

# Graphit-Prospektion Lärchkogel bei Hohentauern und Teichengraben bei Kalwang

Von H.AIGNER, R.GRATZER & Ch.SCHMID

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

1. Einleitung
2. Geologischer Rahmen
3. Geophysikalische Meßmethodiken
  - 3.1. Eigenpotential
  - 3.2. Frequenz "mise a la masse"-Meßmethodik
4. Ergebnisse
  - 4.1. Lärchkogel/Hohentauern
  - 4.2. Teichenbachgraben/Kalwang
5. Literatur

## Zusammenfassung

Die Graphitprospektion im Bereich der steirischen Grauwackenzone ist schon viele Jahre in Gang. Beim Einsatz geophysikalischer Methoden zeigte sich, daß diese hinsichtlich Eindringtiefe und Auflösungsvermögen oft begrenzt sind. Dies ergab sich auch bei einer Graphitprospektion mit konventioneller SP-Messung im Bereich des Lärchkogels (Hohentauern).

Es sollte daher eine modifizierte "mise a la masse" Methode im Frequenzbereich getestet werden. Bei dieser "Frequenz mise a la masse" werden einzelne Profile ähnlich einer Eigenpotentialmessung, jedoch mit Metallspießen, aufgenommen. Ein Strom mit konstanter Frequenz wird dabei in die zu untersuchende Struktur eingespeist. Mit dieser Methode war es möglich, am Lärchkogel ein Graphitlager trotz rasch zunehmender Überlagerungsmächtigkeit über eine beträchtliche Strecke weiterzuverfolgen.

Im Teichenbachgraben bei Kalwang waren bereits 1982 geophysikalische Arbeiten begonnen worden, die aber wegen der rauen Topographie kein flächenhaftes Bild einzelner großer Anomalien ergaben. Hier wurden nach einer ausführlichen Geländebegehung vier Profile mit SP-Messungen aufgenommen. Durch genaues Einmessen der einzelnen Profile war eine schematisch flächenhafte Darstellung der Anomaliebereiche möglich. Es hat den Anschein, als würde hier ein Graphitlager mit einer Mindesterstreckung von etwa 2 km den Teichenbachgraben queren. Die Qualität der Graphite wäre aber vor allfällig weiterführenden Arbeiten zu prüfen.

## 1. Einleitung

Im Sommer 1986 wurde am Ostabhang des Lärchkogels (Trieben/Sunk) ein Schurfstollen auf ein SE streichendes Graphitlager vorgetrieben. Entsprechend älteren bergbaugeologischen Aufzeichnungen sollte durch diesen Stollen das Graphitlager nach einigen Metern gequert werden. Seichte Sondierungsbohrungen wurden vom Stollen aus in Richtung des vermuteten Graphitlagers vorgetrieben, konnten allerdings das Graphitlager nicht erreichen. Der Grund dafür dürfte eine magnetische Anomalie, die vom Serpentinstock des Lärchkogels verursacht wird, sein. Durch diese Anomalie kommt es zu einer beträchtlichen Mißweisung

der Kompaßnadel, weswegen wahrscheinlich die Streichrichtung falsch festgelegt worden war.

Da es außerdem nicht zur Gänze auszuschließen war, daß es sich bei dem ausbeißenden Graphit um einen mächtigen Graphitblock im Hangschutt handeln könnte, sollte mittels Geophysik versucht werden, sowohl die Streichrichtung des Graphitlagers als auch dessen Ausdehnung festzustellen. Im Ausbeißbereich waren kostengünstige Eigenpotentialmessungen vorgesehen. Da infolge der großen Hangneigung die Überdeckung rasch zunimmt, sollten bei größerer Überlagerung Messungen nach der Methode "mise a la masse" vorgenommen werden.

Mit diesen Methoden sollten anschließend auch Untersuchungen im Teichenbachgraben bei Kalwang durchgeführt werden. Hier war 1982 ein geophysikalisches Meßprogramm begonnen worden, wobei eine Anomalie im Talgrund mit steilen Flanken auf einen Störkörper in geringen Tiefen hindeutete. Infolge der rauhen Topographie war jedoch ein flächenhaftes Verfolgen dieser Anomalie mit SP-Messungen nicht leicht möglich, da die Aufnahme eines Basisprofils praktisch nicht durchführbar war. Trotzdem sollte im Rahmen dieses Projektes überprüft werden, ob zumindest über Anhaltspunkte die Möglichkeit besteht, diese Anomalie flächenhaft darzustellen.

## 2. Geologischer Rahmen

Die beiden Untersuchungsgebiete Teichenbachgraben und Lärchkogel liegen in der steirischen Grauwackenzone und werden tektonisch der Unteren Grauwackendecke, der Veitscher Decke, zugeordnet (Abb.1).

Im erstgenannten Arbeitsgebiet, dem Teichenbachgraben, sind im vorderen Bereich nördlich von Kalwang graue Kalke des Karbons und im hinteren Bereich in der Umgebung des Graphitgrabens phyllitische Gesteine aufgeschlossen, die mittelsteil nach N bis NNE einfallen. Diese Gesteine können in zwei Gruppen unterteilt werden. Eine glimmerreiche zumeist feinschiefrige Varietät, mit einer Wechsellagerung von Quarz, Feldspat und Hellglimmer parallel zur Schieferung. Mitunter ist in diesem Gesteinstyp ein namhafter Graphitgehalt festzustellen.

Der zweite Gesteinstyp ist wesentlich quarzreicher, meist bankig, spröde brechend und führt weniger Hellglimmer und Graphit. Beiden Gesteinstypen ist eine Überprä-

gung der dominierenden Schieferung durch eine postkristalline, jüngere Schieferung gemeinsam.

Das zweite Untersuchungsgebiet liegt am Ostabhang des Lärchkogels in Gesteinen des Karbons. Westlich davon stehen Serpentinite an, die erst in jüngerer Vergangenheit von KÜRZL (1982) detailliert untersucht worden waren. Großtektonisch ergibt sich folgende Situation: Am Ausgang der Sunk liegt das Karbon überkippt über SW-fallenden Grünschiefern und Grauwackenphylliten. Es ist antiklinal gelagert, der SW-Schenkel fällt auch unter die Serpentinittmasse des Lärchkogels. Die vorliegenden Gesteine des Karbons setzen sich im wesentlichen aus Quarziten, Quarzkonglomeraten und Sandsteinen zusammen, wie sie für die steirische Grauwackenzone typisch sind. Die Graphitlager sind meist linsenförmig eingeschuppt. Zum Teil sind auch graphitpigmentierte Karbonatgesteine anzutreffen, die die Qualität von Eigenpotentialmessungen mitunter negativ beeinflussen können.

Im Gebiet um den Graphitbergbau Trieben-Sunk sind die einzelnen Graphitlager meist an tektonische Störungen gebunden. Detailgeologische Untersuchungen haben auch im eigentlichen Untersuchungsgebiet eine Zahl von Störungen erkennen lassen. Diese Untersuchungen haben aber ergeben, daß oberflächennah Hangschutt mit unterschiedlichen Mächtigkeiten anzutreffen ist. Die Hauptkomponente dieses Schuttmaterials sind Quarzkonglomerate und Sandsteine des Karbons. Vereinzelt kommen auch Serpenterölle vor, die von den über dem Karbon lagernden Serpentinstöcken stammen. Die Mächtigkeit dieser Hangschuttmassen ist entsprechend der Morphologie recht unterschiedlich.

### 3. Geophysikalische Meßmethodiken

Für die Prospektion auf Graphit mittels einer einfachen geophysikalischen Meßmethodik bietet sich im allgemeinen die Eigenpotential-Messung, abgekürzt mit SP-Messung, an. Diese Methode ist schnell und billig, eignet sich gut für Graphit und dient zum raschen Erhalt eines Überblickes über ein Untersuchungsgebiet. Die Methode der "frequenz mise a la masse" (FMAM) ist neu und wurde aus der alten "mise a la masse" - Methode hergeleitet. Diese dient zur Verfolgung leitfähiger Strukturen. Beide Methoden werden in folgenden Kapiteln kurz skizziert und ihre Anwendung auf Graphit hervorgehoben.

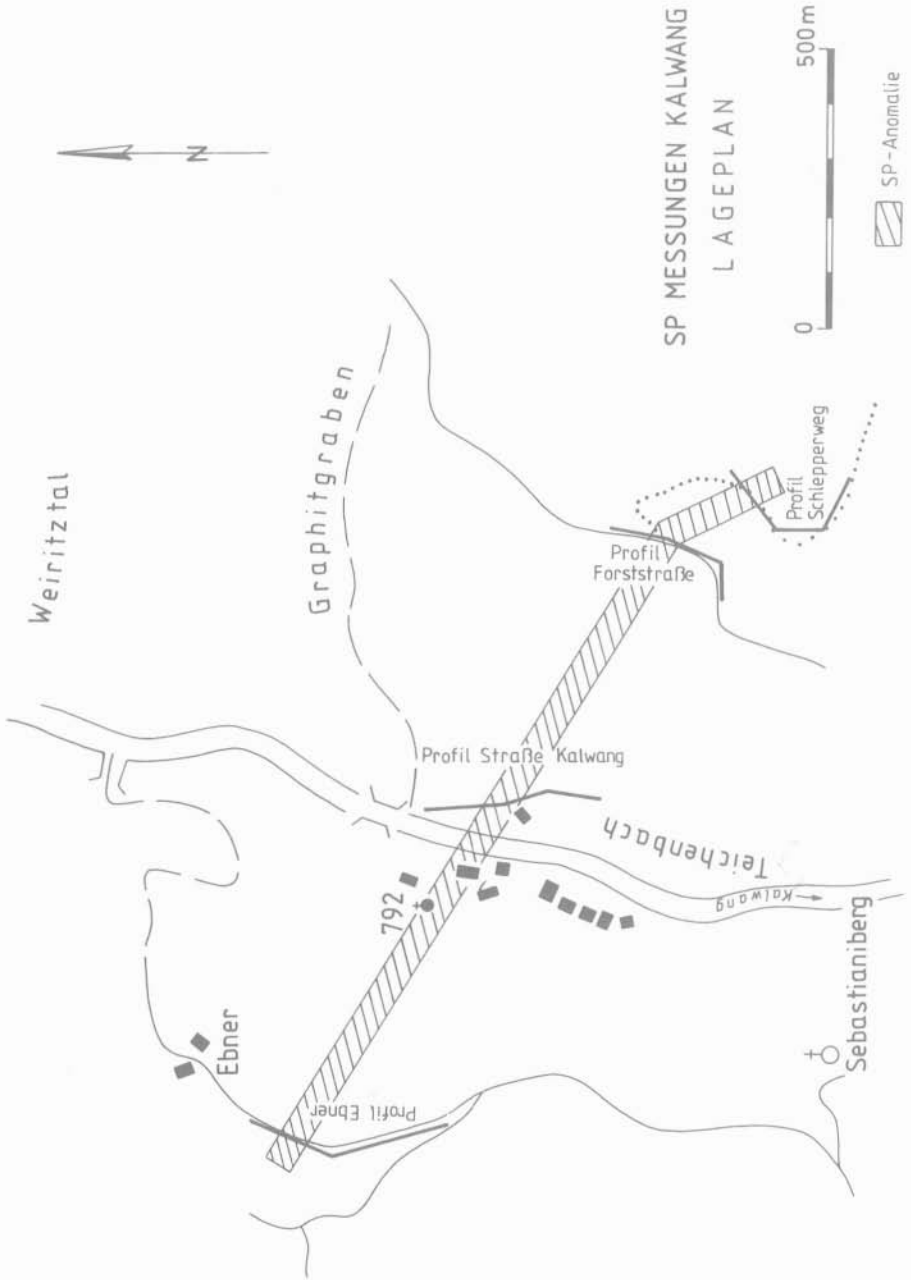


Abb.1: Übersichtslageplan der Meßgebiete

### 3.1. Eigenpotential

Natürliche elektrische Eigenpotentiale treten vorwiegend an sulfidischen Erzkörpern sowie in der Nähe graphitischer Gesteine auf. Ihr Zustandekommen ist eng mit komplizierten elektrochemischen Prozessen verknüpft, die sich zwischen Erz bzw. Gestein und der umgebenden Bergfluchte, den Boden- und Tiefenwässern einstellen. Formale wirken dabei Membran- und Kontaktpotentiale zusammen, die sich herausbilden, wenn verschiedene Metalle oder Metallsulfide in den gleichen Elektrolyten eintauchen oder wenn Elektroden des gleichen Materials in Lösungen unterschiedlicher Konzentration gebracht werden. Zusätzlich treten bei Bewegungen eines Elektrolyten im Gestein Strömungspotentiale auf, die erhebliche Beträge annehmen können.

Vielfalt und unterschiedliche Intensität dieser Erscheinungen führen dazu, daß zwischen Mineralisations- und Störpotential zu unterscheiden ist. Störpotentiale werden vor allem durch elektrokapillare und bioelektrische Wirkungen, durch Änderungen der Elektrolytkonzentration im Grundwasser oder andere geochemische Vorgänge hervorgerufen. Im besonderen Maß können elektrokapillare und bioelektrische Effekte auch ohne Vorhandensein mineralisierter Zonen vererzungsbedingte Eigenpotentiale vortäuschen, da sie sich nicht selten durch elektrische Indikationen in der Größenordnung von mehreren 100 mV bemerkbar machen.

Elektrokapillare Erscheinungen treten besonders in morphologisch stark gegliederten, meist trockenen Gesteinen auf. Wird in solchen Bereichen durch hydrologische Einwirkungen das Gestein stark angelöst, so begünstigen die übrigbleibenden Quarzskellette ein rasches Versickern von Niederschlagswasser. Andererseits können Bodenwässer durch Kapillarkwirkung und Verdunstung rasch aufsteigen. Im allgemeinen ist das damit verbundene Potentialgefälle bei deszendente Wasserbewegungen negativ und durch ein regionales Ansteigen proportional der Bodenerhebung zu erkennen. Aszendente Wasserbewegungen bewirken ein positives Potentialgefälle. Bioelektrische Potentiale sind immer am Auftreten negativer Anomalien zu erkennen. Sie heben sich besonders dann von einem normalen Störpegel ab, wenn die Messungen vom offenen Gelände in bewachsene oder bewaldete Bereiche führen. Dabei ist die Trennung elektrokapillarer von bioelektrischen Wirkungen in den meisten Fällen gar nicht möglich.

Die Ursachen der von den Eigenpotentialmessungen gefundenen Anomalien können also sehr vielfältig sein und müssen im einzelnen Fall immer gesondert geprüft werden. Dies schränkt jedoch ihre Bedeutung aus ökonomischer Sicht bei der Suche und Erkundung spezieller Vererzungen sowie der Kartierung tektonischer Situationen unter Beachtung der Leistungsgrenzen nicht ein. Im allgemeinen kann angenommen werden, daß sich vererzungsbedingte Anomalien im Bereich von über 100 mV bis 1 V ausprägen und Störpotentiale normalerweise bei 100 mV und darunter zu finden sind. Die SP-Messungen werden mittels SP-Töpfen entlang von Profilen durchgeführt, die durch eine Basislinie verbunden werden. Dadurch können die Profile miteinander korreliert werden und der Vergleich ihrer Amplituden ermöglicht eine flächenhafte Darstellung der natürlichen Spannungsverteilung.

### 3.2. Frequenz "mise a la masse" - Meßmethodik

Als "mise a la masse" - Meßmethodik, hier kurz als MM abgekürzt, bezeichnet man ein bestimmtes geophysikalisches Meßverfahren, bei dem ein Strompol auf die zu untersuchende und verfolgende leitfähige Struktur gesetzt wird und der Gegenpol weit entfernt davon (theoretisch im Unendlichen) aufgestellt wird. Über die beiden Strompole wird nun ein Strom in den Untergrund eingebracht. Im Bereich des Strompoles bei der leitfähigen Struktur werden Potentialmessungen profilartig vorgenommen, wodurch in ungestörten Gebieten (keine Metallrohre, Stromleitungen, leitfähige Zäune etc.) die zur Umgebung leitfähigere Struktur verfolgt und auskartiert werden kann. Die Verfolgung graphitführender Zonen bietet sich mit dieser Meßmethodik geradezu als ideales Untersuchungsobjekt an, da Graphit ein guter Leiter ist und in höherohmiger Umgebung eingebettet ist. Grundvoraussetzung für die Anwendung dieser Methode ist jedoch ein bereits gefundener Ausbiß, an dem die Stromelektrode angekoppelt werden kann. Üblicherweise wird ein Gleichstrom induziert und die Potentialverteilung mittels spezieller potentialfreier Elektroden (poröse Membrantöpfe mit Kupfer in einer Kupfersulfatlösung) gemessen. Von dieser Messung muß bei schwach ausgeprägten Meßresultaten, was zumeist der Fall ist, die natürliche Eigenpotentialverteilung ohne induziertem Strom subtrahiert werden. Dies bedingt einen doppelten Meßaufwand mit un-

handlichen und auf steinigem Untergrund schlecht verwendbaren Eigenpotentialtöpfen.

Wird ein Strom mit konstanter Frequenz, die bei größerer Eindringtiefe zur Vermeidung von Skin-Effekten gering sein muß, an der zu untersuchenden Struktur eingespeist und weist das Meßsystem entsprechende Filter für diese Frequenz auf, kann die MM-Messung in einem Meßdurchgang bei Verwendung von normalen Metallspießen anstatt der Eigenpotentialtöpfe durchgeführt werden. Eine Referenzmessung wäre somit überflüssig. Dies würde eine Meßgeschwindigkeitssteigerung um etwa einen Faktor 3 und eine Auflösungssteigerung um einen Faktor 10 bringen. Die exakten Werte hängen von der Güte der verwendeten Elektronik und den Frequenzen ab. Die Meßmethodik wird "Frequenz mise a la masse" genannt und mit FMAM abgekürzt.

Bei der FMAM-Messung werden einzelne Profile ähnlich einer SP-Messung, jedoch mit Metallspießen, aufgenommen. Die Ankoppelung einer Stromelektrode erfolgt wenn möglich direkt im Anstehenden, wobei die zweite möglichst weit weg davon plaziert werden sollte. Es wird soviel Strom als möglich in das Untersuchungsobjekt induziert, um einen möglichst guten Nachweis des zu verfolgenden Objektes zu erhalten und das Verhältnis von Stör- zu Nutzsignal möglichst klein zu halten.

Es wird ein Spannungsgradient in Millivolt bzw. Mikrovolt pro Meter ( $\text{mV/m}$ ,  $\mu\text{V/m}$ ) aus den Meßdaten berechnet und über den Profilen aufgetragen. Die leitfähige Struktur läßt sich damit vom Ausbiß weg verfolgen.

## 4. Ergebnisse

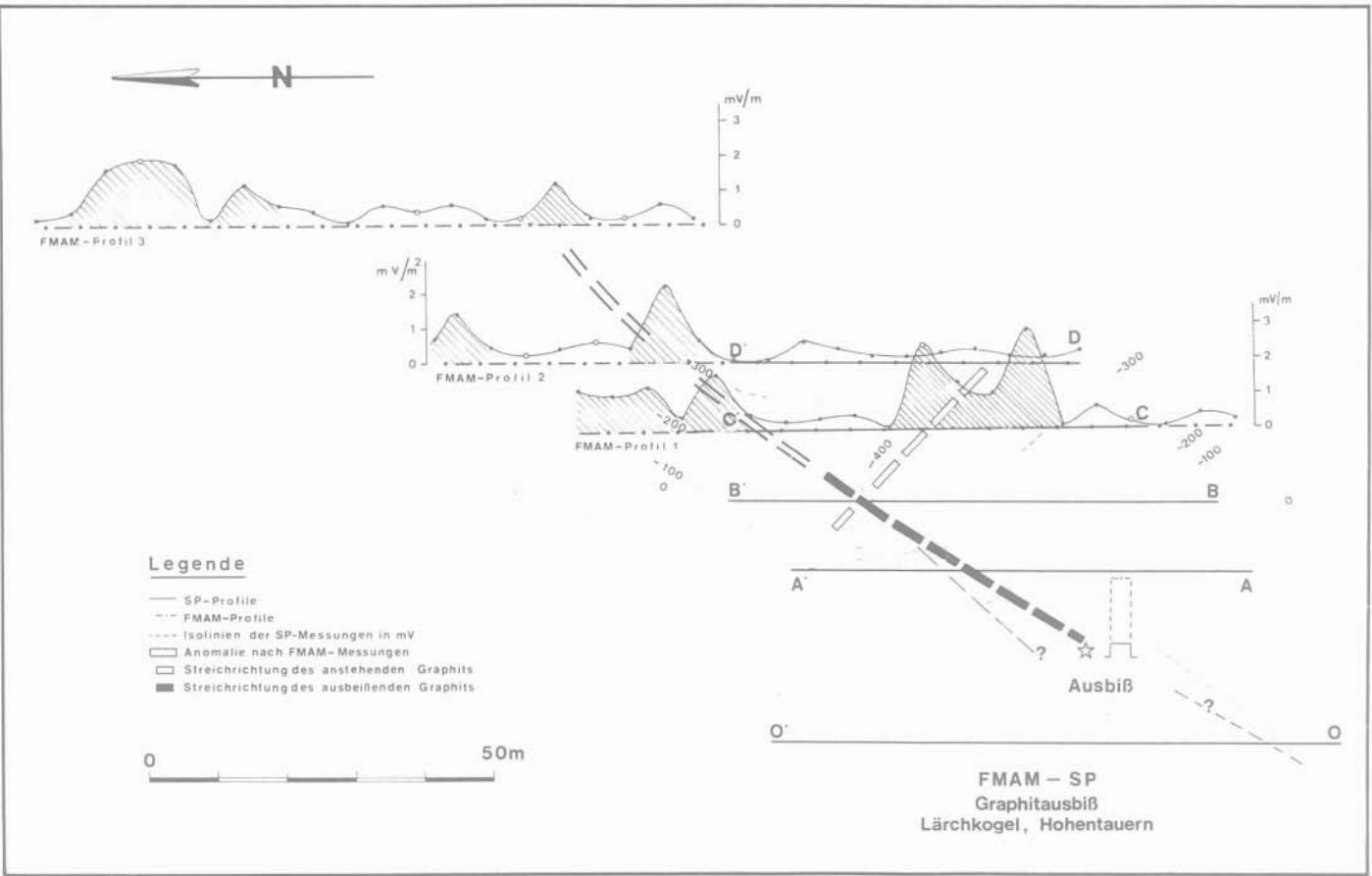
### 4.1. Lärchkogel/Hohentauern

Die SP-Feldmessungen wurden im November 1987 durchgeführt, wobei insgesamt 5 hangparallele Profile etwa senkrecht zum vermuteten Streichen des Graphitlagers aufgenommen wurden. Die 412 Meßpunkte auf den 5 Profilen wurden über eine Basislinie miteinander verbunden, sodaß sie gemeinsam flächenhaft dargestellt werden können (Abb.2).

Die sich aus der Korrelation der einzelnen SP-Profile ergebenden Isolinien weisen auf eine SE-Streichrichtung des Graphitlagers hin. Gefunden wurde jedoch eine Streichrich-



Abb.2: Interpretation der geophysikalischen Messungen am Lärchkogel



tung senkrecht dazu, weshalb angenommen werden kann, daß die Lagerstätte langsam auskeilt oder die Überlagerung zunimmt. Dies sollte mit der folgenden FMAM-Messung verifiziert werden. In der Abbildung 3 ist ein Profil, welches nach beiden Meßmethoden registriert wurde, zum Vergleich gemeinsam dargestellt. Da offensichtliche unterschiedliche Ergebnisse vorliegen, erfolgt eine kurze Diskussion der FMAM-Messungen. Die FMAM-Feldmessungen wurden in 2 Etappen durchgeführt. In der 1. Meßperiode im November 1987 wurde ein Prototyp zum Einsatz gebracht, wobei das Meßprinzip getestet werden sollte. Dieser Prototyp wurde anschließend weiterentwickelt, wobei in Bezug auf die Stromaufnahme und die Filterqualitäten entscheidende Verbesserungen erzielt werden konnten. Mit diesem Gerät wurde ein weiterer Meßdurchgang im August 1988 gestartet, um die Graphitlagerstätte weiter verfolgen und die Effizienz des Gerätes testen zu können.

Als Ergebnis der FMAM-Messung konnten mehrere parallele Strukturen in Richtung ENE - NE festgestellt werden (Abb.2). Die Anomalien nehmen mit zunehmender Entfernung vom Ausbiß drastisch ab, weshalb auch hier der Schluß naheliegt, daß die Lagerstätte entweder auskeilt oder deren Überlagerung zunimmt. Dies könnte unter Umständen durch eine weitere Messung mit dem verbesserten FMAM-Gerät in einer trockenen Periode festgestellt werden, doch wird auch dieses Gerät vermutlich nur um einen Faktor 2 - 5 den Graphit weiter verfolgen können. Dann wird sich wiederum dieselbe Frage stellen, ob die Lagerstätte auskeilt oder die Überlagerung zunimmt. Auf Grund der Topographie ist aber anzunehmen, daß die rasche Zunahme der Überlagerung die Anomalie kleiner werden läßt.

Eine mögliche Hilfestellung könnte die geoelektrische Tiefensondierung bieten, wenn der Widerstandscontrast von Lagerstätte zum Umliegenden mehr als 30% beträgt und das Verhältnis von Lagerstättenmächtigkeit zur Überlagerung einen Wert von etwa 0.15 nicht unterschreitet. Eine Bohrung würde natürlich die besten Aufschlüsse geben.

## 4.2. Teichenbachgraben/Kalwang

Nach einer Geländebegehung wurden SP-Messungen im Teichenbachgraben entlang von 4 Profilen durchgeführt (Abb.1). Der Lageplan der Profile inklusive den schematisiert eingetragenen Ergebnissen ist in Abbildung 4 ersicht-

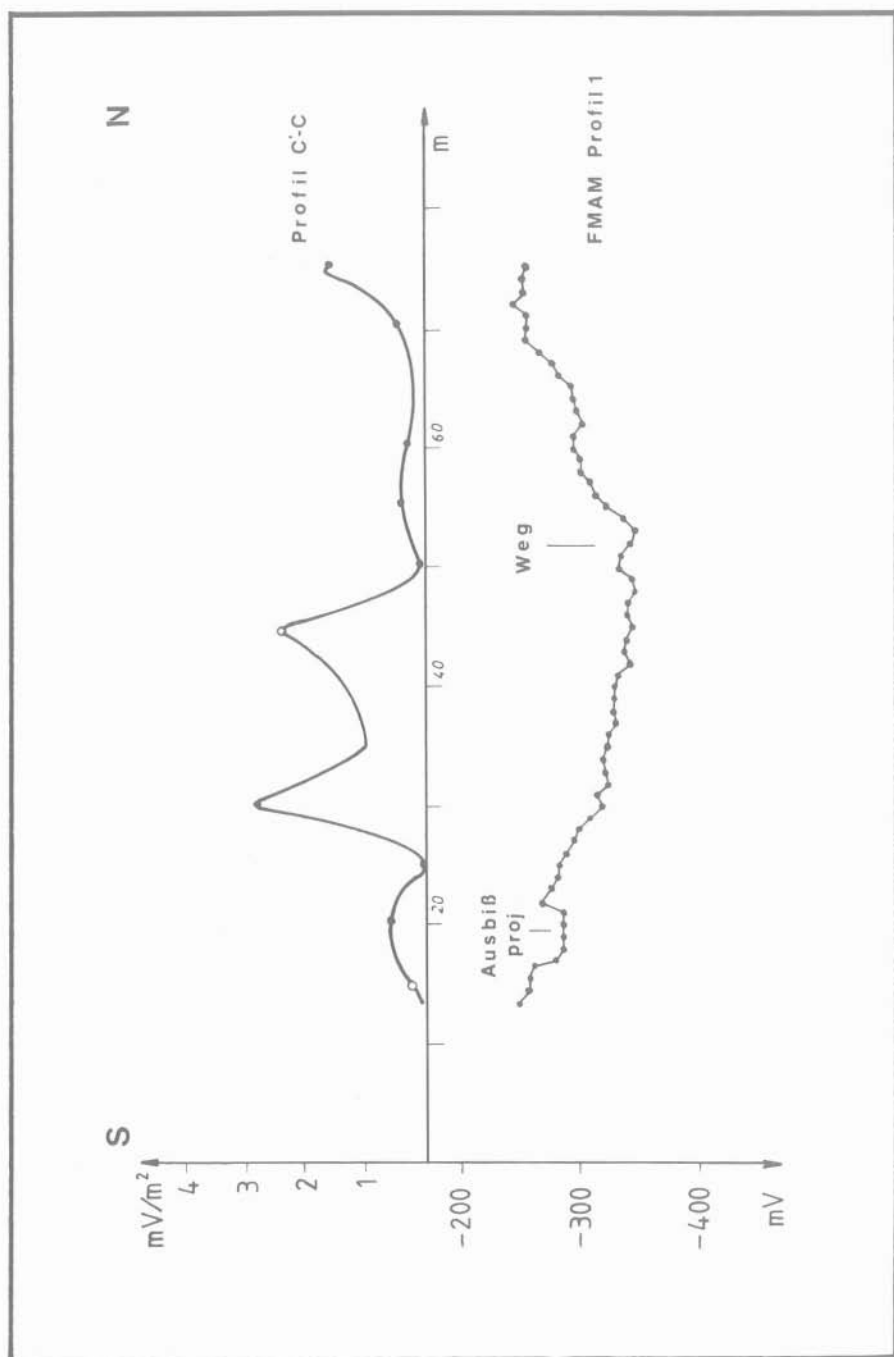
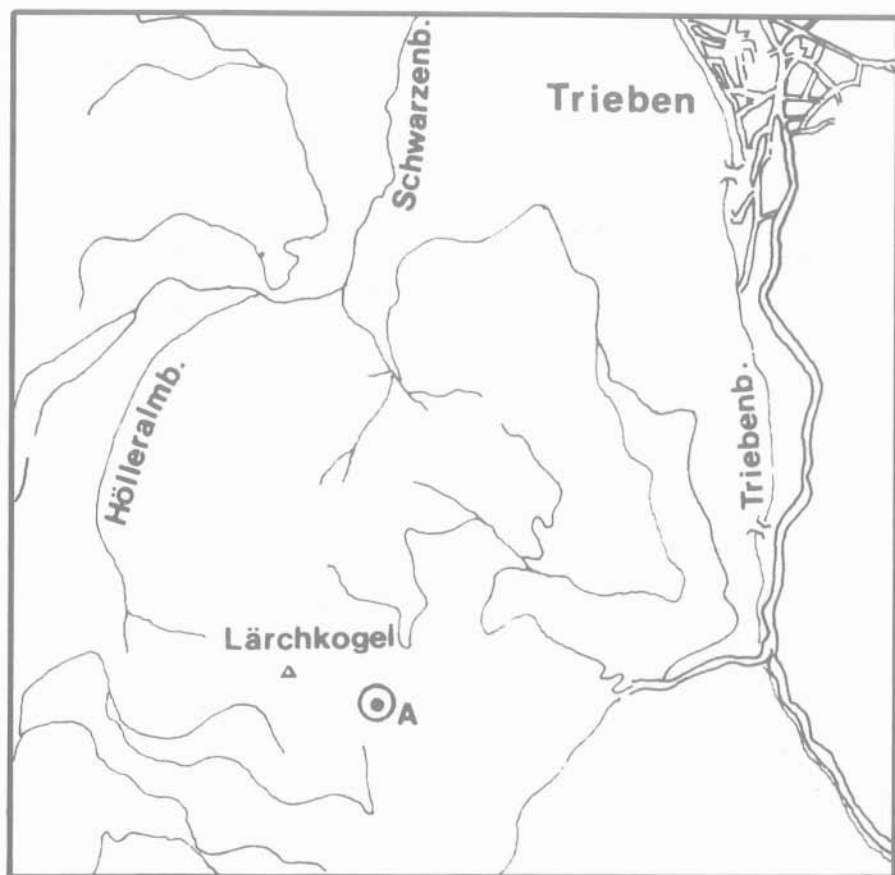


Abb.3: Gegenüberstellung des Eigenpotential- und "Frequenz mise a la masse"-Profils C-C' und FMAM-1



### Detallageplan 1

A .. Meßgebiet Lärchkogel

500m

lich. Das detaillierte Meßergebnis von Profil Ebner ist in Abbildung 5 dargestellt. Es kann hier ein SP-Minimum, das schattiert eingetragen wurde, von Profil zu Profil verfolgt werden, welches eine Streichrichtung in WNW-Richtung aufweist. Diese Streichrichtung deckt sich mit dem Abbaugebiet der alten Graphitlager im Bereich der Kapelle und eines Schurfstollens ca. 500 m SE davon entfernt. Dies bedeutet, daß hier eine stellenweise mehr oder weniger ausgeprägte Graphitlagerstätte über eine weite Strecke hinweg verfolgt werden kann. Die Qualität der Lagerstätte kann aus diesen Messungen jedoch nicht abgeschätzt werden. Die Breite der SP-Anomalie beträgt jeweils 30 - 50 m mit Am-



**Detaillageplan 2**

—  
500m

- B .. Profil Ebner**
- C .. Profil Straße Kalwang**
- D .. Profil Forststraße**
- E .. Profil Schlepperweg**

Abb.4: Detaillageplan der Meßprofile im Teichengraben in Kalwang mit schematischer Eintragung des Anomalieverlaufes

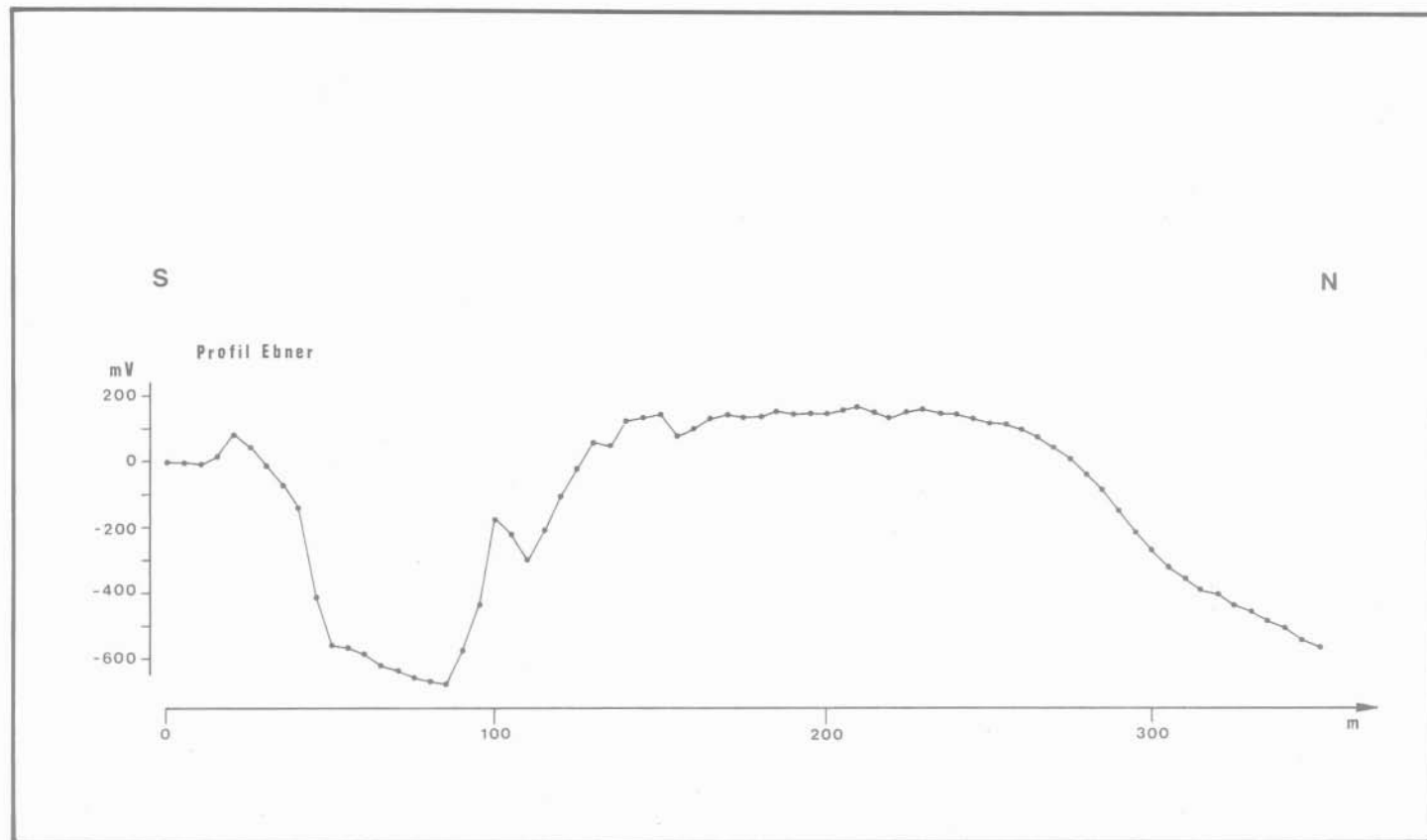


Abb.5: Darstellung des Eigenpotentialprofils Ebner im Teichengraben bei Kalwang

plituden von 0.2 - 0.6 V, was als nicht sehr hoch anzusehen ist, wenn mit hochgradigen Lagerstätten die etwa doppelte bis dreifache Amplituden aufweisen, verglichen wird (Kraubath, Sunk). Es ist daher nicht auszuschließen, daß hier der Graphitgehalt unter den Qualitätsanforderungen liegt. Eine Verdichtung der Profile wäre für ein detailliertes Auskartieren unbedingt notwendig. Wegen der rauen Topographie sollten diese Arbeiten aber nur dann in Angriff genommen werden, wenn durch Voruntersuchungen erwiesen ist, daß die Graphitgehalte den hohen Qualitätsansprüchen gerecht werden, da die Kosten für weiterführende Messungen in diesem Gelände im Vergleich zu konventionellen Untersuchungen wesentlich höher sind.

## 5. Literatur

- KÜRZL, H.: Der Serpentin vom Lärchkogel bei Trieben/Steiermark - Eine geowissenschaftliche Analyse.- Unveröff. Dissertation am Institut für Mineralogie, Montanuniversität Leoben, 262 S., Leoben 1982.
- METZ, K.: Geologie der Grauwackenzone von Mautern bis Trieben.- Mitt. Reichsst. Bodenforsch. Zweigst. Wien, 1, 161-220, 1940.
- NIEDERL, R.: Geologische Studien in der Grauwackenzone zwischen Mautern und Kalwang (Steiermark).- Bericht an die Vereinigung für Angewandte Lagerstättenforschung in Leoben, 1983.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich.- 1, Deuticke, Wien 1977.

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Dr.mont. Heinrich AIGNER und Dipl.-Ing. Dr.mont. Christian SCHMID, Institut für angewandte Geophysik der Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H., Roseggerstraße 17, A-8700 Leoben.

Dr.phil. Reinhard GRATZER, Institut für Geowissenschaften der Montanuniversität Leoben, Franz-Josef-Straße 18, A-8700 Leoben.