

Teilprojekt 15/15:
GEOPHYSIKALISCHE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN OSTALPINER KRUSTE
UND DEM PANNONISCHEN RAUM

R.GUTDEUTSCH, P.STEINHAUSER & F.WEBER
Wien/Leoben

Zielsetzung

Im Bereich des Pannonischen Beckens (Ungarn) ist die Erdkrustenstruktur bis zur Moho-Diskontinuität hinab gut untersucht. An Hand vieler verschiedener geophysikalischer Daten werden dort auch schon entsprechende Krustenmodelle entwickelt. Demgegenüber sind die Kenntnisse über den Tiefbau des Ostabschnittes der Ostalpen und des Übergangsbereiches zum Pannonikum noch sehr lückenhaft. Es war bisher nicht möglich, ein allgemein gültiges Modell zu entwickeln. Über die tieferen Krustenteile liegen überhaupt nur entlang eines einzigen refraktionsseismischen Profiles (Alpenlängsprofil 1975) quantitative Daten vor. Aber auch der Bereich, der sich zwischen der durch geologische Methoden erschließbaren Tiefe von einigen Kilometern und den durch tiefenseismische Untersuchungen verfolgbaren Diskontinuitäten erstreckt, ist nahezu völlig unerschlossen. Dabei haben gerade die Messungen auf dem Alpenlängsprofil erkennen lassen, daß im Übergangsbereich von der Pannonischen zur Ostalpinen Krustenstruktur noch zahlreiche ungelöste Fragen existieren, deren Beantwortung gerade im Hinblick auf den äußerst komplizierten Tiefbau der Ostalpen von wesentlicher Bedeutung ist.

Insbesondere ist für die Fragestellung des Schwerpunktes die genaue Kenntnis des physikalischen Zustandes der heutigen Kruste von Bedeutung, da auch die Erkundung der frühalpinen Ereignisse vom derzeitigen Zustand des Alpenbaues

ausgehen muß. Dies betrifft Angaben über seismische, gravimetrische, magnetische, thermische u.a. Eigenschaften der verschiedenen Krustenstockwerke, die mit der geologischen Entwicklungsgeschichte der betroffenen Körper im Einklang stehen müssen.

In welcher Beziehung die ostalpinen Einheiten zum Pannonischen Raum stehen ist eine wichtige Frage, deren Beantwortung wertvolle Information über die frühalpiner Entwicklung des Ostalpenraumes liefern kann.

Daß die Gegensätze zwischen den beiden Einheiten sich vor allem in der unterschiedlichen Krustendicke manifestiert ist zwar bekannt. Es darf aber erwartet werden, daß neue Daten aus dem Übergangsbereich wesentliche Rückschlüsse auf die Entstehungsgeschichte beider Räume zulassen. Eine wichtige spezielle Frage in diesem Zusammenhang ist beispielsweise ob und in welcher Weise sich die Einheiten der Ostalpen in den Pannonischen Raum fortsetzen. Für die geophysikalischen Untersuchungen, die optimal zur Lösung dieser Fragen beitragen können, ist der Raum zwischen Trieben und Neumarkt im Westen und der ungarischen Grenze im Osten vorgesehen. Er umfaßt den Ostteil der Gurktaler Masse, das ostalpine Altkristallin mit Saualpe, Koralpe, Stubalpe und Gleinalpe, das Grazer Paläozoikum, das unterostalpine Grundgebirge der Buckligen Welt, berührt das Penninische Fenster des Alpenostrandes und reicht bis in die ungarische Tiefebene hinein. Damit entsteht eine breite E-W-streichende Traverse auf der auch geologische, radiometrische und paläomagnetische Arbeitsgruppen im Rahmen dieses Hochschulschwerpunktes Untersuchungen durchführen.

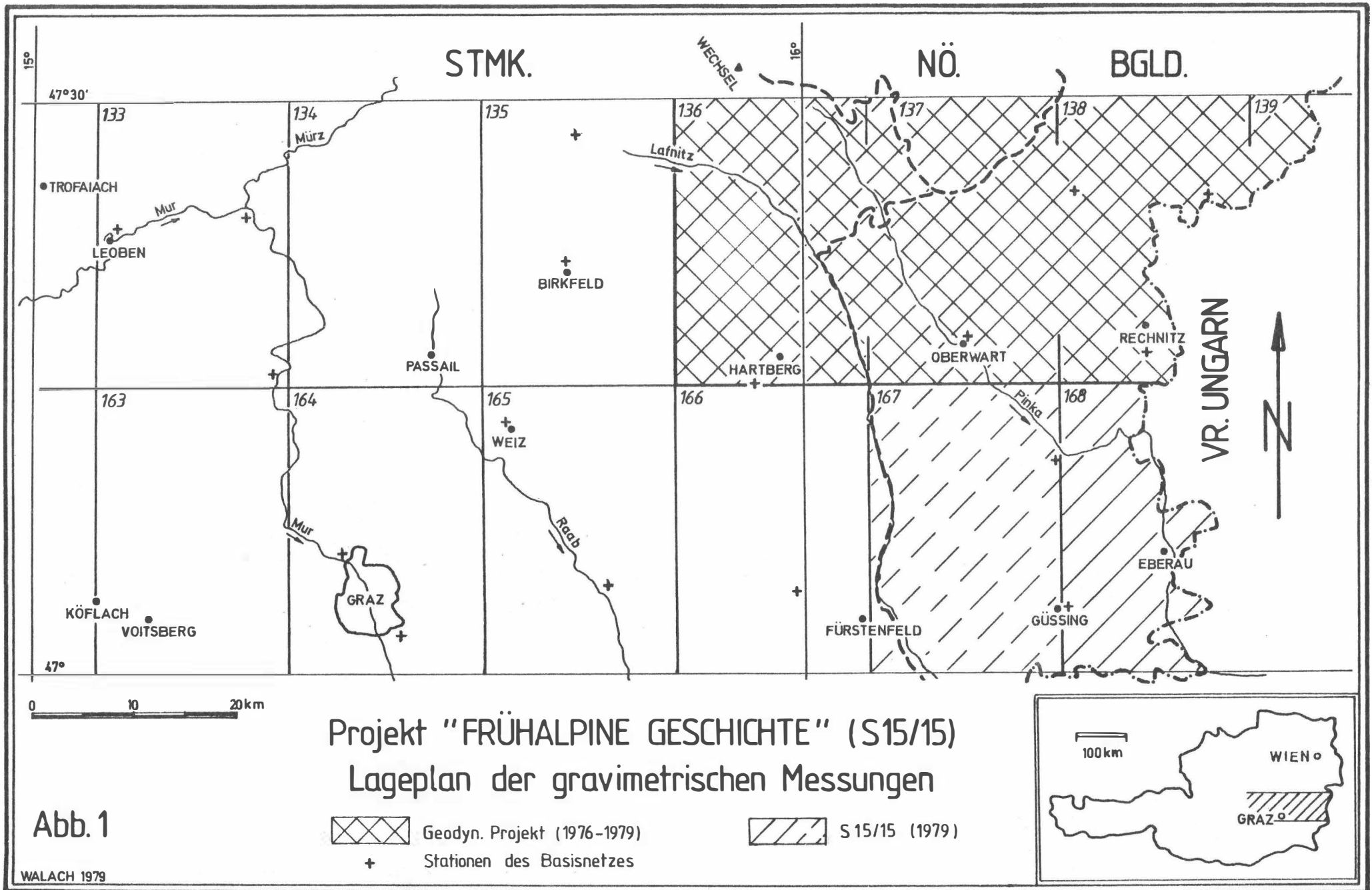
JAHRESBERICHT 1979 ÜBER DIE GEOPHYSIKALISCHEN MESSUNGEN IM
RAHMEN DES TEILPROJEKTES S 15/15

F.WEBER, M.OBERLADSTÄTTER, Ch.SCHMID, R.SCHMÖLLER,
E.STRÖBL & G.WALACH, Leoben

Entsprechend dem eingereichten Arbeitsplan konzentrierten sich die Arbeiten im Jahr 1979 auf gravimetrische und magnetische Feldmessungen, wodurch bereits in der Anfangsphase des Schwerpunkts insbesondere Aussagen über Struktur und Lithologie im Übergangsbereich zum Pannonischen Becken gemacht werden konnten. Durch die Einbeziehung von Ergebnissen, die von anderen Meßserien - vor allem vom Geodynamik Projekt herrühren - ist es nunmehr auch möglich, in einem aussagekräftigen Gebiet den Anschluß an die wesentlich umfangreicheren ungarischen Untersuchungen herzustellen. Für die erst ab dem Jahr 1980 zum Einsatz gelangende Reflexionsseismik wurden Vorbereitungen getroffen, die die Verbesserung der instrumentellen Ausrüstung sowie die Aufsuchung geeigneter Sprengpunkte betrafen. Weiters wurde auch die Auswertungsmethodik verbessert, wobei für repräsentative Gesteinsserien die Geschwindigkeitsverhältnisse unter Berücksichtigung der zu erwartenden Zunahme mit der Tiefe zu erfassen getrachtet wurden.

1. Schweremessungen am Alpenostrand (G.WALACH)

Die Schweremessungen am Alpenostrand bilden die kontinuierliche Fortsetzung jener Arbeiten, die im Rahmen der Österreichischen Beteiligung am Internationalen Geodynamik Projekt 1977-1979 begonnen wurden. Erste Ergebnisse aus einem 1600 km^2 großen Meßgebiet (540 Stationen) zwischen $47^{\circ}15'$ und $47^{\circ}30'$ n.B. (Abb.1) zeigen, daß dem



Alpenostrand entlang der Linie Friedberg - Hartberg - Weiz - Graz, ein etwa 50 - 70 km breiter Streifen vorgelagert ist, in dessen Bereich das regionale Schwerfeld starken Störungen unterworfen ist. Diese Störungen deuten auf bisher zum Teil noch wenig bekannte laterale und vertikale Diskontinuitäten in der Krustenstruktur hin. Andeutungsweise sind die großen Anomalien dieses Gebietes auch schon in der Schwerekarte von Österreich 1 : 1000000 nach E.SENFTL (1965) zu sehen (z.B. Südburgenländische Schwelle), doch gibt diese Karte wegen des zu weitmaschigen Meßrasters kein eindeutig interpretierbares Bild.

Aus diesen Überlegungen resultiert auch die im laufenden Teilprojekt S 15/15 angestrebte Erweiterung des Meßgebietes gegen Süden in den Raum den Alpenlängsprofils (Alp 75) und Fortsetzung als westführende Traverse bis zum Zusammenschluß im Raum Obdach - Judenburg - Trieben mit dem vom Geophysikalischen Institut der Universität Wien (Prof.P.STEINHAUSER) bearbeiteten NS-Profil.

Die Arbeiten wurden im Frühjahr 1979 mit der Erweiterung des im Gebiet Hartberg - Oberwart - Rechnitz - Lockenhaus vorhandenen Basisnetzes bis zum Murtal begonnen. Insgesamt wurden 12 neue Basispunkte geodätisch nach Höhe und Lage festgelegt (Abb.1) und in einer ersten Befahrung an das Netz der gravimetrischen Landesaufnahme angeschlossen. Eine abschließende zweite Befahrung sowie der Anschluß an den ISGN 71 - Punkt Graz - Schloßberg (Erdgezeitenstation des Institutes für Landesvermessung der TU Graz, Prof.RINNER) über die Basispunkte Graz-Nord und Graz-Süd ist für das Frühjahr 1980 geplant.

Im Juli/August 1978 wurden auf den Blättern 167 Güssing und 168 Eberau der ÖK 1 : 50000 121 Stationen für die gravimetrische Regionalaufnahme vermessen. Gangreduktionen, Höhen- und Koordinatenbestimmungen, sowie die topographische Korrektur im Nah- und Übergangsbereich wurden bereits für alle Meßpunkte berechnet. Derzeit laufen noch Digitalisierungsarbeiten zur Erstellung des Höhenmodells für die topographische Korrektur im Fernbereich bis 20 km auf den

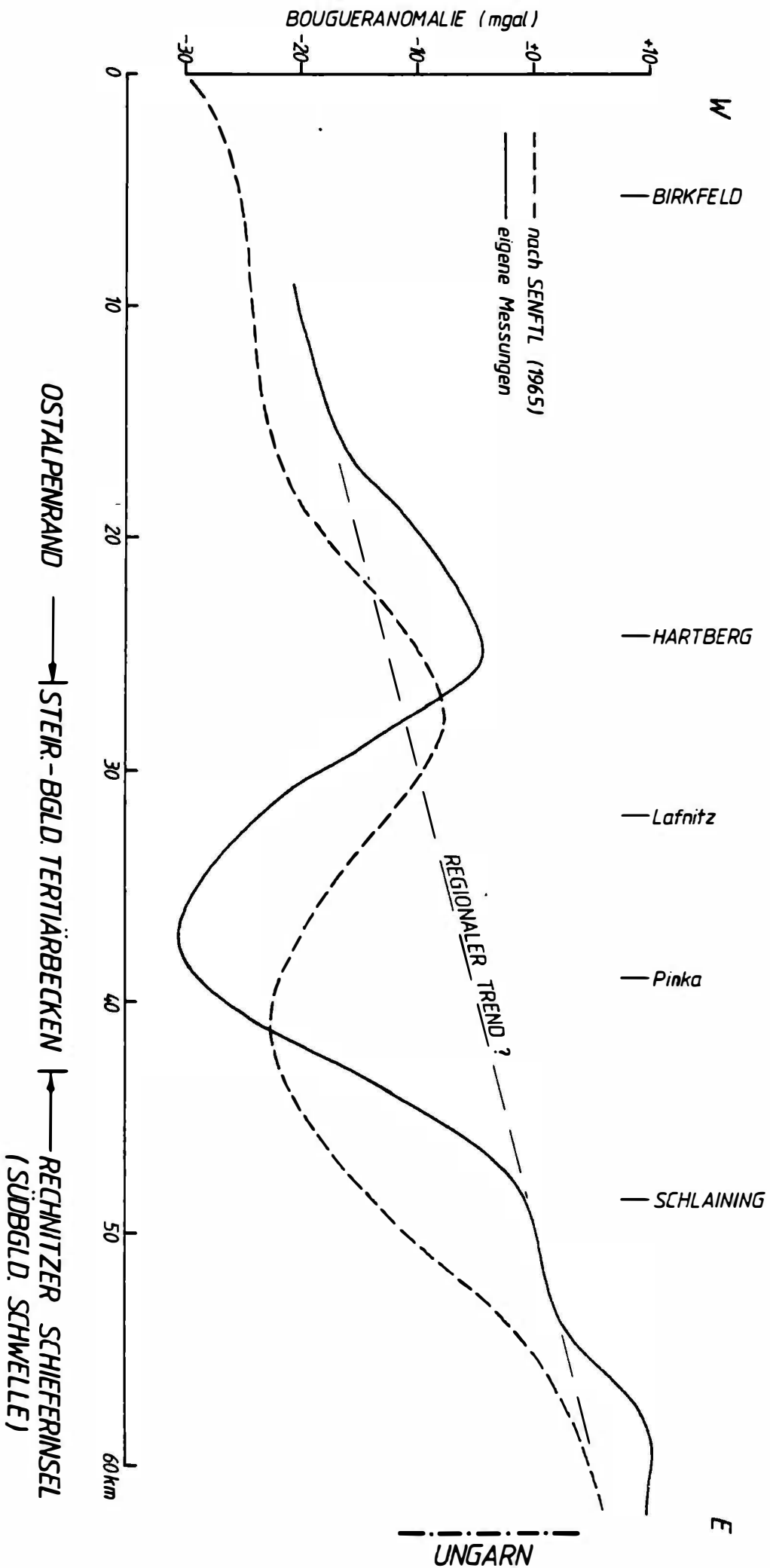
Blättern 166 Fürstenfeld und 193 Jennersdorf. Danach werden die Bougueranomalien, zunächst für die Standarddichte $2,67 \text{ g/cm}^3$, mittels der im Jahresbericht 1977 (Geol.Tiefbau der Ostalpen, II.Teil, p.47) beschriebenen Computerprogramme berechnet.

Als erstes Ergebnis ist ein Schwereprofil entlang $47^{\circ}20'$ von Birkfeld bis zur ungarischen Grenze in Ausarbeitung. Abb.2 zeigt eine Gegenüberstellung des etwa 60 km langen Profils der Bouguerschwere (Standarddichte $2,67 \text{ g/cm}^3$) nach SENFTL (1965) und eigenen Messungen. Man sieht, daß die Schwerekarte von Österreich alle wesentlichen gravimetrischen Strukturelemente in stark schematisierter Form wiedergibt. Bezogen auf den vermutlichen Trend der regionalen Schwereverteilung ($\sim 0,5 \text{ mgal/km E}$) zeichnen sich aber in den eigenen Messungen scharf begrenzt und gut interpretierbar die großen Anomalien des Ostalpenrandes, Raum Hartberg (positiv), das Steirisch-Burgenländische Tertiärbecken (negativ) und die Südburgenländische Schwelle (positiv) ab. Zwei- und dreidimensionale Modellrechnungen sind im Gange und es deutet sich für die positiven Anomalien in Übereinstimmung mit der Magnetik (Abb.4) eine große Tiefenerstreckung ($\geq 10 \text{ km}$) der zugehörigen Störkörper an.

2. Magnetische Messungen am Alpenostrand

(M.OBERLADSTÄTTER, G.WALACH)

Anlässlich der EGS-Tagung im September 1979 in Wien haben OBERLADSTÄTTER, WALACH und WEBER über den Stand der magnetischen Messungen am Alpenostrand berichtet. M.OBERLADSTÄTTER bearbeitete im Rahmen des Geodynamischen Projekts die etwa 100 km lange magnetische Traverse 3 (Abb.3), die östlich von Graz beginnend, bis zur ungarischen Grenze dem Alpenlängsprofil (Alp 75), Sektion 5, folgt. Isanomalkarten und die in Abb.4 dargestellte Modellrechnung zeigen Ausdehnung und Tiefe des begrabenen miozänen Vulkanitkörpers im Raum Ilz - Altenmarkt und weiters zwei parallele, NNE streichende, W fallende, plattenförmige Störkörper mit großen Tiefen- und Längserstreckung im Gebiet entlang der ungarischen Grenze.

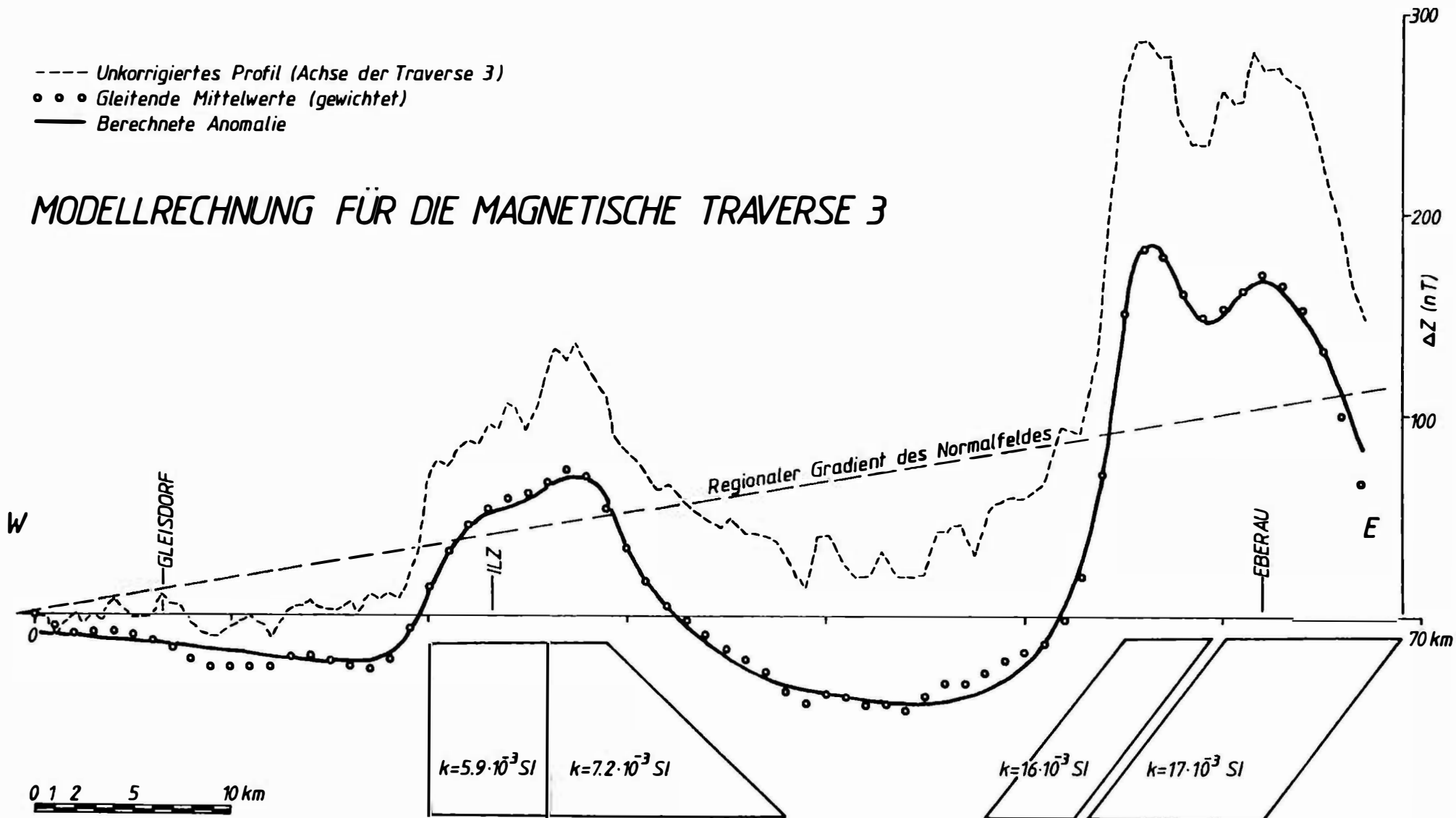


BOUGUERSCHWERE ENTLANG 47°20'

Abb. 2

- Unkorrigiertes Profil (Achse der Traverse 3)
- • • Gleitende Mittelwerte (gewichtet)
- Berechnete Anomalie

MODELLRECHNUNG FÜR DIE MAGNETISCHE TRAVERSE 3

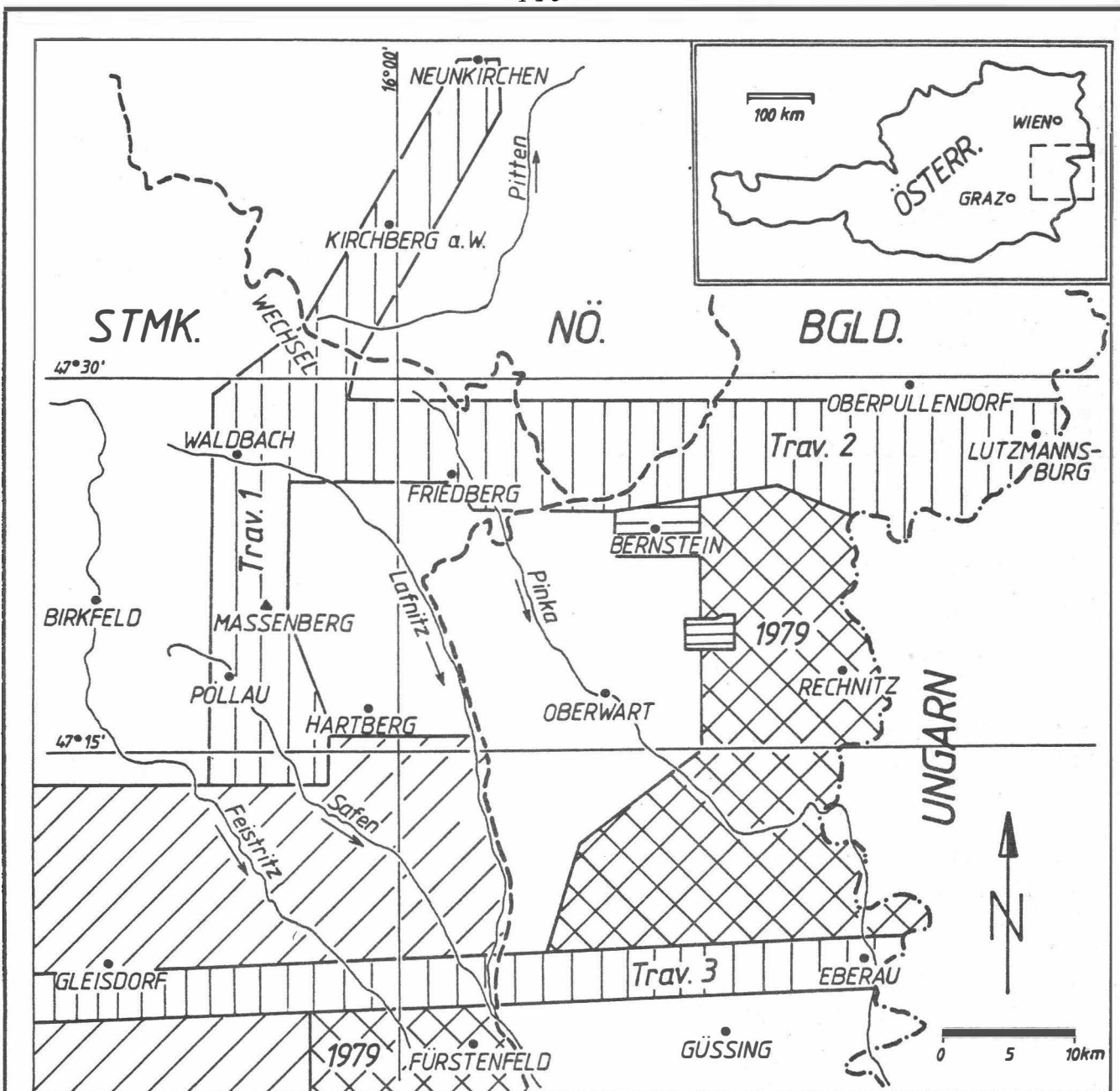


Wegen der großen strukturellen Bedeutung der beschriebenen magnetischen Anomalien wurden die magnetischen Messungen im Rahmen des Projekts S 15/15 weitergeführt, um die flächenmäßige Ausdehnung der Anomalien abgrenzen zu können und daraus ein räumliches Bild der Störkörper zu gewinnen. Im Juli - Oktober 1979 wurden dazu rund 950 Meßpunkte (350 km^2) gemessen. Derzeit wird an den Korrekturen der täglichen Variation und des Normalfeldes gearbeitet.





Die Anwendung einfacher Filtertechniken auf ältere magnetische Daten aus dem Oststeirischen Becken (Raum Ilz - Altenmarkt) brachte eine starke Beruhigung des Isanomalenverlaufes. Eine kartenmäßige Darstellung der Daten zeigt nunmehr, daß die zunächst unregelmäßig verteilten magnetischen Anomalien im Raum Großsteinbach - Ilz - Altenmarkt nach der Glättung entlang einer WNW - ESE streichenden Achse angeordnet sind. Ergänzungsmessungen im Gebiet W Fürstenfeld (110 km^2 , 730 Meßpunkte) durch H.NOVAK im Rahmen seiner Diplomarbeit (Abb.3), dienten der Erfassung des SE-Flügels des Ilz - Altenmarkter Vulkangebietes. Diese Ergebnisse werden im März 1980 vorliegen.

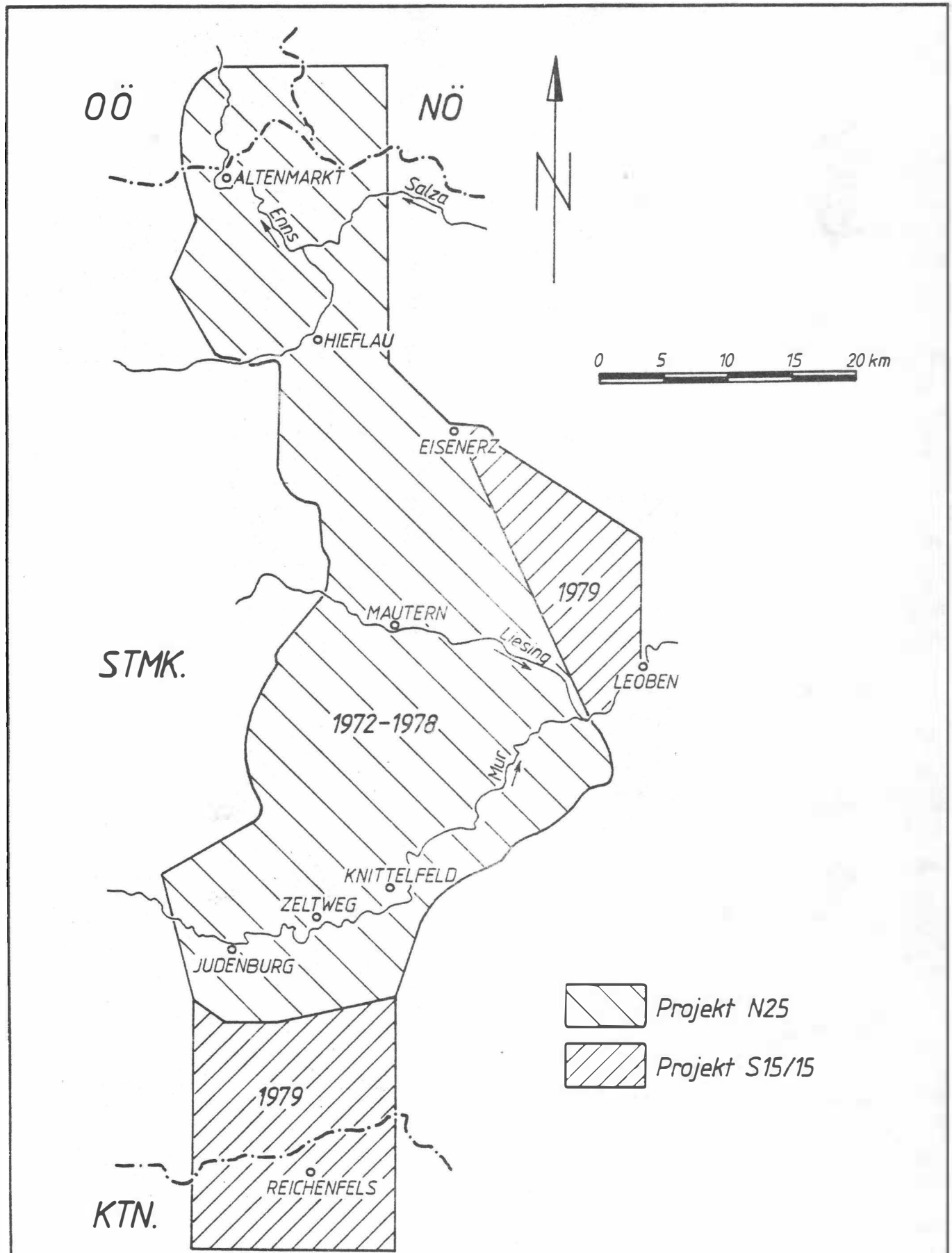
3. Magnetische Messungen zwischen Nördlichen Kalkalpen und Saualpe (E.STRÖBL)
- 3.1. Magnetische Messungen im Raum Obdach und im Gebiet zwischen Eisenerz und Leoben

Um die im Projekt N 25 begonnene magnetische N-S Traverse bis nach Kärnten fortzusetzen, wurden 1979 südlich des Fohnsdorfer Beckens 1150 Stationen gemessen (Abb.5). Wie Abb.6 zeigt, ist das Gebiet magnetisch sehr ruhig und liegt etwa zwischen -20 und -60 nT. Da das 1979 gemessene Gebiet etwa bei der durchgehend E-W verlaufenden -30 nT Isanomale (Abb.6 - beim Knick des Granizenbaches) beginnt und es an eine andere Hauptbasis als der nördliche Teil angeschlossen wurde, wird 1980 sicherheitshalber ein Zusammenschluß der Hauptbasen erfolgen, um herauszufinden, ob der Abfall um etwa 10 - 20 nT südlich des Fohnsdorfer Beckens reel ist, oder ob ein Abweichen der Haupt-

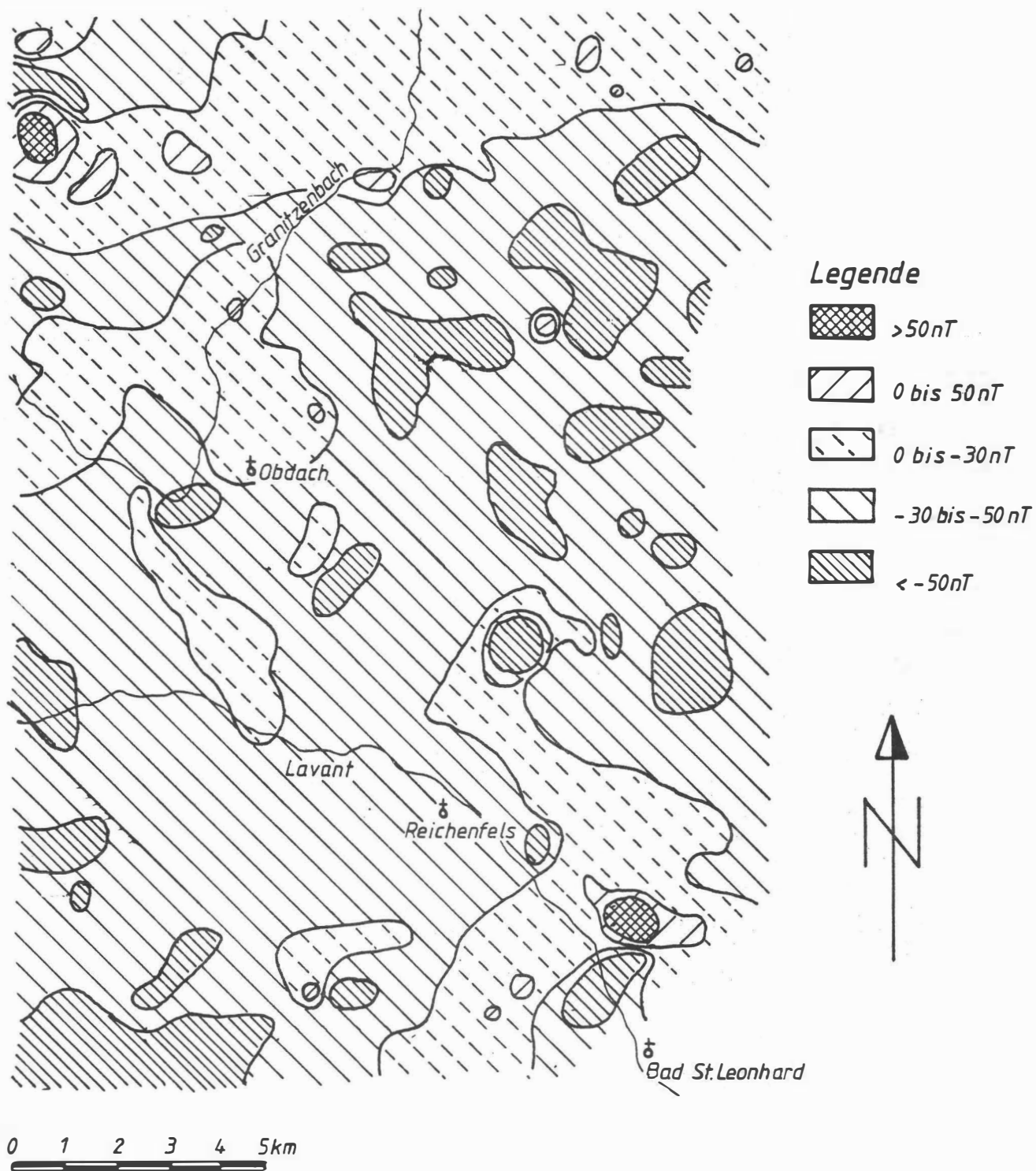


LAGEPLAN DER MAGNETISCHEN MESSGEBIETE AM ALPENOSTRAND 1970-1979

-  Traversen 1,2,3 (Geodynamik Projekt, 1972-1979)
-  Bernstein und Schlaining (1971-1972)
-  Oststeirisches Becken (1970-1972)
-  Rechnitz-Güssing-Fürstenfeld (S15/15, 1979)



LAGEPLAN DER MAGNETISCHEN MESSGEBIETE
ZWISCHEN NÖRDLICHEN KALKALPEN UND SAUALPE



MAGNETIK RAUM OBDACH

STRÖBL 1979

Abb. 6

basen voneinander eine Rolle spielen kann. Die vorläufig aus diesem Gebiet genommenen Gesteinsproben zeigen keine oder nur sehr geringe Suszeptibilitäten (bis $70 \cdot 10^{-5}$ SI). Strukturell von Interesse könnte die positive Anomalie nördlich von Bad St. Leonhard sein, die allerdings noch nicht näher untersucht wurde. Im Isanomalenplan kommt die Pöls-Lavantstörung nicht sehr deutlich zum Ausdruck, dies könnte jedoch auch an den relativ großen Isolinienabständen liegen.

Im Jahr 1979 wurden weiters 605 Stationen im Raum zwischen Leoben und Eisenerz gemessen. Der Grund war die Weiterverfolgung einer Anomalie, die 1978 im Gebiet des Reiting gefunden wurde. Die Anomalie erstreckt sich über ca. 45 km^2 mit Maximalwerten bis zu 700 nT. Die Ursache dürften nach K. METZ basische Eruptiva sein, deren Suszeptibilitäten zwischen $600 \cdot 10^{-5}$ und $10000 \cdot 10^{-5}$ SI Einheiten liegen.

1979 erfolgten auch einzelne Ergänzungsmessungen im Gebiet nördlich von Hieflau, sodaß auch dieser Teil als abgeschlossen betrachtet werden kann.

3.2. Datenerfassung

Um die bisher gemessenen Punkte in einfacher Weise mathematisch weiterbehandeln zu können und um einen schnellen und gezielten Zugriff zu ihnen zu haben, wurden sie im Berichtsjahr von E. STRÖBL einheitlich erfaßt und auf Magnetband gespeichert. Pro Meßpunkt sind nunmehr 13 Informationen erhältlich, durch die die Grundlage für jede weitere Auswertung geschaffen ist. Auf diese Weise sind 9346 Meßpunkte abgespeichert, die im Gebiet, wie es Abb. 5 zeigt, liegen. Die zur vollen Informationsausschöpfung notwendigen kleineren Plotter- und Statistikprogramme existieren ebenfalls und wurden bereits getestet.

3.3. Erprobung verschiedener analytischer Auswertemethoden

Die Auswertemethoden lassen sich im wesentlichen in 2 Gruppen unterteilen. Es sind dies erstens Möglichkeiten das Isanomalienbild zu verändern, um so verbesserte oder sogar neue Aussagen über das Meßgebiet zu bekommen. Diese mathematische Behandlung der Meßdaten ist unter dem Begriff Feldtransformation bekannt. Dazu gehören die Filterverfahren, die erste und zweite Ableitung nach z , die Berechnung verschiedener Komponenten des Erdmagnetfeldes aus einer Komponente und die Reduktion zum Pol. Die dazu und zur Interpolation der Meßdaten notwendigen Rechenprogramme wurden entweder selbst erstellt oder aus der Literatur übernommen und für die eigenen Bedürfnisse modifiziert. Da diese Methoden im wesentlichen bei aeromagnetischen Messungen Anwendung finden, gilt es zu prüfen, in wie weit sie auch für ΔZ Messungen in teilweise hochalpinem Gelände Aussageverbesserungen bringen können. Erste Ergebnisse entsprechen durchaus den gesetzten Erwartungen. Weiters wurden Versuche zur topographischen Korrektur der Meßdaten mittels Doppelfourierreihenanalyse unternommen. Lag dabei das Bezugsniveau über den Meßpunkten, war das Ergebnis gut, wurde dagegen die Topographie geschnitten, so verstärkte sich der hochfrequente Anteil der Reihen in unzulässiger Weise.

Der zweite Teil der Auswertemethoden umfaßt die Störkörperberechnung. Hier ist zwischen zwei- und dreidimensionaler Interpretation zu unterscheiden. Für die zweidimensionale Modellrechnung stehen zwei Programme zur Verfügung, wovon eines halbautomatisch die am besten zur Anomalie passende Platte sucht, das andere ermöglicht die Interpretation durch ein horizontales Prisma mit beliebigem Querschnitt. Was die dreidimensionale Störkörperberechnung betrifft, so gibt es vielversprechende Versuche mit zwei Programmen aus der Literatur. Das eine löst das Volumsintegral $(\iiint \vec{r} \text{grad } \frac{1}{r} dr)$ durch numerische Integration der Doppelintegrale horizontaler Polygonflächen über die Höhe (TALWANI 1965). Der dabei entstehende Fehler ist stark von der Tiefe und dem Abstand der Polygonflächen untereinander abhängig. Das zweite Programm (PLOUFF 1975)

umgeht diesen Fehler, indem beliebig viele senkrechte Prismen mit beliebigem Querschnitt summiert werden.

Literatur:

- OBERLADSTÄTTER, M., WALACH, G. & WEBER, F. 1979: Geomagnetic measurements in the Alpine-Pannonic boundary region.- EOS-Transactions, 60, 32, p.572, Washington.
- PLOUFF, D. (July 1975): Derivation of formulas and FORTRAN-programs to compute magnetic anomalies of prisms.- National technical Information Service.
- SENFTEL, E. 1965: Schwerekarte von Österreich Bouguer-Isanomalien.- M. 1 : 1000000, BA.f.Eich- und Vermw., Wien.
- TALWANI, M. 1965: Computation with the help of a digital computer of magnetic anomalies caused by bodies of arbitrary shape.- Geophysics, 30, 5.
- WEBER, F., JANSCHKE, H., MAURITSCH, H., OBERLADSTÄTTER, M., SCHMÖLLER, R. & WALACH, G. 1979: Activities of the Institute of Geophysics of the Mining University Leoben.- Report of the Austrian National Committee for the IGP, Vienna (in press).

JAHRESBERICHT 1979 ÜBER GRAVIMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN

P.STEINHAUSER & D.RUESS, Wien

Im Rahmen des gravimetrischen Untersuchungsprogrammes wurden 1979 gravimetrische Feldmessungen an der Nord- und Westseite der Seetaler Alpen, sowie im Bereich des Perchauer und des Neumarkter Sattels und den anschließenden Randgebieten der Niederen Tauern und der Gurktaler Alpen durchgeführt. Insgesamt wurden flächenhaft verteilt 46 Schwerestationen auf einem Gebiet von etwa 480 km², einschließlich aller im Gelände erforderlichen Nebenarbeiten, vermessen.

Die Auswertung konzentrierte sich auf ein weiter im Westen gelegenes Gebiet dieser Traverse und zwar auf den Bereich vom Maltatal und den Hochalmspitz im WNW bis zu den Nockbergen in ENE. Das Untersuchungsgebiet umfaßt somit die geologischen Strukturen vom Tauernfenster bis zur Gurktaler Decke des Ostalpins. In Abb.1 ist die Bouguer Anomalienkarte dieses Gebietes wiedergegeben, die nach den klassischen gravimetrischen Auswertemethoden ermittelt worden ist.

Das für ein Hochgebirge typische Schwereminimum ist insbesondere im Bereich des Tauernfensters deutlich erkennbar. Da andererseits die Gurktaler Alpen durch eine relativ positive Schwereanomalie gekennzeichnet sind, ergibt sich im Übergangsbereich ein außerordentlich großer Horizontalgradient, der Werte bis zu etwa 5 mgal/km erreicht. Das Maltatal tritt als Schweretrog hervor, der

nur teilweise durch Sedimenteinträgerungen erklärt werden kann, teilweise aber durch Strukturen in größeren Tiefen verursacht wird. Eine naheliegende Interpretation wäre die einer Störung mit tiefgreifender Auflockerungszone. In Teilen der Millstätter Alpe ist eine positive Anomalie zu beobachten, die als Folge des dort vorkommenden Magnetsits erklärt werden kann. Bei den oben beschriebenen klassischen Bougueranomalien wird unter anderem vorausgesetzt, daß der gravimetrische Vertikalgradient den für eine durchschnittlich gegliederte Erdkruste ermittelten Normalwert von 0.3085 mgal/m besitzt. Da in einem Störungsgebiet vom Ausmaß der Alpen die Erfüllung dieser Voraussetzung nicht ohne weiteres erwartet werden kann, wurden an ausgewählten Punkten die Vertikalgradienten im Gelände meßtechnisch bestimmt, wozu eine eigene Meßmethode entwickelt worden ist, mit der der Meßfehler besonders klein gehalten werden kann.

In Ergänzung dazu wurden aus der Bouguer-Anomalienverteilung von Abb.1 nach Verfahren von Bhattacharyya Vertikalgradienten berechnet. Wenn man berücksichtigt, daß das Auflösungsvermögen des rechnerischen Verfahrens durch die Meßpunktdichte begrenzt wird, dann liefern beide Methoden gut übereinstimmende Ergebnisse; es kann somit im allgemeinen die Vertikalgradientenbestimmung rechnerisch erfolgen, die im Bereich kleinräumiger geologischer Strukturen durch gezielt angesetzte Messungen ergänzt werden müssen.

Die Verteilung der mit den gemessenen Vertikalgradienten berechneten Bouguer Anomalien ist in Abb.2 wiedergegeben. Diese Karte repräsentiert die Störwirkung von relativ oberflächennahen geologischen Körpern. Ein besonders markantes Beispiel hierfür ist der Schwererücken im Bereich des Stangalmmesozoikums, der in der standardmäßig berechneten Bouguer Karte (siehe Abb.1) nicht zu erkennen ist.

Derzeit werden dreidimensionale Modelle nach dem Talwani Verfahren entwickelt, um diese Schwerekarten zu interpretieren.

Literatur:

RUESS, D. & STEINHAUSER, P. 1979: Gravimetric Investigations in the East of the Tauern Window. EOS, Trans. Am.Geoph.Un., 60, 565.

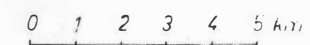
13°20'

13°25'

KARTE 1

Bouguer - Anomalie [mgal]

Dichte 2,67 g/cm³
Platte eben
Reduktion 20km

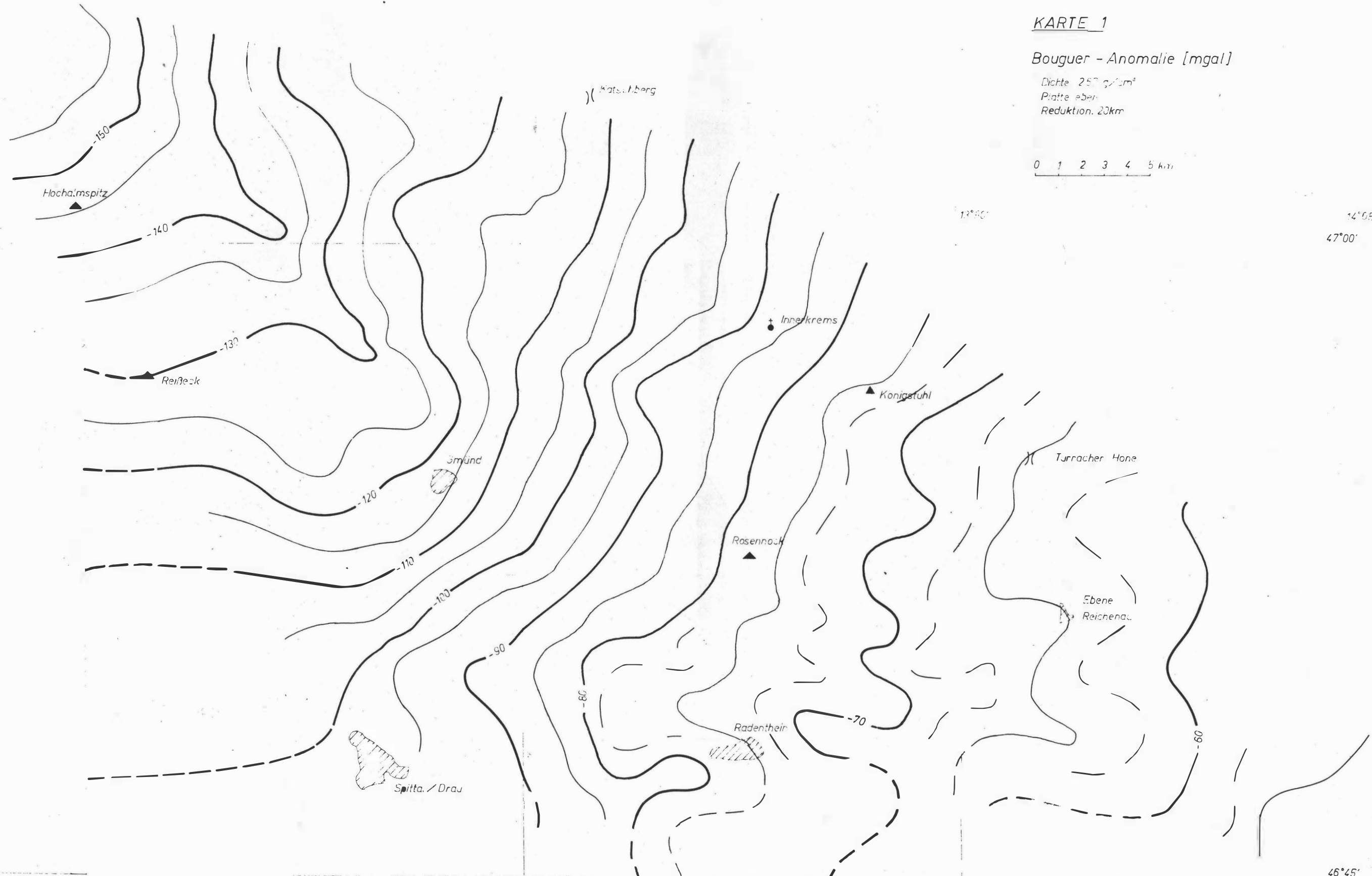


13°30'

14°05'

47°00'

47°00'



45°45'

46°45'

KARTE 4
Bougueranomalie mit
aktuellen Vertikalgradienten
[mgal]

