

Mitt. österr. geol. Ges.	82 1989	S. 105 — 118 4 Abb., 2 Tab., 1 Taf.	Wien, Dezember 1990
--------------------------	------------	--	---------------------

Das Bouguer-Schwerefeld in Vorarlberg

Von Elmar Posch und Georg Walach*)

Mit 4 Abbildungen, 2 Tabellen und 1 Tafel

Zusammenfassung

Als ein Beitrag zur Europäischen Geotraverse (EGT) wurde eine flächendeckende Vermessung des Schwerfeldes in Vorarlberg durchgeführt. Die vorgestellte Karte der Bouguer-Anomalien zeigt einen dominanten, südfallenden Regionaltrend, entsprechend der Lage des Meßgebietes auf der Nordflanke des zentralalpinen Schweretroges. Dichteinhomogenitäten tieferer Krustenteile werden durch charakteristische Isolinien-scharungen und eine Zone relativer Schwererhochs wiedergegeben. Gebiete mit mächtigen Quartärsedimenten treten als lokale Schwereminima hervor. Im Rheintal zwischen Bregenz und Feldkirch wurden drei Absolutschwerestationen höchster Genauigkeit für die Langzeitbeobachtung von rezenten Erdkrustenbewegungen eingerichtet.

Summary

As a contribution to the European geotraverse (EGT) a general survey of the gravity field in Vorarlberg was performed. The map of Bouguer anomalies presented here shows a dominant regional south dipping trend according to the position of the survey area at the northern flank of the central Alpine gravity trough. Density inhomogenities of deeper crust parts were reflected by characteristics junctions of isolines and a zone of relative gravity highs. Areas with thick Quarternary sediments were described by local minima. In the Rhine valley between Bregenz and Feldkirch three high precision absolute gravity stations were established for long-time observations of recent crustal movements.

Inhalt

1. Einleitung und Problemstellung	106
2. Geländearbeiten	106
3. Ergebnisse	107
3. 1. Absolute Schwere	107
3. 2. Bouguer-Anomalien	109
3. 3. Digitales Dichtemodell	110
4. Diskussion der Bouguer-Schwerekarte	114
5. Ausblick und Danksagung	117
6. Literaturverzeichnis	117

*) Anschrift der Verfasser: Dipl. Ing. Dr. Elmar Posch und Univ.-Doz. Dr. Georg Walach, Institut für Geophysik, Montanuniversität, A-8700 Leoben, Österreich.

1. Einleitung und Problemstellung

Seismische und gravimetrische Untersuchungen liefern die wichtigsten Informationen über den Tiefbau der Erdkruste. Die beiden Meßverfahren werden daher besonders in einem kompliziert aufgebauten Gebiet wie den Alpen, mit Vorteil gemeinsam angewendet. Der Gravimetrie kommt dabei wegen der erzielbaren Flächendeckung und aus Kostengründen, die Rolle einer Vorlaufmethode zu.

Bis heute vermitteln nur stark generalisierende Karten ein Gesamtbild über die Schwereverteilung in Österreich. Diese Karten der Bouguer-Isanomalien 1:1,000,000 des BUREAU INTERNATIONAL GRAVIMETRIQUE (1964) und nach SENFTL (1965), hatten zur Zeit ihrer Entstehung große Bedeutung für die Erdkrustenforschung, sie werden aber heutigen Ansprüchen in mehrfacher Weise (Punktverteilung, Reduktionsschema, Auflösung u. a.) nicht mehr gerecht. Daher kamen seit 1970 eine Reihe von Projekten zur Ausführung, die eine Neuvermessung und hochauflösende Darstellung des Schwerefeldes unter Ausnützung aller Vorteile der elektronischen Rechentechnik zum Ziele hatten. Diese Regionaluntersuchungen wurden hauptsächlich von den geophysikalischen Instituten der Universitäten in Clausthal (MAKRIS, 1971; GÖTZE, 1983, cum. lit.), Wien (STEINHAUSER, et al., 1980; MEURERS, RUESS und STEINHAUSER, 1987) und Leoben (WALACH und WEBER, 1987; KRÖLL, et al., 1988; POSCH, WINTER und WALACH, 1989) sowie der Österreichischen Mineralölverwaltungs AG. (ZYCH, 1988) ausgeführt.

Als ein Beitrag Österreichs zur „Europäischen Geotraverse (EGT)“, die auf ihrem Weg zwischen Nordkap und Nordafrika auch Westösterreich berührt, wurde 1985 im Rahmen eines FWF-Projektes die Neuvermessung des Schwerefeldes in Vorarlberg und der Zentralalpen in Tirol in Angriff genommen. Als Planungsgrundlage wurde von folgenden Problemstellungen ausgegangen:

- Langfristig stabile Vermarkung und Vermessung von Absolutschwerestationen höchster Genauigkeit als Standard für das österreichische Schweregrundnetz ÖSGN 1980 und für die Langzeitbeobachtung von rezenten (vertikalen) Erdkrustenbewegungen.
- Schaffung der für rechnergestützte Auswertungen grundsätzlich erforderlichen digitalen Modelle von mittleren topographischen Höhen und der oberflächennahen Gesteinsdichteverteilung.
- Flächendeckende Gravimetermessungen mit einer Stationsdichte, wie sie für die Erfassung regionaler Phenomäne (Ausheben des Ostalpinen Überschiebungskörpers nach Westen, Dichteinhomogenitäten in tieferen Krustenbereichen) erforderlich ist.
- Verdichtung des Stationsnetzes für die Detailuntersuchung bedeutender lokaler Situationen (Rheintal südlich des Bodensees, Quartärbecken des Walgaues).

Mit der beiliegenden Karte der Bouguer-Isanomalien von Vorarlberg wird das erste abgeschlossene Ergebnis dieses Projektes vorgestellt.

2. Geländearbeiten

Die Geländearbeiten kamen in den Sommermonaten 1985–1987 (Gravimetermessungen, Gesteinsphysik) und 1988 (Absolutschwerebestimmungen) zur Ausführung.

Insgesamt wurden 3 Absolutschwerestationen angelegt und rund 1200 Gravimeterpunkte — davon 900 in Vorarlberg — vermessen. Da bis zu drei Gravimeter des Typs Lacoste-Romberg, Modell G gleichzeitig eingesetzt wurden, standen neben dem verfügbaren Institutspersonal (Walach, Posch, Pusterwallner) auch für Hochgebirgsmessungen besonders geschulte studentische Mitarbeiter (Geyer, Hatzenbichler, Stadlober, Steinlechner) im Einsatz. Etwa ein Fünftel der Meßpunkte lag in Seehöhen über 2000 m und konnte meist nur zu Fuß erreicht werden. Für die flächendeckenden Übersichtsmessungen wurde eine Stationsdichte von im Mittel 1 MP/ 8 km², für die Detailmessungen im Bereich Rheintal-Walgau von 1 MP/ 2 km² angestrebt.

Aus Genauigkeitsgründen bei gleichzeitiger Minimierung des Aufwandes für die Koordinatenbestimmung, wurde der überwiegende Teil der Stationen auf Fixpunkten des geodätischen Bundesnetzes (PN, KT) situiert. Die dankenswerter Weise ermöglichte Mitbenützung lokaler geodätischer Netze des hydrographischen Dienstes und der Illwerke AG., führte zu großen Zeit- und Kostenersparnissen. Schließlich wurden im Hochgebirge auch ausgewählte Koten nach ÖK 25 V, fallweise als Einschaltpunkte geringerer Genauigkeit verwendet. Geodätische Nivellements kamen daher nur im Rahmen der Detailmessungen zur Ausführung.

Methodisch erfolgten die Gravimetermessungen in Einfachschleifen mit Mehrfachablesung am Punkt und durchschnittlich halbtägiger Rückkehr auf einen Basispunkt des ÖSGN-Netzes. Zur übergreifenden Kontrolle der Instrumentenfunktion wurde jeder Meßtag auf einem zentralen Basispunkt beim Truppquartier (Thüringen im Walgau) begonnen und beendet. Nach stichprobenartigen Wiederholungsmessungen beträgt der mittlere Fehler nach Gang- und Gezeitenkorrektur für die Übersichtsmessungen rund $\pm 0,03$ mgal (1 mgal = 10^{-5} m/s²). Insgesamt nahmen die Gravimetermessungen 85 Trupptage oder rund 200 Manntage in Anspruch.

Die Proben für die Dichte- und Suszeptibilitätsbestimmung, 1–2 kg schwere Handstücke, wurden hauptsächlich während der Gravimetermessungen aufgesammelt. Besondere Beprobungen erfolgten nur im Bereich Flysch-Helvetikum (Steinbrüche, Straßen- und Tunnelbaustellen) zur Gewinnung von gesichert bergfrischem Material (Mergel!). Die Probenahme wurde von Herrn Dr. OBERHAUSER (GBA) geologisch betreut. Insgesamt wurden rund 600 Proben von 90 Aufschlüssen gesammelt und sofort in einem Feldlabor untersucht.

Schließlich fanden die Geländearbeiten 1988 mit Absolutschwerebestimmungen an drei besonders in Hinsicht auf Langzeitstabilität ausgewählten Stationen ihren Abschluß. Diese Untersuchungen wurden in Kooperation mit dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Abteilung K 2 (Grundlagenvermessung) ausgeführt.

3. Ergebnisse

3. 1. Absolute Schwere

Die aus rund 250 Stationen bestehende österreichische Schweregrundnetz ÖSGN 1980 stützt sich derzeit noch auf die vier Fundamentalpunkte Altenburg (Böhmische

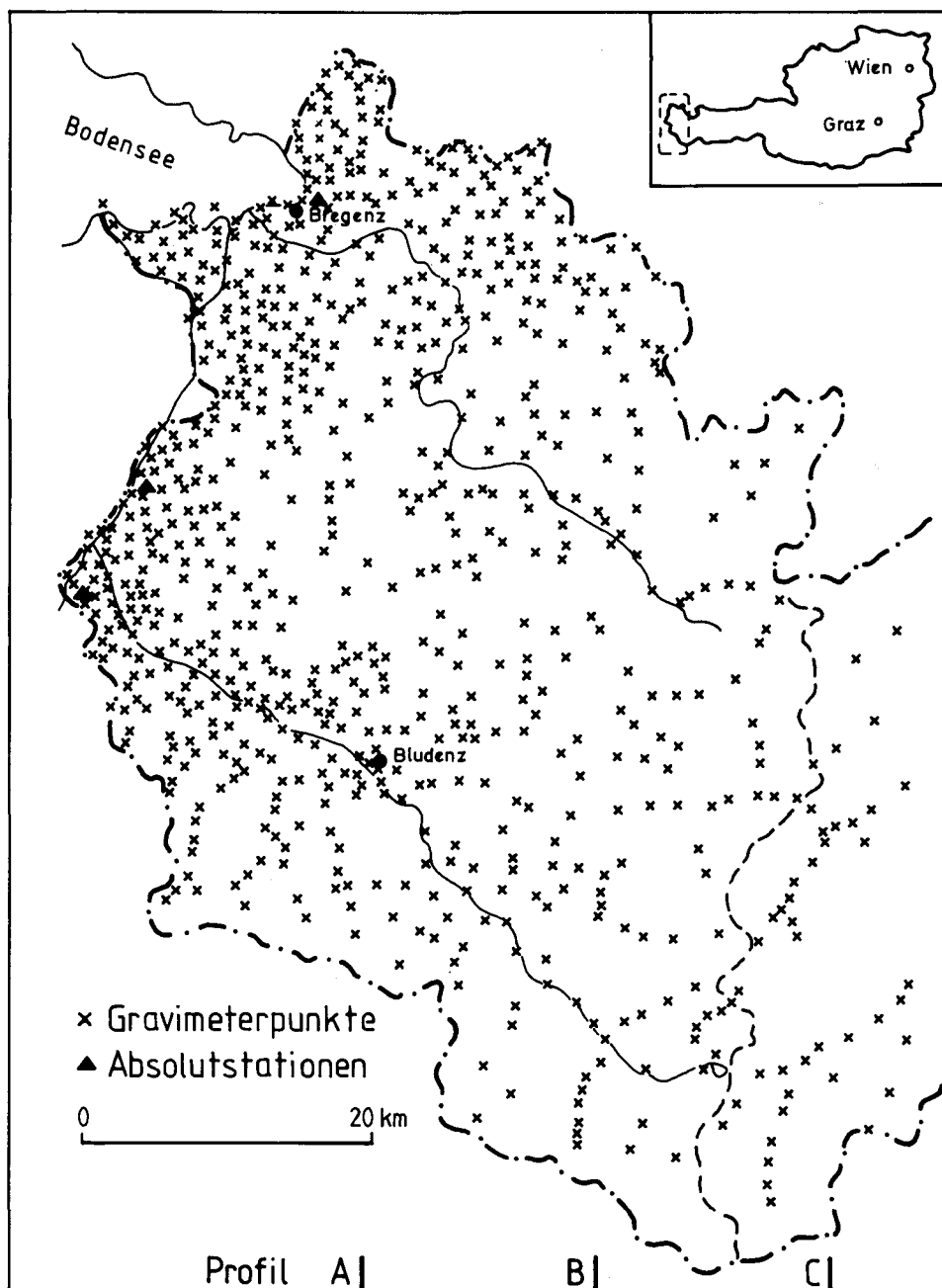


Abb. 1: Verteilung der Gravimeterpunkte für die Übersichtsvermessung und Lage der Absolutschwerestationen.

Masse), Kremsmünster (Molasse), Penk (Tauernfenster) und Graz (Alpenostrand). Diese wurden 1980 mit einem italienischen Absolutinstrument (MARSON und STEINHAUSER, 1981) vermessen. Seit 1986 verfügt auch in Österreich die aus sechs fachzuständigen Instituten bestehende Arbeitsgemeinschaft für Absolutgravimetrie über ein Absolutschweremeßgerät vom Typ JILA-G 6 (RUESS, et al., 1989), das mit ca. 5 γ gal mittlerem Fehler das derzeit genaueste und mit rund 150 kg Transportgewicht auch das leichteste ist. Mit dieser Apparatur wird zur Zeit das Fundamentalpunktnetz systematisch erweitert. Außerdem werden seit 1988 Stationen und Netze für die Langzeitbeobachtung von rezenten Erdkrustenbewegungen im lokalen und regionalen Maßstab eingerichtet.

Südlich des Bodensees bildet das Rheintal eine vom Oligozän bis in das Postglazial wirksame Lineamentstruktur mit bedeutenden Seiten- und Höhenverstellungen und auch heute noch aktiven, seichtgelegenen Kleinbebenherden. Im Gebiet zwischen Bregenz und Chur wurden mit geodätischen Methoden (GUBLER et al., 1981; HÖGGERL, 1989) vertikale Bewegungsraten bis 1,5 mm/a nachgewiesen. Nach ECKART et al., 1983, sind die heute beobachteten Bewegungen wohl alpin-tektonischer Natur. Sie benutzen jedoch dieselben oder benachbarte Bewegungsflächen, wie die nach dem Abschmelzen der Talgletscher aktiv gewesen und später wieder abgeklungenen glazial-isostatischen Bewegungen.

Mit diesem Hintergrund lag es nahe, im Abschnitt des Alpenrheins zwischen Bregenz und Feldkirch eine Beobachtungslinie für zeitliche Schwerevariationen aufzubauen. Unter Berücksichtigung der wesentlichen Stabilitäts- und Präzisionskriterien (geologische und anthropogene Massen-Langzeitstabilität, minimale mikroseismische Bodenunruhe), wurden die Stationen Feldkirch-Tisis, Kirche St. Michael, Koblach-Kummaberg, Pfarrkirche und Bregenz-Neues Landhaus, Tiefkeller ausgewählt und im Sommer 1988 gemessen. Die nachstehende Tabelle 1 bringt eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

Tabelle 1: Absolutschwerestationen in Vorarlberg (RUESS, et al., 1989)

Stationsname	Punkt-Nr.	Geogr. Länge Dez.-Grad	Geogr. Breite Dez.-Grad	Absolutschwere*) γ gal	
Bregenz	0-082-10	9,7456	47,5017	980,650.113	± 6
Koblach	0-111-10	9,6045	47,3354	980,612.435	6
Tisis	0-140-00	9,5724	47,2278	980,588.332	6

*) Schwerewerte bezogen auf Bodenpunkt

Sollte in der Zwischenzeit kein größeres seismologisches Ereignis auftreten, könnte nach den bekannten Bewegungsraten und dem Auflösungsvermögen des Absolutgravimeters, die erste Wiederholungsmessung frühestens 1995/96 erfolgen.

3. 2. Bouguer-Anomalien

Die Bearbeitung der Gravimetermeßwerte hat die Transformation der von zeitabhängigen Einflüssen (Erdzeiten, Gravimetergang) befreiten Schwerewerte in die interpretierbare Form der Bouguer-Anomalien zum Ziel. Dies erfolgt nach der Beziehung

$$\Delta g'' = g + \delta g_F + \delta g_B + \delta g_T - \gamma$$

Darin bedeuten

- g Absolutschwere des Punktes im System ÖSGN 1980
 γ Normalschwere am Punkt als Funktion der geographischen Breite, Intern. Normalschwereformel 1980
 δg_F Freiluft- oder Niveaureduktion
 δg_B Sphärische Bouguer-Reduktion bis 167 km
 δg_T Topographische Reduktion

Die Reduktion für die in Tafel 1 dargestellte Karte der Bouguer-Isanomalien von Vorarlberg erfolgte mit Bezug auf Adria Null und unter Verwendung einer konstanten Dichte von 2670 kg/m^3 . Für die topographische Reduktion bis zu einem Radius von 20 km um jeden Punkt kam das im Rahmen des Projektes fertiggestellte digitale Modell mittlerer Geländehöhen in Österreich (RUESS, 1983) zur Anwendung. Die berechneten Bouguer-Anomalien haben gegenüber vergleichbaren älteren Karten auf Basis Potsdam-ECL (european calibration line) und Normalschwere 1930 (SENFTEL, 1965; KLINGELE und OLIVIER, 1979) eine mittlere Differenz von $-6,1 \text{ mgal}$. Es muß auch erwähnt werden, daß die Differenz zwischen altem und neuem Absolutschweresystem in Vorarlberg rund -15 mgal ist.

In Abb. 1 ist die Lage aller für die Karte der Bouguer-Isanomalien (Tafel 1) berücksichtigten Gravimeterpunkte dargestellt. Für die Erstellung der Karte wurden die berechneten Bouguer-Anomalien zunächst nach dem Kriging-Verfahren auf ein Gauß-Krüger-Netz von 4 km Seitenlänge interpoliert. Die Herstellung des Isolinenplanes erfolgte unter Verwendung der Grafik-Software UNIRAS am Rechenzentrum der Forschungsgesellschaft Joanneum in Leoben.

3. 3. Digitales Dichtemodell

Bei der Auswertung von Schwerekräftmeßwerten ist die Gesteinsdichte ein wesentlicher Parameter. Für die Bestimmung von Bouguer-Anomalien muß die regionale Verteilung der Gebirgs-Raumdichte (Blockdichte) im Intervall zwischen Erdoberfläche und Bezugsniveau als Reduktionsparameter und in Folge für Modellberechnungen der Dichtekontrast zwischen dem Störkörper und seiner Umgebung (Anomaliedichte) bekannt sein. Verläßt man den konventionell geübten Weg einer Konstantsetzung der Reduktionsdichte, so kann die erstgenannte Bedingung am einfachsten über ein digitales Modell mittlerer Oberflächen-Gesteinsdichten näherungsweise erfüllt werden. Da die Dichteverteilung nach der Tiefe hin im allgemeinen nicht genau genug bekannt ist, beschränkt man sich meist auf ein zweidimensionales Modell der Form $p = p(\gamma, \phi)$, dessen Gültigkeit maximal bis in die Tiefe des Meeresniveaus reicht (WALACH, 1987).

Nach Untersuchungen im Rahmen der Geoidbestimmung für Österreich (SÜNKEL, 1986), gehen im Alpenbereich rund 70% des in der Bestimmung von Höhenanomalien unter Zugrundelegung einer konstanten Reduktionsdichte (2670 kg/m^3) ermittelten Rest-Störpotentials auf die Wirkung geologisch bekannter Dichtestörungen zurück. Das bedeutet für die Interpretation von Schwereanomalien von Quellen in tieferen Erdkrustenstockwerken, daß diese infolge des von oberflächennahen Dichtestörungen ausgehenden kurzwelligen Störfeldanteiles überlagert und verzerrt werden. Prinzipiell ist daher die Anwendung des Dichtemodells ein Abdeckverfahren, das die Anomaliewir-

kung tiefliegender Dichteinhomogenitäten hervorhebt und objektiviert. Erfahrungen in rohstoffbezogenen Projekten haben gezeigt, daß auch bei der Untersuchung oberflächennaher, lokaler Strukturen, die durch das Dichtemodell ermöglichte massengetreue Reduktion der Bouguer-Anomalien, zu einer Unterdrückung der bei konstanter Reduktionsdichte auftretenden Scheinanomalien führt, was die Aussagesicherheit wesentlich verbessert.

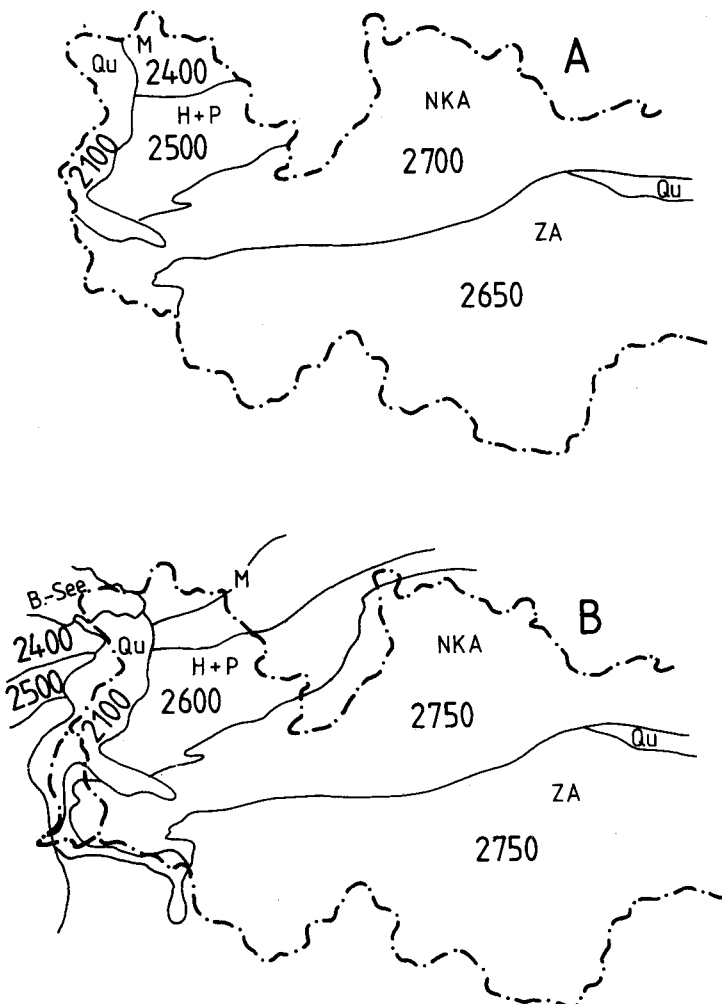
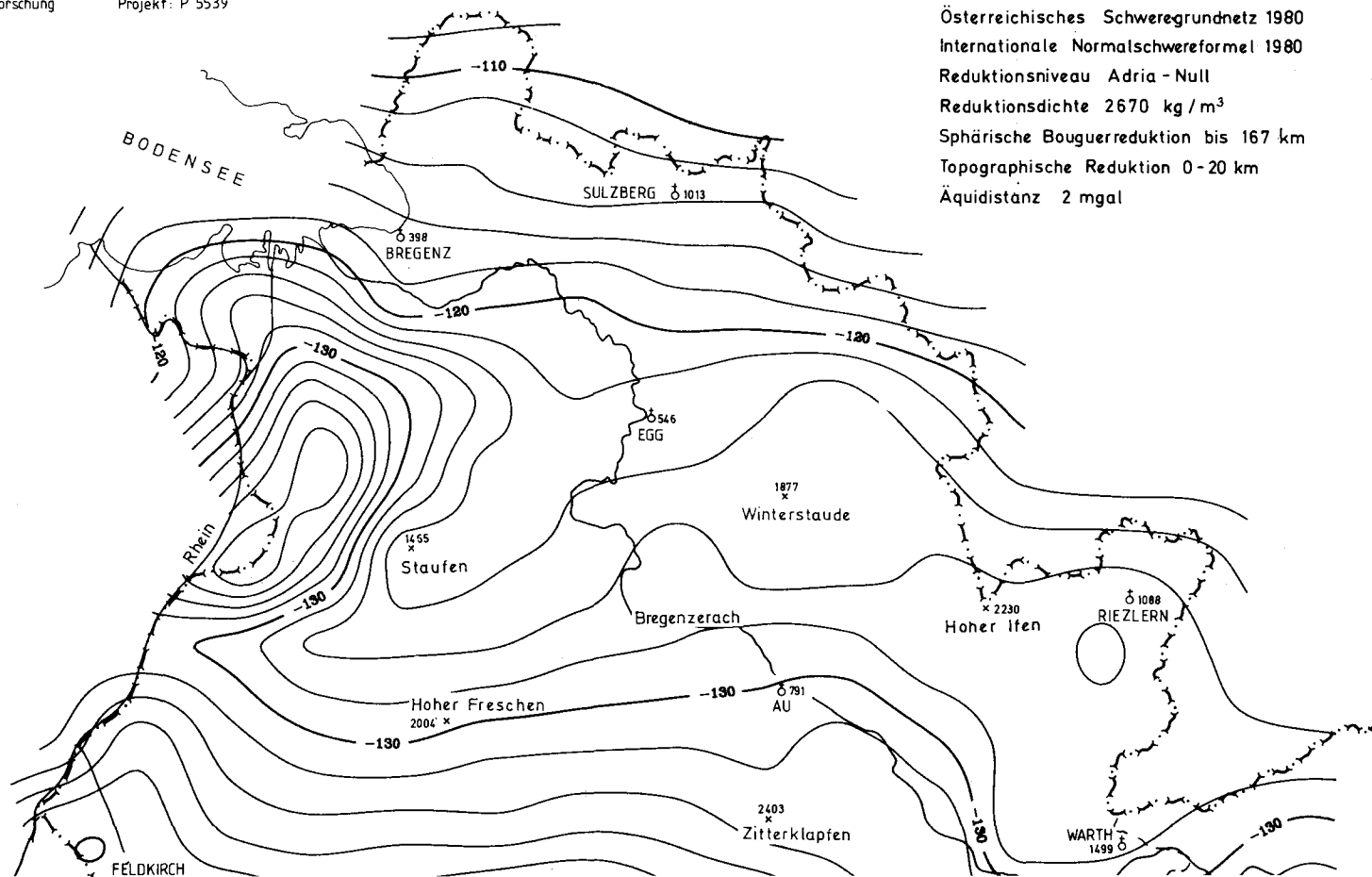


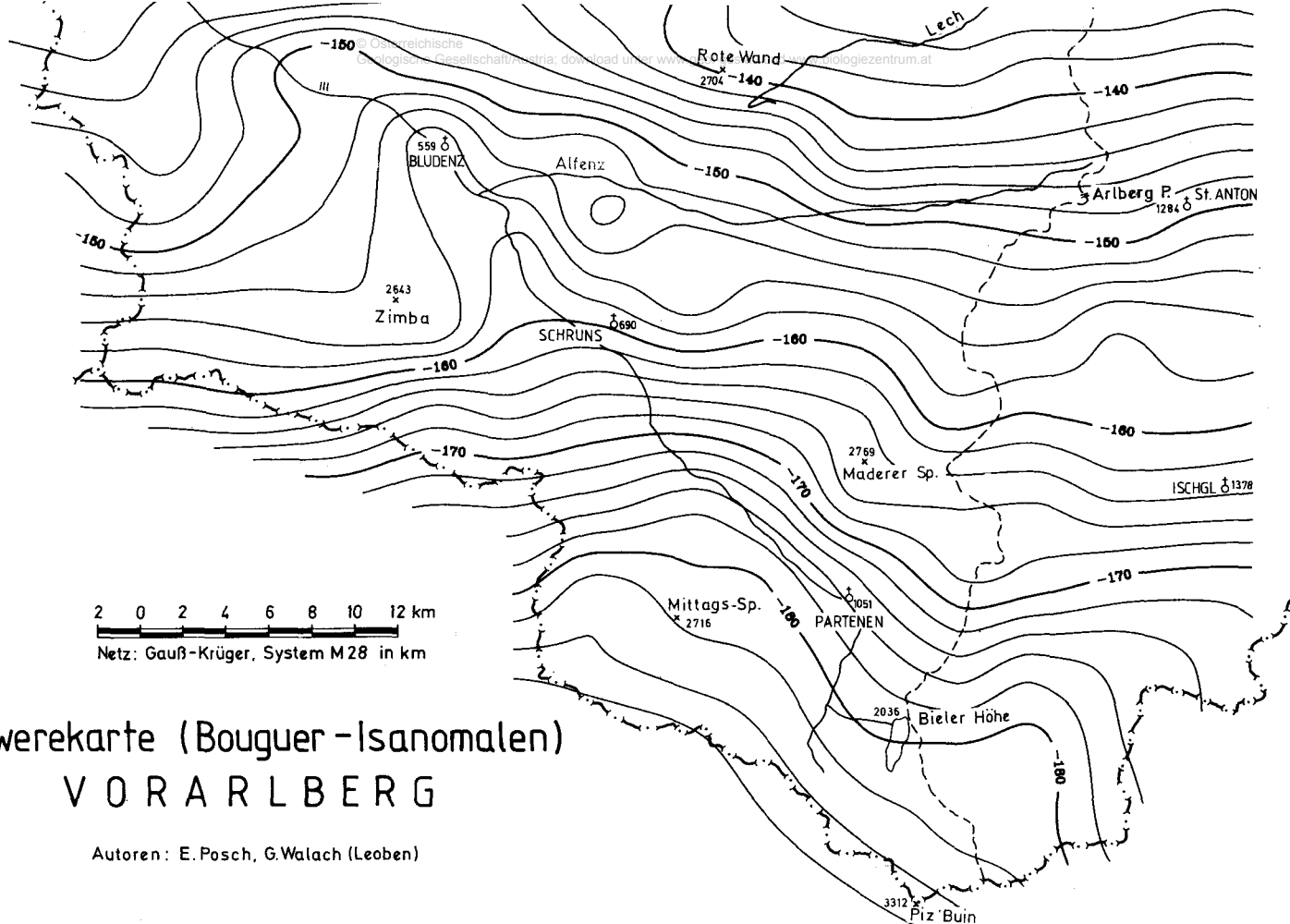
Abb. 2: Dichteprovinzkarten als Grundlage für ein digitales Dichtemodell der Oberflächengesteine; A . . . nach STEINHAUSER et al. (1973), B . . . verbesserte Version nach eigenen Untersuchungen (siehe Tabelle 2).

Gefördert durch den Fonds zur
Förderung der wissenschaftlichen
Forschung Projekt: P 5539

Bezugssystem:

Österreichisches Schweregrundnetz 1980
Internationale Normalschwereformel 1980
Reduktionsniveau Adria - Null
Reduktionsdichte 2670 kg/m^3
Sphärische Bouguerreduktion bis 167 km
Topographische Reduktion 0-20 km
Äquidistanz 2 mgal





STEINHAUSER et al. haben 1983 erstmals eine Dichteprovinzkarte der Oberflächen-gesteine in Österreich veröffentlicht, deren Westteil in Abb. 2(A) dargestellt ist. Die in Vorarlberg ausgeführten Dichteuntersuchungen verfolgten das Ziel, die Dichteannahmen dieser Karte zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen. Das zusammengefaßte Ergebnis dieser gesteinsphysikalischen Untersuchungen zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Raumdichte und magnetische Suszeptibilität nach Handstückbestimmungen

Geologische Einheit oder Gesteinsart	Proben- Anzahl	Raumdichte kg/m ³	Gewichtetes Mittel () . . . Gew.-Faktor	Suszeptibilität 10 ⁻³ SI-Einh.
Helvetikum				
Kalke	137	2675 ± 30	(0,4)	0,1 - 0,3
Mergel	58	2610 50	2620 (0,4)	0,2 - 0,5
Sandsteine	19	2535 60	(0,2)	0,6 - 1,4
Penninikum				
Kalke	50	2675 ± 30	(0,4)	0,1 - 0,2
Mergel	65	2620 65	2640 (0,4)	0,2 - 0,3
Sandsteine	38	2600 60	(0,2)	0,3 - 0,7
Oberostalpine Sedimente				
Kalke	60	2690 ± 40	(0,5)	-
Dolomite	22	2820 30	2740 (0,4)	-
Tonschiefer	12	2660 55	(0,1)	-
Oberostalpines Kristallin				
Quarzite, helle Gneise und Glimmerschiefer	86	2665 ± 45	(0,6)	0,2 - 1,2
Amphibolite und dunkle Gneise, Biotitschiefer	51	2930 75	2770 (0,4)	1,2 - 75

Gestützt auf die Daten der Tabelle 2 kann für Westösterreich die in Abb. 2(B) dargestellte geänderte und verfeinerte Version einer Dichteprovinzkarte entworfen werden. Nicht selbst untersucht wurden die Sedimente des Molassebeckens, doch kann für diese auf repräsentative Untersuchungen aus der Schweiz (KISSLING, 1982) zurückgegriffen werden. Es muß mit einer mittleren Oberflächendichte von 2400–2500 kg/m³ für die ungefaltete und von 2550–2600 kg/m³ für die subalpine Molasse gerechnet werden. Mit Berücksichtigung der spezifisch leichteren Quartärbedeckung (2000–2100 kg/m³), wurden für das Dichtemodell die entsprechenden Werte mit 2400 bzw. 2500 kg/m³ gewählt. Die Feinabstimmung des Dichtemodells sowie eine Version für lokale Interpretationen im Bereich Rheintal-Walgau (Bezugsniveau bei 390 m Seehöhe = Spiegel Bodensee), stehen derzeit noch in Bearbeitung. Der numerische Aufbau des Dichtemodells entspricht dem des schon mehrfach publizierten digitalen Höhenmodell (RUESS, 1983; POSCH und WALACH, 1989).

4. Diskussion der Bouguer-Schwerekarte

Geht man von dem in Abb. 3 dargestellten Bouguer-Schwereprofil durch die Alpen im Meridian 10° Ost aus, so liegt das Untersuchungsgebiet auf der Nordflanke des alpi-

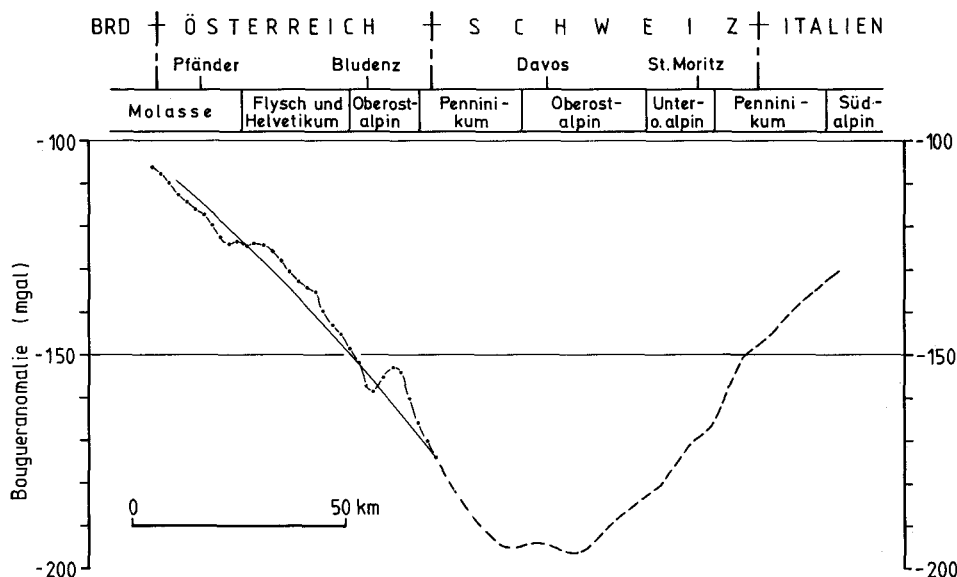


Abb. 3: Schwereprofil (Bouguer-Anomalie) durch die Alpen im Meridian von Bludenz (ca. 10° Ost), Südausschnitt nach KLINGELE und OLIVIER (1979).

nen Schwerehaupttrog. Dem entsprechend dominiert das Bild der Bouguer-Isanomalien eine ausgeprägte, südfallende Trendfläche, die von rund -110 mgal in Nordvorarlberg, bis auf Werte unter -180 mgal (Silvretta) abfällt. In diesem Trend bildet sich die Zunahme der Mächtigkeit der Erdkruste ab, die nach Untersuchungen in der Schweiz (MÜLLER et al., 1980) im Profil durch Vorarlberg von etwa 35 auf 50 km zunimmt.

In der Karte der Bouguer-Isanomalien (Tafel 1) zeigt der Regionaltrend keine durchgehend glatte Tendenz, vielmehr sind nördlich der Alfenz (Klostertal) und südlich von Schruns zwei auffällige Scharungen der Isolinien zu beobachten. Da die Isolinien in diesen Scharungen die Haupttrichtung der Ostalpinen Großeinheiten unter einem Winkel von etwa 30° schneiden, kann daraus geschlossen werden, daß die Quellen dieser großräumigen Regionalfeldstörungen im Bereich des präalpinen Stockwerkes liegen.

Regional von Bedeutung ist auch eine Zone relativer Hochwerte des Schwerfeldes, die sich vom Osten kommend (Hoher Ifen) über Winterstaude und Staufen-Hoher Freschen bis an das Rheintal verfolgen läßt und dann in einem weiten Bogen östlich an Feldkirch vorbei bis an die Zentralalpengrenze (Zimba) verläuft. Eine nähere Deutung der beschriebenen regionalen Strukturen wäre zum gegenwärtigen Zeitpunkt Spekulation, doch läßt besonders im Hinblick auf diese Anomalien die Anwendung des Dichtemodells wesentlich mehr Klarheit erwarten.

Im Bereich Rheintal-Walgau beschreiben lokale Schereminima die Wirkung der mächtigen quartären Lockersedimente. Das Schwereminimum des Rheintales wird im Bereich des Kummaberges in einen Nord- und Südteil gegliedert. Für den Nordteil hat

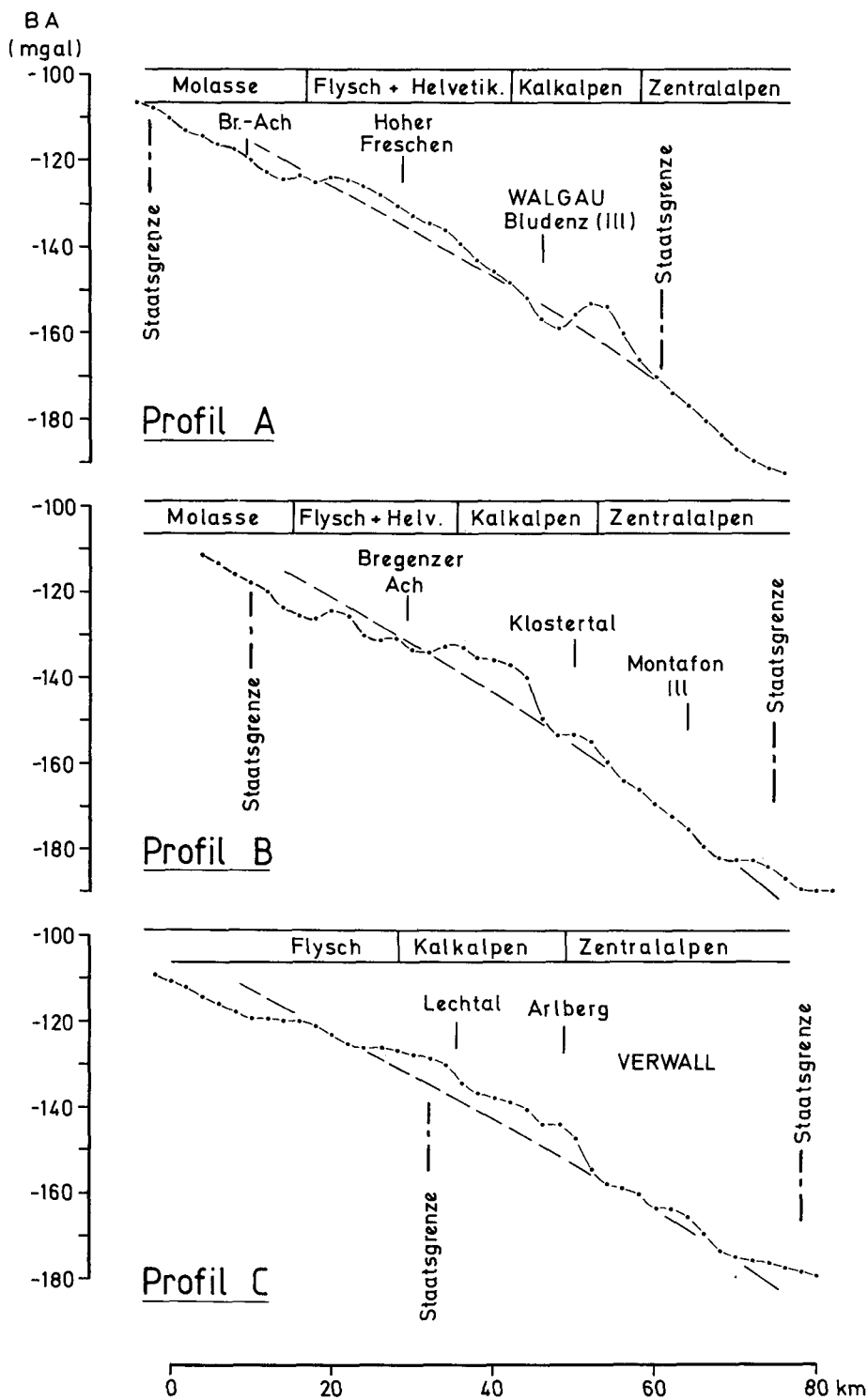


Abb. 4: Bouguer-Schwereverlauf in Nord-Südschnitten (A, B, C) durch Vorarlberg (Lage der Profile siehe Abb. 1).

ROSAM (1983) Modelltiefen von über 800 m für die Talfüllung errechnet, die nach der Größenordnung durch die nicht im Zentrum der Anomaliezone sitzende Bohrung Landhaus bei Hohenems (590 m Quartär) gut bestätigt werden. Die Struktur des Südbeckens wird erstmals von einer lokalen Schwerekarte (POSCH, 1988) gut wiedergegeben. Aus dieser Darstellung läßt sich für das weit nach Liechtenstein hineinziehende Südbecken eine Mindesttiefe von 500 m abschätzen.

In Abb. 4 sind drei etwa in Seitenabständen von 15 km Nord-Süd verlaufende Schwereprofile durch das Untersuchungsgebiet (Lage vergleiche Abb. 1) dargestellt. Grundsätzlich zeigen diese Profile A–C eine einheitliche Großgliederung, die im Norden mit dem Schwereminimum des Molassetroges beginnt, worauf ein relatives Hoch im Bereich Flysch-Helvetikum-Kalkalpen folgt, an das sich der steile Abfall des Schwerefeldes in das zentrale Alpenminimum (Raum St. Moritz) anschließt. Auf Profil A ist zusätzlich das lokale Minimum des Walgaues gut zu erkennen.

5. Ausblick und Danksagung

Wie schon angeführt wurde, bildet die vorgestellte Karte der Bouguer-Isanomalien von Vorarlberg das erste abgeschlossene Ergebnis eines mehrjährigen Forschungsprojektes. Weitere Ausarbeitungen (POSCH, 1989), die sich insbesondere mit einer großräumigeren Betrachtung und Analyse des Schwerefeldes im Bereich der Grenze zwischen West- und Ostalpen und der Detailuntersuchung der lokalen Beckenstrukturen von Rheintal und Walgau befassen, stehen kurz vor dem Abschluß. Zuletzt darf auch noch auf die Bearbeitung der EGT-Traversal durch die ETH Zürich verwiesen werden, in die das gesamte österreichische Datenmaterial aus Westösterreich eingebracht wurde. Schließlich ist es den Verfassern eine angenehme Pflicht, dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich für die großzügige Förderung des Projektes P 5539 „Absolut- und Relativschweremessungen in Westösterreich“ herzlichst zu danken.

6. Literaturverzeichnis

- BUREAU GRAVIMETRIQUE INTERNATIONAL (BGI): Cartes Mondiales des Anomalies de Bouguer 1:1.000.000, Feuille de Vienne. — Paris 1964.
- ECKARDT, P., FUNK, H. & LABHART, T.: Postglaziale Krustenbewegungen an der Rhein-Rhone-Linie. — *Vermess., Photogram., Kulturtech.*, 2, 43–56, 1983.
- GÖTZE, H.-J.: Regionale Schweremessungen im Ostalpenraum. — *Ber. Tiefbau d. Ostalpen*, 11, 3–7, ZA. Met. Geodyn., Publ. 273, Wien 1983.
- GUBLER, E., KAHLE, H.-G., KLINGELE, E., MUELLER, St. & OLIVIER, R.: Recent Crustal Movements in Switzerland and their Geophysical Interpretation. — *Tectonophysics*, 71, 125–152, Amsterdam 1981.
- HÖGGERL, N.: Rezente Höhenänderungen in Österreich abgeleitet aus Präzisionsnivellement-Messungen. — 5. Alpgravimetrie-Koll. Graz 1989 (Tagungsband), *Österr. Beitr. Met. u. Geoph.*, H. 2, Wien 1989.
- KISSLING, E.: Aufbau der Kruste und des oberen Mantels in der Schweiz. — *Geodät.-geophys. Arb. i. d. Schweiz*, 35, 39–126, Zürich 1982.
- KLINGELE, E. & OLIVIER, R.: Schwerekarte der Schweiz, Bouguer-Isanomalien 1:500.000, Schweizer Geophys. Komm., Zürich 1979.

- KRÖLL, A., FLÜGEL, H. W., SEIBERL, W., WEBER, F., WALACH, G. & ZYCH, D.: Karten über den prätertiären Untergrund des Steirischen Beckens und der Südburgenländischen Schwelle, mit Erläuterungen. — Geol. Themenkarten d. Republik Österreich, Wien 1988.
- MAKRIS, J.: Aufbau der Kruste in den Ostalpen aus Schweremessungen und Ergebnissen der Refraktionsseismik. — *Hamburger geophys. Einzelschriften*, 15, 1971.
- MEURERS, B., RUESS, D. & STEINHAUSER, P.: The Gravimetric Alpine Traverse, (In: H. W. FLÜGEL & P. FAUPL (Eds.): *Geodynamics of the Eastern Alps*, 334–344, Wien 1987.
- POSCH, E.: Forschungsprojekt Gravimetrie Westösterreichs (erste Ergebnisse). — *Ber. Tiefbau d. Ostalpen*, 13, 35–38, *ZA. Met. Geodyn.*, Publ. 323, Wien 1988.
- POSCH, E.: Entwicklung eines Programm- und Archivsystems für die dynamische Bearbeitung und Verwaltung von Schwerkraftmessungen, dargestellt am Beispiel des Projektes Gravimetrie Westösterreich. — Unveröff. Diss., Montanuniversität, Leoben 1989.
- POSCH, E., WALACH, G. & WINTER, P.: Stand und Ergebnisse der Schweremessungen in Südostösterreich. — 5. *Alpengravimetrie-Koll.*, Graz 1989 (Tagungsband), *Österr. Beitr. Met. u. Geoph.*, H. 2, Wien 1989.
- ROSAM, V.: Schwerekarte von Nord-Vorarlberg. — *Ber. Tiefbau d. Ostalpen*, 11, 31–32, *ZA. Met. Geodyn.*, Publ. 273, Wien 1983.
- RUESS, D.: Über das digitale Geländemodell in Österreich. — *Geodät. Arb. Österr. f. d. Int. Erdmessung, Neue Folge*, 3, 153–158, Wien 1983.
- RUESS, D., STEINHAUSER, P., JERMAN, G. & FALLER, J.: Neue Absolutschweremessungen in Österreich. — 5. *Alpengravimetrie-Koll.*, Graz 1989 (Tagungsband), *Österr. Beitr. Met. u. Geoph.*, H. 2, Wien 1989.
- SENFTEL, E.: Schwerekarte von Österreich, Bouguer-Isanomalien 1:1,000,000. — BEV, Wien 1965.
- STEINHAUSER, P., SEIBERL, W., ZYCH, D. & RUESS, D.: Bestimmung des Schwerefeldes der Karawanken und der Sattnitz. — *Mitt. österr. geol. Ges.*, 71/72, 299–306, Wien 1980.
- STEINHAUSER, P., RUESS, D., ZYCH, D., HHEITZMANN, H. & WALACH, G.: The Geoid in Austria: Digital Models of mean topographic heights and rock densities. — *Proc. XVIII. Gen. Assembly IUGG, IAG*, 1, 322–338, 1983.
- SÜNKEL, H.: Konventionelle und moderne Verfahren zur Ableitung orthometrischer Höhen. — *Österr. Zeitschr. f. Vermessw. u. Photogramm.*, 74, 77–93, Wien 1986.
- WALACH, G.: A Digital Model of Surface Rock Densities of Austria and the Alpine Realm. — (In:) H. SÜNKEL (Ed.): *The Gravity Field in Austria*. *Geodät. Arb. Österr. f. d. Int. Erdmessung, Neue Folge*, 4, 3–10, 1987.
- WALACH, G. & WEBER, F.: Contributions to the Relations between the Eastern Alps and the Pannonian Basin in the Light of Gravimetric and Magnetic Investigations. — (In:) H. W. FLÜGEL & P. FAUPL (Eds.): *Geodynamics of the Eastern Alps*, 345–360, Wien 1987.
- ZYCH, D.: 30 Jahre Gravimetermessungen der ÖMV Aktiengesellschaft in Österreich und ihre geologisch-geophysikalische Interpretation. — *Arch. f. Lagerst. forsch. Geol. B.-A.*, 9, 155–175, Wien 1988.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 19. Juli 1989

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Austrian Journal of Earth Sciences](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [82](#)

Autor(en)/Author(s): Posch Elmar, Walach Georg

Artikel/Article: [Das Bouguer-Schwerefeld in Vorarlberg. 105-118](#)