

# AERO-GEOPHYSIK

# ÖSTERREICH

Aerogeophysikalische Vermessung

im Raum

## WEINSBERGER WALD

Vollzug des Lagerstättengesetzes

Projekt OC - Id/85



GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT

1. Eingangsdatum 1986-12-19	2. Berichtsart Forschungsbericht	3. ARCHIV - Nr. A 06365
4. Titel des Berichtes Aerogeophysikalische Vermessung im Raum Weinsberger Wald.	5. Standort TEXT R KARTE/BEIL.	6. Ordnungszahl
	7. A.Z.	8. VERTRAULICHKEIT : 3
	9. Abschlußdatum Wien, 1986-12	10. Veröffentlichungsdatum
11. Verfasser Seiberl, Wolfgang Heinz, Herbert	12. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Geologische Bundesanstalt: FA Geophysik	13. Ber.-Nr. Auftragnehmer
17. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung	14. Projekt - Code 0-C-001d/85	15. Seitenzahlen 23
	16. Literaturangaben	18. Abbildungen 7
	19. Tabellen	21. Beilagen 1 Anhang, 9 Beil.
20. Projekttitle	22. Tafeln	
23. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)		
ÖK - Bl. - Nr. 17, 18, 34, 35		
Schlagwörter Mühlviertel; Weinsberger Wald; Aerogeophysik 2                      3                      1		
Sachbearbeiter Wes	BGL edh	EDV GEOKART Kosler
Kopie an Redaktion	Katalog Wes	Mikrofilm 6. N.
Sicherheitsfilm M. 1104 - E		

# AEROGEOPHYSIKALISCHE VERMESSUNG

im Raum

## WEINSBERGER WALD

Vollzug des Lagerstättengesetzes: Projekt OC-1d/85

von  
Wolfgang Seiberl  
und  
Herbert Heinz

Wien, Dezember 1986

Geologische Bundesanstalt

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung . . . . .	1
1. Projektziel und Ablauf des Projekts . . . . .	2
2. Planung und Durchführung der Vermessung . . . . .	4
2.1. Meßausrüstung . . . . .	4
2.2. Fluglinien . . . . .	5
2.3. Durchführung der Messungen . . . . .	5
2.4. Personal . . . . .	7
3. Datenverarbeitung und Kartenherstellung . . . . .	10
3.1. Aufgabe der ADV . . . . .	10
3.2. Datenkontrolle . . . . .	11
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 ( $\Delta T$ ) . . . . .	14
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 . . . . .	18
4. Geologie des Meßgebietes . . . . .	19
5. Ergebnisse . . . . .	20
5.1. Widerstandskartierung; Anlagen 2 und 3 . . . . .	20
5.2. Isoanomalien der Totalintensität $\Delta T$ ; Anlage 4 . . . . .	20
5.3. Gammastrahlenspektrometrie . . . . .	21
5.3.1. Gesamtstrahlung (Total count); Anlage 5 . . . . .	21
5.3.2. Kalium ( $K^{40}$ ); Anlage 6 . . . . .	21
5.3.3. Uran ( $Bi^{214}$ ); Anlage 7 . . . . .	22
5.3.4. Thorium ( $Tl^{208}$ ); Anlage 8 . . . . .	22
5.3.5. U/Th - Verhältnis; Anlage 9 . . . . .	22
6. Empfehlungen . . . . .	22
7. Literatur . . . . .	23
8. Verzeichnis der Anlagen . . . . .	24
9. Anhang . . . . .	25
A. Einfluß der Hangneigung auf elektromagnetische Messungen aus der Luft . . . . .	25
B. Einfluß der Topographie auf die Anomalien der magnetischen Totalintensität ( $\Delta T$ ) . . . . .	35

## Zusammenfassung

Die Kontakte Feinkorngranite / Weinsberger Granittypen sind durch magnetische und z.T. durch elektromagnetische Anomalien gekennzeichnet. Die Ursache für die magnetischen Anomalien wird in lokalen, typischen Anreicherungen von Magnetit in den Grenzbereichen vermutet. In den Zonen mit stärkerer jüngerer Bedeckung sind Bereiche mit guten Leitfähigkeiten als für die Suche nach Kaolin von Interesse. Gammastrahlenspektrometrische Ergebnisse zeigen unterschiedliche Zählraten für die Feinkorngranite und die Weinsberger Typen im allgemeinen; deren Kontakte sind durch erhöhte Werte im Kalium- und Urkanal charakterisiert.

## 1. Projektziel und Ablauf des Projekts

Das Projektgebiet "Weinsberger Wald", seine Lage kann der Abb. 1a entnommen werden, wurde unmittelbar anschließend an das Meßgebiet "Weitra" aerogeophysikalisch vermessen, weil sich die auffälligen magnetischen Anomalien SW von Gmünd (siehe Abb. 1b) Richtung SSW in das Mühlviertel fortsetzten. Durch andere geowissenschaftliche Untersuchungsmethoden konnte nämlich gezeigt werden, daß die eben erwähnten Anomalien Hinweise auf mögliche Vererzungen (Greisenbildungen), die im Zusammenhang mit den südböhmischen Granitplutonen zu sehen sind, darstellen könnten.

Es wurde daher das Projektziel in der Form definiert, daß durch magnetische, radiometrische und elektromagnetische Messungen vom Hubschrauber aus geophysikalische Grundlagen zum Auffinden von Greisenbildungen im Projektgebiet zu erstellen seien.

Die Meßflüge im Raum Weinsberger Wald konnten programmgemäß im Sommer 1985 durchgeführt werden. Dabei wurde der Hubschrauberlandeplatz der Bundesheerkaserne in Weitra als Projektstützpunkt benutzt. Mit der Herstellung erster Ergebniskarten konnte im Frühjahr 1986 begonnen werden. Die Fertigstellung letzterer wurde im Herbst 1986 abgeschlossen.



Abb. 1a: Lage des Meßgebietes in Österreich



Abb. 1b: Ausschnitt aus der aeromagnetischen Karte des 1400m - Horizontes

## 2. Planung und Durchführung der Vermessung

### 2.1. Meßausrüstung

Die aerogeophysikalischen Messungen wurden mit einem Hubschrauber des Bundesheeres vom Typ Agusta-Bell 212 (mit Doppelturbine), Kennzeichen 5D-HU, durchgeführt.

Die Meßausrüstung hat folgende Komponenten:

- 1) Ein elektromagnetisches Mehrfachspulensystem vom Typ DIGHEM-II. Das System induziert elektrische Ströme im Untergrund, deren Magnetfeld (= sekundäres Feld) gemessen wird. Die beiden Sender (mit horizontaler bzw. vertikaler Spulenchse) arbeiten mit zwei unterschiedlichen Frequenzen, 900 Hz (T1R1) und 3600 Hz (T2R2). Das sekundäre Magnetfeld wird mit zwei Empfangsspulen aufgenommen, die die gleiche Lage wie die Sendespulen haben ("maximale Kopplung") und 7,98m von diesen entfernt sind. Sender und Empfänger sind in einer etwa 10m langen Flugsonde ("bird") untergebracht, die an einem 30m 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 4 Meßdaten pro Sekunde, es fallen also 16 Meßdaten pro Sekunde für das Elektromagnetiksystem an.
- 2) Ein Gammastrahlenspektrometer (Geometrics GR-800B) mit zwei Natrium-Jodid Kristallen mit einem Gesamtvolumen von 33,6 l. Dieses Gerät mißt die Intensität der Gammastrahlung in 256 Energiekanälen, wobei derzeit nur 5 Energiesummenbereiche, nämlich für die Gesamtstrahlung (0,4–3,0 MeV), für Uran-weit (1,041 – 1,207 MeV, 1,66 – 2,41 MeV), Kalium ( $K^{40}$ ; 1,36 – 1,56 MeV), Uran ( $Bi^{214}$ ; 1,67 – 1,87 MeV) und Thorium ( $Tl^{208}$ ; 2,42 – 2,83 MeV), digital auf Magnetband aufgezeichnet werden. Die Integrationszeit beträgt 1 Sekunde für alle Energiesummenbereiche.
- 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 20m unter dem Hubschrauber.
- 4) Zur Messung der Flughöhe über Grund dient ein Radarhöhenmesser Sperry AA-220.
- 5) Der Flugweg wird auf einer Breite von  $\pm 100$ m durch eine Flugwegkamera (Automax GS 2) auf 35mm-Film aufgezeichnet.
- 6) Ein Magnetbandgerät (Kennedy 9800) registriert Signale von 16 Kanälen in digitaler Form. Ein Sechs- und ein Zweikanal-Analogschreiber dienen v.a. als Monitor für die geophysikalischen Meßwerte. Zusätzlich können die digital registrierten Daten mit Hilfe eines Mikrorechners (Modell G-715) während der Aufzeichnung auf einem Bildschirm kontrolliert werden.
- 7) Eine Dopplernavigationsanlage (System LDNS der Firma 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 einem Magnetband aufgezeichnet werden.

8) Das ganze Meßsystem wird von einem Datenerfassungssystem vom Typ Geometrics G-714 gesteuert.

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

## 2.2. Fluglinien

Flugrichtung: Folgende Richtung wurde für die Fluglinien gewählt:

Meßprofile...  $125^{\circ} \rightarrow 305^{\circ}$

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

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

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

## 2.3. Durchführung der Messungen

*Navigationsunterlagen:* Als Navigationsunterlage diente die Österreichische Karte 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- ( $\text{Cs}^{137}$ ) als auch mit einer Thoriumquelle ( $\text{Th}^{232}$ ) 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:* Wegen der relativen topographischen Schwierigkeiten im Raum Weinsberger Wald stellte die Befliegung des Projektgebietes erhebliche Anforderungen sowohl an das Hubschrauberpersonal als auch an das eingesetzte Gerät. Während der Messungen auf den Profilen wurde eine Sollflughöhe des Hubschraubers von 80m angestrebt. Das entspricht folgenden Meßhöhen über Grund für die Sensoren der geophysikalischen Geräte:

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

Bei der Morphologie des Meßgebietes war es nur selten möglich, diese Sollflughöhe einzuhalten.

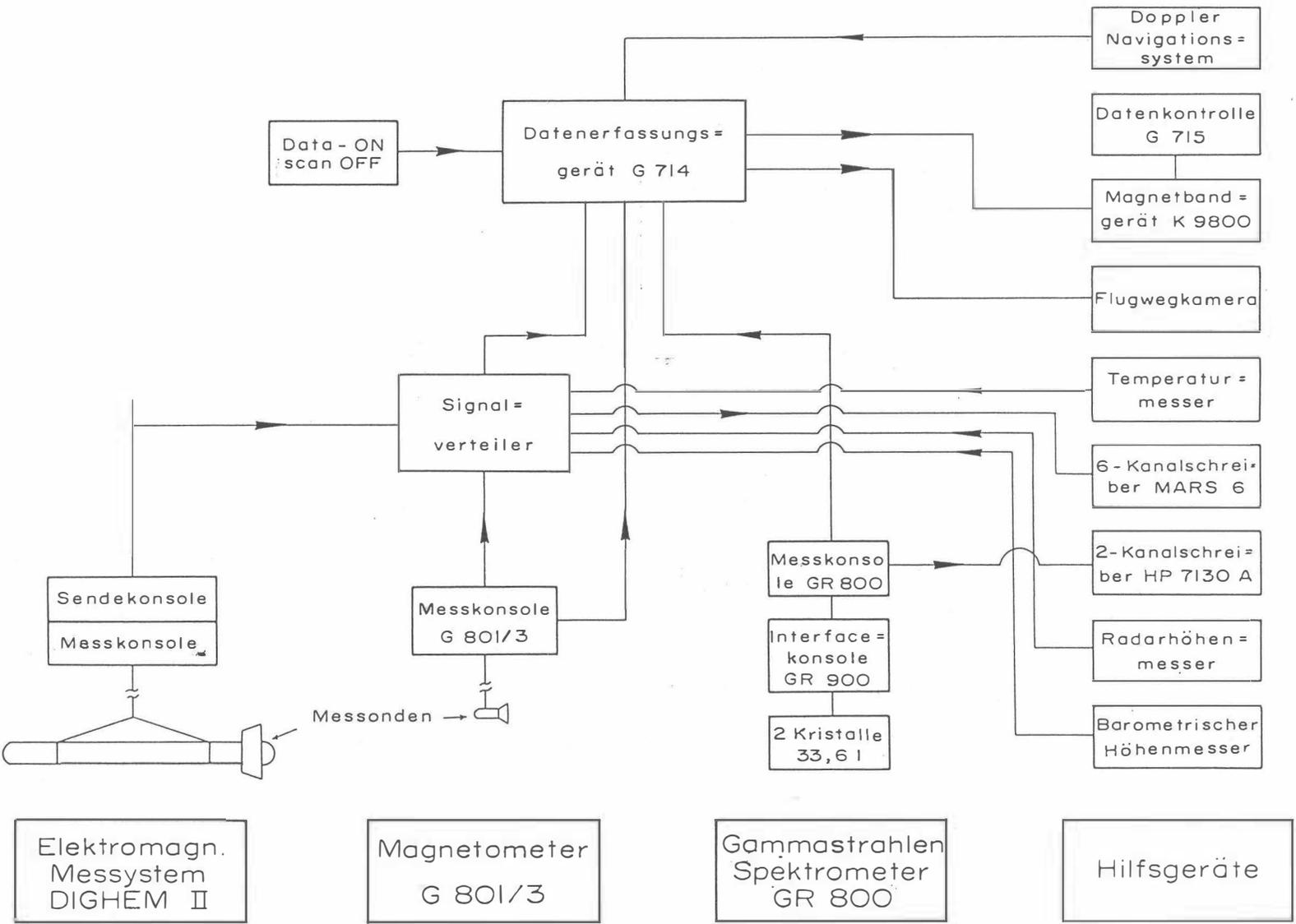


Abbildung 2

Die Fluggeschwindigkeit betrug über leicht welligem Gelände ca. 125 km/h, an steiler-

en Hängen entsprechend weniger. Die durchschnittliche Meßflugdauer lag bei etwa  $1\frac{1}{2}$  h (inkl. An- und Abflug zum und vom Meßgebiet).

In den Wenden zwischen den Meßprofilen ist es notwendig, die Flughöhen für jeweils ca. 1 min auf etwa 350m zu erhöhen. 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.

Insgesamt wurden 12 Meßflüge absolviert, wobei ein sogenannter "Steigflug", bei dem die Höhenabhängigkeit der Gammastrahlenenergie im Meßgebiet bestimmt wird, beinhaltet ist.

#### **2.4. Personal**

Bei der Durchführung der aerogeophysikalischen Arbeiten im Raum Weinsberger Wald waren folgende Personen beteiligt:

Geologische Bundesanstalt/Universität Wien:

Univ.Prof. Dr. Wolfgang Seiberl

Geologische Bundesanstalt:

Dr. Herbert Heinz

Österreichische Akademie der Wissenschaften:

Dr. Udo Strauß

Maria Loibnegger

Horst Eichberger

Norbert Blaumoser

Harald Huscava

Erwin Scharrer

Andreas Stern

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.

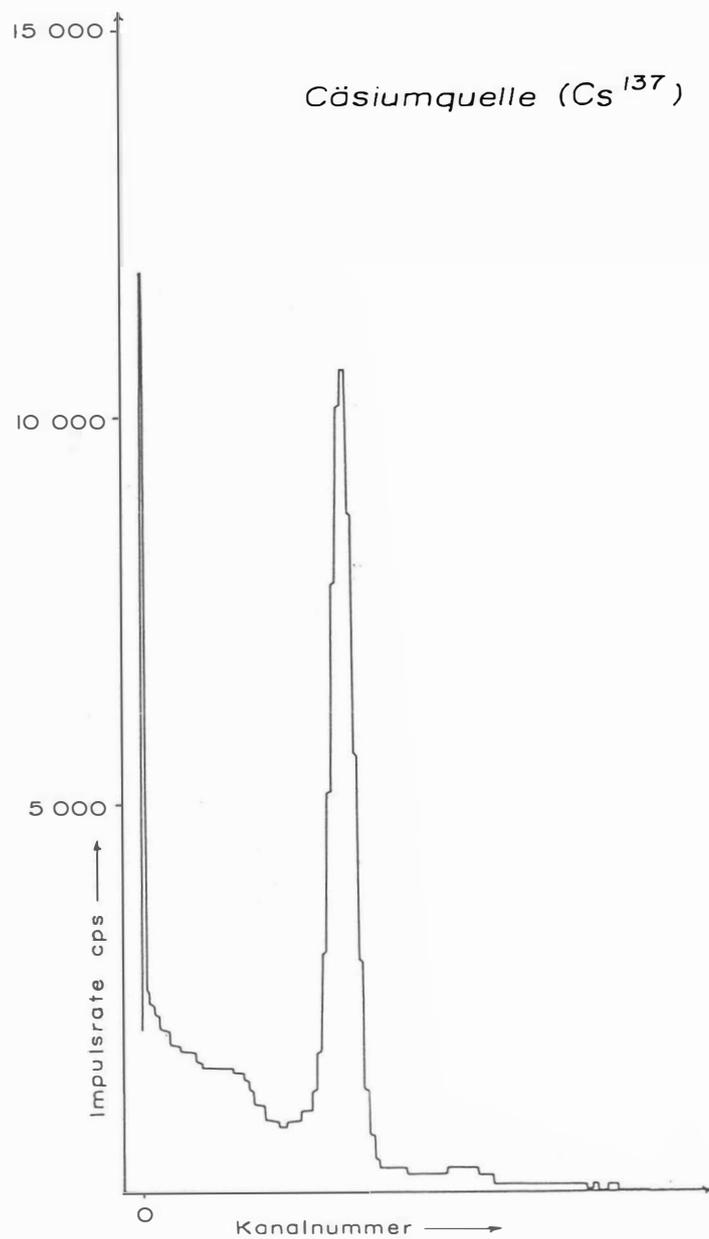


Abb. 3: GR - 800 Gammastrahlenspektrometer (Kristall I) Spektralregistrierung (10.6.1983) - Cäsiumquelle ( $Cs^{137}$ )

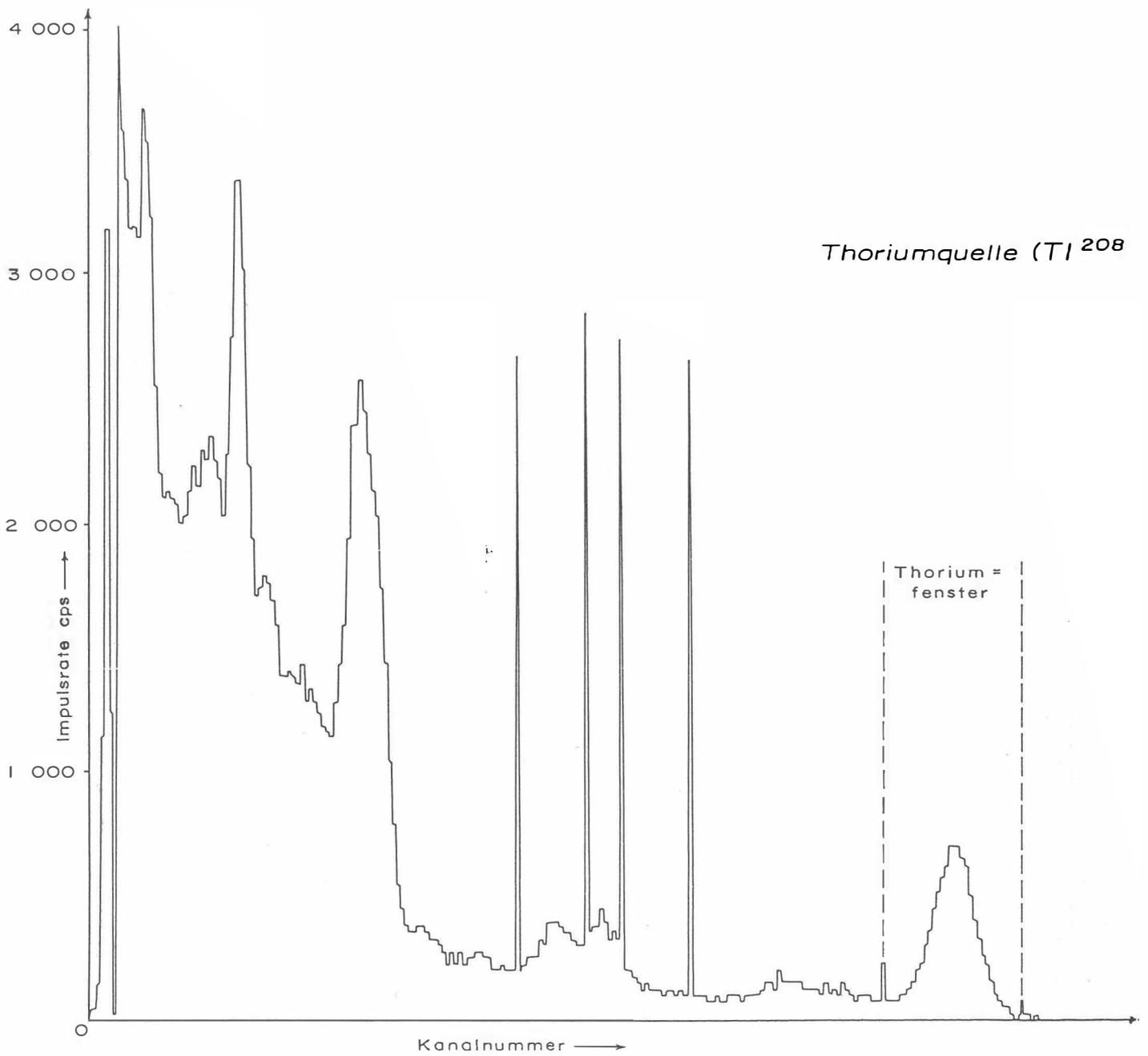


Abb.4: GR - 800 Gammastrahlenspektrometer (Kristall I) Spektralregistrierung (10.6.1983) — Thoriumquelle  $\text{Th}^{208}$ )

### 3. Datenverarbeitung und Kartenherstellung

#### 3.1. Aufgabe der ADV

Die Verarbeitung der Meßdaten des Untersuchungsgebietes Weinsberger Wald fand in Wien statt, wobei die Rechanlage des interuniversitären Rechenzentrums (Cyber 720) 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 vom Magnetband,
- 2) die georteten Paßpunkte der Flugwegrekonstruktion,
- 3) die Registrierdaten 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, den physikalischen Gehalt der in den Ergebniskarten dargestellten Parameter aufzuzeigen.

### 3.2. Datenkontrolle

Nach jedem Meßflug wurden vom verantwortlichen Flugmeßingenieur die Analogaufzeichnungen der Meßdaten gesichtet und gegebenenfalls die Beseitigung von Geräte- oder Bedienungsfehlern veranlaßt.

Die auf Magnetband aufgezeichneten digitalen Daten wurden in Wien auf der Rechenanlage des interuniversitären Rechenzentrums 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 Promille-Bereich der gesamten Daten bewegen, die aber trotzdem korrigiert werden müssen. Weiters werden am Beginn der Auswertung die Meßdaten auf Plausibilität und sogenannte statistische Ausreisser ("spike") überprüft. Das alles wird von Computerprogrammen vollautomatisch durchgeführt.

Die Flugwegfilme wurden in Wien entwickelt, überprüft und für eine weitere Verwendung archiviert.

### 3.3. Flugwegdaten

Die Flugwege (Anlage 1) sämtlicher Profile wurden mit Hilfe der auf Magnetband aufgezeichneten Flugwegkoordinaten sowie mehrerer Paßpunkte, die an Hand der Flugwegfilme bestimmt wurden, rekonstruiert. Bei der kartenmäßigen Flugwegdarstellung erfolgte eine Transformation der ursprünglichen UTM-Koordinaten in das lokale österreichische Gauß - Krüger - System (M31).

### 3.4. Elektromagnetische Widerstandskartierung

#### 3.4.1. Auswertung der EM—Daten

Mit dem DIGHEM-II-System werden

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

des Magnetfeldes der im Untergrund induzierten Ströme für beide Sendefrequenzen gemessen. Jeweils nach 8 – 12 m Wegstrecke (d.h. alle 0,25 sec) werden die Daten abgefragt und auf Magnetband registriert. Einen größeren Aufwand erforderte die Behandlung der Elektromagnetik-Meßdaten. Diese waren im Meßgebiet — zum Teil durch die Besiedlung bedingt — durch Stromleitungen und durch künstliche Leiter gestört. Die EM-Daten einiger Meßflüge enthalten zudem 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 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 (z.B. über Gesteinen mit hohem spezifischen Widerstand) 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 vor und nach einem Profil nicht immer ausreichend. Besonders bei längeren Meßprofilen war es nötig, zusätzliche Stützstellen auf dem Profil einzuführen. Hierbei wurde ausgenutzt, daß tiefere Täler oft nur in größeren Flughöhen überflogen werden konnten, wobei die Amplitude des Sekundärfeldes nahe Null war.

In der Folge wurden die so gewonnenen  $\rho_a$ -Werte mit Hilfe eines Trommelplotters in Form von Profilplänen im Maßstab 1:25.000 geplottet. Anschließend wurden durch eine händische Konturierung Isolinienpläne des scheinbaren Widerstandes ( $\rho_a$ ) hergestellt, wobei Zonen geringer  $\rho_a$ -Werte schraffiert wiedergegeben wurden (Anlage 2 und 3). Die Isolinien für  $\rho_a$  wurden für das koaxiale Spulensystem (900 Hz) im Abstand von 100, 250, und 500  $\Omega m$  gezogen, während für die koplanare Meßanordnung (3600 Hz) ein einheitliches Isolinienintervall von 250  $\Omega m$  (z.B.: 250, 500,..... 2000  $\Omega m$ ) gewählt wurde.

Für hohe spezifische Widerstände der Gesteine bzw. auch bei großen Flughöhen liegen die gemessenen Amplituden von  $R$  und  $Q$  in der Größenordnung der Driftfehler. Es wurden

daher nur jene  $\rho_a$ -Werte geplottet, für die  $\rho_a \leq 500\Omega m$  (900 Hz) bzw.  $\leq 2000\Omega m$  (3600 Hz) gilt. Dabei wurden aber nur solche Amplituden von  $R$  und  $Q$  berücksichtigt, für die die Schwellwerte  $\geq 5$  ppm waren.

Auf die Herstellung von Tiefenlinienplänen der scheinbaren Tiefe  $d_a$  wurde in diesem Bericht verzichtet. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß auch "negative Tiefen" auftreten. Letztere kommen dort vor, wo eine besser leitende Deckschicht einen schlechten Leiter überlagert (siehe Abschnitt 3.4.2.). Streng genommen dürfte in diesem Fall das Modell des homogenen Halbraumes bei der Auswertung nicht benutzt werden.

Wie im Anhang A quantitativ abgeleitet wird, sind bei den 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 den 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 MUNDY, 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 viele graphitische und tonige Schichten 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 Zweischichtenfall, 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 100–150m zu erreichen.

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

In der Anlage 4 wird der Isolinenplan der magnetischen Totalintensität ( $\Delta T$ ) gebracht. 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 in Österreich das Observatorium Wien-Kobenzl verwendet wird. Der Verlauf des Hauptfeldes  $T_{int}$  kann für kleine Meßgebiete, wie z.B. Österreich, gut durch eine Ebene angenähert werden, sodaß nur die beiden Gradienten des IGRF (zur Epoche 1977,7)

$$\frac{\partial T}{\partial \varphi} = 2.67 \text{ nT/km Richtung N,}$$

sowie

$$\frac{\partial T}{\partial \lambda} = 0.75 \text{ nT/km Richtung O}$$

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  $T(x, y, z)$  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, wie in Kap. 3.4.1. näher erläutert. Wegen der starken Dynamik des anomalen Magnetfeldes sind die Isolinien mit verschiedenen Strichstärken dargestellt, nämlich:

- dünne Linien im Abstand von 5nT
- mittelstarke Linien im Abstand von 10nT
- starke Linien im Abstand von 100nT
- Nulllinien strichliert.

Bei der Bearbeitung von magnetischen Anomalien, die in topographisch schwierigem Gelände gemessen wurden, 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  $K^{40}$ .

Aus dem gesamten Energiespektrum der Gammastrahlung werden die für diese Elemente charakteristischen Energieintervalle (Fenster) verwendet — die Bereiche der Photopeaks von  $K^{40}$  (bei 1,46 MeV), des U-Tochterprodukts  $Bi^{214}$  (1,76 MeV) und des Th-Tochterprodukts  $Tl^{208}$  (2,62 MeV):

Kalium - Kanal: 1,36–1,56 MeV

Uran - Kanal: 1,67–1,87 MeV

Thorium - Kanal: 2,42–2,83 MeV

Außerdem wird die gesamte Energie der Gammastrahlung von 0,4–3,0 MeV gemessen.

#### 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.

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 über Wasserflächen gewonnen.

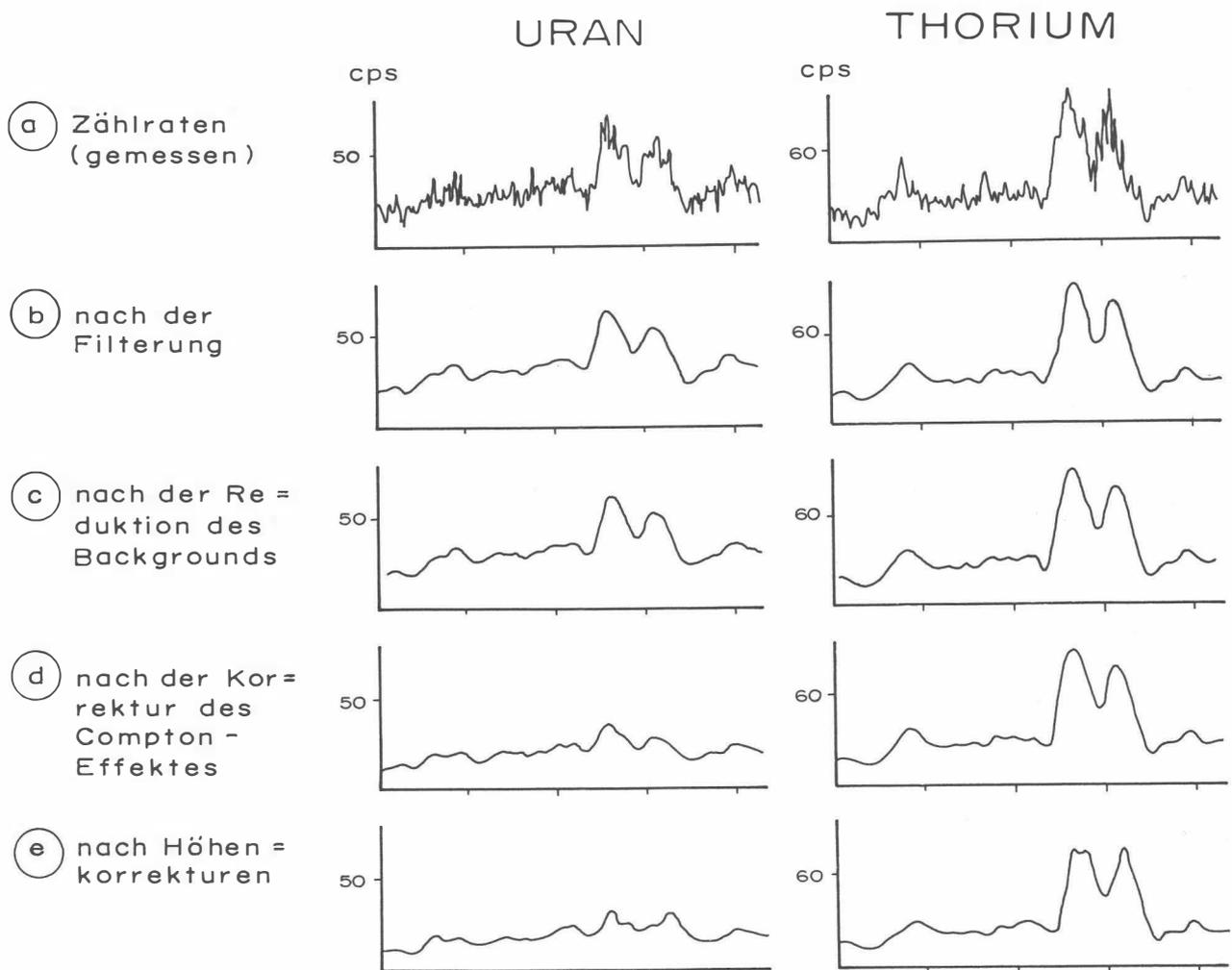


Abb.5a – e: Darstellung der Korrekturschritte in der Gammastrahlenspektroskopie.

- 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-Streukoeffizienten:

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

$S_{ThU}$  (U in den Th-Kanal): 0,065

$S_{KTh}$  (Th in den K-Kanal): 0,17

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

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

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

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 Radon<sup>222</sup> verfälscht. Es werden daher standardmäßig Steigflüge im Meßgebiet durchgeführt, um die in diesem charakteristische Höhenänderung der Gammastrahlung 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 30m bis 300m über Grund folgende Mittelwerte:

$$\begin{aligned}\mu(\text{Total}) &= 0,001662 \\ \mu(\text{Kalium}) &= 0,002240 \\ \mu(\text{Uran}) &= 0,001360 \\ \mu(\text{Thorium}) &= 0,001506.\end{aligned}$$

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

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

auf die Normalhöhe  $h = 240ft$  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. Da bis heute aber keine geeigneten Eichrichtungen (Testflächen) für Gammastrahlenspektrometer in Österreich vorhanden sind, können im Rahmen dieser Untersuchungen des Raumes Weinsberger Wasld keine Berechnungen der Radioelementkonzentrationen durchgeführt 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, werden an den Kreuzungspunkten der Meß- und Kontrollprofile die zugehörigen Zählraten ermittelt. Über ein zweidimensionales Fehlerausgleichsprogramm werden die an den Kreuzungspunkten bestimmten Zählraten über dem gesamten Meßbereich ausgeglichen. Trotzdem war es nicht immer möglich, alle klimatischen Einflüsse zu beseitigen.

Wie aus ausländischen Untersuchungen (z.B. WEBSTER, 1984; FORD & O'REILLY, 1985) bekannt ist, zeigen Granite, die für Gneisenbildungen in Frage kommen, häufig höhere Urankonzentrationen bzw. verminderte Thoriumführungen. Um nun solche Granitkomplexe besser erkennen zu können, wurde für die Untersuchungen im Projektgebiet Weinsberger Wald das U/Th - Verhältnis flächenmäßig dargestellt. Dabei wurde nicht die U-Strahlung ( $\text{Bi}^{214}$ ) mit Energien zwischen 1,67 und 1,87 MeV benutzt, sondern jene Energieanteile der  $\text{U}^{235}$ -Zerfallreihe zwischen 1,04 und 1,22 bzw. zwischen 1,67 und 2,42 MeV. Dies deshalb, weil in diesen beiden Energiebereichen weitere Energiemaxima des Zerfallproduktes Wismut ( $\text{Bi}^{214}$ ) auftreten.

Ähnlich wie bei der Darstellung der elektromagnetischen Daten (siehe Abschnitt 3.4.1.,  $\rho_a$ ) wurden in der Folge die reduzierten Energiewerte der Gammastrahlung entlang der Flugprofile geplottet und händisch konturiert. Dabei wurden folgende Isolinienintervalle gewählt:

Gesamtstrahlung (Anlage 5)	... 0.25 kcps (kcps = kilocounts/s)
Kalium (Anlage 6)	... 50 cps (cps = counts/s)
Uran (Anlage 7)	... 10 cps
Thorium (Anlage 8)	... 20 cps
U/Th-Verhältnis (Anlage 9)	... 0.25 .

Eine zusätzliche Problematik von Gammastrahlenmessungen in topographisch schwierigem Gelände stellt die Abweichung von einer horizontalen Meßebe (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).

#### 4. Geologie des Meßgebietes

Das Gebiet "Weinsberger Wald" bildet die unmittelbare südliche Fortsetzung des Meßgebietes "Weitra" (SEIBERL & HEINZ 1986). Absolut vorherrschend sind zwei Hauptgesteinskomplexe, nämlich die Masse des Weinsberger Granites und Feinkorngranite (Haupttyp: Mauthausener Granit). Der wohlbekannt Weinsberger Granittyp ist vor allem durch seine Grobkörnigkeit charakterisiert, wobei die Kalifeldspäte die größten Dimensionen erreichen. Weitere Gemengteile sind Quarz, Biotit, Apatit, Zirkon und Magnetit. Als sekundäre Bildungen sind Chlorite, Hellglimmer, Klinozoisit, Orthit, Titanit, Magnetkies, Rutil und etwas Karbonat zu nennen (FUCHS & SCHWAIGHOFER, 1978).

Die Gesteine, die als Mauthausener Granit zusammengefaßt werden, sind im allgemeinen wesentlich feinkörniger als der ältere Weinsberger Komplex. Sie sind fast immer massig, reich an Plagioklas, Kalifeldspat, Quarz und Biotit. Hellglimmer findet sich nur untergeordnet. Als Nebengemengteile treten Titanit, Minerale der Epidotreihe, Rutil, Apatit, Zirkon und Erzphasen auf. Hellglimmer und Chlorit sind als sekundäre Bildungen vertreten. In jenen Gebiet, die dem Weinsberger Granitkomplex unmittelbar benachbart sind, sind diese Feinkorngranitvarietäten oft gröberkörnig und führen porphyrische Alkalifeldspäte. In den Mauthausener Granitkörpern sind häufig Nebengesteinsschollen eingeschlossen (vor allem gröbere vom Typ Weinsberger). Vor allem an den Kontakten sind die Plutone oft intensiv mit Gängen, Pegmatiten und Apliten durchtränkt.

Als junge Bedeckungen sind Moore, Talauen und vor allem die bekannten tiefgründigen Verwitterungszonen des Wald- und Mühlviertels zu nennen.

Über die rohstoffbezogene Relevanz der variszischen Plutone der südlichen und südöstlichen Böhmisches Masse und ihre Typisierung soll hier auf die Ausführungen in SEIBERL & HEINZ (1986) verwiesen werden, wo diese Problematik eingehender behandelt wird.

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Widerstandskartierung; Anlagen 2 und 3

Die Anlagen 2 und 3 zeigen die Isolinienpläne des scheinbaren Widerstandes für das koplanare Spulensystem (3600 Hz), bzw. das koaxiale Spulensystem (900 Hz), vgl. Kapitel 3.

Die Zonen niedriger Widerstände W1 und W2 (unter  $100 \Omega m$  in Anlage 3) westlich von Liebenau liegen über Moorgebieten (südlich von Schöneben) bzw. einem Areal mit mächtiger jüngerer Bedeckung (FUCHS & SCHWAIGHOFER, 1977) s. auch Kap. 6. Das Minimum bei W3 – korrespondierend mit einer magnetischen Anomalie – liegt im peripheren Bereich der Kontaktzone Mauthausener Granit (Feinkorntyp)/ Weinsberger Komplex; dieses Phänomen ist im Bereich dieser variszischen Plutonkörper häufig zu beobachten (vgl. SEIBERL & HEINZ, 1986). Die gute Leitfähigkeit, gepaart mit magnetischen Anomalien ist in vielen Fällen auf Erz- (Buntmetall) - Vorkommen, gekoppelt mit lokalen Magnetitanreicherungen zurückzuführen (vgl. folgender Abschnitt).

### 5.2. Isoanomalien der Totalintensität $\Delta T$ ; Anlage 4

Das charakteristische Element der Isoanomalienkarte in Anlage 4 ist eine nordnordost – südsüdwest streichende Kette von Anomalien, die nördlich von Weitersfelden in eine nordost – südwest – Richtung umschwenkt. Sie markiert den Kontakt Weinsberger Komplex/Feinkorngranite (Mauthausener Typ). Dieses Beispiel zeigt sehr eindrucksvoll, daß die magnetischen Anomalien in diesen Gebieten fast ausschließlich an Kontakte gebunden sind, da kein markanter Magnetisierungskontrast zwischen beiden Granittypen besteht. Man beachte in diesem Zusammenhang das ruhige magnetische Muster sowohl im "Weinsberger-" als auch im "Mauthausener" Bereich. Die erwähnten lokalen, an Kontakte gebundenen Magnetitanreicherungen entstehen möglicherweise in einem eng begrenzten Temperatur-/ chemical environment - Bereich, der eben in gewissen Abschnitten (Entstehungstiefen) der Kontakte verwirklicht sein dürfte (CRISS & CHAMPION, 1984). Untergeordnet mag auch die Gegenwart von Lamprophyren der Ursprung einiger Anomalien sein (z.B. die ziemlich ausgedehnten Lamprophyrgangschwärme südwestlich von Liebenau).

Daneben wurden noch kleinere Anomalien von Interesse geortet. M1, M2, M3 und M4 westlich von Liebenau folgen auch noch der Grenze Weinsberger Typ / Mauthausener Typ; charakteristisch für diesen Teil des Meßgebietes ist die intensive Durchtränkung des marginalen Abschnittes des Weinsberger Komplexes. M2 und M4 treffen mit Widerstandsminima zusammen (vgl. Abschnitt 5.1.). Für M 5 und M 6 gilt im Prinzip Gleiches; die Entfernung vom Kontakt ist zwar lateral etwas größer. Die Kontaktzone liegt aber allem Anschein nach recht seicht (vgl. FUCHS & THIELE, 1982).

### 5.3. Gammastrahlenspektrometrie

#### 5.3.1. Gesamtstrahlung (Total count); Anlage 5

Maxima: über 3250 cps  
Minima: um 1000 cps.

Südlich von Liebenau (bis etwa zum südlichsten Punkt des Untersuchungsgebietes) lassen sich einige verhältnismäßig engbegrenzte Bereiche erhöhter Zählraten verfolgen, die über Auflockerungs- bzw. Verwitterungszonen innerhalb des Weinsberger Komplexes zu liegen kommen. Dabei spielen höchstwahrscheinlich lokale Akkumulationen (Zusammenschwemmungen) eine tragende Rolle. Im allgemeine ist jedoch – abgesehen von lokalen absoluten Minima – für das Verbreitungsgebiet der Granitoide vom Typ "Weinsberger" ein relativ hoher Durchschnittswert gemessen worden; trotzdem liegen die Zählraten deutlich unter jenen z.B. des Eisgarner Granites weiter im Norden (vgl. SEIBERL & HEINZ, 1986).

Die Feinkorngranittypen verhalten sich in ihrer Hauptmasse gleich wie im Meßgebiet "Weitra", und zeigen daher deutlich niedrigere Zählraten (nördlicher Randstreifen des Meßgebietes "Weinsberger Wald").

Die Kontaktzonen der Plutonkörper sind bezüglich der Gesamtstrahlung nicht so deutlich charakterisiert wie es im nördlich anschließenden Meßgebiet der Fall war. Eine Ausnahme bildet das Areal nordöstlich und östlich von Weitersfelden.

#### 5.3.2 Kalium ( $K^{40}$ ); Anlage 6

Maxima: über 300 cps  
Minima: unter 50 cps.

Es herrschen ähnliche Verhältnisse wie im Meßgebiet "Weitra" (SEIBERL & HEINZ, 1986): Im Schnitt sind die Zählraten höher als in den Gföhler Gneis-, Granulit- und Paraserien der südöstlichen Böhmisches Masse. Eine im Durchschnitt höhere Strahlung herrscht (im Vergleich zu den Feinkornntypen, die deutlich Werte um nur das Doppelte des Backgrounds zeigen) im Weinsberger Granitareal.

### 5.3.3. Uran ( $\text{Bi}^{214}$ ); Anlage 7

Maxima: über 60 cps;  
Minima: unter 20 cps.

Die höchsten Zählraten von über 60 cps liegen im Weinsberger Komplex, der aber – analog zu den Verhältnissen im Kaliumkanal – wohl im Schnitt etwas erhöhte Zählraten aufzuweisen hat, aber ein eigentlich recht undifferenziertes Bild zeigt. Der Grund für diese Uneinheitlichkeit ist wohl in den schon oft erwähnten lokalen Akkumulationen von lockerem Verwitterungsschutt und dessen Produkten zu suchen. Zahlreiche, nicht besonders ausgeprägte Anomalien liegen an den Kontaktzonen (40 – 50 cps). Die ausgeprägtesten davon sind nördlich von Weitersfelden zu finden, wo innerhalb der Feinkorngranite kontaktnah zahlreiche Dioritschollen zu finden sind. Es ist dies eine der in Kapitel 4 beschriebenen, durch porphyrische Kalifeldspate gekennzeichnete Varietät der Feinkorngranite.

### 5.3.4. Thorium ( $\text{Tl}^{208}$ ); Anlage 8

Maxima: über 140 cps;  
Minima: unter 40 cps.

Verhältnismäßig niedrige Werte sind wiederum für die Feinkorngranite typisch, während die im Durchschnitt höheren Zählraten für die Weinsberger Komplexe charakteristisch sind. Die im Abschnitt 5.1. besprochenen Gebiete mit mächtigerer junger Bedeckung wirken hier als solche mit deutlich höherer Strahlung (100 – 140 cps). Keine signifikanten Hinweise liefert die Isolinienkarte für die Thoriumstrahlung bezüglich der Kontaktzonen.

### 5.3.5. U/Th - Verhältnis; Anlage 9

Im gesamten Meßgebiet sind die U/Th - Verhältnisse kleiner als 1. Üblicherweise sind jedoch nur größere Quotienten als signifikant (für Greisenzonen mit Mineralisierungen beispielsweise) zu qualifizieren (SEIBERL & HEINZ, 1986).

## 6. Empfehlungen

Anschlußuntersuchungen werden

- für die Gebiete entlang der Kontaktzonen Feinkorngranite/Weinsberger Komplex (Geochemie, detailgeologische Untersuchungen, lagerstättenkundliche Detailuntersuchungen – speziell auf Greisenvererzungen) sowie
- für die Bereiche mit junger, mächtiger Bedeckung westlich von Liebenau (Kaolin?)

empfohlen.

## 7. Literatur

CRISS, R.E. & CHAMPION, D.E., 1984: Magnetic properties of granitic rocks from the southern half of the Idaho batholite: influences of hydrothermal alteration and implications for aeromagnetic interpretation. – Journ. Geoph. Res., 89, No. B8; Richmond 1984

FORD, K.L. & O'REILLY, G.A.: Airborne gamma - ray spectrometric surveys as an indicator of granophile element specialization and associated mineral deposits in the granitic rocks of the Meguma Zone of Nova Scotia, Canada. In: High Heat Production (HHP) granites, hydrothermal circulation and ore genesis. pp.113 - 133, IMM, London, 1985.

FRASER, D.C.: Resistivity mapping with an airborne multicoil electromagnetic system. Geoph., **43**, Tulsa 1978

FUCHS, G. & SCHWAIGHOFER, B.: Geologische Karte der Republik Österreich, 1:50.000, Blatt 17 Großpertholz. – Geol.B.A., Wien 1977

FUCHS, G. & SCHWAIGHOFER, B.: Erläuterungen zu Blatt 17 Großpertholz. Mit einem Beitrag von I.DRAXLER. – Geol.B.-A., Wien 1978

FUCHS, W. & THIELE, O.: Geologische Karte der Republik Österreich, 1:50.000, Blatt 34 Perg. – Geol.B.A., Wien 1982

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. & HEINZ, H.: Aerogeophysikalische Vermessung im Raum Weitra. – Ber. Projekt NC-6q/84, ÖAW & GBA, Wien 1986

SENGPIEL, K.P.: Hubschrauber-geophysik in der westlichen Grauwackenzone Österreichs. Ber.BGR und GBA, Hannover-Wien 1985

SEREN, S.: Geophysikalische Untersuchung des Kraubather Serpentin. Unveröff. Diss., Phil.Fak.Univ.Wien, Wien 1980

WEBSTER, S.S.: Comments on the Use of Gamma - Ray Spectrometry for Tin Prospecting. Explor. Geoph., Vol.15, 1984.

## 8. 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 Totalintensität  $\Delta T$
5. Gammastrahlenspektrometrie: Gesamtstrahlung
6. Gammastrahlenspektrometrie: Kalium ( $K^{40}$ )
7. Gammastrahlenspektrometrie: Uran ( $Bi^{214}$ )
8. Gammastrahlenspektrometrie: Thorium ( $Pb^{208}$ )
9. Gammastrahlenspektrometrie: U/Th - Verhältnis

## 9. Anhang

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

(nach Dr. K.-P. Sengpiel, Bundesamt 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 MUNDY (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 MUNDY (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

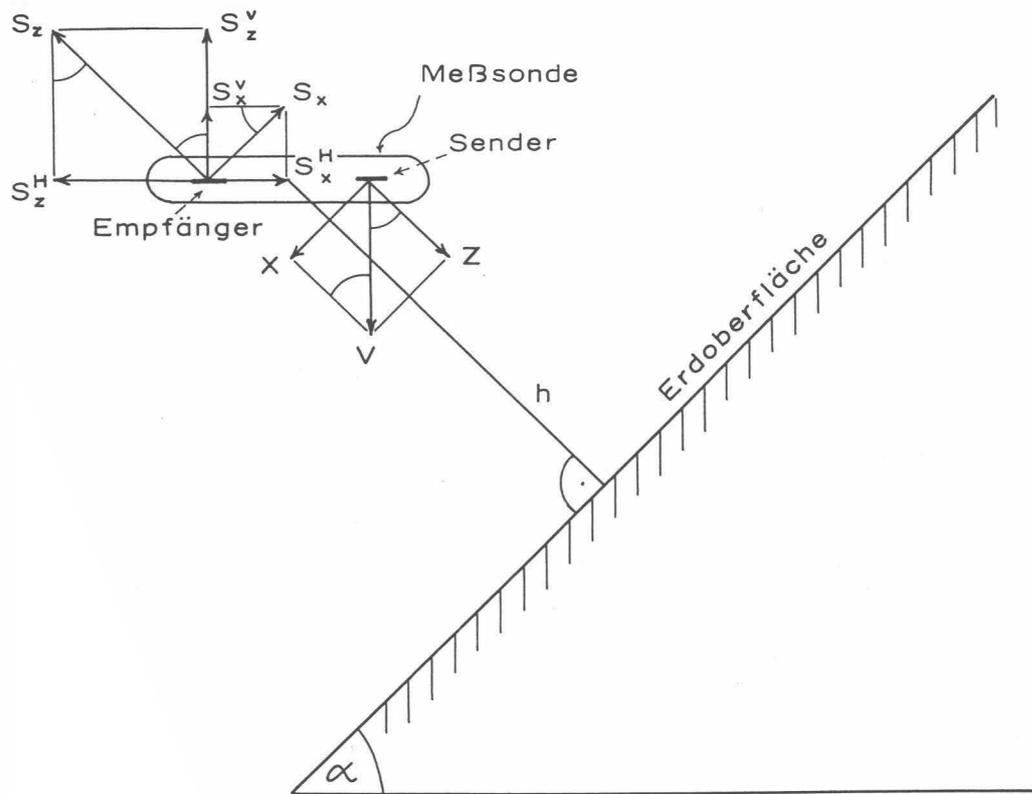


Abb.A1: Zerlegung des primären Dipolfeldes ( $V$ ) und des sekundären Magnetfeldes ( $S$ ) in Komponenten;  $h$  = Abstand der Flugsonde von der Erdoberfläche.

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

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

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  $\epsilon = \frac{Q}{R}$

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

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

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

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

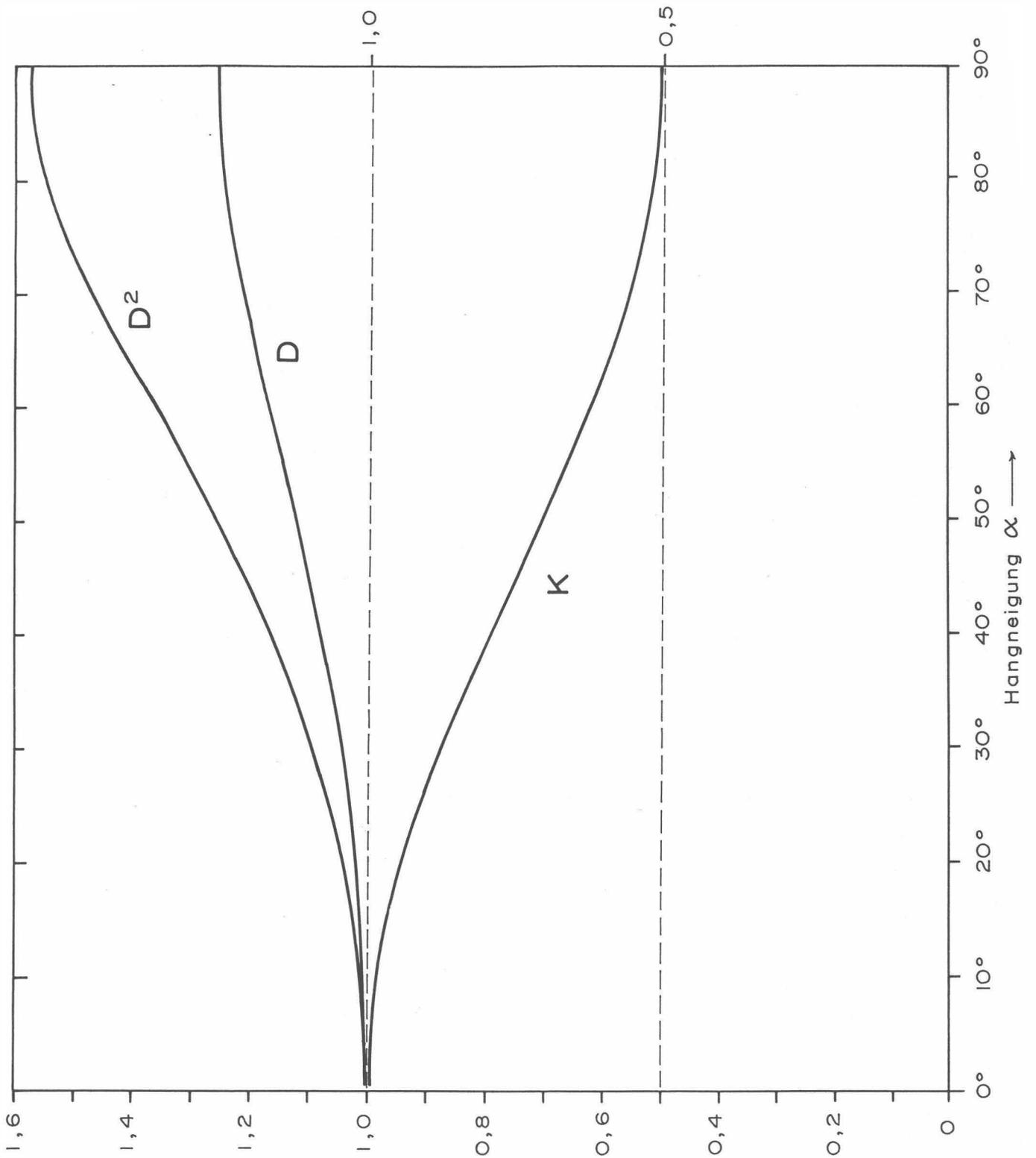


Abb. A2: Verfälschungsfaktoren  $K$ ,  $D$  und  $D^2$  in Abhängigkeit vom Neigungswinkel  $\alpha$  der Erdoberfläche für ein koplanares EM-System mit vertikalem Sendedipol;  $q$  = Quotient Horizontal- zu Vertikalkomponente des sekundären Magnetfeldes.

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  $d' = D.d$  eingesetzt, so ergibt sich eine verfälschte Eindringtiefe  $p'$

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

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  $|S_{(H)}|$  gegenüber der Normalamplitude bei  $\alpha = 0^\circ$  verdoppelt.

### 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 *Mundry (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

$$D_X = \sqrt[3]{\frac{1}{K_X}}. \quad (21b)$$

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.

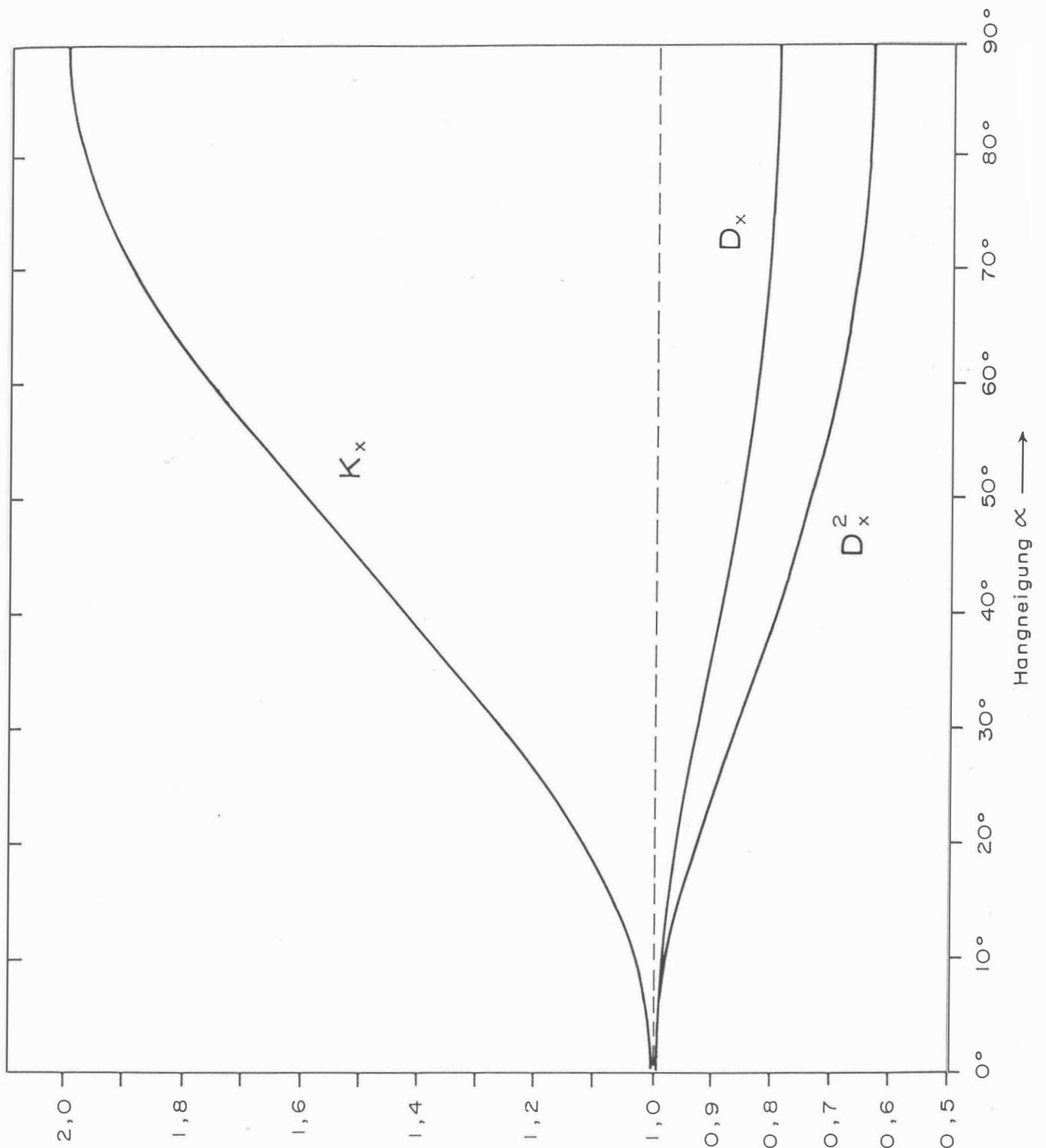


Abb. A3: Verfälschungsfaktoren  $K_X$ ,  $D_X$  und  $D_X^2$  als Funktion von  $\alpha$  für ein koaxiales EM-System mit horizontalem Sendedipol.

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.

## 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.

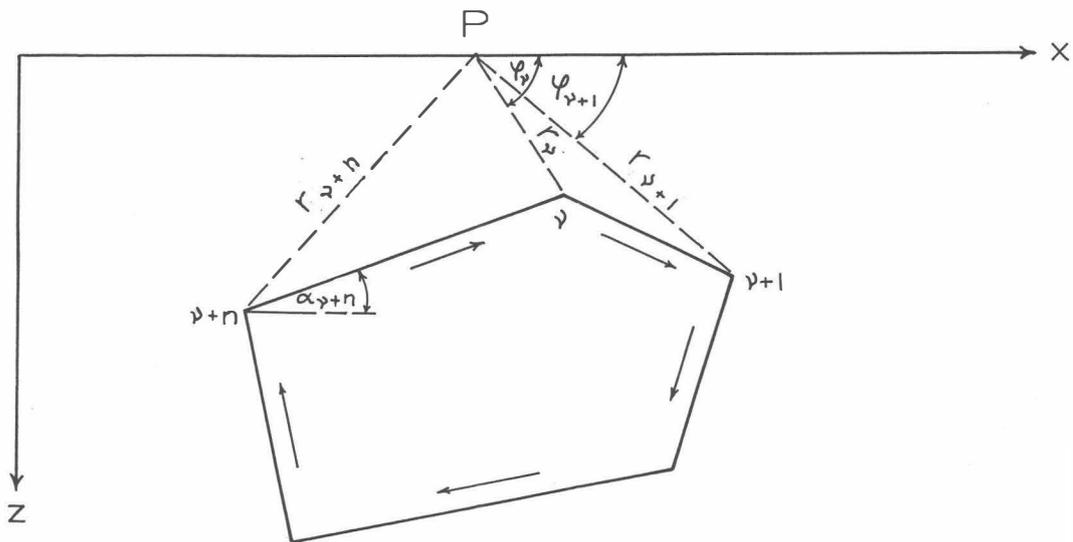


Abb. B1 Die Berechnung von magnetischen Störkörperanomalien mit Hilfe eines Polygonzuges.

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

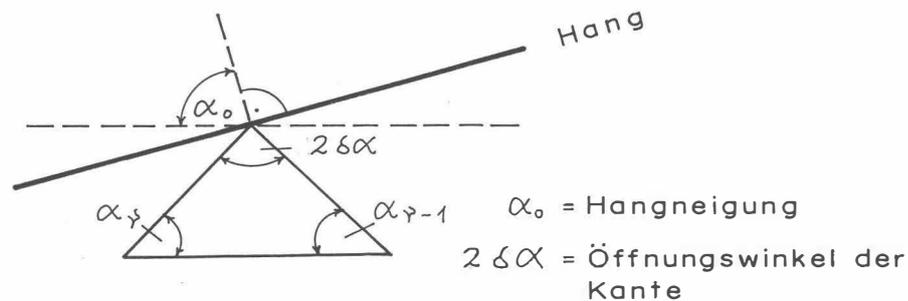


Abb. B2 Modellannahme zur Berechnung von magnetischen Anomalien eines Bergkammes.

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 zunehmenden 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.

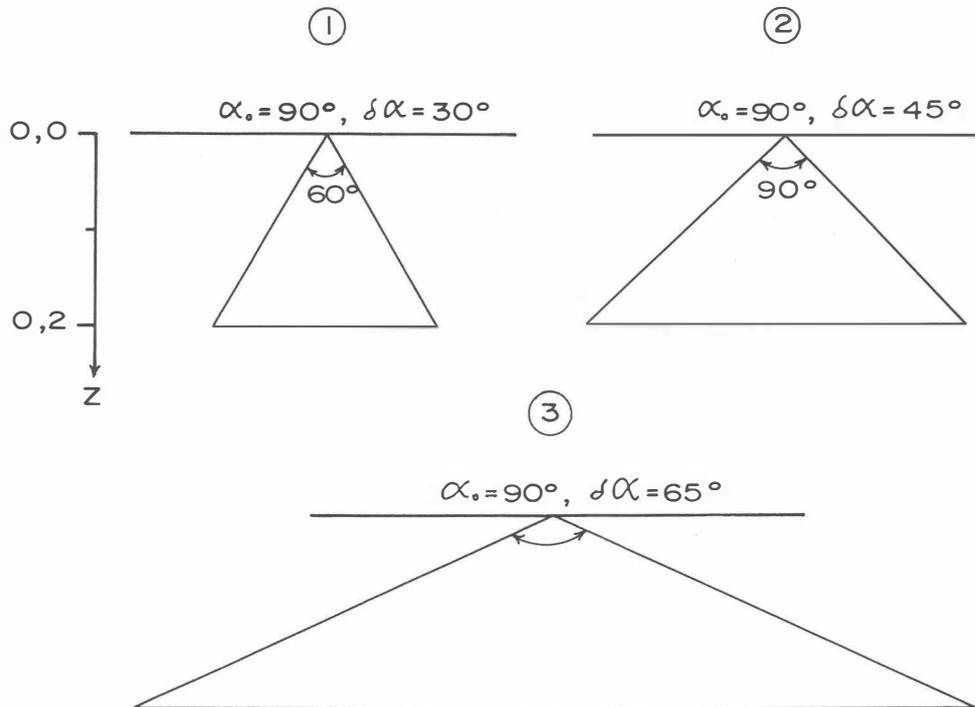
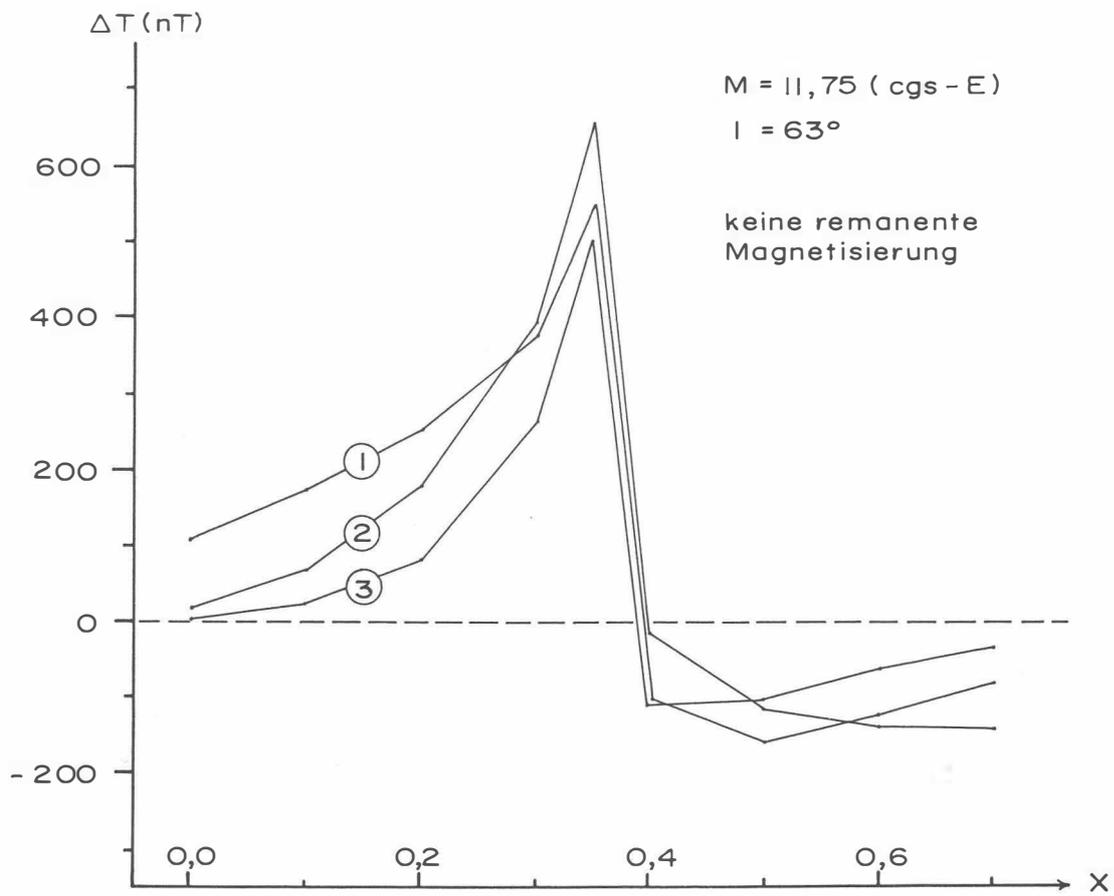


Abb.B3: Der Einfluß des komplementären Öffnungswinkels ( $2\delta\alpha$ ) und einer Kante auf die  $\Delta T$ -Anomalie,  $\alpha_0 = 90^\circ$ .

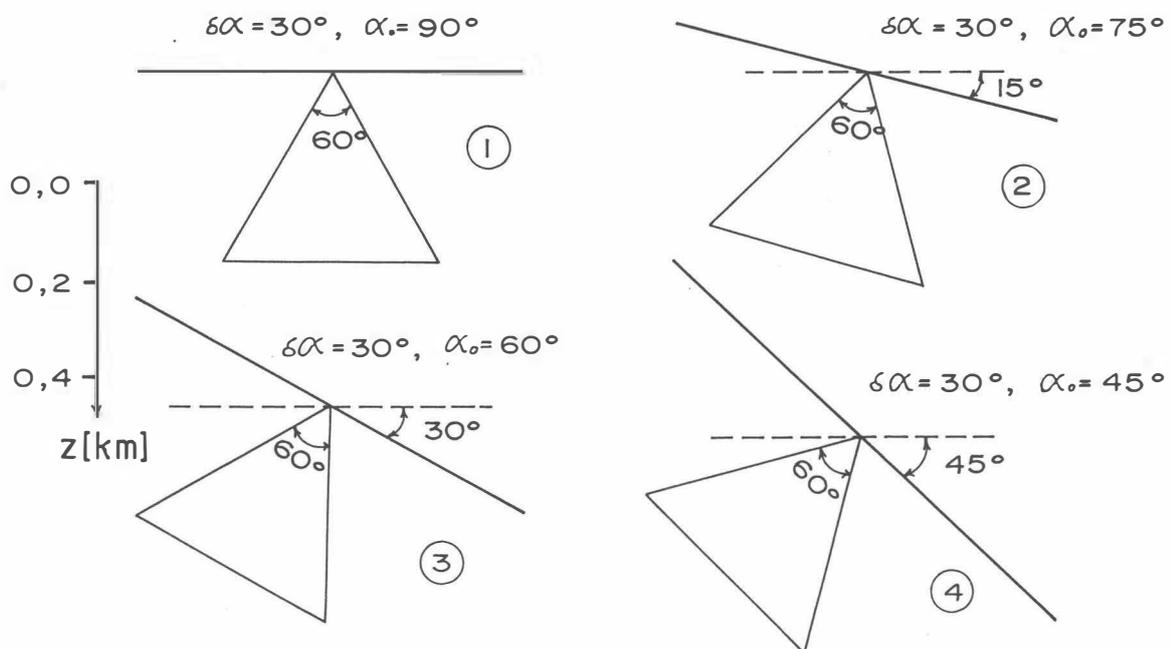
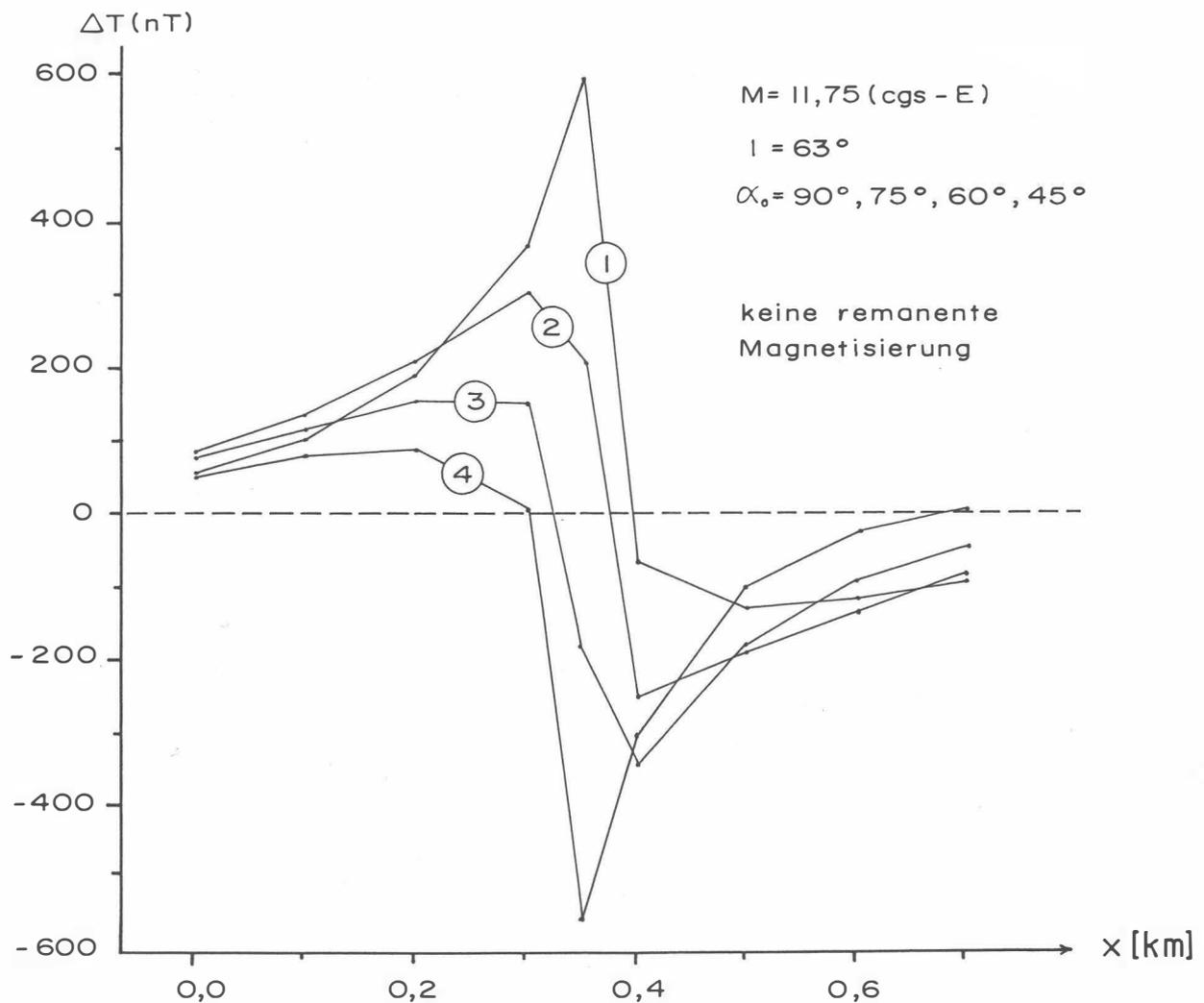
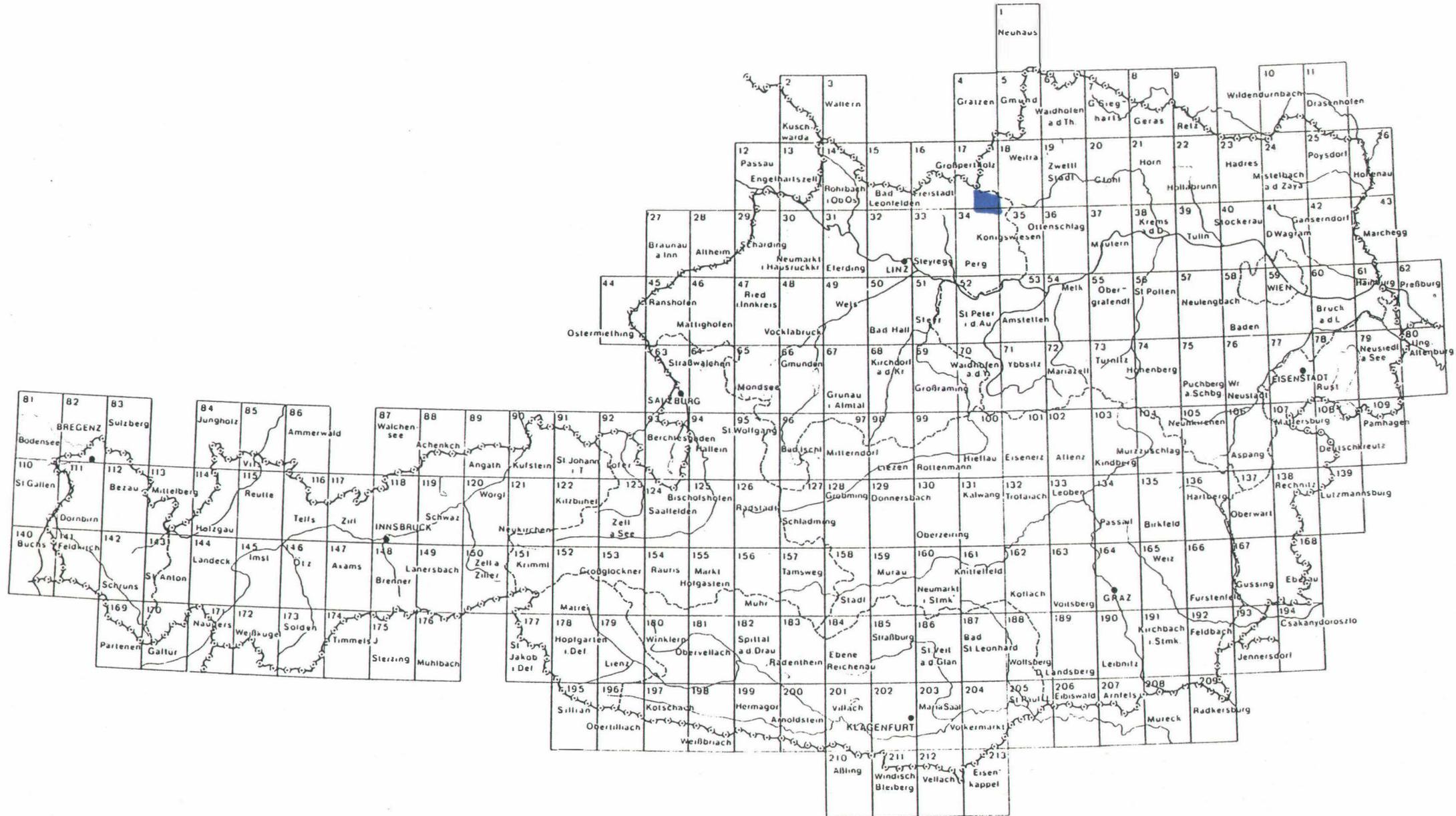
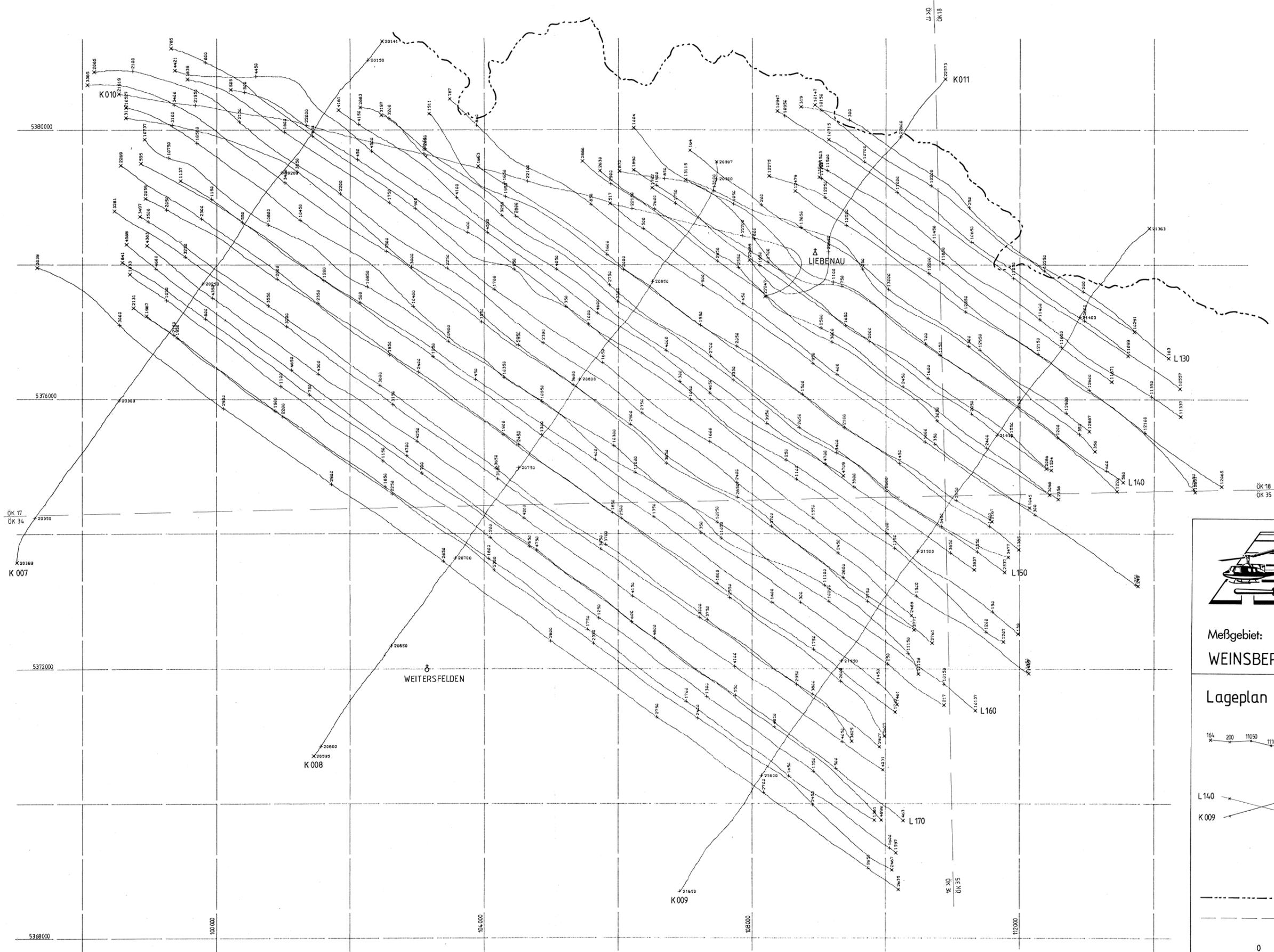


Abb.B4: Der Einfluß der mittleren Bodenneigung ( $\alpha_0$ ) auf die  $\Delta T$ -Anomalie;  $\delta\alpha$  = komplementäre Öffnungswinkel,  $Z$  = Tiefe in km.





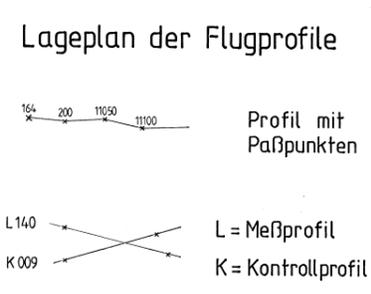
Meßgebiet: WEINSBERGER WALD  
 Projekt-Nr.: OC - 1d/85

Lageplan der Flugprofile  
 Anlagen-Nr.: 1

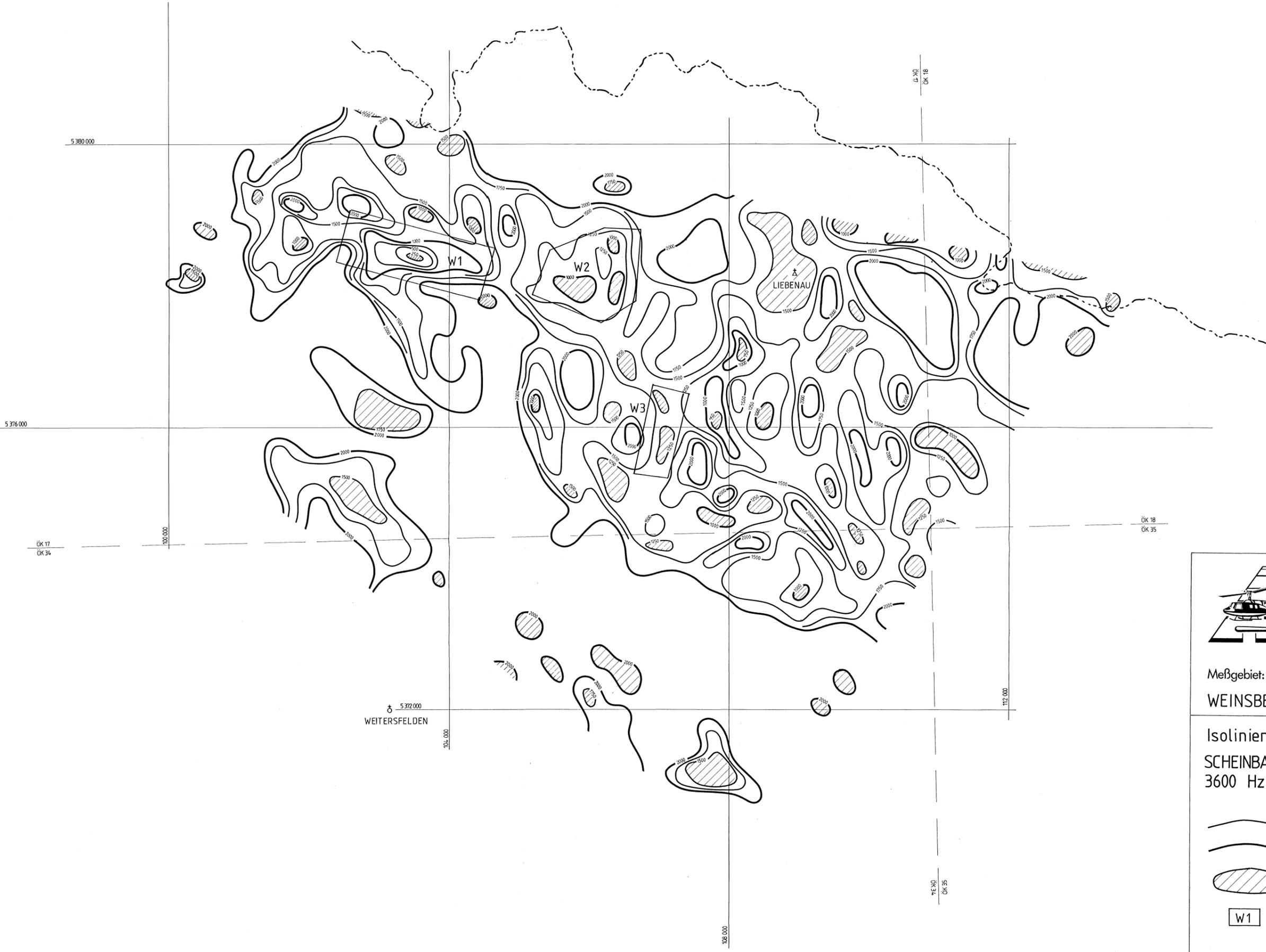
Profil mit Paßpunkten  
 Maßstab: 1 : 25000

Koordinaten-System: Gauß - Krüger der österreichischen Luftbildkarte (Bezugsmeridian M 31)

Bearbeiter: Seiberl, Strauß, Eichberger, Loibnegger, Scharrer, Stern, Blaumoser, Wehrle, Rosa, Staudinger, Lang, Schabus, Gramang, Kalaschek



--- Landesgrenze NÖ/ÖÖ  
 - - - - - ÖK - Blattgrenze



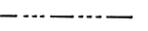


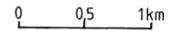
## AERO-GEOPHYSIK

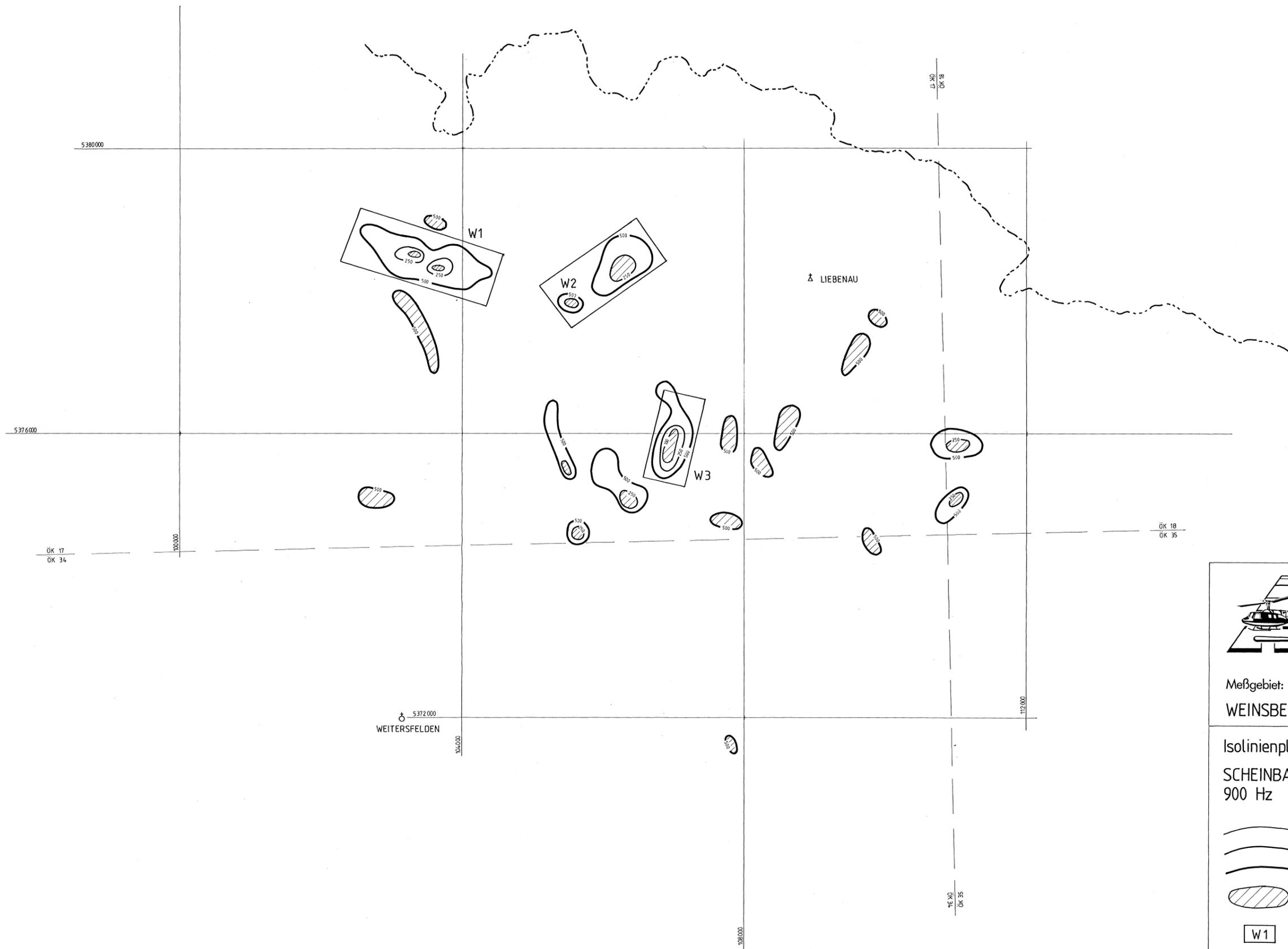
## ÖSTERREICH

Meßgebiet:  
**WEINSBERGER WALD**

Projekt-Nr.:  
**OC - 1d/85**

<p>Isolinienplan SCHEINBARER WIDERSTAND 3600 Hz</p>	<p>Anlagen-Nr.: <b>2</b></p>
<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;">  <div style="margin-left: 5px;">Isolinien in <math>\Omega m</math></div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;">  <div style="margin-left: 5px;">Minimum</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;">  <div style="margin-left: 5px;">Anomalie mit Textverweis</div> </div>	<p>Maßstab: <b>1 : 25 000</b></p> <p>Koordinaten-System: Gauß - Krüger der österreichischen Luftbild- karte (Bezugs- meridian M 31)</p>
<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;">  <div style="margin-left: 5px;">Landesgrenze NÖ/00</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;">  <div style="margin-left: 5px;">ÖK - Blattgrenze</div> </div>	<p>Bearbeiter: Seiberl, Strauß, Eichberger, Loibnegger, Scharrer, Stern, Blaumoser, Wehrle, Rosa, Staudinger, Lang, Schabus, Gramang, Kalaschek</p>





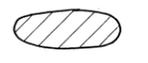
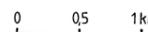


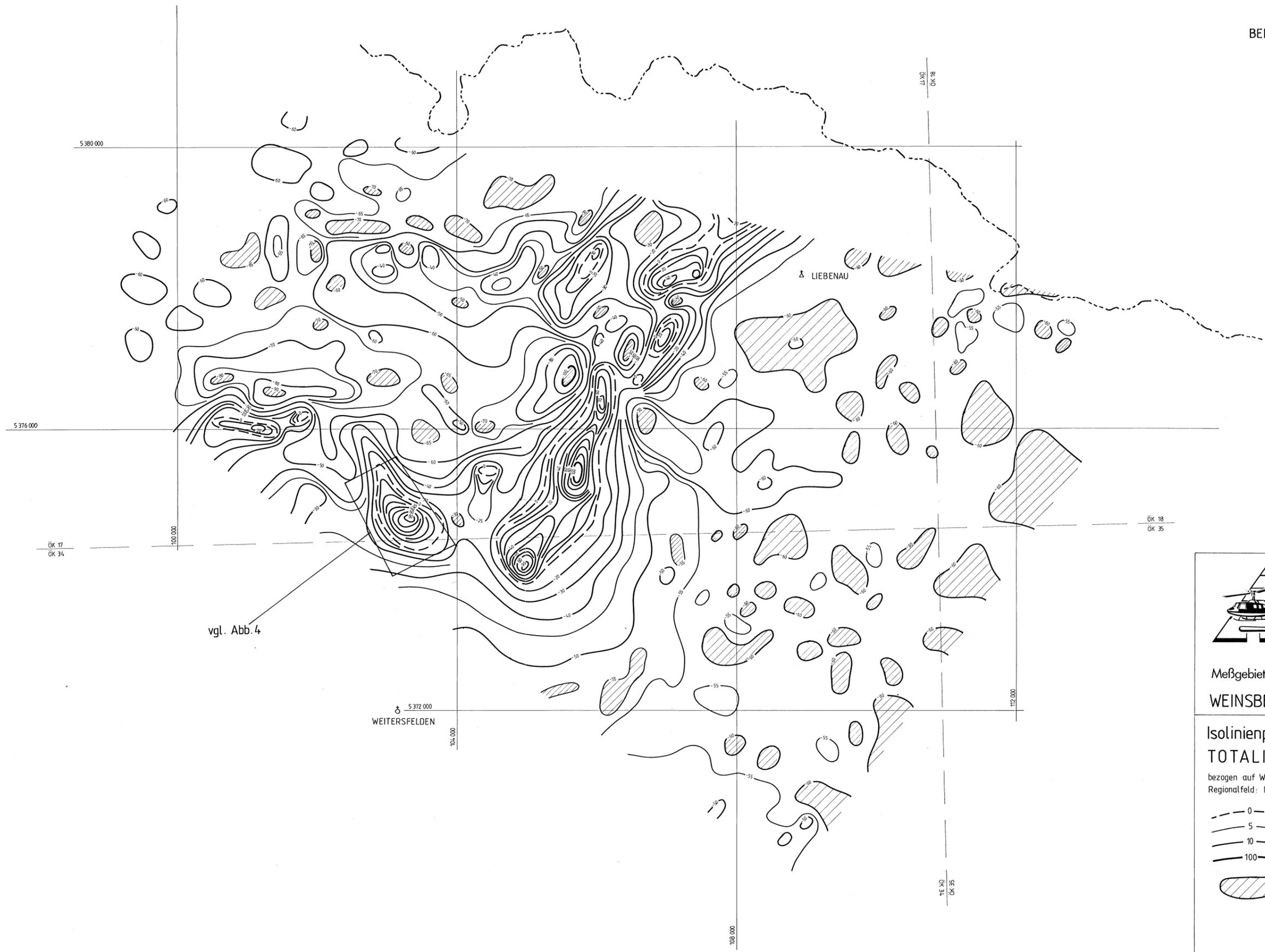
## AERO-GEOPHYSIK

## ÖSTERREICH

Meßgebiet:  
**WEINSBERGER WALD**

Projekt-Nr.:  
**OC - 1d/85**

<p>Isolinienplan SCHEINBARER WIDERSTAND 900 Hz</p>	<p>Anlagen-Nr.: <b>3</b></p>
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 5px;">Isolinien in <math>\Omega\text{m}</math></div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;">  <div style="margin-left: 5px;">Minimum</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">W1</div> <div>Anomalie mit Textverweis</div> </div>	<p>Maßstab: <b>1 : 25 000</b></p>
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 5px;">Landesgrenze NÖ/ÖÖ</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;">  <div style="margin-left: 5px;">ÖK - Blattgrenze</div> </div>	<p>Koordinaten-System: Gauß - Krüger der österreichischen Luftbildkarte (Bezugs- meridian M31)</p>
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 5px;">0 0,5 1km</div> </div>	<p>Bearbeiter: Seiberl, Strauß, Eichberger, Loibnegger, Scharrer, Stern, Blau Moser, Wehrle, Rosa, Staudinger, Lang, Schabus, Gramang, Kalaschek</p>



vgl. Abb. 4



**AERO-GEOPHYSIK**

**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:  
**WEINSBERGER WALD**

Projekt-Nr.:  
**OC - 1d/85**

**Isolinienplan**  
**TOTALINTENSITÄT**

bezogen auf Wien - Kobenzl, Epoche 1980,0  
Regionalfeld: IGRF, Epoche 1977,7

0

5

10

100

} in nT

Minimum

----- Landesgrenze NÖ/OÖ

----- ÖK - Blattgrenze

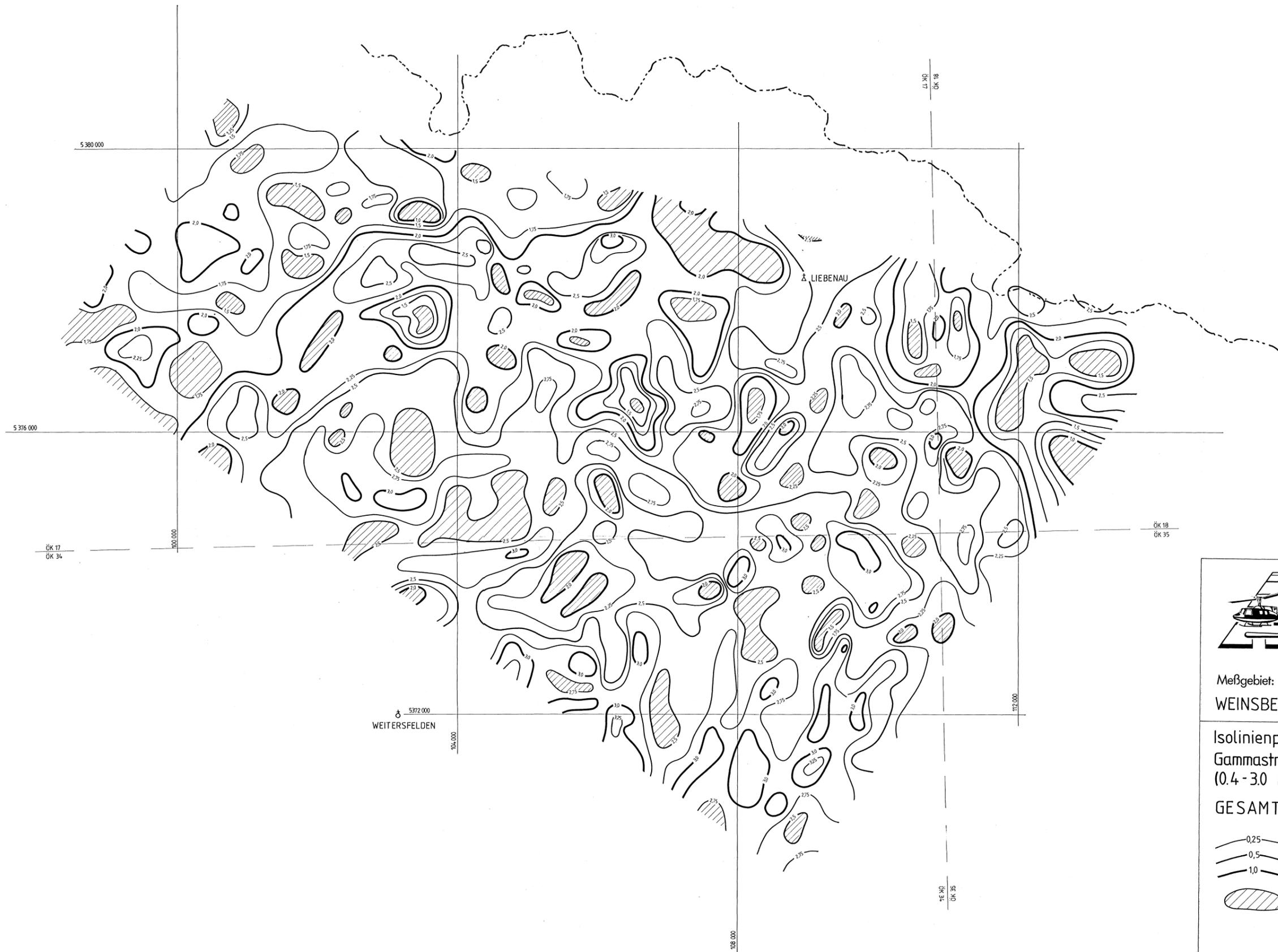
0 0,5 1 km

Anlagen-Nr.:  
**4**

Maßstab:  
**1:25000**

Koordinaten-System:  
Gauß - Krüger  
der österreichischen  
Luftbildkarte (Bezugs-  
meridian M 31)

Bearbeiter:  
Seibert, Strauß, Eichberger,  
Loibnegger, Scharrer, Stern,  
Bläumoser, Wehrle, Rosa,  
Staudinger, Lang, Schabus,  
Gramang, Kalaschek



**AERO-GEOPHYSIK**  
**ÖSTERREICH**

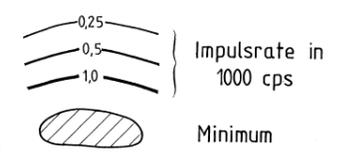
Meßgebiet: WEINSBERGER WALD  
 Projekt-Nr.: OC - 1d/85

Isolinienplan  
 Gammastrahlenspektrometrie  
 (0.4 - 3.0 MeV)

Anlagen-Nr.:  
 5

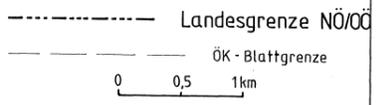
**GESAMTSTRAHLUNG**

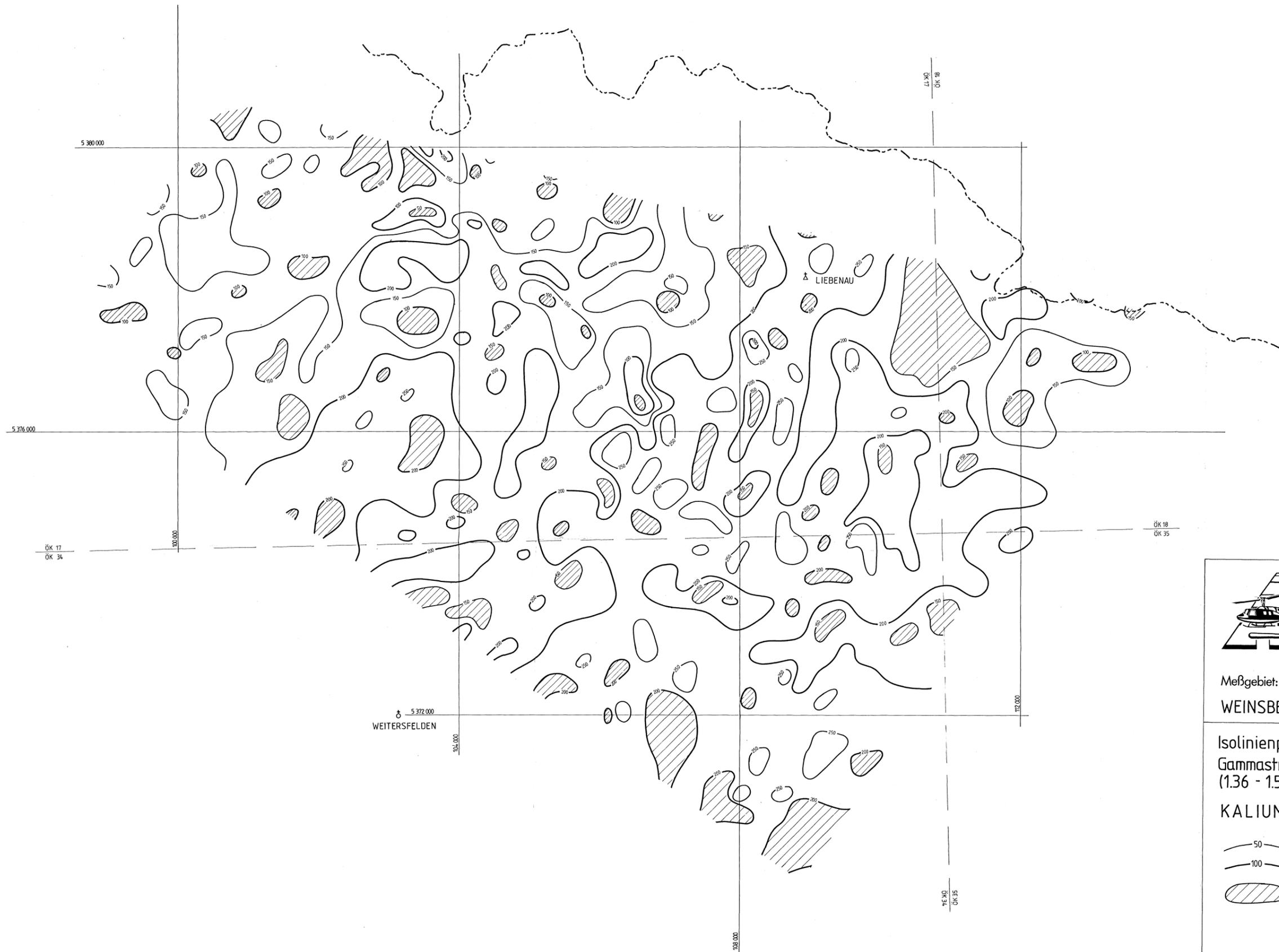
Maßstab:  
 1 : 25 000



Koordinaten-System:  
 Gauß - Krüger  
 der österreichischen  
 Luftbildkarte (Bezugs-  
 meridian M 31)

Bearbeiter:  
 Seiberl, Strauß, Eichberger,  
 Loibnegger, Scharrer, Stern,  
 Blaumoser, Wehrle, Rosa,  
 Staudinger, Lang, Schabus,  
 Gramang, Kalaschek





Meßgebiet: WEINSBERGER WALD Projekt-Nr.: OC - 1d/85

Isolinienplan Gammastrahlenspektrometrie (1.36 - 1.56 MeV) Anlagen-Nr.: 6

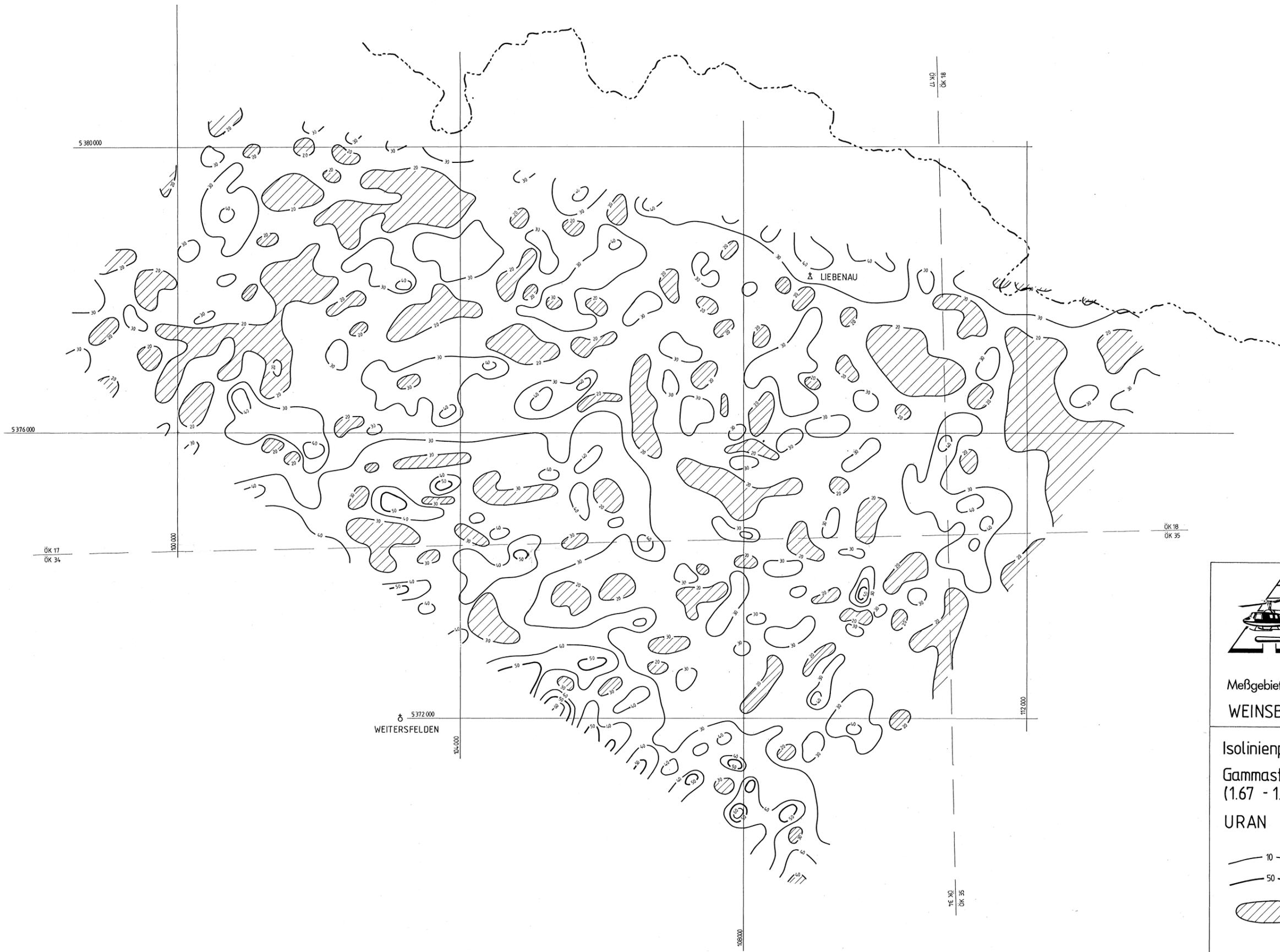
KALIUM (<sup>40</sup>K) Maßstab: 1 : 25 000

— 50 — } Impulsrate in cps  
 — 100 — }  
 [Hatched Area] Minimum

--- Landesgrenze NÖ/OÖ  
 - - - ÖK - Blattgrenze

0 0,5 1km

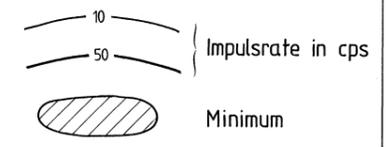
Bearbeiter:  
 Seiberl, Strauß, Eichberger,  
 Leibnegger, Scharrer, Stern,  
 Blaumoser, Wehrle, Rosa,  
 Staudinger, Lang, Schabus,  
 Gramang, Kalaschek



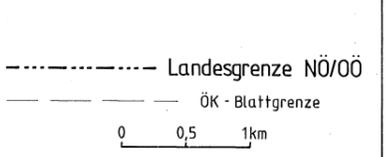
Meßgebiet: WEINSBERGER WALD  
 Projekt-Nr.: OC - 1d/85

Isolinienplan  
 Gammastrahlenspektrometrie  
 (1.67 - 1.87 MeV)  
 URAN (<sup>214</sup>Bi)

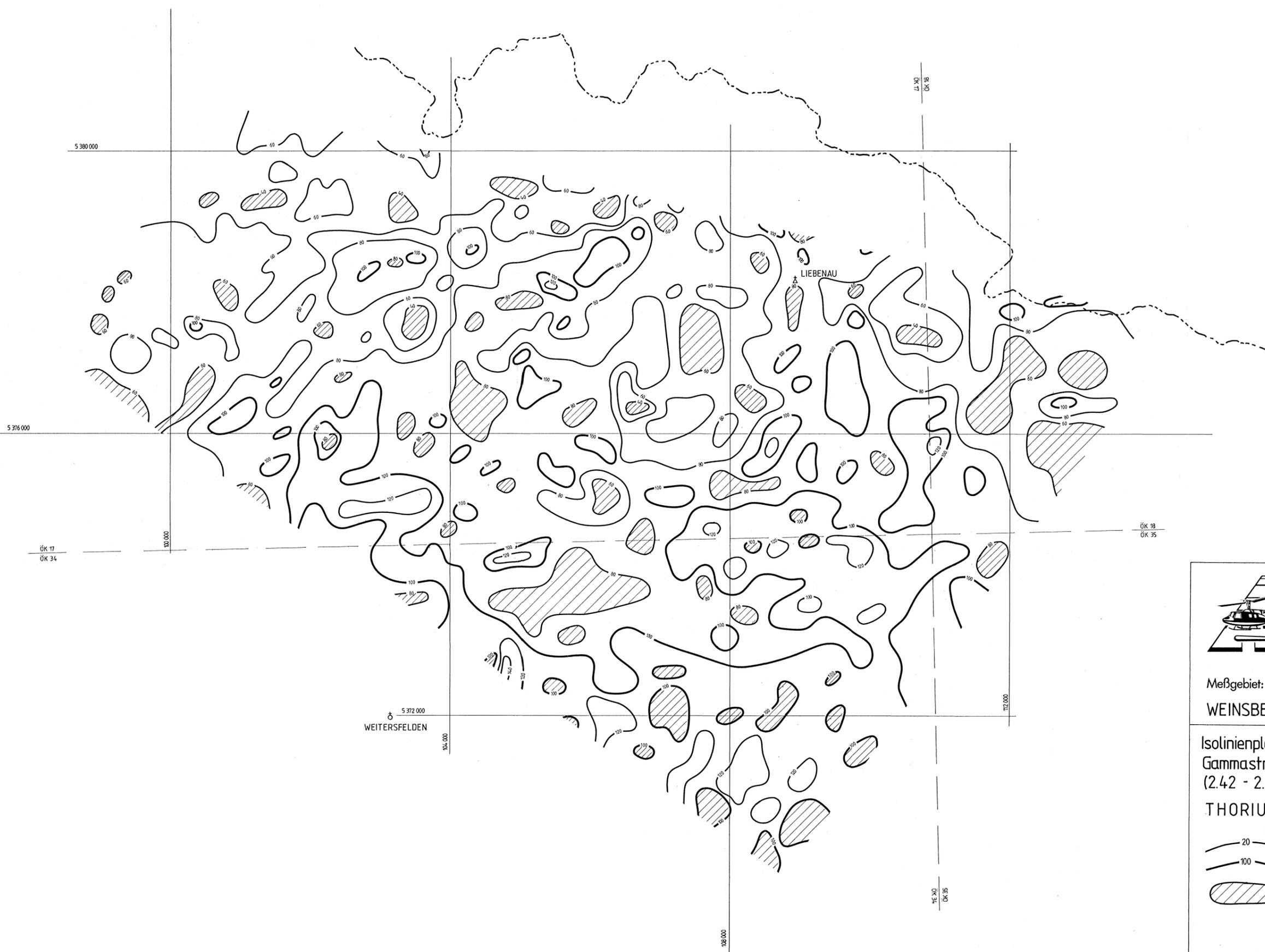
Anlagen-Nr.: 7  
 Maßstab: 1 : 25 000



Koordinaten-System:  
 Gauß - Krüger  
 der österreichischen  
 Luftbild-  
 karte (Bezugs-  
 meridian M 31)

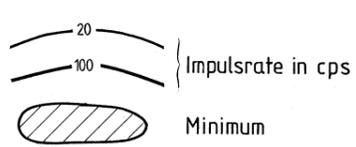


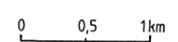
Bearbeiter:  
 Seiberl, Strauß, Eichberger,  
 Loibnegger, Scharrer, Stern,  
 Blaumoser, Wehrle, Rosa,  
 Staudinger, Lang, Schabus,  
 Gramang, Kalaschek

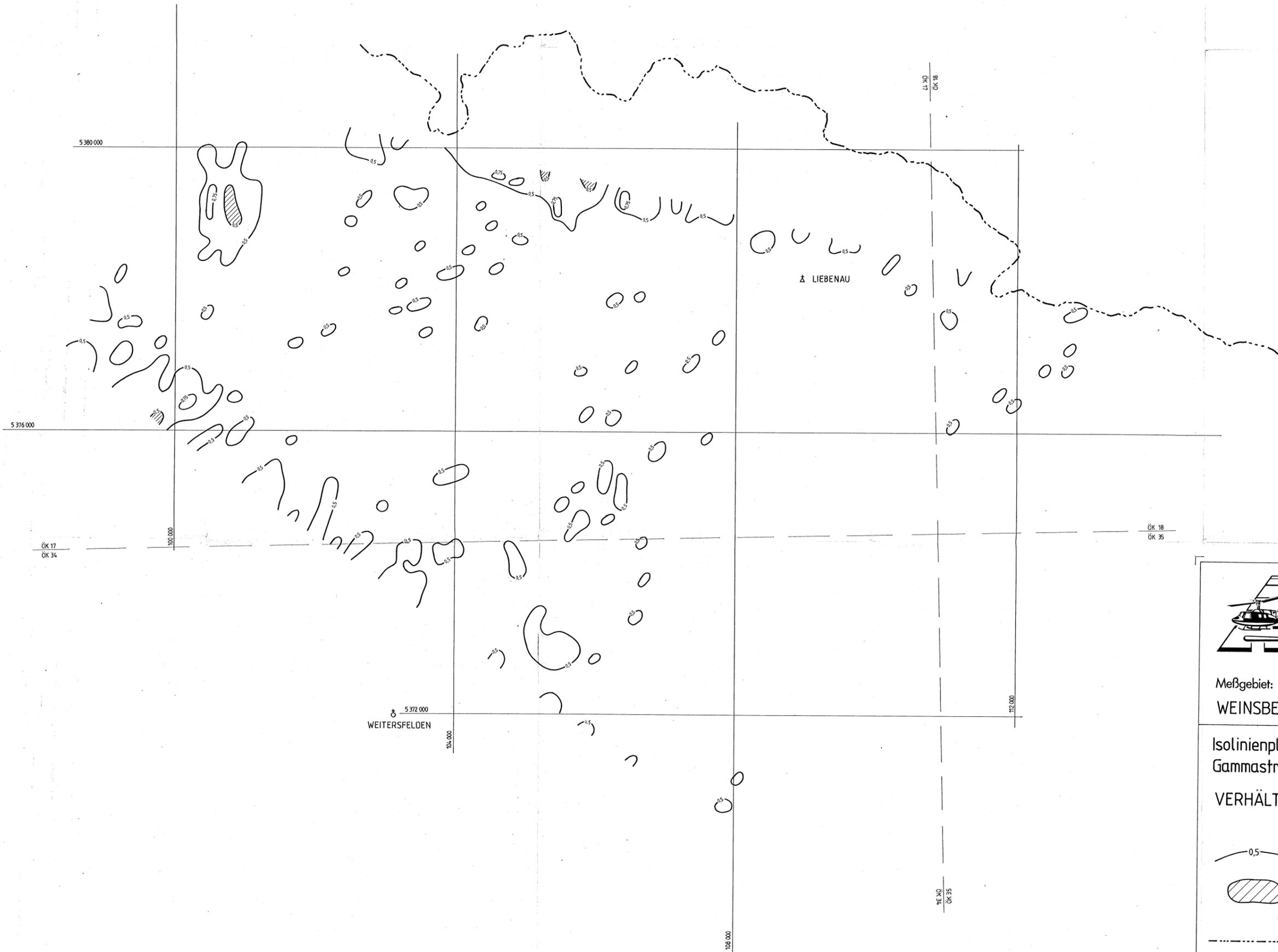




**AERO-GEOPHYSIK**  
**ÖSTERREICH**

Meßgebiet: <b>WEINSBERGER WALD</b>	Projekt-Nr.: <b>OC - 1d/85</b>
Isolinenplan Gammastrahlenspektrometrie (2.42 - 2.83 MeV) <b>THORIUM (<sup>208</sup>Tl)</b>	Anlagen-Nr.: <b>8</b>
	Maßstab: <b>1 : 25 000</b>
Impulsrate in cps Minimum	Koordinaten-System: Gauß - Krüger der österreichischen Luftbildkarte (Bezugs- meridian M31)
- - - - - Landesgrenze NÖ/Ö ———— ÖK - Blattgrenze	Bearbeiter: Seiberl, Strauß, Eichberger, Loibnegger, Scharner, Stern, Blaumoser, Wehrle, Rosa, Staudinger, Lang, Schabus, Gramang, Kalaschek





Meßgebiet: WEINSBERGER WALD  
 Projekt-Nr.: OC - 1d/85

Isolinienplan  
 Gammastrahlenspektrometrie

Anlagen-Nr.: 9

VERHÄLTNIS U/Th

Maßstab: 1 : 25 000



Koordinaten-System:  
 Gauß - Krüger  
 der österreichischen  
 Luftbildkarte (Bezugs-  
 meridian M 31)

Bearbeiter:  
 Seibert, Strauß, Eichberger,  
 Leibnegger, Scharrer, Stern,  
 Blaumoser, Wehrle, Rosa,  
 Sfraudinger, Lang, Schabus,  
 Gramang, Kalaschek

