



Ein Beitrag zur Geschichte der reflexionsseismischen Erforschung der Molassezone in Oberösterreich und Salzburg

FRANZ WEBER*

15 Abbildungen, 2 Tafeln

*Molassezone
Salzburg
Oberösterreich
Erdölaufschluss
Reflexionsseismik
Rohöl Aufsuchungs AG*

Inhalt

Zusammenfassung	315
Abstract	316
Einleitung	316
Der reflexionsseismische Trupp der RAG: Aufstellung, Personal, Organisation, Geräte	316
Bemerkungen zum Alltag des seismischen Trupps	318
Der Kenntnisstand zum geologischen Bau der Molasse im Jahr 1951	318
Auswertung	320
Die Übersichtsmessungen des ersten Jahres der Untersuchungen (August 1951–Juni 1952)	321
Die Übersichtsmessungen im Gebiet zwischen dem Hausruck und dem Vöcklatal im Bezirk Vöcklabruck (September 1952–April 1953)	323
Die Übersichtsmessungen im Uhrzeigersinn vom Salzach-Innbogen bis in das Hausruckviertel (Juni 1953–Mai 1954)	324
Ein Zeitabschnitt des raschen Wechsels der Messgebiete: März 1954–November 1955 (Ried, Haag, Mattighofen, Feldbach, Ostermiething, Attnang)	324
Weitere Untersuchungen im westlichen und südwestlichen Abschnitt der Molasse (November 1955–August 1957)	325
Weitere Aktivitäten im Inn- und Hausruck-Traunviertel (Oktober 1957–Juli 1959)	329
Nochmals in das Innviertel: Ried–Mattighofen–Ried (Februar 1959–Juni 1960)	332
Die Verlagerung des Schwerpunkts der Exploration in den östlichen Teil des Gebietes Attnang–Wels (August 1960–April 1961) und konzentrierte Detailmessungen in der Konzession Wels–Pettenbach (April 1961–Mai 1962)	335
Beiträge der Reflexionsseismik der RAG zur geowissenschaftlichen Grundlagenforschung in Österreich	336
Die weitere Geschichte des Messtrupps Prakla-RAG	337
Dank	337
Tafeln	338
Literatur	342

Zusammenfassung

Es wird die Geschichte des reflexionsseismischen Trupps von seiner Aufstellung im Juli 1951 bis zur Übernahme als „Bobtail Crew“ durch die Prakla/Hannover im August 1962 dargestellt. Neben der Einschulung, die mit Unterstützung der Mobil Oil/New York, eine der Mutterfirmen, erfolgte, wird über Organisation, Personal, Geräte, Feldarbeit und Auswertung berichtet. Breiter Raum wird den Übersichtsmessungen des ersten Jahres gewidmet, die grundlegende Erkenntnisse über den Bau der Molasse brachten. Die Untersuchungen in der Molasse wurden von verschiedenen Umständen beeinflusst. In unregelmäßigen Intervallen war es notwendig, ein mehrmonatiges Messprogramm in der Konzession Feldbach in der Oststeiermark durchzuführen. Des Weiteren wurde getrachtet, den Trupp in den Wintermonaten in geeigneten Standorten unterzubringen, was wegen der Optimierung der Anfahrten Auswirkungen auf die Messgebiete hatte. Auch die Fündigkeit der Tiefbohrungen, Probleme der Feldeabgrenzung und die Notwendigkeit der Bereitstellung von Bohrvorschlägen fanden ihren Niederschlag bei der Planung und Durchführung der Messungen. Etwa um das Jahr 1960 verlagerte sich der Schwerpunkt der Untersuchungen auf die östliche Hälfte und deren zentrale und südliche Abschnitte der Molasse.

Der wichtigste Leithorizont wird durch die eozänen Schichten an der Tertiärbasis gebildet. Ein weiterer bedeutender tertiärer Reflektor ist die Basis der Haller Serie (Miozän). Weiters bildet die Grenze Jura/Kreide einen wichtigen Leithorizont. Auf Grund reflexionsseismischer Informationen konnte eine Paläogeografie des prätertiären Untergrundes konstruiert werden. Die Oberkreidevorkommen werden durch prätertiäre Brüche mit oftmals großer Sprunghöhe gegliedert und begrenzt. Die Brüche an der Tertiärbasis reichen nicht in die höheren Horizonte hinein, sondern klingen im Oligozän aus. Erdöllagerstätten sind vornehmlich an antithetische Brüche gebunden, auch kombinierte Ölfallen konnten durch die Tiefbohrungen nachgewiesen werden. Weiters kommen Fallen vom Typ der begrabenen Berge vor. Im Zeitraum von August 1951 bis Juli 1962 wurden vom seismischen Trupp in der Molassezone von Oberösterreich und Salzburg 320 Profile mit mehr als 8.900 Schusspunkten gemessen.

* † FRANZ WEBER: Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Angewandte Geophysik, Peter-Tunner-Straße 25, 8700 Leoben. geophysik@unileoben.ac.at

A Contribution to the History of the Reflection Seismic Research of the Molasse Zone in Upper Austria and Salzburg

Abstract

The history of the reflection seismic crew of Rohölgewinnungs AG (RAG) is presented from the beginnings in July 1951 up to the partial takeover by Prakla/Hannover in August 1962. Early training, performed with the help of Mobil Oil/New York, creworganisation, personnel and instrumentation, as well as field work and data evaluation are discussed. Broad consideration is given to the measurements of the first year, which brought basic knowledge about the structure of the Molasse Zone. The most important seismic marker horizon is produced by the base of Tertiary, mostly by the Eocene beds. A further Tertiary reflector is the base of the Hall series. The boundary between the Jurassic and Cretaceous also creates an important marker horizon. A paleogeographic picture of the pre-tertiary underground was constructed using reflection seismic information. The upper cretaceous deposits are compartmentalized by pre-tertiary faults often exhibiting a great displacement. The faults displacing the base of Tertiary do not reach the upper horizons of Tertiary and taper out in the Oligocene. Hydrocarbon traps are primarily constrained by anticlinal faults, furthermore there are traps associated with buried hill structures.

Einleitung

Die Einführung der Reflexionsseismik in das Methodenspektrum der Geophysik kann mit Recht als ein Markstein bezeichnet werden. Es war damit auch eine gewisse Veränderung in der Stellung des Geophysikers verbunden. Dieser war bei den meisten anderen Methoden als alleiniger Wissenschaftler tätig, in dessen Hand Planung, Messung und Auswertung lagen und der höchstens einige Gehilfen benötigte. Nunmehr waren auch mehrere andere Wissenschaftszweige (Elektrotechnik, Elektronik, Mathematik, Geologie, Geodäsie, Bohrtechnik) notwendigerweise beteiligt, um in Zusammenarbeit die hoch gesteckten Ziele zu erreichen. Auch das fachliche Niveau und vor allem die Zahl der übrigen Mitarbeiter waren stark gestiegen und es ist kein Zufall, dass die Reflexionsseismik den Rahmen von Hochschulinstituten sprengte und ihre weltweite rasche Verbreitung der Erdölindustrie verdankte. Es kann somit der Sinnspruch des Montanwesens „Bergbau ist nicht eines Mannes Sache“ durchaus analog auf die Reflexionsseismik übertragen werden.

Der Einsatz der Reflexionsseismik in der Molassezone Oberösterreichs und Salzburgs bedeutete auch einen Paradigmenwechsel bei der Kohlenwasserstoffsuche der Rohölgewinnungs AG (RAG). Während man im Wiener Becken durch geologische Kartierung und Counterflushbohrungen prinzipiell die hoffigen Strukturen suchen und damit auch beachtliche Erfolge erzielen konnte, waren diese Verfahren in der Molassezone ungeeignet und konnten höchstens für die Klärung von stratigrafischen Fragen angewendet werden.

Die rechtliche Grundlage für die Untersuchungen bildete zunächst ein Forschungsauftrag der Geologischen Bundesanstalt (GBA), der eine gewisse Entschädigung für die in der sowjetischen Besatzungszone verloren gegangenen Freischürfe, unter anderem im Raum Matzen, darstellte. Nach dem Staatsvertrag vom 15. Mai 1955 erfolgte eine Umwandlung in Konzessionen. Die Bedeutung dieser Entscheidung für die Geophysik, an der die Muttergesellschaften sicherlich nicht unbeteiligt waren, kann erst richtig gewürdigt werden, wenn man den damaligen Kenntnisstand über den Bauplan der Molasse berücksichtigt. Dieser war trotz des bereits im Jahr 1938 erfolgten Beginns der Kohlenwasserstoffsuche durch die Reichsaufnahme durchaus bescheiden, vor allem in den tieferen Beckenteilen.

Die vorliegende Publikation ist, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, eine Dokumentation der Aktivitäten des seismischen Trupps der RAG im Zeitraum von 1951–1962, also in einem Zeitabschnitt der Hochkonjunktur der Schusseismik. Weiters könnte sie in gewissen

Grenzen ein historischer Beitrag zur Kohlenwasserstoffsuche in einer interessanten Erdölprovinz sein und auch die bedeutenden Fortschritte der methodischen Entwicklung der Reflexionsseismik in den damaligen Jahren erkennen lassen.

Der reflexionsseismische Trupp der RAG: Aufstellung, Personal, Organisation, Geräte

Die Rohölgewinnungs AG war im Jahr 1951 eine Tochter der Mobil Oil und der Shell, erstere war federführend bei der Exploration. Vorstandsdirektor für die Exploration und für die Geologie war Robert Hermann Janoschek (1906–1986), der auch schon die vorangegangenen Untersuchungen im Wiener Becken geleitet hatte. Für die Einschulung wurde Lewis Robert Tucker, leitender Geophysiker der Mobil Oil/New York mit internationaler Erfahrung, beigestellt, welcher bei der Zweigniederlassung der RAG in Salzburg seinen Sitz hatte.

Lewis Robert Tucker (1907–1979) war eine beeindruckende Persönlichkeit, ein echter Pionier, der die Reflexionsseismik seit den Anfängen in Texas und außerhalb der USA studiert und mitgetragen hatte. Seine warmherzige, menschliche Art und sein angeborenes Talent zur Wissensvermittlung waren für unsere kleine, erst im Werden begriffene Geophysikergemeinschaft von unschätzbarem Wert. Es herrschte allgemeines Bedauern, als Lewis R. Tucker nach einem Jahr Aufenthalt in Salzburg in eine höhere Funktion in das New York Office der Mobil Oil berufen wurde und mit seiner Familie übersiedelte. Das Memorial in der Zeitschrift „Geophysics“ unterstreicht die internationale Bedeutung Tuckers und seine Verdienste in der Angewandten Geophysik (TUCKER, 1980).

Im Mai/Juni 1951 wurde mit der Aufnahme des Stammpersonals begonnen und nach relativ kurzer Einschulung war der Trupp im Juli 1951 mit folgendem Team einsatzbereit:

- Bruno Kunz (Geophysiker, Truppleiter).
- Friedrich Dangl (Elektrotechnik, Messung/Auswertung).
- Johann Schubert (Technische Physik, Auswertung).
- Franz Weber (Geophysik, Geologie, Auswertung).
- Rupert Schmöller (Technische Physik, Auswertung), ab 1958.
- Franz Hame (Elektrotechnik, Feldmessung).
- Ferdinand Dosti (Geodäsie).
- Ludwig Lanzenbacher (Geodäsie, Auswertung).

Leiter des organisatorisch selbständigen Bohrtrupps war Dipl. Ing. Friedrich Rudl. Der Großteil der Mitarbeiter des Messtrupps stammte aus der Gegend von Antiesenhofen,

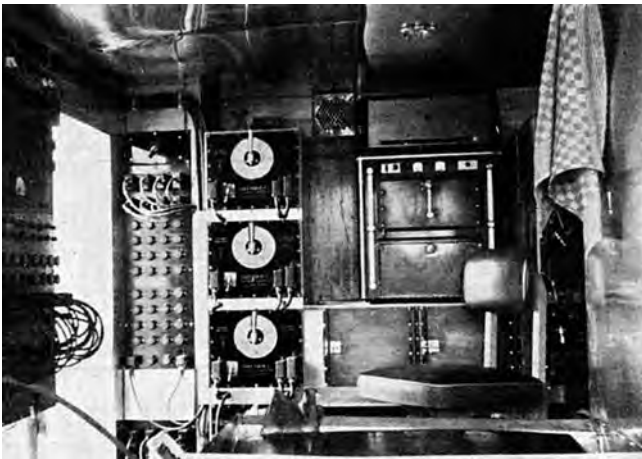


Abb. 1.
Blick in das Innere des Registrierwagens (Foto aus: KUNZ, 1957: 26, Abb. 19).

dem ersten Truppstandort. Zahlreiche Mitarbeiter des Bohrtrupps kamen aus dem Raum Mattighofen, wo die RAG viele Jahre Werkstätten und Ersatzteillager unterhielt und daher einen größeren Bekanntheitsgrad hatte.

Die Fahrzeuge und Geräte wurden aus ERP-Mitteln (European Recovery Program, Marshallplan) angeschafft. Das wichtigste Gerät, die reflexionsseismische Registrierapparatur, war eine analog-seismische 16-kanalige Apparatur mit optischer Registrierung, gebaut im Geophysical Lab der Magnolia Petroleum Comp. Dallas/Texas, die in einer speziellen verdunkelbaren Messkabine untergebracht war (Abb. 1).

Es standen fünf Bohrgeräte vom Typ Failing 1500 bzw. 750 zur Verfügung, davon waren vier im regulären Einsatz und eines in Reserve. In Gebieten mit geringen Bohrschwierigkeiten konnte mit Leistungen von 15–20 Bohrungen pro Woche bei einer Bohrtiefe von 20–30 m gerechnet werden. In schwierigen Gebieten, wie etwa im Kobernauber Wald mit teilweise mehr als 250 m mächtigen Quarz-Kristallinschottern, die zur Gänze verrohrt werden mussten, war eine Leistung von mitunter nur einer Bohrung pro Woche mit einem schweren Failinggerät die Norm.

Des Weiteren waren an Spezialfahrzeugen ein Schusswagen, ausgestattet mit einer Zündmaschine zum Transport von Sprengstoff und elektrischen Zündern sowie ein Kabelwagen mit Kabeltrommeln und vieladrigen Kabeln, Wassertankwagen, Sprengstofftransportwagen sowie weitere leichte LKW und PKW vorhanden. Mobilität war ein besonderes Kennzeichen eines seismischen Trupps, der stets eine beachtliche Anzahl von Fahrzeugen verschiedenster Art benötigte (Abb. 2). Ein Mechaniker war beim Trupp stets gut beschäftigt.

Das Abtun der Schüsse erfolgte mit einer im Sprengwagen eingebauten Zündmaschine. Als Sprengstoff wurden Gelatine-Donarit und versuchsweise auch Alpinit verwendet. Der Sprengstoff war in größere, genormte Patronen gefüllt, die durch Zusammenstecken rasch zu einer Ladesäule erweitert werden konnten. Bei jedem Schusspunkt wurden meist ein bis drei Schüsse in unterschiedlicher Tiefe registriert, wodurch eine optimale Instrumenteneinstellung (Verstärkung, Filterung, Unterdrückung von Störwellen) gewährleistet werden konnte. Als Folge der optischen Registrierung war eine Nassentwicklung und Fixierung der Aufnahmen erforderlich, was im Feld letztlich mit einigen Nachteilen verbunden war. Im Sommer war das Ar-

beiten in der mit Stahlblech ausgekleideten Messkabine beschwerlich und auch im Winter trotz Heizung mit Propangas gewöhnungsbedürftig. Die spätere Magnetbandregistrierung war daher aufnahmetechnisch ein bedeutender Fortschritt. Die Ausrüstung entsprach durchaus international gebräuchlichem Standard, wenn man von der etwas geringeren Zahl der Kanäle absieht. Die Magnetbandregistrierung war damals erst im Kommen.

Der Abstand zwischen den Schussbohrungen betrug 250 m, woraus ein Abstand zwischen den Geophongruppen von 31,25 m resultierte. Die Kosten wurden von Bruno KUNZ (1957) mit ca. 650.000 ATS pro Monat beziffert. Die Schüsse erfolgten stets unterhalb des Grundwasserspiegels, nach Möglichkeit im tertiären Tonmergel („Schlier“). Die Ladungsgrößen waren den geologischen Verhältnissen angepasst, bei gutem Energiedurchgang genügten 1 kg-Ladungen.

Die Geophone wurden in Gruppen von sechs Geophonen pro Spur, die parallel geschaltet waren, aufgestellt. Es wurde anfangs mit relativ schweren Reluktanzgeophonen der Magnolia Petroleum Comp. registriert, später wurden industriell gefertigte Geophonketten verwendet. Als Routineverfahren der Geophonaufstellung wurde die Spaltungsaufstellung („split spread“) ausgewählt, bei der acht Geophongruppen mit Zentralaufstellung zu beiden Seiten des Schusspunkts aufgestellt waren. Das Sprengmoment wurde auf der 3. Spur, die Aufzeit auf der 4. Spur registriert, letztere wurde mit einem eigenen Aufzeitgeophon aufgenommen, das in einem Abstand von 1 m von der



Abb. 2.
Aufstellung der Fahrzeuge des seismischen Trupps in Ostermiething (Foto aus: BRAUMÜLLER et al., 1985: 46, Abb. 1).

Bohrung situiert war. Die durchschnittliche Tagesleistung betrug bei günstigen topografischen Verhältnissen ca. 8–10 Aufstellungen pro Tag.

Einen Gesichtspunkt der Planung bildete auch die Auswahl der Winterquartiere wegen der Notwendigkeit des Einstellens der Spezialfahrzeuge. Bevorzugte Orte waren Mattighofen wegen des Lagers der RAG sowie Ried und Wels wegen der günstigen Einstellmöglichkeiten in den Volksfesthallen.

Bemerkungen zum Alltag des seismischen Trupps

Der seismische Trupp hatte notwendigerweise eine gewisse Autonomie, wodurch er sich von einem stationären Betrieb unterschied. Hinsichtlich Verwaltung und Infrastruktur war Unterstützung durch die Existenz der Zweigniederlassung Salzburg gegeben, die in einem ehemaligen Hotel in der Weiserstraße residierte. Dort waren auch Räume für die Geophysik reserviert. Des Weiteren befand sich dort der Standort für die Geologie und die dieser zugeteilten Zeichenabteilung, die damals eine größere Bedeutung hatte als heute und intensiv beschäftigt war. Mit der Zunahme der Messungen ergab sich auch die Notwendigkeit, die Records geordnet aufzubewahren und nur die für die unmittelbare erste Auswertung benötigten Aufnahmen beim Trupp zu belassen.

Der Alltag beim seismischen Trupp ist nicht zu trennen von der wirtschaftlichen Situation der damaligen Zeit und gibt auch einen Einblick in die speziellen Probleme eines im Außendienst tätigen „Erdölsuchers“. Das Charakteristikum der beruflichen Tätigkeit eines Seismikers oder verallgemeinernd eines angewandten Geophysikers ist der große Wechsel des Ortes seiner Arbeit. Dies fand auch seinen Niederschlag in den Dienstverträgen, die den Passus „mit ständig wechselndem Dienstort“ enthielten. Dieses Erfordernis der Flexibilität und Mobilität wurde als selbstverständlich akzeptiert. Es wurden auch die positiven Aspekte durchaus geschätzt: Die allgemein größere Freiheit gegenüber einem Büroarbeitsplatz, die oftmaligen neuen Eindrücke und das Kennenlernen neuer Gegenden und Menschen. Dies trifft besonders auf die jüngeren Geophysiker der RAG zu, die in den ersten 5–10 Jahren der Firmenzugehörigkeit ledig waren. Auf der anderen Seite waren die Lebenshaltungskosten relativ hoch, zumal wir auch bemüht waren, die alten Verbindungen aufrechtzuerhalten. Auch die Unterbringung am Lande war meist äußerst bescheiden und würde heutigen Ansprüchen nicht genügen.

Anfang des Jahres 1952 erfolgte mit der Verkürzung der Arbeitszeit auf 45 Wochenstunden der Übergang auf die Fünftagewoche, was von den verheirateten Mitarbeitern in Oberösterreich sehr begrüßt wurde. Eine bezahlte Heimfahrt gab es für die Mitarbeiter mit weiter entferntem Wohnsitz einmal im Quartal, und diese wurde als willkommene Abwechslung stets in Anspruch genommen.

Der Mangel an persönlicher Mobilität wurde mit den Jahren zunehmend als nachteilig empfunden, da der Besitz eines PKW von einem durchschnittlichen Angestellten in der damaligen Zeit kaum möglich war. Verkehrsmäßig günstig gelegene Standorte wie Attnang-Puchheim, Ried oder später auch Wels waren beliebter als weit abseits gelegene Truppsitze. Eine wesentliche Besserung der sozioökonomischen Lage trat erst ein bis zwei Jahre nach dem Staatsvertrag um das Jahr 1956/1957 ein, zu einem Zeitpunkt, als die Möglichkeiten beruflicher Veränderungen um einiges leichter waren. Erst um das Jahr 1960 war auch beim Trupp die Vollmotorisierung eingeleitet. Normalerweise begannen alle Mitarbeiter ihren Dienst am Montagvormittag und beendeten diesen am Freitagnachmittag. Die sukzessive Verkürzung der Arbeitszeit am Freitag hatte auch Auswirkungen auf den Feldbetrieb, da getrachtet wurde, nach 12 Uhr kaum noch eine neue Bohrung zu beginnen oder eine neue Geophonaufstellung auszulegen.

Die Barabarafeier wurde regelmäßig als Höhepunkt des Arbeitsjahres zelebriert, wobei traditionell auch ein Überblick auf die Leistungen und besondere Ereignisse des abgelaufenen Jahres gegeben wurde. Ein längerer Weihnachtsurlaub mit vorheriger Einarbeitung der Arbeitszeit war Usus.

Das Verhältnis der Mitarbeiter war durch große Kollegialität, auch in den verschiedenen Altersgruppen, gekennzeichnet. Das Zusammenleben oftmals in kleineren Orten, mit nur wenigen Lokalen und spärlichen Freizeitaktivitäten brachte automatisch ein näheres Kennenlernen mit sich.

Der Kenntnisstand zum geologischen Bau der Molasse im Jahr 1951

Die Kenntnisse über die geologischen Verhältnisse der Molassezone zum Zeitpunkt des Beginns der reflexionsseismischen Untersuchungen sind im entsprechenden Teil des Textbuchs „Geologie von Österreich“ von SCHAFFER & GRILL (1951) gut dokumentiert. Es wurden dabei auch die damals zur Verfügung gestandenen Ergebnisse der geophysika-

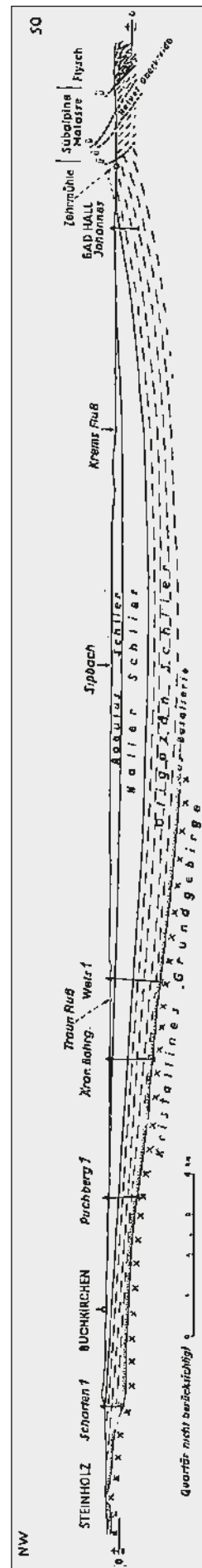


Abb. 3. Profil durch die Molasse von Oberösterreich (SCHAFFER & GRILL, 1951: 732, Abb. 6).

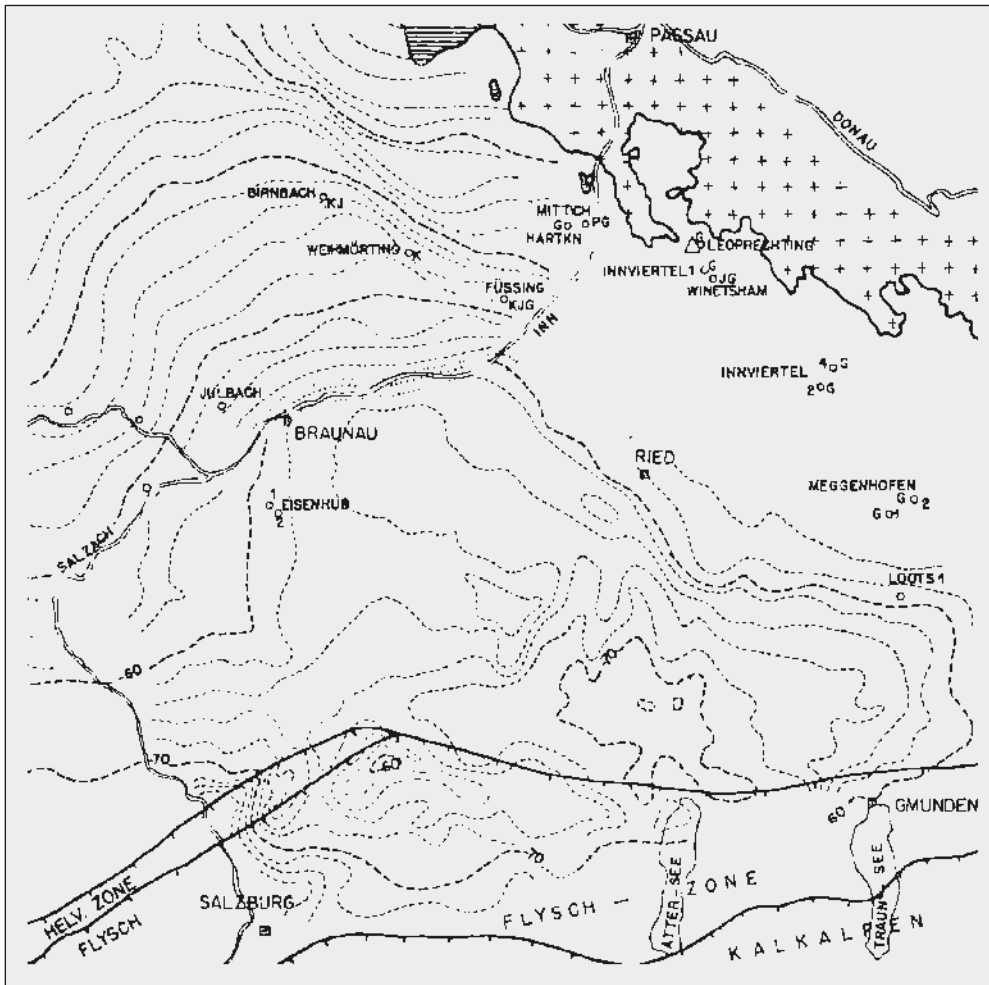


Abb. 4.
Bouguer-Schwerekarte der Molasse
(Ausschnitt aus BÜRGL, 1948: 130,
Abb. 1).

lischen Messungen berücksichtigt, wobei sich die Autoren vor allem auf die Interpretationen von BÜRGL (1948) und REICH (1947) stützen konnten. Die Stratigrafie des „Tertiärs“ (Paläogen–Neogen) wurde nur stark vereinfacht und auch lückenhaft erkannt, was auf das weitgehende Fehlen von Tiefbohrungen aus dem Zentralraum, die das „Tertiär“ zur Gänze durchteuft hatten, zurückzuführen ist. Es wird richtigerweise eine Beckenrandfazies, der die Linzer Sande angehören, von einer vorwiegend tonigen Beckenfazies unterschieden. Letztere wird in einen Oligozän- und Miozänschlier unterteilt, wobei man sich bewusst ist, dass „Schlier“ eine Faziesbezeichnung ist. Das Profil in Abbildung 3 gibt eine Anschauung der damaligen Vorstellungen über den geologischen Bau der Molasse. Gestützt haben sich diese auf wenige Tiefbohrungen, die den prä-„tertiären“ Untergrund erreicht haben. Es waren dies, abgesehen von den Bohrungen beim Schwerölfeld Leoprechting, die Bohrungen der Reichsaufnahme Innviertel 1, 2, 3, 4 und die Bohrungen Meggenhofen 1, 2 sowie Puchberg 1 im nördlichen Abschnitt der Molasse. Dazu auch die alte ärarische Tiefbohrung Wels und die Reichsbohrung Wels 1, die bereits den Tiefenbereich um 1.000 m erkundeten.

Hermann Reich hat sich schwerpunktmäßig mit der Refraktionsseismik befasst, die als Fächerschießen ausgeführt worden war (REICH, 1947, 1949). Die zugrundeliegende Absicht bestand darin, möglichst rasch einen Überblick über den Bauplan der Molasse und über erdölgeologisch interessante Hochzonen zu gewinnen. Aus heutiger Sicht

muss gesagt werden, dass mit der gewählten refraktionsseismischen Methodik a priori nur eine begrenzte Aussagemöglichkeit gegeben war.

Hans BÜRGL (1949) hat den Raum zwischen Hausruck und Vöckla untersucht und mehrere Bohrungen bei Wels und Laakirchen aufgenommen. Er weist auf die Fortschritte durch die intensive Erdölsuche in den Jahren 1939–1945 hin, wobei 20 Tiefbohrungen und tiefere Schurfbohrungen abgeteuft worden waren. Bürgls Verdienst ist es auch, erstmals eine geologische Interpretation der Schweremessungen in der Molassezone vorgenommen zu haben, bei welcher der besser bekannte und benachbarte bayerische Raum einbezogen wurde (BÜRGL, 1948) (Abb. 4). Dabei wird die gravimetrische Minimumzone von Braunau auf die mächtige Oberkreideentwicklung zurückgeführt und der Begriff der „Braunauer Kreidemulde“ eingeführt. Weiters wird der regionalgeologische Charakter des Landshut-Neuöttinger Hochs erkannt. Auch auf die weite Verbreitung von WSW–ENE streichenden Störungen in der Molassezone von Oberösterreich wird hingewiesen. Allerdings nicht immer im richtigen Zusammenhang, denn es konnte die damals angenommene „Ottmanger Bruchzone“ weder durch die Kartierung von Ferdinand Aberer noch durch die Reflexionsseismik bestätigt werden.

In der westlichen Molasse wurden von ABERER & BRAUMÜLLER (1947) wichtige Beiträge zur Stratigrafie und Fazies erbracht. Im Raum von Bad Hall konnte Erhard Braumüller bereits 1947 eine Gliederung der geologischen Zonen erarbeiten. Für die in Grenznähe gelegenen Gebiete

von Oberösterreich nützliche Ergebnisse beinhaltete die Arbeit von Hans NATHAN (1949) über die Erdölbohrungen im Bayerischen Innviertel. Über das nahe dem nördlichen Beckenrand befindliche Erdölvorkommen von Taufkirchen hatte bereits PETRASCHECK (1924) eingehend berichtet. Über Arbeiten während des Berichtszeitraums in der Molasse Bayerns erschienen einige Publikationen, die für die Arbeiten in der Molasse von Oberösterreich bedeutsam waren: BREYER (1959), BREYER & DOHR (1959), CLASEN & DOHR (1957). Eine für die reflexionsseismische Auswertung wichtige Arbeit erschien erst, als die Untersuchungen in der Molasse schon weit fortgeschritten waren (VEIT, 1963).

Auswertung

Die methodischen Grundlagen der Auswertung wurden mit tatkräftiger Unterstützung von Lewis R. Tucker geschaffen, wobei gewisse Erfahrungen des Messtrupps der Mobil Oil A.G. in Deutschland in der Bayerischen Molasse nutzbringend verwertet werden konnten. Die Einschulung der Geophysiker durch Tucker erfolgte in Salzburg in der Dauer von je einem Monat pro Mann, wobei auch ein Einblick in zahlreiche interne Unterlagen der Mobil Oil gegeben wurde. Zu bedenken ist, dass damals auch kaum entsprechende Fachliteratur zur Verfügung stand. Die wenigen deutschsprachigen Textbücher waren in Wien nur in wenigen Exemplaren vorhanden und wurden als Kostbarkeiten gehütet.

Es wurde auch Wert auf die fachliche Weiterbildung der Geophysiker gelegt, was allerdings in den abgelegenen Truppstandorten nicht immer leicht war. Alle Geophysiker der RAG waren auch Gründungsmitglieder bei der im Jahr 1951 in Den Haag gegründeten European Association of Exploration Geophysicists (EAEG). Es war üblich, dass an den Tagungen dieser wichtigsten wissenschaftlichen Gesellschaft im Fach „Angewandte Geophysik“ jeweils ein bis zwei Geophysiker der RAG teilnahmen. Bereits eine der ersten Tagungen im Dezember 1952 in Hannover vermittelte dem Autor einen nachhaltigen Eindruck, nicht nur wegen der Kontakte mit den ausländischen Kollegen, sondern auch durch den Besuch eines Messtrupps der Mobil Oil A.G. in der Norddeutschen Tiefebene.

Das Auswertungsschema war relativ einfach und beinhaltete als ersten Schritt die Festlegung der auszuwertenden Reflexionen. Auf jedem Streifen waren eine ungemischte

und eine gemischte Aufnahme aufgezeichnet. Bei letzterer bestand die Mischung darin, dass 40 % der elektrischen Energie auf die Nachbarspur geleitet wurde, wodurch ein optisch ausgeglicheneres, „geschöntes“ Bild entstand (Abb. 5).

Dadurch waren auch schwache Reflexionen leichter zu erkennen. Durch Hinzuzählen der Aufzeit wurde bei den Endspuren der Aufstellung die Laufzeit bezogen auf die Erdoberfläche erhalten. Bei ebener Oberfläche ist bei der Spaltungsaufstellung die Richtung des Einfallens durch die größere Laufzeit bei der ersten bzw. letzten Spur zu erkennen (Abb. 5). Die Reflexionselemente wurden am Einzelstreifen verfolgt und sodann von Streifen zu Streifen korreliert.

Für die Aufbereitung der Streifen und die Routinerechnungen standen ein bis zwei eingeschulte Mitarbeiterinnen oder Mitarbeiter zur Verfügung. Die vom Registrierer abgelieferten Aufnahmen wurden gründlich gewässert und über Nacht getrocknet. Sodann wurden sie mit einer Schablone versehen, auf der alle für die Auswertung relevanten Parameter angegeben waren.

Das Erkennen einer Reflexion erfolgte auf Grund von drei Kriterien, nämlich Amplitude, Phase und Laufzeitverhalten (Hyperbell!). Der nächste Schritt der Auswertung bestand in der Umwandlung der Reflexionszeiten in Tiefen durch Multiplikation mit der Durchschnittsgeschwindigkeit. Dazu standen bewährte Methoden zur Ermittlung der Geschwindigkeiten zur Verfügung, wobei die genaueste, die Geophonversenkung, in der Anfangsphase mangels einer vorhandenen Tiefbohrung noch nicht verwendet werden konnte. Wie in zahlreichen anderen Tertiärgebieten wurde als Routineverfahren eine lineare Geschwindigkeitszunahme mit der Tiefe angenommen. Bei der Konstruktion der Tiefenprofile wurde die Reflexionsqualität durch verschiedene Signaturen dargestellt. Bereits bei Vorliegen der ersten Geschwindigkeitsmessungen in Tiefbohrungen (Geophonversenkung, Sonic-Log) zeigte sich, dass die verwendete Zeit-Tiefenfunktion ZT 1 bei größeren Laufzeiten beachtliche Differenzen zu den wahren Tiefenwerten lieferte, so dass umfangreiche Korrekturen erforderlich waren.

Ein beachtlicher Vorzug der Sprengseismik, der in der Anfangsphase der Prospektion vorteilhaft war, bestand darin, dass durch die Aufzeiten, vor allem bei mehreren Schüs-

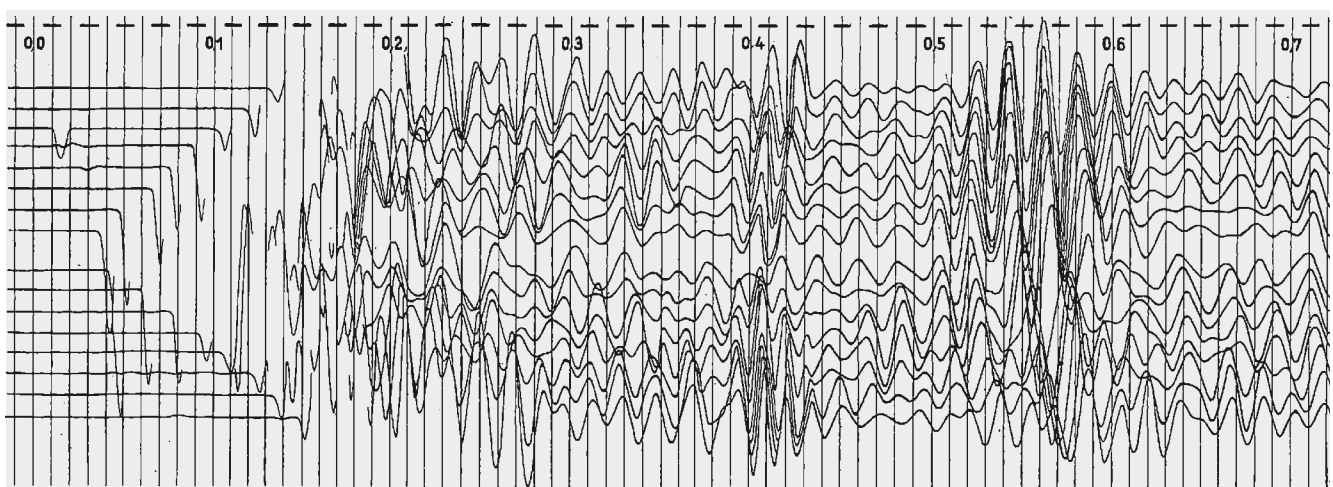


Abb. 5. Reflexionsseismische Aufnahme mit 40 % Mischung, Laufzeit in Sekunden (Kunz, 1957: 25, Abb. 17).

sen pro Bohrung, eine erste Information über die Geschwindigkeiten der Verwitterungsschicht erhalten wurde. Für genauere Information über die Geschwindigkeitsverhältnisse der Verwitterungsschicht wurde bei ausgewählten Lokationen ein Aufzeitschießen durchgeführt, bei dem in regelmäßigen Abständen von der Bohrlochsohle bis nahe der Erdoberfläche mit kleinen Ladungen geschossen wurde. Ein Vorteil der linearen Geschwindigkeitszunahme mit der Tiefe waren die relativ einfachen mathematischen Beziehungen bei verschiedenen Auswertungsroutinen. Für das gegenständliche Messgebiet wurde lange Zeit mit einer Funktion gerechnet, deren Anfangsgeschwindigkeit 2.150 m/s betrug.

In der Praxis wurde so vorgegangen, dass die den Reflexionszeiten entsprechenden Tiefen in Tabellenform angegeben wurden, was eine rasche Umrechnung ermöglichte. Die Tiefenberechnung erfolgte jeweils bei den Schusspunkten, also in Abständen von 250 m. Die Tiefenwerte wurden unter dem Schusspunkt angegeben, was allerdings nur bei horizontaler Lagerung korrekt war und bei geringen Neigungen des Reflektors toleriert wurde. Stärker geneigte Reflektoren wurden mit Wellenfrontkarten ausgewertet. Probleme bei der Tiefenberechnung entstanden, wenn Schussbohrungen die Verwitterungsschicht nicht durchteuft hatten und somit unrichtige Anfangsgeschwindigkeiten vorlagen. Eine Kontrolle der Anfangsgeschwindigkeiten war durch Auswertung der Ersteinsätze gegeben, aus denen die Geschwindigkeit der konsolidierten Schicht berechnet wurde.

Eine gewisse Änderung der Auswertungspraxis erfolgte durch die Magnetbandregistrierung ab September 1960, da nunmehr die statischen Korrekturen auch bei den Geophonpunkten bestimmt werden mussten. Das Processing der Aufnahmen erfolgte im Rechenzentrum der Prakla in Hannover. Da die Ergebnisse, dargestellt als Zeitprofile in variabler Flächenschrift, erst 4–6 Wochen nach der Aufnahme zur Verfügung standen, erfolgte eine Abspiegelung und Darstellung einer Analogaufnahme auf Registrierpapier beim Trupp in Intervallen von wenigen Tagen. Dadurch konnten die Leithorizonte kontinuierlich korreliert und die Strukturkarten ohne Verzögerung konstruiert werden.

Die Leithorizonte waren durch die Kriterien der Reflexionsamplitude und Reflexionskontinuität gut gekennzeichnet. Die wichtigsten Leithorizonte waren die Tertiärbasis bzw. Top Eozän, Basis Haller Serie, die Basis Oberkreide (soweit vorhanden) und die Oberkante des kristallinen Untergrundes. Strukturkarten wurden seit Beginn der Detailmessungen laufend vom Leithorizont der Tertiärbasis konstruiert.

Beim Trupp erfolgte eine erste Auswertung der Daten, die in einer Bearbeitung der Streifen, Berechnung und Konstruktion der Tiefenprofile und laufende Bearbeitung der Strukturkarte des wichtigsten Leithorizontes („progress map“) bestand. In den späteren Jahren erfolgte mit der Zunahme des Datenmaterials die weitere Auswertung und Reinterpretation in der Zweigniederlassung Salzburg, die vor allem von Johann Schubert und dem Autor durchgeführt wurde. Wichtige Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen wurden in internen Berichten (G-Report) niedergelegt und archiviert.

Von den Geowissenschaftlern wurde die strenge Geheimhaltungspraxis, die damals unter den Muttergesellschaften herrschte, bedauert, da dadurch der Erfahrungsaustausch

praktisch unmöglich war. Von dem über einen langen Zeitraum herrschenden Fehlen einschlägiger Publikationen und einer Vergabe von Themen an die geowissenschaftlichen Universitätsinstitute war auch deren erdölgeologischer Kenntnisstand betroffen.

Die Übersichtsmessungen des ersten Jahres der Untersuchungen (August 1951–Juni 1952)

Da die Oberflächengeologie durch die Kartierung und diverse Bohrungen wohlbekannt war, konnte die Testphase zur Festlegung optimaler Feldparameter (Schusspunktstand, Geophonanordnung, Schusstiefe, Lademenge etc.) relativ kurz gehalten werden. Die Phase der Übersichtsmessungen des ersten Arbeitsjahres war durch lange Profile gekennzeichnet, die einen repräsentativen Querschnitt der Lagerungsverhältnisse in verschiedenen Abschnitten der Molassezone liefern sollten. Nach Möglichkeit sollte dabei an die wenigen vorhandenen Tiefbohrungen zwecks Klärung der Stratigrafie angeschlossen werden, oder die Profile sollten wenigstens in der Nähe der Bohrungen verlaufen. Zur Vermeidung längerer Anfahrtswege waren anfangs häufige Übersiedlungen des Trupps erforderlich. In dieser Phase der Übersichtsmessungen wurden zunächst 20 Profile, die sich auf das Gebiet zwischen Salzach und Bad Hall verteilten, gemessen (Tafel 1). Das erste Profil (Linie 1 und 4) begann nahe dem Molasserand bei Antiesenhofen, verlief über Ried im Innkreis, Frankenburg und endete an der Flyschgrenze, ca. 2 km nördlich von Sankt Georgen. Auffallend waren im Norden die kräftigen multiplen Reflexionen von der Kristallinoberkante des Moldanubikums. In diesem nördlichen Abschnitt konnte unschwer der Verlauf dieses wichtigen Leithorizontes korreliert werden. Da das Profil bis zum Hausruck in einem Gebiet mit mäßiger Topografie verlief und einfache Verhältnisse in der Verwitterungsschicht angetroffen wurden, war es auch möglich, statistische Geschwindigkeitsanalysen durchzuführen. Es konnte auch die Reflexionscharakteristik von syn- und antithetischen Brüchen, die als Ölfallen gesucht waren, studiert werden. Im Hausruck konnten erste Erfahrungen bezüglich des Bohrens in mächtigen Quarzschottern, über den Energiedurchgang in denselben und hinsichtlich entsprechender Instrumenteneinstellungen bei der Registrierung gemacht werden. Am südlichen Profilenende konnten gewichtige Hinweise für den Überschiebungscharakter des Flysches über die Molasse bereits bei der ersten Auswertung der Aufnahmen gewonnen werden. Damit war ein wichtiger Beitrag für die Richtigkeit der Deckentheorie im nordalpinen Bereich zu einem Zeitpunkt erbracht worden, wo diese in manchen geologischen Kreisen noch nicht anerkannt war.

In einem weiteren Schritt wurde ein ca. 12–27 km weiter östlich, annähernd parallel verlaufendes Profil vermessen (Tafel 1: Linien 5 und 6), das im Norden bei einem Kristallinsporn SE Peuerbach beginnt, entlang der Dürren Aschach, Hofkirchen, Aistersheim, den Hausruck bei Geboltskirchen verläuft und im Süden vor der Westbahn SW Attnang endet. Durch den Beginn am Beckenrand wurden wichtige Erkenntnisse über die Sedimentationsverhältnisse des Molassebeckens gewonnen und die stratigrafische Zuordnung der Hauptreflektoren erleichtert. Bemerkenswert ist auch der Umstand, dass im Raum südlich Ottnang Versuche unternommen wurden, anstelle der bisherigen

Spaltungsaufstellungen, Endaufstellungen von 500 m Länge zu registrieren, wodurch sich durch Einsparung von Schussbohrungen beachtliche Rationalisierungseffekte ergeben hätten. Tatsächlich war die Korrelation selbst der Leithorizonte nur bei bester Reflexionsqualität möglich und der Verlust an seismischer und geologischer Information so bedeutend, dass wieder zur Standardregistrierung mit 250 m Spaltungsaufstellung zurückgegangen wurde. Auf diesem Profil wurden auch die Lagerungsverhältnisse prätertiärer Schichten über eine längere Strecke genauer erfasst und insbesondere „alte“ Brüche, die sich nicht im Leithorizont an der Tertiärbasis nach oben fortsetzten, nachgewiesen. Ein kürzeres Profil (Tafel 1: Linie 7) wurde zwecks Anschluss an die Tiefbohrungen Meggenhofen 1 und 2 gemessen. Größere Bedeutung kam auch der Linie 8 (Tafel 1) zu, die in einem großen Bogen vom Anschluss an die Linie 6 östlich Neumarkt über Dorf, Taiskirchen im Innkreis, Peterskirchen an die Linie 4 südlich Auzolzmünster anschloss. Damit waren die beiden Hauptprofile im Norden verbunden.

Großen Erkenntniswert hatte die Linie 9 (Tafel 1), die ihren Anfang im Osten von der zentralen Linie 4 nahm und in Richtung NW zum Inn führte. Neben der ausgezeichneten Datenqualität der tertiären Reflektoren sind die strukturgeologischen Ergebnisse wichtig, nämlich die genaue Erfassung des prätertiären Abbruchs und in der Fortsetzung die quantitativen Angaben über die von BÜRGL (1948) postulierte Braunauer Kreidemulde. Die Linie 10 (Tafel 1) schließt im Norden bei Antiesenhofen an das nördliche Ende der Linie 1 an und gibt Einblick in den Bau des Gebietes von Obernberg bis Altheim. Die westliche Fortsetzung – immer dem Verlauf des Inn folgend – bildet die lange Linie 11 (Tafel 1), die zunächst bis Braunau gemessen und später bis St. Radegund verlängert wurde.

Von Braunau ausgehend wurde ein langes N-S Profil, bestehend aus den Linien 12 und 13 (Tafel 1) gemessen, das über Engelbach und Oichtental bis an den Südrand der Molasse bei Nussdorf reichte. Diese Messungen waren wegen der mächtigen Moränen mit erheblichen Schwierigkeiten bei den Feldarbeiten und auch bei der Auswertung verbunden. Auch die postglazialen Seetonbecken hatten einen derart schlechten Energiedurchgang, dass alle Ver-

suche zur Gewinnung von Reflexionen scheiterten und daher solche Gebiete nach Möglichkeit vermieden wurden. In diesem westlichen Arbeitsgebiet fehlten auch die im Osten weit verbreiteten, die Erschütterungswellen gut leitenden Schlier-Tonmergel. Diese waren durch die miozäne Sand-Schottergruppe (nach ABERER, 1958) ersetzt, wodurch sich oftmals für die Reflexionsseismik ungünstigere Verhältnisse ergaben. Durch die geologische Detailkartierung von ABERER & BRAUMÜLLER (1947) konnte ein fundierter geologischer Bauplan der Molasse am Alpennordrand erstellt werden, dessen Abstimmung mit den reflexionsseismischen Daten von großem Erkenntniswert war (Abb. 6).

Die von Nussdorf nach Westen über den Wachtberg verlaufende Linie 14 (Tafel 1) war auch für die Oberflächengeologie von besonderem Interesse. Die den Salzachbogen nach NW begleitende Linie 15 (Tafel 1) wurde nur bis Wildshut gemessen, wo zähe Seetone damals ein Ende herbeiführten. Eine kürzere, von Holzhausen nach Lamprechtshausen führende Linie 16 (Tafel 1) sollte einige offene Fragen klären.

Als Abschluss der Übersichtsmessungen des ersten Jahres wurden im Juni 1952 vier Profile in der Konzession Bad Hall (Tafel 1: Linien 17–20) gemessen. Diese Arbeiten waren insofern heikel, da sie sich teilweise im inneren Schutzgebiet der Jodwasserbohrungen befanden. Andererseits bestand von geologischer Seite großes Interesse an Informationen von der Reflexionsseismik, da die Aufschlussverhältnisse geologische Kartierungen gestattet hatten und auch zahlreiche Strukturbohrungen systematisch abgeteuft worden waren. Insbesondere wurde eine „Zehrmühlenslinie“ postuliert, die erhebliche tektonische Bedeutung haben sollte (BRAUMÜLLER, 1959). Durch die seismischen Messungen konnten damals die Kenntnisse über ein solches Strukturelement beträchtlich erweitert werden. Die reflexionsseismischen Daten waren bezüglich Qualität größtenteils sehr dürftig. Es konnten jedoch lokal steiler einfallende Reflexionselemente registriert werden, für die es zunächst keine Erklärung gab. Erst Jahre später wurde durch die Tiefbohrungen und weitere reflexionsseismische Messungen die Existenz einer Schuppenzone der Molasse nachgewiesen.

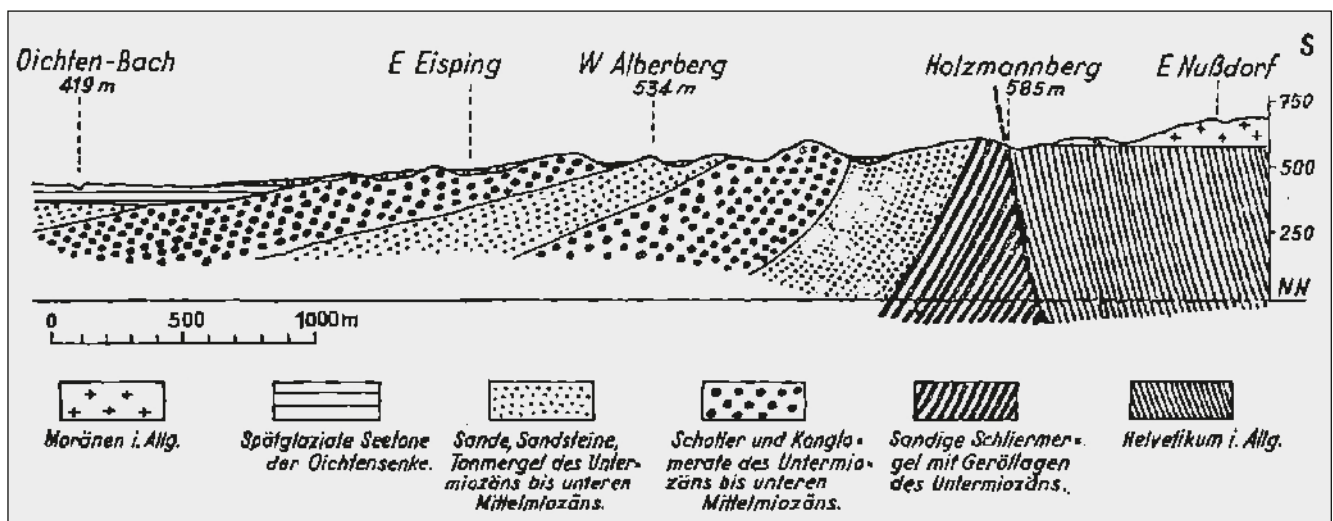


Abb. 6. Geologisches Profil durch die miozäne Molasse am Alpennordrand im Oichtental (Ausschnitt aus SCHAFFER & GRILL, 1951: 739, Abb. 7; Originalprofil in ABERER & BRAUMÜLLER, 1947: 141, Fig. 2).

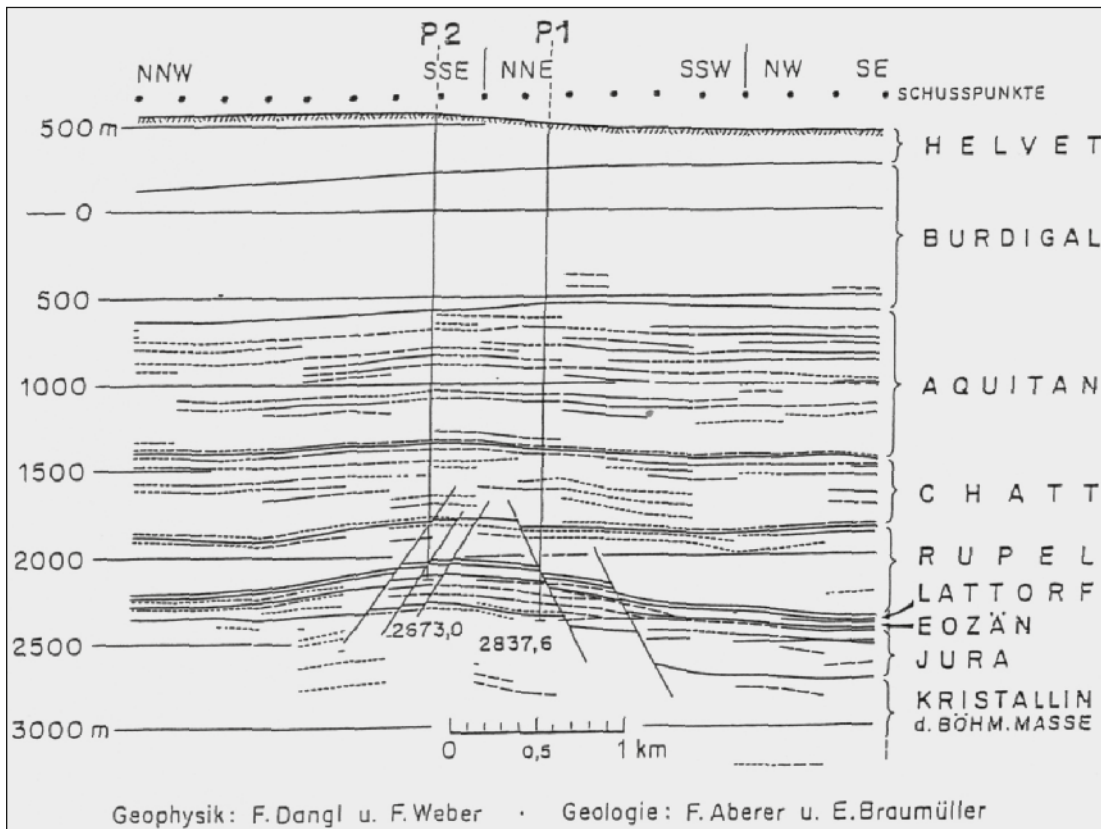


Abb. 7.
Seismisches Profil (mit Geologie) durch die Struktur Puchkirchen (JANOSCHEK, 1961: 170, Abb. 7).

Mit diesen reflexionsseismischen Messungen innerhalb eines Jahres konnte ein Überblick über die Lagerungsverhältnisse und den Bauplan des tieferen Untergrundes gewonnen werden, durch den die weitere Explorationstätigkeit gezielt vorangetrieben werden konnte. Am 11. Juli 1952 übersiedelte der Trupp mit der ganzen Infrastruktur nach Gleisdorf und führte erstmals in der Ost- und Weststeiermark ein größeres Programm reflexionsseismischer Übersichtsmessungen durch.

Die Übersichtsmessungen im Gebiet zwischen dem Hausruck und dem Vöcklatal im Bezirk Vöcklabruck (September 1952–April 1953)

Nach Beendigung der Untersuchungen in der Oststeiermark übersiedelte der Trupp Anfang September 1952 wieder nach Oberösterreich. Von den Standorten Frankenburg und Attnang-Puchheim aus wurden in der Zeit von September 1952 bis Juni 1953 die Übersichtsmessungen weiter in der Erwartung vorangetrieben, dass bei dieser Messkampagne auch bereits Hinweise auf strukturelle Ölfallen gefunden werden könnten. Dazu wurde zunächst ein Messnetz geplant, das sich zwischen den alten Linien 4 und 5 (Tafel 1, 2) südlich des Hausrucks erstrecken sollte. Kern des Programms waren mehrere längere Längs- und Querprofile. Der Beginn wurde mit der Linie 21 gemacht, die von Frankenburg im Westen über die südlichen Ausläufer des Hausrucks bis in die Gegend südlich Ottnang ging. Dieses Profil verlief bei Zell am Pettenfirst und Thomasroith über Abbaue der Wolfsegg-Traunthaler Kohlenwerks AG, so dass beim Bohren und Schießen mit entsprechender Sorgfalt vorgegangen werden musste. Daran waren fünf generell N-S verlaufende Profile, die die Bruchstruk-

turen klar erfassen sollten, angeschlossen. Von diesen ist die Linie 32 besonders hervorzuheben, da diese von der Linie 21 im Norden beginnend über die Struktur Puchkirchen verlief (Abb. 7).

In W-E Richtung verliefen drei Verbindungsprofile, von denen die über Ungenach bis Schwanenstadt ziehende Linie 40 mit ca. 20 km die größte Länge aufwies. Einige kürzere Linien dienten der Verdichtung des Messnetzes, so dass eine sichere Korrelation der Leithorizonte ermöglicht wurde.

An dieses Kerngebiet zwischen den beiden Redlbachtälern angeschlossen, wurden einige wichtige Übersichtsprofile gemessen. Hinzuweisen ist dabei auf die Linie 22, die am Südrand des Kobernauber Waldes beginnt, nach Osten bis Redl-Zipf verläuft und in einem Bogen nach Süden bis Seewalchen zieht. Ebenso hat die Linie 23 eine gewisse regionale Bedeutung, die sich von Fornach nach Norden bis tief in den Kobernauber Wald hinein erstreckt. In der südlichen Fortsetzung lieferte die Linie 39 den Anschluss an die alte Linie 4. Im Osten war ca. 7 km außerhalb des Kerngebietes die Linie 34 geplant, die von Schwanenstadt zunächst bis nach Niederthalheim verlief. Die übrigen, teilweise kurzen Profile, dienten der Verdichtung des Messnetzes und der detaillierteren Untersuchung der interessanten Strukturen. Diese weniger als ein Jahr dauernde Phase des reflexionsseismischen Programms ist durchaus repräsentativ für die dahinter stehende Strategie, nämlich die Kombination von regionalen Übersichtsprofilen und die Herausarbeitung von bohrreifen Strukturen. Neue Erkenntnisse wurden hinsichtlich des Auftretens von Zeugenbergstrukturen an der Tertiärbasis, der Ausbildung der Oberkreidemulden in einem tieferen Bereich der Molasse und des Nachweises der Fortsetzung des Landshut-Neuöttinger Hochs in die Molassezone NW vom Attersee gewonnen.

Die Übersichtsmessungen im Uhrzeigersinn vom Salzach-Innbogen bis in das Hausruckviertel (Juni 1953–Mai 1954)

Der weitgehend unerschlossene westliche Abschnitt des Arbeitsgebietes Salzburg-Braunau wurde nach vorläufiger Beendigung der Detailmessungen im Osten in der Zeit vom Juni bis September 1953 vom Standort Ostermiething weiter grobrasterförmig vermessen. Mitte September 1953 übersiedelte der Trupp nach Braunau, verblieb dort bis 1. November und bezog sodann das Winterquartier bis Ende Februar in Mattighofen. Den Monat März 1954 verbrachte der Trupp in Ried und führte bis 3. Mai 1954 die Messungen von Haag/Hausruck aus durch.

Begonnen wurde mit der 11 km langen Verlängerung der Linie 15 von Trimmelkam nach NW bis St. Radegund. Unter geringmächtiger Quartärbedeckung wurden dabei die Kohle führenden Süßwasserschichten erbohrt, zu deren Gliederung die meist bis 20 m tiefen Schussbohrungen einen Beitrag geleistet haben. Daran anschließend wurde ein 15 km langer Abschnitt der Linie 15 gemessen. Da diese Linie in den topografisch ca. 80–100 m höher gelegenen Würm- und Rissmoränen verläuft, waren auch wesentlich tiefere Schussbohrungen erforderlich, um das Tertiär zu erreichen. Diese Messungen nahmen fast den ganzen Monat Juli 1953 in Anspruch.

Neuland wurde mit einer ca. 17 km langen, von St. Georgen bis Ostermiething sich erstreckenden Linie 47 betreten, die bis 100 m tiefe Schussbohrungen erforderte. Im Anschluss daran wurde vom damaligen Ende dieser Linie ein weiteres Übersichtsprofil nach NW fast bis an die Salzach projektiert. Weiters wurde mit der Verlängerung der Linie 11 nach NE begonnen, die aber zum Großteil bereits nach der Übersiedlung ab Mitte September 1953 von Braunau aus gemessen wurde. Südlich von Braunau wurde als generell W–E streichendes Verbindungsprofil im Norden des Arbeitsgebietes die Linie 49 gemessen, die später für die Abgrenzung der Struktur Treubach notwendig war. An diesem Profil ist auch bemerkenswert, dass im östlichen Teil Günzmoräne nach WEINBERGER (1950) angetroffen wurde, wodurch die Kenntnisse über die Geschwindigkeiten der glazialen Ablagerungen erweitert werden konnten. Bis Anfang Oktober wurde die Linie 11 nach NE bis Braunau bis zum Anschluss an das Ende der Messungen des Jahres 1952 verlängert. Im Oktober und November 1953 wurden die beiden Linien 50 und 51 von Braunau bzw. Mattighofen aus gemessen. Das über Höhnhart verlaufende N–S Profil 50 trug zur Klärung des geologischen Baus im zentralen Teil des Kobernauber Waldes bei, des Weiteren wurde dadurch die später durch eine Tiefbohrung getestete antithetische Bruchstruktur St. Johann erfolgreich aufgefunden. Die im Norden bei Weng beginnende Linie 51 verläuft unter spitzem Winkel zur Linie 50 und erweitert deren Aussagen. Weiters wurde die Linie 47 bis zum Anschluss an die alte Linie 12 verlängert.

Das Lager Mattighofen mit seinen gut ausgestatteten Werkstätten leistete als Winterstandort gute Dienste und von hier aus wurden von November 1953 bis Februar 1954 vorwiegend im zentralen Innviertel die weiteren Aktivitäten gesteuert. Im Dezember 1953 fand bei der bayerischen Mineralindustrie in München ein Kurs über neue Entwicklungen beim Well logging statt, der von Andrei A. Perebinosoff von der Mobil Oil/New York geleitet wurde und an

dem auch Geologen und Geophysiker der RAG teilnehmen konnten.

Im südlichen Molassebereich war die ca. 13 km lange, über Dorfbeuern NE–SW verlaufende Linie 52 auch deshalb von besonderer Bedeutung, da die weiter östlich mit gleicher Orientierung sich erstreckende Linie 13 von teilweise schlechter Qualität war. Die Linie 53 trug wesentlich zur Erweiterung der Kenntnisse im Raum von Mattighofen bei, denn sie verlief zunächst im Westen bogenförmig um Feldkirchen herum und reichte dann in östlicher Richtung weit in den westlichen Kobernauber Wald hinein. Sodann ist die Linie 55 zu erwähnen, die im Raum Lochen–Lengau, also ca. 2–3 km nördlich der Molasse/Helvetikumgrenze verläuft und bei Schneegattern in eine NNE Richtung umbiegt. Diese Linie war auch für die geologische Kartierung interessant, da stets die Kohle führenden Süßwasserschichten erbohrt wurden, die in der Fazies von nuss- bis faustgroßen Quarz-Kristallinschottern vorlagen.

Der Schwerpunkt in dieser Phase lag in der Verdichtung des regionalen Messnetzes. Für die reflexionsseismische Praxis waren die Erfahrungen des Arbeitens in Gebieten mit großer Schottermächtigkeit wichtig.

Ein Zeitabschnitt des raschen Wechsels der Messgebiete: März 1954–November 1955 (Ried, Haag, Mattighofen, Feldbach, Ostermiething, Attnang)

Die Arbeiten im Westteil der Konzession wurden in der Zeit von Februar bis einschließlich April 1954 – zum Teil witterungsbedingt – unterbrochen und durch Messungen nördlich und östlich von Ried und Haag abgelöst. Damit wurde der nördliche und nordöstliche Abschnitt der Molassezone detaillierter untersucht. Hervorzuheben ist dabei die Linie 56, die vom Inn teilweise mit abrupten Richtungsänderungen bis zur Trattnach nördlich Hofkirchen verläuft.

Weitere Messungen erfolgten im Raum westlich Riedau und bei Lambrechten, also bis zur Konzessionsgrenze im Norden. Damit war der nördliche Randbereich in einem wegen der Nähe zum Schwerölfeld Taufkirchen erdölgeologisch durchaus interessanten Gebiet vorläufig untersucht. Die Flexibilität der Messungen nach den Fortschritten der Auswertung wurde unter Beweis gestellt, als auch Ergänzungsmessungen im Raum Waldzell–Pattigham bis Eberschwang im Osten problemlos eingeschoben werden konnten.

Eine längere Linie mit N–S Trend verläuft von der Bohrung Innviertel 2 nach Gimpling und sodann in südliche Richtung bis in das Trattnachtal bei Geboltkirchen und hatte daher damals regionalgeologische Bedeutung. Auf Grund ihrer bemerkenswerten Ergebnisse wurde bei dieser Messperiode auch die Linie 34 bis Meggenhofen verlängert und dadurch der Anschluss an eine Tiefbohrung hergestellt.

Anfang Mai 1954 erfolgte eine weitere Übersiedlung nach Mattighofen, die notwendig war, weil bis in die erste Juniwoche eine Linie südlich des Kobernauber Waldes gemessen wurde, die aus dem Raum Frankenmarkt über Pöndorf bis Schneegattern verlief. Auf dieser waren durchaus anspruchsvolle Bohrverhältnisse gegeben, nämlich meistens Quarz-Kristallinschotter der Kohle führenden Süßwasserschichten, die beachtliche Bohrteufen erforderten.

Im Bereich der Gemeinde Pöndorf trat auch ein von WEINBERGER (1950) als Mindelmoräne eingestuft Komplex auf, der wegen des Auftretens von Konglomeraten schwierig zu bohren war. Nachdem am 8. Juni 1954 die Messungen auf der Linie 60 bei Schneegattern beendet waren, übersiedelte der Trupp nach Feldbach.

Nach einer Messperiode in der Oststeiermark (Mai–Oktober 1954), die auch als Nachweis für die Tätigkeit in der Konzession Feldbach erforderlich war, kehrte der Trupp Mitte November 1954 wieder nach Oberösterreich zurück und nahm seinen Aufenthalt bis August 1955 wieder in Ostermiething.

Es wurden zunächst für die Klärung des regionalen Bauplans wichtige Messungen im Salzachbogen durchgeführt. Für die Erfassung der Bruchtektonik waren zunächst drei generell N–S verlaufende Linien wichtig. Die westlichste, ca. 11 km lange Linie verläuft aus der Gegend SW Burghausen bis nach Ostermiething. Die nächste, ca. 6 km weiter östlich verlaufende Linie beginnt im Uferbereich der Salzach-Innmündung und erstreckt sich bis in die Gegend nördlich Franking. Die nächste Linie schließt ca. 4,5 km weiter östlich an die Linie 11 an und erstreckt sich bis nach Geretsberg, bog dort nach SE ab und endete südlich Eggelsberg. Mit diesen Linien und einigen weiteren Ergänzungsprofilen konnte der generelle Abfall des Untergrundes vom Salzach-Inngebiet bis zu den Linien 12–13 im Osten in einem ersten Überblick erforscht werden. Damit war das Wissen über den Bauplan gegenüber dem Stand nach der Gravimetrie ganz beträchtlich erweitert worden. Im Raum Hochburg waren wegen der mächtigen glazialen Ablagerungen (Rissmoränen nach WEINBERGER, 1950) bis 100 m tiefe Schussbohrungen notwendig, was sich in einer geringeren Messleistung niederschlug. Es bestätigte sich auch in diesem Gebiet die Erkenntnis, dass zur Erzielung einer guten Reflexionsqualität die Durchteufung des Quartärs und das Schießen in den Tonen eine unbedingte Voraussetzung war. Beim Schießen in der Moräne war es auch mit größeren Ladungen nicht möglich, befriedigende Resultate zu erzielen. Mit den neuen Profilen wurden auch vermutete Strukturen S und W von Hochburg untersucht.

Des Weiteren wurde in den Sommermonaten 1955 eine Profilersie im weiteren Raum von Geretsberg gemessen, die maßgeblich für die Erstellung eines Bohrvorschlages für die Struktur Geretsberg war. Auch sonst stellten die Messungen in dieser Würm-Endmoränenlandschaft hohe Ansprüche an die fachliche Qualifikation des Messtrupps und vor allem des Registrierers. Das Erfreuliche an den schwierigen Begleitumständen bestand darin, dass genügend Zeit für die sorgfältige Ausarbeitung des Bohrvorschlags zur Verfügung stand, denn die Tiefbohrung wurde erst Ende Oktober 1956 begonnen und am 1. Februar 1957 – erfolglos – beendet. Die großen Quartärmächtigkeiten im Bereich der Würm-Endmoränen im Raum Geretsberg erforderten weithin tiefe Schussbohrungen bis 130 m Teufe. Im Raum von Eggelsberg–Moosdorf behinderten die tiefen Seetonbecken die seismischen Messungen enorm und waren für manche reflexionsleere Abschnitte verantwortlich. Für den regionalgeologischen Bauplan lieferte schließlich eine NE–SW bzw. N–S verlaufende Linie, die im Norden östlich Gundertshausen begann und bis Eggelsberg verlief und später bis zur Helvetikumgrenze SW vom Wachtberg verlängert wurde, wichtige Daten.

Im Raum westlich von Neukirchen ergaben sich erste Hinweise für eine antithetische Bruchstruktur, die in der Molasse der bevorzugte Öfallentyp war. Zur Stützung der Korrelation der seismischen Reflektoren der N–S Linien wurde daher ein längeres Profil mit ENE Trend gemessen, das außerdem in der Nähe der alten Tiefbohrung Eisenhub 1 verlief und deren geologische Interpretation erleichterte.

Diese von Ostermiething durchgeführte Messperiode war auf Grund der geologischen Gegebenheiten teilweise mit mäßigen Fortschritten verbunden. Diese Entwicklung war für die Auswertung beim Trupp insofern ein Vorteil, da dadurch die großen Datenmengen, die bei den vorangegangenen Messungen in der Oststeiermark angefallen waren, ohne zu großen Stress ausgewertet werden konnten.

Im Jahr 1955 kamen im Zusammenhang mit dem Staatsvertrag auch Fragen der Entschädigung für die alten Konzessionen im Wiener Becken in die Diskussion, wobei die RAG anstelle der Forschungsaufträge Konzessionen in Oberösterreich und Salzburg erhielt. Damit war der Weg frei für eine intensiviertere Exploration auch durch Tiefbohrungen. Die Geophysik stand daher vor der Aufgabe, laufend Bohrvorschläge für zwei Tiefbohraggregate bereitzustellen.

Mit der Entscheidung, in Puchkirchen die erste Tiefbohrung bis in das Kristallin abzuteufen, wobei als Alternative eine Struktur bei Redl-Zipf zur Diskussion stand, ergab sich folgerichtig die Notwendigkeit, das Gebiet nördlich der Vöckla bis Vöcklabruck im Osten und Ungenach im Norden detaillierter zu untersuchen. Der Trupp übersiedelte wegen der kürzeren Anfahrtswege Anfang August 1955 nach Attnang-Puchheim, von wo aus bis November 1955 das Gebiet südlich des Hausruck und nördlich der Vöckla, in dem bereits die Struktur Puchkirchen ausgearbeitet worden war, detaillierter untersucht wurde. Dazu wurden die Linien 81–86 und 88–92 gemessen. Vom geophysikalischen Standpunkt aus brachte diese Messserie insofern interessante Ergebnisse, als damit drei Strukturen, nämlich Redl-Zipf, Mühlleiten und Wegscheid (3 km nördlich von Vöcklabruck) bohrreif gemacht werden konnten. Eine Linie 87 konnte als Ergänzung der Übersichtsmessungen südlich Vöcklabruck und Attnang-Puchheim betrachtet werden. Dieses Profil verlief beginnend im Agertal bei Schwanenstadt zur Dürren Aurach und endete im Flysch ca. 2 km südlich von Aurach. Dieses Messprogramm brachte auch weitere Erkenntnisse über die Verbreitung und den Bau der mesozoischen Schichten, vor allem der Oberkreide und den Verlauf von älteren prätertiären Störungen.

Weitere Untersuchungen im westlichen und südwestlichen Abschnitt der Molasse (November 1955–August 1957)

Nach Abschluss der Untersuchungen im Raum Vöcklabruck übersiedelte der Trupp Ende November 1955 in das Winterquartier nach Mattighofen. Mit dem Einsatz der beiden Tiefbohranlagen war die Seismik vor die Aufgabe gestellt, laufend geeignete Bohrvorschläge zu erarbeiten und zur Genehmigung einzureichen, so dass keine Unterbrechung der Bohrtätigkeit entstand. In diesen Zeitabschnitt fällt mit der Beendigung der Tiefbohrung Puchkirchen 1 (P1) der erste wirtschaftliche Ölfund in der Molasse. Mit dem Aufschluss des Ölfeldes Puchkirchen war die

Hoffnung verbunden, dass der Druck auf die Seismik zur raschen Bereitstellung von Bohrvorschlägen vermindert wäre. Vom Standort Mattighofen aus wurden die Messungen im Dezember 1955 zur detaillierten Untersuchung der beiden antithetischen Bruchstrukturen Neukirchen (südlich von Ranshofen) und Treubach fortgesetzt. Es wurde dabei zunächst im Westteil der Struktur Neukirchen mit der Messung begonnen und je nach den Schnee- und Zufahrtsverhältnissen in andere Gebiete gewechselt. Bei den beiden Brüchen handelte es sich um den klassischen Typ von Antithetern, deren Verlauf wegen der guten Reflexionsqualität genau festgelegt werden konnte. Zu klären war anfangs die Frage, ob es sich um ein einziges Bruchsystem oder um zwei getrennte Brüche handelt.

Die Feldarbeiten waren im Winter 1956 durch die extrem tiefen Temperaturen (wochenlang minus 20° C im Februar 1956) beträchtlich erschwert. Die Linie 94 war insofern eine Besonderheit, als diese weiter im Süden bei Schalchen beginnend, über Munderfing–Lengau bis zur Westbahn nördlich von Steindorf verlief. Der Südabschnitt war wiederum für den Bauplan an der Flyschüberschiebung wichtig. Im Nordteil dieser Linie konnten bedeutsame antithetische Brüche aufgefunden werden.

Am 19. April 1956 wurde bei der Tiefbohrung Puchkirchen 1 eine Geophonversenkung durchgeführt. Im Mai 1956 wurden die Linien 101 und 102 zur Abgrenzung der Strukturen Neukirchen und Treubach gemessen. Messtechnisch wurde dabei so vorgegangen, dass über den beiden Hauptbrüchen zehn kürzere Linien gemessen wurden, um den genauen Verlauf der Störungen und die strukturellen Verhältnisse auf den südlich gelegenen Hochschollen zu erkunden. An diesen beiden antithetischen Brüchen konnten die von Beugungswellen verursachten Probleme eingehend studiert werden (Abb. 8). Die Feldarbeiten nahmen fast die ganzen Monate Juni und Juli 1956 in Anspruch.

Die Linien im Raum Neukirchen verliefen größtenteils im Bereich einer Hochterrasse, teilweise auch im Deckenschotter, jedenfalls im Bereich einfacher quartärgeologischer Verhältnisse. Den Linien östlich der Mattig im Raum von Treubach–Roßbach lagen komplexere Oberflächenverhältnisse zugrunde, wobei die Schussbohrungen bis in den Braunauer Schlier und die Treubacher Sande gingen und generell tiefer waren als im Westen. Auf die beiden,

eine gewisse mehr als 40 km lange Bruchkulisse bildenden Strukturen Neukirchen und Treubach wurden große Hoffnungen gesetzt, da sie im Falle einer Fündigkeit Raum für zahlreiche Produktionsbohrungen gehabt hätten. Die als nichtfündig erfolgte Beendigung von Treubach 1 am 6. Juli 1957 und von Neukirchen 1 am 6. November 1957 war daher eine große Enttäuschung, zumal auch die Bohrung Puchkirchen 2 im Jänner 1957 nicht fündig war. Für die Geophysik bedeutete dies eine Intensivierung der Anstrengungen im Hinblick auf weitere Bohrprojekte.

Als nächstes Projekt wurde die weiter südlich im Kobernaußer Wald gelegene, ebenfalls an einen antithetischen Verwurf gebundene Struktur Sankt Johann vermessen, deren Hauptbruch bereits früher, nämlich bei der Linie 50, aufgefunden worden war. Die gute Reflexionsqualität in den tiefen Reflektoren gestattete es auch, ein interessantes seismisches Phänomen, nämlich reflektierte Refraktionen, nachzuweisen. Neben der Linie 50 waren es mehrere kürzere Linien, die genügten, um einen Bohrvorschlag zu machen. Es wurden jedoch auch Linien gemessen, die primär der Verdichtung des Messnetzes außerhalb von bekannten Strukturen dienten. Eine von Polling im Norden über Mettmach, Frauschereck verlaufende und bei Schneegattern endende Linie 99 nahm wegen ihrer Länge und den wertvollen Ergebnissen eine Sonderstellung ein. Dieses Profil wurde in mehreren Etappen von März bis Oktober 1956 gemessen und war auch wegen der Nachbarschaft zu den Strukturen Steindlberg und Kohleck von Nutzen. Dadurch waren auch die beispielsweise bei Frauschereck 150 m tiefen Schussbohrungen zu rechtfertigen. Aber auch frühere Messungen wurden verlängert. So wurde im September 1956 die Linie 52 von Feldkirchen nach SW bis Oberndorf verlängert und erforderte wegen der mächtigen Quartärsedimente bis 100 m tiefe Schussbohrungen, wobei die Seetone besonders störend waren.

Besonders hinzuweisen ist auch auf die Linie 94, die 3 km nördlich Mattighofen beginnt, in das Schwemmbachtal einschwenkt und unweit der Westbahn bei Steindorf endet. Dieses Profil quert den gegen Strasswalchen zu schmaler werdenden Streifen Helvetikum und verläuft am südlichen Ende noch ca. 1 km im Flysch. Hinzuzuweisen ist auch auf die mehr als 18 km lange, mit NNE–SSW Trend von Pfaffstätt bis in die Gegend SW von Obertrum verlaufende Linie 111, die von Ende November 1956 bis Mitte Jänner 1957 gemessen wurde. Dieses Profil ist deshalb so

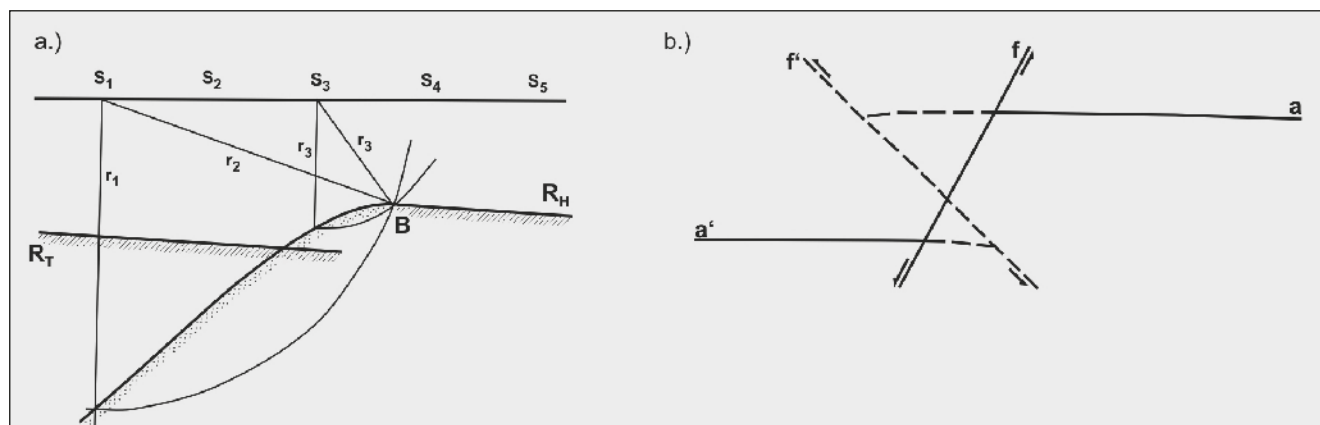


Abb. 8. Beugungswellen an einem Bruch: a.) Strahlenverlauf (KUNZ, 1966: 186, Abb. 3); b.) Fehlinterpretation (strichliert) und richtige Interpretation (durchgezogen) eines Bruches unter Berücksichtigung des Ansatzpunktes der Beugungswelle.

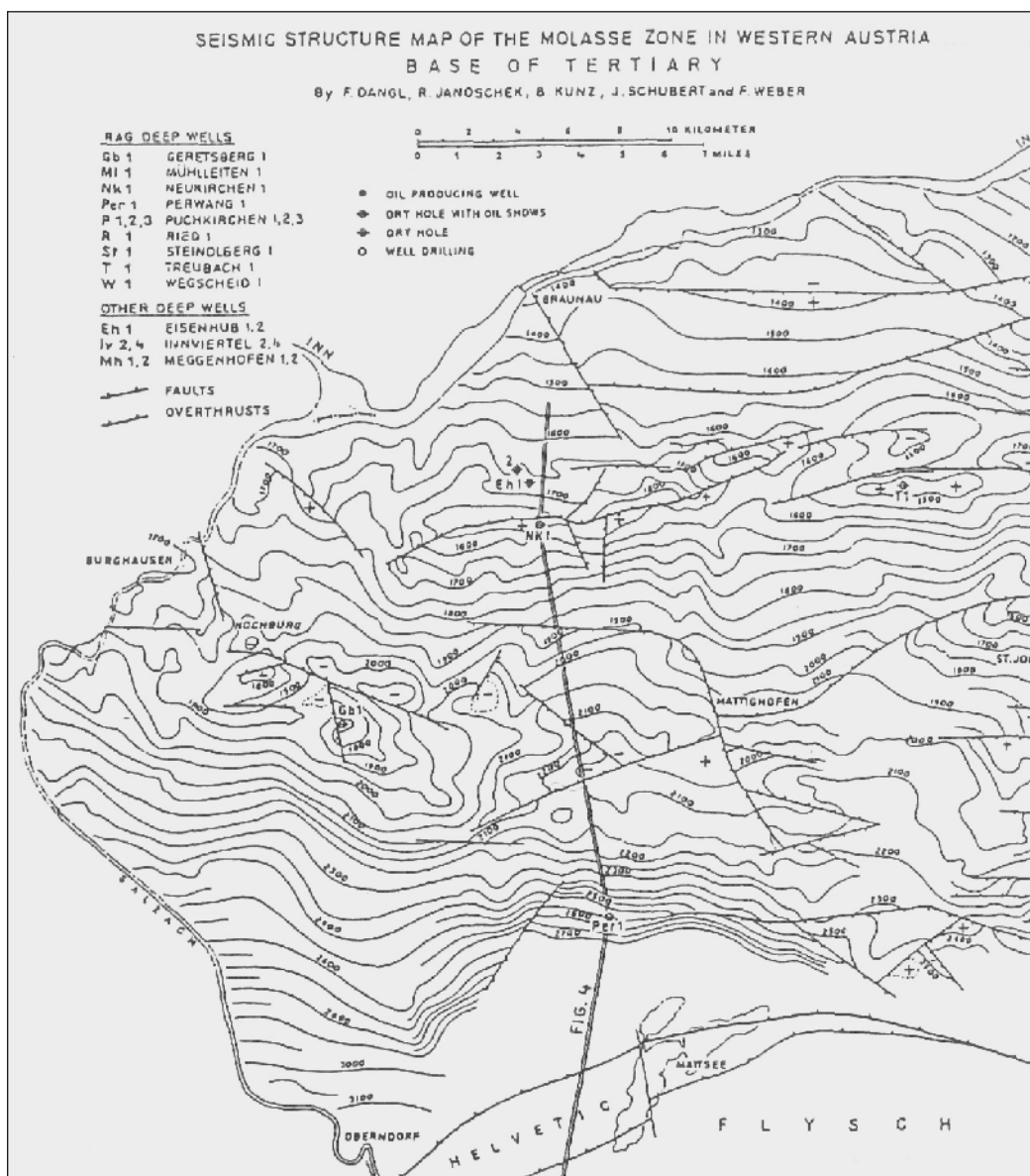


Abb. 9.
Seismische Strukturkarte der Tertiärbasis der westlichen Molasse (Ausschnitt aus JANOSCHEK, 1959: 856, Fig. 5).

wichtig, da es die 3 km breite Helvetikumzone zur Gänze durchquert und im Flysch endet.

Im Allgemeinen war das Winterprogramm 1956/1957 logistisch optimiert und es wurden weitere von Mattighofen mit ökonomischem Aufwand erreichbare Linien gemessen. Unterbrochen wurde die Messserie durch eine im Jänner 1957 bei der Tiefbohrung Puchkirchen 2 durchgeführte Geophonversenkung.

Die Linie 112 kann ebenfalls noch zu den regionalen Profilen gezählt werden, da sie mit WNW–ESE Verlauf sich von Gundertshausen bis südlich Munderfing erstreckt. Eine natürliche Fortsetzung nach SE stellt die Linie 113 dar, die südlich Höring abzweigt und beim Niedertrumer See endet. Diese Linien wurden ebenfalls im Jänner bis Februar 1957 gemessen.

Insgesamt war der seismische Trupp 17 Monate in Mattighofen gewesen, was einen gewissen Rekord hinsichtlich eines Standorts darstellte. Durch das Vorhandensein des im Ort gut integrierten Lagers und der Werkstätte waren alle auftretenden technischen Probleme unschwer zu lösen und auch die regelmäßigen Kontakte zur Geologie in Salzburg waren ein durchaus geschätzter Vorteil. Die im-

mer länger werdenden Anfahrtswege erforderten jedoch einen Standortwechsel. In der letzten Aprilwoche 1957 übersiedelte der Trupp nach Oberndorf an der Salzach, wo der Trupp seinen Standort von April bis Juli 1957 hatte.

Die Linien 114–123 und die Verlängerung der Linie 77 wurden von Oberndorf aus gemessen. Ziel dieser Arbeiten war hauptsächlich die detaillierte Vermessung einer nördlich der Molasse-Helveticum-Grenze sich erstreckenden größeren Struktur, von der anzunehmen war, dass diese einen komplizierten Bauplan aufwies, mit dem erdölgeologisches Neuland betreten wurde. Hier muss des Weitblickes von Lewis R. Tucker bei der Interpretation gedacht werden, der bereits bei der Auswertung der Linie 13 zum Schluss kam, dass im Oichtental ein Schuppenbau mit steil südfallenden Elementen vorliegt und diese Erkenntnis mit großer Hartnäckigkeit gegen alle geologischen Einwände vertrat. Der fehlerhafte Denkansatz bestand damals im Jahr 1952 darin, dass diese Schuppenstruktur, für die es im höheren Teil der Molasse keinerlei Hinweise gab, mit der Helvetikumüberschiebung in Zusammenhang gebracht wurde, deren Verlauf durch geologische Kartierung und Counterflush-Bohrungen genau bekannt war. Eine endgültige Klärung des Sachverhaltes brachte erst die Tiefbohrung

Perwang 1, 1a. Von Oberndorf aus wurde das Messnetz so verdichtet, dass ein vertretbarer Bohrvorschlag erarbeitet werden konnte.

Durch die zahlreichen Seetonvorkommen war es in diesem Messgebiet schwierig, kontinuierliche Daten guter Qualität zu erhalten, so dass Auswertung und Interpretation mit gewissen Unsicherheiten behaftet waren. Eine andere Erschwernis bei den Feldarbeiten bildete eine im Juni 1957 auftretende Hitzeperiode mit Temperaturen bis 37° C, weshalb geraume Zeit der Arbeitsbeginn auf die frühen Morgenstunden verlegt werden musste. Mitte Juni 1957 fand eine Geophonversenkung bei der Tiefbohrung Treubach 1 statt, aus welchem Anlass eine 202 m tiefe Aufzeitbohrung SB 4590 gebohrt wurde.

Den Schwerpunkt der Aktivitäten im Raum Perwang bildete die Messung und Auswertung für eine Tiefbohrung, die neben dem ölgeologischen Aspekt einen möglichst großen Informationsgewinn bezüglich der komplexen, bisher unbekanntem Struktur bringen sollte. Messung, Auswertung und Konstruktion der Strukturkarten standen unter großem Druck, da die Resultate von unterschiedlicher Qualität waren und der Interpretation nicht unerheblichen Spielraum ließen. Rückblickend kann gesagt werden, dass bei diesem Projekt die Analogseismik in einem nicht nur messtechnisch schwierigen Gebiet bis an die Grenzen der Möglichkeiten eingesetzt war. Den Abschluss der von Oberndorf aus durchgeführten Messungen bildete die von Herating nach Süden verlaufende Linie 123, die im Juli 1957 eine gewisse Lücke im Messnetz der westlichen Molasse schloss.

Ende dieses Monats erfolgte auch eine Geophonversenkung bei der Tiefbohrung Mühlleiten. Hierbei wurde auch eine 193 m tiefe Schussbohrung abgeteuft, welche die Kenntnisse über die Geologie und Geschwindigkeitsverhältnisse der miozänen Schichten erweiterte. Anfang August 1957 übersiedelte der Trupp in die Oststeiermark, wo bis Ende Oktober Messungen in der Konzession Feldbach ausgeführt wurden.

Ein namhafter Journalist der damaligen Zeit, der eine Reportage über die Erdölexploration in der Molasse brachte und dabei den seismischen Trupp und die Tiefbohrung besucht hatte, schrieb diese unter dem Titel „P 1 antwortet nicht“. Tatsächlich brachte die Tiefbohrung P 1, die bis in das Kristallin der Böhmisches Masse abgeteuft worden war, wichtige Erkenntnisse für Reflexionsseismik und Geologie. Wenn man von den zu geringen Tiefen der tertiären und mesozoischen Schichten bei der Tiefenberechnung mit der verwendeten Zeit-Tiefenfunktion ZT 1 absieht, hat die Reflexionsseismik die Stratigraphie und die Lagerungsverhältnisse im Allgemeinen richtig dargestellt. Das Fehlen der Oberkreide war aus den entsprechenden Profilen abzuleiten, ebenso die Lage des Kristallins. Die Lagerung des Öl führenden Eozäns direkt auf Malmkalken führte zu Spekulationen über die Lagerstättenbildung und zum Vergleich mit der Molasse in Bayern (LEMCKE & TUNN, 1956). Für die Geologie ergaben sich wichtige Fortschritte, z.B. durch die Untergliederung des Aquitans in vier Stufen.

Der Umstand, dass mit der Aufschlussbohrung Puchkirchen 1 bereits der erste Tiefenaufschluss der RAG ein Erfolg war, löste großen Optimismus bezüglich der Chancen der Erdölexploration in der Molasse aus. Während

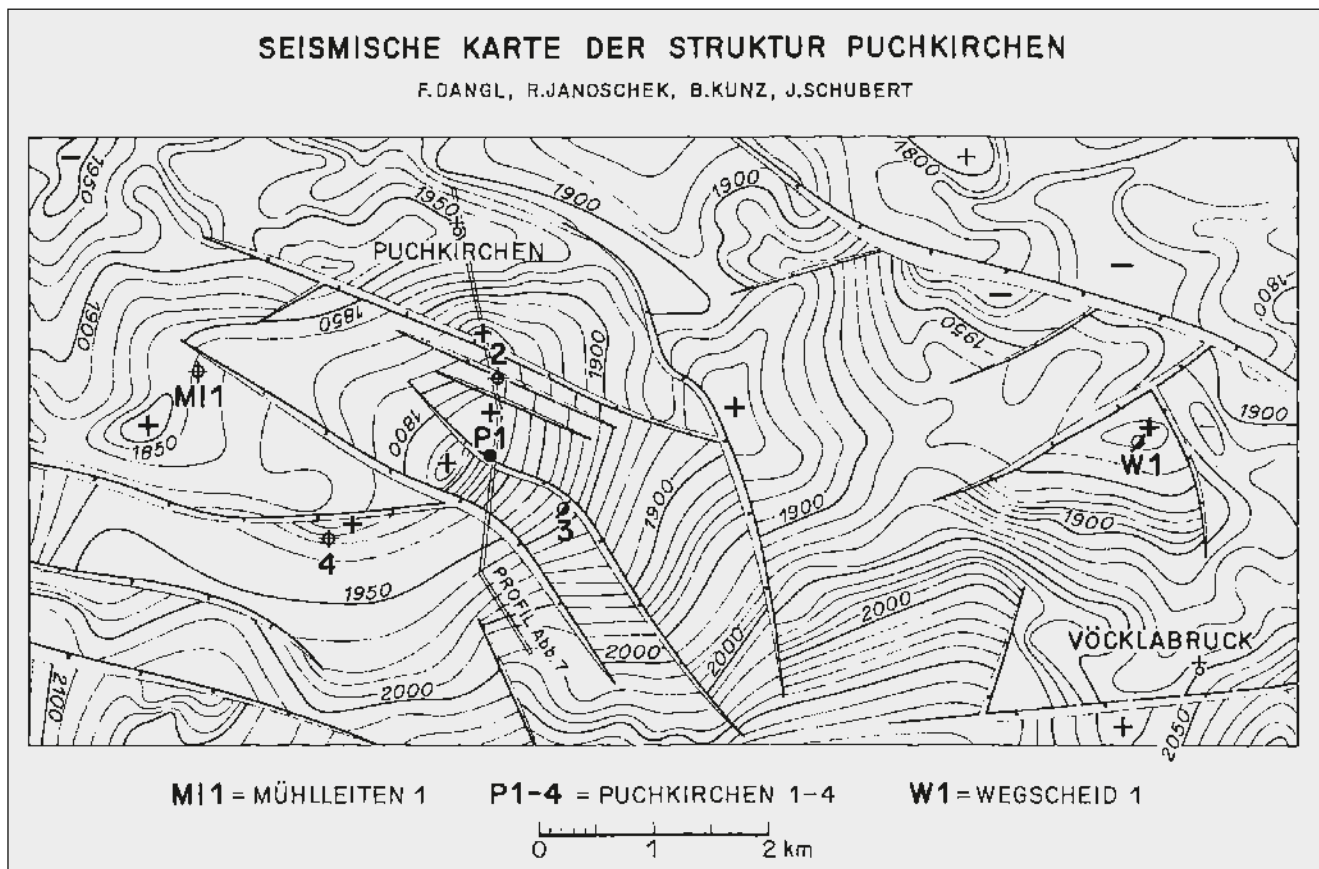


Abb. 10. Seismische Karte der Struktur Puchkirchen-Wegscheid (JANOSCHEK, 1961: 170, Abb. 6).

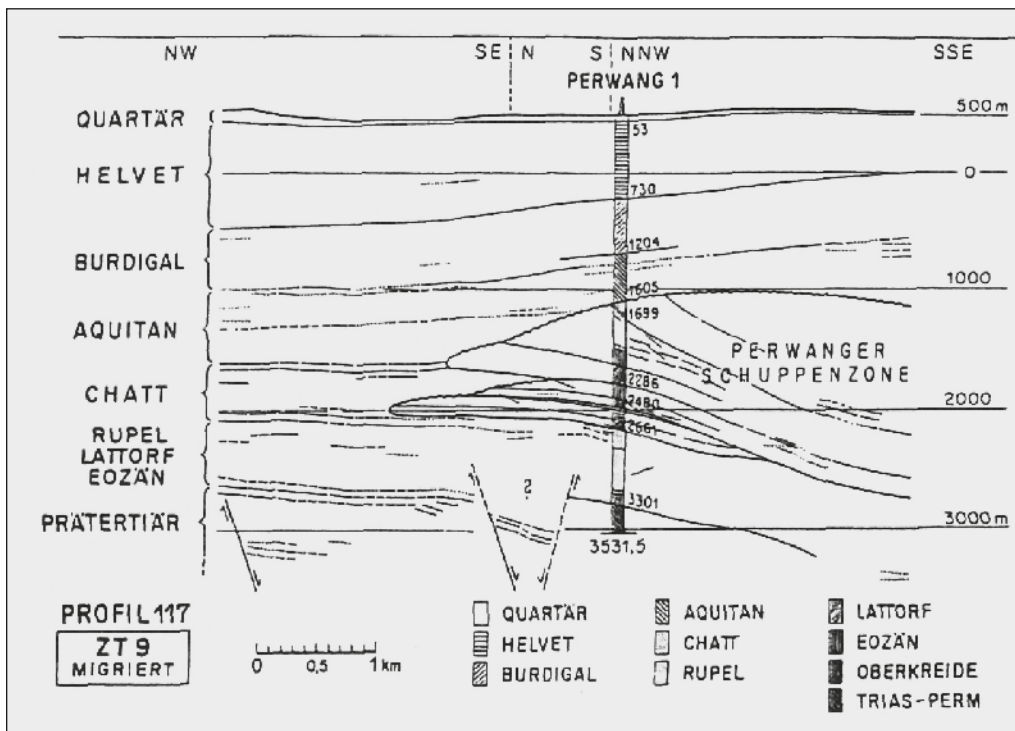


Abb. 11. Profilschnitt durch die Struktur Perwang (ABERER, 1962: 277, Abb. 6).

die Geophysik bisher in der Programmgestaltung und der sonstigen Arbeiten relativ autonom agierte, war nun das Interesse der Muttergesellschaften an Österreich augenscheinlich größer. Allerdings trat bald Ernüchterung ein, da sich die weiteren Tiefbohrungen in den Jahren 1956 und Anfang 1957 als Fehlbohrungen herausstellten und somit hoffnungsvolle Strukturen entwertet waren. Es waren dies (in Klammer mit dem Jahr der Beendigung):

- Bad Hall 1 (Juli 1956).
- Puchkirchen 2 (Jänner 1957).
- Geretsberg 1 (Februar 1957).

Es hatte den Anschein, dass der Abfall der Tertiärbasis südlich von Geretsberg bis mindestens Oberndorf weitgehend bruchlos erfolgt und somit keine aussichtsreichen Strukturen zu erwarten waren (Abb. 9).

Durch den Misserfolg der Tiefbohrung Mühlleiten 1 im Juli 1957 war auch die Bedeutung der Hochzonen im südlichen Zentralraum geschmälert und es wurde die geplante Lokation Redl-Zipf zurückgestellt.

Einen weiteren Rückschlag bildete auch die Erfolglosigkeit der Bohrung Treubach 1 im Juli 1957, da auf diese in der Seismik optimal ausgebildete antithetische Bruchstruktur große Hoffnungen gesetzt worden waren. Es zeigte sich damit, dass ein Antitheter bedeutender Sprunghöhe und eine eindeutige Closure der Struktur keineswegs ausreichend waren, um eine Ölführung zu garantieren. Damit war der bei den Geophysikern so beliebte Öfallentyp in seiner erdölgeologischen Bedeutung deutlich geschmälert. Als sich im November 1957 die Tiefbohrung Neukirchen 1 als Fehlbohrung herausstellte, war der nordwestliche Abschnitt der Konzession Salzburg-Braunau in Bezug auf Erdölhoffigkeit stark betroffen. In diese Serie von Misserfolgen reihte sich dann Ende Dezember 1957 die Tiefbohrung Wegscheid 1 bei Vöcklabruck ein, die zwar Ölsuren zeigte, aber bald abzementiert werden musste (Abb. 10).

Die in der zweiten Jahreshälfte 1957 mit viel Mühe erarbeitete Lokation Perwang 1 war von großer geologischer

Bedeutung. Mit über 3.500 m Endteufe war sie die tiefste Bohrung in der Molassezone und wies auch einen neuen Strukturtyp nach, nämlich einen präaquitänen Schuppenbau. Es war ersichtlich, dass die Reflexionsseismik vor allem die südfallenden Reflektoren und Strukturelemente zufriedenstellend nachweisen konnte. Eine Unterscheidung der einzelnen Schuppen war jedoch mittels Analogseismik nicht möglich (Abb. 11).

Eine Erleichterung brachte erst die Bohrung Steindlberg 1 im Juli 1958, die ein kleines Ölfeld erschloss, während die ein Jahr später abgeteuft Bohrung Lohnsburg, die strukturell eng mit Steindlberg verbunden war, sich als Fehlbohrung erwies.

Die damalige Serie von Misserfolgen in einem neuen Konzessionsgebiet ist ein Beweis dafür, dass in der Molassezone, ebenso wie vorher im Wiener Becken, in der Erdölexploration große Ausdauer und Durchhaltevermögen unerlässlich sind. Für die Geophysiker und Erdölgeologen war diese Periode mit einem verstärkten Druck verbunden, erfolgversprechende Bohrvorschläge in allen Tiefenbereichen auszuarbeiten.

Weitere Aktivitäten im Inn- und Hausruck-Traunviertel (Oktober 1957–Juli 1959)

Zunächst dürfte eine Zwischenbilanz über die Erdölexploration nach den Bohrungen Puchkirchen 1 und 2, Bad Hall 1 und Geretsberg 1 (April 1956 bis Februar 1957) nützlich sein. Da die Aufschlussstätigkeit im westlichen Abschnitt der Molassezone erdölgeologisch keine Erfolge brachte und der Hauptreflektor an der Tertiärbasis keine erfolgversprechenden Strukturen erkennen ließ, wurden weitere Messungen in diesem Gebiet vorläufig zurückgestellt. Der allmählich eingetretene Mangel an Bohrlokalationen verlangte rasche Entscheidungen hinsichtlich der weiteren Suche. Trotzdem musste Anfang August eine Messerie in der Oststeiermark eingeschoben werden, die

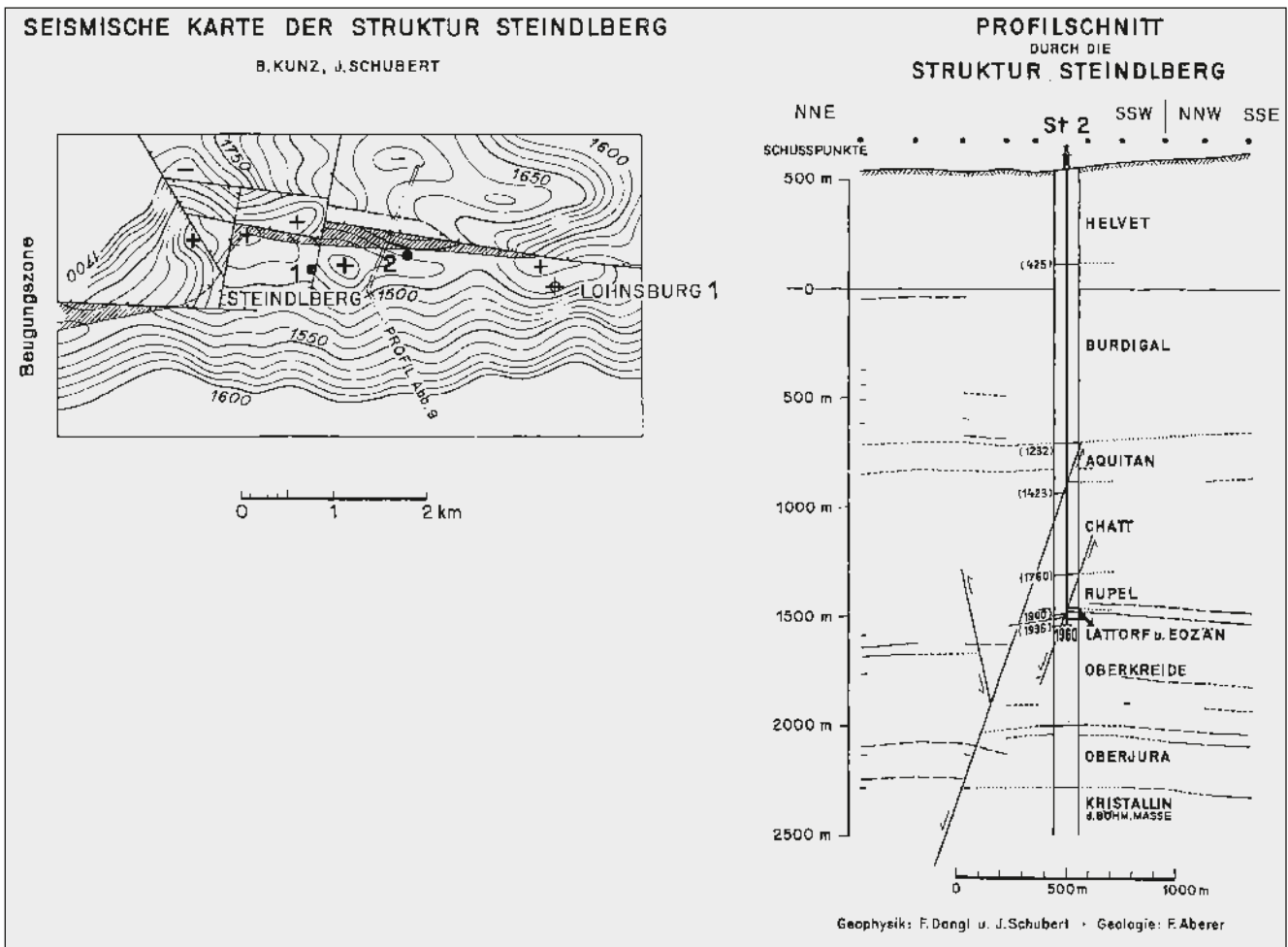


Abb. 12.
Struktur Steindlberg: a.) Seismische Karte; b.) Profilschnitt (JANOSCHEK, 1961: 171, Abb. 8 [a] und Abb. 9 [b]).

wegen der Notwendigkeit der gleichzeitigen Auswertung der Messungen in der Molasse alle verfügbaren Kräfte voll in Anspruch nahm. Ende Oktober 1957 wurde die Messstätigkeit in der Konzession Feldbach vorläufig beendet und es erfolgte die Übersiedlung des Trupps nach Ried/Innkreis, wo die Volksfesthallen wie in früheren Jahren zur Verfügung standen.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen war anzunehmen, dass das nördliche Innviertel und das Gebiet nördlich von Hausruck-Kobernauber Wald gute Voraussetzungen für eine zügige reflexionsseismische Vermessung bietet, während in den höher gelegenen Waldgebieten wegen der großen Schottermächtigkeit und der schwierigen Topografie mit mäßigem Arbeitsfortschritt zu rechnen war. Eine gewisse zeitliche Verknüpfung von zwei unterschiedlichen Messgebieten sollte daher, wo immer dies möglich war, zu einer ausgeglicheneren statistischen Leistungsbilanz führen. Auch verlangte die Forderung nach Lokationen für zwei Tiefbohrgeräte eine größere Mobilität und einen häufigeren Standortwechsel.

Für das Arbeiten in den gegenständlichen Messgebieten war wichtig, dass bereits bei den bisherigen Profilen antithetische Brüche mit größerer Sprunghöhe nachgewiesen worden waren. Es musste daher noch der Nachweis des Vorhandenseins einer Closure erbracht werden, um eine mögliche Struktur zu ergeben und einen Bohrvorschlag zu rechtfertigen.

Längere Profile in bisher weniger dicht vermessenen Gebieten sind die Linien 124, 125 und 129. Erstere verlief von Ried bis nach Lohnsburg und wurde später noch zur Struktur Kohleck hin verbunden. Die Linie 125 führte von Kemating bei Lohnsburg in NW Richtung zum Anschluss an die Linie 9, erstreckt sich zur Gänze auf der Tiefscholle des Rieder Abbruchs und ergänzte die bisherigen Messungen in diesem Gebiet. Die Linie 129 war als Verbindungsprofil damals besonders wichtig, denn sie führte von Tumeltsham über die Struktur Ried nach Hohenzell, bog in eine südliche Richtung ein und verlief bei Eberschwang über den Hausruck bis Ampflwang.

Die aus mehreren Teilstücken bestehende Linie 126 sollte den komplizierten Verlauf des antithetischen Bruchs im Raum Steindlberg-Waldzell klären. Für die Klärung der strukturellen Verhältnisse war eines der dichtesten Messnetze der Molasse erforderlich. Vor allem der nördliche Abfall der Struktur Steindlberg war wegen des weit verbreiteten Auftretens von kräftigen Beugungswellen mit Unsicherheiten behaftet (Abb. 12).

Weitere vier Linien sind als Detailmessungen zur Abgrenzung der Struktur Ried angelegt worden. Eine weitere Linie sollte zur Klärung der strukturellen Verhältnisse des Raums östlich von Ried bis in das Trattnachal beitragen. Der Raum von Andrichsfurt wurde ebenfalls dichter vermessen, da sich kleinere Brüche abzeichneten, die eventuell interessante Strukturen ergeben hätten können. Eine

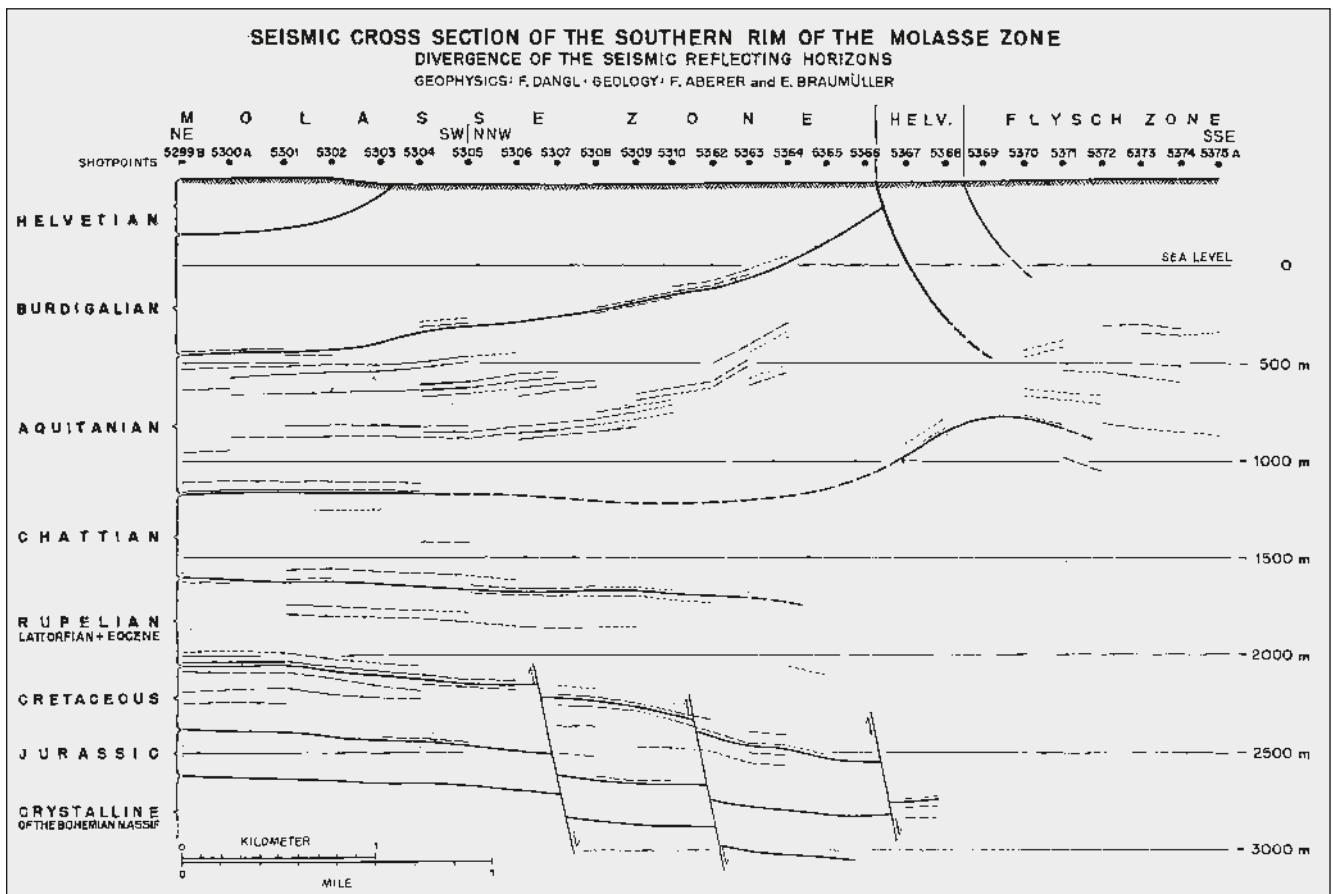


Abb. 13.
 Profil über den Südrand von Molasse, Helvetikum und Flysch (JANOSCHEK, 1959: 857, Fig. 6).

Linie, beginnend an der Konzessionsgrenze im Norden, verfolgte den Zweck, den Abfall des Untergrundes südlich von Riedau zu untersuchen. Eine andere Linie erstreckte sich mit ähnlicher Zielsetzung von Grieskirchen in WSW Richtung.

Mitte März 1958 erfolgte die Übersiedlung zum neuen Standort Attnang-Puchheim, von wo aus ein sehr diversifiziertes und anspruchsvolles Messprogramm von Übersichts- und Detailmessungen zur Ausführung gelangte. Die Messungen wurden mit der Linie 144 südlich Schwanenstadt begonnen, die über Steyrmühl bis vor Gmunden verlief. Da diese Linie einen Streifen Nordhelvetikum durchquerte und in der nördlichen, quartärbedeckten Flyschzone endete, war sie von besonderem geologischem Interesse. Die bis 120 m mächtige Mindel-Endmoräne war mit erheblichen Schwierigkeiten beim Bohren und Registrieren verbunden. Die Linie 146 begann ebenfalls südöstlich von Schwanenstadt, verlief bis nördlich Aurachkirchen in SSW Richtung, um sodann, dem Fluss folgend, bei Neukirchen zu enden. Dieses Profil war nicht nur wegen der Informationen über den Südschnitt der Molasse wichtig, sondern auch durch den Umstand, dass die Flyschzone zur Gänze bis zum Nordrand der Kalkalpen durchquert wurde. Für die Methodik der Datengewinnung in der Flyschzone war diese Linie von großer Bedeutung. Geologen und Geophysiker interessierten sich auch besonders dafür, ob, wie weit und mit welcher Struktur sich Molasse und autochthones Mesozoikum unter der Flyschzone nachweisen lassen (Abb. 13).

Eine dazwischen liegende, an einem Verbindungsprofil angeschlossene Linie 149 war wesentlich kürzer und endete zwischen Gmunden und Pinsdorf. Mit diesen Untersuchungen wurde sowohl bezüglich reflexionsseismischer Registrierung, als auch Interpretation weitgehend Neuland betreten und wichtige Erkenntnisse über den Bau der Flyschzone erworben.

In dieser Messperiode wurden auch ältere Linien weiter nach Süden bis an den Flyschrand und in die Flyschzone hinein verlängert, so die Linien 4, 22 und 87. Damit war ein erster Überblick über die strukturellen Verhältnisse des südlichen Randbereichs der Molasse zwischen Traun und Dürrer Ager geschaffen. Die Linie 148 verlief im Agerstal und endete südöstlich von Schörfling ebenfalls in der Flyschzone. Im Norden war sie über den Südtteil der Linie 32 an die Struktur Puchkirchen angeschlossen.

Einige Male mussten auf Grund der Ergebnisse der Auswertung Ergänzungen bei bereits bekannten Strukturen vorgenommen werden, um deren Bohrreife zu untermauern. So musste bei der Struktur Steindlberg-Lohsburg eine Reihe von kurzen Profilen gemessen werden, da sich zeigte, dass der antithetische Bruch einen wesentlich komplizierteren Verlauf besitzt als ursprünglich angenommen wurde. Zwei von Gaspoltshofen bis Attnang verlaufende Linien dienten dazu, eine gewisse Lücke im Messnetz nördlich von Attnang zu füllen.

Anfang Jänner 1959 war auch in der Oststeiermark die wichtige Aufschlussbohrung Übersbach 1 bei Fürstfeld beendet worden, so dass am 13. Jänner 1959 eine

Geophonversenkung durchgeführt werden konnte. Leider brachte die Bohrung außer geringen Öls Spuren kein positives Resultat, was den Optimismus hinsichtlich der Erwartungen in der oststeirischen Konzession dämpfte.

Nochmals in das Innviertel: Ried–Mattighofen–Ried (Februar 1959–Juni 1960)

Mitte Februar 1959 übersiedelte der Trupp wiederum nach Ried und begann die Messungen mit der Verlängerung einer Linie nach Utzenaich. Weitere Ergänzungen folgten, was zur Folge hatte, dass sich im Raum Utzenaich eine zwar kleine, aber durchaus interessante Struktur abzeichnete. Diese lag eindeutig auf der Hochscholle des großen präeozänen Rieder Abbruchs und ließ auch erkennen, dass nur ein geringmächtiges Mesozoikum vorhanden sein kann.

Der Raum Obernberg bildete ein noch weitgehend unerschlossenes Gebiet und war daher als Messgebiet ins Auge zu fassen. Es wurde daher die wichtige, längere Linie 164 gemessen, die nach Süden bis Kirchheim reichte. Weitere Linien sollten das Gebiet westlich von Auroldmünster–St. Martin klären. Eine weitere wurde hauptsächlich zwecks Anschluss an die Linie 9 im Süden gemessen.

Ab dem Frühjahr 1959 war das Messprogramm durch eine größere geografische Diversität gekennzeichnet. Der Grund dafür lag darin, dass die Tiefbohrung Ried 1 erfolgreich war, wodurch eine echte Trendwende eingeleitet wurde und somit weitere Messungen zur genaueren Abgrenzung der Struktur erforderlich waren. Tatsächlich wurden im Jahr 1959 noch die Bohrungen Ried 2 bis Ried 5 abgeteufelt. Der Aufschluss des Ölfeldes Ried mit seinen oftmals weniger als einen Kilometer voneinander entfernten Tiefbohrungen brachte auch für die Auswertung und Interpretation neue Erkenntnisse. Die Strukturkarte des Hauptreflektors der Tertiärbasis zeigte mit Zunahme der Messdichte ein immer unregelmäßigeres Bild der Linienführung. Dieses war eine Folge des Umstandes, dass der Ursprung der Tiefenberechnung der Schusspunkt war und laterale Änderungen der Durchschnittsgeschwindigkeiten nicht berücksichtigt wurden. Unsere deutschen Kollegen bezeichneten die Linienführung scherzhafterweise auch als „Salzburger Barock“. Die auf den geologischen Daten beruhende Strukturkarte „Top Eozän“ zeigte dagegen einen wesentlich glatteren Verlauf und bestätigte unsere Vermutungen über die Ursachen der unregelmäßigen Linienführung des seismischen Horizontes. Außerdem ist der Top der Struktur bei der Seismik gegen NW verschoben (Abb. 14).

Bei der im Jahr 1958 getesteten Struktur Steindlberg waren noch Fragen offen, die Ergänzungen verlangten. Diese erstreckten sich auch auf die Fortsetzung nach Osten in den Raum Waldzell hinein. Die genannten Gebiete sind durch ein dichteres Messnetz kurzer Linien geprägt.

Im Juni 1959 wurde bei der Tiefbohrung Steindlberg 2 und im August 1959 bei der – erfolglosen – Tiefbohrung Lohnsburg 1 jeweils eine Geophonversenkung durchgeführt. Schließlich wurden auch im Gebiet südlich von Obernberg, im Bereich der Gemeinden Senftenbach, Weilbach, Mehrnbach, Eitzing und Mörschwang im Innviertel einige ergänzende Profile gemessen.

Bei Pramet–Pattigham wurde im Mai/Juni 1959 eine Struktur gefunden, die im selben Jahr durch eine allerdings tro-

cken gebliebene Tiefbohrung getestet wurde. Die einzige längere Linie geht von der südlichen Flanke der Struktur Ried nach Süden über die Tiefbohrung Pattigham 1 hinweg und endet vor dem Anstieg zum Hausruck. Ende Juni 1959 wurde mit der wichtigen Verlängerung der Linie 124 nach Süden begonnen, wodurch die Strukturen Lohnsburg und Kohleck verbunden wurden.

Im Juni 1959 wurde auch der Raum zwischen der Struktur Ried und Lohnsburg–Pattigham verdichtet. Schließlich waren im Juni 1959 im Gebiet von Auroldmünster–Andrichsfurt kleinere Ergänzungen notwendig. Bei der Tiefbohrung Steindlberg 2 wurde am 23. Juni eine Geophonversenkung ausgeführt.

Diese Messserie erforderte große Flexibilität in der Planung, Messung und Auswertung. Denn daneben mussten auch noch parallel frühere Messserien reinterpretiert werden, so war beispielsweise im Sommer 1959 die Tiefbohrung Puchkirchen 4 beendet worden, womit der Aufschluss bei dieser komplexen Struktur vorläufig beendet war.

Im Juli 1959 übersiedelte der Trupp zum gut eingeführten Standort Mattighofen, wo die Büros kurzfristig in einem Einfamilienhaus nahe dem Lagerplatz eingerichtet werden konnten. Im westlichen Kobernauber Wald wurden die Linien 194, 195 und 196 gemessen. Dieses Gebiet war wegen der Topografie durchaus anspruchsvoll. Weiters wurde die Linie 55 von der Winterklause nach Norden zur Struktur Kohleck verlängert. Zu erwähnen ist, dass in dem rauen Gelände beim Frauschereck 150–175 m tiefe Schussbohrungen zur Durchörterung der Quarz-Kristallinschotter der Kohle führenden Süßwasserschichten notwendig waren, was mit erheblich geringeren Messleistungen verbunden war.

Am 24. August 1959 wurde bei der Tiefbohrung Lohnsburg 1, die zwar in der östlichen Fortsetzung des Ölfeldes Steindlberg gelegen, aber trocken war, eine Geophonversenkung gemessen. Ende August besuchte auch unser US-Referent Lewis R. Tucker den Trupp, wobei seine alte Verbundenheit deutlich zum Ausdruck kam. Er informierte sich eingehend über unsere Arbeit und äußerte seine volle Zufriedenheit. Zur Abklärung der westlichen Flanke der Struktur Kohleck wurde im September eine kürzere Linie 199 gemessen, die bei Seehöhen über 700 m bis zu 160 m tiefe Schussbohrungen erforderte.

Ende August 1959 übersiedelte der Trupp nach Ried zurück, wo bereits neue Aufgaben auf die Seismik warteten. Zunächst wurden einige Detailmessungen über das im Erschließungsstadium befindliche Ölfeld durchgeführt, unter anderem um den genauen Verlauf des Hauptbruchs festzulegen. Auch eine Verlängerung der Linie 133 nach Osten wurde durchgeführt, die über die Tiefbohrung Ried 8 führte. Diese war zwar erfolglos, aber von großem geologischem und heuristischem Wert. Die mit dieser Bohrung verbundenen Ergebnisse beleuchten auch das Verhältnis von Geologen und Geophysikern, das zwar herzlich und kollegial war, aber vor gegenseitiger Kritik nicht zurückscheute. Es sei daher gestattet, das damalige Ereignis kurz zu schildern.

Bei der ersten Analyse der Spülproben war kein Lattorf und Eozän (Fischschiefer, Lithothamnienkalk, Kalksandstein) gefunden worden. Es wurde daher die Vermutung geäußert, dass der Verlauf des antithetischen Bruchs, wie er von der reflexionsseismischen Auswertung dargestellt worden war, nicht stimmen würde und der Schichtaus-

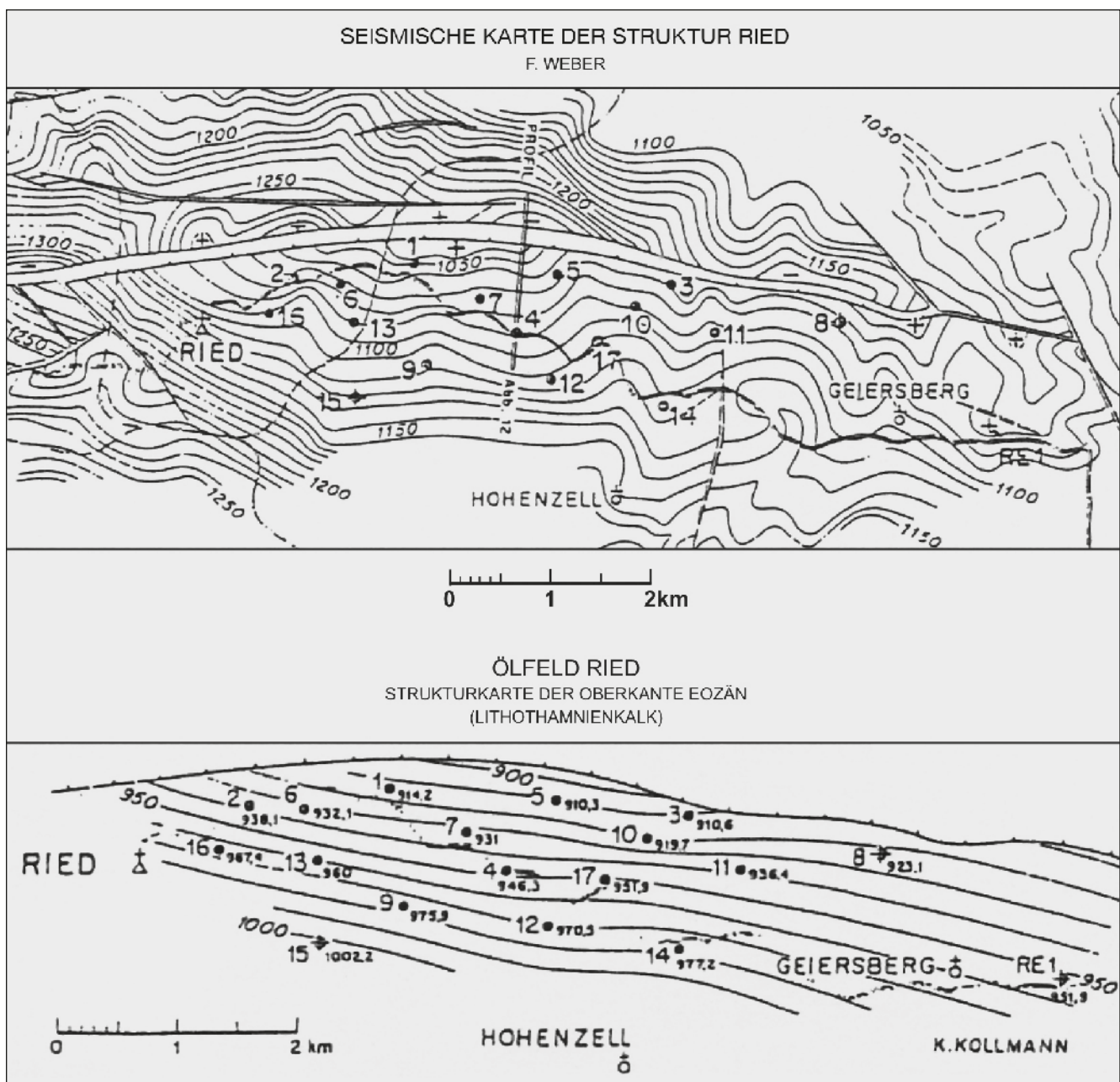


Abb. 14.
Vergleich der Seismischen Karte und der Strukturkarte Top Eozän beim Ölfeld Ried (JANOSCHEK, 1961: 172, Abb. 10, 11).

fall bruchbedingt wäre. Klarheit brachte jedoch bald die anschließende Bohrlochmessung. Diese zeigte eindeutig, dass zwar ein vollständiges, aber in der Mächtigkeit stark reduziertes geologisches Profil vorhanden war und die Karbonate außerdem dicht waren, so dass sie als Speicher nicht in Frage kamen. Bei nochmaliger genauerer Analyse wurden auch die fehlenden Gesteine in den Spülproben entdeckt, was natürlich von beiden Partnern, insbesondere bei den Geophysikern mit Befriedigung zur Kenntnis genommen wurde.

Die Untersuchung der südlichen Flanke und der östlichen Nachbarschaft des Ölfeldes Ried erforderte eine Anzahl von Detailprofilen, die unmittelbar ausgewertet, profil- und kartenmäßig dargestellt wurden, um bei der Festlegung der Bohrlokationen Berücksichtigung zu finden. Etwa ein Jahr später wurde dieses Gebiet durch die Bohrung Ried Ost 1 überprüft, die keine Kohlenwasserstoffe antraf. Auch

im Bereich der weiter nördlich befindlichen Struktur Utznaich wurde eine Verdichtung des Messnetzes durch zwei Linien vorgenommen. Weitere Profile wurden nach den Erfordernissen der Interpretation in der näheren und weiteren Umgebung von Ried im Oktober 1959 gemessen. Dadurch konnte die Fortsetzung des Rieder Antitheters nach Westen bestätigt und der Raum SW von Ried weiter verdichtet werden. Einen Wechsel zurück zur Struktur Kohleck brachte die Linie 199, welche die Verbindung mit den ebenfalls durch Tiefbohrungen getesteten Bruchstrukturen Lohnsburg-St. Johann herstellte.

Die im Dezember 1959 gemessene Linie 209 erstreckte sich auf einem Höhenzug des Kobernauber Waldes in annähernder W-E Richtung und benötigte wegen der mächtigen Quarzschotter bis 142 m tiefe Schussbohrungen. Die später im Bereich dieses Profils angesetzten Tiefbohrungen des kleinen Ölfeldes Kohleck rechtfertigten den hohen

Bohr- und Messaufwand auch aus erdölgeologischer Sicht.

Als eine besondere messtechnische Leistung ist die Linie 215 zu erwähnen, die N-S verlaufend durch das westliche Stadtgebiet von Ried gemessen wurde, was als Sprengseismik heute sicher nicht mehr möglich wäre. Im Jänner 1960 wurde alternierend an einer messtechnisch einfachen Linie, die östlich Pram beginnend nach Süden über Haag bis zum Anschluss an die alte Linie 6 bei Geboltskirchen verlief und einer anspruchsvollen Linie zur Abgrenzung der Struktur Kohleck in östliche Richtung gemessen.

Im Februar und März 1960 wurden im Gebiet Haag zwei SW-NE verlaufende Linien und südlich Pram ein W-E Profil gemessen, weiters ein Verbindungsprofil von Andrichsfurt nach Süden zum Detailmessgebiet Ried. Mehr regionale Bedeutung hat die 11 km lange Linie 229, da diese bei der Bohrung RE 1 beginnt und nach ESE über die Ausläufer des Haager Rückens bis in die Gegend NW von Gaspoltshofen verläuft. In den höher gelegenen Abschnitten der Linie waren bis 80 m tiefe Schussbohrungen erforderlich, die somit auch in einem weiteren Areal Informationen über den Robulus-Schlier brachten. Im Raum westlich von Hofkirchen-Aistersheim ist die längere Linie 228 hervorzuheben, die zusammen mit einigen kürzeren Profilen wertvolle Daten über den Bau des Untergrundes im Trattnachtal und dessen Umgebung lieferte.

Einen erneuten Wechsel des Messgebietes zur Struktur Kohleck brachte Mitte April 1960 die Linie 230, die auch deshalb erwähnenswert ist, da hier mit Bohrtiefen bis 262 m ein Tiefenrekord bei den Schussbohrungen aufgestellt wurde. Mitte Mai 1960 wurde mit der Linie 237 bei Frankenburg ein W-E verlaufendes Verbindungsprofil des Kobernauber Waldes mit dem Hausruck, das in höheren topografischen Bereichen zur Durchörterung der Schotter bis 160 m tiefe Schussbohrungen erforderte, gemessen. Diese Linie hatte eine ähnliche Funktion wie das südlich des Hobelsberges verlaufende Profil 22 und war insbesondere für den Verlauf der Oberkreidebrüche nützlich.

Als ein weiteres Beispiel für die Flexibilität, mit der Feldmessung und Auswertung kombiniert waren, darf eine Linie südlich Ried erwähnt werden, die zusammen mit der Verlängerung einer alten Linie bei Neuhofen im Mai 1960 abwechselnd mit

der schwierigen Linie 240 bei St. Johann/Walde gemessen wurden.

Eine gewisse regionale Bedeutung hatte damals auch die Linie 242 bei Wendling im nördlichen Konzessionsgebiet. Erforderlichenfalls wurden auch bereits gemessene Linien weiter verlängert, beispielsweise bei Haag/Hausruck im Juni 1960. Mitte Juni wurden zwei kurze Linien bei Sankt Georgen gemessen, um Klarheit über den Bauplan SW von Grieskirchen herzustellen.

Das Gebiet zwischen Ried Ost bis Grieskirchen und nach Süden bis über Atzbach hinaus war durch generell W-E streichende synthetische Brüche charakterisiert und damit für die Prospektion des Hauptreflektors nicht interessant. Lediglich bei Schwanenstadt deutete sich eine Hochzone an (Abb. 15).

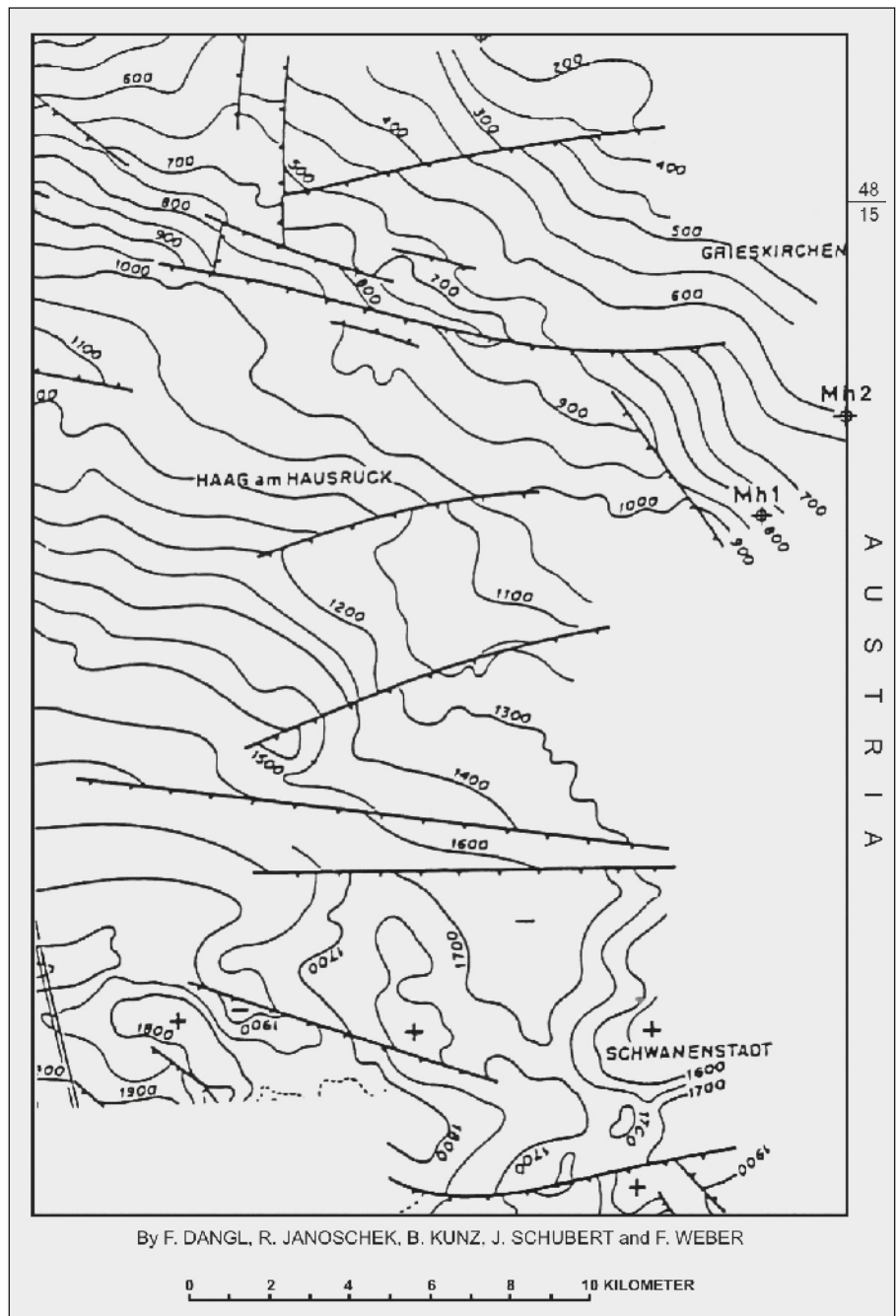


Abb. 15. Seismische Strukturkarte Top Eozän im Raum Grieskirchen-Schwanenstadt (Ausschnitt aus JANOSCHEK, 1959: 856, Fig. 5).

Damit war die Vielfalt der Messprofile im weiteren Raum von Ried vorläufig abgeschlossen und der Trupp übersiedelte Ende Juni nach Fürstenfeld in die Oststeiermark, wo bis 22. August 1960 detaillierte Messungen im gleichnamigen Teilbecken durchgeführt wurden.

Die Verlagerung des Schwerpunkts der Exploration in den östlichen Teil des Gebietes Attnang–Wels (August 1960–April 1961) und konzentrierte Detailmessungen in der Konzession Wels–Pettenbach (April 1961–Mai 1962)

Die Untersuchungen in der Molassezone wurden Ende August 1960 vom Standort Attnang-Puchheim aus fortgesetzt und konzentrierten sich in der Folge auf die Konzessionen Wels–Pettenbach und Bad Hall. Der Grund lag im Ergebnis der bisherigen Aufschlussstätigkeit. Im nördlichen und mittleren Abschnitt der Molassezone waren nur die beiden Ölfelder Ried und Puchkirchen ein wirtschaftlicher Erfolg, die beiden Strukturen Steindlberg und Kohleck waren nur kleine Strukturen, bzw. musste die Produktion nach relativ kurzer Zeit eingestellt werden und zehn abgebohrte Strukturen waren trocken oder zeigten nur Ölspuren.

Eine wichtige Neuerung fällt in die Anfangsphase dieser Messserie in Bezug auf die instrumentelle Ausstattung. Die bisher eingesetzte 16-kanalige analogeismische Apparatur entsprach nicht mehr dem Stand der Technik, und es wurde von den Geophysikern seit geraumer Zeit nachdrücklich auf die Notwendigkeit eines Ersatzes hingewiesen. Dies erfolgte durch die Anschaffung einer 24-kanaligen Magnetbandapparatur, zwar ein gebrauchtes Gerät, das von der Muttergesellschaft Mobil Oil/New York gekauft wurde. Im September 1960 konnte Friedrich Dangel dieses Gerät in Dallas übernehmen und nach einer kurzen Testphase den Transport nach Österreich veranlassen.

Als erstes wurde die lange Linie 245 in Angriff genommen, die insofern regionale Bedeutung hatte, als sie im Norden an die Bohrung Meggenhofen 1 angeschlossen war und nach Süden bis zur Traun bei Roitham verlief. Die teilweise über 80 m tiefen Schussbohrungen hatten in den mächtigen Atzbacher Sanden im Raum von Pennewang–Neukirchen häufig Spülungsverluste, die nach der Messung abzementiert wurden. Das Profil war auch für die stratigraphische Einordnung der nahe Willing gelegenen älteren Aufschlussbohrung Loots 1 nützlich.

Des Weiteren wurden Ergänzungsmessungen zur genauen Abgrenzung der Bruchstruktur Schwanenstadt, die bereits damals ein interessantes Bohrprojekt zu werden schien, durchgeführt. Dabei wurden bis Jänner 1961 in der näheren und weiteren Umgebung der Struktur fünf Linien gemessen.

Ab September 1960 wurde das Gebiet zwischen Ager und Alm, im Norden begrenzt etwa durch die Linie Lambach–Fischlham, mit einem Netz von Übersichtsmessungen überzogen. Dabei wurden beiderseits der Traun, zwischen Lambach und Steyrermühl, die beiden NNE–SSW ausgerichteten Profile 247 und 248, westlich der Alm die mit demselben Trend verlaufenden Linien 252 und 255 sowie die in W–E Richtung bei Schwanenstadt sich erstreckenden Profile 246 und 249, welche die erforderliche Verbindung herstellten, gemessen. Diese Linien wur-

den hauptsächlich in der Zeit von Oktober 1960 bis April 1961 registriert.

Nach Abschluss der Untersuchungen im Bereich der Struktur Schwanenstadt erfolgte erstmals Ende Dezember 1960 die Übersiedlung in das Winterquartier Wels, wo der Trupp bis Anfang April 1961 verblieb. Hier waren Fahrzeuge und Geräte in einer Volksfesthalle gut untergebracht und auch die Mannschaft genoss die Vorzüge des Lebens in einer größeren Stadt. Mit der 15 km langen Linie 258 wurde im Februar 1961 mit einem regionalen Profil, das sich vom Aiterbachtal südlich von Steinhaus bis nach Pettenbach im Süden erstreckte, ein weiterer Schritt nach Osten in Neuland getan. Mitte März 1961 erfolgte eine Unterbrechung der Messtätigkeit in der Konzession Wels–Pettenbach, da einige Profile im Raum Andrichsfurt nördlich von Ried zur genaueren Untersuchung einer Bruchstruktur ausgeführt wurden.

Am 10. April 1961 übersiedelte der Trupp nach Pettenbach, ein Standort, welcher der RAG bereits von den früheren Forschungsbohrungen wohlbekannt war. Dieser Aufenthalt dauerte bis Ende November 1961. Die Flexibilität der Arbeitsweise und Logistik wurde mit der Ende April 1961 bei den Linien im Raum Kohleck und bei der Linie 268 im Kobernauber Wald demonstriert. Die im Mai 1961 gemessene Linie 262 war für die Interpretation besonders wichtig, da dieses Profil im Norden bei Thalheim an die Reichsbohrung Wels 1 angeschlossen war und im Süden bis nahe an die Flyschgrenze östlich Pettenbach reichte. Außerdem wurde auf dieser Linie der Bruch von Voitsdorf aufgefunden.

Im Gebiet südlich von Wels hatte eine W–E verlaufende Verbindungslinie erhebliche Bedeutung für die Auswertung, da sie sich von Eberstallzell bis in das Kremstal erstreckte. Das Gebiet südlich von Eberstallzell bis zur Alm im Westen wurde im Juni/Juli 1961 durch die Linien 270–274 enger vermessen. Mit der Linie 275 wurde im Juli 1961 mit einem Profilschnitt der wichtige antithetische Bruch, an den das später erbohrte Ölfeld Voitsdorf gebunden ist, bestätigt. Diese Struktur wurde etwas später durch eine sich westlich der Krems von Kremsmünster bis Wartberg erstreckende Linie weiter untersucht. Eine weitere Detailierung erfolgte dann durch eine nur 1 km weiter westlich verlaufende Linie 282.

In den Monat August 1961 fällt auch die Vermessung der ca. 15 km langen Linie 278, die als N–S von Schmidling nach Süden verlaufendes Profil geologisches Neuland westlich von Wels erschloss. Der Verlauf der Struktur Voitsdorf nach Westen hin wurde mit der Linie 283 erkundet. Der südliche Abschnitt der Molasse und der nördliche Teil der angrenzenden Flyschzone wurden mit den Profilen 281, 284, 287 und 288, die sich generell in N–S Richtung erstreckten, untersucht. Als W–E verlaufende Verbindungsprofile waren im Raum Lindach–Vorchdorf die Linien 280, 285 und 286 angesetzt worden. Diese Profilerie wurde im Oktober/November 1961 gemessen.

Am 29. November 1961 übersiedelte der Trupp in das Winterquartier nach Wels und verblieb dort bis Anfang Mai 1962. Im Dezember 1961 wurde die südliche Flanke der als erdölgeologisch lohnenswert angenommenen Struktur Voitsdorf untersucht, anschließend konnte ein gut abgeklärter Bohrvorschlag erstellt werden. Gemäß der Einbeziehung der Auswertung in die Planung wurde bereits im November 1961 begonnen, wiederum an Problemen

des Raumes Schwanenstadt zu arbeiten. Es wurden dabei zwei ergänzende Linien östlich der Hauptstruktur gemessen und vor allem eine längere, sich von N–S erstreckende Linie im November 1961 begonnen, die von der Struktur Schwanenstadt bis nach Meggenhofen im Norden verlief.

Ab Ende Dezember 1961 wurde an zwei bedeutsamen Profilen gearbeitet, die den erst am Beginn der Prospektion stehenden Raum zwischen Wels und Lambach näher erkunden sollten. Es waren dies die Linien 295 und 296, die im Norden an die Linie 257 angeschlossen waren und nach Süden bis zur Traun (Linie 296), bzw. bis Steinerkirchen (Linie 295) reichten. Am 31. Dezember 1961 wurde bei der nicht fündigen Tiefbohrung St. Johann 1 eine Geophonversenkung durchgeführt.

Im Monat Februar 1962 wurde ein geografisch sehr unterschiedliches Messprogramm abgewickelt, das völlig von den Erfordernissen der Auswertung geprägt war. Begonnen wurde mit Ergänzungsmessungen in der westlichen Fortsetzung der Struktur Voitsdorf (Linie 297, 298), dann wurde die im Süden bei Schwanenstadt beginnende Linie 291 an die Profile im Norden bei Meggenhofen angeschlossen und schließlich wurde im NE der Konzession Wels, südlich von Weißkirchen–Allhaming, mit zwei Linien erdölgeologisches Neuland betreten.

Im März/April 1962 wurde bei der Planung des Messprogramms das Ausfüllen von Lücken im Messnetz und das Ergänzen mit kürzeren Profilen fortgesetzt, wobei insbesondere die vor der Erstellung des Bohrvorschlages stehende Struktur Schwanenstadt betroffen war. Erst die NE–SW streichende Linie 308 bei Steinerkirchen/Traun führte wieder zu einem längeren Profil über eine Bruchstruktur. Die Linien 310–313 dienten dazu, das Gebiet zwischen Eberstallzell und Kremsmünster detaillierter zu untersuchen. Damit war das Messprogramm in der Konzession Wels–Pettenbach Anfang Mai 1962 vorläufig abgeschlossen. Der Autor erstellte in der ersten Jahreshälfte 1963 eine umfangreiche Arbeit über die Verbreitung und den Bau der Oberkreide in der Molasse unter besonderer Berücksichtigung der präeozyänen Störungen.

Es ist damit insofern ein bedeutungsvoller Markstein in der Geschichte des einzigen reflexionsseismischen Trupps der Rohölgewinnungs AG gesetzt, da dieser ab Juni 1962 nur mehr als „Bobtail Crew“ von der Prakla-Seismos AG weiterbetrieben wurde. Von dieser wurden Bohrtrupp, Messtrupp, geodätische Vermessung und Verwaltung übernommen und ein Betriebsleiter beigelegt, bei der RAG verblieben neben den Geophysikern der Registrierer und der Permit Man. Diese Änderungen wurden von den betroffenen Mitarbeitern zwar nicht freudig begrüßt, aber als im Zug der Zeit liegend hingenommen. Mit den neu hinzugekommenen Mitarbeitern der Fa. Prakla, die fachlich bestens ausgewiesen waren, entwickelte sich in kurzer Zeit eine harmonische Zusammenarbeit und die seismischen Messungen wurden problemlos fortgesetzt.

Beiträge der Reflexionsseismik der RAG zur geowissenschaftlichen Grundlagenforschung in Österreich

Durch die Aktivitäten des seismischen Trupps sind als „Nebenprodukt“ auch beachtliche Beiträge zu anderen, außerhalb des Bereichs der unmittelbaren Erdölexplora-

tion gelegenen Fächern geleistet worden. Alleine aus den Schussbohrungen, die vielfach aus Gründen des besseren Energiedurchgangs bis in konsolidierte Schichten abgeteuft wurden, konnten für die geologische Landesaufnahme verwertbare Beiträge erbracht werden. Mit einem Schusspunktabstand von 250 m war dieses Netz auch genügend engmaschig, um etwa mit einer Aufschlusskarte eines alluvial bedeckten Gebietes einen Vergleich aufnehmen zu können.

Die Spülproben wurden regelmäßig genommen, in Kernkisten aufbewahrt und von den zuständigen Geologen (Ferdinand Aberer, Viktor Jenisch) ausgewertet. Diese Informationen waren besonders in den Gebieten mit mächtiger Moränenbedeckung wichtig, da die meisten Brunnenbohrungen den präquartären Untergrund nicht erreichten. Auch im Gebiet von Kohle führenden Süßwasserschichten konnten wichtige Ergänzungen zur Lithologie erbracht werden, was für die Prospektion nach Braunkohle und Industriemineralien genützt wurde. Die im Alpenvorland tätigen Quartärgeologen konnten die quantitativen Angaben über die Mächtigkeit von Moränen und Deckenschottern, das Relief des präquartären Untergrundes sowie lithologische Angaben bei ihren Arbeiten einbauen.

Großen Nutzen brachten die Daten der Schussbohrungen für die Hydrologie der untersuchten Gebiete. Im Zusammenhang mit der Bohr- und Sprengtätigkeit wurden zur Beweissicherung laufend Messungen der Grundwasserstände ausgeführt. In Gebieten mit dem Vorkommen von artesischen Wässern wurden Schüttung und Steighöhe bestimmt. Zu diesen Maßnahmen war man auch deshalb veranlasst, weil in manchen Gebieten, z.B. durch das Durchbohren der Grundwassersohle zu einer Absenkung des Spiegels bzw. zur Absenkung in ein tieferes Niveau, Wasserschäden entstanden waren, deren Beseitigung in der Folge kostspielige Sanierungsmaßnahmen wie Zementationen sowie Vertiefungen von Brunnen erforderte.

Auch für die geophysikalische Praxis außerhalb der Kohlenwasserstoffsuche konnten ansehnliche Erfahrungen gesammelt werden. Die Handhabung großer Sprengladungen, das Messen mit Geophongruppierungen zur Unterdrückung von Störwellen und neue Techniken, die nutzbringend auch bei tiefenreflexionsseismischen Messungen zur Lithosphärenforschung angewendet werden konnten. Übrigens wurde in Österreich, ebenso wie in anderen europäischen Ländern in den Fünfziger- und Sechzigerjahren des 20. Jahrhunderts versucht, durch Langzeitregistrierungen zur Moho-Forschung beizutragen. Bereits im Jahr 1956 hatte je ein Messtrupp der RAG und der ÖMV (heutige OMV) anlässlich der Sprengung der Untiefe des Schwallocks bei Persenbeug in der Donau versucht, Reflexionen aus der tieferen Lithosphäre zu registrieren.

Beiträge wurden auch zur Gesteinsphysik geleistet, da die in situ Geschwindigkeiten verschiedener, petrologisch gut bekannter Gesteine bestimmt werden konnten. In den verschiedenen geologischen Einheiten wurden auch Bohrungen vertieft und ein Aufzeitschießen mit kurzen Tiefenabständen durchgeführt; durch Vergleich mit den Geschwindigkeiten aus den ersten Einsätzen konnten in einem engmaschig vermessenen Gebiet auch Informationen über eine Geschwindigkeitsanisotropie gesammelt werden.

Entscheidende Beiträge der Reflexionsseismik erfolgten auf dem Gebiet der Regionalgeologie und Tektonik. In den

1950er Jahren wurde in der Bundesrepublik Deutschland eine Neubelebung einer gebundenen Tektonik versucht, mit der eine Autochthonie von Flysch und Kalkalpen bewiesen werden sollte. In Österreich dagegen hatte die Deckentheorie weitgehende Anerkennung gefunden. Ein indirekter, aber nicht minder überzeugender Beweis wurde für deren Richtigkeit bereits bei den ersten Profilen in den Jahren 1951/1952 erbracht, die diese tektonischen Grenzen erreicht oder überschritten hatten. Der Hauptreflektor an der Tertiärbasis konnte stets unter den Flysch hinein durchverfolgt werden, ebenso wie die Reflektoren der oligozänen Schichten. Die Basis der transgressiven Haller Serie dagegen stieg nach Süden an, so dass regional betrachtet dieses Schichtglied eine schüsselförmige Lagerung erkennen ließ. Die Flyschzone schien auf Grund des Falten- und Schuppenbaues eine andere Reflexionskonfiguration aufzuweisen, als die allgemein flacher einfallenden tertiären Reflektoren der Molasse. Somit konnten auch annähernd quantitative Angaben zur Mächtigkeit des Flysches gemacht werden.

Ein anderer Beitrag der Reflexionsseismik von grundsätzlicher Bedeutung betraf die Paläogeografie der unterhalb der Molasse gelegenen Schichtglieder. Die Verhältnisse der bayerischen Molasse (BÜRGL, 1948) konnten unschwer auf den Raum Oberösterreich extrapoliert werden und eine Gliederung der Hauptverbreitungsgebiete der Oberkreide in Teilbecken, der Mächtigkeiten und des geologischen Baus vorgenommen werden. Besonders erfolgreich war die Reflexionsseismik bezüglich der Bruchtektonik der Oberkreide, die erstmals 1952 beim großen Rieder Abbruch gelang. Es wurde erkannt, dass diese Brüche, die eine Sprunghöhe bis über 900 m aufwiesen, präteriärer Entstehung sein müssen, da sie sich nicht in den Hauptreflektor an der Tertiärbasis fortsetzen. Auch der, meist NNW–SSE gerichtete Verlauf der Störungen konnte mit dem zunehmenden Ausbau des Messnetzes immer besser nachgewiesen werden. Von KOLLMANN & MALZER (1980) wurden diese Brüche mit guten Argumenten als rechtslaterale Blattverschiebungen definiert. Die Grenze Jura/Kreide war durch einen Reflektor erster Ordnung gekennzeichnet. Wie auch später durch die Geophonversenkungen bewiesen werden konnte, zeichnen sich die Malmkarbonate durch die höchsten Geschwindigkeiten (bis 6.000 m/s) aus. Nicht immer eindeutig reflexionsseismisch erkennbar war die Kristallinoberkante. Dies war nicht nur auf die oftmals große Tiefenlage zurückzuführen, sondern auch auf Einflüsse, wie unterschiedliche Tiefeneindringung und Wirksamkeit der Verwitterung.

Transgredierende Schichten sind bei zufriedenstellender Reflexionsqualität einfach durch die Winkeldiskordanz nachzuweisen, so dass Transgressionen, wie z.B. an der Basis der Haller Serie, bereits in einem frühen Stadium der reflexionsseismischen Übersichtsmessungen aufgefunden und regional korreliert werden konnten. Die Auffindung von Gassanden in der miozänen-oligozänen Schichtfolge hatte bedeutende Auswirkungen auf die seismische Datenverarbeitung und die Interpretation. Nunmehr kamen als neue Arbeitsschwerpunkte seismofazielle Analysen hinzu, mit denen die stratigrafischen und lithologischen Kohlenwasserstofffallen zu erforschen waren.

Die weitere Geschichte des Messtrupps Prakla-RAG

Die Prakla-Seismos stellte nach der Übernahme den Truppleiter und den Oberbohrmeister, beides erfahrene Fachleute. Da die Planung der Messungen weiterhin durch die RAG erfolgte, änderte sich am alltäglichen Betrieb wenig. Die Truppstandorte wechselten weiterhin in längeren oder kürzeren Intervallen, je nach den Erfordernissen der Exploration, wobei sich ein deutlicher Schwerpunkt in den östlichen und südlichen Abschnitten der Konzessionen herauskristallisierte. An neuen, bisher noch nie in Anspruch genommenen Standorten sind Vorchdorf, Vöcklamarkt und St. Georgen im Attergau zu nennen.

Im Winter 1963 erfolgte die einzige stattgefundene Einstellung des Messbetriebes. Der Trupp war Ende Jänner 1963 nach Feldbach übersiedelt, um dort Ergänzungsmessungen auszuführen. Auf Grund der lang andauernden extremen Kälte und der Schneeverwehungen sank die Leistung derart, dass eine Rückübersiedlung in die Konzession Wels, wo bessere Arbeitsbedingungen herrschten, notwendig wurde.

Von der Auflassung der Zweigniederlassung Salzburg, die bereits im Herbst 1961 erfolgte, war auch der seismische Trupp teilweise betroffen. Die Archivierung der Aufnahmen erfolgte nunmehr in Ried/Innkreis, zwei Geophysiker (Bruno Kunz, Johann Schubert) übersiedelten nach Wien, wo in der Zentrale Räumlichkeiten für die Geophysik bereitgestellt wurden. Schubert war auch ein Jahr lang in Libyen tätig.

Einen Einschnitt bedeutete die Übernahme der Registrierung durch die Prakla-Seismos im Sommer 1968, die mit einem Übergang zur Digitalseismik verbunden war. Es kam fortan eine DFS II Messapparatur zum Einsatz. Die verbliebenen Geophysiker wurden nach Wien versetzt. Der Autor war bereits im Juli 1963 in den wissenschaftlichen Dienst der Oberösterreichischen Landesregierung gewechselt, unser bewährter Registrierer Franz Hame schied leider ganz aus der Geophysik aus.

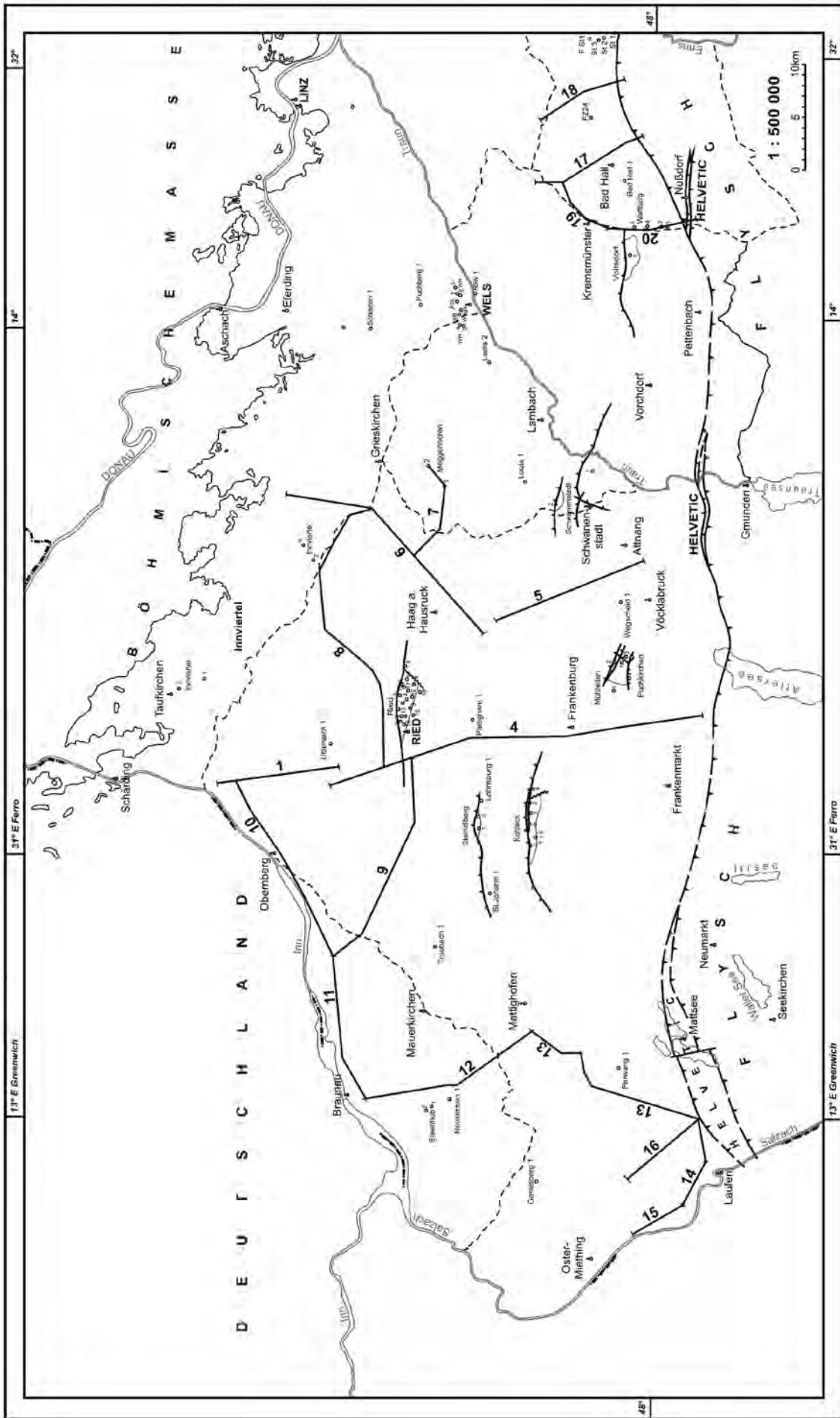
Die seismische Datenverarbeitung erfolgte nunmehr in Hannover und die Geophysiker waren gemeinsam mit Geologen der RAG für die Auswertung und Interpretation zuständig und verantwortlich. Der Vollständigkeit halber ist ein weiteres wichtiges Ereignis zu erwähnen, nämlich die Einführung des Vibroseis-Verfahrens im Jahr 1972. Damit war auch der Bohrtrupp überflüssig, was auch hier zu personellen Änderungen führte.

Dank

Für wertvolle Ratschläge und finanzielle Unterstützung wird Vorstandsdirektor Kurt SONNLEITNER (Rohöl-Aufsuchungs AG) aufrichtig gedankt. Werner TSCHLAUT und Karl MILLAHN wird für Diskussionen zur Straffung des Manuskriptes und zur Verfügungstellung von Infrastruktur gedankt. Ludwig LANZENBACHER und Ferdinand DOSTI haben aus ihrer langjährigen Erfahrung beim seismischen Trupp viele Daten, Informationen und Ergänzungen beigesteuert, wofür bestens gedankt wird. Herrn Martin SCHACHINGER sei für kritische Korrekturen des Manuskriptes gedankt.

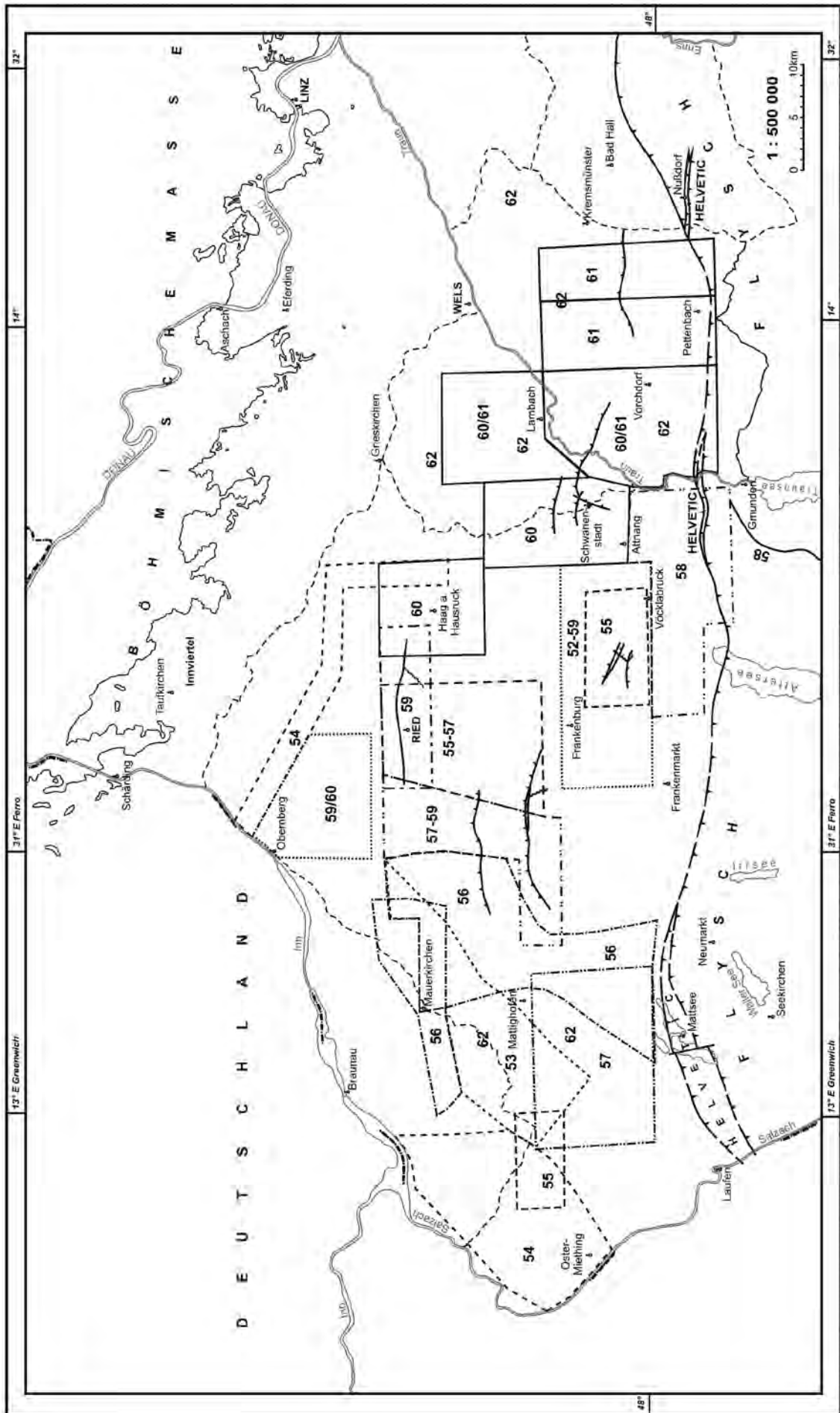
Tafel 1

Reflexionsseismische Linien 1951/1952. Erarbeitet unter Verwendung von Unterlagen der RAG.



Tafel 2

Kerngebiete der Messperioden. Erarbeitet unter Verwendung von Unterlagen der RAG.



Literatur

- ABERER, F. (1958): Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **50** (1957), 23–93, Wien.
- ABERER, F. (1962): Bau der Molassezone östlich der Salzach. – Z. Deutsch. Geol. Ges., **113**, 266–279, Hannover.
- ABERER, F. & BRAUMÜLLER, E. (1947): Die miozäne Molasse am Alpenstrand im Oichten- und Mattigtal nördlich Salzburg. – Jb. Geol. B.-A., **92/1+2**, 129–146, Wien.
- BRAUMÜLLER, E. (1959): Der Südrand der Molassezone im Raume von Bad Hall. – Erdöl-Z., **75**, 122–130, Wien–Hamburg.
- BRAUMÜLLER, E., DIWALD, O. & LANIK, R. (1985): Die Geschichte einer Erdölgesellschaft. – Rohöl-Aufsuchungs Ges.m.b.H., 61 S., Wien.
- BREYER (1959): Attempts at Geological Interpretation of Reflection-Seismic Measurements in the Folded Molasse of Bavaria. – International Geology Review, **1/6**, 1–10. DOI:10.1080/00206815909473417
- BREYER & DOHR (1959): Betrachtungen über den Bau der gefalteten Molasse im westlichen Bayern mit Beziehung auf das Molasse-Vorland und die angrenzenden Teile der Alpen auf Grund geophysikalischer Untersuchungen. – Erdöl und Kohle, **12**, 315–323, Hamburg.
- BÜRGL, H. (1948): Der Untergrund der Molasse im bayerisch-österreichischen Grenzgebiet. – Jb. Geol. B.-A., **93**, 129–139, Wien.
- BÜRGL, H. (1949): Zur Stratigraphie und Tektonik des oberösterreichischen Schliers. – Verh. Geol. B.-A., **1946/10–12**, 123–151, Wien.
- CLASEN, G. & DOHR, G. (1957): Reflexionsseismische Messungen in der gefalteten Molasse Oberbayerns. – Z. d. Deutsch. Geol. Ges., **109**, 612–623, Hannover.
- JANOSCHEK, R. (1959): Oil Exploration in the Molasse Basin of Western Austria. – Proceedings of the Fifth World Petroleum Congress, Section 1, June 1–5 1959, 849–864, New York.
- JANOSCHEK, R. (1961): Über den Stand der Aufschlussarbeiten in der Molassezone Oberösterreichs. – Erdöl-Z., **77**, 161–175, Wien–Hamburg.
- KOLLMANN, K. & MALZER, O. (1980): Die Molassezone Oberösterreichs und Salzburgs. – In: BACHMAYER, F. (Hrsg.): Erdöl und Erdgas in Österreich, 179–201, Wien.
- KUNZ, B. (1957): Geophysikalische Methoden. – In: BACHMAYER, F. (Red.): Erdöl in Österreich. – 22–27, Wien.
- KUNZ, B. (1966): Das seismische Bruchproblem in der Molasse. – Erdöl-Erdgas-Z., **82/5**, 185–188, Wien–Hamburg.
- LEMCKE, K. & TUNN, W. (1956): Tiefenwasser in der süddeutschen Molasse und in ihrer verkarsteten Malmunterlage. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., **25**, 35–56, Basel.
- NATHAN, H. (1949): Geologische Ergebnisse der Erdölbohrungen im Bayerischen Innviertel. – Geologica Bavarica, **1**, 1–68, München.
- PETRASCHEK, W. (1924): Die Gegend von Taufkirchen im oberösterreichischen Innkreis und das dortige Erdölvorkommen. – Berg- und Hüttenmänn. Jb., **72/3**, 49–54, Leoben.
- REICH, H. (1947): Seismische Probleme im Alpenvorland. – Verh. Geol. B.-A., **1945**, 55–66, Wien.
- REICH, H. (1949): Geophysikalische Probleme im bayrisch-schwäbischen Donaauraum. – Erdöl und Kohle, **2/3**, 81–87, Hamburg.
- TUCKER, P.M. (1980): Memorial. Lewis Robert Tucker 1907–1979. – Geophysics, **45/6**, 1113, Tulsa.
- SCHAFFER, F.X. & GRILL, R. (1951): Die Molassezone. – In: SCHAFFER, F.X. (Hrsg.): Geologie von Österreich. – 2. Aufl., 694–761, Wien (Deuticke).
- VEIT, E. (1963): Der Bau der südlichen Molasse Oberbayerns auf Grund der Deutung seismischer Profile. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., **30/78**, 15–52, Zürich.
- WEINBERGER, L. (1950): Gliederung der Altmoränen des Salzachgletschers östlich der Salzach. – Z. f. Gletscherkunde u. Glazialgeol., **1**, 176–186, Innsbruck.

Eingelangt: 25. Oktober 2012, Überarbeitet: 23. Juli 2013, Angenommen: 2. September 2013