

96.504



Institut für Angewandte Geophysik
Forschungsgesellschaft Joanneum
Roseggerstraße 17
A-8700 Leoben

25.4.1989

GRAPHIT - PROSPEKTION

LÄRCHKOGEL, HOHENTAUERN

TEICHENGRABEN, KALWANG

P-87/1987

Projektleiter: Prof.DDr. F.Weber
Wiss. Mitarbeiter: Dipl.Ing.Dr. H.Aigner
Dr. R.Gratzer
Dipl.Ing.Dr. Ch.Schmid

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung	1
2. Geologischer Rahmen	2
3. Geophysikalische Meßmethodiken	3
3.1. Eigenpotential	3
3.2. Frequenz mis a la masse	5
3.2.1. Physikalische Prinzipien	5
3.2.2. Entwicklung eines Meßgerätes	6
4. Ergebnisse	8
4.1. Lärchkogel / Hohentauern	8
4.2. Teichengraben / Kalwang	10
5. Zusammenfassung	11
6. Beilagenverzeichnis, Literaturzitate	12

1. Einleitung

Im Sommer 1986 wurde am Ostabhang des Lärchkogels (Trieben/Sunk) ein Schurfstollen auf ein SE streichendes Graphitlager vorgetrieben. Entsprechend älteren bergbau-geologischen 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 Serpentinestock 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 ausbeißendem 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 "mis a la masse" vorgenommen werden.

Mit diesen Methoden sollten anschließend auch Untersuchungen im Teichengraben 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 (Beilage 1).

Im erstgenannten Arbeitsgebiet, dem Teichenbachgraben, sind im vorderen Bereich nördlich von Kalwang graue Kalke des Karbon 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 einen namhafter Graphitgehalt festzustellen. Der zweite Gesteinstyp ist wesentlich quarzreicher, meist bankig, sprödbrechend und führt weniger Hellglimmer und Graphit. Beiden Gesteinstypen ist eine Überprägung der dominierenden Schieferung durch eine postkristaline, 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 detailliert untersucht worden waren (Beilage 2, Kürz1, 1982). 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 taucht unter die Triebensteinkalke der Sunkmauer, die dem Oberkarbon tektonisch auflagert (K. Metz, 1940). Der SW-Schenkel fällt auch unter die Serpentinittmasse des Lärchkogels. Die vorliegenden Gesteine des Karbon 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 auch ergeben, daß oberflächennah Hangschutt mit unterschiedlichen Mächtigkeiten anzutreffen ist. Die Hauptkomponente dieses Schuttmaterials sind Quarzkonglomerate und Sandsteine des Karbons. Vereinzelt kommen auch Serpentinergölle 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 mis a la masse' (FMM) ist neu und wurde aus der alten 'mis 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.

3.1. Eigenpotential

Natürliche elektrische Eigenpotentiale treten vorwiegend an sulphidischen 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 Bergfeuchte, den Boden- und Tiefenwässern einstellen.

Formal 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 Störpotentialen zu unterscheiden ist. Störpotentiale werden vor allem durch elektrokapillare und bioelektrische Wirkungen, durch Änderungen der Elektrolytkonzentration im Grundwasser oder andere geochemische Vorgänge hervorgerufen. In besonderem Maße 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 silifiziert, so begünstigen die übrigbleibenden Quarzskelette ein rasches Versickern von Niederschlagswasser. Andererseits können Bodenwässer durch Kapillarwirkung 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.

Durchgeführt werden SP-Messungen mittels SP-Töpfen entlang von Profilen, die durch eine Basislinie verbunden werden. Dadurch können alle Profile miteinander in ihrer Amplitude verglichen und eine flächenhafte Karte der natürlichen Spannungsverteilung erstellt werden.

3.2. Frequenz mis a la masse

3.2.1. Physikalische Prinzipien

Als 'mis 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 Strompols 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. Es muß jedoch ein Ausbiß bereits gefunden worden sein, an dem eine Stromelektrode angekoppelt wird.

Üblicherweise wird ein Gleichstrom induziert und die Potentialverteilung mittels spezieller potentialfreier Elektroden (poröse Membrantöpfe mit Kupfer in einer Kupfersulphatlösung) 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 unhandlichen 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 'frequency mis al la masse' genannt und mit FMM abgekürzt.

Bei der FMM-Messung werden einzelne Profile ähnlich einer SP-Messung, jedoch mit Metallspießen, aufgenommen. Die Ankoppelung einer Stromelektrode erfolgt wenn möglich direkt im Anstehenden und der zweiten möglichst weit weg davon. 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 (mV/m, uV/m) aus den Meßdaten berechnet und über den Profilen aufgetragen. Die leitfähige Struktur läßt sich damit vom Ausbiß weg verfolgen.

3.2.2. Entwicklung eines FMM-Meßgerätes

Im Rahmen anderer Projekte wurde nun ein derartiges Gerät gebaut, das aus einem Transmitter und einem Receiver besteht. Mit dem Transmitter ist es möglich, einen einstellbaren konstanten sinusförmigen Strom mit einer Frequenz von 10 Hz zwischen 0.1 und 30 mA mit Spannungen bis zu +/- 150 V in den Boden einzubringen. Die verwendete Frequenz von 10 Hz erlaubt in den meisten Anwendungsfällen Eindringtiefen bis zu 100 m. Mit dem Receiver werden Spannungsdifferenzen gemessen, wobei die Nutzsignale über scharfe Bandpaßfilter aus den gemessenen meist verrauschten Spannungen herausgefiltert werden.

Für die ersten Meßeinsätze wurde ein Prototyp entwickelt, wobei sich herausstellte, daß der Receiver zu unhandlich und zu instabil ist. Der Prototyp-Receiver war außerdem noch für provisorische Messungen nach der Methode der Induzierten Polarisation ausgelegt. Es wurde daher nach einer Testphase ein wesentlich verbesserter Receiver gebaut und auch eingesetzt.

Die technischen Daten des Transmitters lauten:

Ausgang: 1, 10, 1+10 Hz Sinus
beliebige externe Signale bis 1 kHz
maximale Ausgangsspannung +/- 150 V
Strombereich: 0.1 - 30 mA
Frequenz- und Stromkonstanz: < 1%
Stromversorgung: 12 V, 0.5 A
Gewicht: 6 kg inkl. Batterie für 10 Betriebsstunden

Die technischen Daten des Prototyp-Receiver lauten:

Eingangswiderstand: 1 Tera-Ohm
Filter: Butterworth-Bandpass, Q-Faktor 10,
für die Frequenzen 1 und 10 Hz simultan
Prozentfrequenz: berechnet aus den Spannungsamplituden von 1 und 10 Hz
für ev. Messungen nach der Methode der Induzierten
Polarisation
Verstärkungsbereiche: mit Übersteuerungsanzeige
vor dem Filter 1, 10, 100
nach dem Filter 1, 10
Stromversorgung: 12 V, 0.2 A
Gewicht: 2 kg inkl. Batterie für 10 Betriebsstunden

Die technischen Daten des endgültigen Receiver lauten:

Eingangswiderstand: 1 Tera-Ohm
Filter: Bandpaß bei 10 Hz, Q-Faktor 33
Verstärkungsbereiche: mit Übersteuerungsanzeige
vor dem Filter 1, 10, 100
nach dem Filter 1, 10, 100
Stromversorgung: 9.5 V, 15 mA
Gewicht: 0.4 kg inkl. Batterie für 50 Betriebsstunden

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 Profile wurden über eine Basislinie miteinander verbunden, sodaß sie gemeinsam flächenhaft dargestellt werden können (Beilage 3).

Die Isolinien der SP-Messungen sind in Beilage 7 dargestellt. Sie weisen auf eine SE-Streichrichtung des Graphitlagers hin. Gefunden wurde jedoch eine Streichrichtung senkrecht dazu, weshalb angenommen werden kann, daß die Lagerstätte langsam auskeilt oder die Überlagerung zunimmt. Dies sollte mit der folgenden FMM-Messung verifiziert werden. Es werden in den Beilagen 4 und 5 zwei Profile, die nach beiden Meßmethoden registriert wurden, vergleichshalber gemeinsam dargestellt. Da offensichtliche unterschiedliche Ergebnisse vorliegen, erfolgt eine kurze Diskussion der FMM-Messungen.

Die FMM-Feldmessungen wurden in 2 Etappen durchgeführt. In der 1. Periode im November 1987 wurde ein Prototyp zum Einsatz gebracht, wobei das Meßprinzip getestet wurde. Der Prototyp wurde weiterentwickelt, wobei das Gewicht, die Größe, die Stromaufnahme und die Filterqualitäten entscheidend verbessert wurden. Mit diesem Gerät, wurde ein weiterer Meßdurchgang im August 1988 gestartet, um die Graphitlagerstätte weiter verfolgen und die Effizienz des Gerätes testen zu können.

In der Beilage 6 ist die Messung vom November 1987 und jene vom August 1988 angeführt. Dabei sind im linken Teil der Abblindung mittlere Gradienten in der Größenordnung von 0.1 - 2 mV/m zu ersehen, während diese rechts davon um einen Faktor 100 kleiner sind. Diese Unterschiede werden auf unterschiedliche Ankoppelungsbedingungen und Feuchteverhältnisse zurückgeführt:

Im Nov.87 war der Boden sehr trocken, die Ankoppelung erfolgte beim Stollen-
eingang. Im Aug.88 war der Boden sehr feucht, die Ankoppelung erfolgte im
Stollen an der Ortsbrust im anstehenden Graphit. Durch die bessere Ankoppelung
und die niederohmigeren Verhältnisse durch eine bessere Durchfeuchtung im
Aug.88 ist das drastische Absinken des oberflächennahe gemessenen Spannungs-
gradienten zu erklären.

Untermauert wird diese Tatsache, da im Nov.87 bei ca. 3 mA Strom bereits ca. 100 V Spannung eingebracht wurden, wobei im Aug.88 30 mA Strom nur ca. 15 V ergaben. Dies alleine ergibt bereits einen Faktor 100 Unterschied im Erdwiderstand!

In der 2. Meßperiode wurde das wesentlich verbesserte Meßgerät zum Einsatz gebracht, das die Spannungsverminderung um einen Faktor 100 kompensieren konnte. Das Meßergebnis auf Profil C ist wesentlich besser als im Nov.87, da positive und negative Gradienten eindeutig unterschieden werden können, wie sie ja laut Theorie zu erwarten waren, falls man über einen zu verfolgenden leitfähigen Körper hinwegmißt. Die Güte des Profils D kann in etwa als gleich, doch als insgesamt nicht gut bezeichnet werden.

Insgesamt kann festgestellt werden, daß das neue Meßgerät eine um mindestens einen Faktor 100 bessere Auflösung besitzt! Für die Interpretation ergeben sich keine neuen Hinweise. Wichtig ist die Tatsache, daß eine FMM - Messung nur bei optimalen Bedingungen durchgeführt werden sollte, damit der Widerstandscontrast des Meßobjektes zur Umgebung möglichst hoch ist; man sollte also möglichst in trockenen Perioden messen.

Als Ergebnis der FMM-Messung können mehrere parallele Strukturen in Richtung ENE bis NE ausgemacht werden. Die Anomalien nehmen mit größer werdender 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 FMM-Gerät in einer trockenen Periode festgestellt werden, doch wird auch dieses Gerät vermutlich nur 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 ev. 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. Teichengraben / Kalwang:

Nach einer Begehung mit Herrn Draxl wurden SP-Messungen im Teichengraben entlang von 4 Profilen durchgeführt. Der Lageplan der Profile inklusive den schematisierten Ergebnissen ist in Beilage 8 zu ersehen, die detaillierten Meßergebnisse in Beilage 9. Es kann hier ein SP-Minimum, das schattiert dargestellt wurde, von Profil zu Profil verfolgt werden, das eine Streichrichtung in WNW-Richtung aufweist. Diese Streichrichtung deckt sich mit dem Abbaugelände 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 Amplituden von 0.2 - 0.6 V, was als nicht sehr hoch anzusehen ist, wenn mit hochgradigen Lagerstätten mit etwa doppelter bis dreifacher Amplitude 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. 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 (Hohe Tauern).

Es sollte daher in diesem Arbeitsgebiet eine modifizierte "mis a la masse" Methode im Frequenzbereich getestet werden. Bei dieser "Frequenz mis a la masse" werden einzelne Profile ähnlich einer SP-Messung, 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.

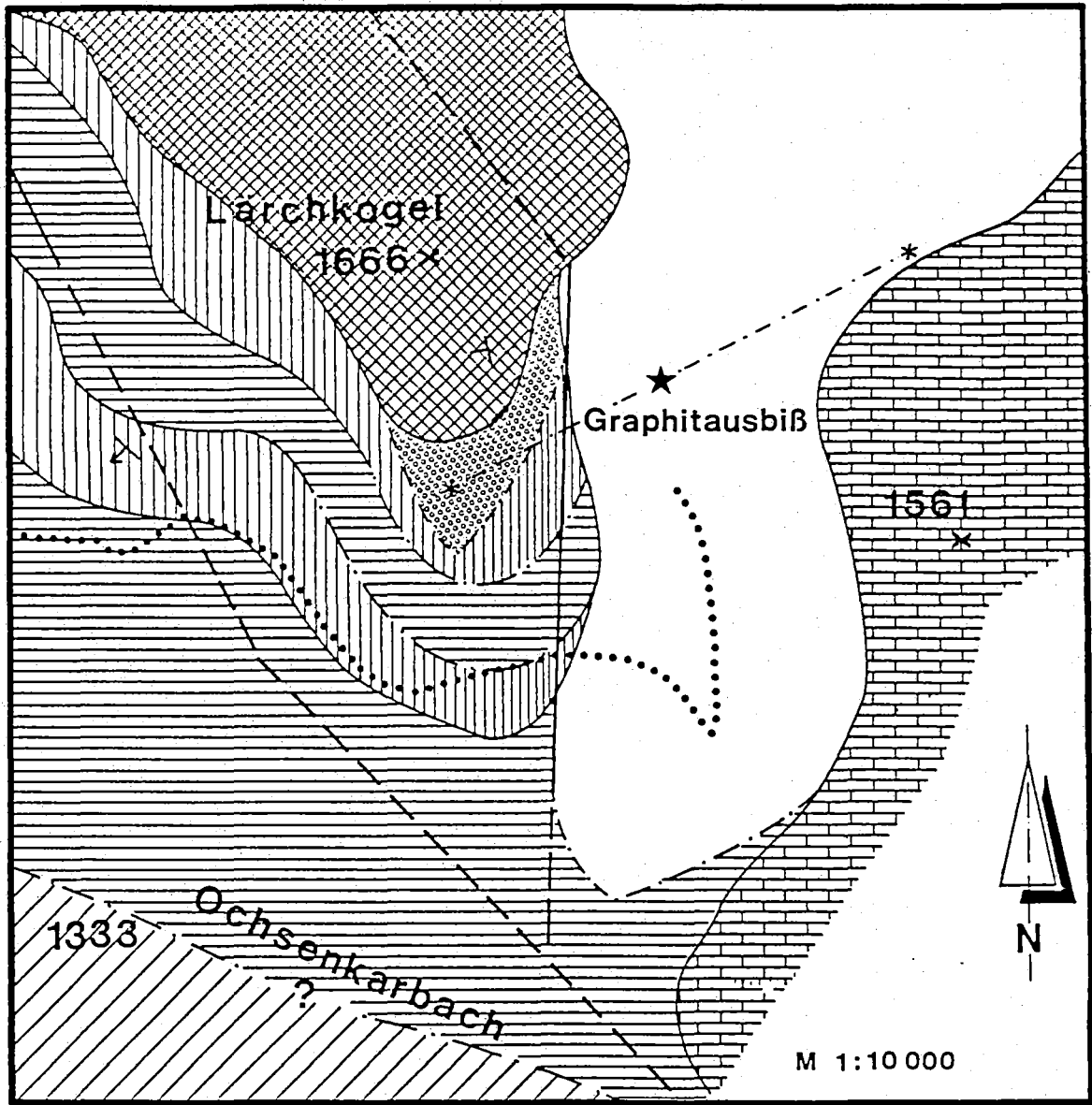
Im Teichengraben bei Kalwang waren bereits 1982 geophysikalische Arbeiten begonnen worden, die aber wegen der rauhen Topographie kein flächenhaftes Bild einzelner großer Anomalien ergaben. Hier wurden nach einer ausführlichen Geländebegehung 4 Profile mit SP-Messungen aufgenommen. Durch genaues Einmessen der einzelnen Profile war eine schematische flächenhafte Darstellung der Anomaliebereiche möglich. Es hat den Anschein, als würde hier ein Graphitlager mit einer Mindesterstreckung von etwa 2 km den Teichengraben queren. Die Qualität der Graphite wäre aber vor allfällig weiterführenden Arbeiten zu prüfen.

6. Beilagenverzeichnis, Literaturzitate



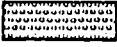
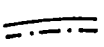

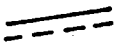
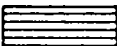
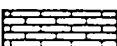
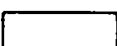
- Beilage 1: Übersichtslageplan der Meßgebiete
- Beilage 2: Geologische Übersicht des Meßgebietes Lärchkogel
- Beilage 3: Übersicht der geophysikalischen Profile am Lärchkogel
- Beilage 4: Eigenpotential- und 'Frequenz mis al la masse' - Profile C-C' bzw. 1
am Lärchkogel
- Beilage 5: Eigenpotential- und 'Frequenz mis al la masse' - Profile D-D' bzw. 2
am Lärchkogel
- Beilage 6: 'Frequenz mis al la masse' - Messungen am Lärchkogel,
Komplettübersicht
- Beilage 7: Interpretation der geophysikalischen Messungen am Lärchkogel
- Beilage 8: Lageplan der Profile beim Teichengraben in Kalwang inklusive
schematischer Darstellung der Eigenpotentialmessungen und des
Anomalieverlaufes
- Beilage 9: Eigenpotentialprofile beim Teichengraben in Kalwang

Literatur:

- K.rzl, H., 1982:
- Metz, K., 1940: Geologie der Grauwackenzone von Mautern bis Trieben. -
Mitt. Reichsst. Bodenforsch. Zweigst. Wien, 1, 161-220.
- Niederl, R., 1983: Geologische Studien in der Grauwackenzone zwischen Mautern
und Kalwang (Steiermark). - Bericht an die Vereinigung der Lagerstätten-
forschung Leoben.
- Tollmann, A., 1977: Geologie von Österreich. - Bd. 1, Deutike Wien.

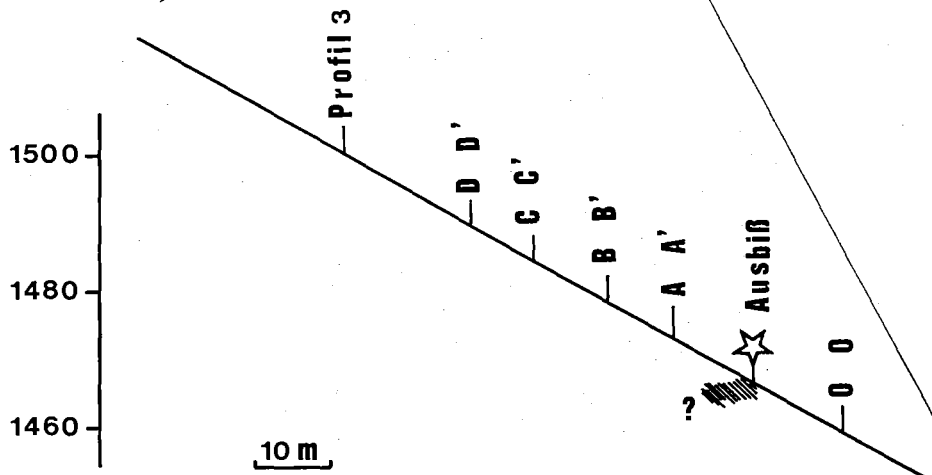
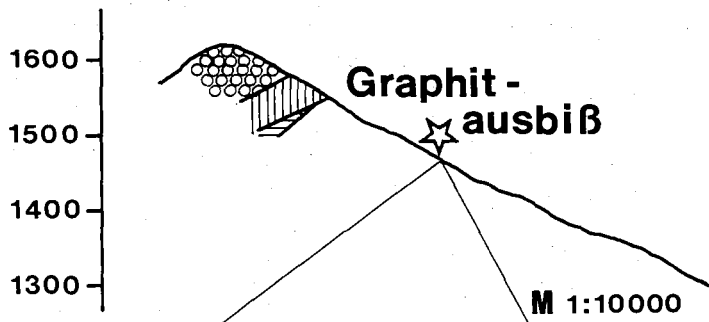


Legende:

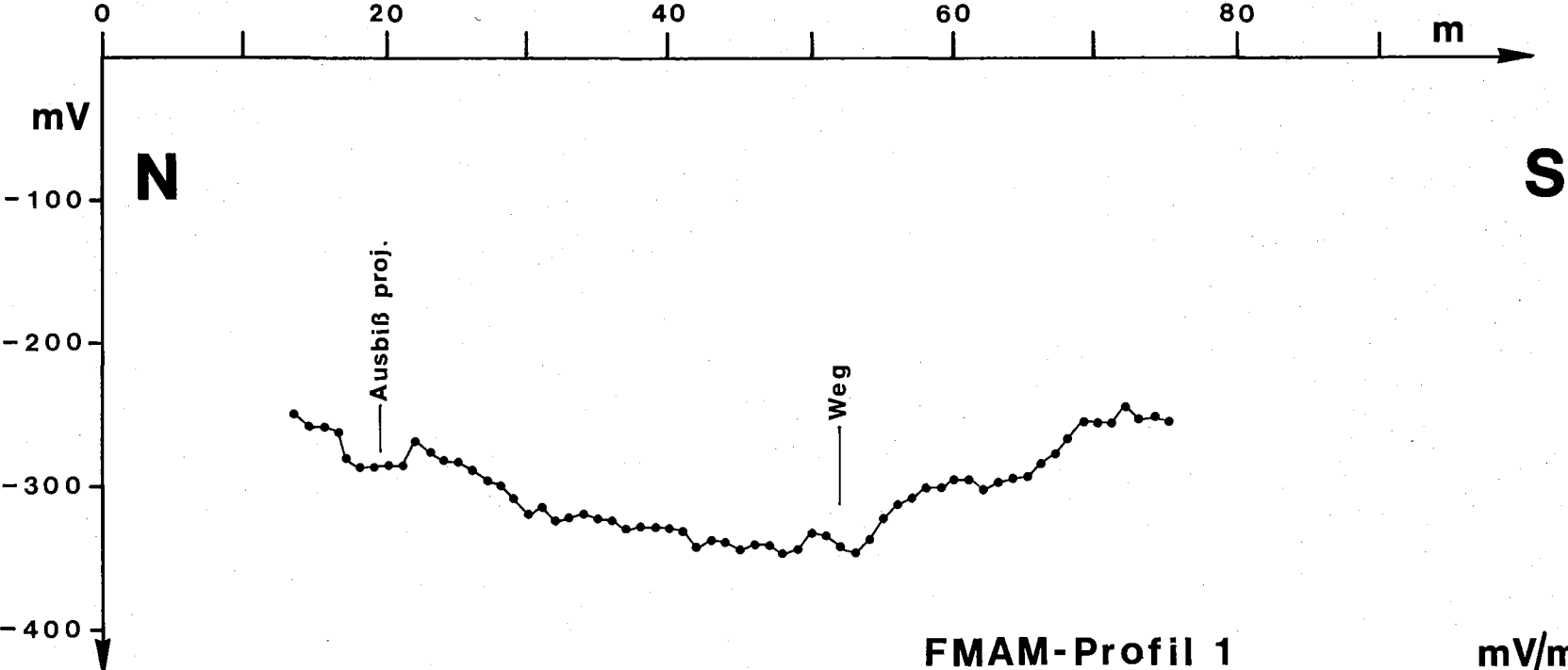
- | | | | |
|---|--------------------------------|---|---------------------------------------|
|  | Serpentinit |  | Gneise i.a. |
|  | Granatamphibolit |  | Schichtgrenze nachgewiesen - vermutet |
|  | Grünschiefer |  | tektonische Störung |
|  | Grauwackenschiefer i.a. | | |
|  | Kalke | | |
|  | Konglomerat Sandstein (Karbon) | | |

SW

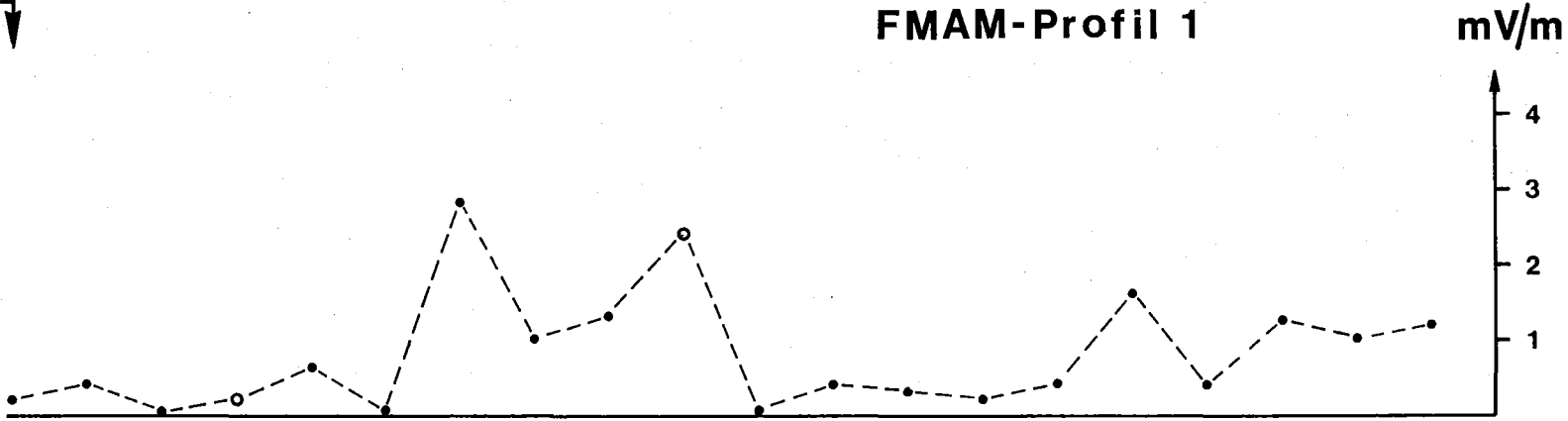
NE



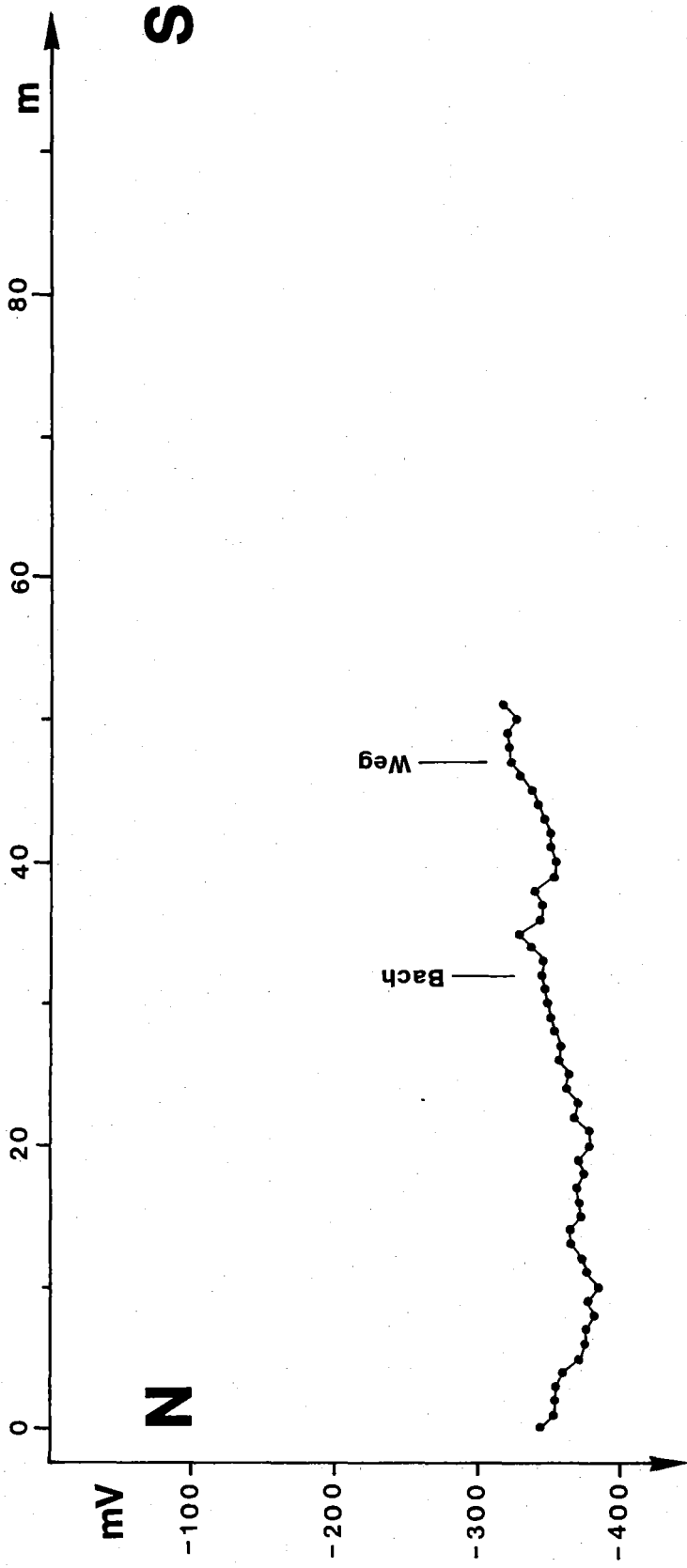
Profil C C'



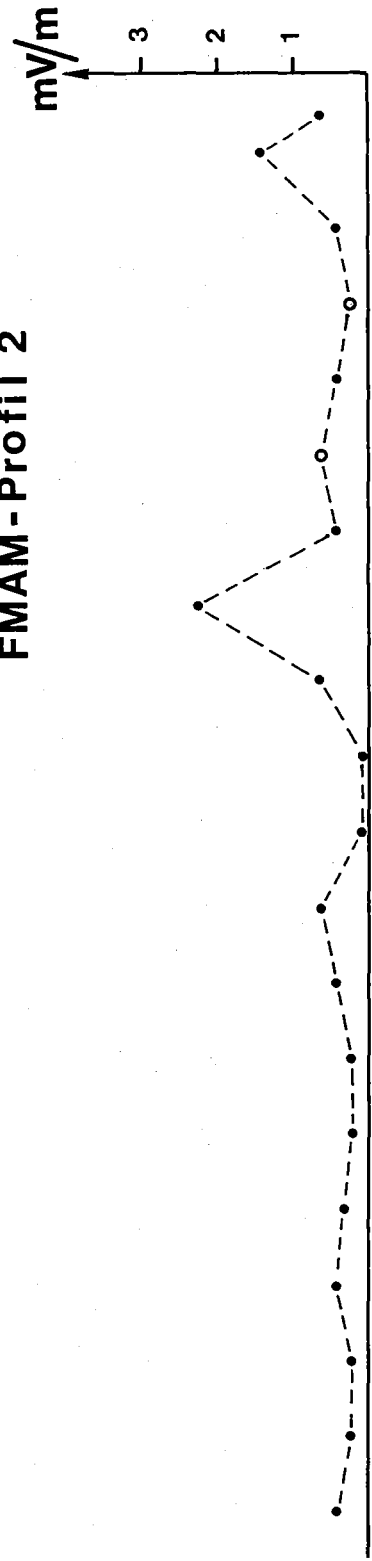
FMAM-Profil 1



Profil D D'

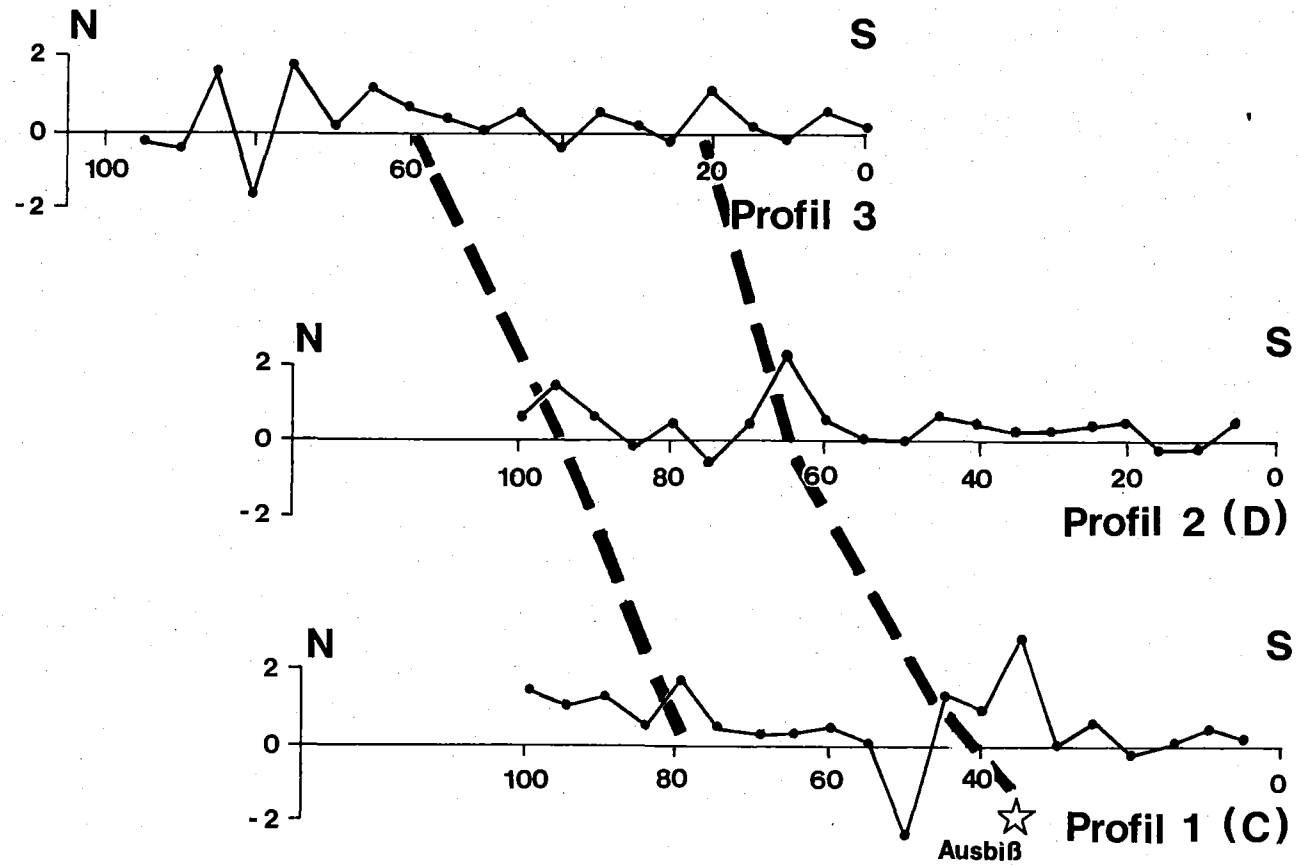


FMAM - Profil 2



Spannungsgradient
in mV/m

Messung November 1987

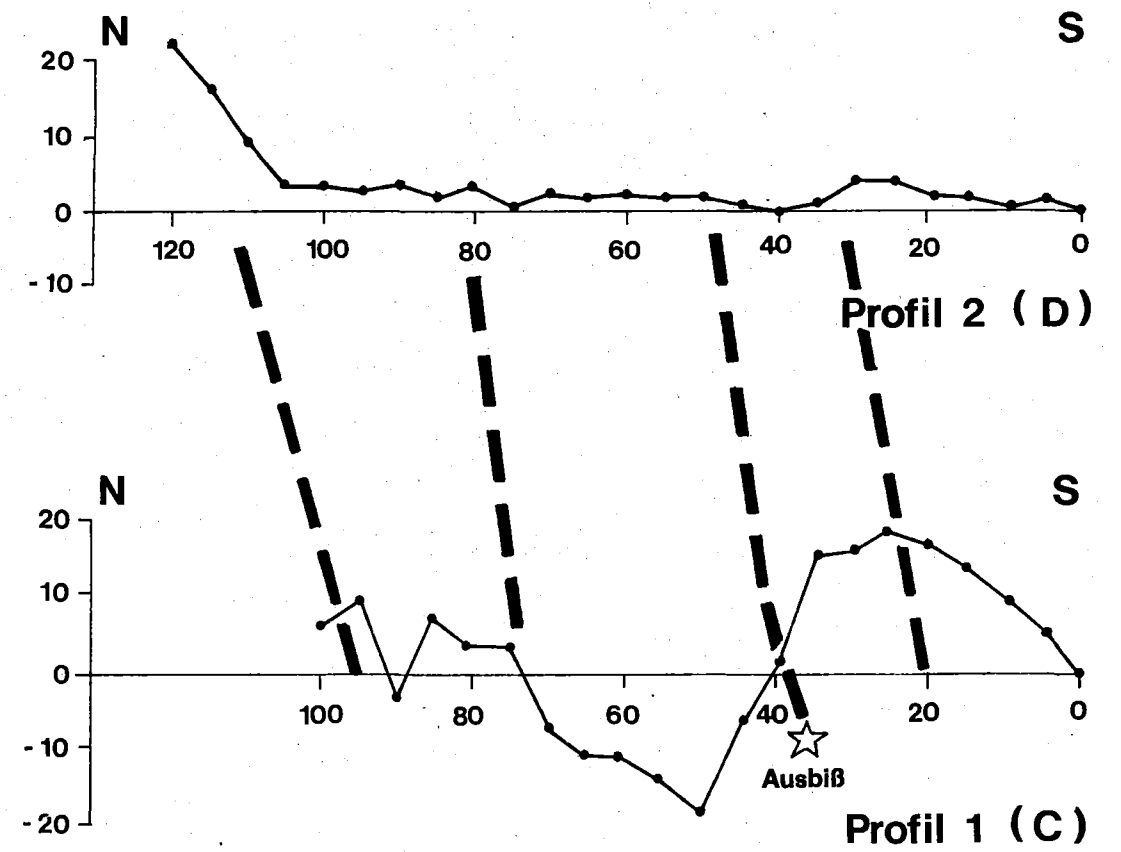


--- Streichrichtung - Anomalie



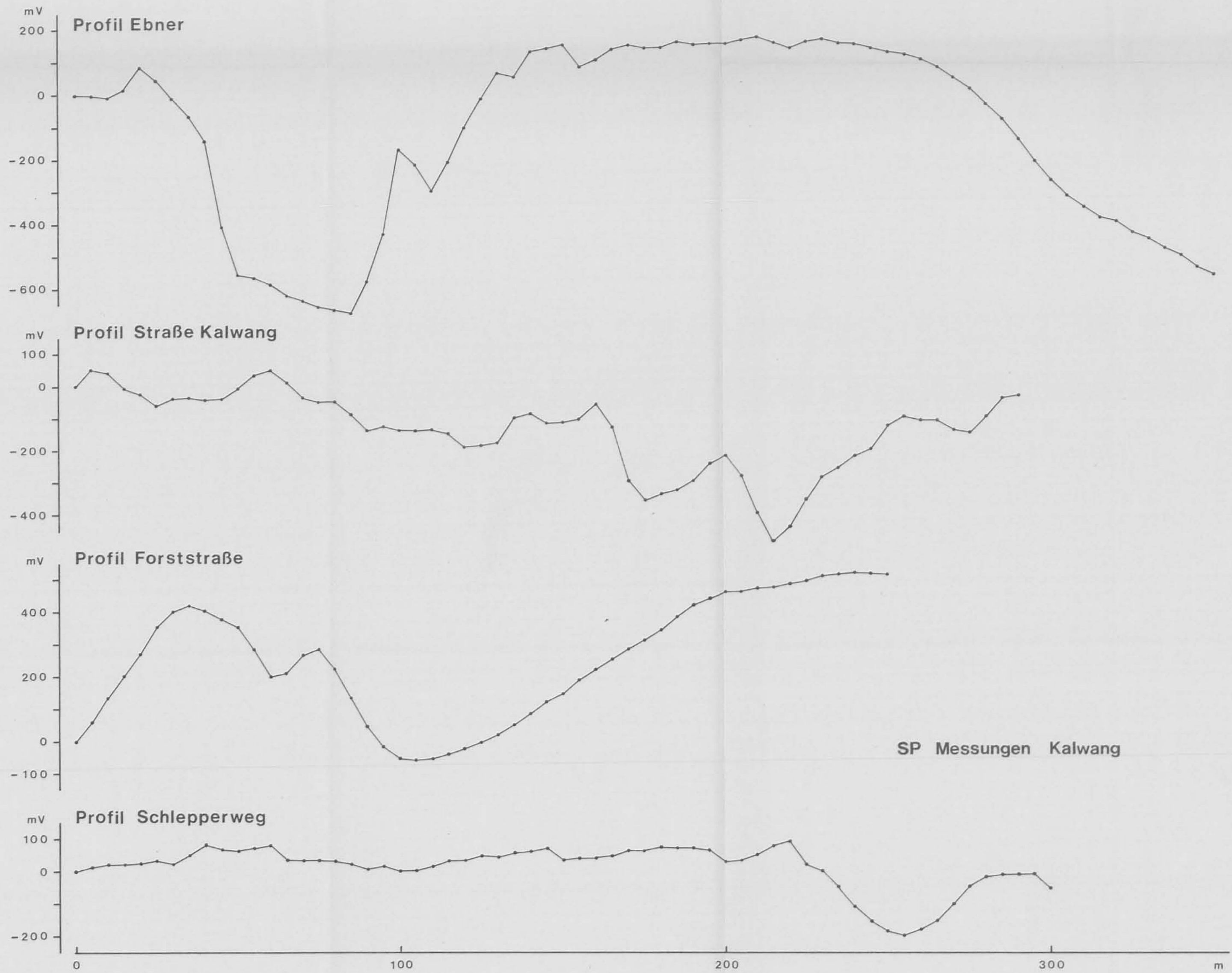
Spannungsgradient
in μ V/m

Messung August 1988



FREQUENCY MIS A LA MASSE

Graphitausbiß
Lärchkogel, Hohentauern



SP Messungen Kalwang

Weirittztal



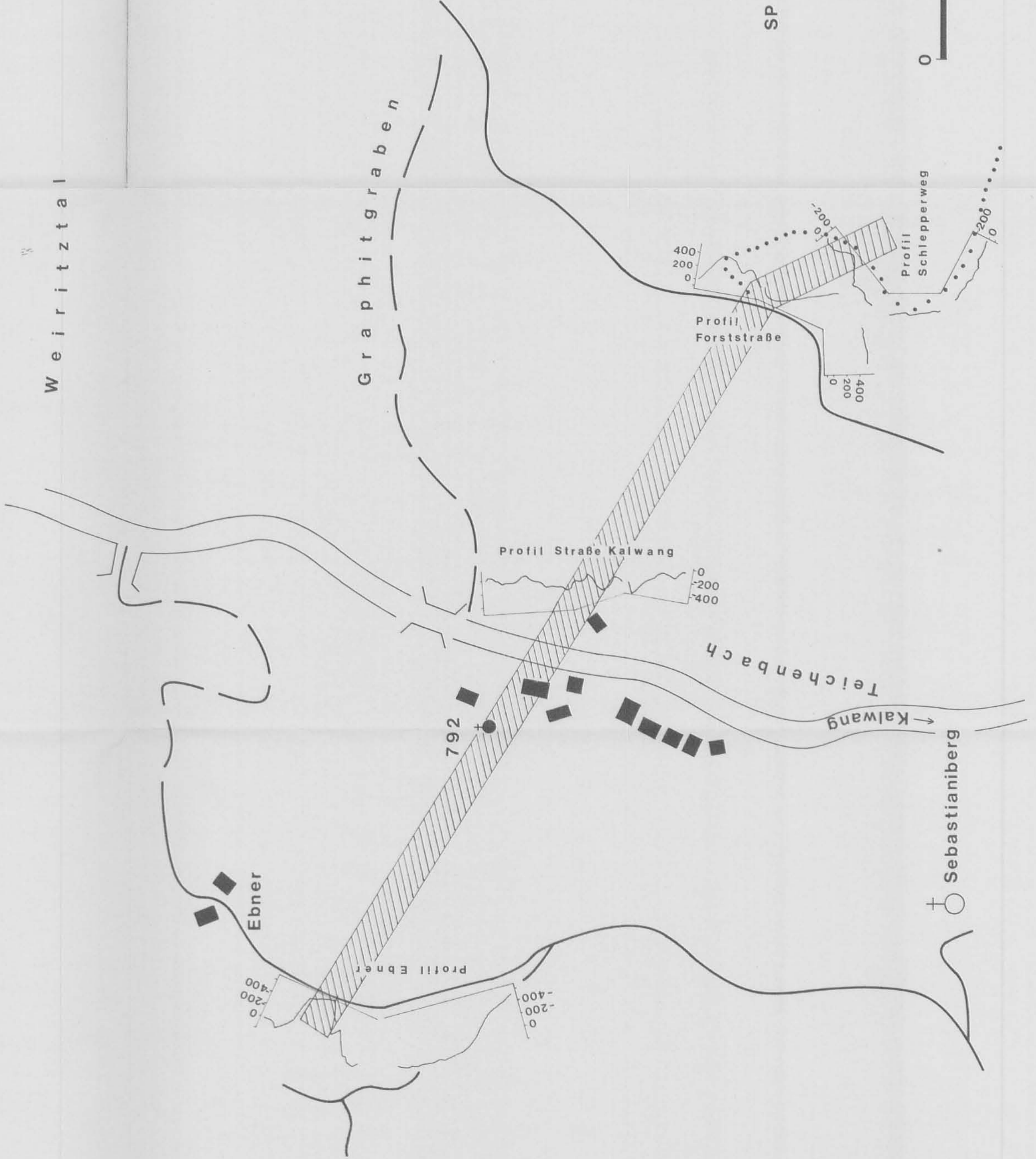
Graphitgraben

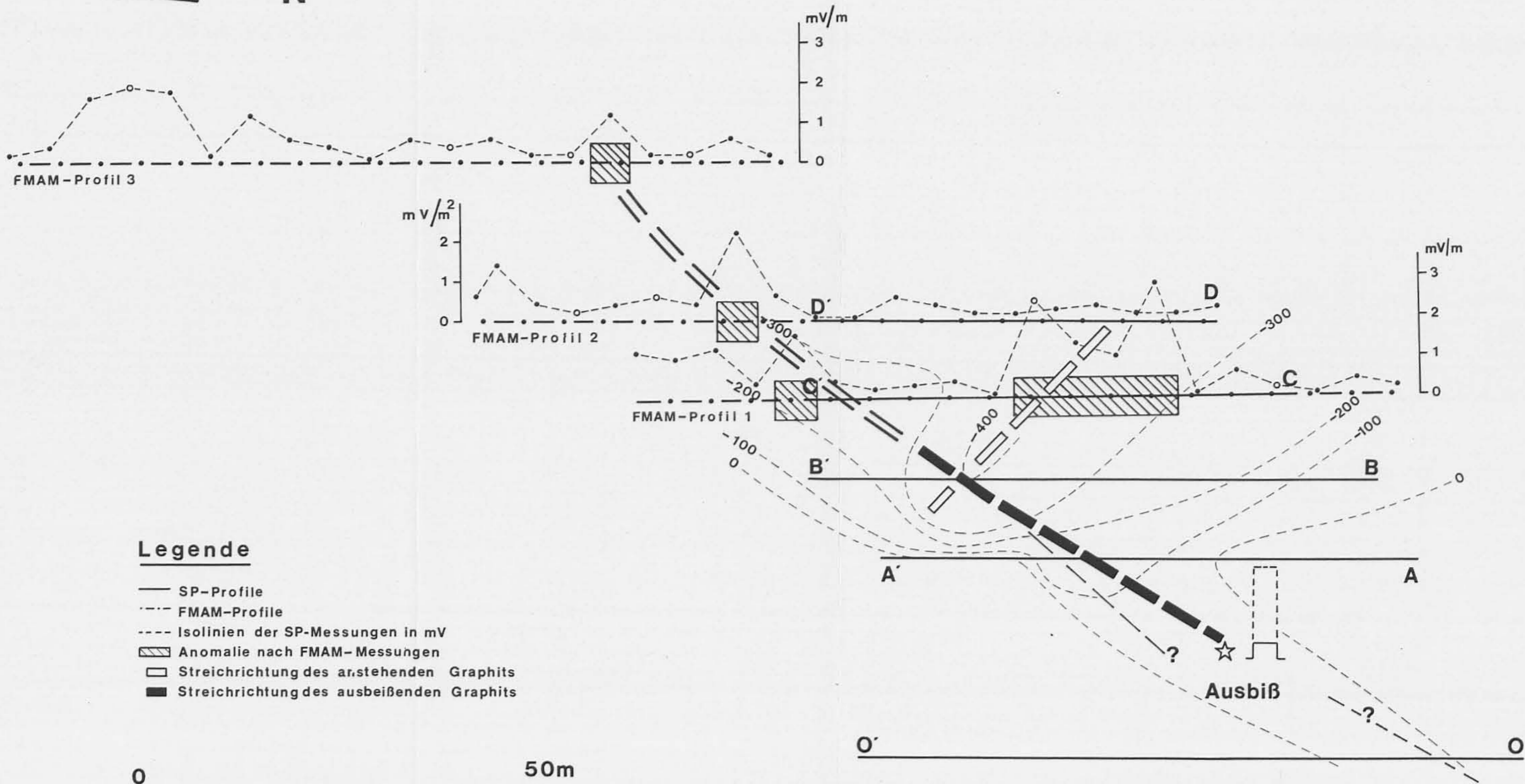
SP MESSUNGEN KALWANG

LAGEPLAN



SP - Anomalie





Legende

- SP-Profile
- - - FMAM-Profile
- - - Isolinien der SP-Messungen in mV
- ▨ Anomalie nach FMAM-Messungen
- ▭ Streichrichtung des arstehenden Graphits
- Streichrichtung des ausbeißenden Graphits



FMAM – SP
Graphit ausbiß
Lärchkogel, Hohentauern