

# Refraktionsseismische Messungen im Murtal südlich Leibnitz

Von HEINRICH HÖNIG \*)

Mit 3 Abbildungen

Schlüsselwörter

Refraktionsseismik  
Murtal  
Leibnitzer Feld  
Tertiär  
Quartär

Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blatt 207

## INHALT

Zusammenfassung . . . . .	241
1. Einleitung . . . . .	241
2. Geologischer Rahmen . . . . .	242
3. Bodenaufschlüsse . . . . .	244
4. Ergebnisse der Refraktionsseismik . . . . .	244
4.1. Geschwindigkeitsverhältnisse im Quartär . . . . .	244
4.2. Geschwindigkeitsverhältnisse im Tertiär . . . . .	244
4.2.1. Testmessungen . . . . .	244
4.2.2. Geschwindigkeitsinversion . . . . .	244
4.3. Darstellung der Ergebnisse . . . . .	245
4.4. Reißfestigkeit . . . . .	245
5. Ausblick . . . . .	247
Literatur . . . . .	247

### Zusammenfassung

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse für eine Kraftwerksanlage südlich von Leibnitz wurden einige Bohrungen durch refraktionsseismische Messungen ergänzt. Die aufgefundenen Leithakalke weisen bemerkenswert hohe Schallgeschwindigkeiten von über 4000 m/s auf, woran sich weitere Folgerungen und Anregungen knüpfen.

### 1. Einleitung

Am Fuße des Rosenberges südlich Leibnitz liegt die Sulmmündung im breiten Gürtel des Auwaldes versteckt (Abb. 1). Zur Erkundung des Baugrundes für ein Laufkraftwerk an der Mur wurden mehrere Rotations- und Schlagbohrungen angesetzt und ergänzend ein Netz refraktionsseismischer Profile darübergelegt. Trotz des besonders seicht liegenden, tertiären Refraktors ergab sich ein hoher Sprengstoffbedarf, da die stellenweise verhältnismäßig mächtige, oberste Lockergesteinsschicht (Auesand) sehr dämpfend wirkte.

In den Ergebnissen spiegelt sich sowohl die Problematik der Auswertung, In-

\*) Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Dr. HEINRICH HÖNIG, Institut für Technische Geologie, Petrographie und Mineralogie, Technische Universität Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz.

homogenitäten des Untergrundes in geeigneter Weise zu erkennen und zu unterdrücken, als auch die fazielle Vielfalt der tertiären Sedimentation.

## 2. Geologischer Rahmen

Etwa 4,5 km nordwestlich des Kraftwerksgeländes tritt das paläozoische Schiefergebirge der Sausalschwelle im Bergsporn des Seggauberges auf. Gegen Osten und Südosten verschwinden die Schiefer unter tertiärer Bedeckung, an der Sulmmündung wäre nach P. BECK-MANNAGETTA, 1968 bereits mit einer Tiefe von etwa 200 m unter Gelände zu rechnen.

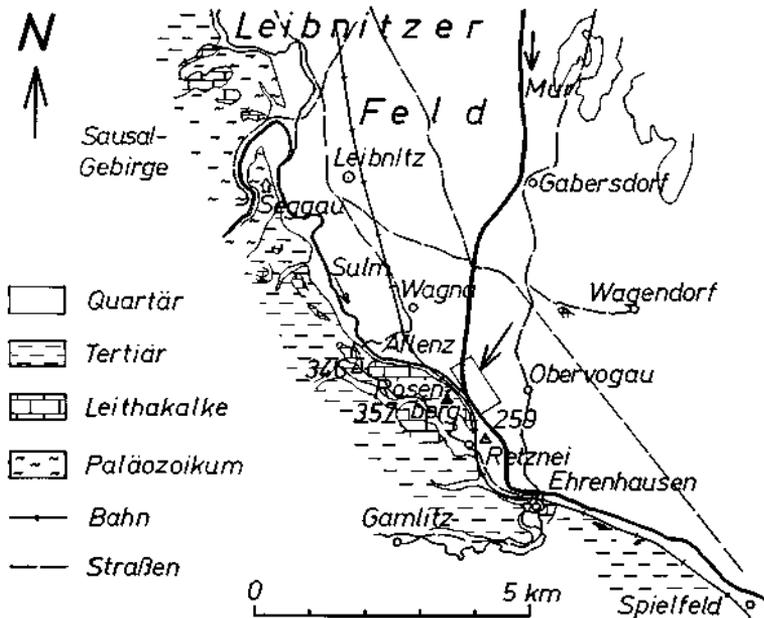


Abb. 1: Lageplan und vereinfachte geologische Übersicht (nach H. BEER, 1953 und E. FABIANI, 1971)

Die marinen Ablagerungen des „Steirischen Schliers“ werden nach K. KOLLMANN, 1965, 507 dem Karpatium zugerechnet. Es handelt sich in der Hauptsache um gut geschichtete, graue Tonmergel, wie sie etwa bei der Ziegelei in Wagner auftreten.

Darüber liegt eine wechselnde Folge jüngerer Sedimente des Badeniums in Form von Leithakalkbildungen, Tegeln und Sanden. Ihr Einsatz erfolgt z. T. mit Diskordanz als Folge der Schlierfaltung, z. T. auch ohne Sedimentationsunterbrechung. So läßt sich der Gamlitzer Tegel ohne genaue Untersuchung nicht vom liegenden Schlier unterscheiden (H. BEER, 1953, 34).

Bei der Lebringer Murbrücke beginnt die basale Entwicklung mit Leithakalken allerdings unmittelbar über dem paläozoischen Diabas (G. KOPETZKY, 1957, 13). Sie treten murabwärts noch an mehreren Stellen, vor allem aber in der Schottergrube Wagner zutage.

Der Bereich des Rosenberges ist durch mehrere tektonische Bewegungen gekennzeichnet, wobei das jüngere Bruchsystem zu einer Zerlegung der Leithakalke mit vertikaler Bewegungsrichtung führte. Daraus ergibt sich in Verbindung mit dem Rechtsdrängen der Mur (A. WINKLER — v. HERMADEN, 1955) eine Unterschneidung des Osthanges mit erhöhter Rutschanfälligkeit.

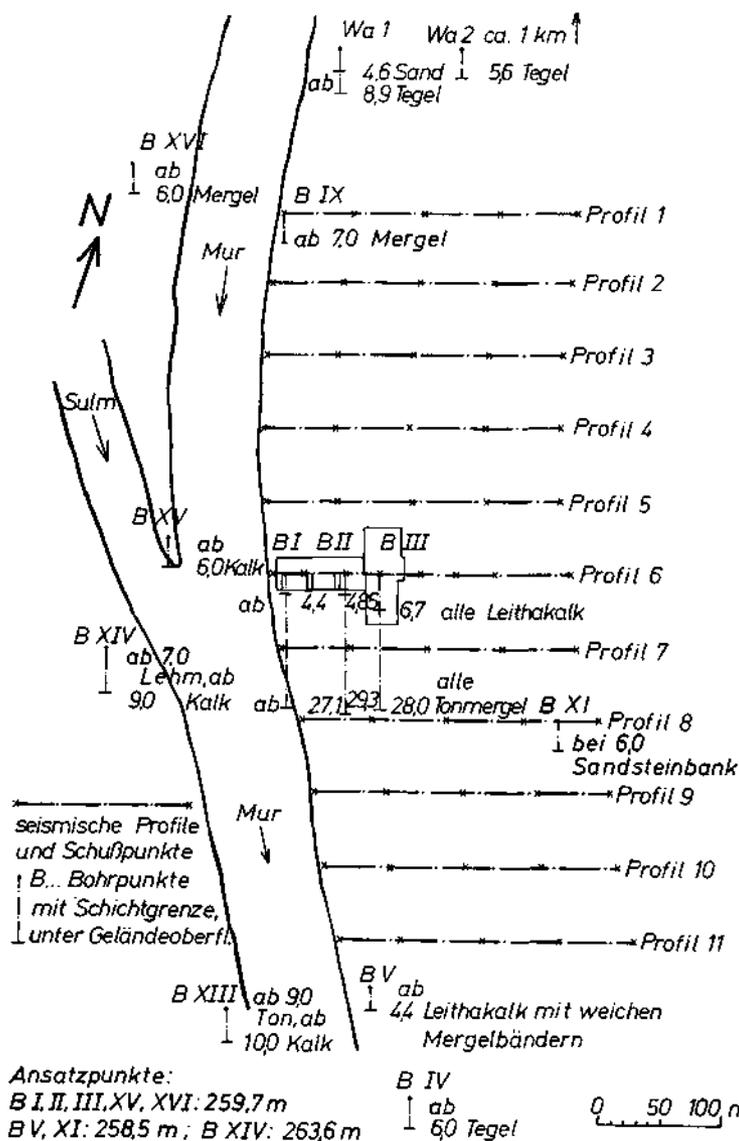


Abb. 2: Bohrpunkte und seismische Profile

Im Talboden erschweren quartäre Schotter weitere Beobachtungen. Zwischen Gabersdorf und Spielfeld erreichen die würmeiszeitlichen Ablagerungen nach E. FABIANI, 1971 Mächtigkeiten von 3 bis 6 Meter, im Bereich von Rinnen etwas mehr. Den Abschluß bilden locker gelagerte, rezente Auesande.

### 3. Bodenaufschlüsse

Überraschenderweise förderten die ersten Bohrungen nach wenigen Metern Schotter nicht wie erwartet Tonmergel, sondern Leithakalk zutage. Somit sitzt die gesamte Kraftwerksanlage auf einem Leithakalkriff. Seine Festigkeit erlaubt eine Verankerung der Wehranlage gegen den Wasserdruck der aufgestauten Mur. Dies führt im Vergleich mit einer reinen Schwergewichtsausführung zu wirtschaftlichen Vorteilen.

Ein Bild von den Ansätzen und Ergebnissen der Bohrungen liefert Abb. 2. Demnach variiert die Mächtigkeit des Quartärs zwischen 4,4 m in Bohrung V und 7,0 m in den Bohrungen IX, X und XIV. Darunter erscheint die breite Skala der tertiären Sedimentation mit allen Übergängen von Leithakalk zu Tonmergel und Sandstein. Einzelheiten sind bei H. KESKIN, 1975 dargestellt.

Durch ein Netz refraktionsseismischer Profile sollten eine bessere Übersichtlichkeit über die komplexe Ausbildung der tertiären Lithologie erzielt und die Einzelergebnisse der Bohrungen zu einem Gesamtbild verbunden werden. Die Anlage der Meßprofile ist ebenfalls aus Abb. 2 ersichtlich.

### 4. Ergebnisse der Refraktionsseismik

#### 4.1. Geschwindigkeitsverhältnisse im Quartär

Bei zu geringer Schichtmächtigkeit kommt es im allgemeinen zu keiner Ausbildung eines eigenen Geschwindigkeitsastes für die betreffende Schicht. Dies gilt besonders für die grundwassererfüllten Schotter. Im Meßgebiet läßt sich eine Zweiteilung der quartären Sedimente in locker gelagerten Auesand mit 300 m/s und Murschotter mit durchschnittlich 900 m/s feststellen. Kontrollmöglichkeiten bestehen an den Bohrpunkten.

#### 4.2. Geschwindigkeitsverhältnisse im Tertiär

##### 4.2.1. Testmessungen

Im tertiären Refraktor war eine breite Streuung der Geschwindigkeitswerte zu beobachten. Es wurden daher zuerst Testmessungen im Steinbruch Retznei ange-setzt, um die Geschwindigkeiten im Anstehenden zu messen.

Für den Leithakalk ergab sich dabei eine als besonders hoch zu wertende Geschwindigkeit von 4100 m/s. Derartige Werte weisen sonst nur die harten, paläozoischen Kalke des Grazer Berglandes auf.

Für den Tonmergel betrug die Geschwindigkeit im Anstehenden 2100 m/s, das ist ein Wert, der auch von H. SEELMEIER und H. HÖNIG, 1974 durch Messungen in Werndorf bestätigt wird.

##### 4.2.2. Geschwindigkeitsinversion

Aus den hohen Werten im Steinbruch Retznei läßt sich ableiten, daß in vielen Fällen, bei denen Leithakalk über paläozoischem Schiefer transgrediert, Schwierigkeiten bezüglich der Auswertung tiefer reichender, refraktionsseismischer Messungen auftreten. Für die Phyllite im Untergrund des Mur- und Stiefingtales wurden von

F. WEBER, 1973, 246 Geschwindigkeitswerte zwischen 3100 m/s und 3800 m/s gemessen. Es tritt hierbei das Problem der Geschwindigkeitsinversion auf, wodurch die prinzipielle Anwendbarkeit der Refraktionsseismik in Frage gestellt ist. In der Seismik muß vorausgesetzt werden, daß die jeweils tiefere Schicht auch schallhärter ist, weil sonst eine Brechung der Schallwelle zurück an die Oberfläche nicht möglich wird.

Derartige Lagerungsverhältnisse ergeben an der Grenze Leithakalk gegen Paläozoikum eine Brechung in den Schiefer. Bestenfalls könnte daher die Geschwindigkeit für den Leithakalk bestimmt werden, während die Geschwindigkeit für das Paläozoikum nicht als eigener Laufzeitast in Erscheinung treten kann.

Gleiches gilt für die tertiären Tonmergel und Sandsteine, die im Bereich der Altenmarkter Schleife südwestlich Leibnitz nach F. WEBER, 1976, 26 Geschwindigkeiten zwischen 2500 und 2700 m/s aufweisen. Folglich ist beim Auftreten von Leithakalken stets mit einer Verzerrung beim Auswerten refraktionsseismischer Messungen aufgrund der Geschwindigkeitsinversion zu rechnen, weil sie in Abhängigkeit von ihrer lithologischen Ausbildung und damit von ihrer Schallhärte in Verbindung mit den darunterliegenden Sedimenten als Sperrschicht wirken.

Die extremen Werte von Retznei gelten strenggenommen nur für den Nulliporenkalk des Steinbruches. Es gibt bestimmt in weiter Verbreitung wesentlich langsamere Leithakalkbildungen mit allen Übergängen zum Tonmergel, doch deuten die vorgenommenen Testmessungen darauf hin, daß im Bereich Obervogau derart hohe Geschwindigkeiten glaubhaft sind.

#### 4.3. Darstellung der Ergebnisse

Abbildung 3 zeigt alle 11 Profile mit den zugehörigen Geschwindigkeitswerten und Schichtmächtigkeiten. Durch die Darstellungsweise, die Profile in die Zeichenebene zu klappen, ergibt sich ein übersichtliches Bild des von der Seismik ermittelten und durch Kontrollbohrungen bestätigten Aufbaues des Untergrundes. Augenfällig ist das Kalkriff, im zentralen Teil der Abbildung, auf dem das Kraftwerk steht und dessen Oberfläche schwach geneigt nach Süden abtaucht, von Tonmergeln überlagert. Auch gegen Osten ergibt sich ein Übergang zu Tonmergel.

Einzelne Abschnitte im Norden des untersuchten Gebietes weisen Geschwindigkeiten zwischen 1700 und 1800 m/s auf. Es wird sich hierbei um Grobsand oder verlehnten Sand handeln, entsprechend den Ergebnissen der Bohrungen Wa 1 und Wa 2.

Am tiefsten reichen die Bohrungen I bis III. Bei ihnen tritt 28–29 m unter Gelände, d. h. nach einer Überlagerung durch 24 m Leithakalk, wieder Tonmergel auf. Sie lassen sich mittels Refraktionsseismik nicht entdecken. Ihre Darstellung ist deshalb in den Profilen der Abbildung 3 unterblieben, soweit aufgeschlossen, kann ihre Verbreitung aus Abbildung 2 ersehen werden,.

Stellenweise wurden auch dünne Sandsteinlagen mit einer Stärke von weniger als 0,5 Meter angefahren. Sie sind sehr hart, wodurch es auch hier zur Geschwindigkeitsinversion und Verfälschung der Meßergebnisse kommt, allerdings in weitaus geringerem Maße.

Auch vom Gesamtkonzept abweichende Ergebnisse, wie etwa die Mächtigkeit des Quartärs von etwas mehr als 9 m beim Westende des Profiles 9, müssen mit Vorsicht taxiert werden.

#### 4.4. Reißfestigkeit

Der Abtrag von Tonmergel kann neben Sprengen auch noch durch Aufreißen bewältigt werden. Bei diesem Verfahren werden an schwere Schubraupen große Stahlzähne montiert und das Gestein ähnlich wie mit einem Pflug schichtenweise

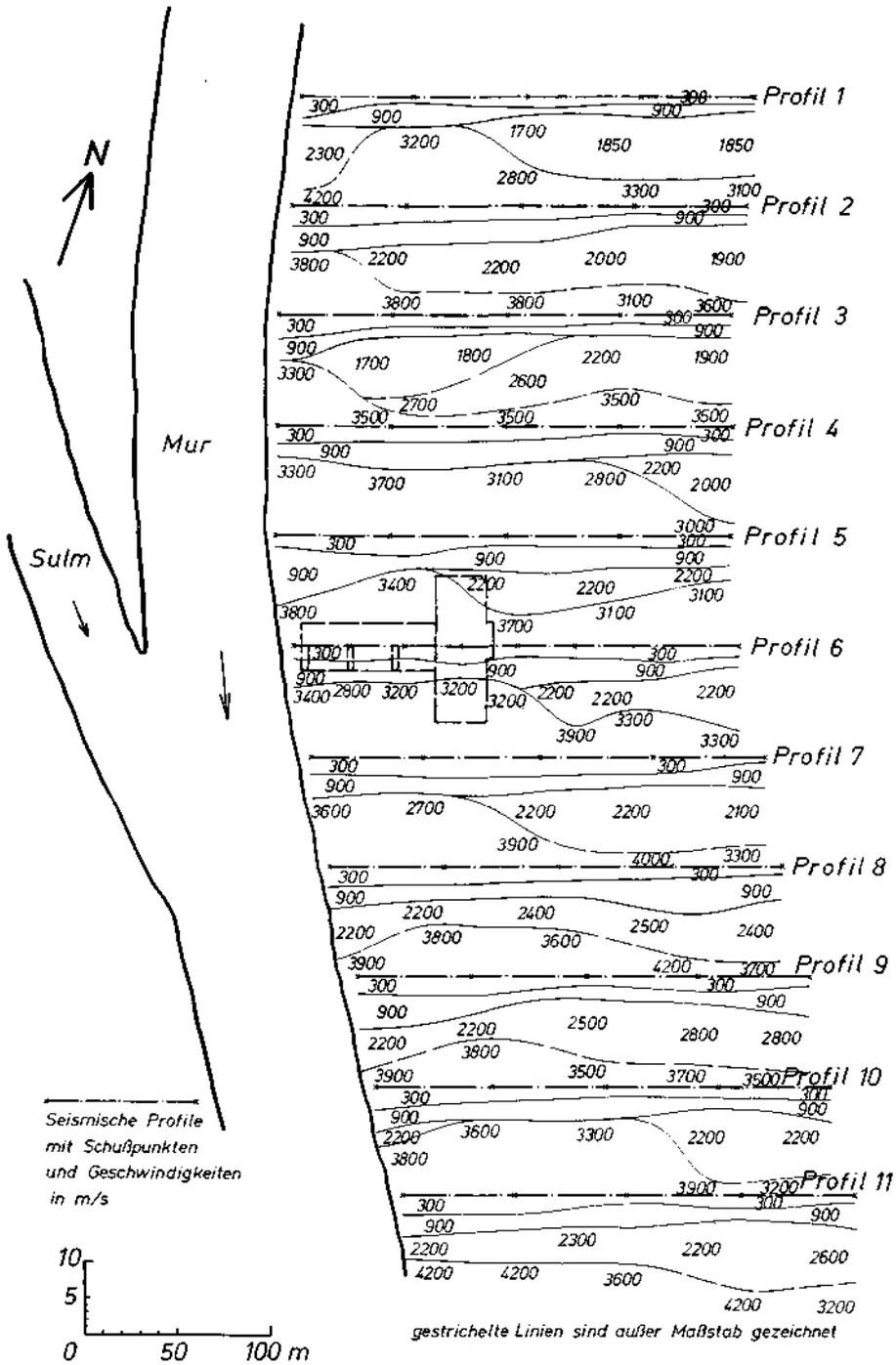


Abb. 3: Geschwindigkeitsverhältnisse und Schichtmächtigkeiten

aufgelockert. Der wirtschaftliche Einsatz des Aufreißers hängt neben der Gesteinsfestigkeit auch vom Zerrüttungsgrad und der Schichtmächtigkeit ab. Ein Maß ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Kompressionswelle.

Als unmittelbare Folge der refraktionsseismischen Messungen ergibt sich eine Fülle von Geschwindigkeitswerten, aus denen auch Hinweise auf die Reißbarkeit der Leithakalke und Tonmergel abgeleitet werden können.

So lassen sich Tonschiefer noch bis zu 2000 m/s reißen. Zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit können Tandemfahrzeuge eingesetzt werden, d. h. in noch härteren Schichten schiebt ein zweites Raupenfahrzeug mit. Die gerissene Gesteinsmenge steigt durch dieses Verfahren unter Umständen um ein Mehrfaches. In jedem Falle sind für solche Arbeiten Versuche erforderlich. Liegen erst einmal für eine Region Erfahrungswerte vor, so kann auch eine Prognose für nachfolgende Projekte erstellt werden. Allerdings verhindert Leithakalk dieser Härte jede weitere Diskussion.

## 5. Ausblick

In Verbindung mit den ausgeführten Bohrungen ergab sich aus dem Netz der refraktionsseismischen Profile eine verbesserte Einsicht in die wechselhaften Ablagerungsverhältnisse vor allem im erweiterten Bereich der gesamten Kraftwerksanlage. Um die stark streuenden Geschwindigkeitswerte geologischen Schichtgliedern zuordnen zu können, sind allerdings, so wie hier, ausreichende Anschluß- und Kontrollbohrungen unerlässlich.

Hinsichtlich einer späteren Bearbeitung der Bohraufschlüsse von kompetenter geologischer Seite gerade dieses Bereiches könnten sich verbesserte stratigraphische und tektonische Einblicke in den Randbereich des Steirischen Beckens ergeben.

## Literatur

- BECK-MANNAGETTA, P.: Tektonische Karte der Steiermark. — In: Atlas der Steiermark, Graz, 1968.
- BEER, H.: Das Miozän zwischen Sulm, Seggau, Pösnitz und Gamlitzbach. — Diss. Univ. Graz, 1953.
- BEER, O. und WEBER, F.: Die geophysikalischen Messungen beim Kraftwerk Gralla (Stmk.). — Österreichische Wasserwirtschaft, **20**, 1968.
- BERNHART, L.: Wasserversorgung aus dem Leibnitzer Feld. — Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Amt der Steiermärkischen Landesregierung—Landesbaudirektion, **24**, Graz, 1973.
- BERNHART, L., FABIANI, E., EISENHUT, M., WEBER, F., NEMECEK, E. P., GLANZ, TH., WESSIAK, W., ERTL, H. und SCHWINGHAMMER, H.: Grundwasseruntersuchungen im nordöstlichen Leibnitzer Feld. — Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Amt der Steiermärkischen Landesregierung—Landesbaudirektion, **23**, Graz, 1973.
- FABIANI, E.: Die Terrassen des Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze mit Erläuterungen zur geologischen Grundkarte. — In: Bodenbedeckung und Terrassen des Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze. Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung—Landesbaudirektion, **20**, Graz, 1971.
- FLÜGEL, H. und HERITSCH, H.: Das Steirische Tertiär-Becken. — Sammlung geologischer Führer, **47**, Berlin—Stuttgart, 1968.
- FLÜGEL, H. W.: Exkursionsführer 42. Jahresversammlung der paläontologischen Gesellschaft in Graz. — Abteilung für Paläontologie und Historische Geologie der Universität Graz und der Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau am Landesmuseum Joanneum in Graz, Graz, 1972.
- GAMBURZEW, G. A.: Grundlagen seismischer Erkundung. — Leipzig, 1964.

- KESKIN, H.: Beitrag zur sedimentpetrographischen Untersuchung an den Tertiärlagerungen im Bereiche von Obervogau und Werndorf in der Steiermark und ihre baugelogeische Bedeutung. — Diss. Techn. Hochschule, Graz, 1975.
- KOLLMANN, K.: Jungtertiär im Steirischen Becken. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 57, Wien, 1965.
- KOPEZKY, G.: Das Miozän zwischen Kainach und Laßnitz in Südweststeiermark. — Mitt. Mus. Bergbau, Geologie und Technik am Landesmuseum Joanneum, Graz, 18, Graz, 1957.
- SEELMEIER, H. und HÖNIG, H.: Geophysikalische Untersuchungen im südlichen Grazer Feld. — Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, 26, Graz, 1974.
- STEIN, A.: Die seismischen Verfahren. — In: Lehrbuch der Angewandten Geologie von A. BENTZ, Stuttgart, 1961.
- STEWEAG: KW Obervogau. — Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts AG in Graz, Graz, 1976.
- WEBER, F.: Refraktionsseismische Messungen im Stiefingtal bei Wildon. — Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Amt der Steiermärkischen Landesregierung— Landesbaudirektion, 23, Graz, 1973.
- WEBER, F.: Beiträge zur Anwendung geophysikalischer Methoden bei Problemen der Angewandten Geologie. — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, H. 86, Graz 1976.
- WIESBÖCK, T.: Die Terrassen des unteren Murtales. Mitt. geogr. Ges. Wien, 86, Wien 1943.
- WINKLER-v. HERMADEN, A.: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. — Denkschr. Österr. Akad. Wiss., Mathem.-Naturwiss. Kl., 110, Wien, 1955.
- ZÖTL, J.: Das Grundwasser im Leibnitzer Feld (Steiermark). — Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, 20, Graz, 1968.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 6. Februar 1980.