

# **AERO-GEOPHYSIK**

# **ÖSTERREICH**

Aerogeophysikalische Vermessung

von

**ZILLINGDORF -  
LICHTENWÖRTH**

(LG, Projekt NA - Id/81)

1. Eingangsdatum 1985-11-18	2. Berichtsart Forschungsbericht	3. ARCHIV - Nr. A 06156
4. Titel des Berichtes Aerogeophysikalische Vermessung von <del>XXXXXXXXXXXX</del> <del>XXXXXXXXXXXX</del> Teilen des südlichen Wiener Beckens: Zillingdorf-Lichtenwörth		5. Standort TEXT KARTE/BEIL. R
		6. Ordnungszahl
		7. A.2.
11. Verfasser Seiberl, Wolfgang; Heinz, Herbert; Thiele, Otto		8. VERTRAULICHKEIT : 3
		9. Abschlußdatum Wien, 1985-09
		10. Veröffentlichungsdatum
12. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Geologische Bundesanstalt, <del>Wien</del> FA Geophysik		13. Ber.-Nr. Auftragnehmer
		14. Projekt - Code N-A-001d/81
		15. Seitenzahlen 20
		16. Literaturangaben
17. Fördernde Institution (Name, Anschrift)		18. Abbildungen 5
		19. Tabellen
20. Projekttitel Aerogeophysikalische Vermessung von <del>XXXXXXXXXXXX</del> <del>XXXXXXXXXXXX</del> Teilen des südlichen Wiener Beckens;		21. Beilagen 7
		22. Erledigungen SACHBEARBEITER 105
23. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)		B G L Ö erl G
		GEOKART
		Kopie an REDAKTION zugeleitet an:
ÖK - Bl.-Nr. 76;77;		ANMERKUNGEN TA all
Schlagwörter Wiener Becken (südl.); Ödenburger Pforte Aerogeophysik; Gammastrahlenspektrometrie; Magnetik; Tektonik; Kohlenausbisse		
<div>Sicherheitsfilm M 986 - E erl. Gabler Quik</div>		

# AEROGEOPHYSIKALISCHE VERMESSUNG

von

Teilen des südlichen Wr.Beckens

Zillingdorf — Lichtenwörth

(LG, Projekt NA-1d/81)

von

Wolfgang Seiberl,  
Herbert Heinz

und

Otto Thiele

Wien, September 1985

Geologische Bundesanstalt

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung . . . . .	1
1. Projektziel und Ablauf des Projekts . . . . .	2
2. Planung und Durchführung der Vermessung . . . . .	3
2.1. Meßausrüstung . . . . .	3
2.2. Fluglinien . . . . .	3
2.3. Durchführung der Messungen . . . . .	5
2.4. Personal . . . . .	8
3. Datenverarbeitung und Kartenherstellung . . . . .	8
3.1. Aufgabe der ADV . . . . .	8
3.2. Datenkontrolle . . . . .	9
3.3. Flugwegdaten . . . . .	10
3.4. Kartierung der anomalen magnetischen Totalintensität ( $\Delta T$ ) . . . . .	10
3.5. Radiometrische Kartierung . . . . .	11
3.5.1. Die Quellen der natürlichen Gammastrahlung . . . . .	11
3.5.2. Korrekturen der Meßdaten . . . . .	12
3.5.3. Herstellung der Isolinienpläne . . . . .	15
4. Geologie des Meßgebietes . . . . .	15
5. Ergebnisse . . . . .	16
5.1. Isoanomalien der Totalintensität $\Delta T$ . . . . .	16
5.2. Gammastrahlenspektrometrie . . . . .	17
5.2.1. Gesamtstrahlung (Total count) . . . . .	17
5.2.2 Kalium ( $K^{40}$ ) . . . . .	18
5.2.3. Uran ( $Bi^{214}$ ) . . . . .	18
5.3.4. Thorium ( $Tl^{208}$ ) . . . . .	18
5.2.5. Verhältnis Uran/Thorium (U/Th) . . . . .	19
6. Empfehlungen . . . . .	19
7. Literatur . . . . .	20
8. Verzeichnis der Anlagen . . . . .	20

## **Zusammenfassung**

Der Raum zwischen Lichtenwörth und Zillingdorf bzw. der niederösterreichisch-burgenländischen Landesgrenze wurde durch eine aerogeophysikalische Engvermessung untersucht. Sowohl die Gammastrahlenspektrometrie als auch die Magnetik ergaben Hinweise auf verschiedene Bruchsysteme, deren Streichrichtungen SSW-NNE bzw. SE-NW verlaufen.

Weiters konnte mit den aerogeophysikalischen Messungen die Ausbißlinie der Zillingdorfer Kohleformationen SE von Lichtenwörth festgestellt werden.

## 1. Projektziel und Ablauf des Projekts

Entsprechend dem Projektantrag wurde als Projektziel definiert, daß mit Hilfe von aerogeophysikalischen Messungen (Magnetik, Gammastrahlenradiometrie) Aussagen über den Beckenuntergrund und etwaige Bruchsysteme im Raum Zillingdorf-Bergwerk gewonnen werden sollten. Die Meßergebnisse sollten in der Folge auf Kohlenhöflichkeit geprüft werden.

Ursprünglich sollten die Meßflüge im Raum Zillingdorf im Sommer 1981 durchgeführt werden. Durch die verspätete Gerätebestellung und die Verzögerung bei der Bereitstellung des Meßhubschraubers konnte mit den Testflügen — im Raum Dunkelsteinerwald — nicht vor September 1982 begonnen werden. Daher war es erst nach Einschulung der Projektmitarbeiter möglich, das Projektgebiet, dessen Lage der Abbildung 1 entnommen werden kann, erst im November 1982 zu befliegen. Dabei wurde ein Feldflughafen im Meßgebiet eingerichtet.

Eine weitere Verzögerung in der Projektabwicklung trat dadurch auf, daß ein vollkommen neues Softwarepaket zur Auswertung und Darstellung der Meßdaten zu entwickeln war. Zusätzlich mußte während dieser Arbeiten wegen diverser Hardwareprobleme an der Rechananlage der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik auf jene des interuniversitären Rechenzentrums gewechselt werden.

Mit der Herstellung erster Ergebniskarten konnte im Herbst 1984 begonnen werden. Die Fertigstellung letzterer wurde im Dezember 1984 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 5-DHU, durchgeführt.

Die Meßausrüstung hat folgende Komponenten:

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) Zur Messung der Flughöhe über Grund dient ein Radarhöhenmesser Sperry AA-220.
- 4) Der Flugweg wird auf einer Breite von  $\pm 100m$  durch eine Flugwegkamera (Automax GS 2) auf 35mm-Film aufgezeichnet.
- 5) Ein Magnetbandgerät (Kennedy 9800) registriert Signale von 7 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.
- 6) Das ganze Meßsystem wird von einem mikroprozessorgesteuerten Datenerfassungssystem vom Typ Geometrics G-714 gesteuert.

Der Datenfluß im Hubschrauber-Meßsystem ist in Abb. 2 vereinfacht dargestellt.

### 2.2. Fluglinien

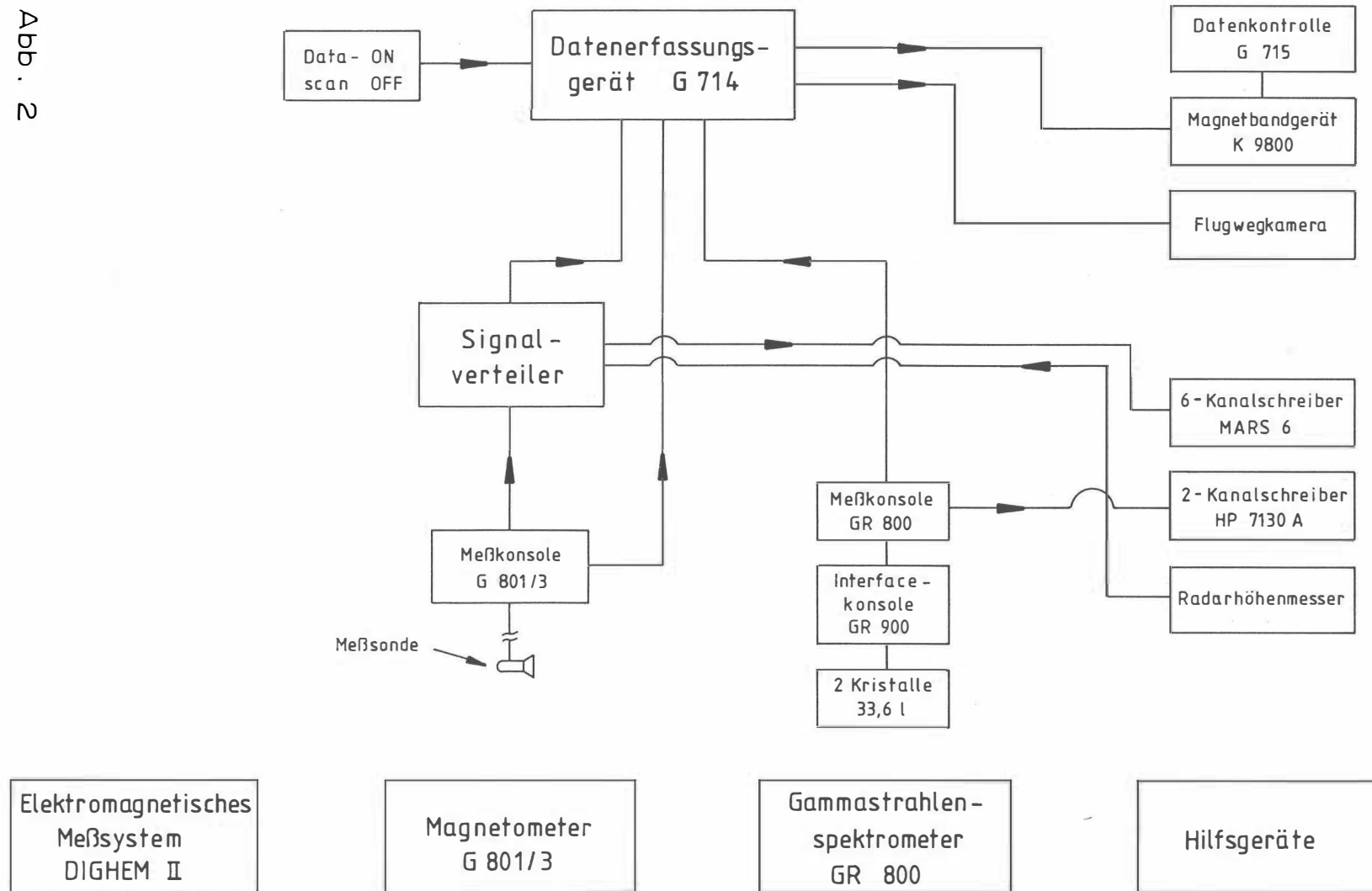
*Flugrichtung:* Folgende Richtungen wurden für die Fluglinien gewählt:

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

Kontrollprofile...  $35^{\circ} \rightarrow 215^{\circ}$

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

Abb. 2





*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 Luftbildkarte im Maßstab 1:10.000, 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 ( $\text{Th}^{208}$ ) 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).

*Meßflüge:* 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:

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

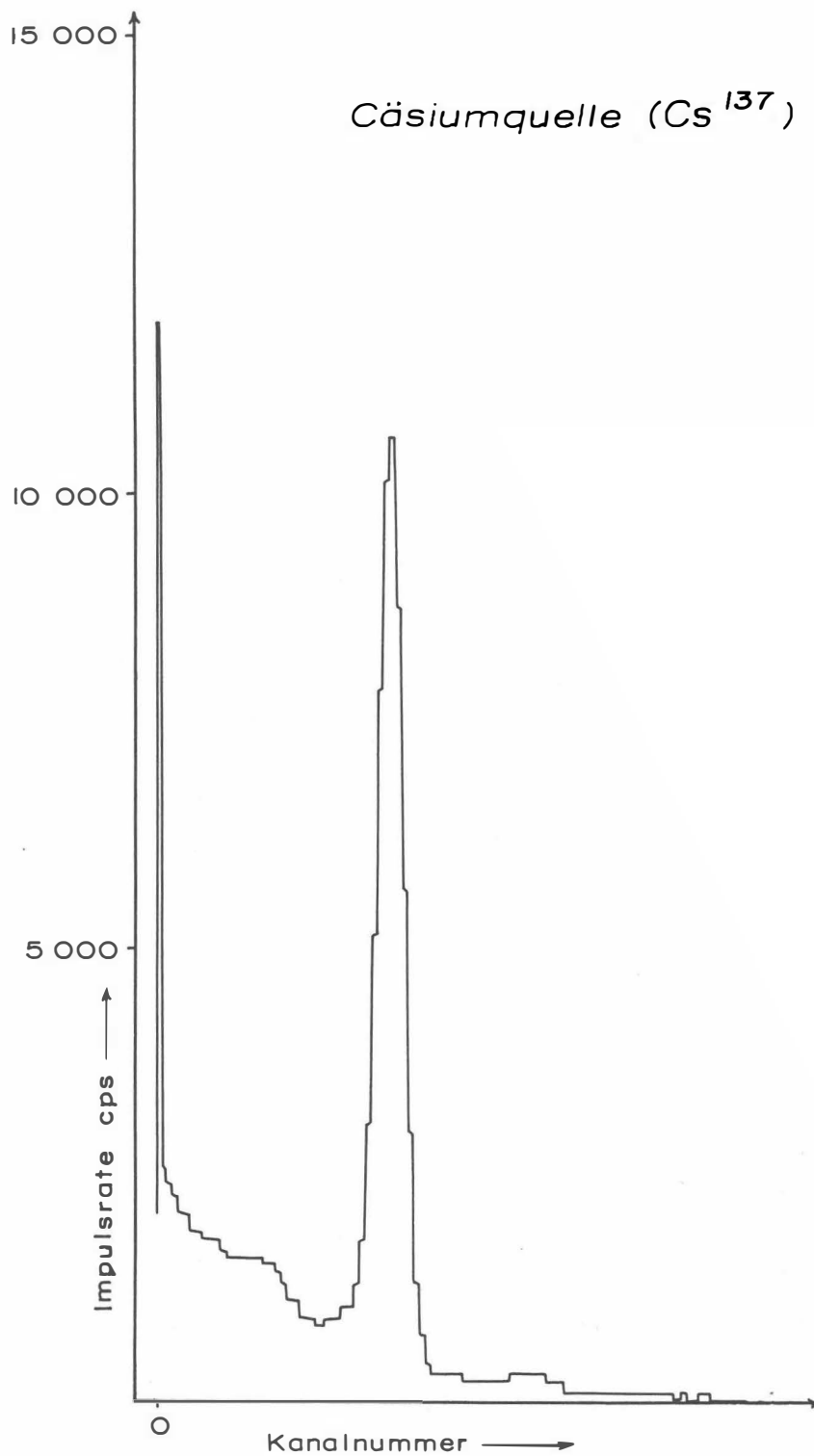
Die Fluggeschwindigkeit betrug im Mittel ca. 125 km/h, während die durchschnittliche Meßflugdauer bei etwa 2 h (inkl. An- und Abflug zum und vom Meßgebiet) lag.

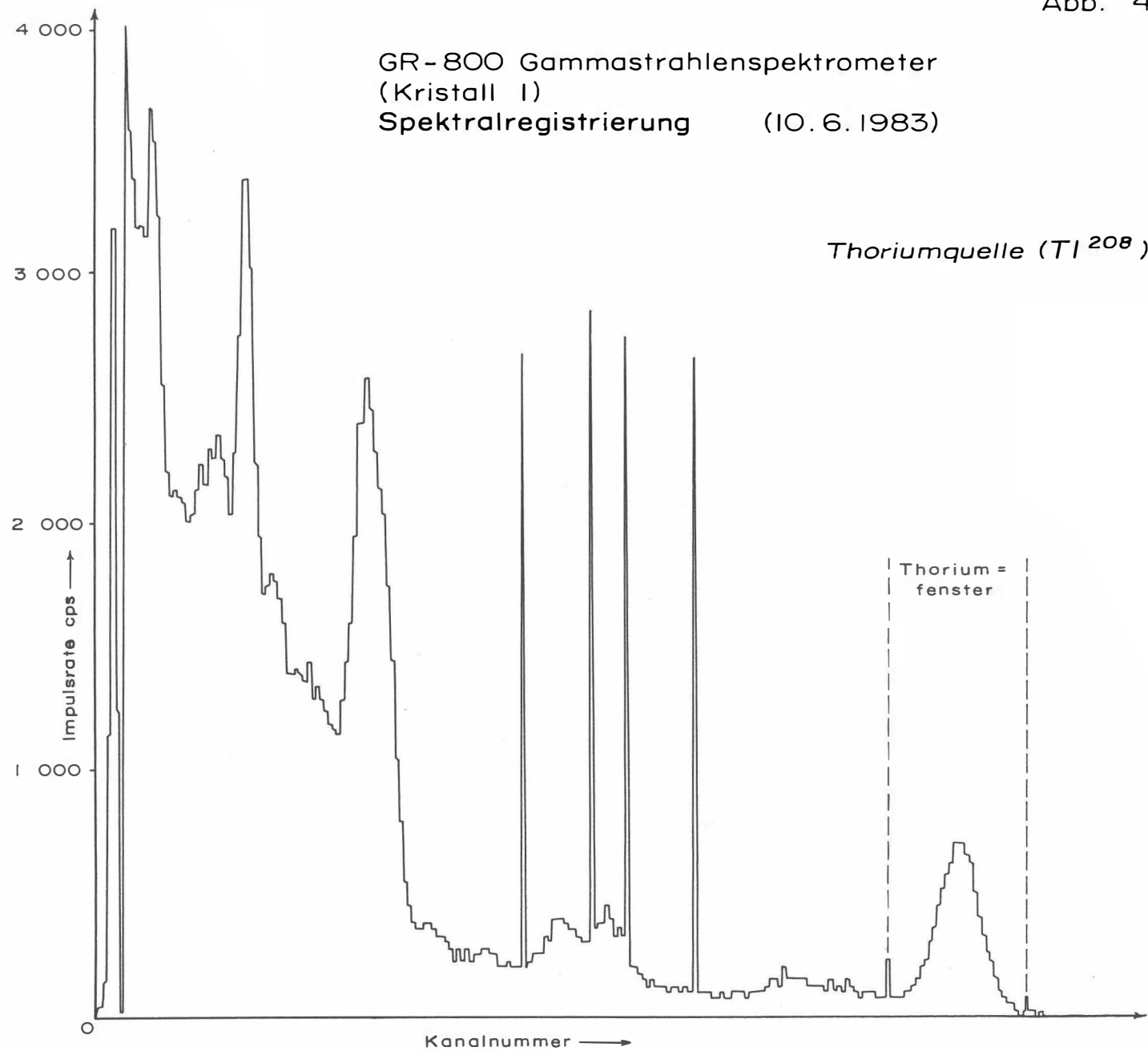
Insgesamt wurden 2 Meßflüge absolviert, wobei ein sogenannter “Steigflug”, bei dem die Höhenabhängigkeit der Gammastrahlenenergie im Meßgebiet bestimmt wird, beinhaltet ist.

Abb. 3

GR - 800 Gammastrahlenspektrometer  
(Kristall I)

Spektralregistrierung (10. 6. 1983)





## **2.4. Personal**

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

Geologische Bundesanstalt/Universität Wien:

Univ.Prof. Dr.Wolfgang Seiberl

Geologische Bundesanstalt:

Dr.Herbert Heinz

Franz Strauß

Österreichische Akademie der Wissenschaften:

Dr.Udo Strauß

Maria Loibnegger

Anton Radman †

Horst Eichberger

Michael Herdy

Bundesministerium für Landesverteidigung:

Peter Lang

Rainer Wehrle

Oskar Schabus

## **3. Datenverarbeitung und Kartenherstellung**

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

Die Verarbeitung der Meßdaten des Untersuchungsgebietes Zillingdorf 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 Rechanlage 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 ausgeschlossen werden.

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

In der Anlage 7 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 beiden eben genannten Gradienten wurden auch bei der großräumigen aeromagnetischen Vermessung des Bundesgebietes (AMVÖ) verwendet. Dadurch ist eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den diesem Bericht zugrunde liegenden geomagnetischen Ergebnissen und jenen der AMVÖ gegeben.

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. Dabei werden die reduzierten Werte ( $\Delta T$ ) mit Hilfe eines Trommelplotters in einem geeignetem Maßstab kartenmäßig wiedergegeben. Anschließend erfolgt eine händische Konturierung sowie die Reinzeichnung für die Berichtlegung. Wegen der starken Dynamik des anomalen Magnetfeldes sind die Isolinien mit verschiedenen Strichstärken dargestellt, nämlich:

- dünne Linien im Abstand von  $2nT$
- mittelstarke Linien im Abstand von  $10nT$
- Nulllinien strichliert.

### 3.5. Radiometrische Kartierung

#### 3.5.1. Die Quellen der natürlichen Gammastrahlung

Die Gammastrahlung der Gesteine und der aus ihnen entstandenen Böden stammt im wesentlichen von 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.

### 3.5.2. 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.
- 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 Streukoeffizienten  $S_{UTh}$  in der Form

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

geschieht.



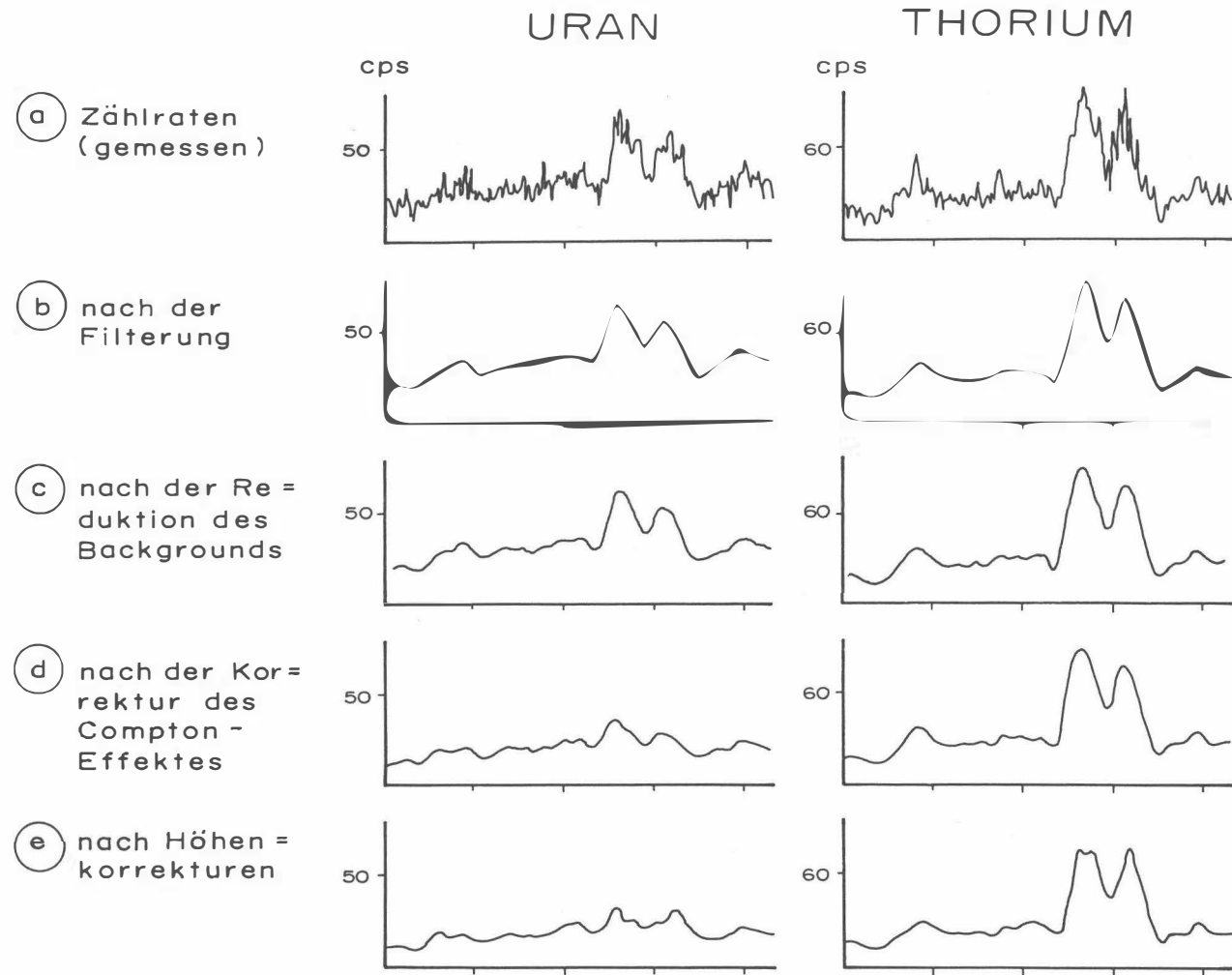


Abb. 5 a - e : Darstellung der Korrekturschritte in der Gammastrahlenspektrometrie .

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 unbekannten Gehalt der Luft an Radon<sup>222</sup> verfälscht. Es werden daher standardmäßig Steigflüge im Meßgebiet durchführt, 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:

$$\begin{aligned}\mu(\text{Total}) &= 0.001266 \\ \mu(\text{Kalium}) &= 0.001513 \\ \mu(\text{Uran}) &= 0.001258 \\ \mu(\text{Thorium}) &= 0.001221\end{aligned}$$

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 Raumes Zillingdorf keine Berechnungen der Radioelementkonzentrationen durchgeführt werden.

### 3.5.3. 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.

Ähnlich wie bei der Darstellung der magnetischen Daten wurden in der Folge die reduzierten Energiewerte der Gammastrahlung entlang der Flugprofile geplottet und händisch konturiert. Dabei wurden folgende Isolinienintervalle gewählt:

Gesamtstrahlung (Anlage 2)	... 500 cps (cps=counts/s)
Kalium (Anlage 3)	... 10 cps
Uran (Anlage 4)	... 20 cps
Thorium (Anlage 5)	... 20 cps
Verhältnis Uran/Thorium (Anlage 6)	... 0.25

## 4. Geologie des Meßgebietes

Das bearbeitete Gebiet liegt im südlichen Wiener Becken, und zwar nahe seinem SE-Rand, westlich der alten Braunkohle-Bergbaugebiete Neufeld-Zillingdorf-Pötsching.

Zur Orientierung über den regionalen geologischen Rahmen sei auf die amtliche Geologische Karte von Wien und Umgebung 1:200.00 von *W.Fuchs* und *R.Grill (1984)* verwiesen.

Folgende Schichtglieder sind im beflogenen Gebiet vertreten (die Ziffern in Klammer betreffen die Nummern der Ausscheidungen auf obengenannter Karte):

- Abraumhalden und Deponien der Braunkohletage- und - untertagebauten (1);
- lehmig-sandig-schottrige Ablagerungen von Leitha, Warme Fische, Sulzbach, Hirmer Bach (7);
- Schotter der Niederterrassen lokaler Gerinne, vor allem der Leitha (10);
- im äußersten Südosten, vor allem als Bedeckung des Pannons, Löß und Lehm (14);
- Steinfeldschotter (15 und 16);

- ungegliederte Terrassenschotter (37);
- Tone und Sande des Ponts, lokal Feinkies, in tieferen Bereichen lignitische Lagen und Lignitflöze (45);
- Tonmergel, Sand, Ton, selten auch Schotter des Pannons (46);
- im äußersten Süden, schon außerhalb des eigentlichen Untersuchungsgebietes, Tonmergel und Sande des Sarmat (48).

Der markanteste, oberflächlich ausbeißende Horizont ist die lignitführende Serie. Sie ist einige Zehnermeter mächtig und besteht aus zwei Flözen bzw. Flözgruppen nahe der Basis des Ponts. Die Ausbißlinie ist einerseits durch die im Gefolge der Tagebaue entstandenen Badeseen (Neufelder- bis Pötschinger See) markiert, andererseits durch die seitlich davon abgelagerten Abraumhalden.

Die generelle Streichrichtung der Kohleführenden Serie ist Nord-Süd, bei flachem Ausheben gegen Ost. Im Detail ist die Tektonik jedoch wesentlich komplizierter, da eine Serie von SSW-NNE verlaufenden Staffelbrüchen die pontische Schichtfolge gegen Westen, also gegen das Beckeninnere zu, mehr und mehr absenkt und das Streichen und Einfallen der Schichten innerhalb der einzelnen Schollen nicht gleichsinnig verläuft.

Die genaue Schichtfolge bis zur Basis des tieferen Lignitflözes, die faziellen Entwicklungen und die örtliche Paläogeographie, die tektonischen Formen und Störungen sind durch eine große Anzahl von Untersuchungsbohrungen erfaßt. Bei der praktischen Auswertung der vorliegenden Meßergebnisse wird auf die detaillierten Berichte über die einzelnen Bohrkampagnen zurückgegriffen werden müssen. Hierbei ist auch Augenmerk auf die Reste der alten Bergbauanlagen zu richten. Einige alte Schächte (Karlschacht, Wetterschacht) treten beispielsweise – sowohl bei den radiometrischen als auch bei den geomagnetischen Messungen – als markante Anomalien hervor.

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Isoanomalien der Totalintensität $\Delta T$

Das Anomalienmuster der Totalintensität (Anlage 7) zeigt im Untersuchungsgebiet i.a. einen sehr ruhigen Verlauf. Bis auf wenige, lokal bedingte Anomalien, erreichen die Maxima kaum Werte über 10 nT.

Zwischen Wr. Neustadt und Lichtenwörth läßt sich ein Anomalienzug mit Maximalwerten von etwa 4-6 nT erkennen. Dieser dürfte sich NE von Lichtenwörth Richtung Zillingdorf fortsetzen. Möglicherweise sind die relativ hohen  $\Delta T$ -Werte bei Zillingdorf auf anthropogene Quellen zurückzuführen. Die Ursache für diesen Anomalienzug ist möglicherweise in größerer Tiefe zu suchen, sodaß durch eine quantitative Auswertung Hinweise auf den Beckenuntergrund gewonnen werden könnten.

Im Bereich des südlichen Wr.Beckens zwischen Lichtenwörth und Pötsching schwanken die  $\Delta T$ -Werte nur um ganz wenige Nanotesla (nT). Trotzdem kann teilweise ein SE-NW verlaufender Isolinientrend erkannt werden. Er könnte u.U. einen Indikator für entsprechende Bruchsysteme darstellen. Ergänzend sei hier festgestellt, daß auch die Ergebnisse der Gammastrahlenradiometrie diese Annahmen teilweise unterstützen.

Von den vier sehr auffallenden lokalen Anomalien im Vermessungsgebiet können drei auf künstliche Quellen zurückgeführt werden: die Anomalie 300m NW des Pötschinger Sees kann sicherlich mit der ehemaligen Bergbautätigkeit in Zusammenhang gebracht werden. Im Bereich der negativen Anomalie ca. 2km WNW des eben erwähnten Sees liegt ein großes landwirtschaftliches Gut. Die dritte Anomalie (ca. 2km WSW des Pötschinger Sees) wird durch den westlichen Siedlungsraum der Ortschaft Pötsching verursacht. Keine augenscheinlichen anthropogenen Quellen konnten für die Anomalie am SW-Ende des Vermessungsgebietes (NW-Bereich des Zillingdorfer Waldes) gefunden werden.

Hinweise auf die kohleführenden Horizonte können nur sehr vage dem Anomalienbild entnommen werden. Etwa 1km NNE des Pötschinger Sees läßt sich eine kleine Anomalie (-4 nT) erkennen, die ein möglicher Indikator für die hier NNE-SSW verlaufenden Bruchsysteme sind. Letztere spielen bei der Kohlenprospektion im Zillingdorfer Raum eine große Rolle. Ca. 2,5 km SSE von Lichtenwörth zeigt sich eine magnetische Anomalie (-2 nT) auf einer Streichlänge von etwa 1km. Sie korreliert relativ gut mit einer Urananomalie, sodaß geschlossen werden kann, daß hier die kohleführenden Sedimentfolgen ausbeissen.

Ergänzend sei hier noch festgestellt, daß die in den vergangenen Jahren (*Steinhauser et al., 1982*) im Norden des derzeitigen Meßgebiets durchgeführten geomagnetischen Bodenmessungen eine recht gute qualitative Übereinstimmung mit den vorliegenden Ergebnissen zeigen.

## 5.2. Gammastrahlenspektrometrie

### 5.2.1. Gesamtstrahlung (Total count)

In der Anlage 2 sind die Isolinien der Gesamtstrahlung dargestellt. Die minimalen Zählraten liegen unter 2000 cps, die Maxima über 4500 cps. Der Mittelwert der Gesamtstrahlung dürfte bei 2500 cps liegen. Folgende anomalen Bereiche konnten festgestellt werden:

- Das auffälligste Maximum (> 4500 cps) liegt im Umfeld des Pötschinger Sees und hängt sicherlich mit der ehemaligen Bergbautätigkeit in diesem Gebiet zusammen.
- Hohe Werte (> 4000 cps) liegen NNE des eben erwähnten Sees und sie könnten ein Hinweis auf das, für die im Raume Zillingdorf auftretenden Kohleverkommen sehr wichtige, SSW-NNE verlaufende Bruchsystem sein.
- Zwei bis drei Kilometer SSE von Lichtenwörth zeigen sich auf einer Streichlänge von etwa 1,5 km erhöhte Zählraten bis 4000 cps. Diese sind ein Ausdruck der hier ausbeisenden Kohleformation.
- Etwas erhöhte Zählraten (bis 3500 cps), deren Ursachen noch zu klären wären, konnten zwischen Lichtenwörth und Zillingdorf festgestellt werden.

### 5.2.2 Kalium ( $K^{40}$ )

Die Anlage 3 zeigt den Isolinienplan der  $K^{40}$ -Verteilung im Untersuchungsgebiet. Das Anomalienmuster ist eher uneinheitlich. Möglicherweise macht sich in den landwirtschaftlich genutzten Gebieten die Verwendung von Kalidünger bemerkbar. Der Mittelwert der Zählrate dürfte bei 40 cps, der "background" bei 30 cps liegen. Lokal eng begrenzt können Maximalwerte von bis zu 80 cps auftreten, wobei eines der Maxima zwischen Lichtenwörth und Zillingdorf (ähnlich wie bei der Gesamtstrahlung) auftritt.

### 5.2.3. Uran ( $Bi^{214}$ )

Aus den geologischen Befunden ist schon länger bekannt, daß die Kohleformationen des Raumes Zillingdorf uranführend sind. Es ist daher verständlich, daß gerade in den Bereichen, in denen in der Vergangenheit Bergbaue betrieben worden sind (z.B.: Pötschinger See), die größten Zählraten ( $> 120$  cps) für Uran auftreten. Dies kann der Anlage 4 entnommen werden. Die Backgroundzählrate ist  $< 60$  cps und der Mittelwert dürfte zwischen 60 und 80 cps liegen. Relative Maxima zeigen sich, neben den schon angeführten erhöhten Werten um den Pötschinger See,

- den Ergebnissen der Gesamtstrahlung entsprechend, ca. 1km NNE des oben erwähnten Gewässers, sodaß sich erwartungsgemäß das SSW-NNE verlaufende Bruchsystem auch in den Uranzählraten bemerkbar macht.
- Ebenso zeigen sich wiederum erhöhte Werte ( $> 100$  cps) etwa 2km SSE von Lichtenwörth auf einer Streichlänge von 2,5km (Ausbiß der Kohleformation) und
- im Bereich zwischen Lichtenwörth und Zillingdorf.
- Weitere lokale Zählraten, die größer als 100 cps sind, konnten auch im Beckeninneren zwischen Lichtenwörth und Pötsching festgestellt werden. Diese Anomalien sind unter Umständen ein Hinweis auf weitere Störungssysteme.
- Von gewissem Interesse sind auch die schwachen Indikationen auf Störungszonen, die zu dem schon erwähnten SSW-NNE Bruchsystem querlaufen (Streichrichtung SE-NW). Ein solches deutet sich zwischen dem Pötschinger See und Zillingdorf an.

Im SE-Teil des Vermessungsgebietes (WSW des Pötschinger Sees) konnten nur kleine Zählraten gemessen werden. Möglicherweise sind diese auf die in manchen Bohrungen, die in diesem Bereich niedergebracht worden sind, festgestellte Vertaubungszonen zurück zu führen.

### 5.3.4. Thorium ( $Tl^{208}$ )

Die Anlage 5 zeigt den Isolinienplan der Thoriumzählrate. Ähnlich wie bei der Verteilung der entsprechenden Uranwerte treten auch für das Element Thorium die größten Zählraten ( $> 200$  cps) wegen der ehemaligen Bergbaue um den Pötschinger See auf. Auch die übrigen Thorium-Maxima

- ca. 1km NNE des Pötschinger Sees,

— 2km SSE von Lichtenwörth,

— im Bereich zwischen Lichtenwörth und Zillingdorf

korrelieren eng mit den entsprechenden Urananomalien. Viel deutlicher als in der Uran zählratenverteilung machen sich in den Thoriumwerten die SE-NW verlaufenden Querstörungen zwischen dem Pöttchinger See und dem Gebiet Lichtenwörth - Zillingdorf bemerkbar.

Ergänzend sei hier noch bemerkt, daß die durchschnittliche Thoriumzählrate bei etwa 125 cps liegt, und der Background kleiner als 100 cps sein dürfte.

#### 5.2.5. Verhältnis Uran/Thorium (U/Th)

In der angelsächsischen Literatur wird oft auf die Nützlichkeit der Darstellung des Verhältnisses U/Th verwiesen (z.B.: *Killeen, 1979*), wobei sich vor allem Urananomalien deutlicher darstellen lassen.

Eine entsprechende Untersuchung wurde wegen der Uranführung der Zillingdorfer Flöze für das Projektgebiet versucht, um mögliche Störungssysteme, die die Kohleformationen durchsetzen, besser erkennen zu können. Wie die Anlage 6 zeigt, konnten keine entsprechenden Ergebnisse erzielt werden. Anscheinend sind Uran und Thorium in ihrem Auftreten eng miteinander verknüpft.

## 6. Empfehlungen

An Hand der Ergebnisse der aerogeophysikalischen Untersuchung des Raumes Zillingdorf wird empfohlen, bei etwaigen zukünftigen Explorationsvorhaben auf Kohle vor allem dem

Bereich 2 bis 3km SE von Lichtenwörth

erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Weiters sollte auch das

Gebiet zwischen Lichtenwörth und Zillingdorf

wegen der gammastrahlenspektrometrischen Meßresultate genaueren Betrachtungen unterzogen werden.

## 7. Literatur

FUCHS,W.,GRILL,R.: Geologische Karte von Wien und Umgebung (1:200.000), GBA, Wien 1984

International Atomic Energy Agency (IAEA): Gamma Ray Surveys in Uranium Exploration. Techn.Rep.Series No.186, Vienna 1979

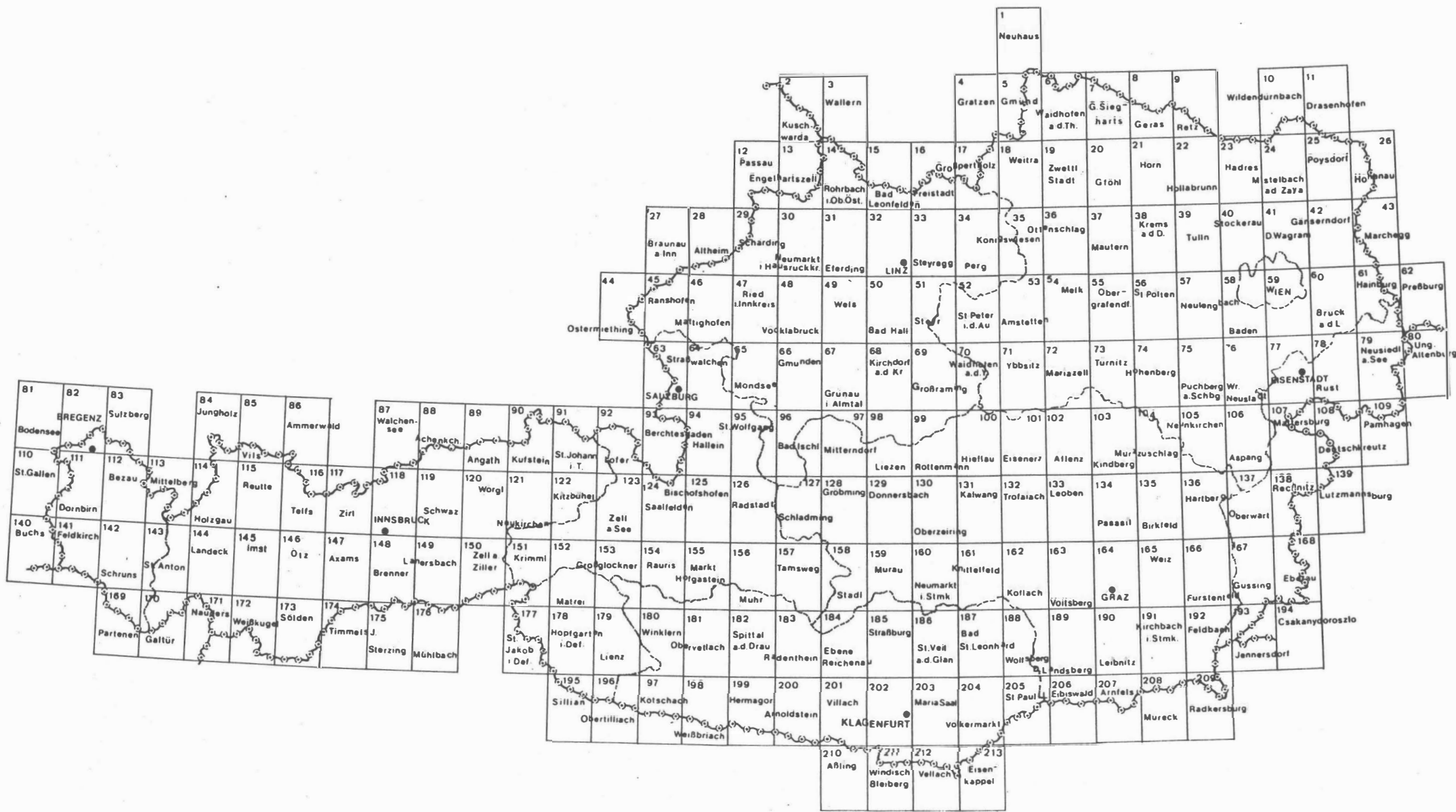
KILLEEN, P.G.: Gamma ray spectrometric methods in Uranium explorative — application and interpretation. Geophysics and Geochemistry in the Search for Metallic Ores. Geol.Surv.Can., 31 , Ottawa 1979

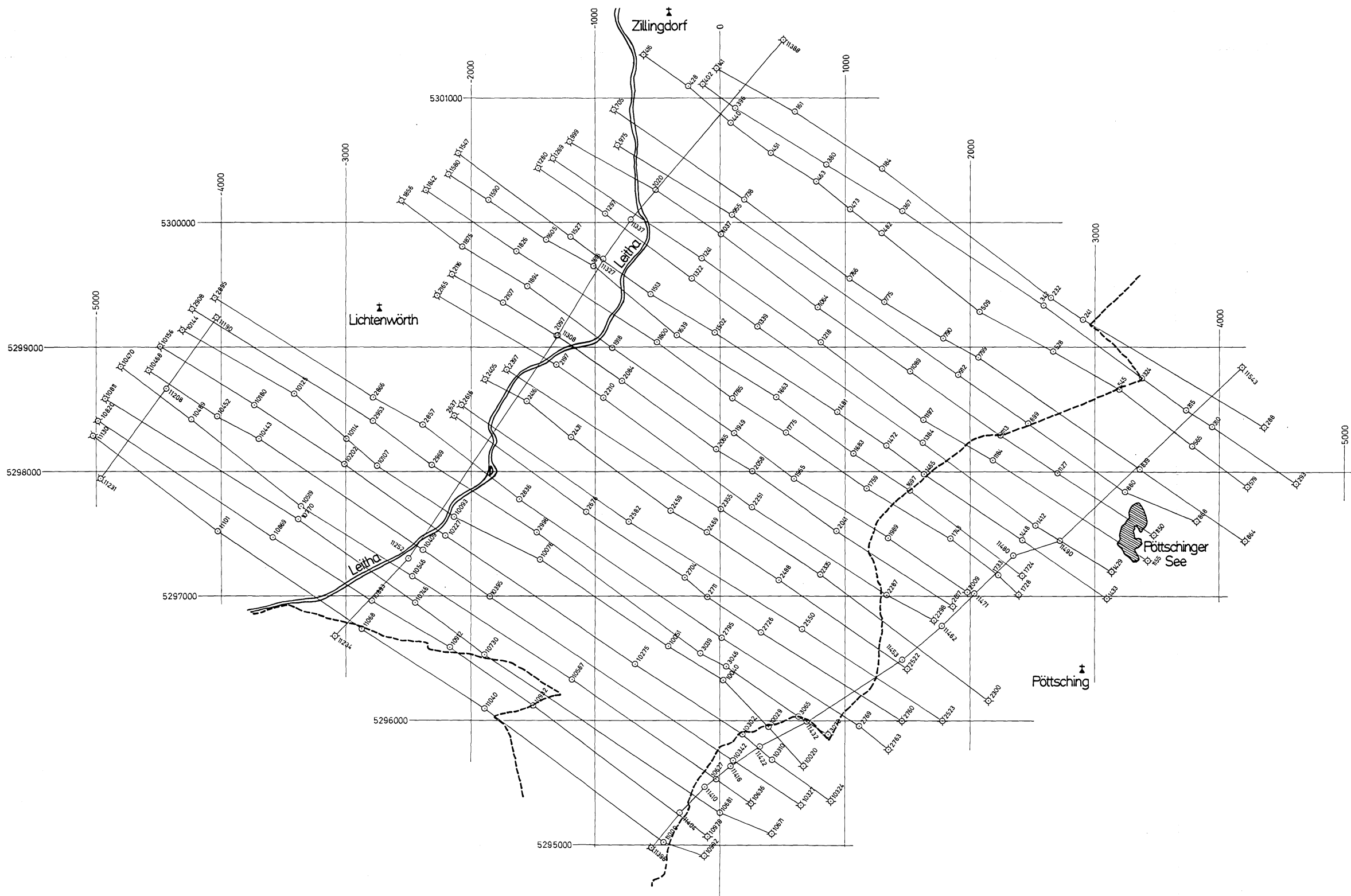
STEINHAUSER,P.,SEIBERL,W.,MEURERS,B.,BIEDERMANN,A.,HEINZ,H., ARIC,K.: Montangeophysikalische Untersuchung der Untergrundstrukturen im Raum Zillingdorf-Süd. Geophysikalischer Forschungsbericht Nr.5, Institut für Meteorologie und Geophysik, Wien 1982

## 8. Verzeichnis der Anlagen

1. Lageplan der Flugprofile
2. Gammastrahlenspektrometrie: Gesamtstrahlung
3. Gammastrahlenspektrometrie: Kalium ( $K^{40}$ )
4. Gammastrahlenspektrometrie: Uran ( $Bi^{214}$ )
5. Gammastrahlenspektrometrie: Thorium ( $Pb^{208}$ )
6. Verhältnis Uran/Thorium
7. Isolinienplan Totalintensität  $\Delta T$





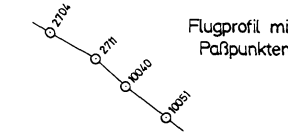


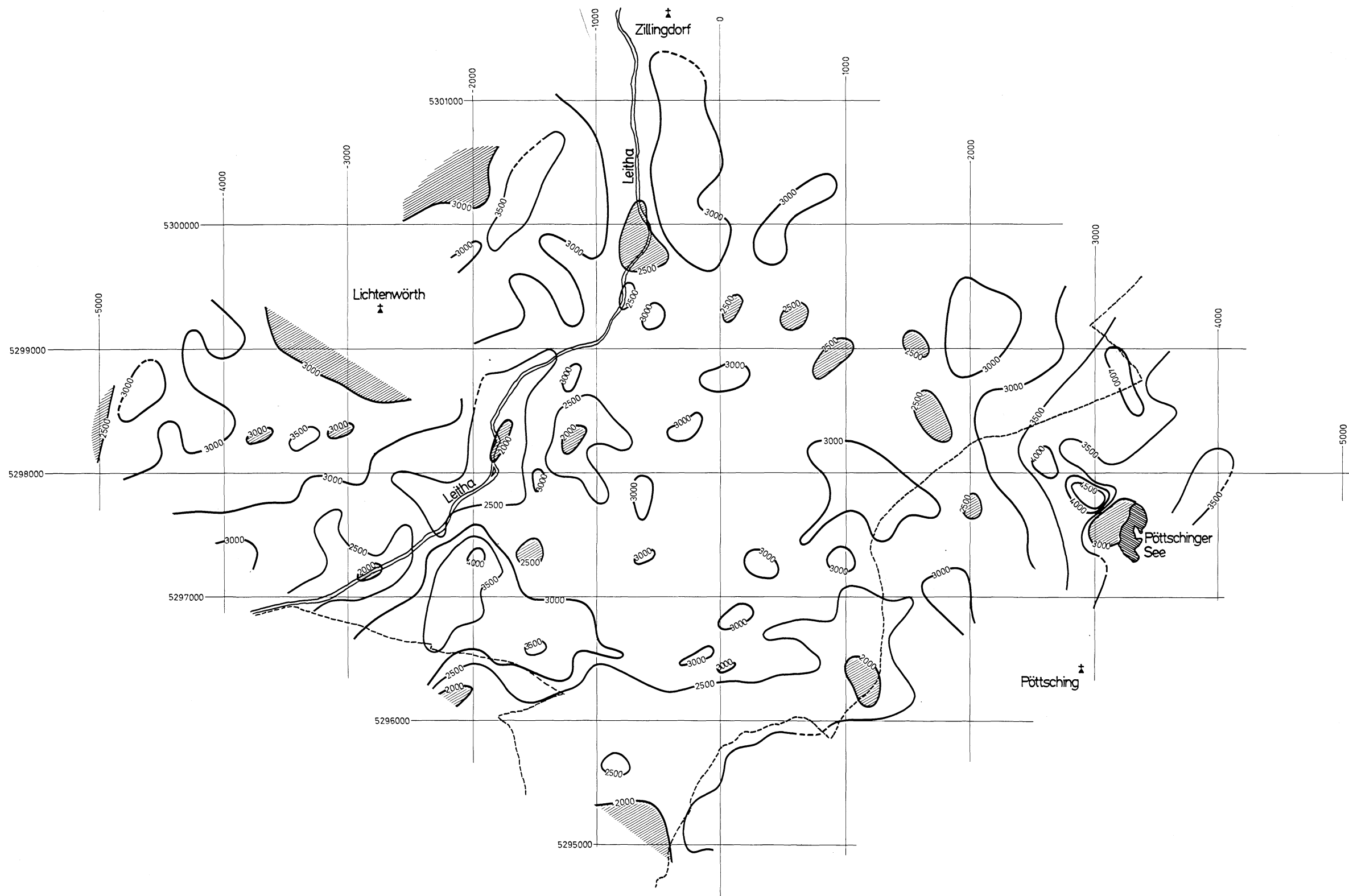
**AERO-GEOPHYSIK  
ÖSTERREICH**

Meßgebiet:  
**ZILLINGDORF**

Projekt-Nr.:  
**NA-1d/81**

Lageplan der Flugprofile





# AERO-GEOPHYSIK ÖSTERREICH

Meßgebiet:  
**ZILLINGDORF**

Projekt-Nr.:  
NA-1d/81

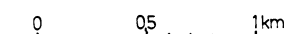
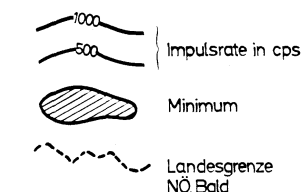
Isolinienplan  
Gammastrahlenspektrometrie  
(0,4 - 3,0 MeV)  
GESAMTSTRAHLUNG

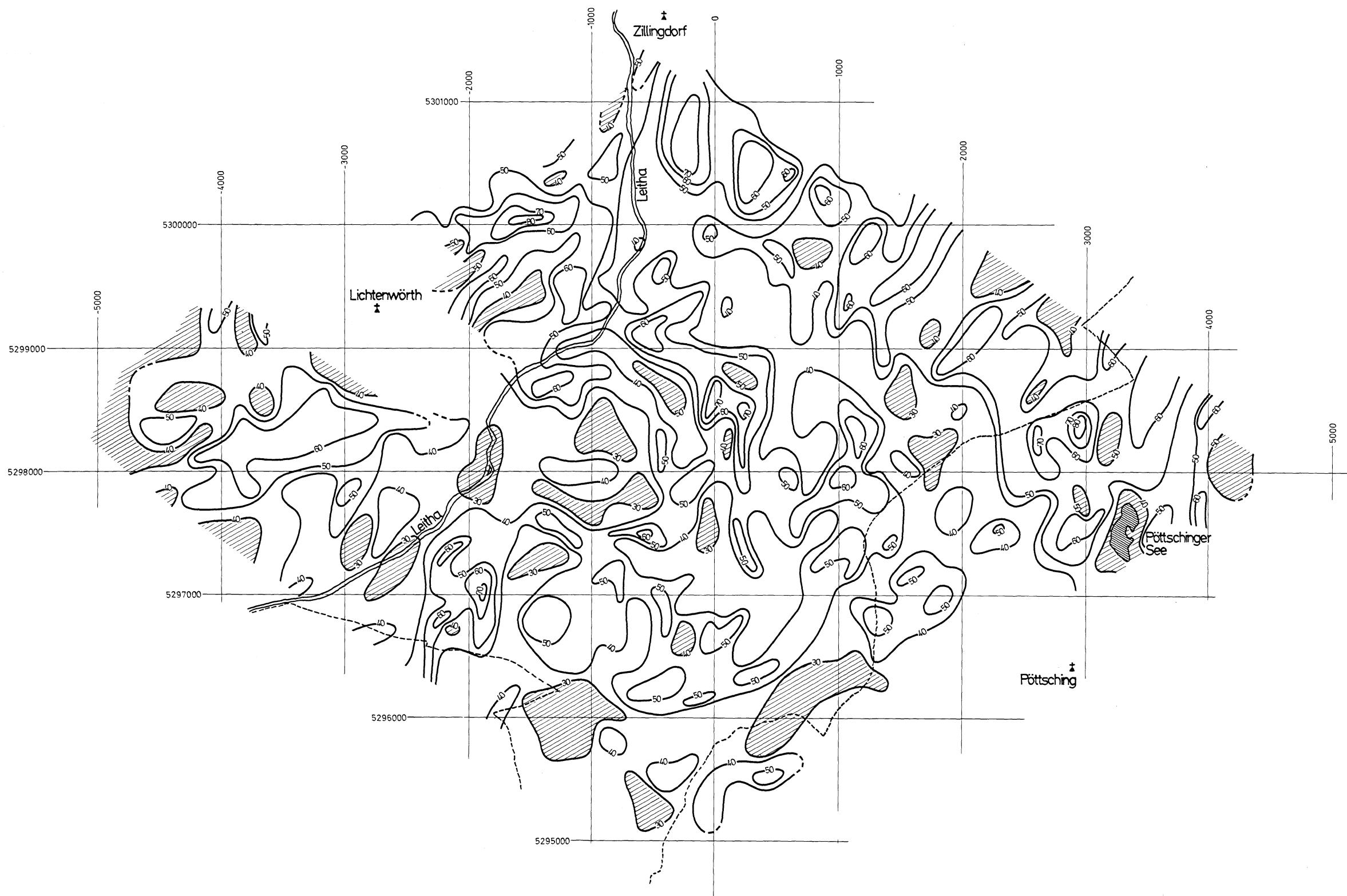
Anlagen-Nr.:  
2

Maßstab:  
1 : 25 000

Koordinaten-  
System:  
Gauß-Krüger  
der österreichi-  
schen Luftbild-  
karte (Bezugs-  
meridian M 34)

Bearbeiter:  
Selbert, Strauß, Leibnegg,  
Einberger, Radman, Rosa,  
Wehrle





**AERO-GEOPHYSIK**

**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:

**ZILLINGDORF**

Projekt-Nr.:

NA-1d/81

Isolinienplan

Gammastrahlenspektrometrie  
(1,36-1,56 MeV)

KALIUM ( $^{40}\text{K}$ )

Anlagen-Nr.:

3

Maßstab:

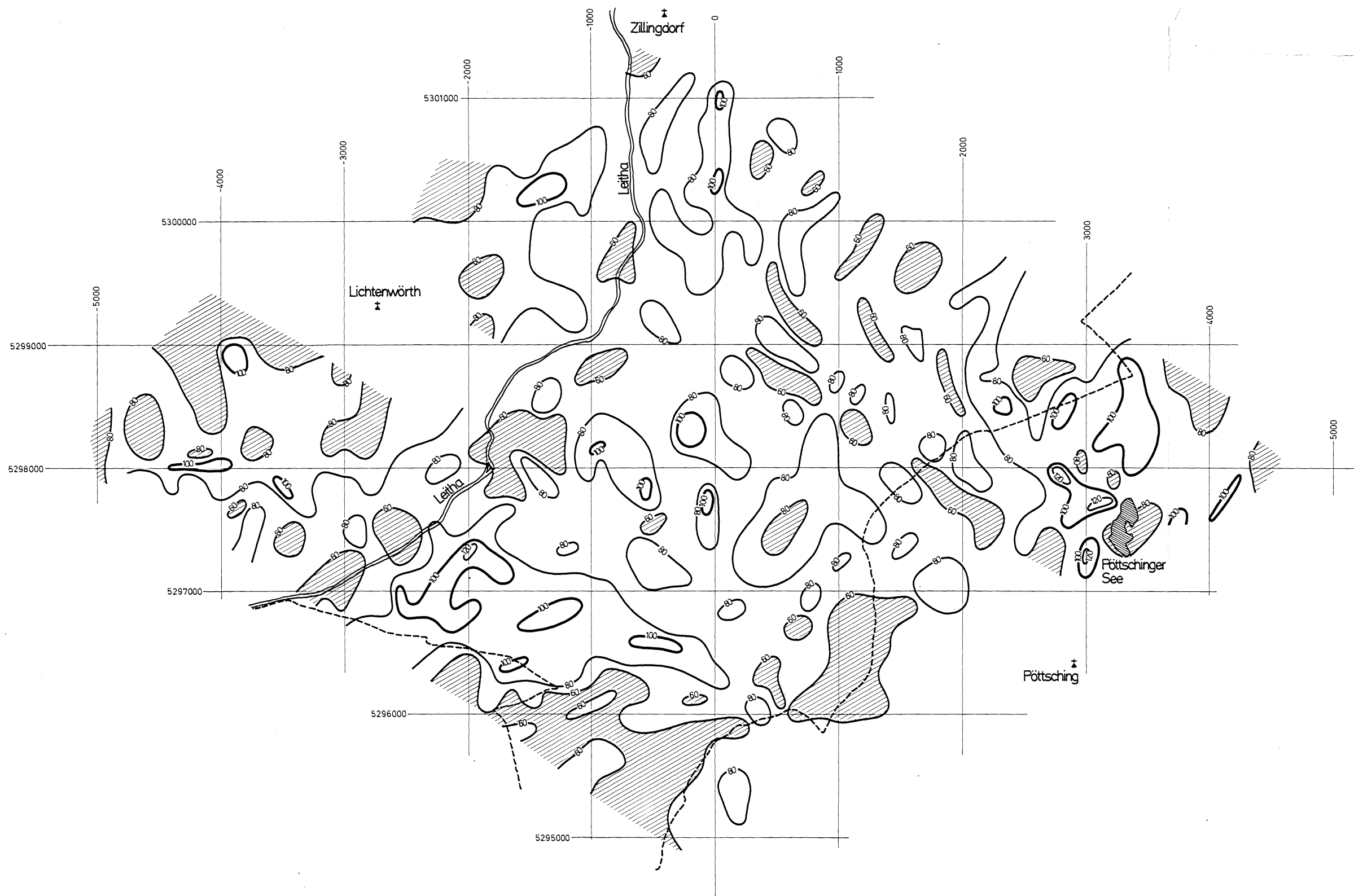
1 : 25 000

Koordinaten-  
System:

Gauß-Krüger  
der österreichi-  
schen Luftbild-  
karte (Bezugs-  
meridian M 34)

Bearbeiter:

Selber, Strauß, Lohmeyer,  
Eichberger, Radman, Rosa,  
Wehrle



**AERO-GEOPHYSIK**

**ÖSTERREICH**

Meßgebiet:  
**ZILLINGDORF**

Projekt-Nr.:  
NA-1d/81

Isolinienplan

Anlagen-Nr.:  
4

Gammastrahlenspektrometrie  
(1,67-1,87 MeV)

Maßstab:  
1 : 25 000

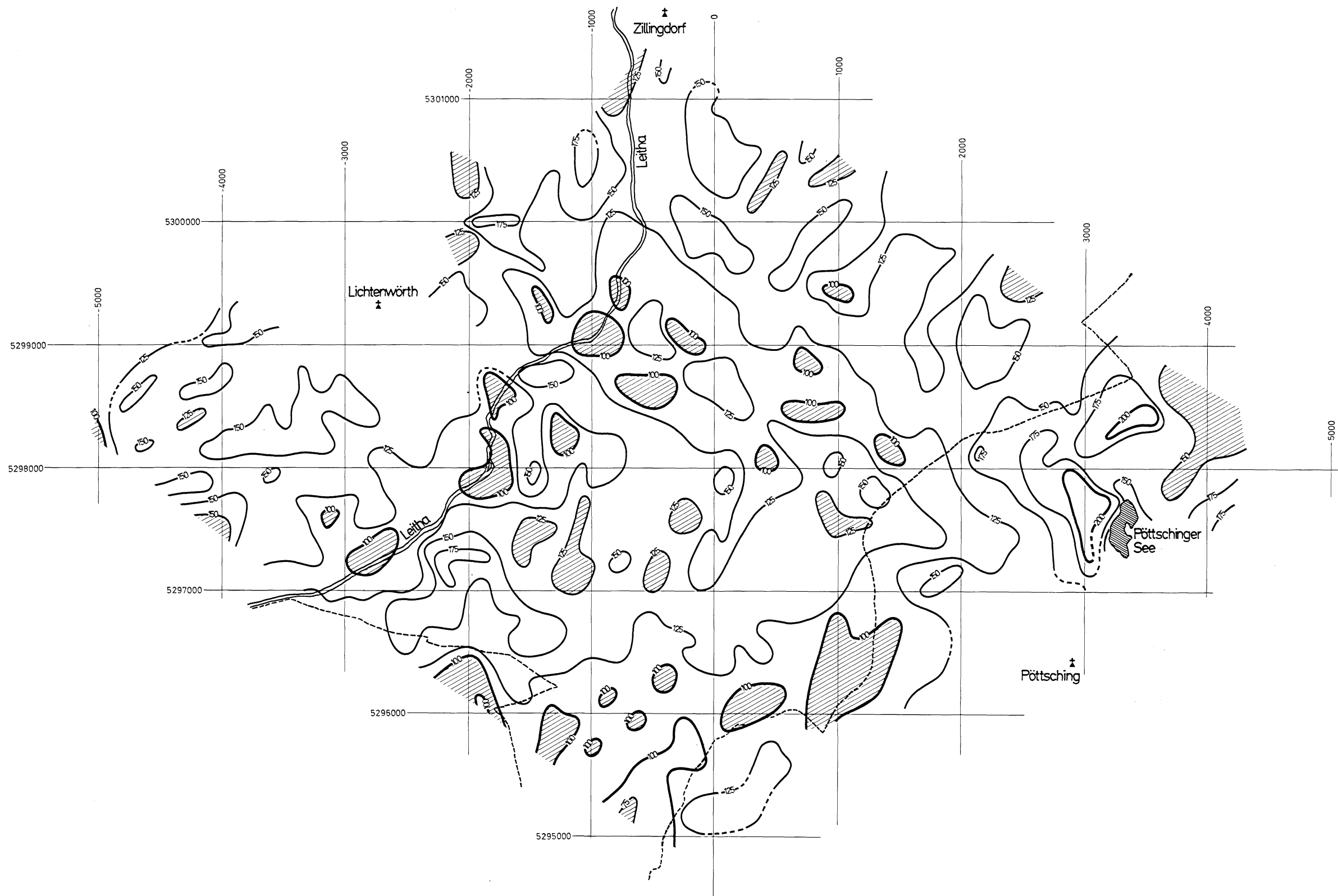
URAN ( $^{214}\text{Bi}$ )

Koordinaten-System:  
Gauß-Krüger  
der österreichi-  
schen Luftbild-  
karte (Bezugs-  
meridian M 34)

100 ———— Impulsrate in cps  
20 ————  
Minimum  
Landesgrenze  
NO, Bgld

Bearbeiter:  
Seibert, Strauß, Leibnegger,  
Eichberger, Radman, Röss,  
Wehrle

0 0,5 1 km



Meßgebiet: **ZILLINGDORF** Projekt-Nr.: **NA-1d/81**

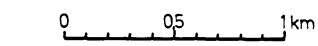
Isolinienplan  
Gammastrahlenspektrometrie  
(2,42-2,83 MeV)  
**THORIUM ( $^{208}\text{Tl}$ )**

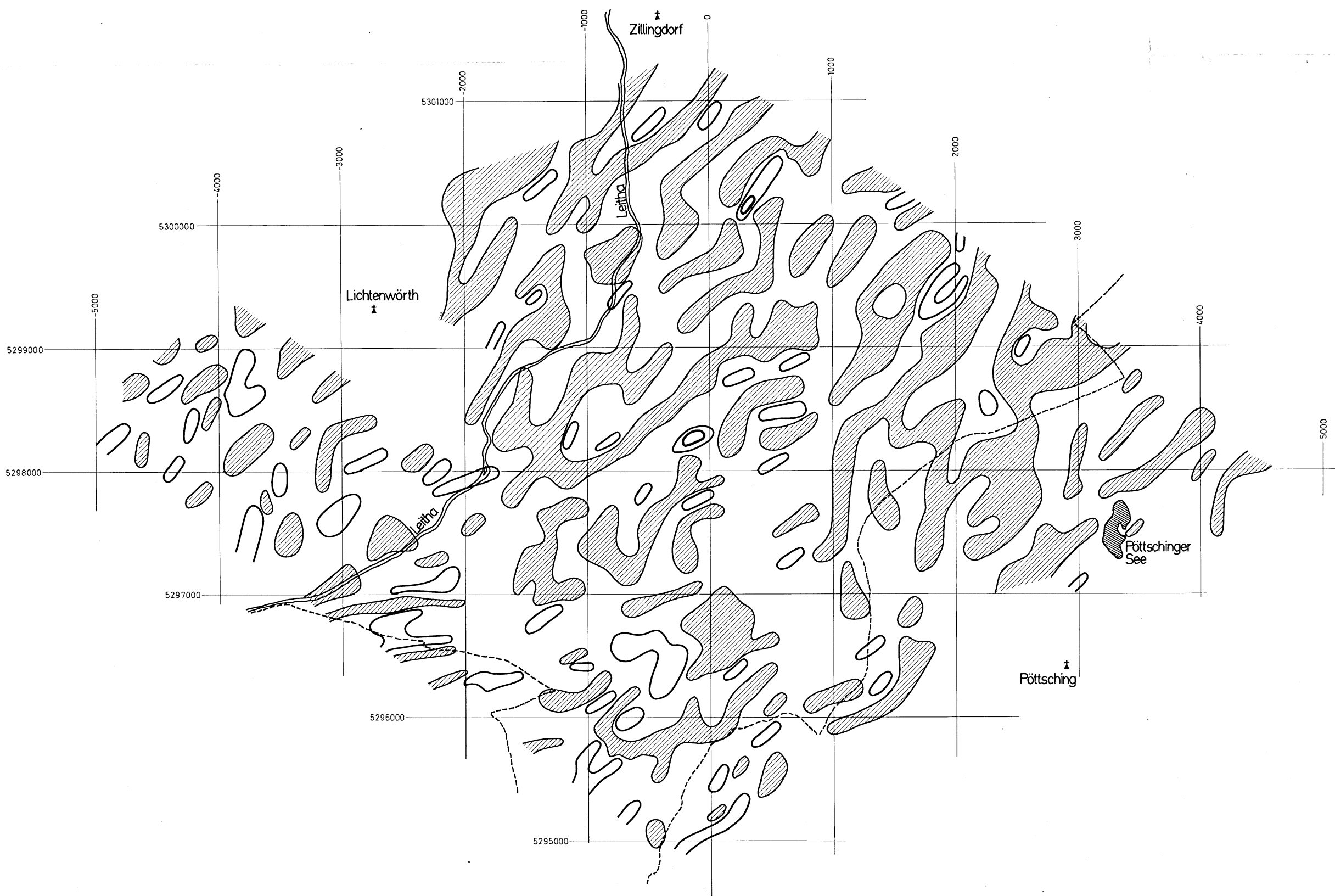
Anlagen-Nr.: **5**

Maßstab:  
**1: 25000**

Koordinaten-System:  
Gauß-Krüger  
der österreichi-  
schen Luftbild-  
karte (Bezugs-  
meridian M 34)

Bearbeiter:  
Seiberl, Strauß, Leitnegg,  
Eichberger, Radman, Rosa,  
Wehrle





Meßgebiet:  
**ZILLINGDORF**

Projekt-Nr.:  
**NA-1d/81**

Isolinienplan  
Gammastrahlenspektrometrie  
VERHÄLTNIS U/TH

Anlagen-Nr.:  
**6**

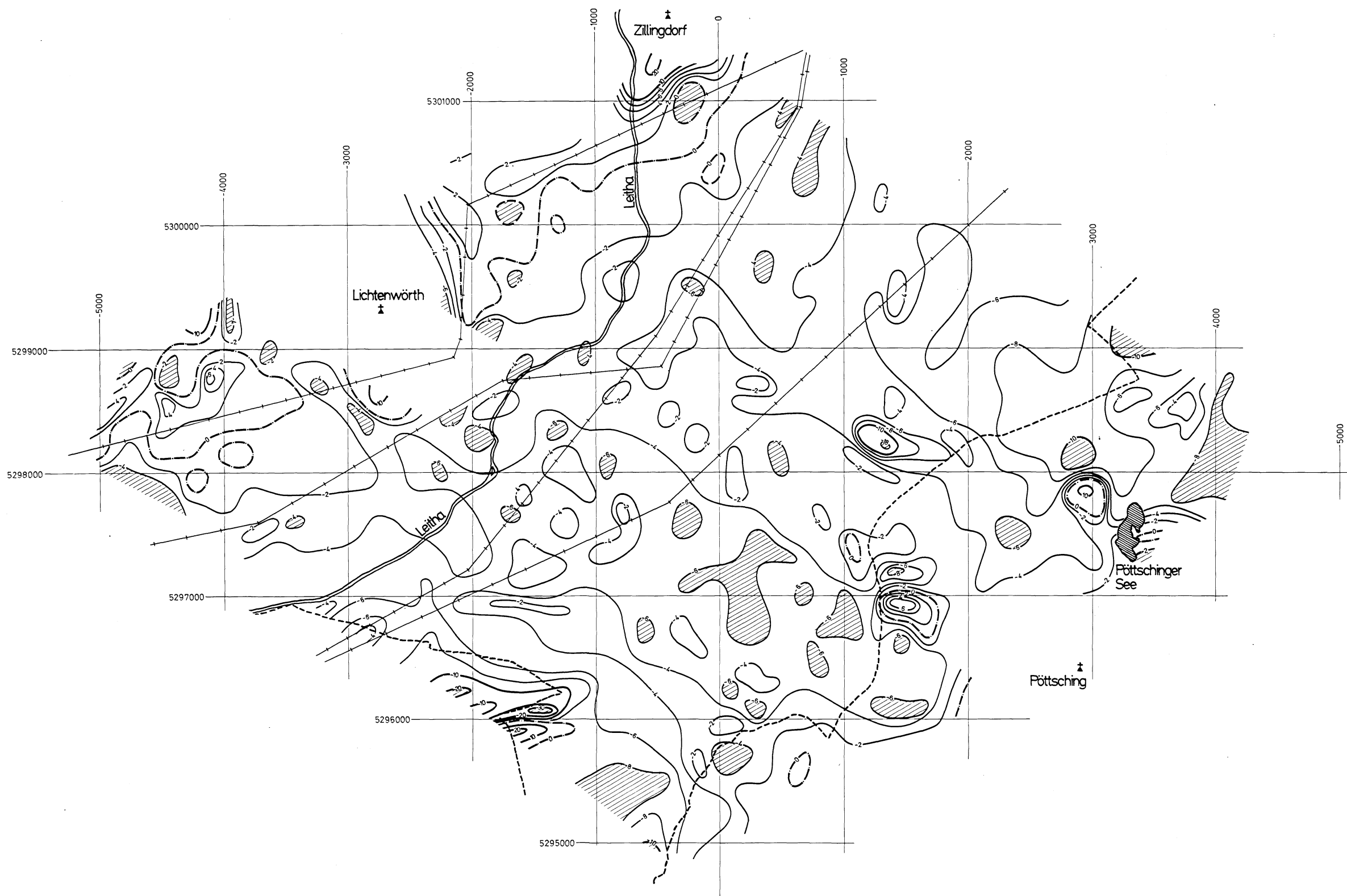
Maßstab:  
**1: 25000**

0,5  
0,75  
1,0  
Minimum <0,5  
Landesgrenze  
NÖ, Bgld

Koordinaten-  
System:  
Gauß-Krüger  
der österreichi-  
schen Luftbild-  
karte (Bezugs-  
meridian M 34)

Bearbeiter:  
Seiberl, Strauß, Loibnegger,  
Eichberger, Radman, Rosa,  
Wehrle

0 0,5 1km



Meßgebiet:

**ZILLINGDORF**

Projekt-Nr.:

**NA-1d/81**

Isolinienplan

**TOTALINTENSITÄT**

bezogen auf Wien-Kobenzl,  
Epoche 1980.0

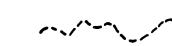
Regionalfeld: IGRF, Epoche 1977.7

0  
-2  
-10

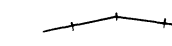
in nT



Minimum



Landesgrenze  
NÖ, Bgld



Hochspannungs-  
leitung

0 0.5 1 km

Anlagen-Nr.:

**7**

Maßstab:

**1:25000**

Koordinaten-  
System:

Gauß-Krüger  
der österreichi-  
schen Luftbild-  
karte (Bezugs-  
meridian M 34)

Bearbeiter:

Seibert, Strauß, Loibnegger,  
Eichberger, Radman, Rosa,  
Wehrle