

---

DIGITALE DICHTEMODELLE UND ANDERE GESTEINS-  
PHYSIKALISCHE DATEN IN ÖSTERREICH

G. WALACH, Montanuniv. Leoben

---

Zusammenfassung

Durch die geophysikalische Feldforschung von Universitätsinstituten in Leoben und Wien werden für große Teile Österreichs Daten über gravimetrische, magnetische, elastische, elektrische und thermische Eigenschaften der Gesteine des Untergrundes bestimmt. Ein Geoinformationssystem könnte diese Daten einem breiten Anwenderkreis aus den Erdwissenschaften zugänglich machen. Als spezifisches Beispiel werden digitale Modelle mittlerer Gesteinsdichten für Österreich vorgestellt, die nur in der Auswertung von Schweremessungen und in der Geoidforschung Anwendung finden. Gebietsbezogene Modelle seismischer und geoelektrischer Parameterverteilungen dienen als Beispiel für den allgemein erdwissenschaftlichen Informationswert von bestimmten geophysikalisch ermittelten Daten.

1. Einleitung

Für die quantitative Auswertung von geophysikalischen Meßdaten müssen bestimmte Gesteinskennwerte bekannt sein. Je nach Meßverfahren benötigt man repräsentative Informationen über die gravimetrischen, magnetischen, elastischen, elektrischen oder thermischen Eigenschaften der Gesteine eines Untersuchungsgebietes. Abhängig von dem angewandten Verfahren und auch der Problemstellung, müssen die Kenngrößen für ein größeres Gebiet (Reduktionsparameter) oder auch nur für ein räumlich enger begrenztes Gesteinsvolumen (Störkörper- oder Modellparameter) ermittelt oder angenommen werden. Gesteinsphysikalische Untersuchungen sind daher im allgemeinen ein integrierter Teil der geophysikalischen Feldforschung.

Der Informationsgehalt der häufig sehr detaillierten Analysen (z.B. Bohrkernuntersuchungen oder Bohrlochmessungen) wird in der Auswertung von geophysikalischen Feldmessungen meist nur nach eng begrenzten Fragestellungen ausgeschöpft. So dienen zum Beispiel die aus seismischen Messungen bestimmten Ausbreitungsgeschwindigkeiten von Longitudinalwellen oft nur als Hilfsgröße für die Bestimmung des Schichtaufbaues und eine

grobe lithologische Zuordnung der Schichten. Wesentlich seltener erfolgt die Auswertung auch in Hinblick auf die hydraulischen oder mechanischen Eigenschaften des Untergrundes. Ähnliche Beispiele lassen sich für fast alle gemessenen Gesteinsparameter nennen. Das zeigt, daß in den durch die angewandte Geophysik bestimmten Gesteinsparametern ein unausgeschöpftes Informationspotential für einen sehr breiten Anwenderkreis aus den Erdwissenschaften enthalten ist. Die Nutzung würde durch ein Geoinformationssystem wesentlich erleichtert und für manche Disziplinen überhaupt erst ermöglicht werden.

## 2. Digitale Modelle mittlerer Gesteinsdichten

Für die Auswertung von Schwerkraftdaten ist eine Reduktion der gemessenen Schwerewerte auf ein einheitliches Bezugsniveau erforderlich. Das heißt vereinfacht ausgedrückt, daß die Masse zwischen der Erdoberfläche und dem Bezugsniveau rechnerisch abzutragen ist. Eine massenkonforme Reduktion ist aber nur dann möglich, wenn sowohl das Relief der Erdoberfläche, als auch die Verteilung der Raumdichte innerhalb des zu reduzierenden Gesteinsvolumens bekannt sind. Üblicher Weise werden in der Reduktionsrechnung die Massen innerhalb eines Radius von 5 - 20 km bei lokalen und regionalen und von 167 km bei überregionalen Untersuchungen berücksichtigt. Das Bezugsniveau wird in der Lagerstättenforschung meist knapp unterhalb des tiefstgelegenen Meßpunktes, bei geodätischen und geodynamischen Problemstellungen im Meeresniveau gewählt.

Während für die Erfassung des Geländereliefs in digitalen Modellen mit den topographischen Kartenwerken der Republik Österreich eine hinreichend genaue Datenbasis vorhanden ist, sind für die Erfassung der lokal aktuellen Raumdichte der Gesteine umfangreiche Feld- und Labormessungen erforderlich. Die Dichtebestimmungen erfolgen dabei hauptsächlich an Handstücken nach dem hydrostatischen Prinzip oder spezielle gravimetrische Feldmeßmethoden /1/. In manchen Gebieten Österreichs stehen auch bohrlochgeophysikalisch ermittelte Daten ("Dichtelog") aus der Rohstoffforschung zur Verfügung.

1980 wurde am Institut für Geophysik der Montanuniversität damit begonnen, für die automatische Auswertung von Schweremessungen im Rastersystem des schon länger in Verwendung stehenden digitalen Geländemodells, auch ein Modell mittlerer Oberflächen - Gesteinsdichten zu entwickeln /2/. Grundsätzlich existieren derzeit Modelle in 5 Rasterdimensionen, wobei stets der nächsthöhere Raster durch Seitenverdoppelung des Ausgangsrasters entsteht. Die Tabelle 1 gibt dazu eine Übersicht.

Tabelle 1: Rasterdimensionen der digitalen Gelände- und Dichtemodelle, nach /3/.

Raster Nr.	Dimension des einzelnen Rasterelements (min)	(km)
5	0,1875 x 0,3125	ca. 0,35 x 0,39
6	0,375 x 0,625	0,70 x 0,78
7	0,75 x 1,25	1,40 x 1,56
8	1,5 x 2,5	2,80 x 3,10
9	3,0 x 5,0	5,60 x 6,20

Dichtedigitalisierungen im Grundraster 5 existieren derzeit für ein Gebiet von rund 20.000 km<sup>2</sup> in Südostösterreich und für Teile des Inn- und Mühlviertels, sie werden laufend - entsprechend den aktuellen Arbeitsgebieten - weitergeführt. Derzeit steht im Rahmen eines durch den Forschungsförderungsfonds ermöglichten Gravimetrieprojektes das Bundesland Vorarlberg in Bearbeitung. Die beiden nächsthöheren Raster 6 und 7 werden durch Mittelwertbildung über jeweils 4 bzw. 16 Elemente des Grundrasters hochgerechnet. Sie dienen nur der Minimierung der in der automatischen Reduktionsrechnung zu bewältigenden Datenmengen /4/.

1984 wurde ein Dichtemodell im Raster 1,5 x 2,5' für das Bundesgebiet einschließlich eines Randstreifens von 30 - 50 km zu den Nachbarstaaten fertiggestellt. Dieses rund 213.000 km<sup>2</sup> mit 25.000 Einzelementen überdeckende Modell hat die "Geologische Karte von Österreich" 1:500.000 nach VETTERS als Grundlage. Dichteannahmen und Dichtegrenzen wurden dabei primär nach

einer publizierten vorläufigen Dichteprovinzkarte von Österreich /5,6/ gewählt. Zusätzlich wurde jedoch eine größere Zahl neuerer und detaillierterer Dichteinformationen /7,8/ mit eingearbeitet. Die Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der durch die Dichtemodelle erfaßten Gebiete.

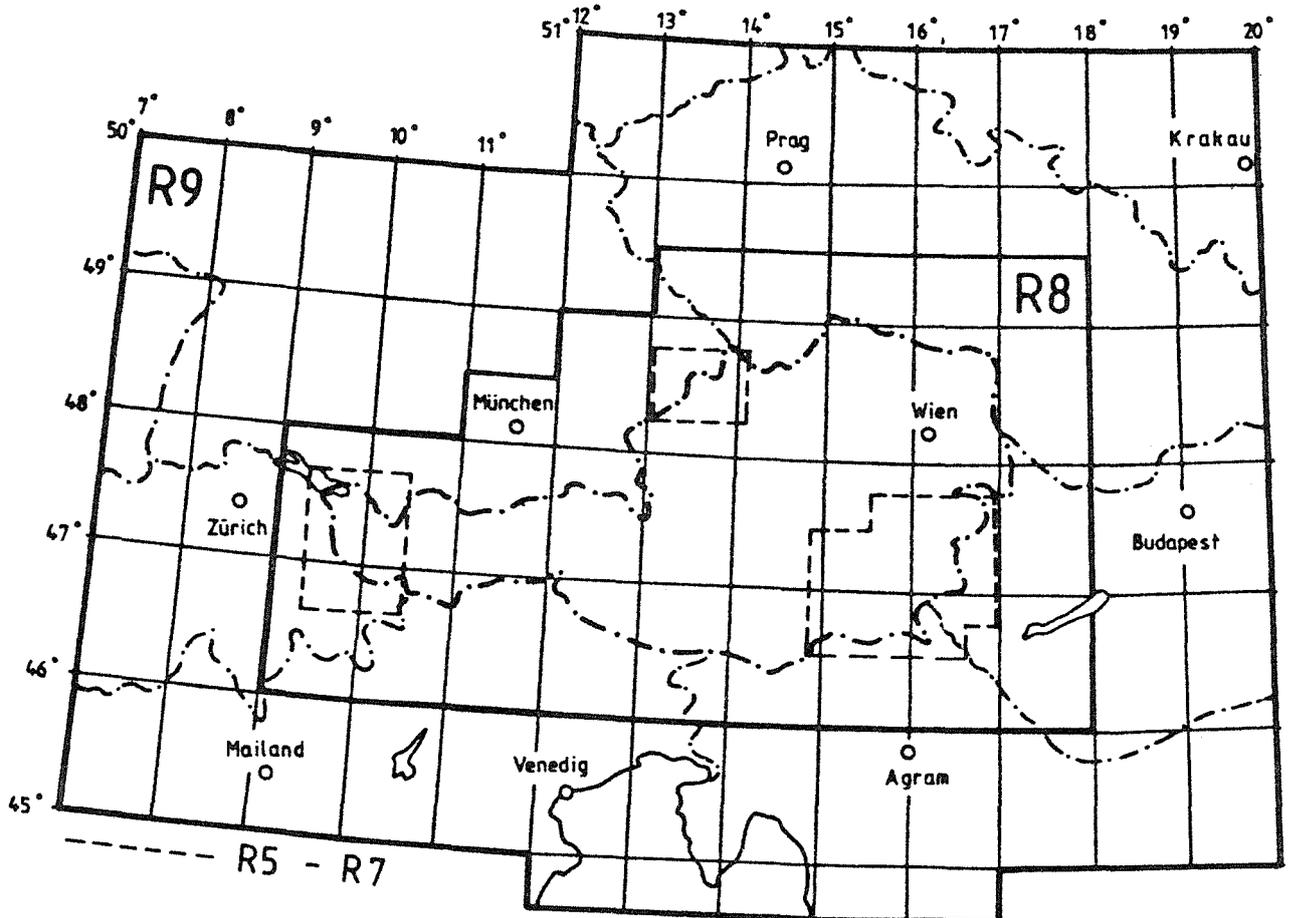


Abb. 1: Gebietsübersicht der digitalen Dichtemodelle in den Rasterdimensionen 5 - 9

Schließlich wurden im April 1986 die Arbeiten an einem Dichtemodell im Raster 9 abgeschlossen, das im Mittel 180 km über die Grenzen des Bundesgebietes hinausgeht. Es überdeckt mit 18.000 Elementen rund 75 Gradstreifen oder 625.000 km<sup>2</sup>. Dieses Modell stützt sich auf 13 verschiedene ausländische geologische Karten und wurde demgemäß unter stark generalisierenden Annahmen mit nur 5 Abstufungen der Dichteverteilung erstellt. Es wird in Zukunft für die sphärisch zu berechnende Massenreduktion von überregionalen Schwereauswertungen bis zu einem äußeren Reduktionsradius von 167 km und in Forschungsprojekten der physikalischen Geodäsie Anwendung finden.

### 3. Allgemeinere Betrachtungen über gesteinsphysikalische Daten

Die bisher vorgestellten Dichtemodelle sprechen einen sehr engen Anwenderkreis aus Geodäsie und Geophysik an. Sie werden jedoch in Zukunft über das Schwerearchiv beim Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen als Teilbereich einer dort installierten Datenbank allgemein zugänglich sein.

In der Folge wird als Ergänzung kurz etwas allgemeiner auf jene gesteinsphysikalischen Daten eingegangen, die nicht oder nur beschränkt über digitale Datensysteme erfaßt sind, jedoch für einen breiteren Anwenderkreis aus Geowissenschaften und Geotechnik von Interesse sein könnten. Neben der Gesteinsdichte ergeben sich aus der geophysikalischen Feldforschung im größeren Umfang Informationen über die seismische Wellenausbreitungsgeschwindigkeit, die elektrische Leitfähigkeit, die Magnetisierbarkeit und mit Einschränkungen über geothermische und radioaktive Eigenschaften von Gesteinen. Insbesondere über die 3 erstgenannten Kennzahlen existiert in zahllosen Publikationen, Forschungsberichten und sonstigen Elaboraten eine Vielzahl von sehr detaillierten Daten für große Gebietsteile Österreichs. Die Übersichtskarte in Abbildung 2 zeigt zum Beispiel die seit 1966 durch das Leobner geophysikalische Institut refraktionsseismisch untersuchten Meßgebiete, wobei jedoch nur größere Projekte, mit mindesten 15 - 20 seismischen Aufnahmen berücksichtigt wurden.

Die aus den Meßdaten ableitbaren seismostratigraphischen Modelle beinhalten wesentliche und allgemein gültige Informationen über die physikalischen Eigenschaften und den Bau des Untergrundes. Insbesondere geowissenschaftlich sensible Bereiche, wie zum Beispiel die Grundgebirgsränder oder die häufig von sehr komplexen Sedimentschichten aufgebauten inneralpinen Tallandschaften, sind in manchen Gebieten fast lückenlos durch Messungen überdeckt /9, 10, 11, 12/. Fast immer wurden parallel zu den seismischen auch geoelektrische Messungen durchgeführt, was zu einer weiter verbesserten Information über die Untergrundsverhältnisse führt. Die Tabelle 2 zeigt gebietsbezogen den typischen Aufbau dieser Modelle am Beispiel Pöllauer Bucht.

Tabelle 2: Beispiel eines gebietsbezogenen Parametermodells nach Refraktionsseismik und Geoelektrik aus dem Bereich des Alpenostrandes, Raum Hartberg, Stmk.

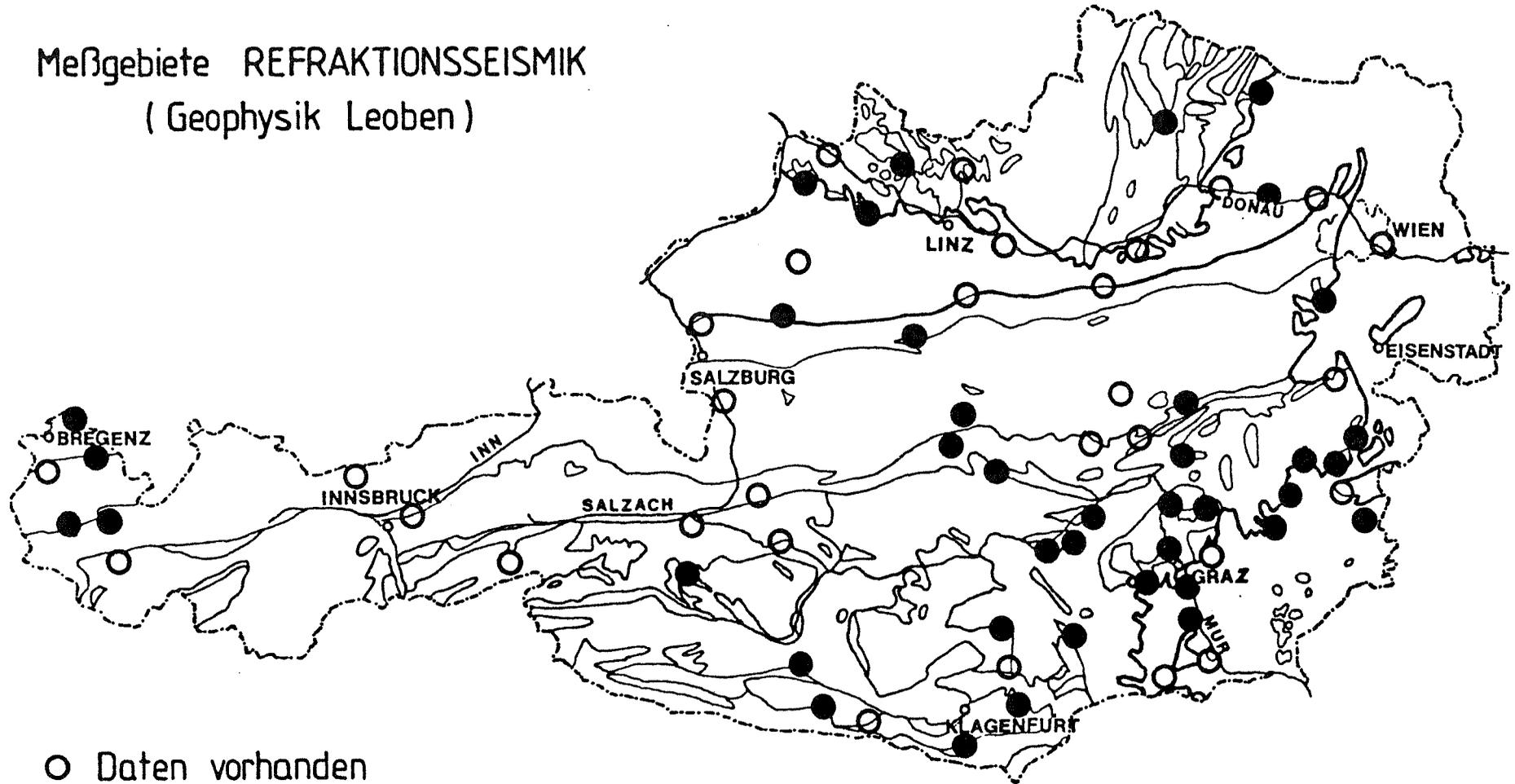
Horizont	Geschw. m/s	spez. Widerst. Ohm.m	Mächtiggk. m	geol./litholog. Zuordnung
V <sub>1a</sub>	350 <sup>±</sup> 105	100 - 2000	2 - 5	Verwitterungsschicht (humos)
V <sub>1b</sub>	-	-	-	-
V <sub>2a</sub>	1165 <sup>±</sup> 135	105 <sup>±</sup> 25	5 - 60	lehmige Sande und Schotter
V <sub>2b</sub>	1645 <sup>±</sup> 105	45 <sup>±</sup> 25	-	Schluffe, wassf. Sand/Kieslagen
V <sub>3a</sub>	1865 <sup>±</sup> 70	25 <sup>±</sup> 15	0 - 45	Tone mit wassf. Sand/schlufflg.
V <sub>3b</sub>	2080 <sup>±</sup> 80	90 <sup>±</sup> 20	30 - 450	Ton, Sand; Sand- u. Kalksteinhor.
V <sub>4</sub>	5020 <sup>±</sup> 500	850 <sup>±</sup> 50	-	prätertiärer Untergrund (Grobgnaisse)

Da diese Modelle ein statistisches Mittel für ein größeres Gebiet wiedergeben, bilden sie insbesondere in Verbindung mit lokalen Bohrdaten eine ausgezeichnete Planungsgrundlage und Vorinformation bei baugeologischen, hydrogeologischen und allgemein rohstoffbezogenen Untersuchungsprojekten.

Ähnliche Modelle können auch für die magnetischen Eigenschaften von Gesteinen aufgestellt werden und für die geologische Kartierung aufgrund des Anomalieverlaufes von magnetischen Leitgesteinen in von Lockergesteinen bedeckten Gebieten genutzt werden.

Wie solche Daten in einem digitalen Landinformationssystem zu erfassen sind, steht derzeit im einzelnen noch nicht fest. Sicher nicht in Form von digitalen Modellen, wie sie in Kap. 2 vorgestellt wurden. Für diesen Zweck eignet sich wahrscheinlich das System einer Bohrdatendatei wesentlich besser.

Meßgebiete REFRAKTIONSSEISMIK  
( Geophysik Leoben )



- Daten vorhanden
- ausgearbeitete  
Geschwindigkeitsmodelle

Abbildung 2

SEISM. GESCHWINDIGKEIT  
( LONGITUDINAL )

Literaturverzeichnis:

- /1/ MILITZER, H., WEBER, F. (1984): Angewandte Geophysik, Band 1 (Gravimetrie und Magnetik). - Springer-Verlag, Wien-New-York, 353 S.
- /2/ WALACH, G. (1985): Ein Programmsystem für die automatische Bearbeitung von Schweremessungen unter Verwendung von digitalen Gelände- und Dichtemodellen. - Freiburger FH.C408, Leipzig
- /3/ RUESS, D. (1985): Digitales Geländemodell Österreichs. - 3. Alpengrav.-Koll. (Tagungsband); Zentralanst. Met. Geodyn., Wien, Publ. 298, 163-168
- /4/ EHRISMANN, W., LETTAU, O. (1971): Topographische Reduktion von Schweremessungen in der näheren und weiteren Stationsumgebung mit Digitalrechnern. - Arch. Met. Geoph. Biokl., Serie A, 20, 383-396
- /5/ STEINHAUSER, P., RUESS, D., ZYCH, D., HAITZMANN, H., WALACH, G. (1983): The Geoid in Austria: Digital Models of mean topographic Heights and Rock Densities. Proc. XVIII. Gen. Assembly IUGG, Hamburg
- /6/ GRANSER, H., HÖSCH, K., STEINHAUSER, P., ZYCH, D. (1983): Über das Dichtemodell in Österreich. - In: RINNER, K. (Hrsg.): Das Geoid in Österreich. - Österr. Komm. f. d. Intern. Erdmessg., Graz
- /7/ WALACH, G. (1976): Gesteinsphysikalische Untersuchungen an Vulkaniten der Tiefbohrungen Walkersdorf, Mitterlabill und Paldau (Steirisches Becken). - Anz. Österr. Akad. d. Wiss., math. naturw. Kl., Jg. 1976, Nr. 6, 52-61
- /8/ WALACH, G. (in Vorber.): Dichte und magnetische Suszeptibilität der Oberflächengesteine Südostösterreichs.
- /9/ WEBER, F. (1976): Die Ergebnisse refraktionsseismischer Messungen im Murtal bei Murhof. - ÖWW, 28, H3/4
- /10/ WALACH, G., WEBER, F. (1977): Ein Beitrag zur Hydrogeologie des Walgaues aufgrund geophysikalischer Messungen. - Verh. Geol. B. A., Jg. 1977, H. 2, 204-214
- /11/ HEINZ, H., WALACH, G. (1979): Ergebnisse refraktionsseismischer Messungen im Gebiet des Lurnfeldes (Drautal, Oberkärnten). - Verh. Geol. B. A., Jg. 1979, H. 2, 77-83
- /12/ WALACH, G., WEBER, F. (1981): Die geophysikalische Problematik bei der Erforschung der hydrogeologischen Verhältnisse des Krappfeldes (Kärnten). - Verh. Geol. B. A., Jg. 1981, H. 2, 205-214