

# AERO-GEOPHYSIK

# ÖSTERREICH

## AEROGEOPHYSIKALISCHE VERMESSUNG

im Bereich von

### NEUBERG (Teilprojekt II)

# AEROGEOPHYSIKALISCHE VERMESSUNG

im Bereich von

**NEUBERG**

(Teilprojekt II)

von

**Wolfgang Seiberl**

Wien, August 1993

**Geologische Bundesanstalt Wien**

ADV-Eingabe <i>8</i>	<i>21. Okt. 1993</i> 020 Eingabedaum	A 10061 030 Archiv Inventar Nr.	R Standort Ordnungszahl
040 Sprache GER	060 Auswerter G	065 Bearbeiter C	070 Empfänger LIT
080 Dok. Typ E	090 Berichtsart R	091 Projektcode Ü-LG-020/92-4	
110 Dok. Art A	120 Weitere Signaturen	121 Exemplar	
Seiberl, Wolfgang			
130 Verfasser			
135 Verfasser mit Funktion			
Geologische Bundesanstalt / FA Geophysik			
140 Körperschaften			
Aerogeophysikalische Vermessung im Bereich von Neuberg (Teilprojekt II)			
160 Sachtitel			
170 Sachtitel (Übersetzungen )			
180 Fassung	190 Maßstab	200 Topographie	
210 Ort Wien			
225 Erstellungsdatum 1993-08			
240 27+13 Bl.	250 III 13 Abb., 14 Beil.	260 Format 29,5 cm	
Aero-Geophysik Österreich			
271 In:Gesamttitel			
290 Gesamttitel Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt Ü-LG-020/92-4			
291 Hochschulschrift			
292 Standortnachweis Bibl. Geol. Bundesanst./Wiss. Archiv Nr. A 10061-R			
293 Weitere Angaben			
300 Sprachen der Zusammenfassung GER			
Bearbeitungsvermerke <i>BO</i>	BGLÖ <i>g</i>	GEOKART <i>EDV!</i>	Kopie an Redaktion
Katalog	Mikrofilm	Vertraulichkeit 3	Exemplar

103;104

330 ÖK-Blätter

Veitscher Gebiet;Mürztaler Alpen;Schneealpe

335 Geographika

Aerogeophysik; Oberostalpin; Elektromagnetik;  
 Magnetische Totalintensität; Kalkstein; Dolomit;  
 Gammastrahlungsspektrometrie; Perm;  
 Methodik (Geophysik); Cäsium - 137; Kalium - 40;  
 Uran; Thorium

340 Schlagworte

350 Koordinaten

351 Koordinaten

352 Koordinaten

353 Koordinaten

360 Bundesländer St

365 Staaten AUT

370 Sachgruppen

GEOP; ADVI; PRIM; MESO; METH

S. 3

380 Abstrakt

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	2
1. Zielsetzung und Ablauf des Projekts .....	3
2. Planung und Durchführung der Vermessung .....	4
2.1. Meßausrüstung .....	4
2.2. Fluglinien .....	5
2.3. Durchführung der Messungen .....	6
2.4. Personal .....	9
3. Datenverarbeitung und Kartenherstellung .....	10
3.1. Aufgabe der ADV .....	10
3.2. Datenkontrolle .....	10
3.3. Flugwegdaten .....	11
3.4. Elektromagnetische Widerstandskartierung .....	11
3.4.1. Auswertung der EM-Daten .....	11
3.4.2. Bedeutung der Ergebnisparameter $\rho_a$ und $d_a$ .....	13
3.5. Kartierung der anomalen magnetischen Totalintensität ( $\Delta T$ ) .....	13
3.6. Radiometrische Kartierung .....	15
3.6.1. Die Quellen der natürlichen Gammastrahlung .....	15
3.6.2. Korrekturen der Meßdaten .....	15
3.6.3. Herstellung der Isolinienpläne .....	21
4. Erste Ergebnisse .....	22
4.1. Widerstandskartierung (Anlagen 2,3,4,5) .....	22
4.2. Isanomalien der Totalintensität $\Delta T$ ; Anlage 6 .....	22
4.3. Gammastrahlenpektrometrie .....	22
4.3.1. Strahlenschutz .....	22
Dosisleistung; Anlage 7 .....	22
Verteilung des Cäsium-137; Anlage 8 .....	23
4.3.2. Die Verteilung des Kaliums ( $^{40}\text{K}$ ); Anlage 9 .....	23
4.3.3. Die Verteilung des Urans ( $^{214}\text{Bi}$ ); Anlage 10 .....	23
4.3.4. Die Verteilung des Thoriums ( $^{208}\text{Tl}$ ); Anlage 11 .....	23
4.3.5. Verhältnisse U/Th, U/K, Th/K; Anlagen 12,13,14 .....	24
5. Empfehlungen .....	25
6. Literatur .....	26
7. Verzeichnis der Anlagen .....	27
Anhang A: Einfluß der Hangneigung auf elektromagnetische Messungen aus der Luft .....	28
1. Einleitung .....	28
2. Horizontal-Koplanares Spulensystem über geneigter Erdoberfläche .....	29
2.1. Veränderung der gemessenen Amplitude .....	30
2.2. Verfälschung der Ergebnisparameter .....	31
3. Vertikal-Koaxiales Spulensystem über geneigter Erdoberfläche .....	33
3.1. Änderung der gemessenen Amplitude .....	33
3.2. Verfälschung der Ergebnisparameter .....	35
Anhang B: Einfluß der Topographie auf die Anomalien der magnetischen Totalintensität ( $\Delta T$ ) .....	37

## Zusammenfassung

Die aerogeophysikalischen Messungen geben die oberflächennahe geologische Situation im Bereich des Meßgebietes "Neuberg (Teilprojekt II)" teilweise gut wieder. Besonders die kalkigen und dolomitischen Anteile des Oberostalpins lassen sich gegenüber den anderen Gesteinskomplexen gut abgrenzen.

Im Meßgebiet des Teilprojekts II konnten insgesamt zwei Zielgebiete (Blasbauer-Neuberg, Arzkogel-Arzbach) festgestellt werden, die durch weitere geowissenschaftliche Methoden untersucht werden sollten. Die zwei angesprochenen Detailuntersuchungsgebiete zeichnen sich einerseits durch Anomalien im elektrischen Widerstand und andererseits durch magnetische und radiometrische Anomalien aus.

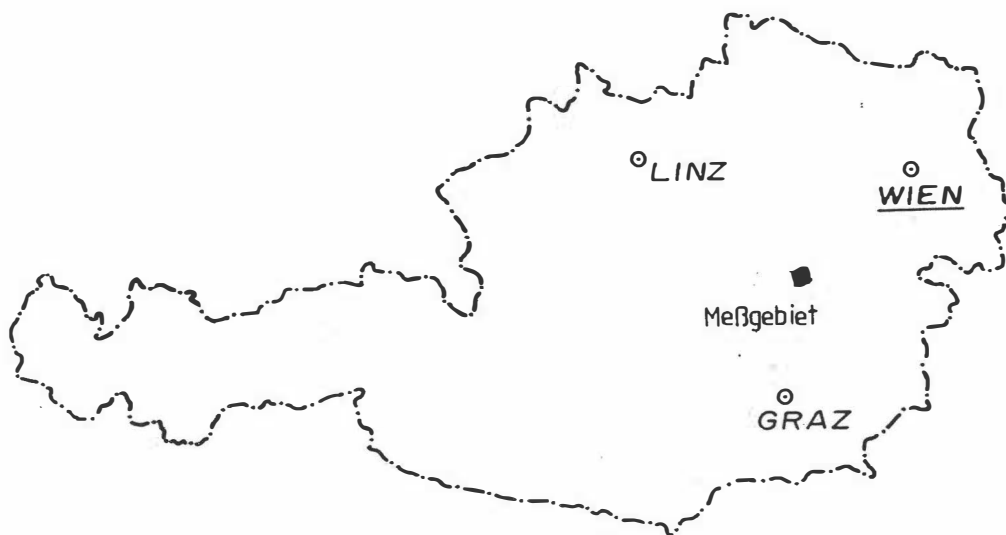


Abb1.: Lage des Meßgebietes

## **1. Zielsetzung und Ablauf des Projekts**

Mit der hubschraubergeophysikalischen Vermessung im Bereich von Neuberg (Teilprojekt II) - die Lage des Meßgebietes kann der Abbildung 1 entnommen werden - werden aus der angewandten geowissenschaftlichen Sicht mehrere Umsetzungs- und Anwendungsziele verbunden:

- Beiträge zur Abschätzung der Mineralrohstoffsituation,
- Unterstützung der regionalen Kartierung, insbesondere die Abgrenzung der permischen Gesteinsfolgen,
- Unterstützung bei der hydrogeologischen Kartierung,
- Abschätzung der natürlichen und anthropogenen radioaktiven Strahlenbelastungen im Untersuchungsgebiet.

Die Meßflüge im Raum Neuberg (Teilprojekt II) fanden im Herbst 1992 statt. Dabei wurde ein temporärer Hubschrauberlandeplatz bei Niklasdorf bei Leoben eingerichtet. Mit der Herstellung erster Ergebniskarten wurde im Herbst 1992 begonnen. Die Fertigstellung letzterer wurde im Juni 1993 abgeschlossen. Wegen der im Herbst 1992 herrschenden Wetterlage konnte das geplante Projekt nicht abgeschlossen werden (SEIBERL, 1992). Es wurden daher die restlichen Meßflüge für den Herbst 1993 ("Neuberg - Teilprojekt III") eingeplant.

## 2. Planung und Durchführung der Vermessung

### 2.1. Meßausrüstung

Die aerogeophysikalischen Messungen im Raum Neuberg wurden mit einem Hubschrauber des österreichischen Bundesheeres vom Typ AB 212 durchgeführt.

Die Meßausrüstung hat folgende Komponenten:

- 1) Ein elektromagnetisches Mehrfachspulensystem vom Typ DIGHEM-II. Das System induziert elektrische Ströme in den Untergrund, deren Magnetfeld (= sekundäres Feld) gemessen wird. Die zwei Sender arbeiten mit zwei unterschiedlichen Frequenzen, (900 Hz koaxial, 3.600 Hz koplantar). Das sekundäre Magnetfeld wird mit zwei Empfangsspulen aufgenommen, die die gleiche Lage wie die Sendespulen haben ("maximale Kopplung") und 7,97 m von diesen entfernt sind. Sender und Empfänger sind in einer etwa 10 m langen Flugsonde ("bird") untergebracht, die an einem 30 m langen Kabel unter dem Hubschrauber hängt. Die aufgenommenen Signale werden in zwei zeitliche Komponenten ("inphase" und "quadrature") relativ zur Phase des Sendesignales aufgespalten. Die Meßrate beträgt 10 Meßdaten pro Sekunde, es fallen also insgesamt 40 Meßdaten pro Sekunde für das Elektromagnetiksystem an.
- 2) Ein Gammastrahlenspektrometer (Geometrics GR-800D) mit zwei nach unten gerichteten Natrium-Jodid Kristallen mit einem Gesamtvolumen von 33,6 l und einem nach oben gerichteten Kristall (Volumen 4,1 l). Dieses Gerät mißt die Intensität der Gammastrahlung in jeweils 256 Energiekanälen für die nach unten und oben gerichteten Kristalle. Zusätzlich werden 6 Energiesummenbereiche aufgezeichnet: Gesamtstrahlung (0,4 - 3,0 MeV, bzw. 0,2 - 3,0 MeV), für Uran-weit (1,041 - 1,207 MeV, 1,66 - 2,41 MeV), Kalium ( $^{40}\text{K}$ ; 1,36 - 1,56 MeV), Uran ( $^{214}\text{Bi}$ ; 1,67 - 1,87 MeV) und Thorium ( $^{208}\text{Tl}$ ; 2,42 - 2,83 MeV). Die Integrationszeit beträgt 1 Sekunde.
- 3) Ein Protonen-Präzessions-Magnetometer vom Typ Geometrics G-801/3. Es mißt die Totalintensität des erdmagnetischen Feldes mit einer Anzeigegenauigkeit von  $\frac{1}{2}$  nT. Die Meßrate beträgt 1 Meßwert pro Sekunde. Der Sensor hängt an einem Kabel, etwa 20 m unter dem Hubschrauber.
- 4) Zur Messung der Flughöhe über Grund dient ein Radarhöhenmesser Sperry AA-220.
- 5) Der Flugweg wird auf einer Breite von  $\pm 100\text{m}$  durch eine Videokamera aufgezeichnet.
- 6) Eine Dopplernavigationsanlage (System LDNS der Fa. Singer-Kearfott, USA) stellt durch ihre Flugweganzeige eine wesentliche Unterstützung für die Meßflugdurchführung dar.



Weiters können mit diesem Gerät die Flugwegkoordinaten (im UTM-System) unmittelbar auf einen Datenträger aufgezeichnet werden.

- 7) Das gesamte Meßsystem wird durch einen Personalcomputer (PCQT, Industriestandard), an dem einige Modifikationen durchgeführt wurden, gesteuert. Die Datenaufzeichnung erfolgt auf einer Festplatte. Die Kontrolle der Meßdaten erfolgt während der Meßflüge über einen Farbgraphikschirm.

Der Datenfluß des Hubschrauber-Meßsystems ist in Abb. 2 vereinfacht dargestellt.

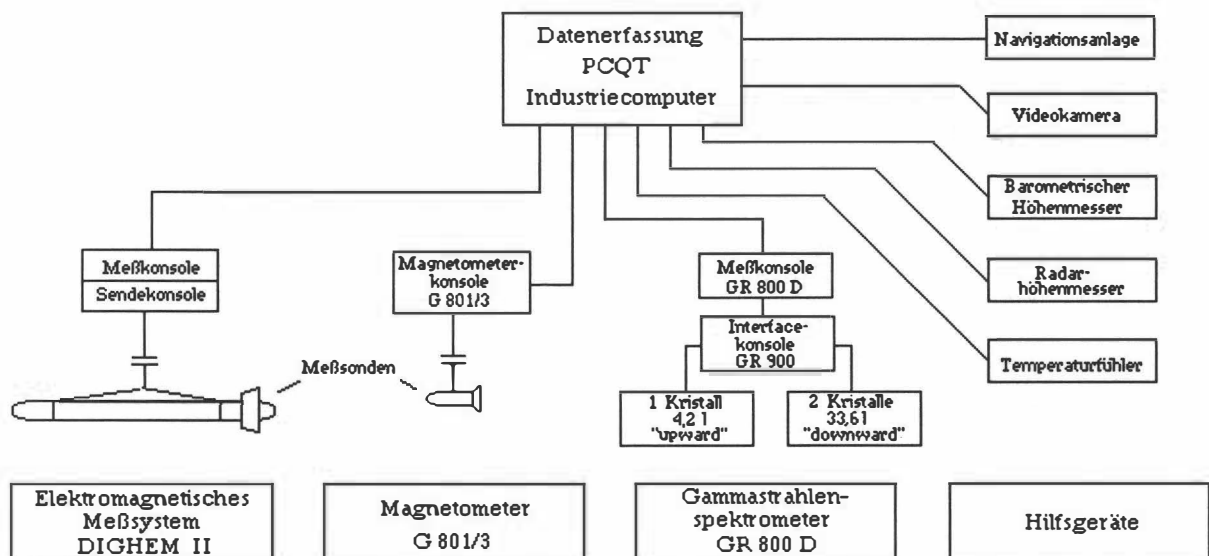


Abb.2: Datenfluß des Hubschrauber-Meßsystems

## 2.2. Fluglinien

Flugrichtung: Folgende Richtung wurde für die Fluglinien gewählt:

Meßprofile ...  $170^\circ \leftrightarrow 350^\circ$

Kontrollprofile ...  $80^\circ \leftrightarrow 260^\circ$

Für die später folgende Datenverarbeitung wurden im Meßgebiet entsprechende Kontrollprofile vermessen, die die Meßprofile möglichst im rechten Winkel schneiden sollten.

Abstand: Der Soll-Abstand der Meßprofile beträgt 200 m.

Flugprofilkennung: Die Fluglinien haben eine achtstellige alphanumerische Bezeichnung, die eine zweistellige Buchstabenkennung für das Meßgebiet beinhaltet.

### 2.3. Durchführung der Messungen

*Navigationsunterlagen:* Als Navigationsunterlage für die Hubschrauberbesatzung dienten Karten im Maßstab 1:50.000, auf der die Sollagen der Meßprofile eingetragen wurden.

*Kontrolle der Geräte:* Vor jedem Meßflug wurde eine Eichung des Gammastrahlenspektrometers sowohl mit einer Cäsium- ( $^{137}\text{Cs}$ ) als auch mit einer Thoriumquelle ( $^{208}\text{Tl}$ ) durchgeführt. Bei der ersten Eichung wird die Trennung der einzelnen Kanäle abgestimmt (siehe Abb. 3), während beim zweiten Eichvorgang die richtige Lage des für das Thorium charakteristischen Energiesummenfensters (2,42 - 2,83 MeV) überprüft wird (Abb. 4). Ebenso wurde die Phaseneinstellung des elektromagnetischen Meßsystems mit Hilfe eines Ferritstabes jeweils vor Flugbeginn kontrolliert und gegebenenfalls justiert.

*Meßflüge:* Während der Messungen auf den Profilen wurde eine Sollflughöhe des Hubschraubers von 80 m angestrebt, was nur teilweise möglich war. Das entspricht folgenden Meßhöhen über Grund für die Sensoren der geophysikalischen Geräte:

- EM-Sonde: 50 m
- Magnetometer-Sonde: 60 m
- Detektoren des Gammastrahlenspektrometers: 80 m

Die Fluggeschwindigkeit betrug über leicht welligem Gelände ca. 125 km/h, an steileren Hängen entsprechend weniger. Die durchschnittliche Meßflugdauer lag bei etwa 1,5 Stunden (inkl. An- und Abflug zum und vom Meßgebiet).

In den Wenden zwischen den Meßprofilen ist es notwendig, für jeweils ca. 1 min auf etwa 350 m zu steigen. In dieser Höhe läßt sich das Nullniveau für die elektromagnetischen Meßsignale bestimmen. Dies ist vor und nach jedem Profil erforderlich, da das Nullniveau durch Temperatureffekte an der EM-Sonde driftet.

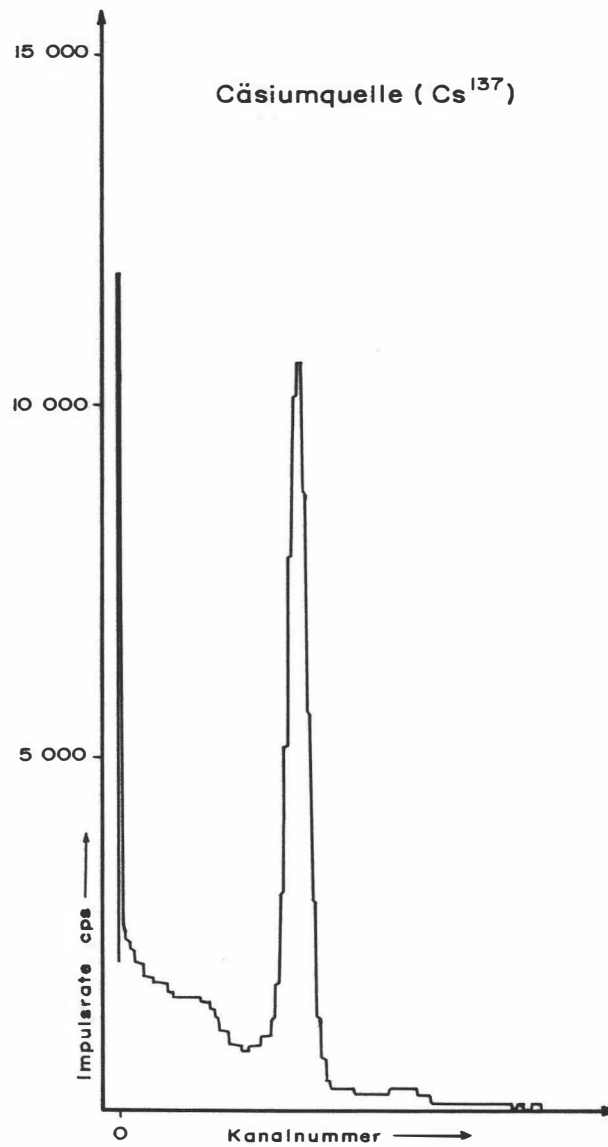


Abb. 3: GR - 800D Gammastrahlenspektrometer (Kristall I),  
Beispiel einer Spektralregistrierung (10.6.1983) - Cäsiumquelle ( $^{137}\text{Cs}$ )

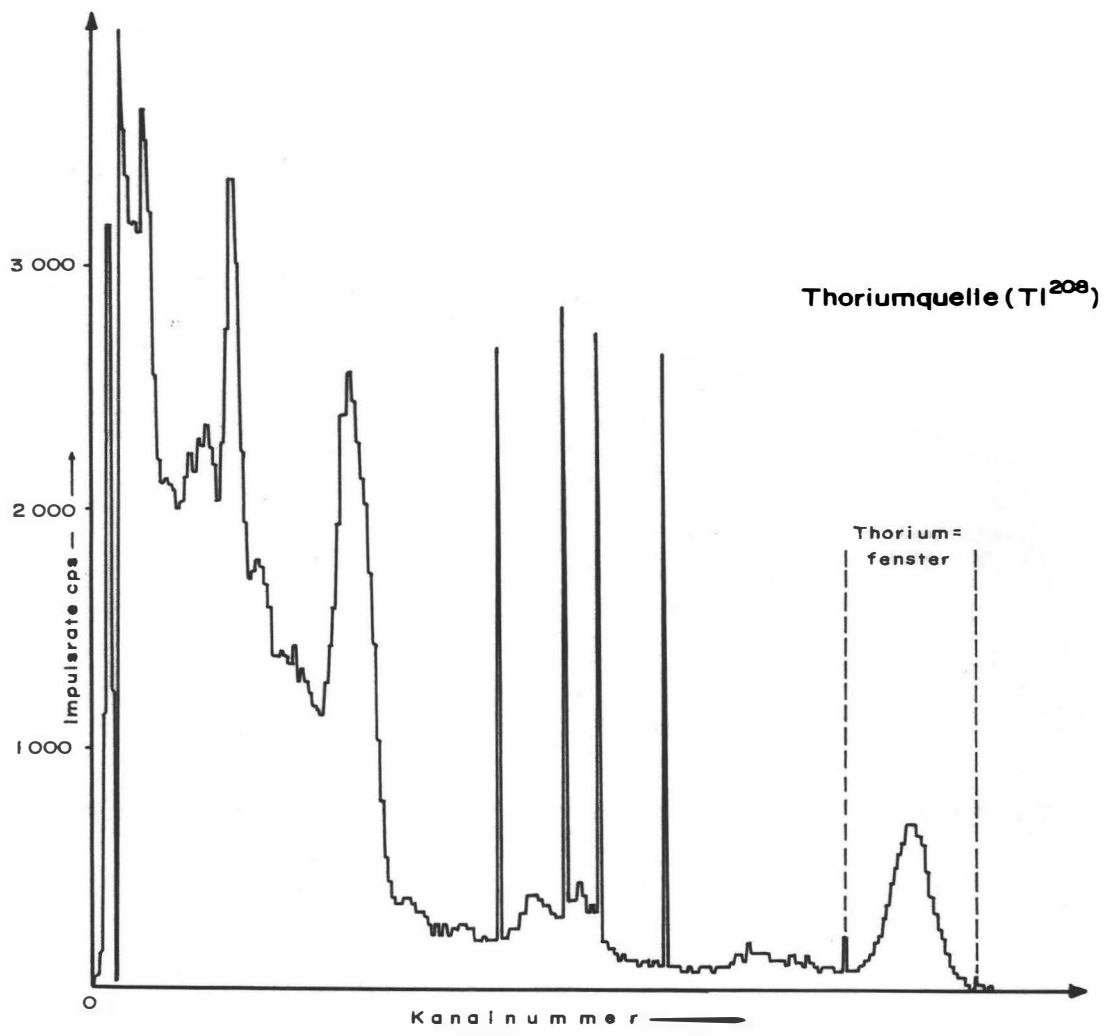


Abb.4: GR - 800D Gammastrahlenspektrometer (Kristall I),  
 Beispiel einer Spektralregistrierung (10.6.1983) - Thoriumquelle (<sup>208</sup>Tl)

## **2.4. Personal**

An der Durchführung der aerogeophysikalischen Arbeiten im Raum Neuberg waren folgende Personen beteiligt:

Universität Wien / Geologische Bundesanstalt:

Univ. Prof. Dr. Wolfgang Seiberl

Österreichische Akademie der Wissenschaften:

Horst Eichberger

Manfred Hamberger

Martin Heidovitsch

Klaus Motschka

Gernot Oberlercher

Robert Supper

Bundesministerium für Landesverteidigung:

Michael Mück

Peter Lang

Harald Rosa

Robert Staudinger

Rainer Wehrle

Harald Gramang

Franz Kalaschek

Oskar Schabus

Die administrative Abwicklung des Projekts erfolgte durch die Geologische Bundesanstalt und die Österreichische Akademie der Wissenschaften.

### **3. Datenverarbeitung und Kartenherstellung**

#### **3.1. Aufgabe der ADV**

Die Verarbeitung der Meßdaten des Untersuchungsgebietes fand in Wien statt, wobei die lokale Rechenanlage des Instituts für Meteorologie und Geophysik benutzt wurde.

Die Datenverarbeitung hat im wesentlichen drei Aufgaben:

- 1) Entfernung aller von nicht-geologischen Quellen stammenden Störsignale aus den Meßdaten bzw. die Durchführung bestimmter Meßwertkorrekturen.
- 2) Transformation der Meßdaten in Parameter, die einer geologischen Interpretation möglichst zugänglich sind.
- 3) Übergang von der eindimensionalen Vermessung entlang der Fluglinien zu zweidimensionalen Ergebniskarten (Isolinienpläne).

Zur Lösung dieser Aufgaben müssen folgende Eingabedaten für die ADV bereitgestellt werden:

- 1) die geophysikalischen Meßdaten (mit Zeitmarken) und die Flughöhe auf Datenträger,
- 2) die Koordinaten der Meßpunkte entlang der verschiedenen Flugprofile auf Datenträger,
- 3) die Registrierdaten der geomagnetischen Basisstation bei Niklasdorf und des magnetischen Observatoriums Wien-Kobenzl (magnetischer Tagesgang).
- 4) eine Reihe von Gerätekonstanten und Eichgrößen, die z.T. für jeden Meßflug neu bestimmt werden müssen,
- 5) Flugberichte mit Angaben über Flugnummer, Fluglinien und Abweichungen von der Norm (z.B. Unterbrechung von Fluglinien, besondere Störungen),
- 6) topographische Unterlagen für die Ergebniskarten.

Die nachfolgende Beschreibung der wesentlichen Schritte bei der Verarbeitung der Daten hat zum Ziel, die physikalische Aussagekraft der in den Ergebniskarten dargestellten Parameter aufzuzeigen.

### 3.2. Datenkontrolle

Im Anschluß an die Meßflüge wurden die digital vorliegenden Meßdaten mit Hilfe eines kleinen Trommelplotters profilmäßig zur Darstellung gebracht. Auf diese Weise konnte die Qualität letzterer unmittelbar im Untersuchungsgebiet überprüft werden.

Die auf den Datenträgern aufgezeichneten digitalen Daten wurden in Wien auf der Rechenanlage des Instituts für Meteorologie und Geophysik abgespielt und diversen Fehlerkontrollen unterzogen.

Die Meß- und Datenerfassungssysteme sind im Hubschrauber großen mechanischen Belastungen ausgesetzt. So können sich Datenverluste ergeben, die sich zwar nur im Promillebereich der gesamten Daten bewegen, die aber trotzdem korrigiert werden müssen. Weiters werden am Beginn der Auswertung die Meßdaten auf Plausibilität und sogenannte statistische Ausreißer ("spikes") überprüft. Das alles wird von Computerprogrammen vollautomatisch durchgeführt.

### 3.3. Flugwegdaten

Die Lage sämtlicher Profile (Anlage 1) wurde mit Hilfe der aufgezeichneten Flugwegkoordinaten rekonstruiert und an Hand der Videoaufzeichnungen überprüft. Bei der kartenmäßigen Flugwegdarstellung wird das österreichische Gauß-Krüger Koordinatensystem benutzt.

### 3.4. Elektromagnetische Widerstandskartierung

#### 3.4.1. Auswertung der EM-Daten

Mit dem DIGHEM-II - System werden

Inphase (Real) und Quadrature (Imaginär)	Komponente $R$  Komponente $Q$
--	--------------------------------------

des Magnetfeldes der im Untergrund induzierten Ströme für die zwei Sendefrequenzen gemessen. Jeweils nach 3 - 4 m Wegstrecke (d.h. alle 0,1 Sekunden) werden die Daten abgefragt und auf einem Massenspeicher registriert. Die EM-Daten einiger Meßflüge enthalten Störimpulse durch "sferics", d.h. durch elektromagnetische Impulse aufgrund von luftelektrischen Entladungen, insbesondere Gewittern.

Es gibt zwei Kriterien für die Erkennung der durch Fremdfelder gestörten Registrierungen:

1) irreguläre Form der Anomalien

2) Aufzeichnung von Fremdfeldern mit Frequenzanteilen nahe der Meßfrequenz in den sogenannten "sferics-Kanälen".

Mit diesen Kriterien wurden stark gestörte und damit für die geophysikalische Auswertung unbrauchbare Intervalle aus den Registrierungen ausgeschieden und bei der weiteren Datenverarbeitung nicht mehr berücksichtigt.

EM-Anomalien von künstlichen Leitern, wie z.B. Blechdächern, wurden nicht beseitigt, da die gemessenen Anomalien künstlicher Leiter oft nicht eindeutig von denen geologischer Leiter zu unterscheiden sind. Eine Identifizierung künstlicher Leiter muß einer späteren Befahrung vorbehalten bleiben.

Die Datenverarbeitung beginnt mit einer digitalen Filterung, wodurch die Rohdaten von hochfrequenten Störsignalen befreit werden. Die nächsten Schritte sind:

- Bestimmung des absoluten Nullniveaus für  $R$  und  $Q$  (an sogenannten Stützstellen) in den Registrierungen bei großer Flughöhe vor und nach jedem Meßprofil,
- Bestimmung der eingestellten Empfindlichkeit (für jeden einzelnen Meßflug) durch ein Kalibrierungsprogramm,
  - Umrechnung der Meßsignale auf das Nullniveau,
  - Transformation der Werte  $R$  und  $Q$  in zwei Ergebnisparameter, nämlich
  - den scheinbaren spezifischen Widerstand  $\rho_a$
  - die scheinbare Tiefe  $d_a$  (eines äquivalenten Halbraumes, bezogen auf die Erdoberfläche).

Bei kleinen Signalamplituden war eine deutliche, zum Teil nichtlineare Drift des Nullniveaus in den EM-Kanälen zu erkennen. Diese Drift wird vermutlich durch Temperatureffekte auf die Flugsonde verursacht, bedingt durch die Höhenunterschiede längs der Fluglinien. Deshalb waren die beiden Stützstellen für das Nullniveau bei Profilanfang und Profilende nicht immer ausreichend.

In der Folge wurden die so berechneten  $\rho_a$ -Werte mit Hilfe eines Trommelplotters in Form von Isolinienplänen im Maßstab 1:25.000 dargestellt (Anlagen 2, 3). Die Isolinien wurden für die 900 Hz-Daten im Abstand von 50  $\Omega$ m, von 400  $\Omega$ m bis 1300  $\Omega$ m, gezogen. Für die 3600 Hz-Daten wurden die Isolinienabstände von 200  $\Omega$ m bis 1000  $\Omega$ m, mit 200  $\Omega$ m und von 1000  $\Omega$ m bis 5000  $\Omega$ m mit 250  $\Omega$ m gewählt.

Die Isolinienpläne der scheinbaren Tiefe  $d_a$  (Anlagen 4, 5) zeigen einen Isolinienabstand von 2m, von -16 m bis 20 m.



Wie im Anhang A quantitativ abgeleitet wird, sind bei Messungen über geneigter Erdoberfläche bestimmte Veränderungen der Ergebnisparameter gegenüber jener der horizontalen Ebene zu erwarten. Bei Verwendung eines horizontalen Spulensystems ist für Hangneigungen  $> 30^\circ$  mit einer Erhöhung der Werte für  $\rho_a$  und  $d_a$  zu rechnen. Bei bekannter Hangneigung lassen sich derartige Verfälschungen mit der im Anhang angegebenen Formeln korrigieren.

### 3.4.2. Bedeutung der Ergebnisparameter $\rho_a$ und $d_a$

Die Parameter  $\rho_a$  und  $d_a$  können für das Interpretationsmodell "homogener Halbraum" aus jedem Meßwertepaar  $R$  und  $Q$  berechnet werden (z.B. nach MUNDRY, 1984). Die Werte  $\rho_a$  und  $d_a$  stimmen annähernd mit dem wahren spezifischen Widerstand  $\rho$  und der wahren Tiefe  $d$  eines verborgenen Leiters überein, wenn dieser

- 1) eine bestimmte Mindestausdehnung (Größenordnung 100m) und eine Mindestdicke hat,
- 2) sich in schlechtleitender Umgebung befindet.

Dies trifft für viele sulfidische Vererzungen, aber auch für graphitische und tonige Medien häufig zu.

Ist Bedingung 1) nicht erfüllt, d.h. der Körper ist zu klein, so ist im allgemeinen  $\rho_a > \rho$  und  $d_a > d$ . Ist Bedingung 2) nicht erfüllt, insbesondere z.B. wegen einer leitenden Überdeckung, so wird ebenfalls  $\rho_a > \rho$ , aber  $d_a < d$ .

Der Tiefenwert  $d_a$  kann größer, kleiner oder gleich Null sein. Bezogen auf einen Zweischichtfall, d.h. eine Deckschicht mit einem Widerstand  $\rho_1$  und einer Dicke  $d_1$  sowie einem (unendlich dicken) Substratum mit dem Widerstand  $\rho_2$ , gelten folgende Zusammenhänge (FRASER, 1978):

- $d_a > 0$ :  $\rho_1 > \rho_2$ , d.h. das Substratum ist besser leitend als die Deckschicht,
- $d_a \approx 0$ :  $\rho_1 \approx \rho_2$ , d.h. im Bereich der Erkundungstiefe (siehe unten) ist kein guter Leiter vorhanden,
- $d_a < 0$ :  $\rho_1 < \rho_2$ , d.h. eine besser leitende Deckschicht (z.B. Verwitterungsschicht) liegt über einem schlechtleitenden Untergrund.

Durch das Vorzeichen von  $d_a$  können also qualitative Aussagen über die vertikale Leitfähigkeitsverteilung gemacht werden. Die Erkundungstiefe ist die Maximaltiefe, bis zu der ein guter Leiter im Untergrund durch die Meßmethode erfaßt werden kann. Bei schlechtleitender

Deckschicht und großen Zielkörpern sind mit dem DIGHEM-II - System Erkundungstiefen von 100 - 150 m zu erreichen.

### 3.5. Kartierung der anomalen magnetischen Totalintensität ( $\Delta T$ )

In der Anlage 6 ist der Isolinienplan der magnetischen Totalintensität ( $\Delta T$ ) dargestellt. Diese Anomalien stellen die Feldabweichungen vom globalen Erdmagnetfeld dar, wobei letzteres durch das "Internationale Geomagnetische Referenzfeld" (IGRF) definiert wird. Da das Magnetfeld auch zeitlich veränderlich ist, stellt sich der anomale Feldbeitrag ( $\Delta T$ ), der von den unterschiedlich magnetisierbaren Gesteinen herrührt, wie folgt dar:

$$\Delta T(x,y,z) = T(x,y,z,t) - T(t) - T_{int} - \delta T$$

mit

$T(x,y,z,t)$	... Meßwert am Flugprofil
$T(t)$	... zeitliche Variation des Magnetfeldes
$T_{int}$	... magnetisches Hauptfeld
$\delta T$	... Restfehler (Feldwirkungen des Hubschraubers etc.)

Die zeitlichen Variationen  $T(t)$  werden durch ortsfeste Stationen beobachtet, wobei im Rahmen des vorliegenden Meßprogrammes das Observatorium Wien-Kobenzl bzw. eine lokale Basisstation bei Niklasdorf verwendet wurden. Der Verlauf des Hauptfeldes  $T_{int}$  kann für kleine Meßgebiete, wie z.B. jenes im Raum Neuberg, gut durch eine Ebene angenähert werden, sodaß nur die beiden Gradienten des IGRF (zur Epoche 1977,7)

$$\frac{\partial T}{\partial j} = 2,67 \text{ nT / km Richtung N,}$$

sowie

$$\frac{\partial T}{\partial l} = 0,75 \text{ nT / km Richtung O}$$

und eine Konstante ( $T_c = 47.241 \text{ nT}$ ) zu seiner Darstellung notwendig sind.

Die Restfehler ( $\delta T$ ) beinhalten vor allem die Störungen des Hubschraubers am Ort des Sensors, die in beiden Flugrichtungen relativ zum Erdmagnetfeld unterschiedlich sein können (=heading error). Diese Fehler können mit Hilfe der Daten von Kontrollprofilen weitgehend eliminiert werden. Dazu werden die Meßwertdifferenzen an den Kreuzungspunkten von Meß- und Kontrollprofilen bestimmt. Aus den Differenzen an vielen Kreuzungspunkten werden

unter Anwendung statistischer Verfahren Korrekturwerte ermittelt und die Restfehler damit zum Großteil beseitigt.

Ein etwaiges hochfrequentes Rauschen in den gemessenen Werten  $T(x,y,z)$ , das vor allem von den starken Luftwirbeln durch die Rotordrehungen herrührt, wird bereits zu Beginn der Verarbeitung der magnetischen Daten durch Anwendung von sorgfältig angepaßten digitalen Filtern minimiert.

Nach Bestimmung der Werte  $T_{int}$ ,  $T(t)$  und  $\delta T$  kann nach obiger Gleichung der anomale Anteil  $\Delta T(x,y,z)$  der Totalintensität für jeden Meßpunkt  $P(x,y,z)$  berechnet werden. Die Anomalien der Totalintensität werden in Form von Isolinienplänen flächenhaft dargestellt.

Bei der Bearbeitung von magnetischen Anomalien, die in geographisch schwierigem Gelände gemessen wurde, muß der Einfluß der Geländeform bedacht werden. So machen sich z.B. unterschiedliche Hangneigungen, Bergkämme usw. erheblich im Anomalienmuster bemerkbar (SEREN, 1980). In diesem Zusammenhang sei auf die Ausführungen im Anhang B verwiesen.

### **3.6. Radiometrische Kartierung**

#### **3.6.1. Die Quellen der natürlichen Gammastrahlung**

Die Gammastrahlung der Gesteine und der aus ihnen entstandenen Böden stammt im wesentlichen aus drei Quellen: den radioaktiven Elementen Thorium und Uran mit einer Reihe von strahlenden Tochterprodukten, sowie von Kalium mit dem radioaktiven Isotop  $^{40}\text{K}$ .

Mit dem Gammastrahlenspektrometer GR-800D wird in jeweils 255 Kanälen die Energie der Gammastrahlung im Bereich zwischen 0,2 und 3,0 MeV für die "downward looking" und "upward looking" Kristalle aufgezeichnet. In einem zusätzlichen Kanal (3,1 - 6,0 MeV) werden jene Gammastrahlenimpulse registriert, die von der Höhenstrahlung herrühren. Neben den Gesamtspektren, die jeweils mit einer Wiederholungsrate von einer Sekunde gemessen und abgespeichert werden, werden zusätzliche Energiefenster, die in den Bereichen der wichtigsten natürlichen Photopeaks ( $^{40}\text{K}$  - 1,46 MeV,  $^{214}\text{Bi}$  - 1,76 MeV,  $^{208}\text{Tl}$  - 2,62 MeV) des Kaliums, des Urans und des Thoriums liegen, sowie die Gesamtzählrate (0,2 - 3,0 MeV; 0,4 - 3,0 MeV) für spätere Kontrollen aufgezeichnet:

Kalium - Kanal:	1,36 - 1,56 MeV
Uran - Kanal:	1,67 - 1,87 MeV
Thorium - Kanal:	2,42 - 2,83 MeV

Die Messungen mit dem "upward looking" Kristall dienen zur eventuellen Korrektur von Radonkonzentrationen in der Luft.

### 3.6.2. Korrekturen der Meßdaten

Die mit dem Zerfall der radioaktiven Isotope verbundene Emission von Gammaquanten ist ein statistischer Prozeß. Die mit einem ruhenden Gerät gemessene Zählrate  $N$  streut in Form einer Poisson-Verteilung um einen Mittelwert. Die Standardabweichung  $\sigma$  ergibt sich aus

$$\sigma = \sqrt{N}.$$

Bei hohen Zählraten ist also die relative Streuung  $\frac{\sigma}{N} = \frac{1}{\sqrt{N}}$  kleiner als bei kleinen Zählraten.

Bei der Messung während des Fluges erhält man z.B. die in Abb.5a gezeigten Zählraten in cps - hier für Uran und Thorium - mit der natürlichen statistischen Streuung. Durch entsprechend angepaßte digitale Filter wird das hochfrequente Rauschen in den Rohdaten weitgehend eliminiert, ohne daß das längerwellige Nutzsignal (d.h. die Variationen der Zählrate, die durch wechselnde Gehalte der strahlenden Elemente im Gestein verursacht werden) verändert wird.

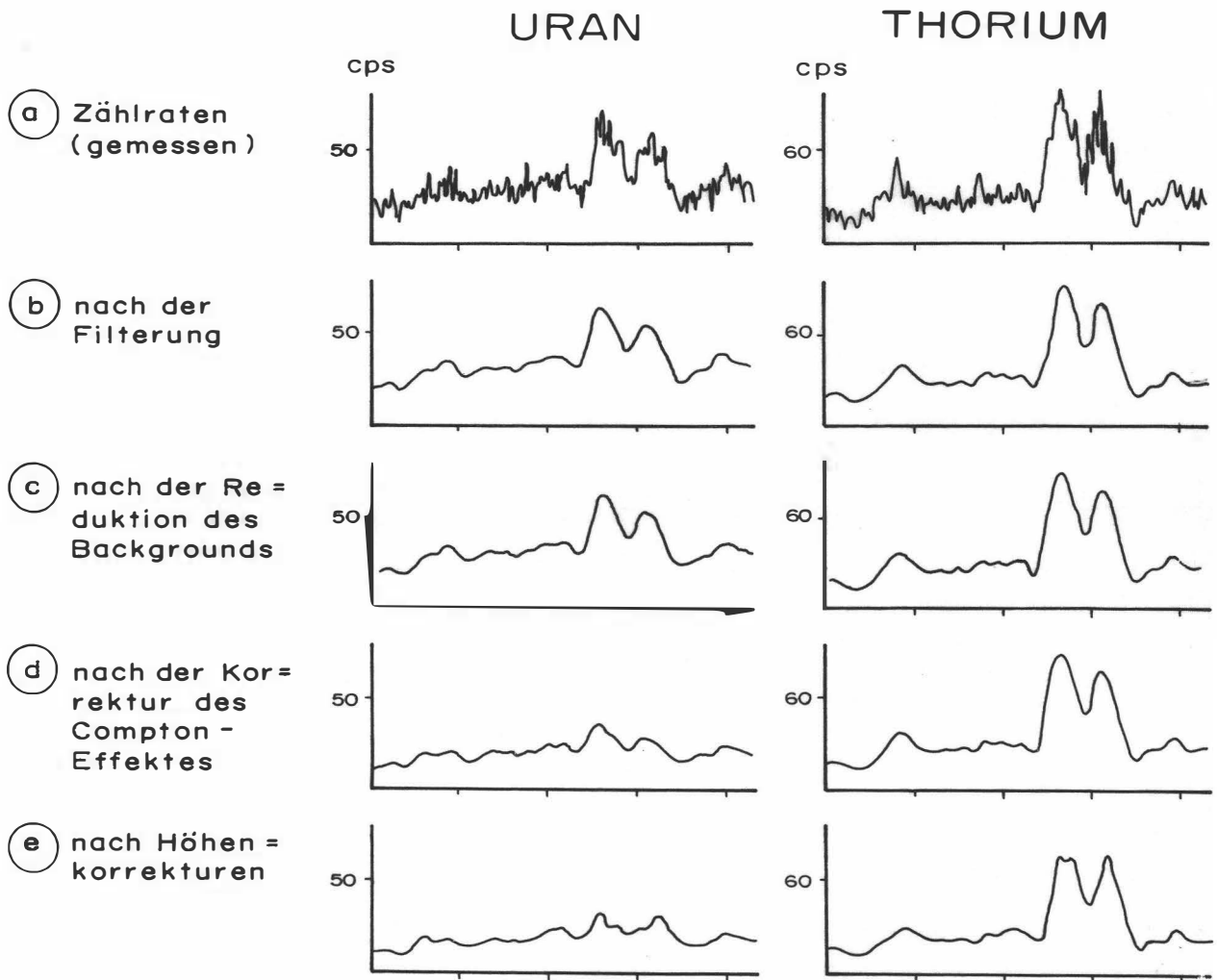


Abb.5a - e: Darstellung der Korrekturschritte in der Gammastrahlenspektrometrie.

Das Ergebnis dieser Filterung zeigt Abb. 5b. Das Ziel der nun folgenden Korrekturschritte, die in Abb. 5c - Abb. 5e dargestellt sind, ist, die geglätteten Meßdaten noch von unerwünschten Anteilen zu befreien:

- Reduktion des "Backgrounds": Die von nicht-geologischen Quellen stammende Strahlung, nämlich die Strahlung des die Detektor-Kristalle umgebenden Materials und die kosmische Strahlung, werden abgezogen (Abb. 5c). Der Background in den einzelnen Kanälen wird durch entsprechende Steigflüge in großen Höhen bestimmt.
- Reduktion des Comptoneffektes: Beim Durchgang durch Materie wird die Gammastrahlung unter Energieverlust gestreut. Dies hat zur Folge, daß z.B. ein bestimmter Anteil der Strahlung ("stripping ratio") von Th-Quellen in den Uran- und Kaliumkanal sowie von U-Quellen in den K-Kanal fällt (zur Definition des stripping ratios siehe z.B. IAEA, 1979). Die stripping ratios haben für die beschriebene Meßkonfiguration und die vorne angegebenen Fenstereinstellungen folgende Werte:

Compton-Streungskoeffizienten:

$S_{UTh}$  (Th in den U-Kanal): 0,27

$S_{ThU}$  (U in den Th-Kanal): 0,06

$S_{KTh}$  (Th in den K-Kanal): 0,18

$S_{KU}$  (U in den K-Kanal): 0,82

Diese Werte gelten für den Abstand 0 zwischen Detektor und einer unendlich ausgedehnten Strahlungsquelle. Zu ihnen ist noch der Beitrag des Comptoneffekts in der Luft, d.h. ein höhenabhängiger Term, zu addieren, was aber nur für den Streungskoeffizienten  $S_{UTh}$  in der Form

$$S_{UTh} = (S_{UTh})_0 + 0.0076 h, \quad h \text{ in Fuß}$$

geschieht.

Wie Abb. 5d zeigt, bleibt nach der Compton-Reduktion von einer großen Anomalie im U-Kanal unter Umständen kaum noch etwas übrig. Für Meßwerte im Total-Kanal entfällt die Compton-Reduktion.

- Höhenkorrektur: Die Intensität der vom Boden kommenden Gammastrahlung nimmt mit der Höhe über Grund ab. Die Höhenabhängigkeit läßt sich grundsätzlich berechnen. In den theoretischen Wert gehen u.a. die Dichte und Feuchtigkeit der Luft ein. Außerdem wird die Zählrate für Uran und Kalium durch den unbekanntem Gehalt der Luft an <sup>222</sup>Radon verfälscht. Es werden daher standardmäßig Steigflüge im Meßgebiet durchgeführt, um die charakteristische Höhenänderung der Gammastrahlung in diesem Gebiet zu ermitteln.

Die gemessene Höhenabhängigkeit der Strahlungsintensität  $I$  läßt sich in begrenzten Höhenintervallen in guter Näherung durch die Formel

$$I(h) = I_0 e^{-\mu h}$$

beschreiben. Für die Absorptionskonstante  $\mu$  ergaben sich im Meßgebiet im Höhenbereich von 30 m bis 300 m über Grund folgende Mittelwerte:

$$\begin{aligned} \mu(\text{Total}) &= 0,002179 \\ \mu(\text{Kalium}) &= 0,002814 \\ \mu(\text{Uran}) &= 0,002426 \\ \mu(\text{Thorium}) &= 0,002063 \\ \mu(\text{Cs-137}) &= 0,003867 \end{aligned}$$

Mit den angegebenen Werten für  $\mu$  und den mit dem Radarhöhenmesser gemessenen Werten für die Flughöhe  $h$  werden die Strahlungsintensitäten nach der Formel

$$I(240 \text{ ft}) = I(h) e^{+\mu(h-80\text{m})}$$

auf die Normalhöhe  $h = 80$  m umgerechnet. Abb. 5e zeigt die Wirkung dieser Höhenkorrektur.

- Übergang zu Radioelementkonzentrationen: Die "International Atomic Energy Agency" (IAEA, 1979) empfiehlt die Umrechnung der Zählraten in Äquivalent - Konzentrationen der drei strahlenden Elemente. Dies hat u.a. den Vorteil, daß die Ergebnisse von Messungen mit verschiedenen Instrumenten, insbesondere mit verschiedenem Kristallvolumen, untereinander vergleichbar werden. Für die Umrechnung in Äquivalent-Konzentrationen der drei radioaktiven Elemente wurden folgende Faktoren benutzt (reduziert auf die Sollflughöhe von 80 m):

Kalium ...	46 cps	= 1 %
Uran ...	4,9 cps	= 1 ppm eU
Thorium ...	3,6 cps	= 1 ppm eTh

Sämtliche bei der Verarbeitung der radiometrischen Daten verwendeten Eich- und Korrekturfaktoren sind im Anhang zusammengefaßt.

Durch den Reaktorunfall in der UdSSR wurden mehrere Gebiete in Österreich erheblich mit radioaktiven Spaltprodukten belastet (z.B.: BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT UND UMWELTSCHUTZ, 1986). Wie man der Abbildung 6 entnehmen kann, wurden dabei hauptsächlich Isotope mit größeren Halbwertszeiten abgelagert, die Gammastrahlenquanten mit Energien bis maximal 1,0 MeV emittieren ( $^{103}\text{Ru}$  0,49 MeV;  $^{137}\text{Cs}$  0,66 MeV;  $^{134}\text{Cs}$

0,61 MeV;  $^{134}\text{Cs}$  0,80 MeV). Aus diesem Grund wird bei den aeroradiometrischen Messungen nur die Zählrate der Gesamtstrahlung durch die Folgen von Tschernobyl beeinträchtigt.

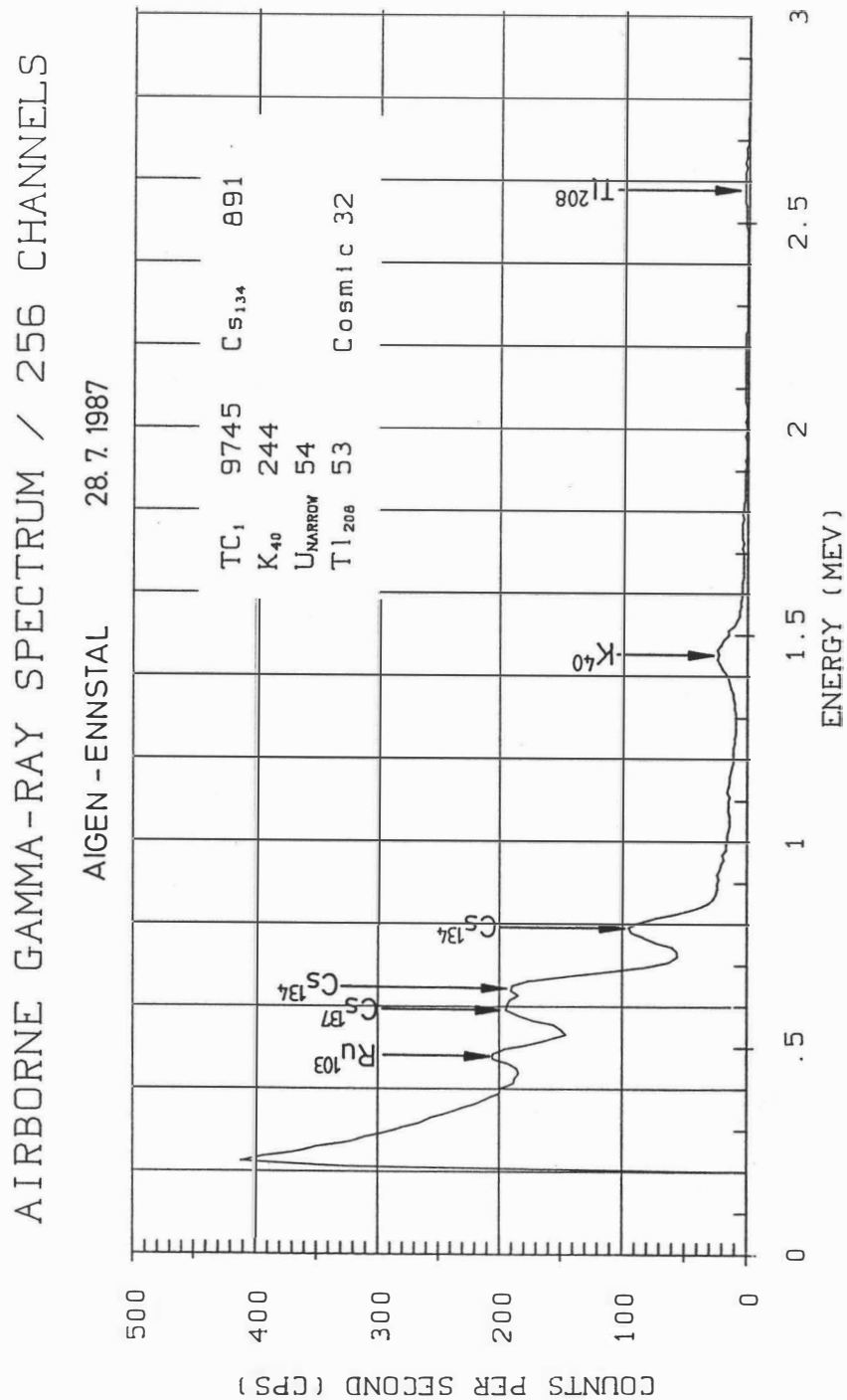


Abb.6: Beispiel eines Gammastrahlenspektrums (MeV) im Bereich des Flugfeldes Aigen im Ennstal.

Da das an der GBA in Verwendung stehende Aeroradiometer die Energie der Gammastrahlung im Bereich zwischen 0,2 und 3,0 MeV in 255 Kanälen aufzeichnet, ist dieses Gerät auch zum Einsatz im Rahmen des Strahlenschutzes hervorragend geeignet. Einerseits können mit dieser Apparatur die Belastungen durch

- natürliche radioaktive Quellen (Gehalt der Gesteine an radioaktiven Mineralien)

und andererseits

- künstliche radioaktive Kontaminierungen (z.B. Reaktorunfall von Tschernobyl)

festgestellt werden.

Die Dosisleistung (*DL*) ergibt sich aus den geochemischen Äquivalentwerten (s.o.), wie folgt (GRASTY et al; 1984):

$$DL (\mu R/h) = 1,52 \cdot K[\%] + 0,63 \cdot U(ppm) + 0,21 \cdot Th(ppm),$$

wobei diese von der momentanen Bodenfeuchte abhängig ist. Es stellt somit die aus der obigen Gleichung berechnete Dosisleistung eine Größe dar, die für durchschnittliche Meßbedingungen gültig ist. GRASTY et al. (1984) haben aber gezeigt, daß eine relativ gute Übereinstimmung zwischen berechneten (s.o.) und im Gelände direkt experimentell bestimmten Dosisleistungen besteht.

Von den, bei Kernspaltungsprozessen entstehenden radioaktiven Isotopen ist das Cäsium-137, wegen seiner, im Vergleich zu anderen Spaltprodukten relativ großen Halbwertszeit, auch nach mehreren Jahren bei Geländemessungen feststellbar. Waren früher hauptsächlich die atmosphärischen Kernwaffenversuche die Ursache für erhöhte <sup>137</sup>Cs-Kontaminationen, so sind es derzeit nur noch die Folgen des Reaktorunfalls von Tschernobyl.

Das Energiemaximum des Cs-137 liegt bei 0,66 MeV. Um nun die Statistik der Cs-Zählraten zu verbessern, werden die Zählraten der Kanäle 53 bis 60 (0,63 bis 0,71 MeV) aufsummiert. An diesen werden entsprechend der weiter oben beschriebenen Prozedur verschiedene Korrekturen (Background-, Compton-, Höhenkorrektur) vorgenommen. Diese vom Cs-137 herrührenden Nettozählraten werden in der Folge zur Herstellung eines Isolienplanes verwendet. Bei geeigneten Eichungen könnten die Zählraten in entsprechende physikalische Einheiten (z.B. Bq/m<sup>2</sup>) umgerechnet werden. Eine für das Cäsium-137 gültige Eichung des Aeroradiometers soll im Herbst 1993 vorgenommen werden.



### 3.6.3. Herstellung der Isolinienpläne

Es ist bekannt, daß die Strahlungsintensitäten zeitlichen Schwankungen unterliegen. Sie stehen meist im Zusammenhang mit dem Wettergeschehen (z.B. Erhöhung der Absorption im Boden durch Regenwasser, Zufuhr von Radon aus der Bodenluft). Die an verschiedenen Tagen gemessenen Zählraten können also etwas unterschiedliche Mittelwerte ergeben, was eine Isoliniendarstellung beeinträchtigen würde. Um dies zu vermeiden, wurden teilweise entsprechende Korrekturen vorgenommen.

Ähnlich wie bei der Darstellung der elektromagnetischen Daten (s. Abschnitt 3.4.1.,  $\rho_a$ ) wurden in der Folge die korrigierten Energiewerte der Gammastrahlung durch ein automatisches Konturierungsprogramm zu einer flächenhaften Darstellung verarbeitet. Dabei wurden folgende Isolinienintervalle gewählt:

Dosisleistung (Anlage 7)	... 20 nSv/h, beginnend bei 20 nSv/h
Cäsium-137 (Anlage 8)	... 10 cps , beginnend bei 60 cps
Kalium (Anlage 9)	... 0,2 % , beginnend bei 0,6 %
Uran (Anlage 10)	... 0,5 ppm, beginnend bei 2,5 ppm
Thorium (Anlage 11)	... 1,0 ppm, beginnend bei 2 ppm

Eine zusätzliche Problematik von Gammastrahlenmessungen in topographisch schwierigem Gelände stellt die Abweichung von einer horizontalen Meßebene ( $2\pi$ -Geometrie) dar, weil bei den Meßflügen mit möglichst konstanter Höhe über dem Gelände geflogen werden soll. So z.B. tragen vor allem Hangflächen zur Verstärkung der Gammastrahlung bei. Bei homogener Strahlungsdichte an der Erdoberfläche und gleicher Meßhöhe über Grund resultiert in Tälern eine höhere Zählrate als in der Ebene, umgekehrt über Bergkämmen (geometrische Konstellation kleiner  $2\pi$ ) eine niedrigere Zählrate (KILLEEN, 1979).

Weiters wurden aus den vorliegenden Äquivalentwerten drei Verhältnisse ( $\frac{U}{Th}$ ,  $\frac{U}{K}$ ,  $\frac{Th}{K}$ , Anlagen 12, 13, 14) berechnet und in Form von Isolinienplänen zur Darstellung gebracht.

## **4. Erste Ergebnisse**

Vorbehaltlich einer folgenden detaillierten Bewertung der aerogeophysikalischen Ergebnisse im Raum Neuberg, sollen hier erste Ergebnisse diskutiert werden.

### **4.1. Widerstandskartierung (Anlagen 2,3,4,5)**

In den Anlagen 2 und 3, bzw. 4 und 5 ist die Verteilung des scheinbaren spezifischen Widerstandes und die der scheinbaren Tiefen (siehe Abschnitt 3.4. dieses Berichtes), beruhend auf dem homogenen Halbraummodell, für 3600 Hz bzw. 900 Hz wiedergegeben.

Die folgenden Aussagen und Auswertungshinweise können aus den aeroelektromagnetischen Meßergebnissen abgeleitet werden.

Die scheinbaren spezifischen Widerstände sind im gesamten Meßgebiet relativ hoch.

- Teilweise zeichnen sich die Werfener Schichten (Mürzsteg-Krampen; Blasbauer-Neuberg), durch niedrigere scheinbare spezifische Widerstände aus.
- ca. 2 km südlich des Hochecks ist das Graphitkarbon der Grauwackenzone an seinen relativ geringen scheinbaren spezifischen Widerständen zu erkennen.

### **4.2. Isanomalien der Totalintensität $\Delta T$ ; Anlage 6**

Das Anomalienmuster wird - bis auf wenige Ausnahmen - durch breite Anomalien geprägt.

Die auffälligste Anomalie liegt ca. 3 km ESE des Hochecks im Bereich des Arzkogels. Eine kleine Anomalie im Raum Neuberg dürfte teilweise auf anthropogene Quellen zurückzuführen sein.

### **4.3. Gammastrahlenpektrometrie**

#### **4.3.1. Strahlenschutz**

Dosisleistung; Anlage 7

Wie im Punkt 3.6.2 diese Berichtes ausgeführt wurde, ist es von Vorteil, aus den aeroradiometrischen Messungen die von natürlichen radioaktiven Quellen herrührende Dosisleistung (nSv/h) abzuschätzen. In Europa wurde die durchschnittliche Strahlenbelastung - ausgedrückt in der Einheit Dosisleistung - deren Ursachen auf natürliche Quellen zurückgeführt werden können, mit 40 - 80 nSv/h festgelegt.

Betrachtet man die Anlage 7, so erkennt man, daß nur in den Anteilen der kalkalpinen Gesteinsserien dieser Normbereich nicht überschritten wird. Die übrigen Gesteinsserien, insbe-

sondere jene der Grauwackenzone und der Werfener Schichten zeigen Dosisleistungswerte bis 140 nSv/h.

#### Verteilung des Cäsium-137; Anlage 8

Da das österreichische Aeroradiometer noch nicht in geeigneter Form kalibriert werden konnte, kann nur eine relative Aktivitätsverteilung in Form von **Zählraten/Zeiteinheit** (cps) zur Darstellung gebracht werden.

Die relative Aktivitätsverteilung des Cs-137 im Bereich des Befliegungsgebietes gibt die zur Befliegungszeit (August 1992) in Folge des Reaktorunfalls von Tschernobyl weiterhin bestehende Strahlenbelastung wieder. Erwartungsgemäß sind, der Wetterlage zum Zeitpunkt des Reaktorunfalls entsprechend, die Nordflanken der höheren Geländeteile stärker betroffen worden. Dies kann der Anlage 8 entnommen werden. Man sieht darin einen Bereich von Zählraten mit Werten bis 190 cps, der von Mürzsteg bis zum Windberg zieht.

#### 4.3.2. Die Verteilung des Kaliums ( $^{40}\text{K}$ ); Anlage 9

Der markanteste Kontrast in der Verteilung des Kaliums im Untersuchungsgebiet Neuberg (Teilprojekt II), ist jener zwischen den kalkigen (dolomitischen) Gesteinsserien einerseits, und den Werfener Schichten bzw. Präbichlschichten andererseits.

Liegt z.B. in den Wettersteinkalken im Raum Mürzsteg-Krampen der Gehalt des Kaliums bei etwa 1 %, so steigt er in den südlich liegenden Werfener Schichten bis auf über 3 % an. Die Gesteine der Grauwackenzone weisen ähnliche Gehalte an Kalium auf.

#### 4.3.3. Die Verteilung des Urans ( $^{214}\text{Bi}$ ); Anlage 10

Die Verteilung des Urans zeigt im Meßgebiet Neuberg (Teilprojekt II) kein sehr einheitliches Bild. Die Gehalte schwanken i.a. zwischen 4 und 8 ppm. In den kalkigen Gesteinsserien sinken die Werte unter 3 ppm.

#### 4.3.4. Die Verteilung des Thoriums ( $^{208}\text{Tl}$ ); Anlage 11

Für die Verteilung des Thoriums gilt Ähnliches wie für das Kalium. Die höchsten Thoriumgehalte (> 14 ppm) treten in den Werfener Schichten (~ 4 km SE Mürzsteg) auf; im Wettersteinkalk sinkt der Gehalt unter die Nachweisgrenze. Relativ hohe Werte in der Thoriumverteilung (> 12 ppm) treten entlang des Nordhanges des Arzbaches auf. In der SW von Kapellen liegenden Gesteinsserie schwanken die Thoriumgehalte zwischen 4 und 8 ppm. Möglicherweise lassen sich diese höheren Zählraten mit den Silberbergschichten korrelieren.

#### 4.3.5. Verhältnisse U/Th, U/K, Th/K; Anlagen 12,13,14

In allen drei Verhältnissen können die kalkigen und dolomitischen Gesteine des Oberostalpins gut gegenüber den übrigen Gesteinsserien des Untersuchungsgebietes abgegrenzt werden.

Im SE des Meßgebietes Neuberg (Teilprojekt II) - im Bereich des Ursprungs des Arzbaches - zeigt sowohl das U/Th- als auch das U/K-Verhältnis erhöhte Werte.

## **5. Empfehlungen**

Sollten weitere geowissenschaftliche Untersuchungen im Hinblick auf mineralische Rohstoffe im Meßgebiet Neuberg (Teilprojekt II) vorgesehen sein, so sollten diese in erster Linie auf folgende Bereiche konzentriert werden:

- Bereich Blasbauer (ca. 4 km SE von Mürzsteg) - Neuberg.  
Hier wird ein detaillierteres elektromagnetisches Vermessungsprogramm vorgeschlagen.
- Bereich Arzkogel-Arzbach (ca. 3 km ESE des Hochecks).  
In diesem Raum sollten die Ursachen der magnetischen Anomalie sowie jene der in den U/K- bzw. U/Th-Verhältnissen anomal indizierten Geländeabschnitte durch eine Begehung abgeklärt werden. Eventuell sollten dabei begleitende radiometrische Bodenmessungen durchgeführt werden.

## **6. Literatur**

- BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT UND UMWELTSCHUTZ: Tschernobyl und die Folgen für Österreich. - Ber. Umweltbundesamt, Wien, 1986.**
- FRASER, D.C.: Resistivity mapping with an airborne multicoil electromagnetic system. - Geoph.,43, Tulsa, 1978.**
- GRASTY, R.L., CARSON, J.M., CHARBONNEAU, B.W., HOLMAN, P.B.: Natural background radiation in Canada. - Bulletin 360, Geol.Surv.Can., Ottawa, 1984.**
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA): Gamma Ray Surveys in Uranium Exploration. - Techn. Rep. Series No. 186, Vienna, 1979.**
- KILLEEN, P.G.: Gamma ray spectrometric methods in Uranium exploration - application and interpretation. - Geophysics and Geochemistry in the Search for Metallic Ores. Geol. Surv. Can., Econ. Geol. Rep., 31, Ottawa, 1979.**
- MUNDRY, E.: On the interpretation of airborne electromagnetic data for the two-layer case. Geophys. Prosp., 32, Den Haag, 1984.**
- SEIBERL, W: Aerogeophysikalische Vermessung im Berich von Neuberg (Teilprojekt I). - Unveröff. Bericht, Vollzug d. LG., Pr. ÜLG-20/91-2, Geol. B.-A., Wien, 1992.**
- SEREN, S.: Geophysikalische Untersuchung des Kraubather Serpentins. - Unveröff. Diss., Phil.Fak., Univ. Wien, Wien, 1980.**

## 7. Verzeichnis der Anlagen

1. Lageplan der Flugprofile
2. Isolinienplan scheinbarer Widerstand  $\rho_a$ - 3600 Hz
3. Isolinienplan scheinbarer Widerstand  $\rho_a$ - 900 Hz
4. Isolinienplan scheinbare Tiefe  $d_a$ - 3 600 Hz
5. Isolinienplan scheinbare Tiefe  $d_a$ - 900 Hz
6. Isolinienplan Totalintensität  $\Delta T$
7. Gammastrahlenspektrometrie: Dosisleistung
8. Gammastrahlenspektrometrie: Cäsium ( $^{137}\text{Cs}$ )
9. Gammastrahlenspektrometrie: Kalium ( $^{40}\text{K}$ )
10. Gammastrahlenspektrometrie: Uran ( $^{214}\text{Bi}$ )
11. Gammastrahlenspektrometrie: Thorium ( $^{208}\text{Tl}$ )
12. Gammastrahlenspektrometrie: Verhältnis U/TH
13. Gammastrahlenspektrometrie: Verhältnis U/K
14. Gammastrahlenspektrometrie: Verhältnis TH/K

## Anhang A:

### Einfluß der Hangneigung auf elektromagnetische Messungen aus der Luft

(nach Dr. K.-P. Sengpiel, Bundesanstalt f. Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover)

#### 1. Einleitung

Geophysikalische Messungen vom Hubschrauber aus finden häufig in Gebieten mit starkem topographischem Relief statt. Für EM-Systeme, bei welchen Sende- und Empfängerspulen fest in einem Flugkörper installiert sind, wie z.B. beim Dighem-System, kann man davon ausgehen, daß der Flugkörper beim Steigen und Sinken entlang von Berghängen seine horizontale Fluglage beibehält. Dann steht jedoch z.B. ein vertikaler Sendedipol ( $V$ ) nicht mehr senkrecht auf der Erdoberfläche, wie in der Theorie angenommen. Die folgende Untersuchung soll zeigen, wie die Hangneigung  $\alpha$  ( $-90^\circ \leq \alpha \leq +90^\circ$ ) das gemessene Sekundärfeld bzw. die daraus abgeleiteten Ergebnisparameter spezifischer Widerstand  $\rho$  eines Halbraumes und Abstand  $d$  zwischen seiner Oberfläche und dem Meßsystem beeinflusst. Dabei wird angenommen, daß

- (1) der Hang in der Umgebung des Meßsystems eine hinreichende Ausdehnung (ca. 200m) und eine ebene Oberfläche hat,
- (2) der Untergrund bezüglich der Leitfähigkeit homogen ist,
- (3) der Abstand vom Mittelpunkt des Meßsystemes zur Erdoberfläche (= Flughöhe  $h$ ) die Bedingung  $h \geq 3s$  ( $s$  = Spulenabstand) annähernd erfüllt und damit auch die Abstände von Sender- und Empfängerspule von der Erdoberfläche  $\approx h$  sind.

Die letzte Annahme trifft für viele aerogeophysikalische EM-Systeme zu (Dighem, Geonics, Geotech) und vereinfacht die folgenden Ableitungen. Diese stützen sich zum Teil auf Ergebnisse von MUNDRY (1984), die ebenfalls unter obiger Voraussetzung (3) und unter der üblichen Annahme einer horizontalen Erdoberfläche gewonnen wurden.

Das sekundäre Magnetfeld  $S$  der im Untergrund induzierten Ströme wird in Relation zu Stärke und Richtung des primären Feldes  $P$  des induzierenden Dipols am Ort des Empfängers gemessen. Es läßt sich für homogenen Untergrund z.B. nach MUNDRY (1984, Gl.6) bezüglich seiner Richtung zur Erdoberfläche folgendermaßen angeben:

- a) orthogonales Sekundärfeld bei orthogonalem (= vertikalem) Sendedipol

$$\frac{S_z}{P_z} = \left( \frac{s}{h} \right)^3 F_1, \quad (1a)$$



b) paralleles Sekundärfeld bei parallelem (= horizontalem) Sendedipol

$$\frac{S_x}{P_x} = -\frac{1}{4} \left( \frac{s}{h} \right)^3 F_1, \quad (1b)$$

wobei  $F_1$  eine komplexe Größe ist, deren Betrag proportional der Amplitude und deren Argument gleich der Phase des relativen Sekundärfeldes ist.

Für die Primärfelder am Ort der Empfänger gilt

$$P_z = -\frac{Z_M}{s^3} \quad (2a)$$

$$P_x = 2\frac{X_M}{s^3}. \quad (2b)$$

$Z_M$  und  $X_M$  sind die Dipolmomente der beiden Sender (einschließlich des Faktors  $\frac{1}{4\pi}$ ).

Statt der relativen Sekundärfelder werden im folgenden die nicht-normierten Felder benötigt, nämlich

$$S_z = -\left( \frac{1}{h} \right)^3 F_1 Z_M, \quad (3a)$$

$$S_x = -\frac{1}{2} \left( \frac{1}{h} \right)^3 F_1 X_M, \quad (3b)$$

die antiparallel zur Richtung des erzeugenden Dipols sind.

## 2. Horizontal-Koplanares Spulensystem über geneigter Erdoberfläche

Bei diesem System ist der Sendedipol  $V$  vertikal nach unten gerichtet, aber nicht orthogonal zur Erdoberfläche (Abb. A1). Vom Sekundärfeld wird nur die Vertikalkomponente, normiert auf

$$P_v = -\frac{V_M}{s^3} \quad (4)$$

gemessen.

## 2.1. Veränderung der gemessenen Amplitude

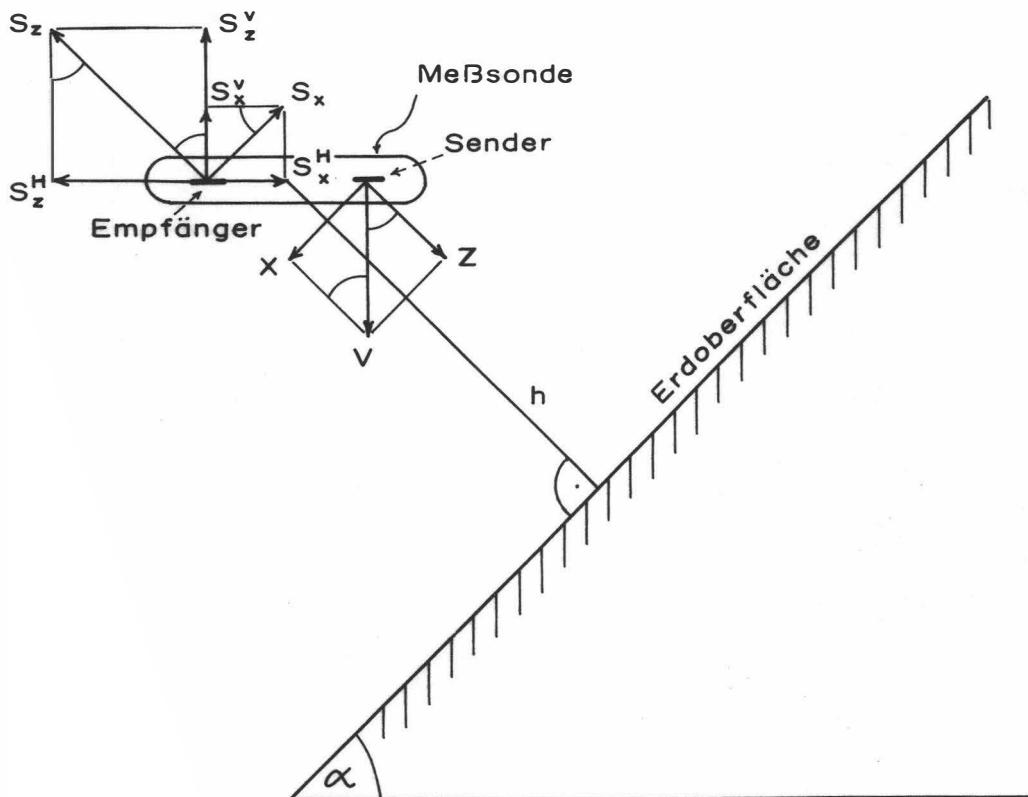


Abb. A1: Zerlegung des primären Dipolfeldes ( $V$ ) und des sekundären Magnetfeldes ( $S$ ) in Komponenten;  $h$  = Abstand der Flugsonde von der Erdoberfläche.

Gemäß Abb. A1 ist das vertikale Dipolmoment  $V_M$  in eine hangparallele Komponente  $X$  und eine orthogonale Komponente  $Z$  zu zerlegen:

$$Z = V_M \cos \alpha \quad (5a)$$

$$X = V_M \sin \alpha \quad (5b)$$

Diese Dipolmomente sind maßgebend für die Sekundärfelder lt. Gl. (3a, 3b):

$$S_z = - \left( \frac{1}{h} \right)^3 F_1 V_M \cos \alpha \quad (6a)$$

$$S_x = - \frac{1}{2} \left( \frac{1}{h} \right)^3 F_1 V_M \sin \alpha \quad (6b)$$

Durch die horizontale Empfängerspule wird nur die Summe der (phasengleichen) vertikalen Sekundärfeldkomponenten

$$S^V = S_Z^V + S_X^V = S_Z \cos \alpha + S_X \sin \alpha \quad (7)$$

gemessen. Unter Beachtung der Normierung auf  $P_V$  (Gl. 4) ergibt sich also

$$S_{(V)} = \frac{S^V}{P^V} = \left( \frac{s}{h} \right)^3 F_1 \left( \cos^2 \alpha + \frac{1}{2} \sin^2 \alpha \right) \quad (8a)$$

oder mit Gl. (1a)

$$S_{(V)} = \frac{S_Z}{P_Z} \left( 1 - \frac{1}{2} \sin^2 \alpha \right) = \frac{S_Z}{P_Z} K(\alpha) . \quad (8b)$$

Da  $\frac{s_z}{P_z}$  das Normalfeld bei horizontaler Erdoberfläche darstellt, beschreibt  $K(\alpha) \leq 1$  die Abschwächung der Amplitude  $\left| \frac{s_z}{P_z} \right|$  durch die Hangneigung  $\alpha$ .

In Abb. A2 ist  $K(\alpha) = 1 - \frac{1}{2} \sin^2 \alpha = \frac{1}{4} (3 + \cos 2\alpha)$  als Funktion des Winkels  $\alpha$  dargestellt. Beim Entlangfliegen an Steilwänden erhält man im Extremfall  $\alpha = 90^\circ$  nur noch die halbe Amplitude des Sekundärfeldes (Sendedipol parallel zur Erdoberfläche). Die Phase wird durch die Hangneigung nicht verändert.

## 2.2. Verfälschung der Ergebnisparameter

Es soll nun untersucht werden, wie die eingangs genannten Ergebnisparameter  $\rho$  und  $d$  bei geneigter Erdoberfläche verfälscht werden. Dazu muß der Rechengang bei der Inversion der Meßdaten in die obigen Parameter für das Modell eines homogenen Halbraumes herangezogen werden, der z.B. bei MUNDREY (1984) beschrieben ist.

Zunächst wird das Komponentenverhältnis  $\varepsilon = \frac{Q}{R}$

mit  $Q$  = Quadrature-Komponente von  $S_{(V)}$

$R$  = Inphase-Komponente von  $S_{(V)}$  ,

benützt, um eine Größe  $A^*$  zu bestimmen. Da  $\varepsilon$  unabhängig von  $\alpha$  ist, gilt dies auch für  $A^*$ . Nach Gl. (15) der zitierten Arbeit wird der Abstand  $d$  aus

$$d = \left( \frac{A^*}{A} \right)^{\frac{1}{3}} s \quad (9)$$

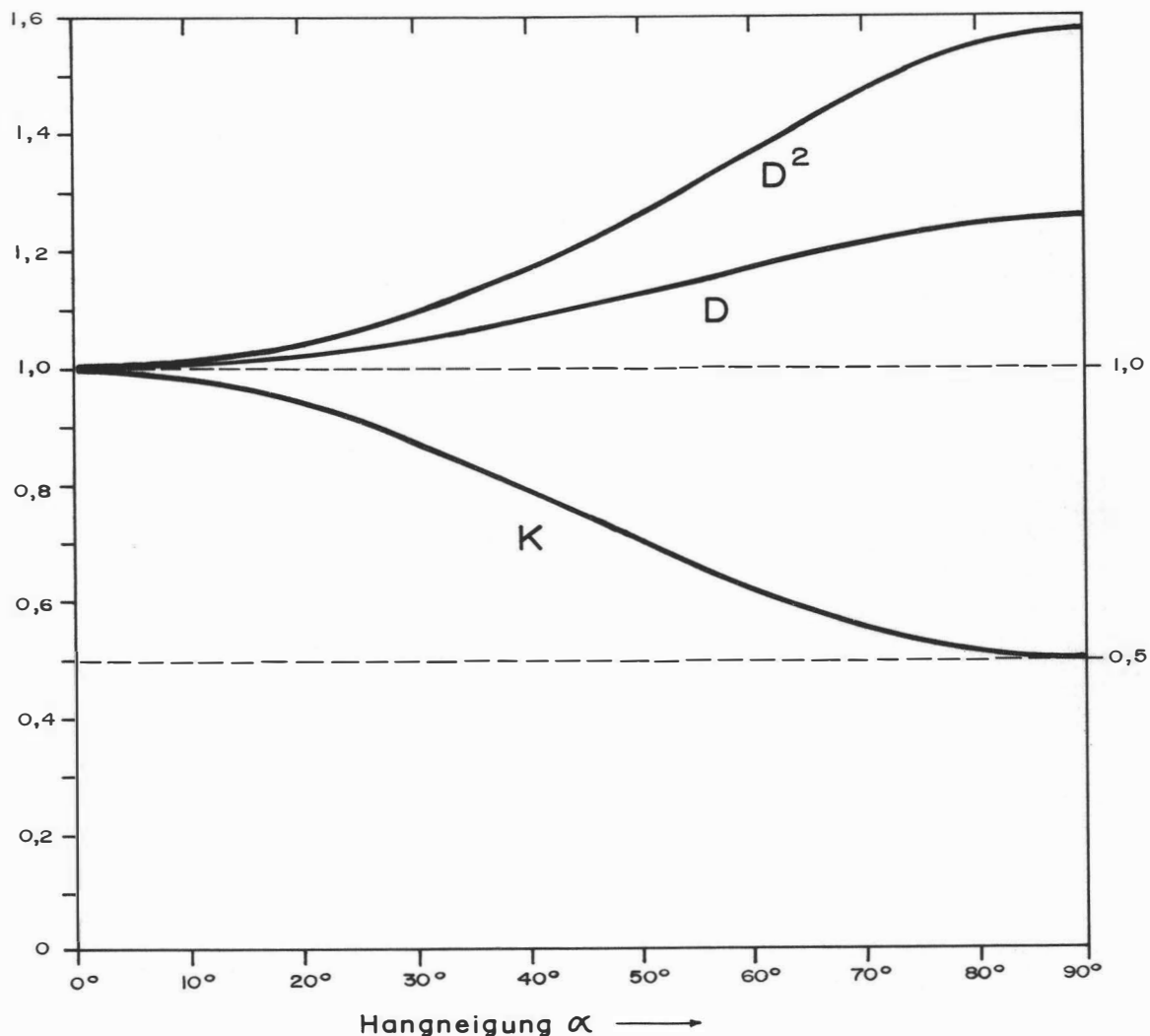


Abb. A2: Verfälschungsfaktoren  $K$ ,  $D$  und  $D^2$  in Abhängigkeit vom Neigungswinkel  $\alpha$  der Erdoberfläche für ein koplanares EM-System mit vertikalem Sendedipol;  $q$  = Quotient Horizontal- zu Vertikalkomponente des sekundären Magnetfeldes.

berechnet.  $A$  ist die Amplitude von  $S_{(V)}$  im Falle  $\alpha = 0$ . Bei  $\alpha \neq 0$  wird eine Amplitude  $A' = AK$  gemessen, die zu einem verfälschten Abstand  $d'$  führt, nämlich

$$d' = \left( \frac{A^*}{A'} \right)^{\frac{1}{3}} s = \left( \frac{1}{K} \right)^{\frac{1}{3}} \left( \frac{A^*}{A} \right)^{\frac{1}{3}} s = Dd; \quad (10)$$

$d'$  ist um den Faktor  $d = \sqrt[3]{\frac{1}{K}} \geq 1$  größer als der wahre Abstand  $d$  des Meßsystems von der Erdoberfläche.  $D$  ist in Abb. A2 als Funktion von  $\alpha$  aufgetragen; es variiert zwischen 1 und 1,26.

Die Bestimmung des spezifischen Widerstands  $\rho$  erfolgt mit Hilfe der Beziehung

$$\frac{d}{p} = g(\epsilon) \quad (11)$$

(MUNDRY 1984, Gl.13). Die Eindringtiefe  $p$

$$p = 503,3 \sqrt{\frac{\rho}{f}} \quad (12)$$

enthält den spezifischen Widerstand  $\rho$  des Halbraums und die Meßfrequenz  $f$ . Die erwähnte Unabhängigkeit der Phase von  $\alpha$  gilt auch für den Quotienten  $g$ . Wird in (11) der verfälschte Abstand  $d' = D \cdot d$  eingesetzt, so ergibt sich eine verfälschte Eindringtiefe  $p'$

$$p' = \frac{d'}{g} = \frac{Dd}{g} = Dp \quad (13)$$

bzw. ein verfälschter Widerstand  $\rho'$

$$\rho' = D^2 \rho. \quad (14)$$

Der aus den Meßdaten des  $V$ -Systems über geneigter Erdoberfläche bestimmte Widerstand wird also um den Faktor  $D^2$  größer als der wahre Widerstand. Gemäß Abb. A2 wächst  $D^2$  von 1 ( $\alpha = 0^\circ$ ) bis maximal 1.59 ( $\alpha = 90^\circ$ ).

Für Hangneigungen bis  $30^\circ$  bleiben die Fehler in  $d$  und  $\rho$  unter 5 bzw. 10% . Bei steileren Hängen ist es ratsam, die Ergebnisparameter mittels  $D(\alpha)$  bzw.  $D^2(\alpha)$  zu korrigieren.

### 3. Vertikal-Koaxiales Spulensystem über geneigter Erdoberfläche

Bei diesem System ist der Sendedipol horizontal und zeigt in Flugrichtung. Von den Sekundärfeldern wird nur die horizontale Komponente gemessen, wiederum normiert auf die Feldstärke des Senders ( $H$ ) am Ort des Empfängers, die hier doppelt so groß wie beim vertikalen Dipol ist.

#### 3.1. Änderung der gemessenen Amplitude

Die Ableitung der Formeln ist weitgehend analog zu derjenigen für den vertikalen Dipol, so daß hier nur die Ergebnisse angegeben werden.

- Zerlegung des horizontalen Primärfeldes:

$$Z = H_M \sin \alpha \quad (15a)$$

$$X = H_M \cos \alpha \quad (15b)$$

- Horizontale Komponenten des Sekundärfeldes:

$$S_Z^H = S_Z \sin \alpha \quad (16a)$$

$$S_X^H = S_H \cos \alpha \quad (16b)$$

mit

$$S_Z = - \left( \frac{1}{h} \right)^3 F_1 H_M \sin \alpha \quad (17a)$$

$$S_H = - \frac{1}{2} \left( \frac{1}{h} \right)^3 F_1 H_M \cos \alpha \quad (17b)$$

- Primärfeld  $Z_H$  am Ort des Empfängers:

$$P_H = 2 \frac{H_M}{s^3} \quad (18)$$

- Summe der horizontalen Sekundärfeldkomponenten normiert auf  $P_H$ :

$$S_{(H)} = \frac{S_Z^H + S_X^H}{P_H} = - \frac{1}{2} \left( \frac{s}{h} \right)^3 F_1 \left[ \sin^2 \alpha + \frac{1}{2} \cos^2 \alpha \right]. \quad (19)$$

Da nach Gl. (1b) das Normalfeld eines koaxialen Spulensystems

$$\frac{S_X}{P_X} = - \frac{1}{4} \left( \frac{s}{h} \right)^3 F_1$$

ist, ergibt sich aus Gl. (19)

$$S_{(H)} = \frac{S_X}{P_X} [1 + \sin^2 \alpha] \quad (20a)$$

oder

$$S_{(H)} = \frac{S_X}{P_X} K_X(\alpha) \quad (20b)$$

mit

$$K_X(\alpha) = 1 + \sin^2 \alpha. \quad (20c)$$

Der Faktor  $K_X \geq 1$  beschreibt in diesem Fall die Vergrößerung der Meßamplitude bei geneigter Erdoberfläche. Er ist in Abb. A3 als Funktion von  $\alpha$  aufgetragen.

Bei extremen Steilhängen ( $\alpha = 90^\circ$ ) wird die Amplitude  $|S_{(ff)}|$  gegenüber der Normalamplitude bei  $\alpha = 0^\circ$  verdoppelt.

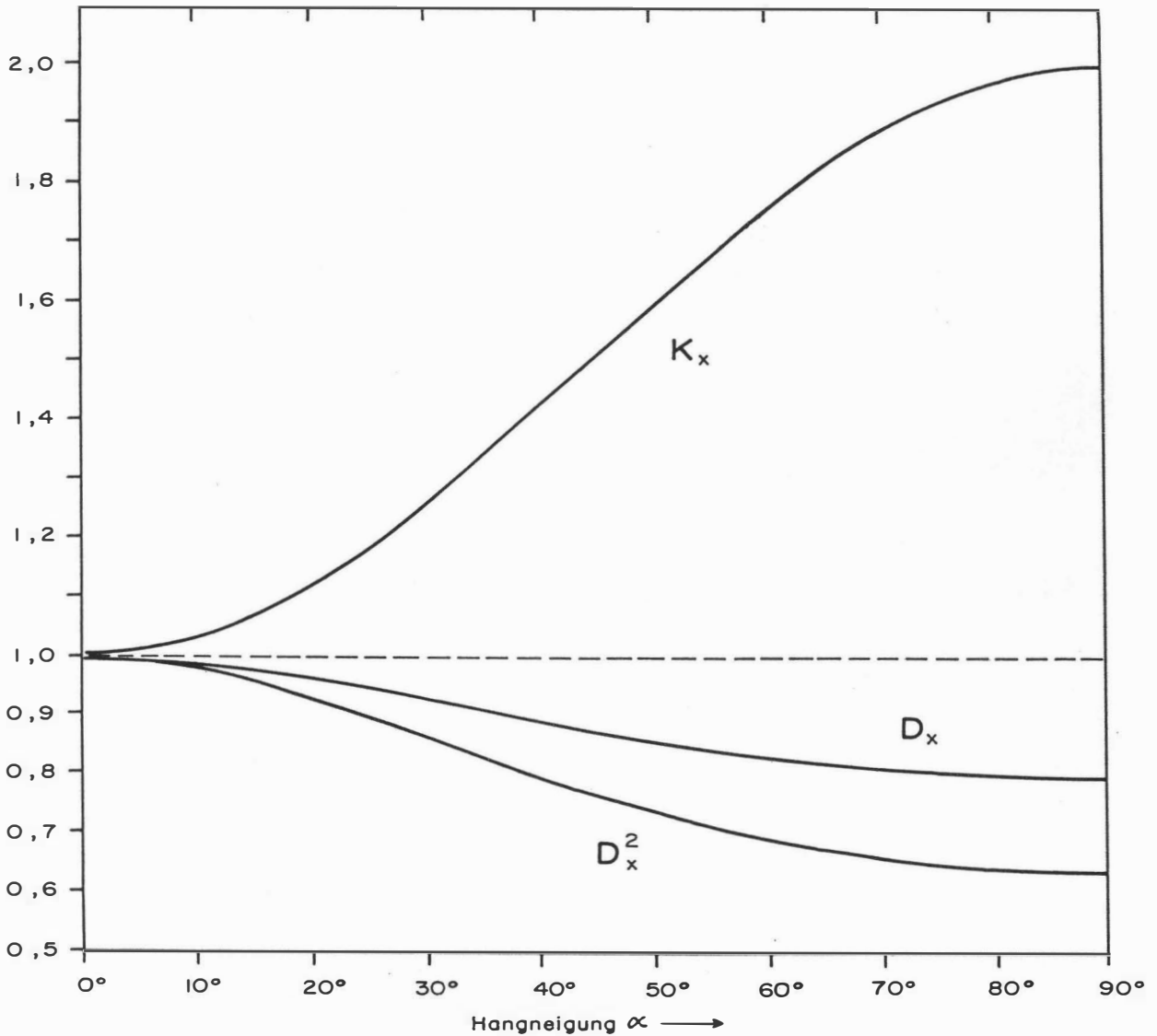


Abb. A3: Verfälschungsfaktoren  $K_x$ ,  $D_x$  und  $D_x^2$  als Funktion von  $\alpha$  für ein koaxiales EM-System mit horizontalem Sendedipol.

### 3.2. Verfälschung der Ergebnisparameter

Auch im Falle des koaxialen Spulensystems wird die Phase des gemessenen Feldes durch  $\alpha \neq 0^\circ$  nicht verändert.

Für dieses Spulensystem gilt nach MUNDY (1984, Gl.15) mit der Meßamplitude  $A' = K_x A$ :

$$d' = \left( \frac{4A^*}{A'} \right)^{\frac{1}{3}} s = \left( \frac{1}{K_x} \right)^{\frac{1}{3}} \left( \frac{4A^*}{A} \right)^{\frac{1}{3}} s = D_x d \quad (21a)$$

mit

$$D_X = \sqrt{\frac{1}{K_X}}. \quad (21b)$$

Das bedeutet, daß die berechneten Abstände  $d'$  um den Faktor  $D_X \leq 1$  verkleinert werden.  $D_X$  ist in Abb. A3 über der Hangneigung  $\alpha$  dargestellt; es variiert zwischen 1 und 0,794.

Wegen der unveränderten Phase gelten hier die Gleichungen (8) bis (11) entsprechend, so daß sich  $\rho'$  mit

$$\rho' = D_X^2 \rho \quad (22)$$

ergibt. Wie aus Abb. A3 ersichtlich, liegen die Werte von  $D_X^2$  zwischen 1 und 0,63, d.h. der mit dem coaxialen Meßsystem bestimmte spezifische Widerstand  $\rho'$  ist u.U. deutlich kleiner als der wahre Widerstand  $\rho$  des geneigten Halbraumes.

Bei bekannter Hangneigung  $\alpha$  können auch hier die Ergebnisparameter mit Hilfe der obigen Formeln korrigiert werden.



## Anhang B:

### Einfluß der Topographie auf die Anomalien der magnetischen Totalintensität ( $\Delta T$ )

Bis heute beruhen fast alle Auswerteverfahren für geomagnetische Anomalien auf der Annahme, daß die Meßergebnisse auf einer horizontalen Ebene gewonnen wurden ( $2\pi$ -Geometrie). Da aber gerade hubschraubergeophysikalische Messungen häufig in Gebieten mit starkem Relief durchgeführt werden, ist es erforderlich, sich mit dem Einfluß von bestimmten Geländeformen auf die Meßwerte zu beschäftigen. Der Anschaulichkeit wegen ist es günstig, dabei nur einfache topographische Gegebenheiten, wie z.B. Hangneigung, Bergkämme etc., zu betrachten. Dabei kann auf die Ergebnisse einer Dissertation (SEREN, 1980), die am Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien vergeben wurde, zurückgegriffen werden.

Langgestreckte Störkörper mit beliebiger Form können auf zweidimensionale Modellkörper zurückgeführt werden, wobei ihre Querschnitte durch Polygonzüge (Abb. B1) angenähert werden.

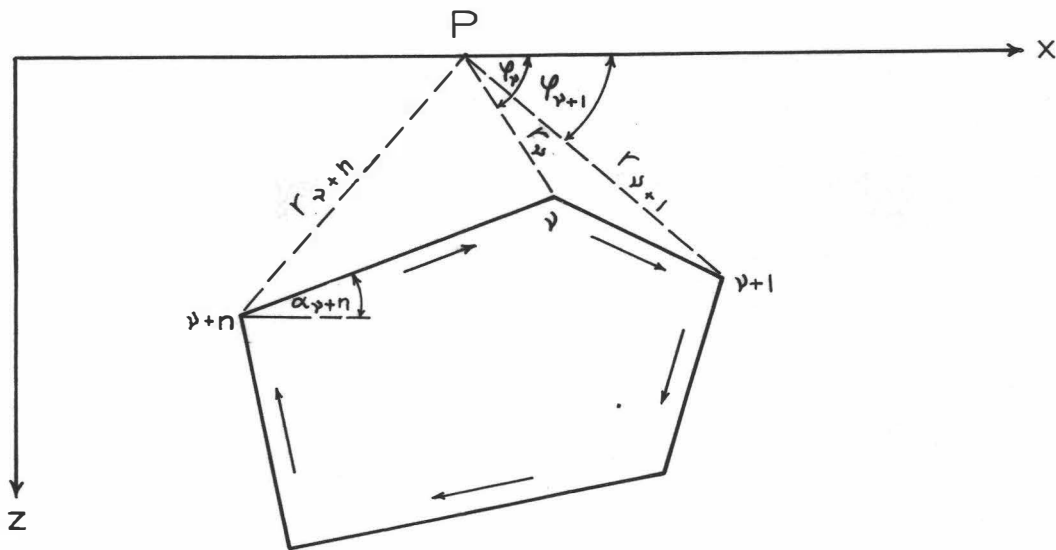


Abb. B1: Die Berechnung von magnetischen Störkörperanomalien mit Hilfe eines Polygonzuges.

Es läßt sich z.B. ein Bergkamm durch eine Kante (Abb. B2) vereinfacht darstellen. Um nun die magnetische Anomalie des in Abb. B2 gezeigten Störkörpers berechnen zu können, werden einige Vereinfachungen durchgeführt: Verlegt man die untere Berggrenzung in sehr große Tiefen, so ist ihr Beitrag zur  $\Delta T$ -Anomalie zu vernachlässigen. Weiters sollen homogene und

isotrope Magnetisierungsverhältnisse vorliegen. Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich die  $\Delta T$ -Anomalie einer Kante (Bergkamm) mit:

$$\Delta T \approx 2M \ln(r) \sin 2\delta\alpha (\sin I \sin(\beta + 2\alpha_0) - \cos I \cos(\beta + 2\alpha_0))$$

$M$	... Magnetisierung
$r$	... Abstand zwischen Meßpunkt und Kante
$2\delta\alpha$	... Öffnungswinkel der Kante
$I$	... Einfallswinkel des Globalfeldes
$\beta$	... Richtung einer eventuellen remanenten Magnetisierung
$\alpha_0$	... Hangneigung

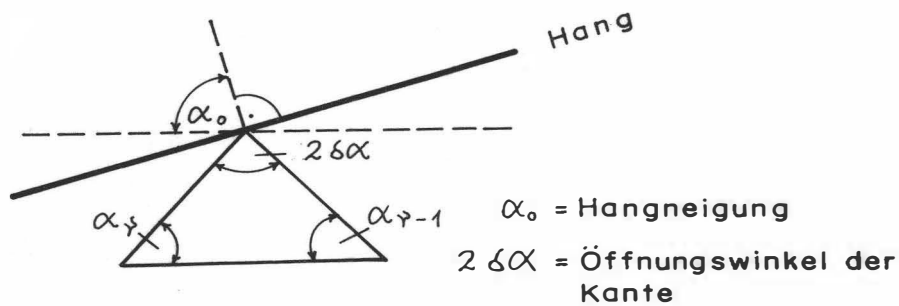


Abb. B2 Modellannahme zur Berechnung von magnetischen Anomalien eines Bergkammes.

Es wurden nun für 3 verschiedene Öffnungswinkel ( $2\delta\alpha$ ) die zugehörigen  $\Delta T$ -Anomalien berechnet (Abb. B3). Dabei zeigt sich, daß die  $\Delta T$ -Anomalie beim horizontalen Überfliegen von Bergkämmen ( $\alpha_0 = 90^\circ$ ) mit zunehmendem Öffnungswinkel kleiner wird. Für positive Öffnungswinkel (Bergkämmen) ist die Anomalie positiv, für negative (Täler) negativ.

Weiters wurde auch der Einfluß der Hangneigung auf die  $\Delta T$ -Anomalie einer Kante berechnet (Abb. B4). Die vier Modellkurven für  $\alpha_0 = 90^\circ, 75^\circ, 60^\circ$  und  $45^\circ$  zeigen, daß mit zunehmender Steilheit des Hanges der positive Teil der  $\Delta T$ -Anomalie mehr und mehr unterdrückt wird, während der negative Anteil stärker negativ wird.

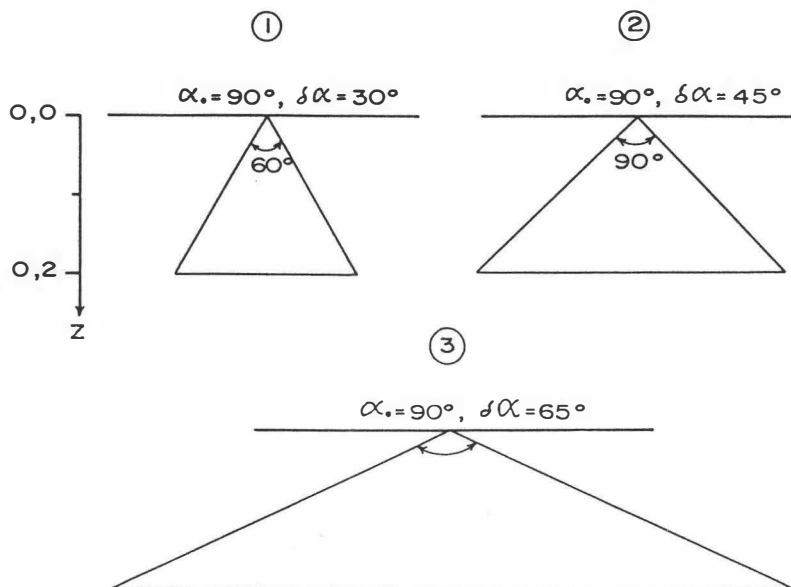
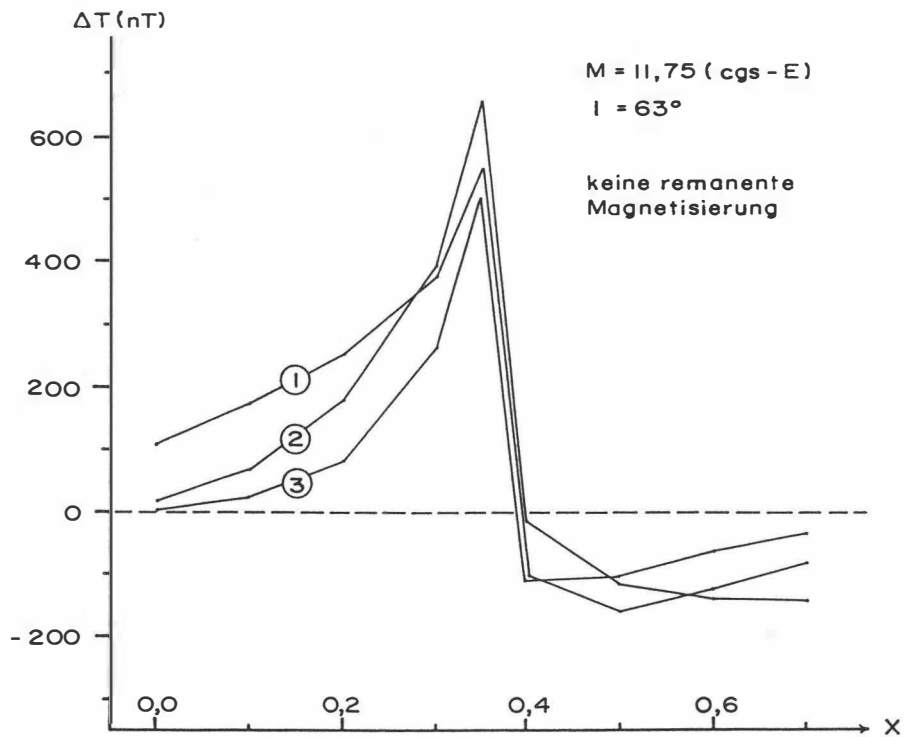


Abb.B3: Der Einfluß des komplementären Öffnungswinkels ( $2\delta\alpha$ ) und einer Kante auf die  $\Delta T$ -Anomalie,  $\alpha_0 = 90^\circ$ .

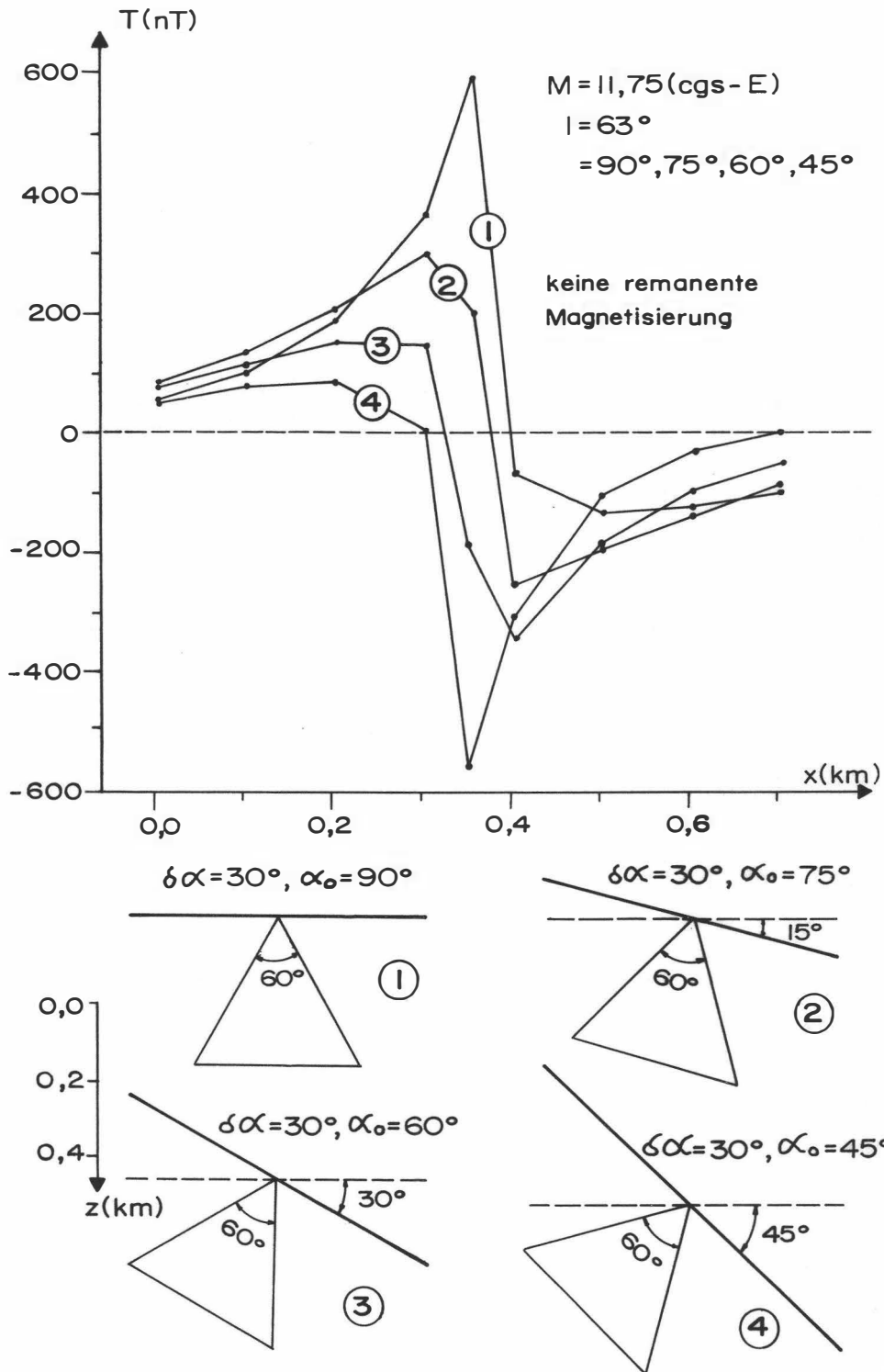
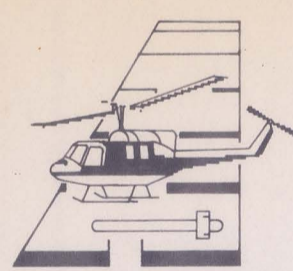
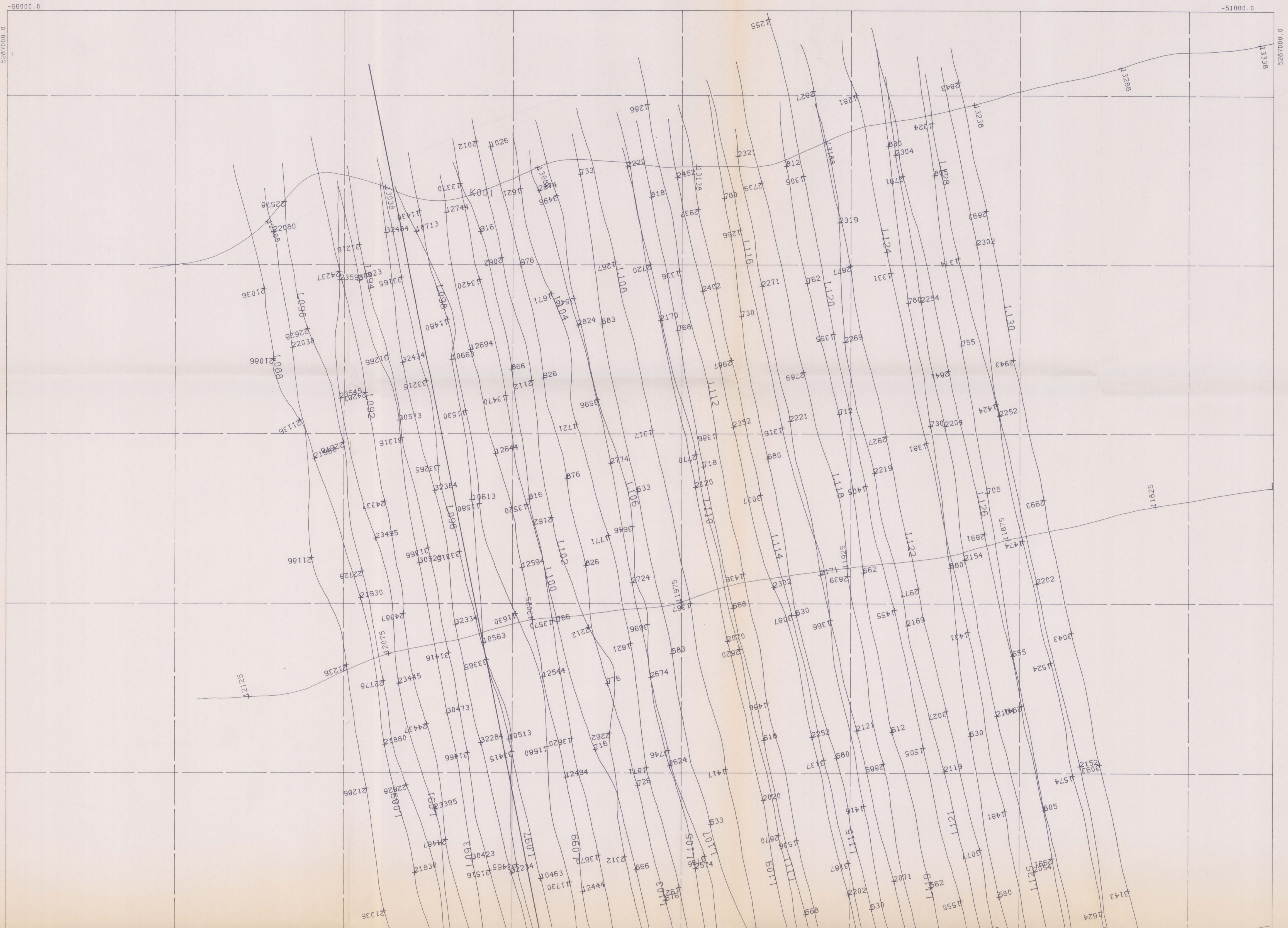


Abb.B4: Der Einfluß der mittleren Hangneigung ( $\alpha_0$ ) auf die  $\Delta T$ -Anomalie;  
 $\delta\alpha$  = komplementäre Öffnungswinkel,  $z$  = Tiefe in km.



AERO-GEOPHYSIK

ÖSTERREICH



Meßgebiet:

NEUBERG

Bundesamt für Aeronautik und Geophysik	
Inv.-Nr.	A10061
Standort	R
Ordnungs-Nr.	del. 1
Vertraulichkeit	A.Z.

Anlagen-Nr.:

1

Maßstab:

1:25000

Bearbeiter:

Seiberl, Oberlercher,

Hamberger, Heidovitsch,

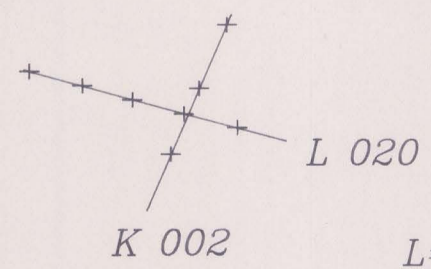
Eichberger, Winkler,

Motschka, Hübl, Supper

April 1993

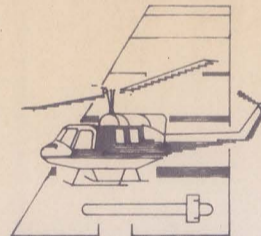
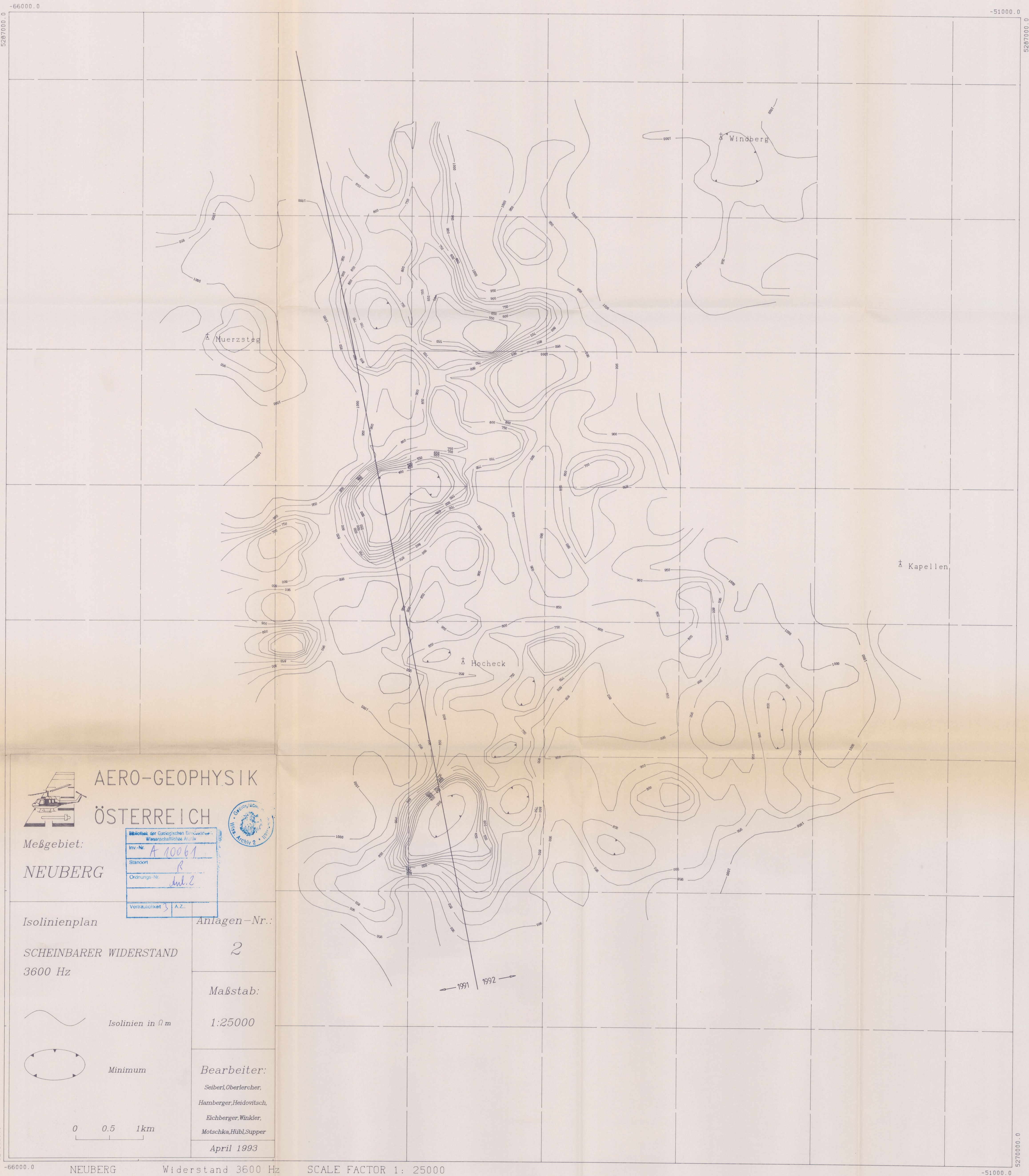
LAGEPLAN DER  
FLUGPROFILE

Profil mit  
Paßpunkten



L=Meßprofil  
K=Kontrollprofil

0 0.5 1km



AERO-GEOPHYSIK  
ÖSTERREICH

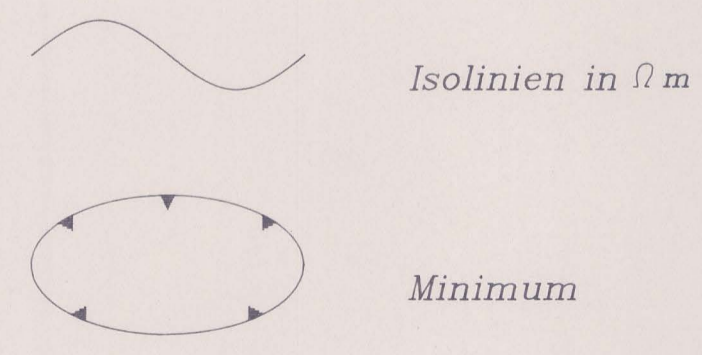
Meßgebiet:  
**NEUBERG**

Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt Wissenschaftliche Archive	
Inv.-Nr.	A 10061
Standort	R
Ordnungs-Nr.	Ant. 2
Verträglichkeit	A.Z.

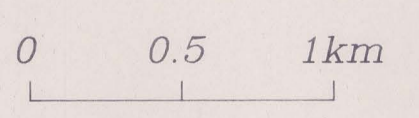


Isolinienplan  
SCHEINBARER WIDERSTAND  
3600 Hz

Anlagen-Nr.:  
**2**



Maßstab:  
**1:25000**



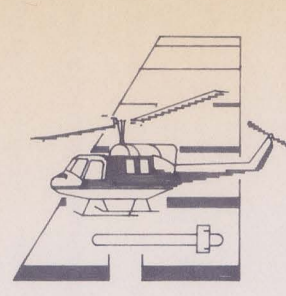
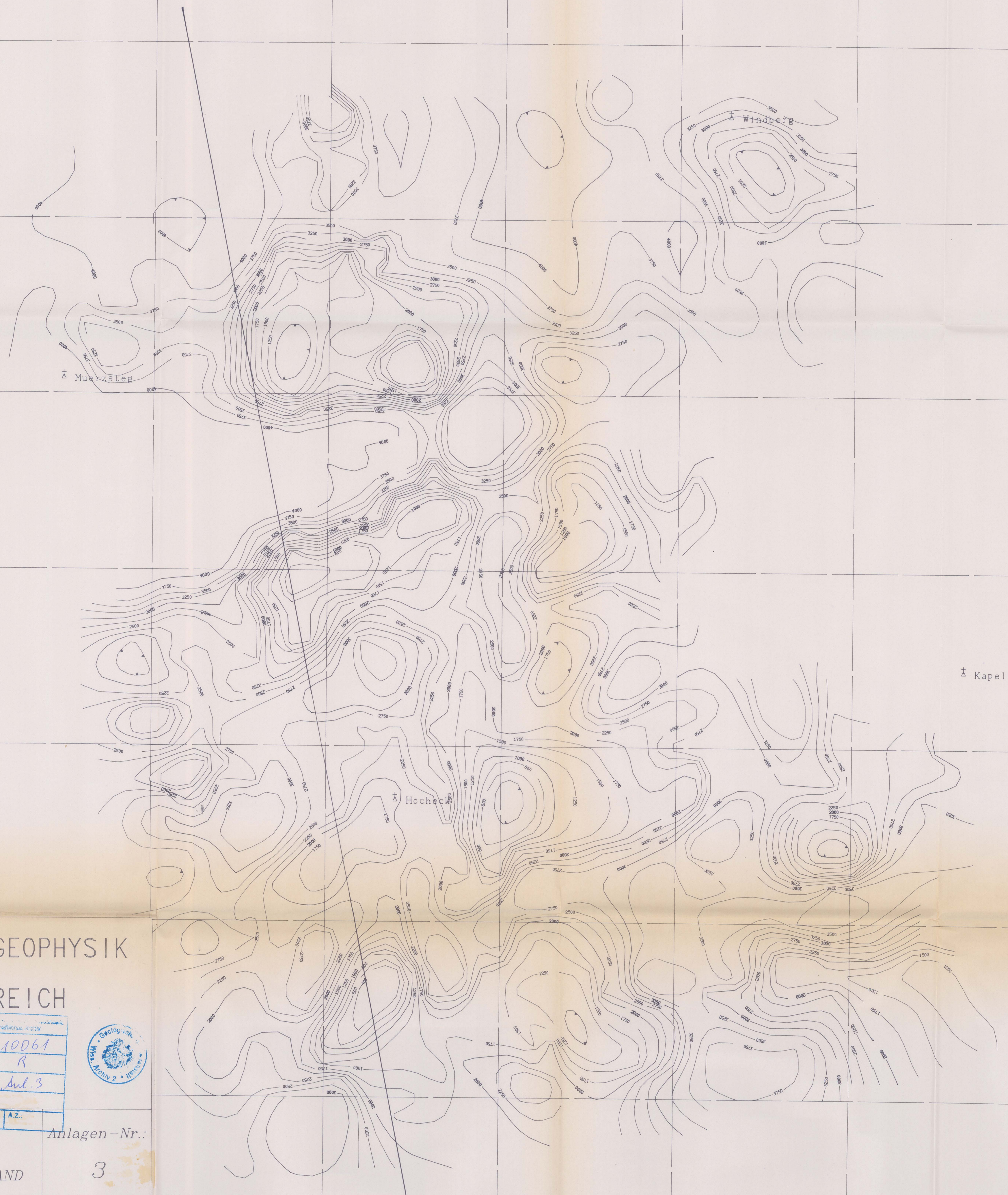
Bearbeiter:  
Seiberl, Oberlercher,  
Hamberger, Heidovitsch,  
Eichberger, Winkler,  
Motschka, Hübl, Supper  
**April 1993**

-66000.0

-51000.0

5287000.0

5287000.0



**AERO-GEOPHYSIK  
ÖSTERREICH**

Meßgebiet:  
**NEUBERG**

Objekt-Nr.	Wissenschaftliches Institut
Inv.-Nr.	A 10061
Station	R
Ordnungs-Nr.	Ant. 3
Vorbereitung	3 AZ.

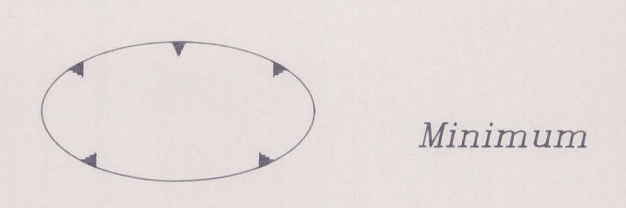


Isolinienplan  
SCHEINBARER WIDERSTAND  
900 Hz

Anlagen-Nr.:  
**3**

Isolinien in  $\Omega m$

Maßstab:  
1:25000



Minimum

Bearbeiter:  
Seiberl, Oberlercher,  
Hamberger, Heidovitsch,  
Eichberger, Winkler,  
Motschka, Hübl, Supper  
April 1993

0 0.5 1km

← 1991 1992 →

5270000.0

-66000.0

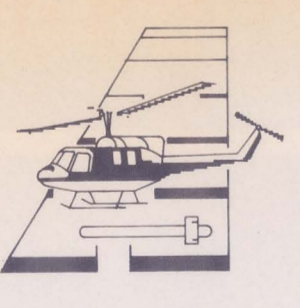
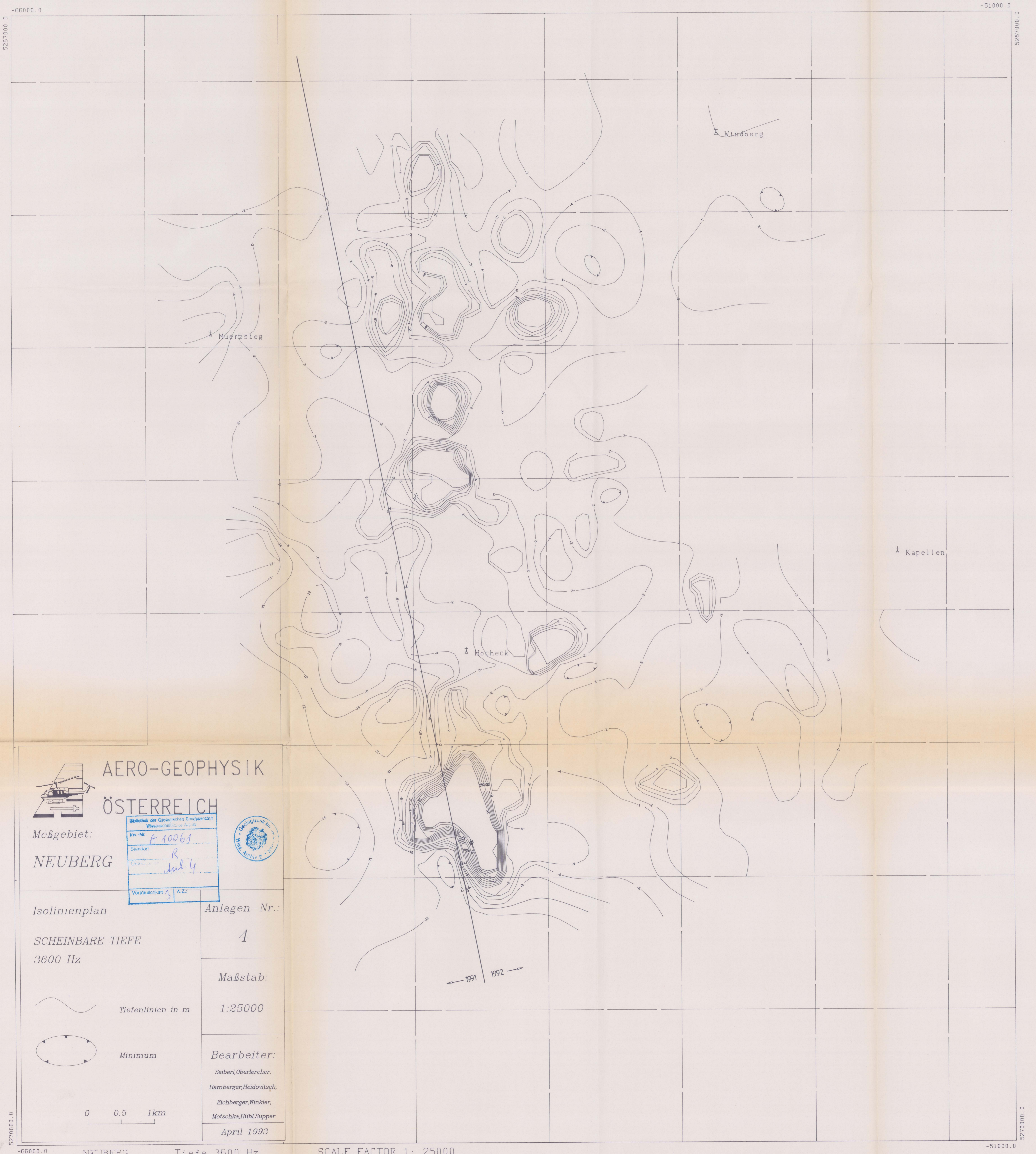
NEUBERG

Widerstand 900 Hz

SCALE FACTOR 1: 25000

-51000.0

5270000.0



AERO-GEOPHYSIK

ÖSTERREICH

Meßgebiet:

NEUBERG

Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt Wissenschaftliche Abteilung	
Inv.-Nr.	A 10061
Stichtag	R
Original	Jul 4
Verfälschung	A.Z.



Isolinienplan

Anlagen-Nr.:

SCHEINBARE TIEFE

4

3600 Hz

Maßstab:



Tiefenlinien in m

1:25000



Minimum

Bearbeiter:

Seiberl, Oberlercher,  
Hamberger, Heidovitsch,  
Eichberger, Winkler,  
Motschka, Hübl, Supper

0 0.5 1km

April 1993

SCALE FACTOR 1: 25000

NEUBERG

Tiefe 3600 Hz

5287000.0

5287000.0

5270000.0

5270000.0

-66000.0

-51000.0

-66000.0

-51000.0

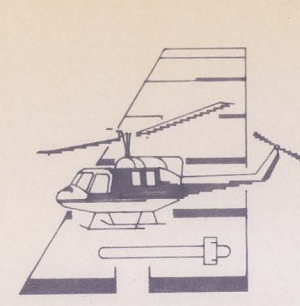


5287000.0

-66000.0

-51000.0

5287000.0



**AERO-GEOPHYSIK  
ÖSTERREICH**

Meßgebiet:  
**NEUBERG**

Büchlein der Firma Geophysik Österreich	
Inv.-Nr.	A 10061
Standort	R
Ordnungs-Nr.	zul. 5
Veröffentlicht	JA.Z.



Isolinienplan

Anlagen-Nr.:

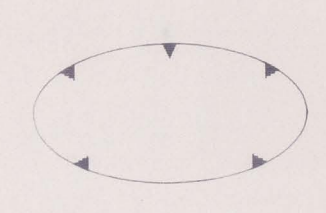
SCHEINBARE TIEFE  
900Hz

**5**

Maßstab:

Tiefenlinien in m

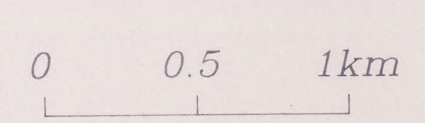
1:25000



Minimum

Bearbeiter:

Seiberl, Oberlercher,  
Hamberger, Heidovitsch,  
Eichberger, Winkler,  
Motschka, Hübl, Supper



April 1993

5270000.0

-66000.0

NEUBERG

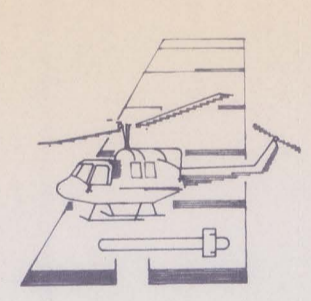
Tiefe 900 Hz

SCALE FACTOR 1: 25000

-51000.0

5270000.0

5267000.0 -66000.0 -51000.0 5267000.0



**AERO-GEOPHYSIK  
ÖSTERREICH**

Meßgebiet:

**NEUBERG**

Abteilung der Österreichischen Bundesanstalt für Geodäsie und Bergbau	
Wissenschaftliche Abteilung	
Nr.:	A 10061
Stationsnr.:	R
Datum:	Juli 6
Vermessung:	AZ



Isolinienplan

Anlagen-Nr.:

**TOTALINTENSITÄT**

**6**

bezogen auf Kobenzl, Epoche 1980.0  
Regionalfeld: IGRF, Epoche 1977.7

Maßstab:

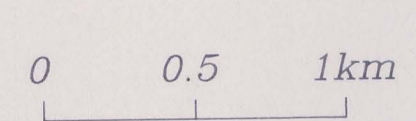
Isolinien in nT

1:25000



Minimum

Bearbeiter:



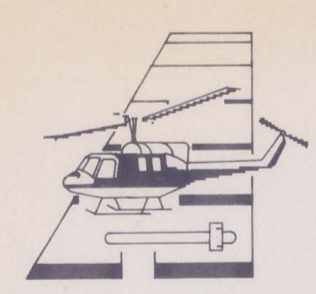
Seiberl, Oberlercher,  
Hamberger, Heidovitsch,  
Eichberger, Winkler,  
Motschke, Hübl, Supper

April 1993

← 1991      1992 →

-66000.0

-51000.0



AERO-GEOPHYSIK

ÖSTERREICH

Meßgebiet:  
**NEUBERG**

Relevanz der Ergebnisse für die Bevölkerung	
Meß-Nr.	A 10061
Standort	R
Ordnungs-Nr.	1017
Vertrags-Nr.	5
A.Z.	



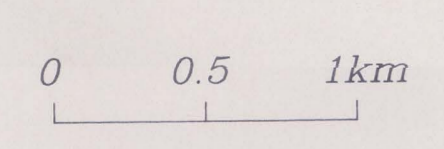
Isolinienplan Anlagen-Nr.: 7

Gammastrahlenspektrometrie (0.4-3.0 MeV)

eff. Äquivalentdosisleistung Maßstab: 1:25000

Isolinien in nSv/h

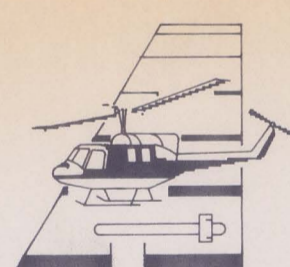
Minimum



Bearbeiter:  
Seiberl, Oberlercher,  
Hamberger, Heidovitsch,  
Eichberger, Winkler,  
Motschka, Hübl, Supper  
April 1993

5270000.0

5270000.0



**AERO-GEOPHYSIK  
ÖSTERREICH**

Meßgebiet:  
**NEUBERG**

Ministerium der Geologischen Bundesanstalt Wissenschaftsbereich Archäologie	
Inv.-Nr.	A 10061
Standort	Neuberg
Ordnungs-Nr.	Bl. 8
Vermessungswert	5 A.Z.



Isolinienplan

Gammastrahlenspektrometrie  
(0.64-0.73 MeV)  
eCAESIUM (<sup>137</sup>Cs)



Impulsrate incps



Minimum

0 0.5 1 km

Anlagen-Nr.:

**8**

Maßstab:

**1:25000**

Bearbeiter:

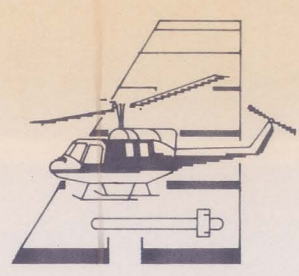
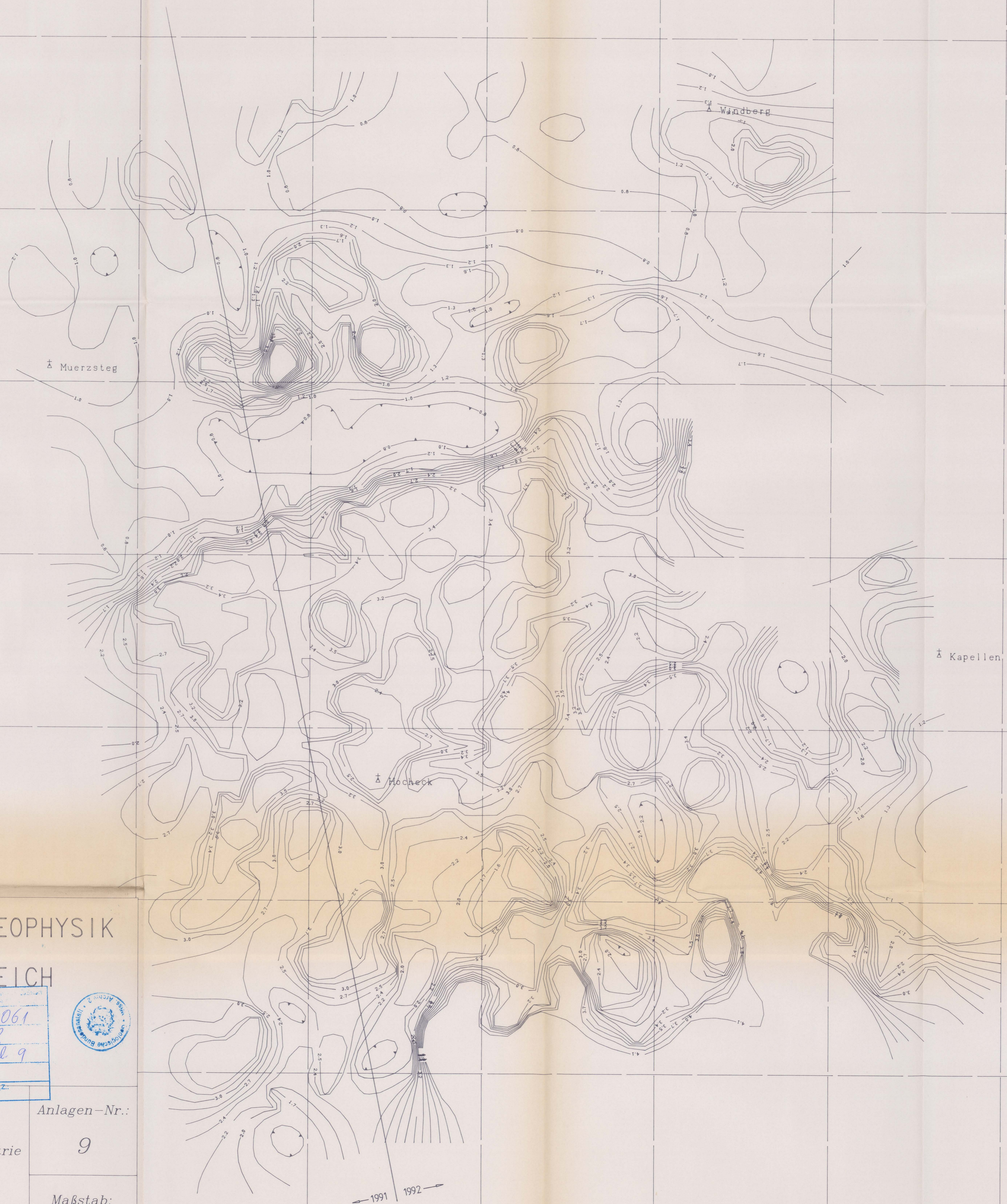
Seiberl, Oberiercher,  
Hamberger, Heidovitsch,  
Eichberger, Winkler,  
Motschka, Hübl, Supper

April 1993

← 1991 1992 →

5267000.0  
-66000.0

-51000.0  
5267000.0



AERO-GEOPHYSIK

ÖSTERREICH

Meßgebiet:

NEUBERG

Beschreibung des Gebietes	Wissenschaftsbereich
Inv.-Nr.	H 10061
Standort	R
Ordnungs-Nr.	Jul 9
Vertraulichkeit	A.Z.



Isolinienplan

Anlagen-Nr.:

Gammastrahlenspektrometrie  
(1,36-1,56 MeV)

9

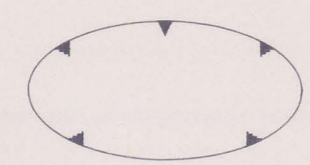
eKALIUM(<sup>40</sup>K)

Maßstab:



Impulsrate in%

1:25000



Minimum

Bearbeiter:

Seiberl, Oberlercher,  
Hamberger, Heidovitsch,  
Eichberger, Winkler,  
Motschka, Hübl, Supper

0 0.5 1km

April 1993

5270000.0

-66000.0

NEUBERG

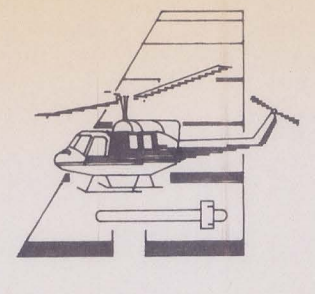
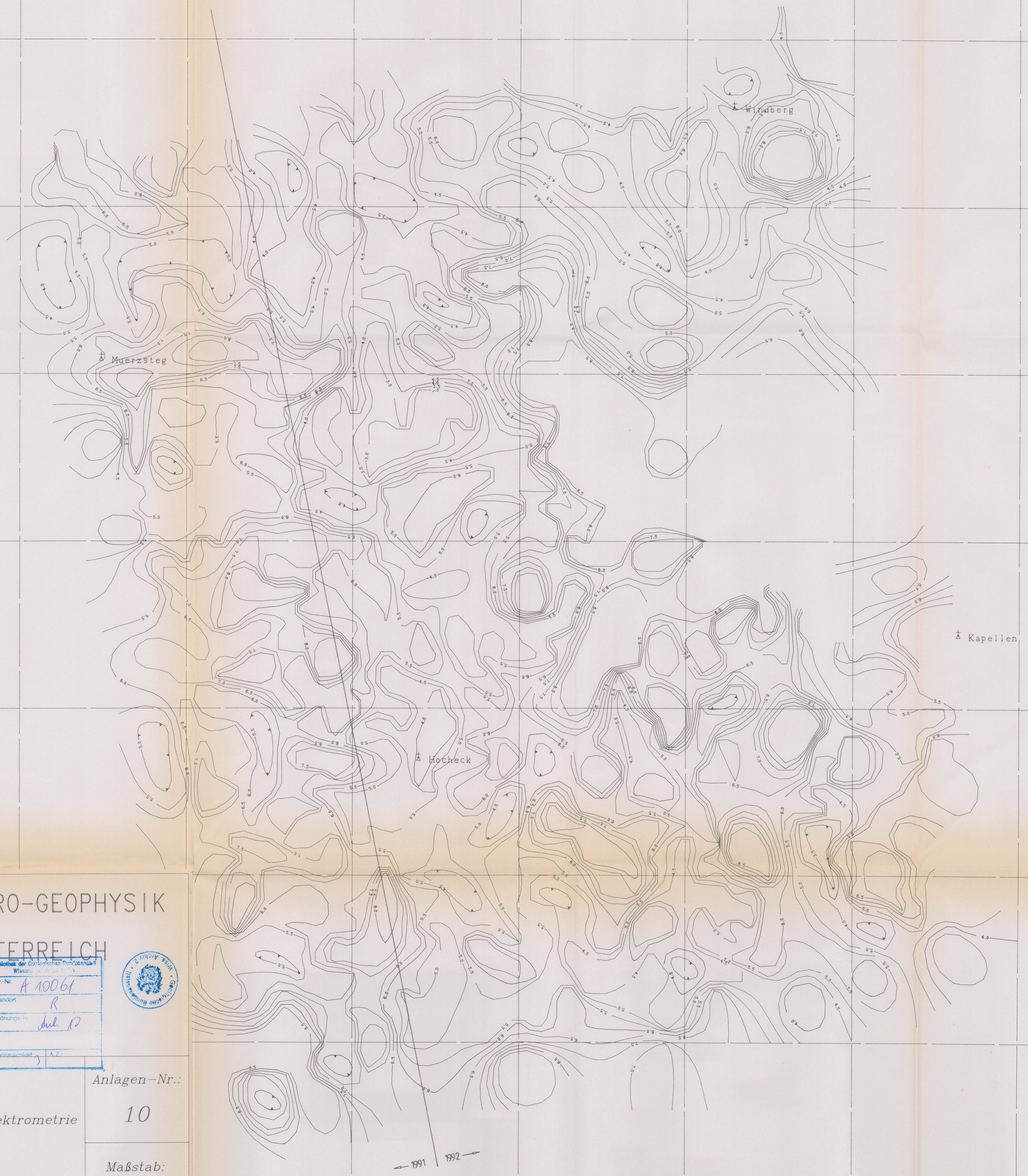
POTASSIUM

SCALE FACTOR 1: 25000

5270000.0  
-51000.0

5287000.0  
-66000.0

-51000.0  
5287000.0



**AERO-GEOPHYSIK  
ÖSTERREICH**

Meßgebiet:  
**NEUBERG**

Abteilung der Geophysikalischen Bundesanstalt Wissens- u. Statist.-Büro
Inv.-Nr. <b>A 10061</b>
Standort <b>R</b>
Ordnungs-Nr. <b>Jub. 10</b>
Vorzeichensystem <b>A 2</b>



Isolinienplan  
Gammastrahlenspektrometrie  
(1,67-1,87 MeV)  
eURAN(<sup>214</sup>Bi)

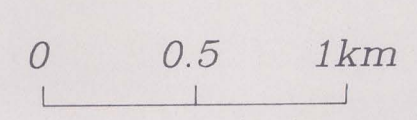
Anlagen-Nr.:  
**10**

Impulsrate inppm

Maßstab:  
**1:25000**

Minimum

Bearbeiter:  
Seiberl, Oberlercher,  
Hamberger, Heidovitsch,  
Eichberger, Winkler,  
Motschka, Hübl, Supper  
April 1993



5270000.0  
-66000.0

-51000.0  
5270000.0

NEUBERG URAN

SCALE FACTOR 1: 25000

5267000.0

-51000.0



**AERO-GEOPHYSIK**  
**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:  
**NEUBERG**

Büro der Geophysikalischen Bundesanstalt Wasserstoffisotopenlabor	
Inv.-Nr.	A 10061
Standort	R
Ordnungs-Nr.	Jul. 11
Vertrags-Nr.	A.Z.

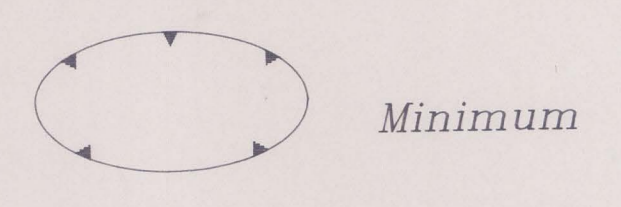


Isolinienplan  
Gespektrometrie  
(2.42-2.83 MeV)  
eTHORIUM (<sup>208</sup>Tl)

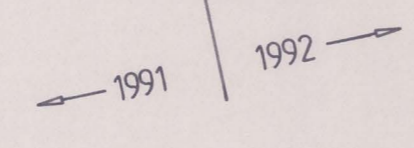
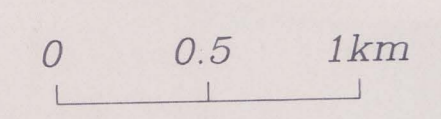
Anlagen-Nr.:  
**11**

Impulsrate in ppm

Maßstab:  
**1:25000**



Bearbeiter:  
Seiberl, Oberlercher,  
Hamberger, Heidovitsch,  
Eichberger, Winkler,  
Motschka, Hübl, Supper  
**APRIL 1993**

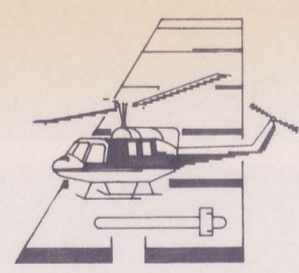
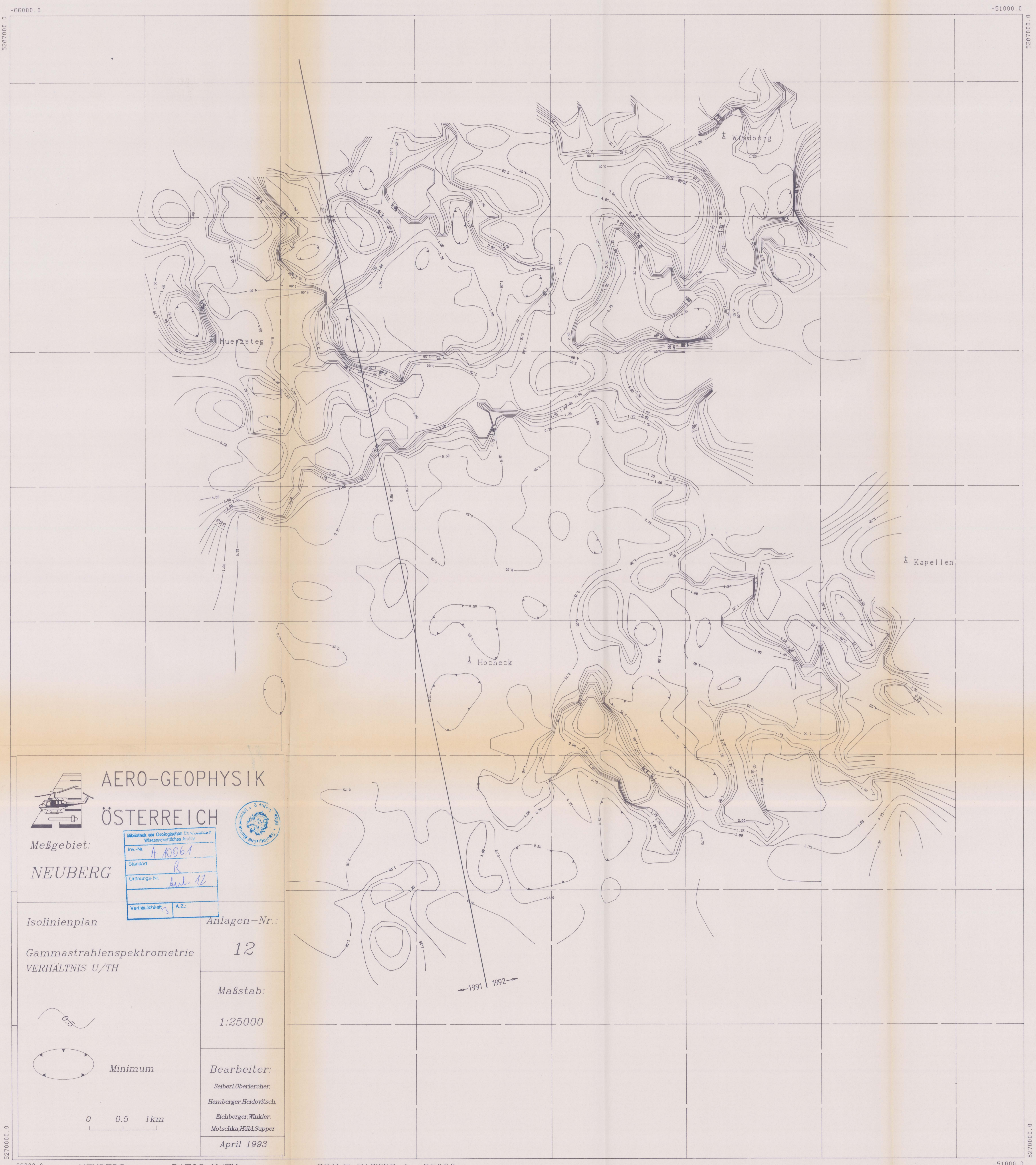


527000.0

527000.0

-66000.0

-51000.0



AERO-GEOPHYSIK

ÖSTERREICH



Meßgebiet:  
**NEUBERG**

Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt Wissenschaftliches Archiv	
Inv.-Nr.	A 10061
Standort	R
Ordnungs-Nr.	Arch. 12
Verträglichkeit	A.Z.:

Isolinienplan

Anlagen-Nr.:

Gammastrahlenspektrometrie  
VERHÄLTNIS U/TH

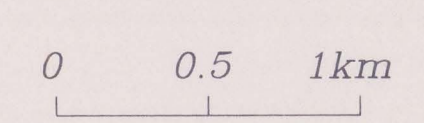
12

Maßstab:

1:25000



Minimum



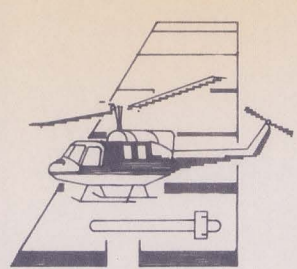
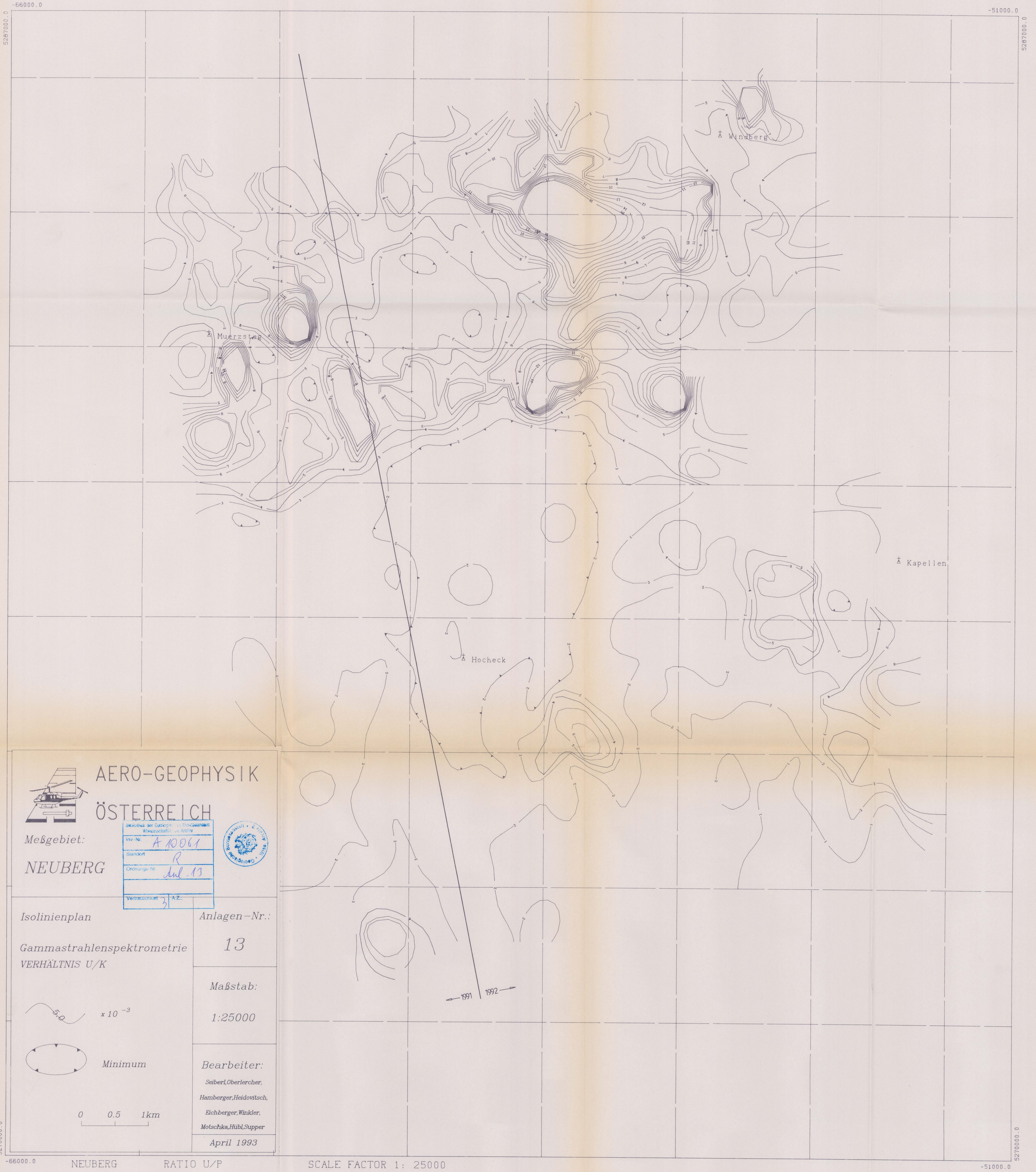
Bearbeiter:

- Seiberl, Oberlercher,
- Hamberger, Heidovitsch,
- Eichberger, Winkler,
- Motschka, Hübl, Supper

April 1993

← 1991 | 1992 →





**AERO-GEOPHYSIK  
ÖSTERREICH**

Meßgebiet:

**NEUBERG**

Beschreibung der Gegend: ...	
Nr.-Nr.	A 10061
Standort	R
Ordnungs-Nr.	Jul-13
Vertragscharakter	3 A.Z.



Isolinienplan

Anlagen-Nr.:

Gammastrahlenspektrometrie  
VERHÄLTNIS U/K

13

5.0 x 10<sup>-3</sup>

Maßstab:

1:25000

Minimum

Bearbeiter:

Seiberl, Oberlercher,

Hamberger, Heidovitsch,

Eichberger, Winkler,

Motschka, Hübl, Supper

0 0.5 1km

April 1993

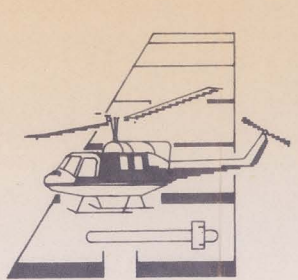
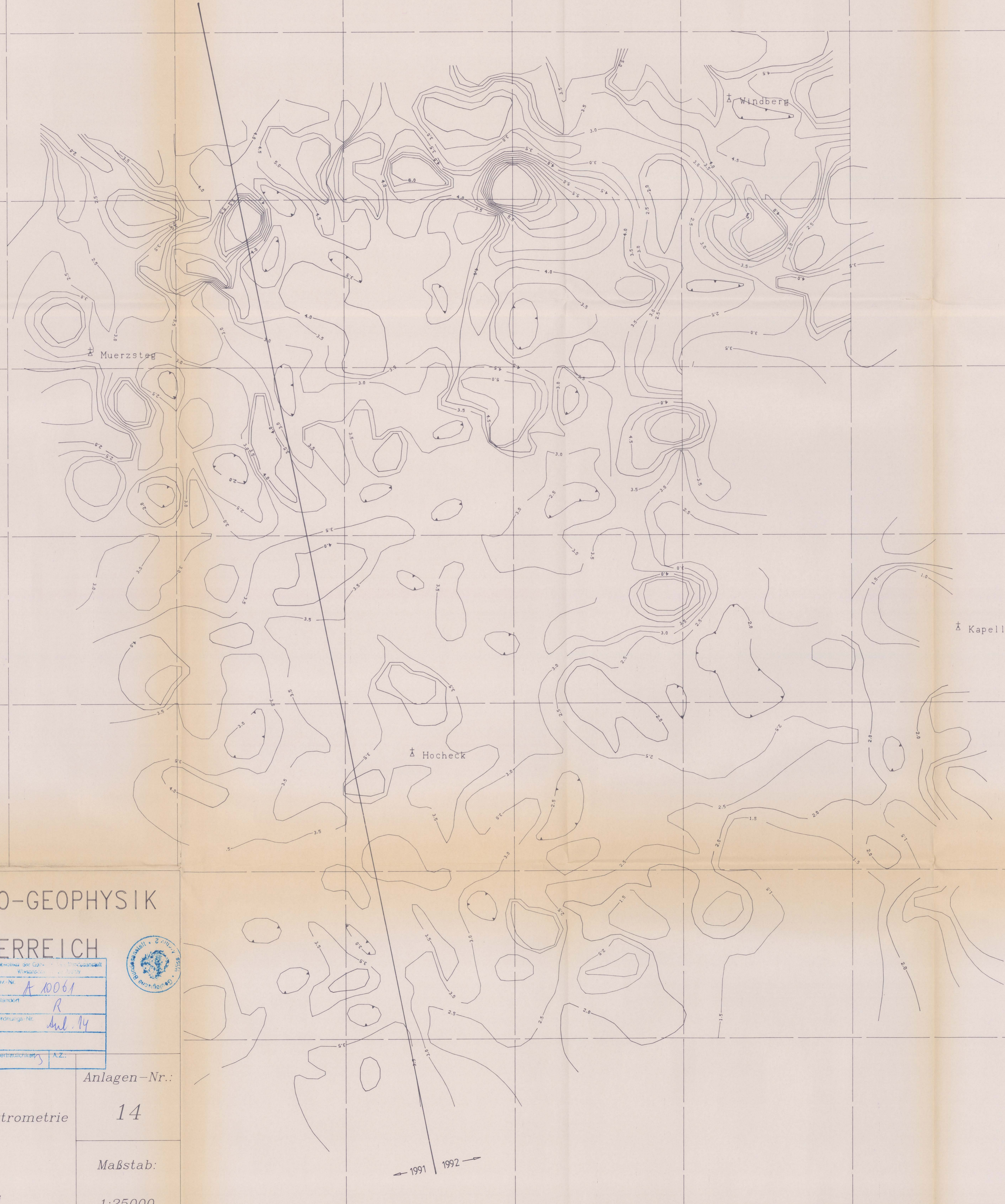
← 1991 1992 →

-66000.0

-51000.0

5270000.0

5270000.0



**AERO-GEOPHYSIK  
ÖSTERREICH**

Meßgebiet:

**NEUBERG**

Proj. Nr.	A 10061
Standort	R
Durchführ. Nr.	Aut. 14
Vertragsnr.	A.Z.



Isolinienplan

Anlagen-Nr.:

Gammastrahlenspektrometrie  
VERHÄLTNIS TH/K

**14**

Maßstab:

**1:25000**

$\times 10^{-3}$

Minimum

Bearbeiter:

Seiberl, Oberlercher,  
Harnberger, Heidovitsch,  
Eichberger, Winkler,  
Motschka, Hübl, Supper

0 0.5 1km

**April 1993**

-66000.0

NEUBERG

RATIO TH/P

SCALE FACTOR 1: 25000

-51000.0

5270000.0

5270000.0