

Magnetotellurische und geoelektrische Messungen  
zur geothermischen Exploration in den  
Phlegräischen Feldern, Italien.  
Auswertung und Modellrechnungen

U. Hunsche, J. Duske  
Braunschweig

Das Ziel der Messungen ist es, die elektrischen Explorationsmethoden daraufhin zu untersuchen, ob man mit ihrer Hilfe geothermische Temperaturanomalien aufspüren kann. Verwendet wurden magnetotellurische und geoelektrische Tiefensondierungen. Mit Unterstützung von Prof. Rapolla vom Vesuv-Observatorium in Neapel wurde das Gebiet der Phlegräischen Felder bei Neapel als Meßgebiet ausgewählt (Abb. 1).

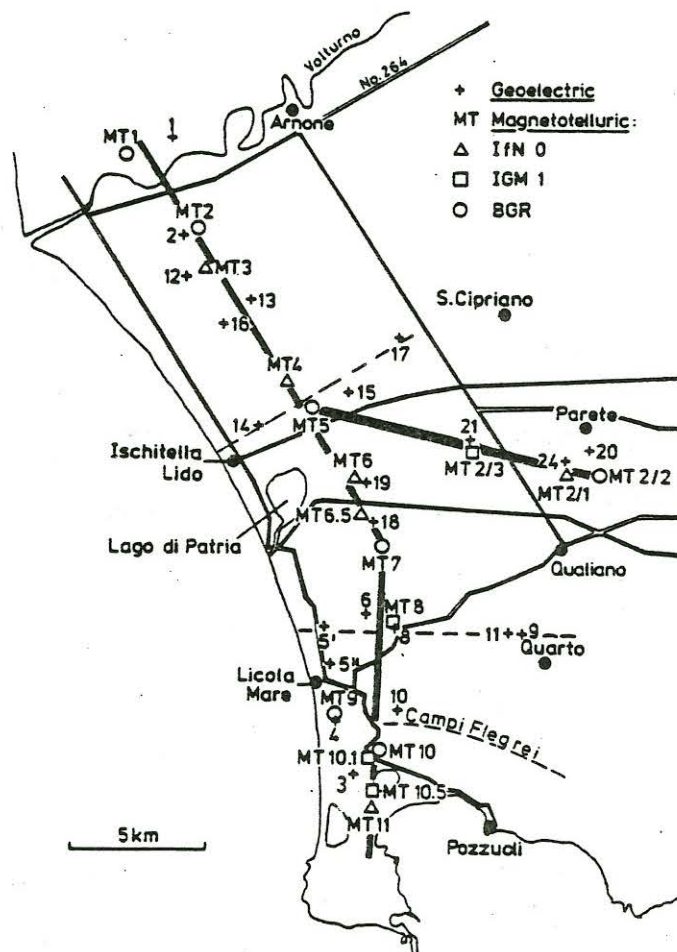


Fig. 1: Location of measuring points, magnetotelluric and geoelectric deep soundings in the area of Volturno-Campi Flegrei, 1977.

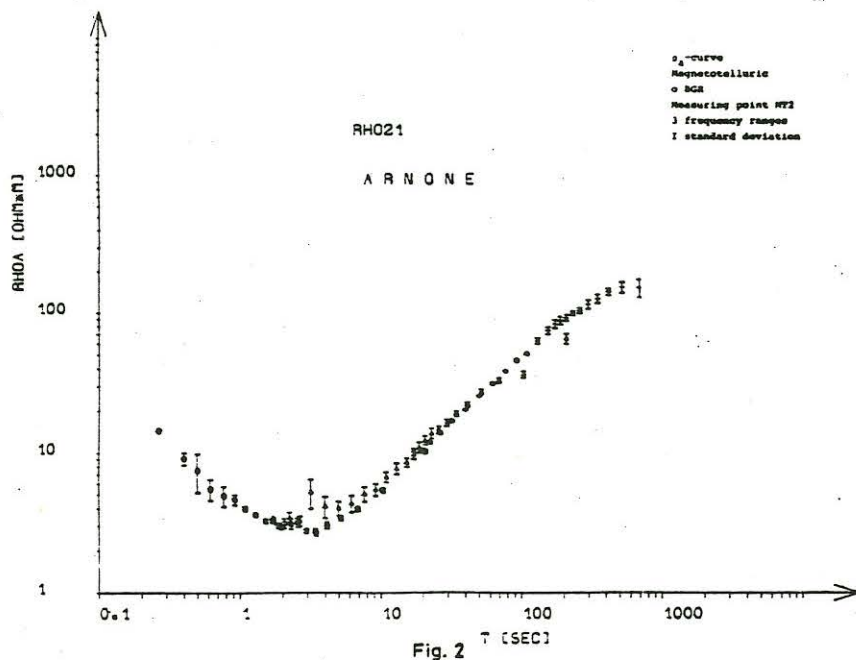
In dem Gebiet befinden sich drei geothermische Anomalien:

- 1) Die Phlegräischen Felder,
- 2) das Gebiet des Lago Patria,
- 3) die Anomalie von Parete.

Diese sollten mit den oben genannten Verfahren aufgespürt werden. Das bisherige Bild des Untergrundes wurde im wesentlichen aus gravimetrischen und geomagnetischen Modellrechnungen und aus Bohrlochmessungen gewonnen. Das gesamte Gebiet ist bedeckt mit einer 1,5 bis 3,5 km mächtigen Schicht aus quartären Sedimenten und Vulkaniten. Darunter findet man das ca. 6 km mächtige mesozoische Kalksteinbasement, das in der Nähe der geothermischen Anomalien von plattenförmigen magmatischen Intrusionen durchschlagen wird. Darunter befindet sich das kristalline Grundgebirge. Die Anomalie von Parete hat einen 5-fach, die der Phlegräischen Felder einen 11-fach erhöhten geothermischen Gradienten.

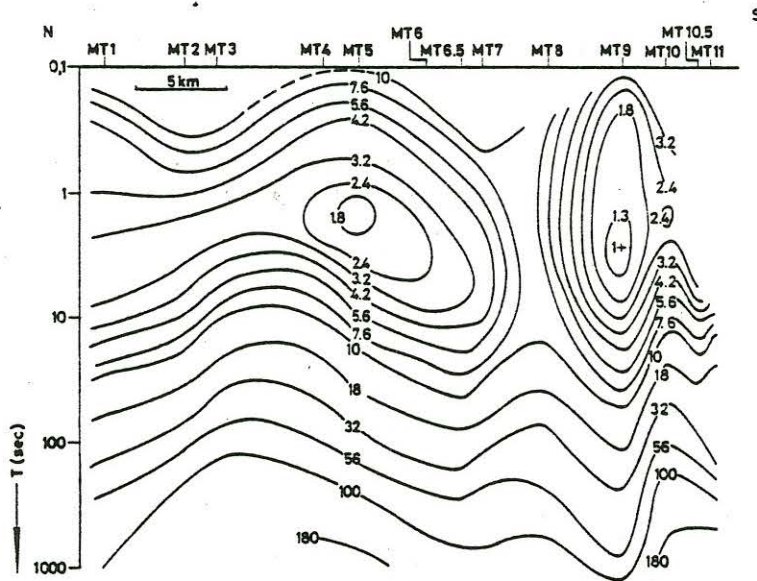
Vom 11.5. bis 1.7.1977 wurde eine Meßkampagne durchgeführt. Die 17 magnetotellurischen und 23 geoelektrischen Meßpunkte sind in Abb. 1 angegeben. Die geoelektrischen Schlumberger-Tiefensondierungen wurden zur Ermittlung der Widerstände in den oberen 300 m durchgeführt, die von der Magnetotellurik nicht erfaßt werden. Sie wurden für die Modellrechnungen verwertet. Die Ergebnisse sind zu finden bei Musmann, Hunsche, Duske und Kertz [1977].

Die Magnetotellurikdaten wurden mit 3 Stationen digital registriert im Periodenbereich von 0.2 s bis 1000 s bzw. 2 s bis 1000 s. Die Auswertung mit Hilfe der statistischen Frequenzanalyse nach Scheelke [1972] ergibt  $\rho_s$  - und Phasenkurven, deren Standardabweichungen meistens kleiner als 3% bzw. 5 Grad betragen (Abb.2).

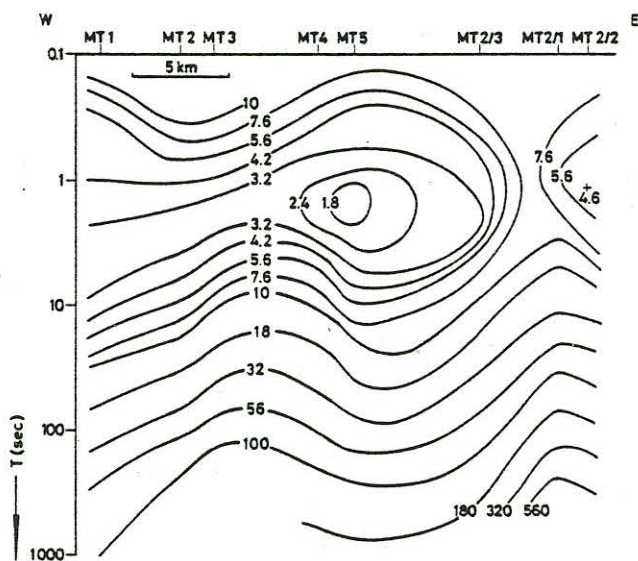


Diese gute Qualität führt zu zuverlässigen Ergebnissen. Die Gründe sind wohl in guter geomagnetischer Aktivität und den geringen spezifischen elektrischen Widerständen in den oberen Kilometern zu suchen.

Um eine Übersicht über die Daten zu erhalten, werden die  $\rho_s$  - und Phasenwerte zunächst in Pseudoquerschnitten dargestellt: auf einem Nord-Süd- und einem Ost-West-Profil (s.Abb.1). Da aufgrund des elektromagnetischen Skineffektes längere Perioden  $T$  größeren Eindringtiefen entsprechen, stellen die  $\rho_s$  - Pseudoquerschnitte ein ungefähres verzerrtes Bild des Untergrundes dar (Abb. 3 + 4).



**Abb.3:** Linien gleichen scheinbaren spezifischen Widerstandes  $\rho_{21}$  in  $\Omega$  m für das N-S-Profil.



**Abb.4:** Linien gleichen scheinbaren spezifischen Widerstandes  $\rho_{21}$  in  $\Omega$  m für das E-W-Profil.

Das wesentliche Ergebnis dieser Bilder ist es, daß man an den Orten der geothermischen Anomalien bei ca.  $T = 3$  sec relative Minima des elektrischen Widerstandes findet, nämlich auf dem N-S-Profil bei MT-5 sowie MT-9, MT-10, MT-11 und auf dem Ost-West-Profil wieder bei MT-5 sowie bei MT-2/1, MT-2/2.  $T = 3$  sec entspricht hier einer Tiefe von ca. 2 Km. In dieser Tiefe werden die Anomalien erwartet. Dieses ist ein ermutigendes Ergebnis, vor allem wenn man die gute Datenqualität in Betracht zieht.

Zur weiteren Interpretation wurden eindimensionale (Cagniardsche) Modellrechnungen durchgeführt mit Hilfe eines Inversionsprogramm von Müller [1974]. Diese Modellrechnungen sind gerechtfertigt, da sich die beiden  $\rho_s$  - Kurven, die zu orthogonalen Meßrichtungen an einem Meßpunkt gehören, nur wenig unterscheiden. Der Anisotropiekoeffizient  $\chi$  nach Swift [1967] ist meistens kleiner als 0,1. Die sich ergebenden Modelle sind in Abb. 5 + 6 dargestellt. Die Interpretation ist noch nicht abgeschlossen.

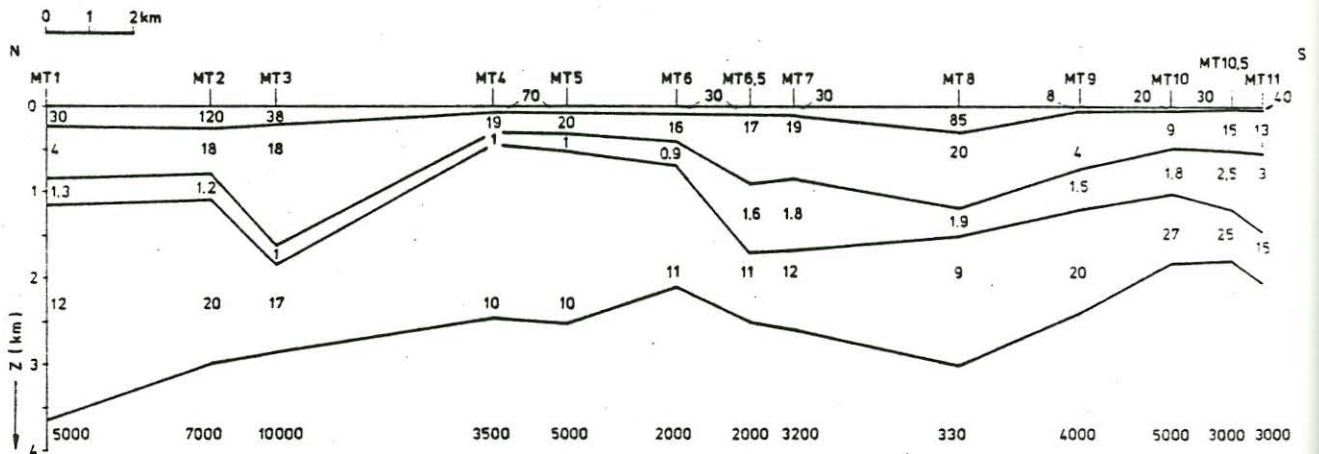


Abb 5: Modell für das N-S-Profil. Spezifische Widerstände in  $\Omega m$ .

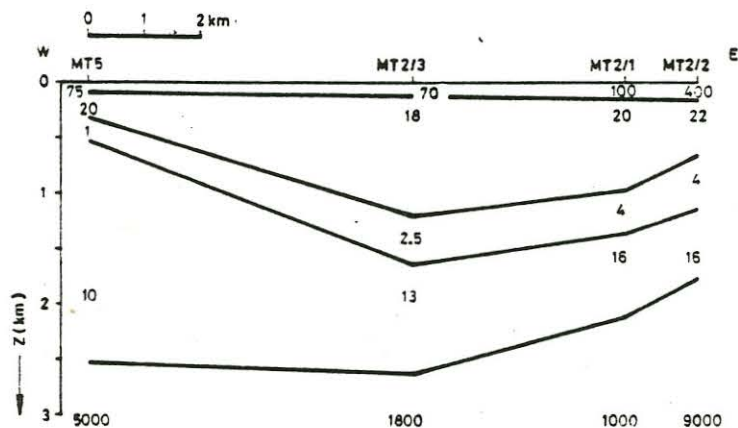


Abb 6: Modell für das E-W-Profil. Spezifische Widerstände in  $\Omega m$ .

Es wurden über diese Modellrechnungen hinaus spezielle Untersuchungen gemacht, deren Ergebnisse noch vorläufig sind.

- 1) Bei den Modellrechnungen fällt auf, daß häufig in einem Periodenbereich von 5 bis 50 sec die Phasen nicht richtig anzupassen sind. Möglicherweise ist das ein typischer, bisher nicht erklärbarer Effekt in geothermisch anomalen Gebieten.
- 2) Durch Auswertung von  $H_z$  wurden Tipper und Tipperskew nach Vozoff [1972] für verschiedene Frequenzen berechnet. Es zeigt sich eine Korrelation zwischen der Lage der geothermischen Anomalien und der Größe und der Verteilung der Tipperskew, nicht jedoch der Tipper.
- 3) Durch Auswertung von  $H_z$  wurden für jeden Punkt und zahlreiche Frequenzen Polardiagramme erstellt, wie sie auch von Gundel [1977] ausgeführt wurden. Sie entsprechen den Wiese-Pfeilen. Mit ihrer Hilfe ist es anscheinend möglich, eine Tiefenverteilung von Streichrichtungen und Anomalien festzustellen. Sie liefern wesentlich stabilere Ergebnisse als die Hauptachsendrehungen der Impedanztensoren.

Die Arbeiten wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes des Programms Energieforschung und Energietechnologien 1977-1980 der Bundesregierung und der Kommission der Europäischen Gemeinschaften durchgeführt und finanziert.

Literatur:

- Gundel, A., Erdmagnetische Induktion in einer dreidimensionalen Salzstruktur, Diss. Universität Göttingen, Göttingen, 1977.
- Müller, W., Horizontalschichtinterpretationen mit Hilfe des Umkehrverfahrens von D.W. Marquard. Protokoll über das Kolloquium "Erdmagnetische Tiefensondierung" in Grafrath, Bayern, vom 11. - 13. März 1974.
- Musmann, G., U. Hunsche, J. Duske, and W. Kertz, Magnetotelluric and geoelectric measurements for geothermal exploration in the Phlegraean Fields (preliminary results), in: Seminar on Geothermal Energy (Brüssel, 6-7-8 Dec. 1977), published by the Commission of the European Communities, EUR 5920, vol. I, p. 217-239, 1977.
- Scheelke, I., Magnetotellurische Messungen im Rheingraben und ihre Deutung mit zweidimensionalen Modellen. GAMMA 20, Institut für Geophysik und Meteorologie der Technischen Universität, Braunschweig 1972.
- Swift, C. M., A magnetotelluric investigation of an electrical conductivity anomaly in the south-western United States, Diss., Dept. of Geol. and Geophys., M.I.T., Cambridge, Mass., 1967.
- Vozoff, K., The magnetotelluric method in the exploration of sedimentary basins, Geophysics, 37, 98-141, 1972.