

**AERO-GEOPHYSIK**

**ÖSTERREICH**

**AEROGEOPHYSIKALISCHE  
VERMESSUNG**

im Raum von

**KIRCHBERG am WECHSEL**

(Auftragsforschungsprojekt NC-6g/82)

1. Eingangsdatum 1980-04-05	2. Berichtsart Forschungsbericht	3. ARCHIV - Nr. A 06686
4. Titel des Berichtes Aerogeophysikalische Vermessung im Raum von Kirchberg am Wechsel.		5. Standort LEIT R KARIC/BEIL.
11. Verfasser Seiberl Wolfgang Pirkl Hebert R.		8. VERTRAULICHKEIT : 2
12. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Österreichische Akademie der Wissenschaften Geologische Bundesanstalt: FA Geophysik		9. Abschlussdatum Wien, 87 11
17. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung		10. Veröffentlichungsdatum
20. Projekttitel Aero-Geophysik Österreich		13. Ber.-Nr./Auftragnehmer
23. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)		14. Projekt - Code N-C-006g/82
ÖK - Bl. - Nr. 105; 106		15. Seitenzahlen 37
Schlagwörter Wechselgebiet; Aerogeophysik		16. Literaturangaben
Sachbearbeiter 105	BG 105 Lilly	EDV: GEOYAS 105
Kopie an Redaktion	Katalog 106	Mikrofilm 1982
		Sicherheitsfilm M 1240 - E

# AEROGEOPHYSIKALISCHE VERMESSUNG

im Raum von

## KIRCHBERG am WECHSEL

(Auftragsforschungsprojekt NC-6g/82)

von

Wolfgang Seiberl

und

Herbert Pirkl

Wien, November 1987

Österreichische Akademie der Wissenschaften

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung . . . . .	1
1. Projektziel und Ablauf des Projekts . . . . .	2
2. Planung und Durchführung der Vermessung . . . . .	3
2.1. Meßausrüstung . . . . .	3
2.2. Fluglinien . . . . .	5
2.3. Durchführung der Messungen . . . . .	5
2.4. Personal . . . . .	8
3. Datenverarbeitung und Kartenherstellung . . . . .	9
3.1. Aufgabe der ADV . . . . .	9
3.2. Datenkontrolle . . . . .	10
3.3. Flugwegdaten . . . . .	10
3.4. Elektromagnetische Widerstandskartierung . . . . .	10
3.4.1. Auswertung der EM-Daten . . . . .	10
3.4.2. Bedeutung der Ergebnisparameter $\rho_a$ und $d_a$ . . . . .	12
3.5. Kartierung der anomalen magnetischen Totalintensität ( $\Delta T$ ) . . . . .	13
3.6. Radiometrische Kartierung . . . . .	14
3.6.1. Die Quellen der natürlichen Gammastrahlung . . . . .	14
3.6.2. Korrekturen der Meßdaten . . . . .	14
3.6.3. Herstellung der Isolinienpläne . . . . .	17
4. Geologischer Aufbau des Meßgebietes . . . . .	19
5. Ergebnisse . . . . .	20
5.1. Widerstandskartierung; Anlagen 2,3,4,5 . . . . .	20
5.2. Isoanomalien der Totalintensität $\Delta T$ ; Anlage 6 . . . . .	21
5.3. Gammastrahlenspektrometrie . . . . .	22
5.3.1. Gesamtstrahlung (Total count); Anlage 7 . . . . .	22
5.3.2. Kalium ( $K^{40}$ ); Anlage 8 . . . . .	23
5.3.3. Uran ( $Bi^{214}$ ); Anlage 9 . . . . .	23
5.3.4. Thorium ( $Tl^{208}$ ); Anlage 10 . . . . .	23
5.3.5. U/Th-Verhältnis; Anlage 11 . . . . .	23
6. Empfehlungen . . . . .	24
7. Literatur . . . . .	25
8. Verzeichnis der Anlagen . . . . .	26
9. Anhang . . . . .	27
A. Einfluß der Hangneigung auf elektromagnetische Messungen aus der Luft . . . . .	27
B. Einfluß der Topographie auf die Anomalien der magnetischen Totalintensität ( $\Delta T$ ) . . . . .	37

## **Zusammenfassung**

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich vor allem die radiometrischen Meßergebnisse sehr gut dem geogenen Untergrund zuordnen lassen. Im Norden des Meßgebietes sind die Folgen des Reaktorunfalles von Tschernobyl in der Gesamtstrahlung zu erkennen.

An Hand der elektromagnetischen und magnetischen Untersuchungsergebnisse und unter Berücksichtigung verschiedener geochemischer Erkenntnisse wurden mehrere Gebiete (Haßbach-Kulm, Kienberg-Hohenberg, Hollabrunner Riegel) für weiterführende Bearbeitungen vorgeschlagen.

## 1. Projektziel und Ablauf des Projekts

Entsprechend dem Projektantrag wurde als Projektziel definiert, daß mit Hilfe von aerogeophysikalischen Messungen im Bereich des Wechsels, südlich von Neunkirchen (Abb. 1), etwaige nutzbare Rohstoffvorkommen gesucht werden sollten.

Ursprünglich sollten die Meßflüge im Wechselgebiet im Sommer 1982 durchgeführt werden. Durch die verspätete Gerätebestellung und die Verzögerung bei der Bereitstellung des Meßhubschraubers trat eine erhebliche Verzögerung bei der Projektabwicklung ein. Daher war es erst nach Einschulung der Projektmitarbeiter möglich, das Projektgebiet, dessen Lage der Abbildung 1 entnommen werden kann, im Oktober und November 1986 zu befliegen. Dabei wurde der Hubschrauberlandeplatz der Bundesheerkaserne in Wr. Neustadt als Projektstützpunkt benutzt.

Mit der Herstellung erster Ergebniskarten konnte im Frühjahr 1986 begonnen werden. Die Fertigstellung letzterer wurde im Herbst 1986 abgeschlossen.



Abb. 1: Lage des Meßgebietes in Österreich

## 2. Planung und Durchführung der Vermessung

### 2.1. Meßausrüstung

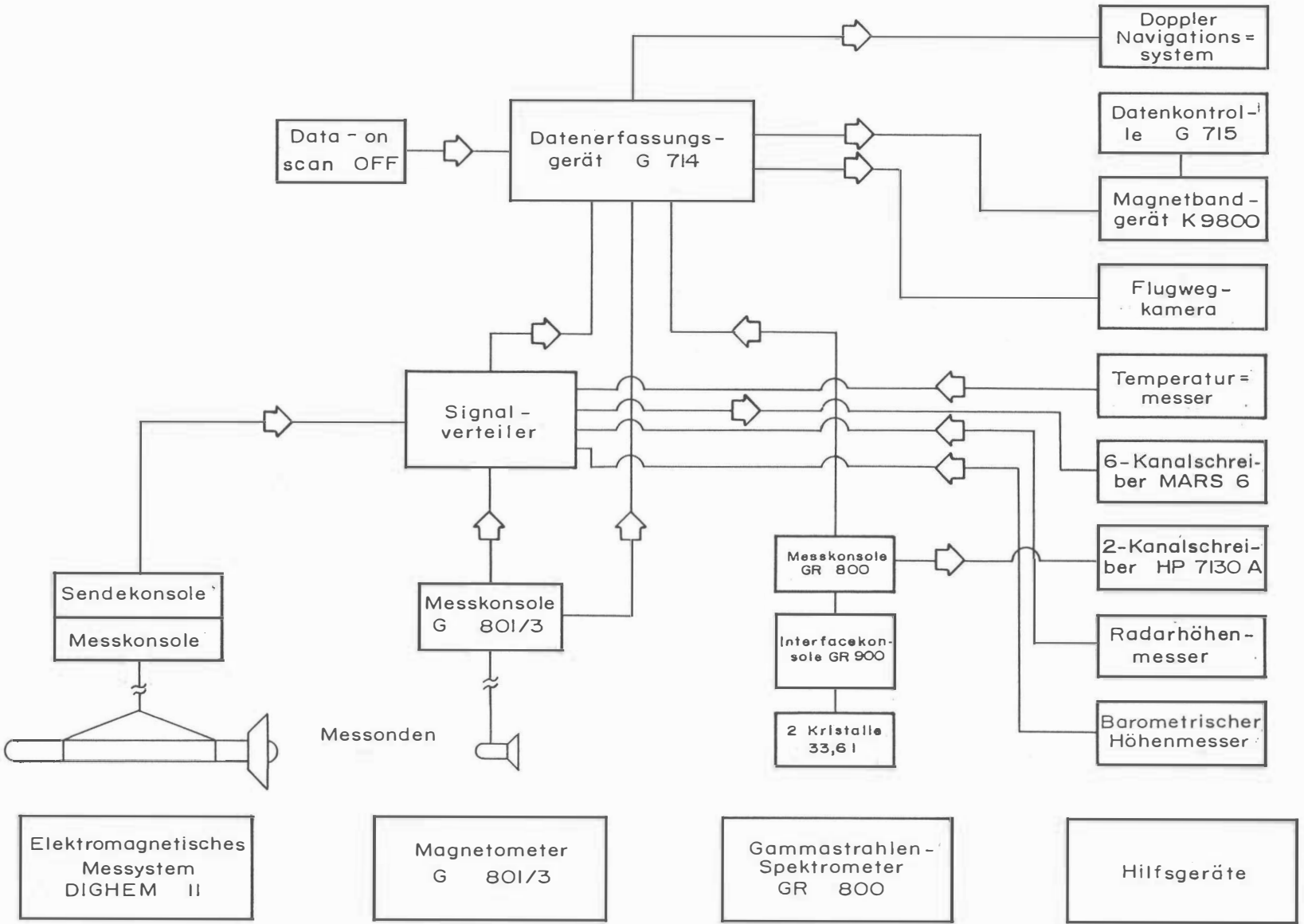
Die aerogeophysikalischen Messungen wurden mit einem Hubschrauber des Bundesheeres vom Typ Agusta-Bell 212 (mit Doppelturbine), Kennzeichen 5D-HU, durchgeführt.

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 vertikaler bzw. horizontaler Spulenachse) 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 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 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 ( $Pb^{208}$ ; 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 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  $\pm 100$  m durch eine Flugwegkamera (Automax GS 2) auf 35mm-Film aufgezeichnet.
- 6) Ein Magnetbandgerät (Kennedy 9800) registriert Signale von 13 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) Das ganze Meßsystem wird von einem Datenerfassungssystem vom Typ Geometrics G-714 gesteuert.

Der Datenfluß im Hubschrauber-Meßsystem 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° → 350°
Kontrollprofile	80° → 260°

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

Abstand: Der Soll-Abstand der Meßprofile wurde mit 200 m festgelegt.

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 topographischen Schwierigkeiten stellte die Befliegung des Wechsels erhebliche Anforderungen sowohl an das Hubschrauberpersonal als auch an das eingesetzte Gerät. Während der Messungen auf den Profilen wurde eine Sollflughöhe des Hubschraubers von 80 m angestrebt. 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

Bei der Morphologie im Meßgebiet war es nur teilweise möglich, diese Sollflughöhe einzuhalten.

Die Fluggeschwindigkeit betrug über leicht welligem Gelände ca. 125 km/h, an steilen Hängen entsprechend weniger. Die durchschnittliche Meßflugdauer lag bei etwa  $1\frac{1}{2}$  h (inkl. An- und Abflug zum und vom Meßgebiet).

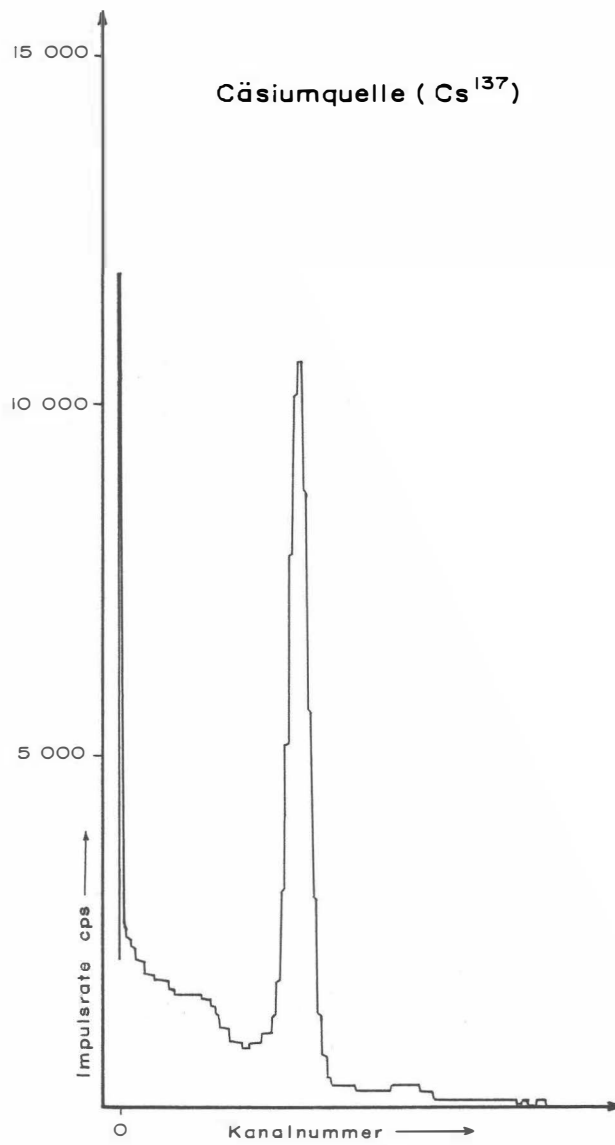


Abb. 3: GR-800 Gammastrahlenspektrometer (Kristall I) Spektralregistrierung (10. 6. 1983) — Cäsiumquelle (Cs<sup>137</sup>)

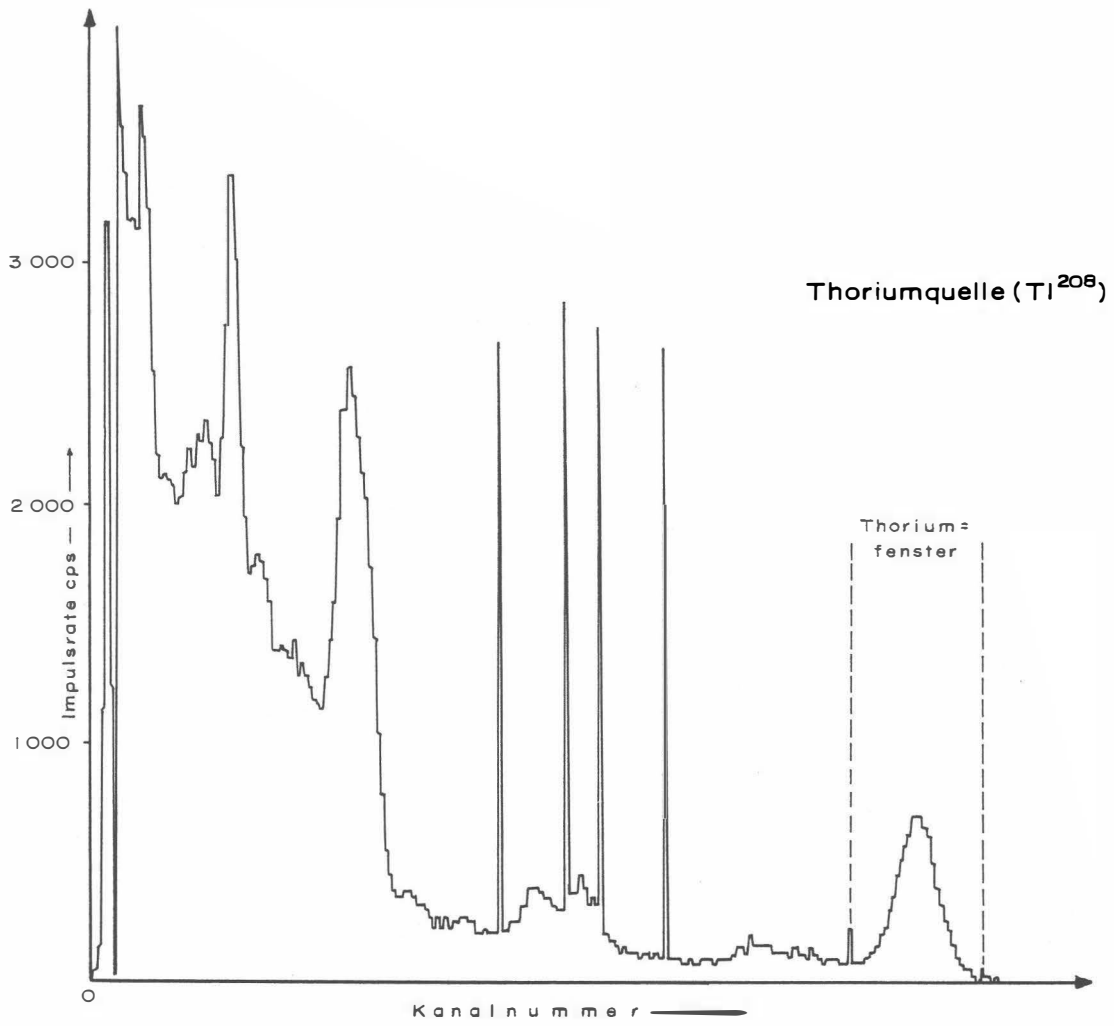


Abb. 4: GR-800 Gammastrahlenspektrometer (Kristall I) Spektralregistrierung (10. 6. 1983) — Thoriumquelle ( $\text{Th}^{208}$ )

In den Wenden zwischen den Meßprofilen ist es notwendig, die Flughöhen für jeweils ca. 1 min auf etwa 350 m 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 11 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 Projektgebiet waren folgende Personen beteiligt:

Geologische Bundesanstalt/Universität Wien:

Univ. Prof. Dr. Wolfgang Seiberl

Geologische Bundesanstalt:

Dr. Herbert Pirkl

Franz Strauß

Österreichische Akademie der Wissenschaften:

Mag. Robert Köhazy

Mag. Christoph Puchner

Maria Loibnegger

Horst Eichberger

Andreas Stern

Norbert Blaumoser

Bundesministerium für Landesverteidigung:

Dieter Hirschmann

Peter Lang

Harald Rosa

Robert Staudinger

Rainer Wehrle

Harald Gramang

Oskar Schabus

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

### 3. Datenverarbeitung und Kartenherstellung

#### 3.1. Aufgabe der ADV

Die Verarbeitung der Meßdaten des Projektgebietes fand in Wien statt, wobei die Rechenanlage des interuniversitären Rechenzentrums (IBM 3083-JX1) 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 des Flugwegfilmes an jeweils mehreren Paßpunkten rekonstruiert. An Hand dieser georteten Paßpunkte wurden die übrigen Koordinaten der Meßpunkte entlang der Profile über ein Interpolationsprogramm bestimmt. Dabei können an Hand eines Fluggeschwindigkeitstests etwaige Ortungsfehler ausgeschieden werden.

### 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 die Sendefrequenzen von 900 Hz und 3600 Hz 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 Profiplänen im Maßstab 1 : 25 000 geplottet. Anschließend wurde durch eine händische Konturierung ein Isolinienplan des scheinbaren Widerstandes ( $\rho_a$ ) hergestellt, wobei Zonen geringer  $\rho_a$ -Werte schraffiert wiedergegeben wurden (Anlagen 2 und 3). Die Isolinien wurden mit einem konstanten Abstand von 250  $\Omega\text{m}$  gezeichnet, wobei für niedrige Widerstände zusätzlich noch die 10  $\Omega\text{m}$ - bzw. 100  $\Omega\text{m}$ -Isolinie gezogen wurden.

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  $\rho_a \leq 2000 \Omega\text{m}$  (3600 Hz) bzw.  $750 \Omega\text{m}$  (900 Hz) gilt. Dabei wurden aber nur solche Amplituden von  $R$  und  $Q$  berücksichtigt, für die die Schwellwerte  $\geq 5$  ppm waren.

Tiefenlinienpläne für die scheinbare Tiefe  $d_a$  sind in den beiden Beilagen 4 und 5 wiedergegeben.

Wie im Anhang A quantitativ abgeleitet wird, sind bei den Messungen über geneigter Erdoberfläche bestimmte Verfälschungen der Ergebnisparameter 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 100 m) 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 – 150 m zu erreichen.



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

In der Anlage 6 wird der Isolinienplan 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 Kapitel 3.4.1. näher erläutert. Wegen der starken Dynamik des anomalen Magnetfeldes sind die Isolinien mit verschiedenen Strichstärken dargestellt, nämlich:

- unterschiedlich starke Linien im Abstand von 2, 10 und 50 nT,
- 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.

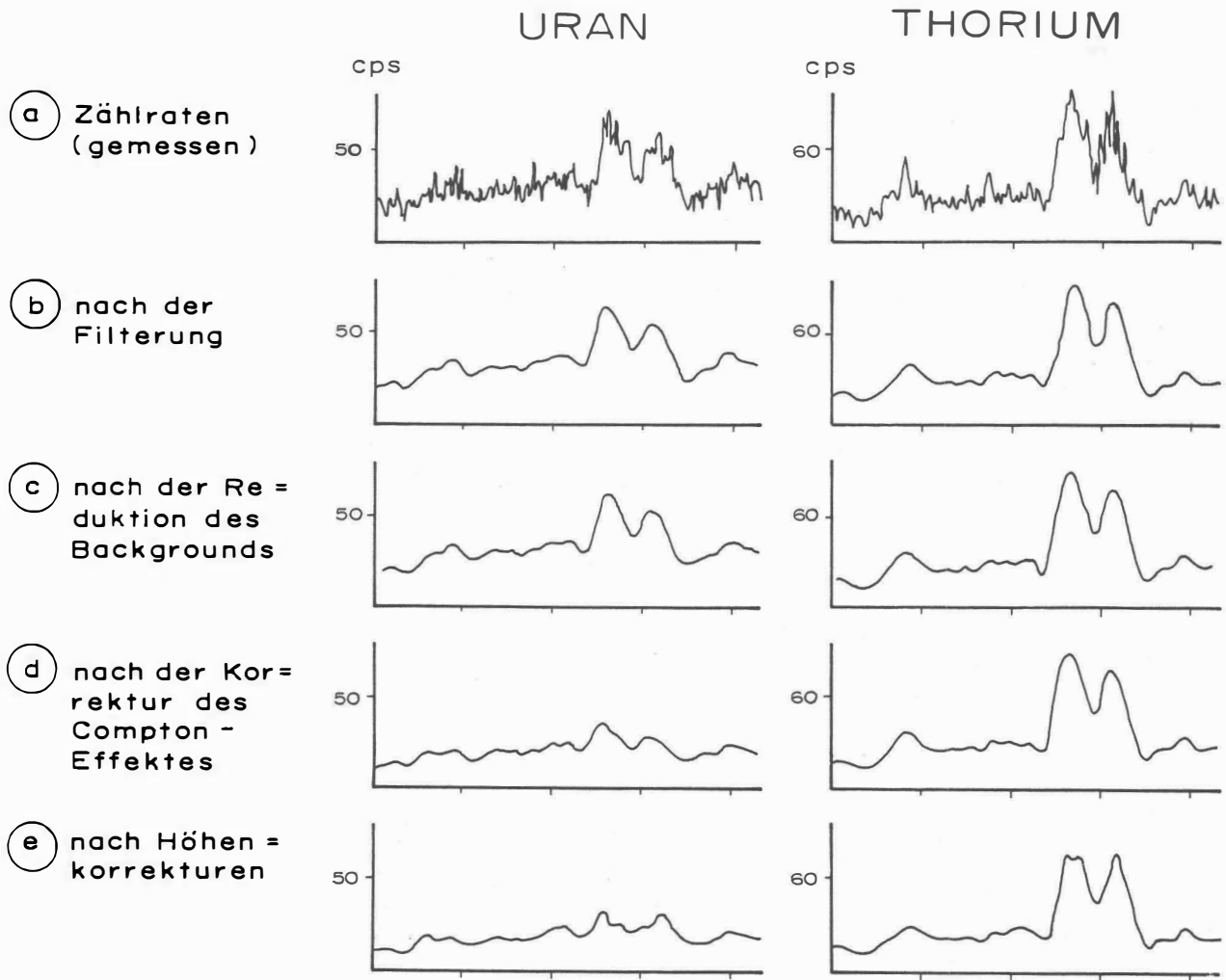


Abb. 5a – e: Darstellung der Korrekturschritte in der Gammastrahlenspektrometrie.

— 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 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 Streueffizienten  $S_{UTh}$  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 30 m bis 300 m über Grund folgende Mittelwerte:

$$\begin{aligned} \mu(\text{Total}) &= 0,002357 \\ \mu(\text{Kalium}) &= 0,002739 \\ \mu(\text{Uran}) &= 0,002580 \\ \mu(\text{Thorium}) &= 0,002338 \end{aligned}$$

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

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

auf die Normalhöhe  $h = 240\text{ft}$  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 zentralen Drauzugs keine Berechnungen der Radioelementkonzentrationen durchgeführt werden.

Durch den Reaktorunfall in der UdSSR wurden — vor allem durch starke Regenfälle — mehrere Gebiete in Österreich erheblich mit radioaktiven Spaltprodukten belastet. Dazu zählt auch der Bereich südlich von Neunkirchen (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 ( $\text{Ru}^{103}$  0,49 MeV;  $\text{Cs}^{137}$  0,61 MeV;  $\text{Cs}^{134}$  0,66 MeV;  $\text{Cs}^{134}$  0,79 MeV). Aus diesem Grund wird nur die Gesamtstrahlung durch die Folgen von Tschernobyl beeinträchtigt. Die Energiemaxima in der Abb. 6 bei 1,46 MeV ( $\text{K}^{40}$ ) und 2,48 MeV ( $\text{TI}^{208}$ ) sind auf natürliche Ursachen zurückzuführen.

### 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 Zählerdifferenzen 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 bestimmte Vererzungstypen in Frage kommen, häufig höhere Urankonzentrationen bzw. verminderte Thoriumführungen. Um nun solche Granitkomplexe besser erkennen zu können, wurde für die Untersuchungen im Projektgebiet Kirchberg am Wechsel das U/Th-Verhältnis flächenmäßig dargestellt.

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 7)	... 250 cps (cps=counts/s)
Kalium (Anlage 8)	... 50 cps

# AIRBORNE GAMMA-RAY SPECTRUM / 256 CHANNELS

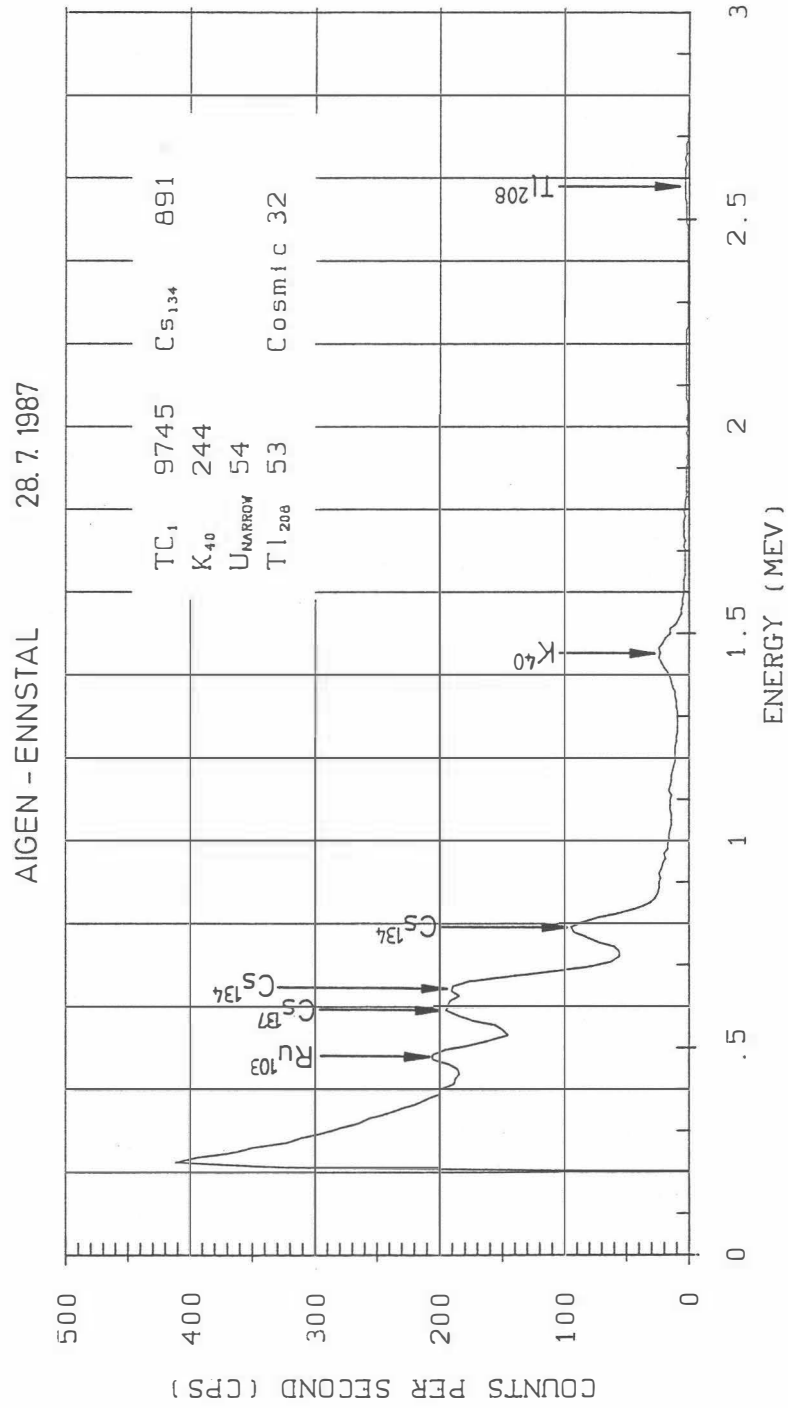


Abb. 6: Spektrum der Gammastrahlenenergie (MeV) im Bereich des Flugfeldes Aigen im Ennstal

Uran (Anlage 9)	... 10 cps
Thorium (Anlage 10)	... 10 cps
Verhältnis U/Th (Anlage 11)	... 0,5

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. Geologischer Aufbau des Meßgebietes

Für das vorliegende Projekt wurde aus Literatur und Manuskriptkarten eine möglichst vollständige und vereinheitlichte geologische Karte 1 : 25 000 (siehe Beilage 12) kompiliert und mit der für das westlich anschließende Meßgebiet erstellten Unterlage zusammengeführt. Damit liegt eine geologische Karte für die beiden Projektgebiete NC-6k/82 und NC-6g/82 als gemeinsame Interpretationsunterlage vor.

Das Meßgebiet des Projektes NC-6g/82 betrifft zwei geologisch-tektonische Einheiten:  
das Semmering- und Wechselsystem.

##### **Semmeringsystem:**

Südlich der Schwarza grenzt mit tektonischem Kontakt (verdeckt durch Tertiärsedimente) an die oberostalpinen Einheiten der Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen das unterostalpine Semmeringsystem.

Die Basis dieser tektonischen Einheit bildet ein mehrfach überprägtes Kristallin mit Grobgnais (Augengneise) und Metagranite im Kern und einer Hülle aus Glimmerschiefern, Paragneisen und Phylliten.

Die Auflagernden Sedimentserien besitzen einen Schichtumfang von Perm bis Obertrias:

- Permoskyth-Serizit, Arkose-, Porphyroidschiefer "Semmering-quarzit"
- Mitteltrias Rauhwacken-, Kalk, Dolomitserien
- Obertrias stark terrestrisch beeinflusste "Keuperschieferserien" mit Gips.

Im westlichen Abschnitt wurden die Sedimentserien in enge nordtauchende Falten- und Schuppenstrukturen zerlegt, gegen Osten verflacht sich der tektonische Baustil, wobei

flachliegende Tauchfalten in meist überkippter Lagerung vorherrschen. Die Sedimentserien beschränken sich auf die Zone Kulm – Haßbach – Kranichberg mit hauptsächlich Semmeringquarzit.

Ein geschlossenes Grobgnaisgebiet N und NE Kirchberg steht großflächigem Glimmerschiefer/Paragneis Gebieten gegenüber.

#### **Wechselsystem:**

Als tiefstes tektonisches Element ist im Meßgebiet eine weitere Kristallinserie aufgeschlossen. Kleine Linsen von Permotriagesteinen markieren die Überschiebungsbahnen des darüberliegenden Semmeringsystems. Den kristallinen Kern bildet die Serie der Wechselgneise (Granitgneise, Chlorit-Albit-Gneise, Amphibolite); darüber lagern mit deutlicher Metamorphose-hiatus die Serien der Wechselschiefer (metamorphe altpaläozoische sedimentär-vulkanogene Mischserie). Wechselgneise und Wechselschiefer sind weit gespannt miteinander verfaltet und durch Bruchsysteme stark zerstückelt.

#### **Tertiäre Sedimente:**

Quer über die tektonischen Einheiten wurden im Zusammenhang mit dem Wiener Becken tertiäre Sedimente abgelagert.

Am Nordrand des Meßgebietes werden mit kohleführenden Sanden und Schottern (Karp) gerade noch die letzten austreichenden Sedimente des Wiener Beckens erfaßt. In der Senke Ottertal-Kirchberg wurde das hauptsächlich limnische Tertiär von Kirchberg am Wechsel mit Schotter, Sand und Tonen von wahrscheinlich Otttang-Alter abgelagert.

Die Grenzziehung gegen das unterlagernde Kristallin ist abschnittsweise sehr schwierig in Folge der starken Ähnlichkeit der Sedimente mit Lokalschutt.

#### **Rohstoffvorkommen:**

Neben den ausgedehnten Abbauen im Semmeringquarzit bei Haßbach-Penk sind nur kleine Erzindikationen bekannt. RIEDMÜLLER (1967) beschreibt einen kleinen Schurfstollen auf Kupferkies an der Straße westlich Haßbach.

Bei Übersichtsbegehungen wurden an Klüften in phyllitischen Glimmerschiefern und im Grobgnais N Kirchberg a. W. oxidische Kupferminerale beobachtet.

## **5. Ergebnisse**

### **5.1. Widerstandskartierung; Anlagen 2, 3, 4, 5**

Für das Projektgebiet "Kirchberg am Wechsel" wurde sowohl auf die Meßergebnisse der koplanaren (3600 Hz) als auch der koaxialen (900 Hz) Spulenanordnung das im Punkt 3.4. beschriebene Auswerteverfahren angewandt. Die Auswertung erbrachte für beide Frequenzen sehr ähnliche Ergebnisse. Dabei ist zu bemerken, daß für die 900 Hz-Meßwerte größere Eindringtiefen in den Untergrund zu erwarten sind.



Nach Maßgabe der geologischen Informationen lassen sich mehrere Anomaliengruppen abgrenzen:

— wahrscheinlich künstlichen Ursprungs sind:

- NW–SE Struktur zwischen Kulmburg und Hafning (Hochspannungsleitungen)
- Anomalienreihe Schönstadel – Loitzmannsdorf
- Bereich Hohegg – wahrscheinlich in Zusammenhang mit diversen Versorgungsleitungen der Heilstätte Hohegg–Grimmenstein

— Talverfüllungen

Lehmige Alluvionen des Pesting Baches zwischen Aspang Markt und Feistritz Mündung

- Anomalie bei Kulm korreliert mit deutlicher Magnetik–Anomalie im Grenzbereich Semmeringquarzit/phyllitischer Glimmerschiefer.
- Die Anomalien bei Kienberg, Pucha und Karlshöhe markieren Bereiche des (Intrusions-) Kontakts Grobgneis (–kern) /Hülle.
- Bereiche niederer Widerstände in Paragneisen und Glimmerschiefer (Semmeringsystem) bei Kleineben, Laa, Molf, W Eben, Ponholz–Kreith und Grottendorf
- Bereiche niederer Widerstände in Wechselgneis — Serien westlich Aspang Markt, zum Teil in Konnex mit Magnetikanomalien.

An Hand des Modelles “homogener Halbraum” konnten für einige Anomalien die scheinbaren Tiefen  $d_a$  (siehe Punkt 3.4.1.) berechnet werden. Sie sind in den Anlagen 4 und 5 flächenmäßig dargestellt.

## 5.2. Isoanomalien der Totalintensität $\Delta T$ ; Anlage 6

Neben einer allgemein sehr flachen Feldverteilung, die schon aus der Aeromagnetik bekannt war, wurden jedoch im Projektgebiet zwei interessante Anomaliengruppen erfaßt.

a) Anomalien am Nordrand zwischen Enzenreith und Kulm in phyllitischen Glimmerschiefern und Paragneisen.

Auf Grund der vorliegenden geologischen Karten sind diese starken Anomalien (insbesondere Kulm–Haßbach) vorläufig nicht eindeutig zuordenbar. Die Aufschlußverhältnisse im Hügelland des nördlichen Wechsel erlaubten bisher keine genauere Serienuntergliederung der Semmering–Hüllgesteine. Für obige Anomalien können daher in Analogieschluß nur vorläufige Vermutungen getroffen werden.

G. FUCHS (1982) beschreibt im östlich anschließenden Rosaliengebirge in gleicher geologischer Position eine etwas aberrante Gesteinsvergesellschaftung unter der Lokalbezeichnung “Hollerbergserie”.

In dieser Serie sind neben Amphiboliteinlagen Glimmerschieferzüge mit Porphyroblasten von Albit und Erz zu beobachten. Das Erz (Magnetit–Ilmenit) bildet dabei Porphyroblasten bis zu 5 mm Durchmesser und tritt in Flecken auf.

Auch die Schriffbeschreibungen der anderen Gesteinstypen dieser Serie weisen auf hohe Erzgehalte hin. Bei der Hollerbergserie dürfte es sich dabei um stark tektonisierte Reste einer Kontaktzone mit höheren Anteilen an Grüngesteinen handeln.

Bei den die Anomalien verursachenden Gesteinstypen im Norden des Meßgebietes könnte es sich also um Äquivalente der oben beschriebenen Serie handeln.

Bodengeochemische Untersuchungen im gleichen Gebiet legten auch schon die Vermutung nahe, daß Grüngesteine eine weitere Verbreitung besitzen, als die Aufschlüsse an der Oberfläche vermuten lassen.

- b) Anomalien westlich Aspang Markt in den Wechselgneisserien haben Bezug zu Grünschiefer- und Amphibolitlagen, die zum Teil in den Flanken der Gräben auskartiert werden konnten.

Die Anomalien bei Kulm müßten auf Grund hoher Amplitude und des Hohen Anteils an remanenter Magnetisierung auf jeden Fall näher untersucht werden (Störkörperberechnungen, Bodenmagnetik).

### 5.3. Gammastrahlenspektrometrie

#### 5.3.1. Gesamtstrahlung (Total count); Anlage 7

Maxima:	über 3000 cps
Mimima:	unter 1750 cps

Prinzipiell muß festgehalten werden, daß die Messungen der Gesamtstrahlung einen um ca. 30 % höheren Pegel als im westlich anschließenden Nachbarmeßgebiet (Projekt NC-6k/82) — befliegen 1983/1984 — ergeben haben (Maxima über 3000 cps). Dies ist zum größten Teil auf die Immissionen nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl zurückzuführen!

Bei einem Vergleich der Verteilungen der Gesamtstrahlungsmaxima mit den Ergebnissen der einzelnen Meßkanäle (U, Th, K) zeigt sich, daß den ausgedehnten Maxima über 3000 cps in den Hügeln E Gloggnitz keine Maxima in den drei Elementkanälen entsprechen. Dies läßt darauf schließen, daß für das Meßgebiet die Belastungen aus Tschernobyl-Immissionen im obigen Gebiet relativ am höchsten waren.

Diese Aussage läßt sich gedanklich mit Beobachtungen aus bodengeochemischen Aufnahmen verbinden (PIRKL, 1986). Dabei ergab sich der Schluß aus Verteilungsvergleichen von Schwermetallgehalten in Böden zwischen Wald- und Wiesenstandorten in Verbindung mit den Erfahrungen aus zahlreichen anderen Beprobungsgebieten, daß im Raum E Gloggnitz geogene Schwermetallgehalte stark durch immissionsabhängige Gehalte überlagert werden.

### 5.3.2. Kalium ( $K^{40}$ ); Anlage 8

Maxima:	über 250 cps
Minima:	unter 100 cps

Die großflächigen Maxima lassen sich direkt den Semmering–Grobgnais–Vorkommen zuordnen. Semmeringquarzit zeichnet sich in den Minima ab. Zwei Maxima direkt am östlichen Meßgebietrand (E Kulm und N Gehöft Eben) sind geologisch vorläufig nicht eindeutig zuordenbar.

Der Pegel in den Wechselgneisen liegt um durchschnittlich 100 cps niedriger als im Semmeringgrobgnais.

### 5.3.3. Uran ( $Bi^{214}$ ); Anlage 9

Maxima:	über 50 cps
Minima:	unter 10 cps

Auch im Urakanal ist eine großflächige Korrelation der Maxima mit der Verteilung der Semmeringgrobgnais festzustellen. Ebenso grenzen sich die Semmeringquarzite durch Minimazonen ab. Eine Zone höherer Meßwerte in der linken Talflanke des Feistritztales könnte in Anlehnung an die Maximazuordnung eventuell auf die Nähe zum Kontakt Kristalliner Kern (Grobgnais) zu Hülle (Glimmerschiefer) gedeutet werden.

### 5.3.4. Thorium ( $Th^{208}$ ); Anlage 10

Maxima:	über 70 cps
Minima:	unter 30 cps

Maxima und flächenhafte Verteilung höherer Werte lassen sich fast hundertprozentig der Semmeringhüllserie (Paragneise, phyllitischer Glimmerschiefer) zuordnen.

Semmeringquarzite werden durchgehend durch Maxima markiert. Ebenso zeichnen sich die Wechselgneise durch niedrige Thoriumgehalte aus.

Bei der Zuordnung einzelner Elementmaxima mit dem geologischen Untergrund im Bereich des im W anschließenden Projektgebietes ("Aerogeophysikalische Vermessung von Teilen des Wechsels" — NC-6k/82) sind infolge der geringen Ausdehnung des Meßgebietes wahrscheinlich falsche Korrelationen erfolgt. Auf Grund der Meßergebnisse im vorliegenden Projektgebiet muß wahrscheinlich die Aussage, daß einzelne Maxima im Th- aber auch im K-Kanal Semmering-Quarzit-Vorkommen entsprechen, revidiert werden. Es handelt sich dabei eher um tektonische Verschuppungen mit Keuperschiefern, denen die höheren Meßwerte zuzuordnen wären (Bereich Wartenstein-Raach).

### 5.3.5. U/Th-Verhältnis; Anlage 11

Im gesamten Meßgebiet sind die U/Th-Verhältnisse mit der Ausnahme der Grobgnaisvorkommen kleiner als 1,0. Eine Zone NE von Kirchberg, hier ist U/Th-Verhältnis größer als 3,0, dürfte von gewissem Interesse sein.

## 6. Empfehlungen

Sowohl den in diesem Bericht gebrachten Ergebnissen der aerogeophysikalischen Vermessung als auch jenen der geochemischen Untersuchungen (Projekt "Rohstoffpotential Semmering-Wechselgebiet") entsprechend lassen sich mehrere Gebiete für weitere geowissenschaftliche Arbeitsvorhaben eingrenzen.

Mehrfach durch Hinweise,

- niedrige elektrische Widerstände
- Zinn-Anomalien in den Bachsedimenten
- Kupfer-Anomalien in den Bodenproben
- hohe Fluoridwerte in Bach- und Quellwässern

zeichnet sich dabei der Kontakt Grobgneis/Hülle im Bereich Kienberg-Hohenberg (im oberen Haßbachtal) als prospektiv ab.

Den Zusammenhängen zwischen höheren, korrelierten Pb/Zn-Werten in den Böden, As-Anomalien in den Bachsedimenten und niederen elektrischen Widerständen nördlich des Hollabrunner Riegel sollte nachgegangen werden.

Die aus den Thoriummeßwerten abgeleitete Vermutung von Intrusions-Kontaktzonennähe in den Hängen N Feistritz wird zusätzlich abgestützt durch verschiedene den Granitgneis zuzuordnende Elementspektren im Bachsediment.

Im Abschnitt Haßbach-Kulm fällt ein Bachsedimentbeprobungspunkt mit hohen Pb/Ag korrelierten Werten in das Gebiet der Magnetikanomalien. Ähnliche Korrelationen von Pb und Ag sind auch in den Gräben E Gloggnitz zu beobachten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß die Gebiete

- Haßbach - Kulm
- Kienberg - Hollenberg
- Hollabrunner Riegel Nord

im Detail durch Einsatz verschiedener Methoden

- geologische Detailkartierung
- Magnetik
- Elektromagnetik
- Radiometrie
- Bodengeochemie

weiter zu untersuchen wären.

## 7. Literatur

- ANGEIRAS, A.G.: Geology of Kirchsschlag a.W. and Molz Valley Areas (Semmering Window), Lower Austria. — Jb. Geol. B.-A., **110**, 217 – 243, Wien 1976.
- BUDA, G.: Geologische und lagerstättenkundliche Untersuchungen am Südrand des Wiener Beckens zwischen Gloggnitz und Ofenbach (Teilbericht zu FFWF-Projekt 2975). — Unveröff. Bericht, Archiv Geol. B.-A., Wien 1980.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT UND UMWELTSCHUTZ: Tschernobyl und die Folgen für Österreich. — Ber. Umweltbundesamt, Wien 1986.
- FAUPL, P.: Zur Geologie des NW-Abschnittes des Wechselgebietes zwischen Trattenbach (NÖ) und Tröschnitz (Stmk.). — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **19**, 27 – 70, Wien 1970.
- FORD, K.L. & O'REILLEY, 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.: Neue tektonische Untersuchungen im Rosaliengebirge (NÖ, Bgld.). — Jb. Geol. B.-A., **105**, 19 – 37, Wien 1962.
- FUCHS, W. & GRILL, R.: Geologische Karte von Wien und Umgebung 1 : 200 000. — Geol. B.-A., Wien 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.
- MATURA, A.: Geologische Manuskriptkarten 1 : 25 000, Blatt ÖK 105 (1984 – 1987). — Unveröffentlichte Karten, Archiv Geol. B.-A., Wien 1984 – 1987.
- MUNDRY, E.: On the interpretation of airborne electromagnetic data for the two-layer case. — Geophys. prosp., **32**, Den Haag 1984.
- PIRKL, H.: Rohstoffpotential Semmering – Wechselgebiet (NC 9d/83). — Berichte der Geol. B.-A., **4**, Wien 1986.
- RIEDMÜLLER, G.: Zur Geologie des NW-Teiles der Buckligen Welt. — Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien 1967.
- 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.Geophy., 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 scheinbare Tiefe  $d_a$ , 3600 Hz
5. Isolinienplan scheinbare Tiefe  $d_a$ , 900 Hz
6. Isolinienplan Totalintensität  $\Delta T$
7. Gammastrahlenspektrometrie: Gesamtstrahlung
8. Gammastrahlenspektrometrie: Kalium ( $K^{40}$ )
9. Gammastrahlenspektrometrie: Uran ( $Bi^{214}$ )
10. Gammastrahlenspektrometrie: Thorium ( $Pb^{208}$ )
11. Gammastrahlenspektrometrie: Verhältnis U/Th
12. Geologische Karte

## 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. 200 m) 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

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):

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

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



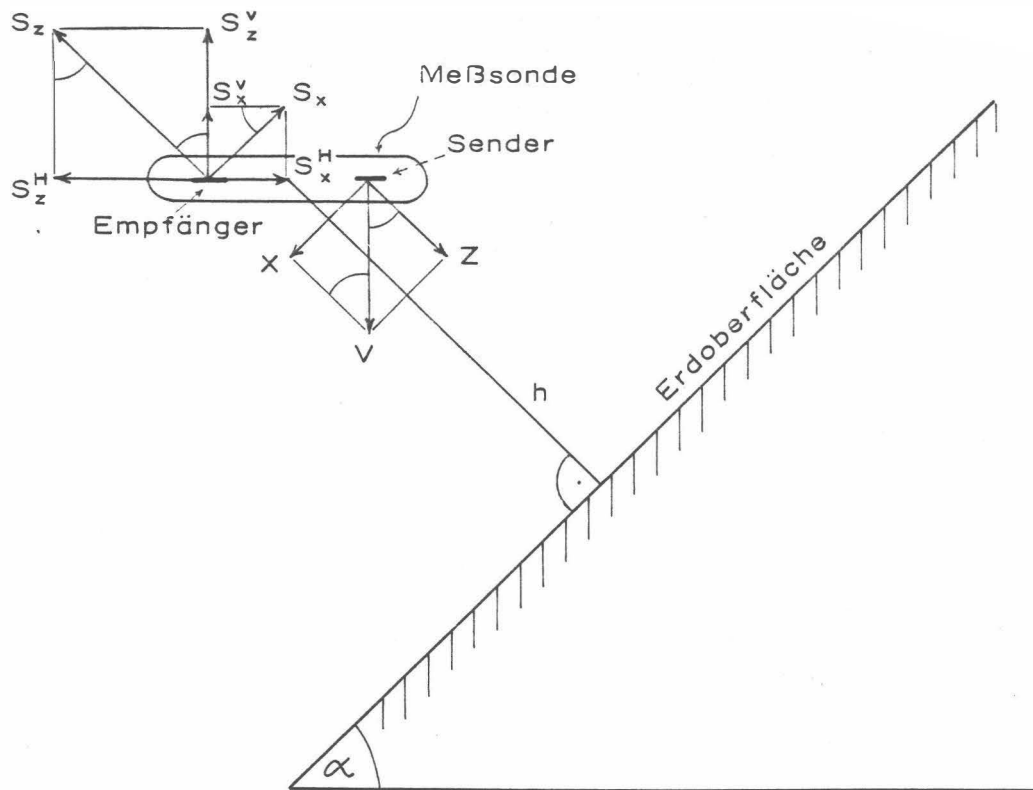


Abb. A1: Zerlegung des primären Dipolfeldes ( $V$ ) und des sekundären Magnetfeldes ( $S$ ) in Komponenten;  $h$  = Abstand der Flugsonde von der Erdoberfläche.

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  $\alpha$ .

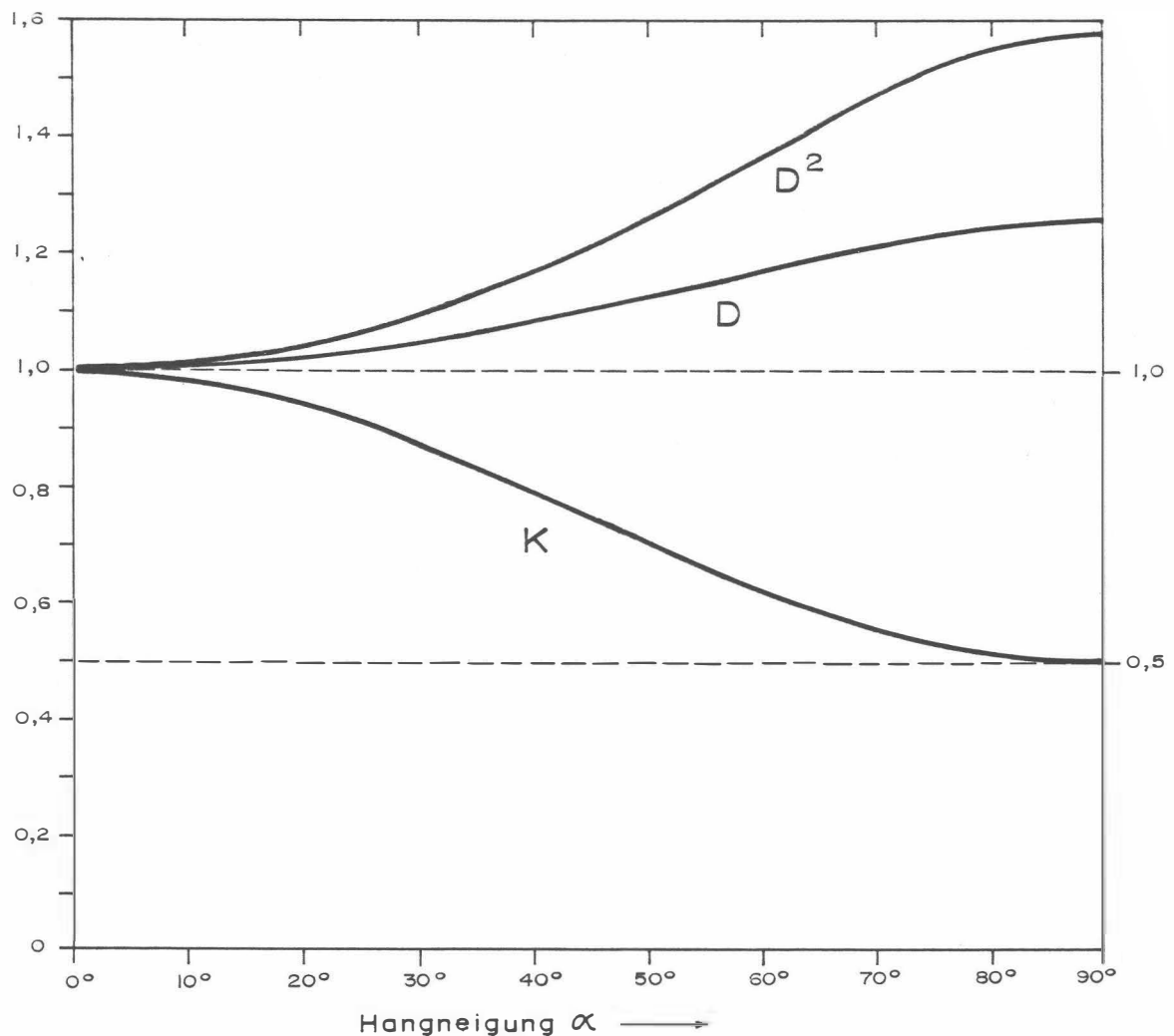


Abb. A2: Verfälschungsfaktoren  $K$ ,  $D$  und  $D^2$  in Abhängigkeit vom Neigungswinkel  $\alpha$  der Erdoberfläche für ein koplanares EM-System mit vertikalem Sendedipol;  $q$  = Quotient Horizontal- zu Vertikal-komponente des sekundären Magnetfeldes.

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 Inver-

sion der Meßdaten in die obigen Parameter für das Modell eines homogenen Halbraumes herangezogen werden, der z.B. bei MUNDURY (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

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

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

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

(MUNDURY 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  $p'$

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

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 coaxialen 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 coaxialen 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

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

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.

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.

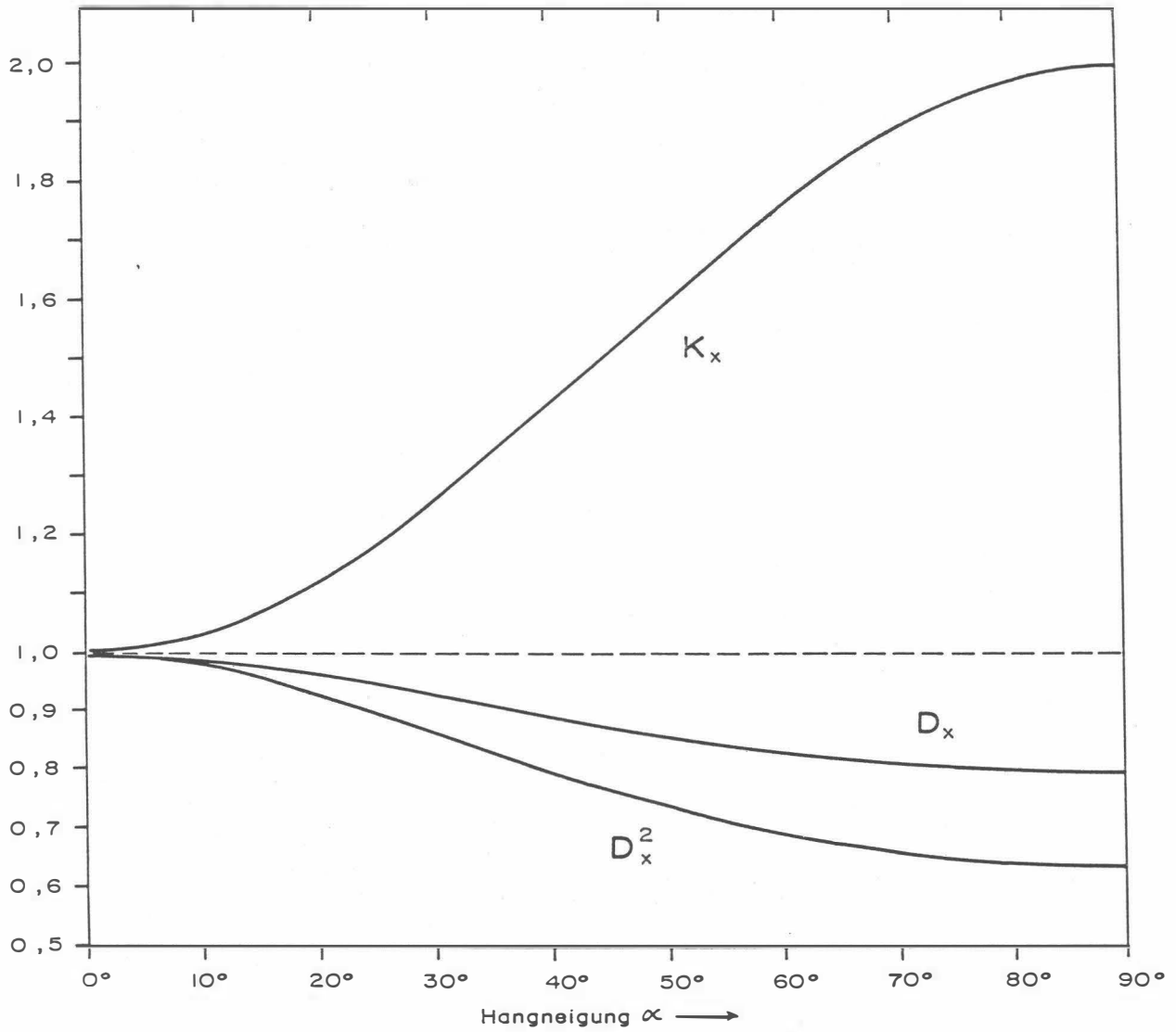


Abb. A3: Verfälschungsfaktoren  $K_x$ ,  $D_x$  und  $D_x^2$  als Funktion von  $\alpha$  für ein koaxiales EM-System mit horizontalem Sendedipol.

## 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.

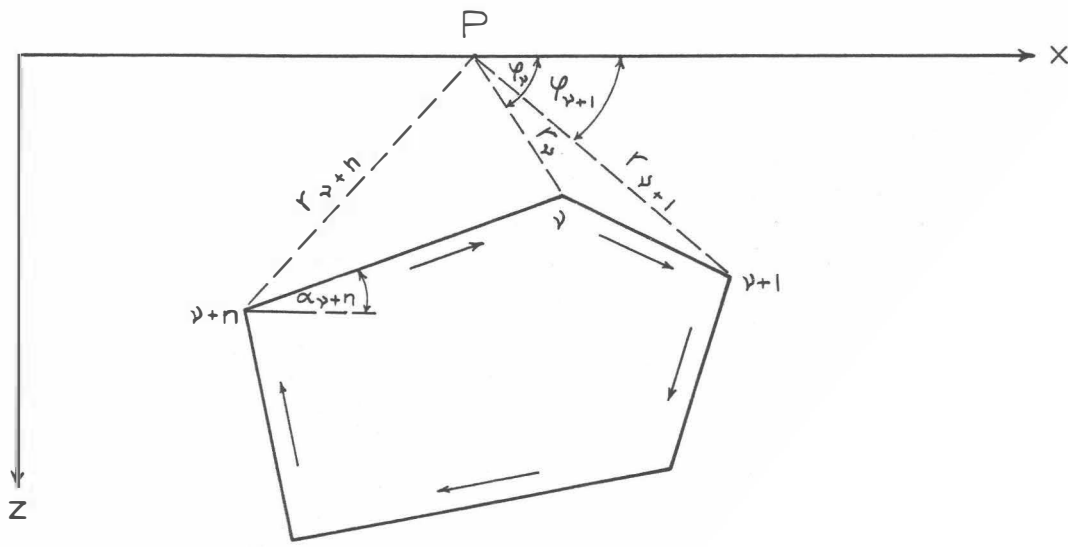


Abb. B1: Die Berechnung von magnetischen Störkörperanomalien mit Hilfe eines Polygonzuges.

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

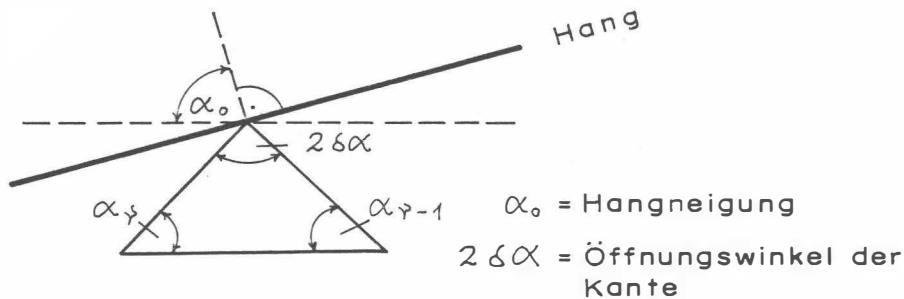


Abb. B2: Modellannahme zur Berechnung von magnetischen Anomalien eines Bergkammes.

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.



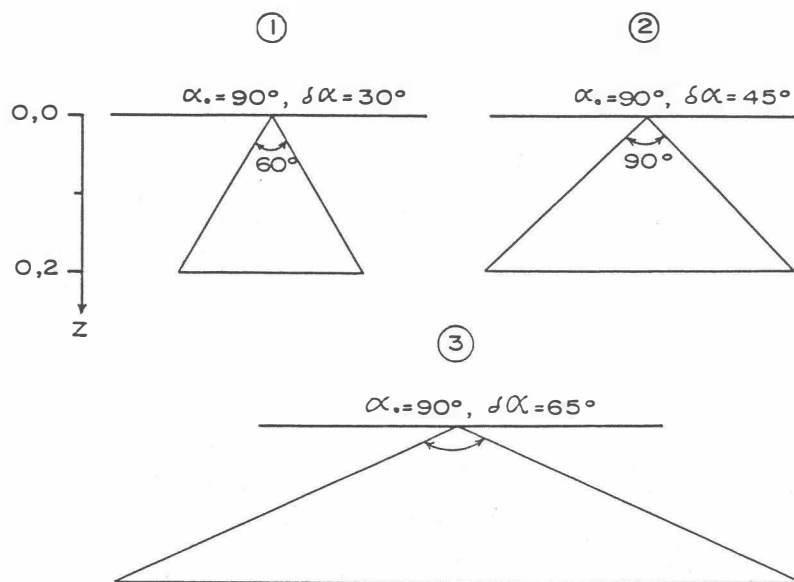
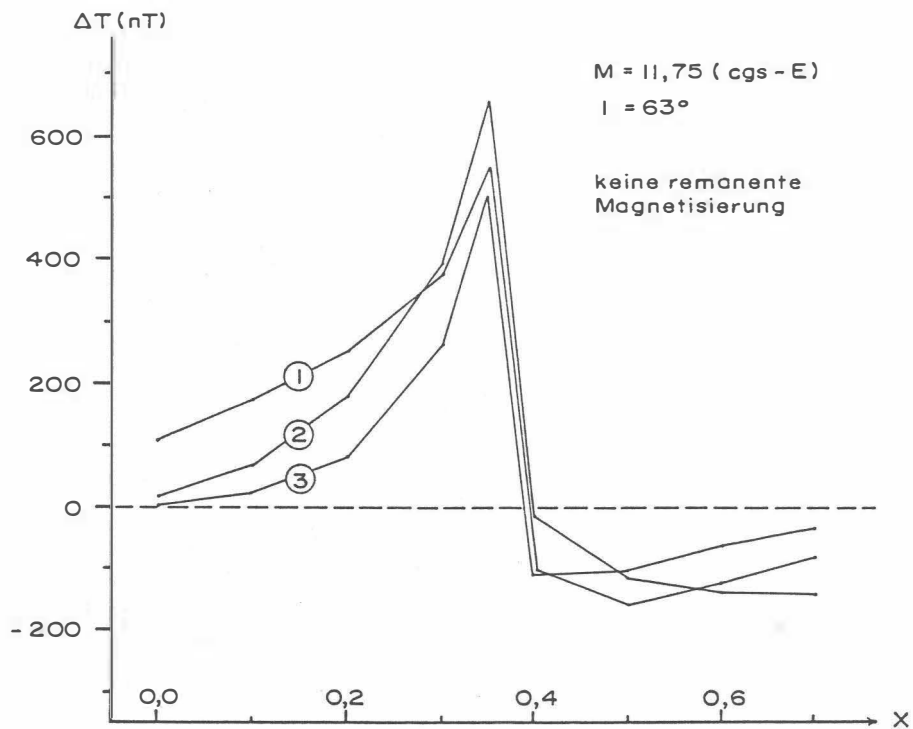
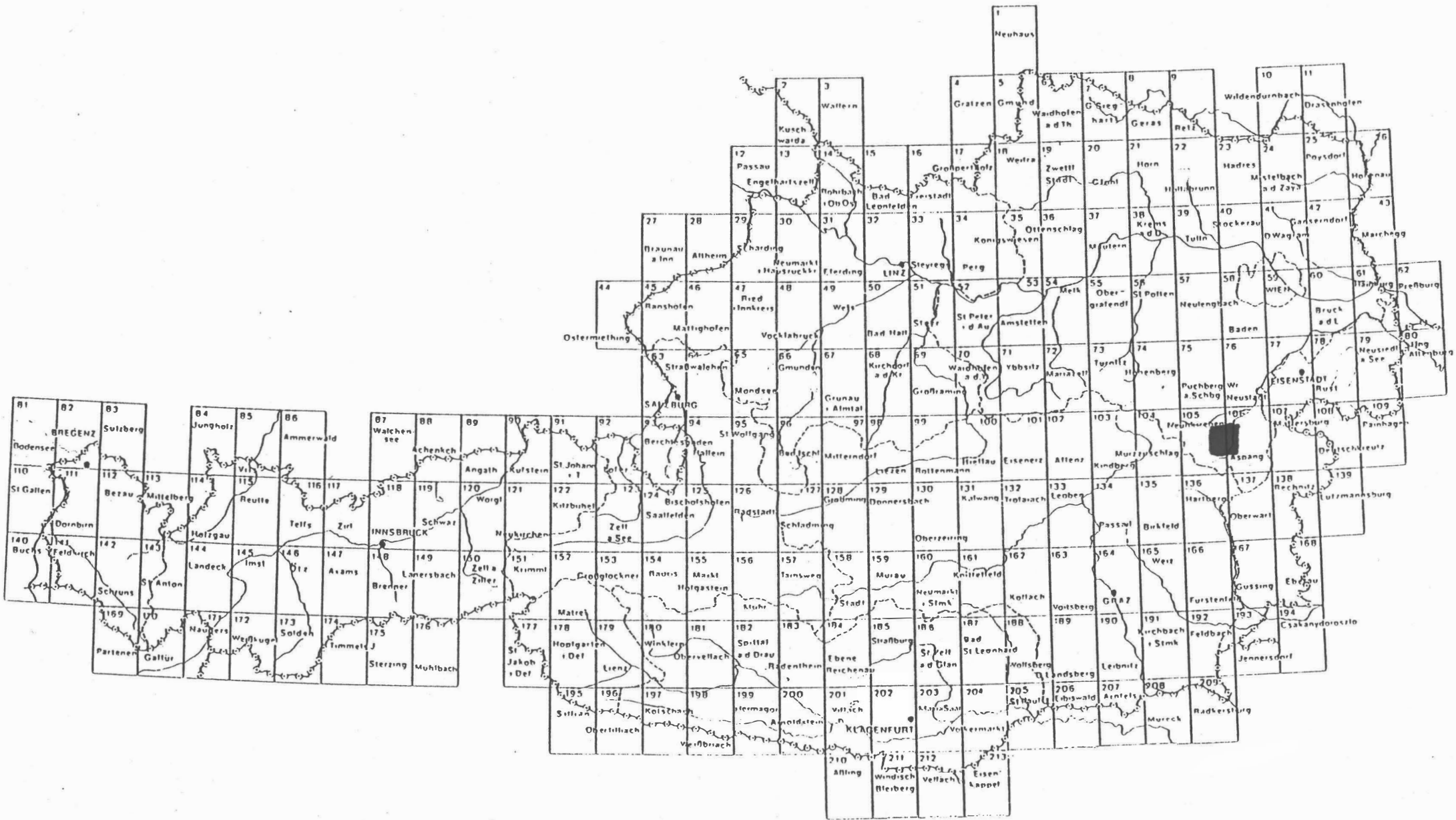


Abb. B3: Der Einfluß des komplementären Öffnungswinkels ( $2\delta\alpha$ ) und einer Kante auf die  $\Delta T$ -Anomalie,  $\alpha_0 = 90^\circ$ .



WIMPASSING  
δ (396)

5 284 000

5 280 000

5 276 000

5 272 000

5 268 000

-25 000

-20 000

-15 000



GRIMMENSTEIN  
δ 405



**AERO-GEOPHYSIK**

**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:  
KIRCHBERG AM WECHSEL

Projekt-Nr.:  
NC-6g/82

LAGEPLAN DER FLUGPROFILE

Anlagen-Nr.:  
1

Profil mit  
Paßpunkten

Maßstab:  
1 : 25 000

L = Meßprofil  
K = Kontrollprofil

Koordinaten-  
System:  
Gauß-Krüger der  
österreichischen  
Luftbildkarte  
(Bezugsmeridian  
M 34)

Bearbeiter:  
Seberl, Shouß, Köhary,  
Labrosse, Erberger,  
Blumner, Biedermann,  
Puchner, Stern, Staudinger,  
Wehrle, Rosa, Gramig,  
Lang, Schabus, Kaltschek



WIMPASSING  
6 (196)

5 284 000

5 280 000

5 276 000

5 272 000

5 268 000

GRIMMENSTEIN  
6 405

KIRCHBERG am Wechsel  
▲ (581)

ST. CORONA am Wechsel  
▲ (844)

ASPANG MARKT  
▲ (498)



Meßgebiet:  
KIRCHBERG AM WECHSEL

Projekt-Nr.:  
NC-6g/82

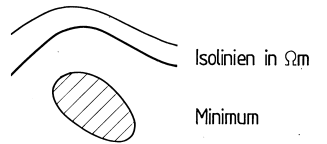
Isolinienplan  
SCHEINBARER WIDERSTAND  
3600 Hz

Anlagen-Nr.:  
2

Maßstab:  
1 : 25 000

Koordinaten-  
System:  
Gauß-Krüger der  
österreichischen  
Luftbildkarte  
(Bezugsmeridian  
M 34)

Bearbeiter:  
Seberl, Strauß, Kihazy,  
Lobnigge, Eichberger,  
Blumoser, Biedermann,  
Pachner, Stern, Staudinger,  
Viehla, Rissa, Gramling,  
Lang, Scheub, Kaltschek



0 0,5 1km

WIMPASSING  
8 (396)

5 284 000

5 280 000

5 276 000

5 272 000

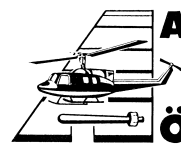
5 268 000

-26.000

-20.000

-16.000

GRIMMENSTEIN  
405 8



**AERO-GEOPHYSIK**

**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:

KIRCHBERG AM WECHSEL

Projekt-Nr.:

NC-6g/82

Isolinienplan

SCHENBARER WIDERSTAND  
900 Hz

Anlagen-Nr.:

3

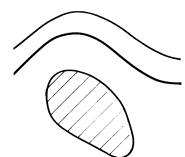
Maßstab:

1 : 25 000

Koordinaten-  
System:  
Gauß-Krüger der  
österreichischen  
Luftbildkarte  
(Bezugsmeridian  
M 34)

Bearbeiter:

Seibert, Strauß, Köhler,  
Lobnig, Eichberger,  
Blumauer, Biedermann,  
Puchner, Stern, Staudinger,  
Wahrle, Rosu, Gramann,  
Lang, Schabus, Kaliszek



Isolinien in  $\Omega m$

Minimum

0 0,5 1km

WIMPASSING  
♠ (396)

5 284 000

5 280 000

♠

♠

♠

♠

♠

5 276 000

5 276 000

KIRCHBERG am Wechsel  
♠ (581)

GRIMMENSTEIN  
♠ 405

♠

5 272 000

ST CORONA am Wechsel  
♠ (844)

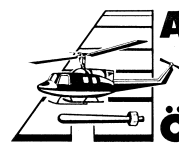
5 268 000

ASPANG-MARKT  
♠ (498)

5 264 000

5 260 000

5 256 000



**AERO-GEOPHYSIK**

**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:

KIRCHBERG AM WECHSEL

Projekt-Nr.:

NC-6g/82

Isolinienplan  
SCHEINBARE TIEFE  
3600 Hz

Anlagen-Nr.:

4

Maßstab:

1 : 25 000

Koordinaten-System:  
Gauß-Krüger der  
österreichischen  
Luftbildkarte  
(Bezugsmeridian  
M 34)

Bearbeiter:

Seberl, Strauß, Köhler,  
Loibnegger, Eichberger,  
Braunoser, Biedermann,  
Puchner, Stern, Staudinger,  
Wehrle, Rosa, Gramann,  
Lang, Schabus, Klataschek

Tiefenlinien  
in m

0 0,5 1km

WIMPASSING  
6 (396)

5 284 000

5

20

20

30

30

20

30

20

(K)

20

GRIMMENSTEIN  
405 6

KIRCHBERG am Wechsel  
Δ (581)

20

30

40

ST. CORONA am Wechsel  
Δ (844)

5 272 000

60

70

60 70

(K)

70

ASPANG MARKT  
Δ (698)

5 268 000

-20.000

-20.000



Meßgebiet:

KIRCHBERG AM WECHSEL

Projekt-Nr.:

NC-6g/82

Isolinienplan  
SCHEINBARE TIEFE  
900 Hz

Anlagen-Nr.:

5

Maßstab:  
1 : 25 000

Koordinaten-  
System:  
Gauß-Krüger der  
österreichischen  
Luftbildkarte  
(Bezugsmeridian  
M 34)

Bearbeiter:

Seibert, Strauß, Köhary,  
Lobnig, Eichberger,  
Blumauer, Biedermann,  
Puchner, Stern, Staudinger,  
Wehrle, Rassa, Gramann,  
Lang, Schabus, Klatoschek

Tiefenlinien  
in m

(K)

Anomalie mit künstlicher  
Ursache

0 0,5 1 km

WIMPASSING  
6 (396)

5 284 000

5 280 000

5 276 000

5 276 000

5 272 000

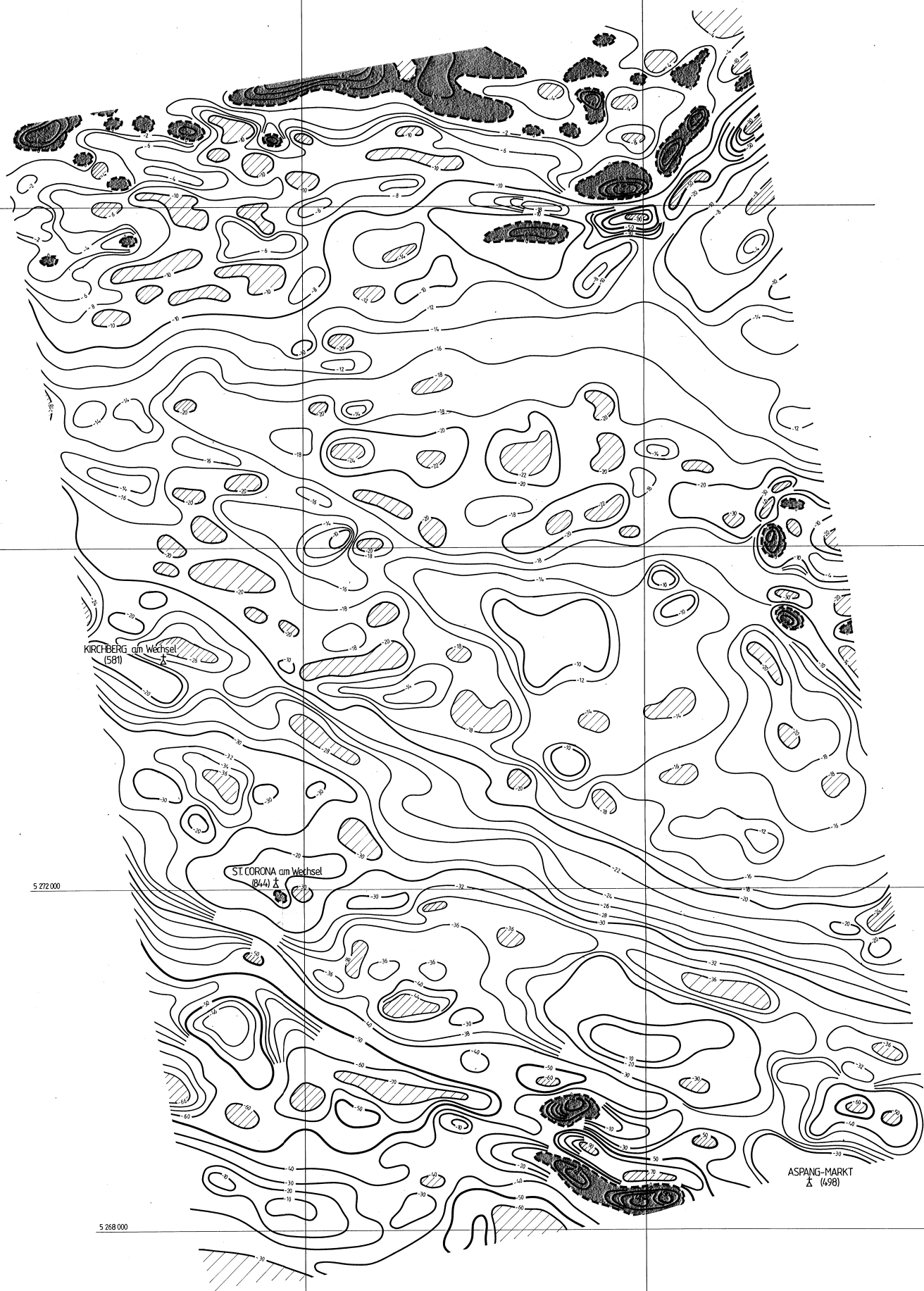
5 268 000

5 264 000

5 260 000

5 256 000

GRIMMENSTEIN  
405 6



**AERO-GEOPHYSIK**

**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:

KIRCHBERG AM WECHSEL

Projekt-Nr.:

NC-6g/82

Isolinienplan

TOTALINTENSITÄT

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

Anlagen-Nr.:

6

Maßstab:

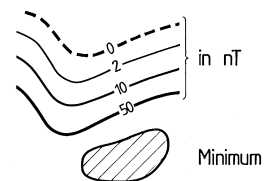
1 : 25 000

Koordinaten-System:

Gauß-Krüger der österreichischen Luftbildkarte (Bezugsmeridian M 34)

Bearbeiter:

Seberl, Strauß, Köhler,  
Lobnig, Eichberger,  
Blumauer, Biedermann,  
Puchner, Stern, Staudinger,  
Viehla, Rissa, Gramonig,  
Lung, Schabus, Kallischek



0 0,5 1 km



WIMPASSING  
6 (196)

5 284 000

5 280 000

5 276 000

5 272 000

5 268 000

24 000

20 000

20 000

GRIMMENSTEIN  
6 405



**AERO-GEOPHYSIK**

**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:

KIRCHBERG AM WECHSEL

Projekt-Nr.:

NC-6g/82

Isolinienplan

Gammastrahlenspektrometrie  
(0,4 - 3,0 MeV)

GESAMTSTRAHLUNG

Anlagen-Nr.:

7

Maßstab:

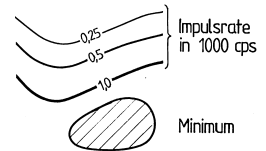
1 : 25 000

Koordinaten-

System:  
Gauß-Krüger der  
österreichischen  
Luftbildkarte  
(Bezugsmeridian  
M 34)

Bearbeiter:

Seibert, Strauß, Kihay,  
Leibinger, Eichberger,  
Blumenseer, Biedermayr,  
Puchner, Stern, Staudinger,  
Wahrle, Rössl, Gromberg,  
Lang, Schabus, Kollischek



0 0,5 1km

WIMPASSING  
8 (396)

5 284 000

5 280 000

5 276 000

5 272 000

5 272 000

5 268 000

5 264 000

5 260 000

5 256 000

GRIMMENSTEIN  
405 8

KIRCHBERG am  
(581) a Wechsel

ST. CORONA  
(844) a Wechs.

ASPANG MARKT  
(498) a



**AERO-GEOPHYSIK**

**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:

KIRCHBERG AM WECHSEL

Projekt-Nr.:

NC-6g/82

Isolinienplan  
Gammastrahlenspektrometrie  
(1,36 - 1,56 MeV)  
KALIUM ( $K^{40}$ )

Anlagen-Nr.:

8

Maßstab:

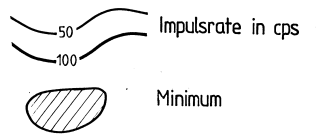
1 : 25 000

Koordinaten-

System:  
Gauß-Krüger der  
österreichischen  
Luftbildkarte  
(Bezugsmeridian  
M 34)

Bearbeiter:

Seberl, Strauß, Kitzay,  
Lobneggner, Eichberger,  
Blaumoser, Biedermann,  
Puchner, Stern, Staudinger,  
Wehrle, Resa, Gramann,  
Lang, Scheib, Kallischek



0 0,5 1km

396

5 284 000

5 280 000

5 276 000

5 272 000

5 268 000

26.000

20.000

26.000

GRIMMENSTEIN  
Ö 405

KIRCHBERG am Wechsel

ST. CORONA am Wechsel  
(B44)

ASPANG MARKT  
(498)



Meßgebiet: KIRCHBERG AM WECHSEL  
Projekt-Nr.: NC-6g/82

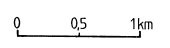
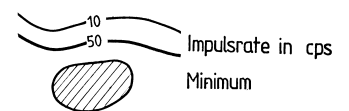
Isolinienplan  
Gammastrahlenspektrometrie  
(1,67-1,87 MeV)  
URAN ( $Bi^{214}$ )

Anlagen-Nr.: 9

Maßstab: 1 : 25 000

Koordinaten-System:  
Gauß-Krüger der österreichischen Luftbildkarte (Bezugsmeridian M 34)

Bearbeiter:  
Seibert, Strauß, Köhler,  
Lobnig, Eichberger,  
Blumauer, Biedermann,  
Puchner, Stern, Staudinger,  
Wehrle, Resa, Graminger,  
Lang, Schabus, Koltschek



WIMPASSING  
8 (396)

5 284 000

5 280 000

5 276 000

KIRCHBERG am  
(581)  $\Delta$  Wechsel

ST. CORONA am Wechsel  
(844)  $\Delta$

5 272 000

KIRCHBERG am  
(581)  $\Delta$  Wechsel

ASPANG-MARKT  
(498)  $\Delta$

5 288 000

GRIMMENSTEIN  
8 405

-26.000

-26.000

-20.000



**AERO-GEOPHYSIK**

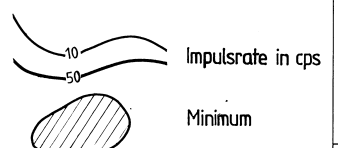
**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:  
KIRCHBERG AM WECHSEL

Projekt-Nr.:  
NC-6g/82

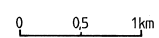
Isolinienplan  
Gammastrahlenspektrometrie  
(2,42 - 2,83 MeV)  
THORIUM ( $Tl^{208}$ )

Anlagen-Nr.:  
10  
Maßstab:  
1 : 25 000



Koordinaten-System:  
Gauß-Krüger der  
österreichischen  
Luftbildkarte  
(Bezugsmeridian  
M 34)

Bearbeiter:  
Seibert, Strauß, Köhler,  
Lobnigge, Eichberger,  
Braunegger, Biedermaier,  
Puchner-Stern, Staudinger,  
Wehrle, Rosa, Graming,  
Lang, Schabus, Kaltschak



WIMPASSING  
Ö (396)

5 284 000

5 280 000

5 278 000

5 272 000

5 268 000

GRIMMENSTEN  
Ö 405

KIRCHBERG am Wechsel  
Δ (581)

ST. CORONA am Wechsel  
Δ (844)

ASPANG MARKT  
Δ (498)



**AERO-GEOPHYSIK**

**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:

KIRCHBERG AM WECHSEL

Projekt-Nr.:

NC-6g/82

Isolinienplan

Gammastrahlenspektrometrie

VERHÄLTNIS U/Th

Anlagen-Nr.:

11

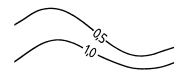
Maßstab:  
1 : 25 000

Koordinaten-  
System:

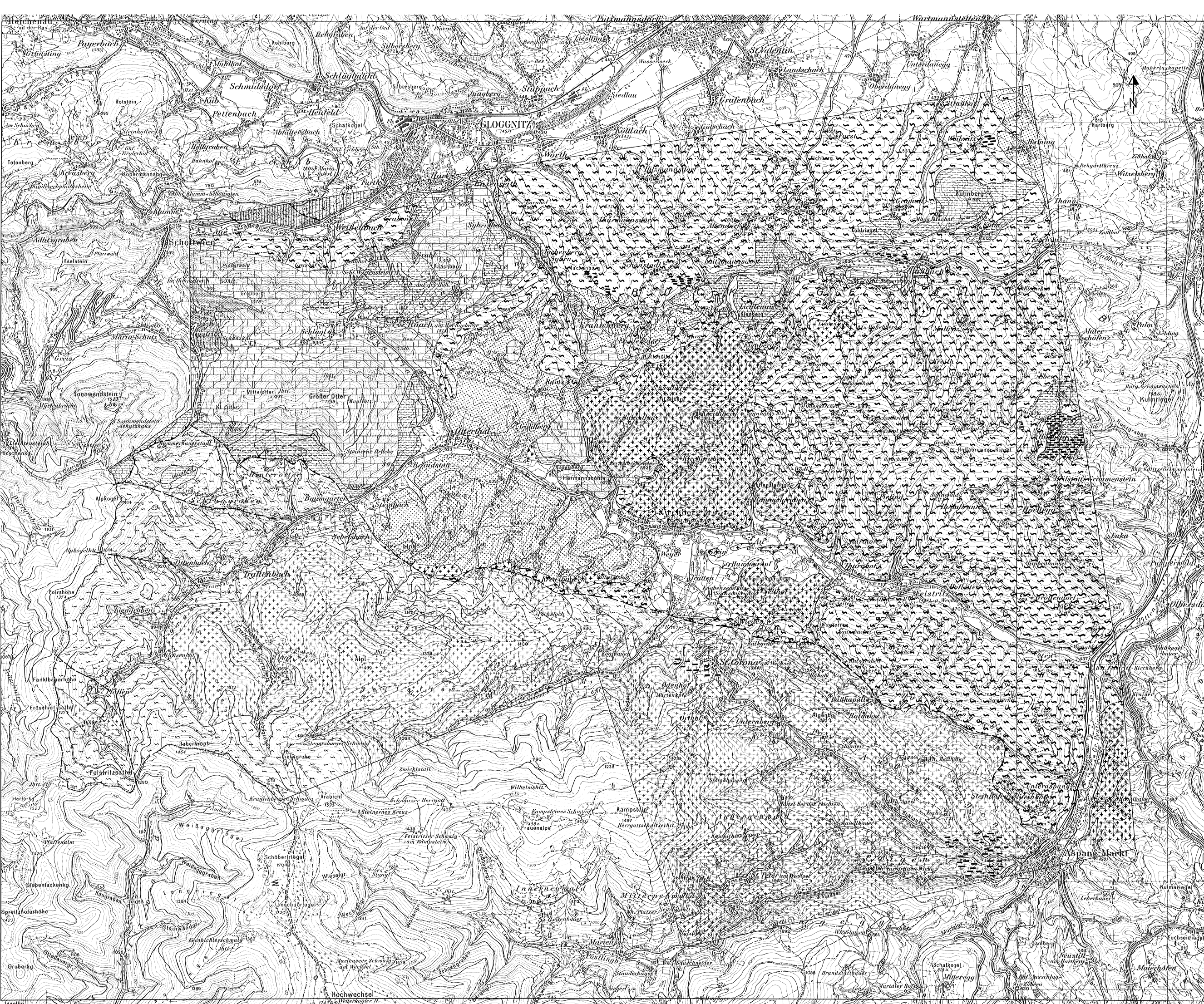
Gauß-Krüger der  
österreichischen  
Luftbildkarte  
(Bezugsmeridian  
M 34)

Bearbeiter:

Seibel, Strauß, Köhler,  
Lobnig, Eichberger,  
Braumoser, Biedermann,  
Puchner, Stern, Staudinger,  
Winkl, Rössler, Gromberg,  
Lang, Schabus, Kölschek



0 0.5 1km



- Legende :**
- Quartär
    - Alluvionen (Lehm, Sand, Kies)
  - Tertiär
    - Tertiär von Gloggnitz (Sand, Ton, kohleführend, Karpat?) und Kirchberg am Wechsel (Schotter, Sand, Ton, Helvet?)
  - Grauwackenzone
    - Obere Grauwackendecke: Porphyroid, Serizitphylite
    - Untere Grauwackendecke: Sandstein, Schiefer
  - Tattermannschuppe
    - Quarzit - Serizitschiefer
  - Semmeringsystem
    - Quarzit - Serizitschiefer, Mergelschiefer, Gips
    - Kalk - Dolomitmarmore, Rauhwacken
    - Quarzit, Quarzitschiefer, (Semmeringquarzit)
    - Porphyroidschiefer
    - Glimmerschiefer, Paragneise
    - Grünschiefer
    - Granitgneise, Augengneise
  - Wechselsystem
    - „Wechselschieferserie“ (Paragneise, Grünschiefer)
    - „Wechseltagegneise“ (Granitgneise, Glimmerschiefer)
    - Amphibolite in „Wechseltagegneise“
  - tektonische Linie (Brüche, Überschiebung)



Meßgebiet: **KIRCHBERG AM WECHSEL** Projekt-Nr.: **NC-6g/82**

Kompilierte geologische Karte des nördlichen Wechselgebietes Anlagen-Nr.: **12**

Zusammengestellt nach BUDA G. 1980, FAUPL P. 1970, MATURA A. 1984 - 1987, RIEDMÜLLER G. 1967

Maßstab: **1:25 000**

Koordinaten-System:

Bearbeiter: **PIRKL H.**

