

12. AEROGEOPHYSIKALISCHE ERKUNDUNG IN DER OBERSTEIERMARK

von H. HEINZ & W. SEIBERL

1. Allgemeines

Der obersteirische Raum - speziell das obere Ennstal im Gebiet des Bundeslandes Steiermark - wurde in den Jahren 1978 bis 1982 zunächst im Zuge der aeromagnetischen Vermessung Österreichs (AMVÖ) befliegen. Dieses Projekt wurde zusammen mit dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, dem Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien, der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik durchgeführt. Im Anschluß daran wurden ausgewählte Gebiete hubschraubergeophysikalischen Messungen unterzogen; in der Steiermark wurden davon die nördlichen Teile der Blätter 128 Gröbming und 129 Donnersbach sowie der Südteil des Blattes 98 Liezen erfaßt. Da im Gebiet des Kartenblattes 127 Schladming aus Rücksicht auf den Fremdenverkehr keine hubschraubergeophysikalischen Messungen stattfanden, sollen in diesem Aufsatz vor allem die Ergebnisse der aeromagnetischen Vermessung diskutiert werden. Nur randlich kann auf die auf das Blatt 127 projizierbaren Daten der hubschraubergeophysikalischen Messungen eingegangen werden.

2. Meßmethodik

Die Meßergebnisse der aeromagnetischen Befliegungen wurden in Kartenwerken herausgebracht, in denen die Isoanomalien der Totalintensität dargestellt sind. Die Totalintensität ist der Betrag des Totalfeldvektors des erdmagnetischen Feldes; ihr Wert stellt einen der aussagekräftigsten Parameter für die magnetischen Messungen dar. Das Erdmagnetfeld ist näherungsweise durch das eines Dipoles beschreibbar, der etwa 350 km vom Erdmittelpunkt entfernt angenommen werden kann und (fiktiv) um etwa $11,5^\circ$ gegenüber der Erdachse geneigt ist. Nach seiner Genese jedoch ist dieses Feld im wesentlichen aus drei voneinander unabhängigen Hauptanteilen zusammengesetzt; es sind dies

- das Hauptfeld oder "Reguläres Feld", das in Annäherung als Dipolfeld betrachtet werden kann,
- das Variationsfeld ("Äußeres Feld"), dessen Ursprung außerhalb der festen Erde liegt und
- das Restfeld oder Anomalienfeld ("Irreguläres Feld"), das seine Ursachen im Betrachtungsraum der Geologie hat, nämlich der oberen und obersten Erdkruste.

Zu berücksichtigen sind auch zeitliche Veränderungen, denen ein Teil des Erdmagnetfeldes unterworfen ist. Dazu gehört beispielsweise der Tagesgang, der - um Korrekturen anbringen zu können - kontinuierlich aufgezeichnet wird.

Für diese Messungen wurde ein sogenanntes Protonenpräzessionsmagnetometer verwendet; sein Meßprinzip beruht auf der Eigenschaft geladener Kernteilchen (Protonen), Eigenrotation zu besitzen. Der "Spin" (der Drehimpuls infolge dieser Eigenrotation) erzeugt ein magnetisches Kernmoment, sodaß sich jedes Proton wie ein kleiner Stabmagnet verhält. Da die Elementarteilchen in einem (protonenreichen) Medium statistisch verteilt sind, heben sich die Magnetfelder dieser Elementarmagnete gegenseitig auf, weil ja die Protonenachsen gänzlich unorientiert sind. Wird aber ein polarisierendes (= ausrichtendes) Feld an das Medium (z.B. Wasser, Kerosin u.dgl.) angelegt, richten sich die Spinachsen in Richtung dieses Feldes. Wird es abgeschaltet, vollführen die Spinachsen eine Kreisbewegung (Präzession) um die Erdfeldrichtung. Die Frequenz dieser Präzession wiederum ist der Totalintensität direkt proportional.

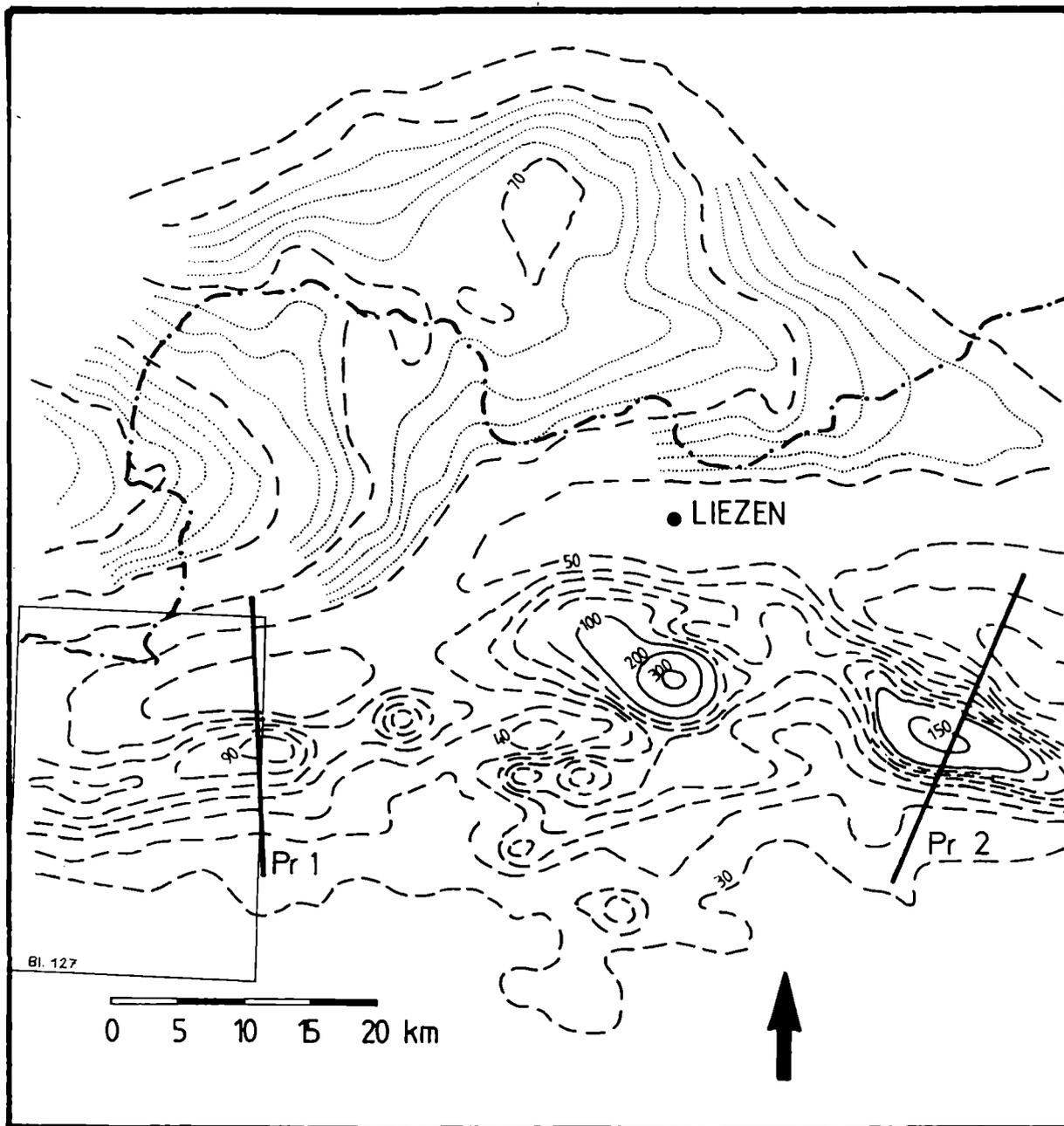


Abb. 12/1: Isoanomalien der Totalintensität (in nT) des Bereiches um Liezen und Lage der Profile 1 und 2

Das Ergebnis der Messungen nach der Eliminierung des Hauptfeldes, der zeitlichen Variationen und von Restfeldern ist in einer Isoanomalienkarte darstellbar, die Anomalien als Feldabweichungen vom globalen Erdmagnetfeld enthält. In der Abb. 12/1 ist ein Ausschnitt aus dem Flughorizont 3000 m zu sehen, der die nordwestliche Steiermark umfaßt.

Bezüglich der Auswerteverfahren (Aeromagnetik; Elektromagnetik, Magnetik und Gammastrahlenspektrometrie vom Hubschrauber aus) vgl. HEINZ et al 1986, 1987 b, bzw. SEIBERL & HEINZ 1987 a-c.

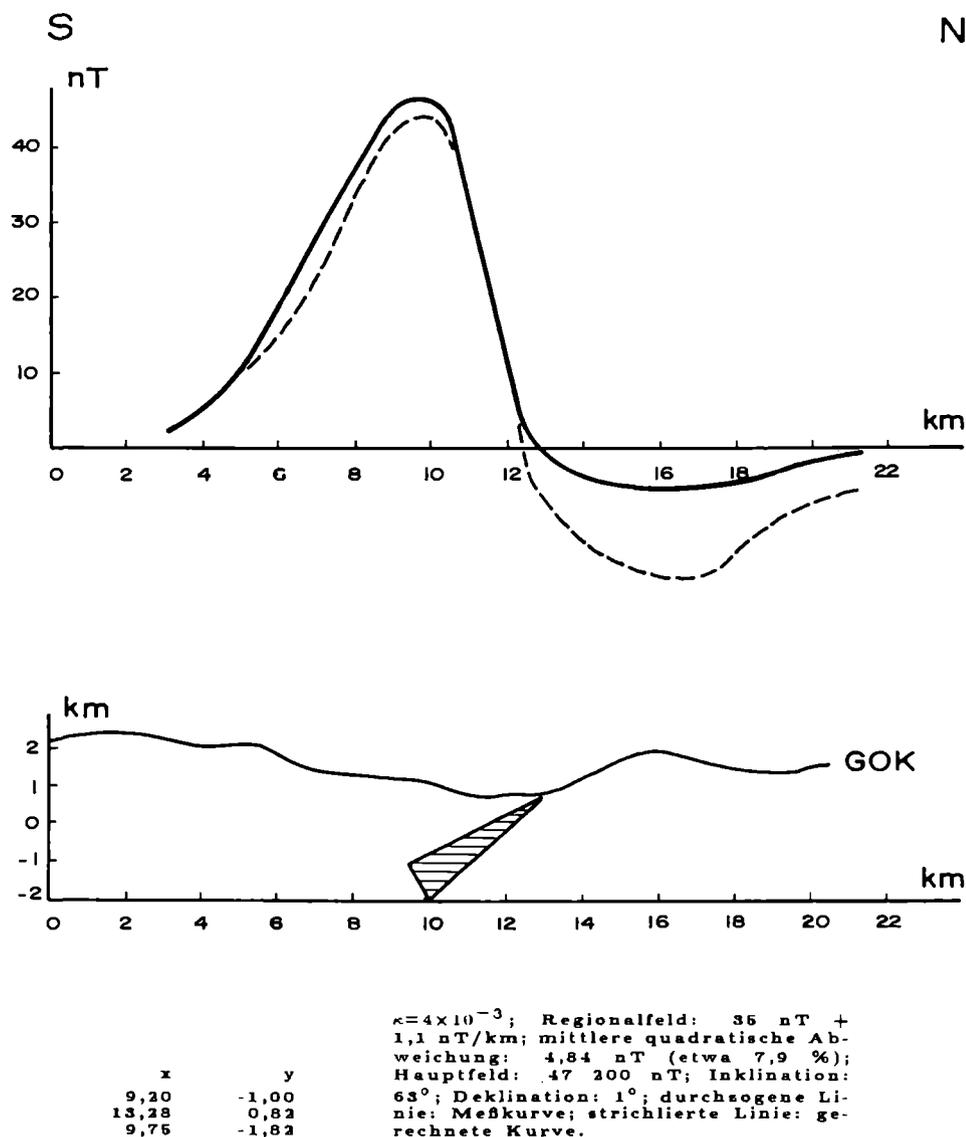
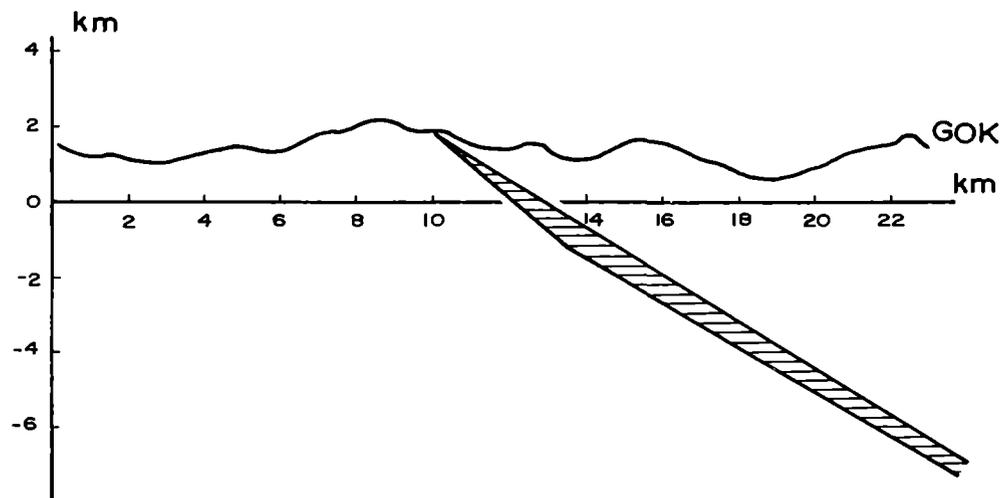
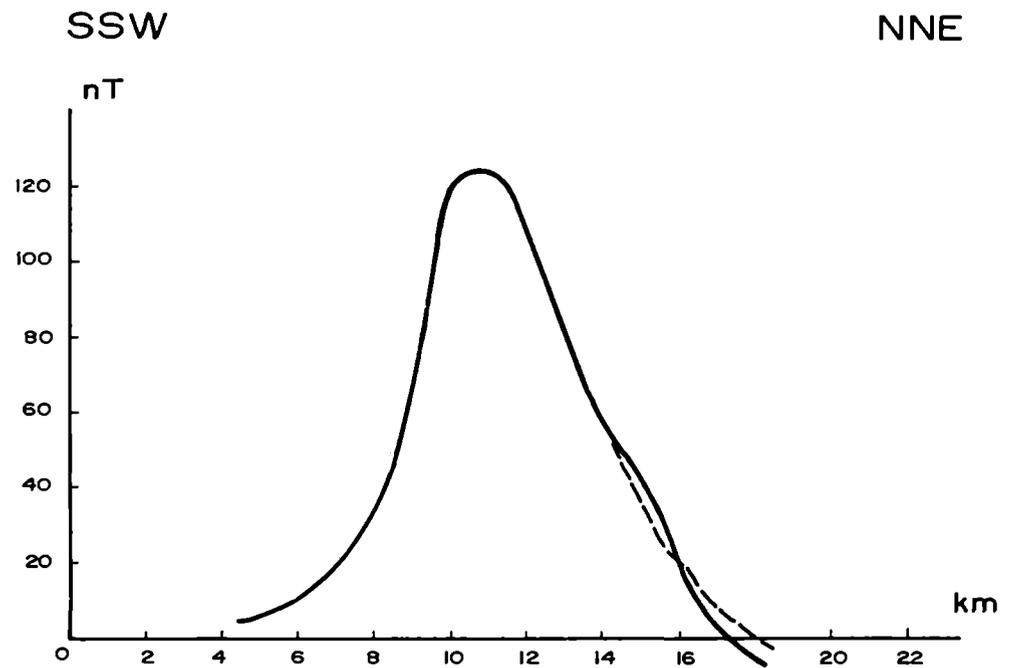


Abb. 12/2: Modellrechnung für Profil 1 in Abb. 12/1 mit zugehörigen Störkörper.

Die Meßapparatur - im wesentlichen bestehend aus einer Sonde, gefüllt mit einem protonenreichen Medium (die Sonde hängt meist unter dem Fluggerät, um dessen Störeinflüsse möglichst auszuschalten), einem Zeitschalter (er regelt die Arbeits-takte Polarisation-Abschalten-Präzessionsfrequenzmessung) und einem Signalverstärker - wird nun an festgelegten Profillinien entlanggeflogen, die im allgemeinen etwa rechtwinkelig auf die regionale Generalstreichrichtung (wenn vorhanden) projiziert werden. Zur Verbindung dieser Meßprofile werden ungefähr senkrecht auf diese in gewissen Abständen Kontrollprofile geflogen. Ein Vergleich der Meßwerte an den Kreuzungspunkten Meß-/Kontrollprofil gibt Aufschluß über die Meßgenauigkeit. Die Flughöhe wird möglichst konstant gehalten; abhängig von der Topographie werden die Meßgebiete in einzelne Flughorizonte geteilt. Im Falle der Obersteiermark sind dies die Horizonte 2500 bzw. 3000 m über Adrianull.



x	y
9,9	1,9
39,6	-17,7
13,6	-1,2

$\kappa=7 \times 10^{-3}$; Regionalfeld: 30 nT; mittlere quadratische Abweichung: 3,4 nT (etwa 2,6 %); Hauptfeld: 47 200 nT; Inklination: 63°; Deklination: 1°; durchgezogene Linie: Meßkurve; strichlierte Linie: gerechnete Kurve.

Abb. 12/3: Modellrechnung für Profil 2 in Abb. 12/1 mit zugehörigen Störkörper.

3. Ergebnisse der Aeromagnetischen Vermessung Österreichs

Dominierende Elemente des betrachteten Raumes sind mehrere Anomalien, die einer von den östlichen Radstädter Tauern bis in den Bereich von Bernstein/Rechnitz ziehenden Anomaliengruppe angehören. Eine Fortsetzung dieser Zone darüber hinaus ist nach Westen zu sicher, nach Osten hin nicht auszuschließen (HEINZ et al., 1986). Alle diese Störungen des Feldverlaufes markieren recht deutlich den Grenzstreifen zwischen der nördlichen Grauwackenzone bzw. den Ennstaler Phylliten und dem ostalpinen Kristallin.

Nördlich davon (die Zone ruhigeren Feldverlaufes) sind in der Abb. 12/1 die Auswirkungen der bekannten "Berchtesgadener Anomalie" (vgl. z.B. BLEIL & POHL 1976) zu bemerken, gleichfalls eine Struktur, die über weite Strecken den Ostalpenrand begleitet (HEINZ et al., 1986, 1987 a).

Im Süden (Masse des ostalpinen Altkristallins) ist das magnetische Muster auch recht ungestört und verhältnismäßig ruhig; die kleinräumigeren und schwächeren Anomalien sind auf seichtliegende ("intrakristalline") Störkörper zurückzuführen. Eine Auswertung der Meßergebnisse (Modellrechnungen) ergab die Möglichkeit einer Klassifizierung der Anomalien, nach der zunächst zwei Gruppen unterschieden werden konnten. - Zur einen Gruppe gehören die erwähnten Strukturen im Grenzstreifen Grauwackenzone/Phyllitzzone - Ostalpinen Kristallin. Sie sind vor allem durch den Tiefgang der sie verursachenden Störkörper charakterisiert. Ihre Suszeptibilitäten bewegen sich zwischen 4×10^{-3} und 7×10^{-3} (SI); somit ist ihr Magnetisierungskontrast zur Umgebung nicht allzu groß. Auf Blatt 127 Schladming ist eine solche Anomalie zu finden: Das Profil 1 beschreibt sie; es verläuft etwa zwischen Haus und Aich im Ennstal (Abb. 12/1). Der zugehörige Modellkörper stellt sich als ein nach Süden fallender Keil dar, der in ziemlich große Tiefe reicht und sich zur Geländeoberkante zusehendes verjüngt (Abb. 12/2).

Das eindeutige Südfallen und der Tiefgang dieses Körpers bedeutet, daß die Gesteine der Grauwackenzone oder die Ennstaler Phyllite (bzw. etwaige Grüngesteinseinlagerungen darin) wohl kaum als Ursache dieser Feldverlaufsstörungen in Frage kommen. - Inversionen der Stirnteile des ostalpinen Kristallins (speziell des Schladminger Kristallins) in der Nähe des westlich anschließenden Unterostalpins des Radstädter Deckensystems sind bekannt (CLAR 1965, 1973; SCHEDL 1981; HEJL & SLAPANSKY 1983). Daß aber diese Stirnschollen zwangsläufig konstant nach Süden fallen, in größere Tiefe reichen und zudem noch eine (für "alkristalline Verhältnisse") relativ hohe Suszeptibilität besitzen, ist allerdings äußerst unwahrscheinlich. Das gleiche gilt für eine Deutung dieser Strukturen als dem Unterostalpin zugehörig.

Es handelt sich also um etwas höher magnetisierte, recht mächtige Komplexe, die in beträchtliche Tiefe verfolgbar sind, und nach Ausschließung der eben angeführten Interpretationsmöglichkeiten wohl am ehesten als penninische Serien (mit Ophiolithkomplexen), die durch verhältnismäßig geringmächtige darüberliegende höhere tektonische Einheiten (Altkristallin, Grauwackenzone p.p.) der Anschauung entzogen sind. Unter diesen Gesichtspunkten sind auch die im weiteren Verlauf der Struktur (vorzugsweise nach Osten hin) liegenden Anomalien zu betrachten (in der Abb. 12/1 jene mit + 300 nT, bzw. jene, über die das Profil 2 gelegt ist). Zusammen mit den bekannten Ultrabasitvorkommen vom Hochgrößen und jenen bei Trieben (Lärchkogel) markieren sie einen mehr oder minder breiten Streifen entlang des Nordrandes des ostalpinen Kristallins bzw. unter dem südlichen Teil der nördlichen Grauwackenzone resp. der Ennstaler Phyllite.

Die Modellrechnung ergab im Falle des Profils 2 einen nach Nordnordosten einfallenden Störkörper (Abb. 12/3). Als Grund für das gegenüber dem erstbetrachteten Modell unterschiedliche Einfallen ist vor allem an die recht exponierte Lage

dieses Vorkommens (Lärchkogel) zu denken (im Stirnbereich des Seckauer Kristallins einerseits und am Schnittpunkt dieser Zone mit der bedeutsamen und offensichtlich ziemlich tiefgreifenden Pölslinie andererseits). Betrachtet man die Suszeptibilitäten dieser Störkörper, die für Ultrabasite etwas zu niedrig liegen (außer man nimmt starke Schwankungen in den Serpentinisierungsgraden an, was auch zu großen Unterschieden in der Suszeptibilität führt, vgl. SEREN 1980), so ist ein Vergleich mit den Werten gewisser Gesteine bzw. Gesteinsgruppen aus dem Gebiet der Bergsteiner und Rechnitzer Fenster angebracht (z.B. Blauschiefer, Opicalcite 5×10^{-3} , Serizitphyllite 1×10^{-3} ; WEBER et al. 1983).

Der zweite Typ von Anomalien innerhalb der vorgenommenen Klassifikation liegt im ostalpinen Altkristallin ("intrakristalline" Anomalien, HEINZ et al. 1987 a, SEIBERL & HEINZ 1987 b) und ist durch geringe Stärke und vor allem durch viel geringere Tiefe der Störkörper charakterisiert. Da die bedeutenderen dieser Strukturen weit außerhalb des Blattes Schladming liegen (z.B. die Anomalie Kraubath) sollen sie hier nur des Zusammenhanges wegen erwähnt werden; nähere Ausführungen in HEINZ et al. 1987 a.

4. Ergebnisse der Hubschrauber-geophysik

Drei Meßverfahren fanden Anwendung: die Elektromagnetik, die Gammastrahlenspektrometrie und die Magnetik. Bei den elektromagnetischen Verfahren werden die Leitfähigkeiten und die scheinbaren Tiefen der Leiter erfaßt, was besonders für die Erkundung graphitischer Gesteine, sulfidischer Erzvorkommen, von Lockergesteinen, potentiellen Aquifers bzw. Grundwasserkörpern etc. von Bedeutung ist. Die Gammastrahlenspektrometrie gibt Auskunft über die natürliche Gammastrahlung von Gesteinskomplexen, und zwar in drei Energiefenstern (Kanälen): für Kalium, Uran und Thorium. Für die Magnetik gilt, abgesehen von der Flughöhe, im Allgemeinen das in Kapitel 2 Erwähnte. Bei den hubschrauber-geophysikalischen Messungen, die z.T. aufgrund der Auswertung der Ergebnisse der aeromagnetischen Befliegung geplant werden (und die daher einzelne Gebiete schwerpunktmäßig und detailliert umfassen) beträgt die Flughöhe etwa 80 m über der Geländeoberkante (Sollflughöhe).

Im allgemeinen zeigen vor allem diskrete Zonen im Grenzbereich Ennstaler Phyllite/ostalpinen Kristallin ausgeprägte Minima der elektrischen Widerstände (gute Leitfähigkeit), die in etwa 25 - 30 m Tiefe liegen und höchstwahrscheinlich in den Bereich des Kartenblattes 127 Schladming ihre Fortsetzung finden, und sich auch bis in das Kartenblatt 129 Donnersbach fortsetzen; (die beschriebenen Ergebnisse stammen von Blatt Gröbming, vgl. SEIBERL & HEINZ 1987 a, b,c). Ihre Beziehung zum Kupferkiesvorkommen Walchen scheint von lagerstättenkundlicher Relevanz zu sein. Die Fortsetzung der Zonen guter Leitfähigkeit in das Blatt Schladming ergibt sich aus den Trends der Isolinien. Weitere Ergebnisse aus den elektromagnetischen Messungen sind nicht auf das Blatt Schladming projizierbar.

Aus der Gammastrahlenspektrometrie jedoch lassen sich kurz einige Gesteinscharakteristika, die auch für das Blatt Schladming Gültigkeit haben, aufzählen:

Kaliumkanal:

Glimmerschiefer (Wölzer Glimmerschiefer)	150 bis 200 cps
Marmore (Typ Sölk, Brettstein)	100 bis 120 cps
Ennstaler Phyllite	Background (um 70 cps)
Moränenmaterial, junge Deckschichten	je nach Zusammensetzung; jedoch stets unter 100 cps

Urankanal:

Glimmerschiefer (vor allem mit Amphiboliten)	um 40 cps
Marmore (Typ Sölk, Brettstein)	um 35 cps
Ennstaler Phyllite	um 15 cps
Moränenmaterial etc.	wechselnd, siehe oben

Thoriumkanal:

Glimmerschiefer	70 bis 80 cps
Marmore (Typ Sölk, Brettstein, Gumpeneck)	50 bis 60 cps
vulkanogen beeinflusste Gesteine, bzw. vulkanogene Gesteine der nördlichen Grauwackenzone	50 bis 60 cps
Moränenmaterial etc.	um 60 cps

(cps = counts per second; Zählraten; Maß für die Intensität der einfallenden, zu messenden Gammastrahlung).

Literatur

- BLEIL, H. & POHL, J.: The Berchtesgaden magnetic anomaly. - Geol.Rdsch., 65, H.2, Stuttgart 1976
- CLAR, E.: Zum Bewegungsbild des Gebirgsbaues der Ostalpen. - Verh.Geol.B.-A., Sdh.G, Wien 1965
- HEINZ, H., BIEDERMANN, A. & KÖHAZY, R.: Auswertung aeromagnetischer Daten im Bundesland Niederösterreich. - Proj.Ber., NC-6p/84, Geol.B.-A., Wien 1986
- HEINZ, H., BIEDERMANN, A. & SEIBERL, W.: Auswertung aeromagnetischer Daten aus der Steiermark. - Proj.Ber., StC-20a/85, Geol.B.-A., Wien 1987 a
- HEINZ, H., BIEDERMANN, A., KÖHAZY, R. & SEIBERL, W.: Auswertung aeromagnetischer Daten im Burgenland. - Proj.Ber. BC-2d/84, Geol.B.-A., Wien 1987 b
- HEJL, E. & SLAPANSKY, P.: Neue petrographische und geochronologische Daten zur Metamorphose im Bereich der Schladminger Tauern. - Jber. 1982, HS-Schwerpunkt S 15, Graz 1983
- SCHEDL, A.: Geologische, geochemische und lagerstättenkundliche Untersuchungen im ostalpinen Altkristallin der Schladminger Tauern. - Unveröff.Diss..Univ. Wien, Wien 1981
- SEIBERL, W. & HEINZ, H.: Aerogeophysikalische Vermessung des oberen Ennstales; Gebiet Öblarn. - Proj.Ber. Stc-1e/83, FGJ Wien - Graz, 1987 a
- SEIBERL, W. & HEINZ, H.: Aerogeophysikalische Vermessung des oberen Ennstales; Gebiet Pruggern. - Proj.Ber. StC-10/80, FGJ Wien - Graz, 1987 b
- SEIBERL, W. & HEINZ, H.: Aerogeophysikalische Vermessung des oberen Ennstales; Gebiet Aigen. - Proj.Ber. StC-10/86, Geol.B.-A., Wien 1987 c
- SEREN, S.S.: Geophysikalische Untersuchung des Kraubather Serpentes. - Unveröff. Diss. Univ. Wien, Wien 1980
- WEBER, F., SCHMÖLLER, R. & WALLACH, G.: Jahresbericht 1982 über die geophysikalischen Untersuchungen im Rahmen des Teilprojektes S 15/15. Jber. 1982 HS-Schwerpunkt S 15, Graz 1983