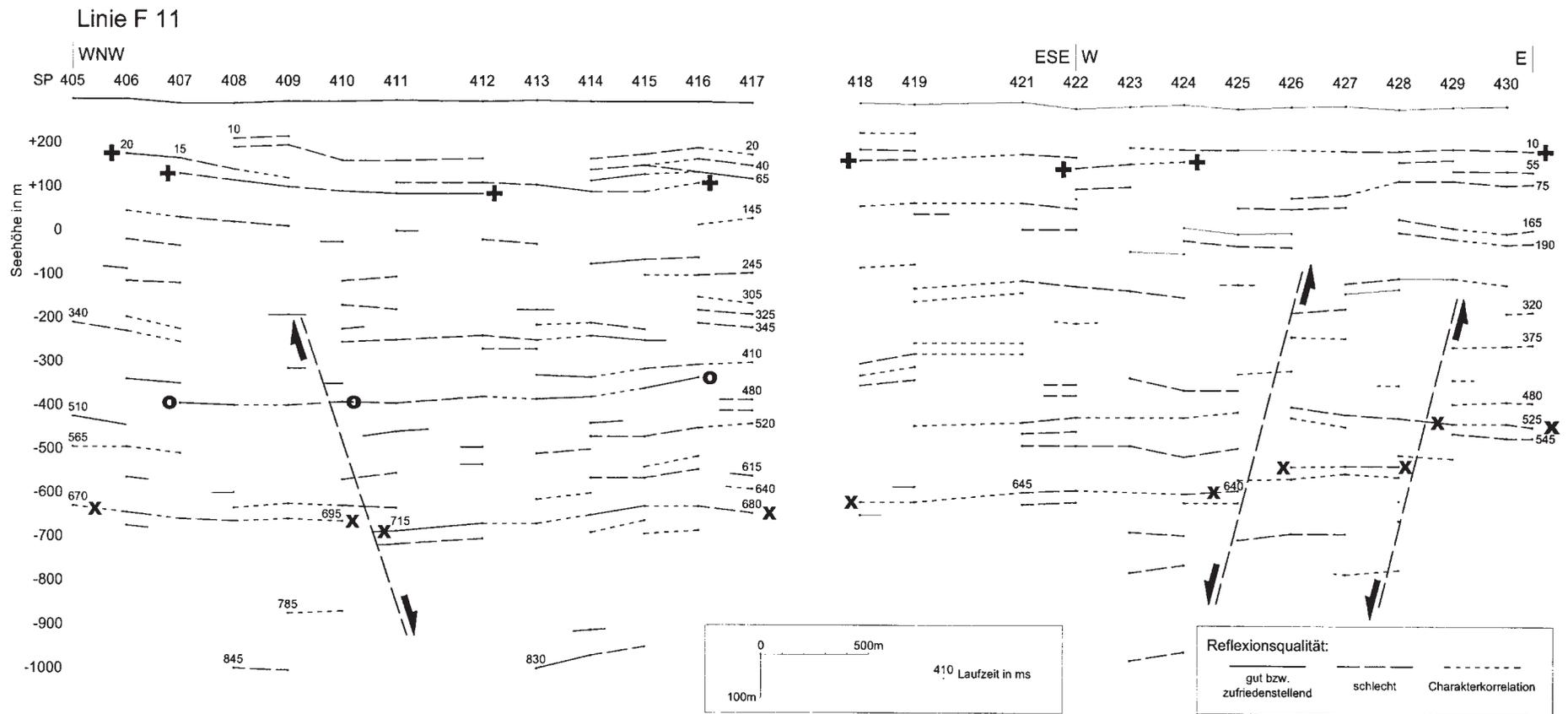


Abb. 3: Tiefenreflexionsseismisches Profil F 11 der RAG. Auswertung F. Weber, Stand Juni 2001.

#### 4. Geologisch-geophysikalische Interpretation

Nach der Reliefkarte des prätertiären Untergrundes (KRÖLL et al. 1988) stellt sich das Weststeirische Becken als ein ca. 10 – 15 km breites und ca. 45 km langes Teilbecken des großen Oststeirischen Tertiärbeckens dar. Mit diesem ist es durch zwei markante Muldenzonen nördlich und südlich der Sausal-Plattform verbunden. Das Weststeirische Tertiärbecken zeigt als charakteristische Strukturelemente drei Teilbecken oder Buchten, in denen jeweils Tertiärmächtigkeiten bis ca. 1000 m erreicht werden können. Das mittlere Teilbecken – die Florianer Bucht – lässt nach der Strukturkarte einen scheinbar regelmäßigen Bau mit N-NNE – Streichen der Muldenachse erkennen. Der tiefere Teil der Florianer Bucht verläuft nahezu parallel zum Paläozoikumsaufbruch des Sausal. Da dieser Abschnitt durch keine Strukturbohrungen untersucht ist, kommt auch einem isolierten reflexionsseismischen Profil eine gewisse Bedeutung zu. Eine seismostratigraphische Analyse ist allerdings an einem einzigen Profil – noch dazu mit mäßiger Datenqualität – nicht möglich. Es wird jedoch untersucht, wie sich die in jüngerer Zeit getätigten Änderungen der Stratigraphie der Eibiswalder Schichten (STINGL 1994, HIDDEN & STINGL 1998) auf die Interpretation des Profils auswirken.

In der Florianer Bucht kamen die Florianer Schichten zur Ablagerung, die nach KOPETZKY 1957, NEBERT 1983 im flachmarinen Milieu sedimentiert wurden. Es wird ein sandbetonter Hangenteil von einem mehr tonigen Liegendteil getrennt; beide werden in das Baden eingestuft. Die unterlagernden Oberen Eibiswalder Schichten wurden auf Grund der Ergebnisse im Raum Gasselsdorf ebenfalls als flachmarine Bildungen (bisher seit WINKLER-HERMADEN 1926 als limnisch-fluviatil betrachtet) erkannt und in das Baden eingestuft (HIDDEN & STINGL 1998). Davon könnte auch die Definition jenes Reflexionsbandes im oberen Teil des Profils betroffen sein, das sich zwischen SP 406 – 416 erstreckt. Es ist eine Möglichkeit, diesen Horizont mit dem Faziesumschlag von marin zu limnisch-terrestrisch in Verbindung zu bringen, der nunmehr innerhalb der Oberen Eibiswalder Schichten erfolgen würde. Es soll auch darauf hingewiesen werden, dass in dem erwähnten Reflektor (Laufzeit bei SP 410 – 412 ca. 95 ms) an seinem westlichen Teil ein steileres Einfallen erfolgt als in den darunter liegenden Reflektoren. Demnach würde die maximale Mächtigkeit der Florianer Schichten (plus des hangenden Anteils der Oberen Eibiswalder Schichten?) maximal etwa 210 m betragen. (Abb. 3). Hinweise auf eine „Steirische Phase“, etwa in Form von weitreichenden Diskordanzen, konnten in diesem Profil nicht gefunden werden, abgesehen von lokalen schwach diskordanten Reflexionselementen am Ostende des Profils.

Im tieferen Teil der Schichtfolge könnte als stratigraphische Grenze eventuell derjenige Horizont ins Auge gefasst werden, der bei SP 407 in ca. – 400 m unter NN liegt und nach Osten bei SP 416 um mindestens 60 m ansteigt. Dabei ist der Anstieg um mehr als 40 m zwischen SP 414 – 416 gegenüber den flach liegenden Hangendschichten auffallend. Falls man diesen Reflektor als Grenze zwischen Mittleren und Unteren Eibiswalder Schichten im zentralen Teil der Florianer Bucht akzeptiert, dann würden die Unteren Eibiswalder Schichten eine maximale Mächtigkeit von 300 m erreichen. Im

östlichen Teil des Profils dürfte die Mächtigkeit dieses Schichtpaketes nicht unbeträchtlich geringer sein.

Bezüglich der lithologischen Interpretation der Reflexionen in der tertiären Schichtfolge kann als Arbeitshypothese davon ausgegangen werden, dass diese von Schottern und Sanden maßgeblich verursacht sind, zumindest durch Interferenz mit solchen Lagen. Die reflexionsfreien Abschnitte würden dann tonigen Sedimenten zuzuordnen sein. Dies würde unter Annahme einer Durchschnittsmächtigkeit eines Reflektors von 20 m einem Sand-Tonverhältnis von 0,16 – 0,20 entsprechen, im östlichen Randbereich könnte dieses Verhältnis auf ca. 0,22 zunehmen.

In der gegenüber der Florianer Bucht schmälere Eibiswalder Bucht wurde eine eigene Randformation an der Basis der Schichtfolge ausgeschieden, die zusammen mit den Unteren Eibiswalder Schichten als Bildung eines Fächer Deltakomplexes betrachtet wurden, der entlang von NNW – SSE streichenden Brüchen abgelagert wurde (STINGL 1994). Auf dem Profil F 11 treten ca. 40 – 110 m über der Tertiärbasis nicht selten einzelne Reflexionselemente auf, die im Ostteil bis zu 1 km Länge erreichen können. Ob diese als Äquivalent der Radlformation betrachtet werden können, kann derzeit nicht entschieden werden.

Das Profil F 11 gibt auch einen Beitrag zur Bruchtektonik, für deren Erkennung vor allem der Reflektor der Tertiärbasis maßgeblich war. Im Westabschnitt wurde zwischen SP 410 – 411 ein nach Osten steil einfallender Bruch mit einer Sprunghöhe von ca. 30 m wahrscheinlich gemacht. Der längere Mittelteil des Profils ist störungsfrei. Erst im Ostabschnitt treten zwei anscheinend parallel nach Westen einfallende Brüche auf, die genetisch zusammengehören könnten. Bei SP 425 erfolgt ein Bruch mit ca. 50 m Sprunghöhe, an dessen Hochscholle lokal eine Schleppung erfolgt sein dürfte. Etwa 400 m weiter östlich befindet sich ein Bruch mit einer Sprunghöhe von ca. 100 m, der ebenfalls gegen Westen einfällt. Diese Brüche dürften ident sein mit jener generell N-S streichenden, sigmoidalen Störung, die auf der Strukturkarte von KRÖLL 1988 aus dem Raum östlich Tobelbad entlang der Westflanke des Sausal bis in das Eibiswalder Becken angenommen wurde. Die Festlegung der Hochscholle und damit der Sprunghöhe eines „Sausalrandbruches“ ist deshalb schwierig, da von der östlichen Hochscholle nur zwei Aufstellungen mäßiger Datenqualität vorliegen. Sollte der Reflektor mit einer Laufzeit von 520 ms (Tiefe von – 440 m unter NN) bei SP 430 nicht der Tertiärbasis entsprechen, dann könnte diese wahrscheinlich wesentlich höher liegen, etwa beim Nullniveau. Daraus würde sich dann eine beträchtlich größere Sprunghöhe von ca. 500 m ergeben. Bei der Lösung dieser Frage könnte die Refraktionsseismik von Nutzen sein, da aus der Durchschnittsgeschwindigkeit des Refraktors mit gewisser Sicherheit auf dessen Lithologie geschlossen werden kann, jedenfalls in Bezug auf die Unterscheidung von Tertiär und Paläozoikum.

Bemerkenswert ist auch der Umstand, dass kein Anstieg gegen Osten, also gegen die nördliche Fortsetzung des Sausal erfolgt, obwohl das kleine Paläozoikumvorkommen von Grötsch nur ca. 0,6 km südlich vom Ostende des Profils F 11 liegt. Die Westflanke des Sausal muss daher als eine bedeutende Dislokation angenommen werden.

Dieser Befund passt gut zu dem Modell der Entstehung von asymmetrischen Sedimentbecken östlich des Tauernfensters durch Ausdünnung der Kruste im Jungtertiär, das von NEUBAUER und GENSER 1990 gegeben wurde. Das Ausmaß der Asymmetrie ist allerdings beim Florianer Teilbecken noch offen und auf der Strukturkarte von KRÖLL 1988 wegen des Maßstabes und der ungenügenden Datendichte nicht zu erkennen.

Der prätertiäre Untergrund der Florianer Bucht besteht nach FLÜGEL 1988 größtenteils aus Gesteinen des Austroalpinen Kristallins; lediglich vor dem Auftauchen der Sausalschwelle sollte unter dem Tertiär ein bis 2 km breiter Streifen von phyllitischem Paläozoikum anstehen. Eine reflexionsseismische Aussage ist derzeit dazu nicht möglich, aus den Phylliten wären jedoch durchaus Reflexionen zu erwarten.

#### **Dank**

Für die Freigabe der reflexionsseismischen Unterlagen und die Genehmigung zur Veröffentlichung wird Herrn Vorstandsdirektor Bergrat h.c. J. Hieblinger und Herrn Dr. W. Nachtmann (Rohöl-Aufsuchungs AG) bestens gedankt. Ferner ist der Autor Herrn em. Univ.Prof. Dr. H. Flügel für fachliche Information und Diskussion zu Dank verpflichtet.

---

## **6. Literatur**

- EBNER, F. & SACHSENHOFER, R.F. (1991): Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Beckens. – 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.
- HIDEN, H. & STINGL, K. (1998): Neue Ergebnisse zur Stratigraphie und Paläogeographie der „Eibiswalder Schichten“ (Miozän, Weststeirisches Becken, Österreich): Die Otolithenfauna der Tongrube Gasselsdorf. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **23**, 77 – 85, Innsbruck.
- KOLLMANN, K. (1965): Jungtertiär im Steirischen Becken. – Mitt. Geol. Ges., **57**, 479 – 632, Wien.
- KOPETZKY, G. (1957): Das Miozän zwischen Kainach und Laßnitz in Südweststeiermark. – Mitt. Mus. Bergb. Geol. Techn. Landesmus. Joanneum, **18**, 112 S., Graz.

- KRAINER, B.(1987): Sedimentation und Shoshonit von Weitendorf, Badenien, Steirisches Becken. – Mitt. Öster.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.
- NEBERT, K. (1983): Zyklische Gliederung der Eibiswalder Schichten (Südweststeiermark). – Jb. Geol.B.-A., **126**, 259 - 285, Wien.
- NEUBAUER, F. & GENSER, J. (1990): Architektur und Kinematik der östlichen Zentralalpen – eine Übersicht. – Mitt.nat.wiss.Ver.Stmk., **120** (Metz-Festschrift), 203 – 219, Graz.
- STINGL, K. (1994): Depositional environment and sedimentary of the basinal sediments in the Eibiswalder Bucht (Radl Formation and Lower Eibiswald Beds), Miocene Western Styrian Basin, Austria. – Geol.Rundsch., **83**, 811 – 821, Wien.
- WEBER, F., SCHMÖLLER, R., FRUHWIRT, R.K. & HARTMANN, G. (1993): Ergebnisse reflexionsseismischer Messungen im Nordteil des Weststeirischen Tertiärbeckens. – Archiv f.Lagerst.forsch. Geol.B.-A., **16**, 165 – 178, Wien.
- WEBER, F. & GRAßL, H. (1997): Refraktionsseismische Messungen im weststeirischen Tertiär nördlich Voitsberg (Oberdorfer Mulde). – Archiv f. Lagerst.forsch.Geol.B.-A., **20**, 185 – 195, Wien.
- WEBER, F. (1998): Ergebnisse eines reflexionsseismischen Profiles im Raum Wundschuh/Steiermark. – Mitt.Abt.Geol.Pal.Landesmus. Joanneum., **SH 2** (Festschrift Gräf), 388 S., Graz.
- WEBER, F. (1999): Ergebnisse eines reflexionsseismischen Profiles bei Kalsdorf,Steiermark. – Joannea Geol.Paläont. **1**: 91 – 102, Graz.
- WINKLER-HERMADEN, A.(1926): Das kohleführende Miozänbecken in Südweststeiermark. – Mont. Rundsch., Wien.
- 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 2  
 A-8700 Leoben