

Geophysikalische Untersuchungen im Gebiet des Eisenglimmervorkommens Pack (Steiermark)

Von GEORG WALACH*)

Mit 7 Abbildungen und 1 Tabelle

Herrn em. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. O. M. FRIEDRICH
aus Anlaß der Vollendung seines 85. Lebensjahres
zugeeignet

*Steiermark
Koralpe
Pack
Eisenglimmer
Geophysik
Geomagnetik
Gravimetrie
Geoelektrik*

*Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 188*

Inhalt

Zusammenfassung	209
Abstract	209
1. Einleitung, Aufgabenstellung	209
2. Untersuchungsprogramm	211
3. Petrophysikalische Untersuchungen	211
4. Versuchsmessungen mit gravimetrischen, magnetischen, elektrischen und elektromagnetischen (VLF) Prospektionsmethoden	214
5. Ergebnisse der geomagnetischen Prospektion	216
5.1. Übersichtsmessungen	216
5.2. Detailmessungen im Gebiet Grantner	216
6. Schlußfolgerungen	219
Literatur	219

Zusammenfassung

Am Beispiel des Eisenglimmervorkommens von Pack/Steiermark wird eine Methodik für die geophysikalische Prospektion von linsenförmigen Erzkörpern entwickelt und erprobt. Die Übersichtsprospektion erfolgt mittels Geomagnetik, während für Detailuntersuchungen zusätzlich Gravimetrie und IP-Messungen zur Anwendung kommen. Im Gebiet des ehemaligen Bergbaues beim Gehöft Grantner konnten Erzkörper nachgewiesen werden, die durch Bohrungen weiter untersucht werden sollten.

Abstract

On the example of the micaceous haematite occurrence at Pack/Styria a methodology for the geophysical prospection of lens-shaped orebodies will be developed and tested. The reconnaissance survey will be done by geomagnetics, while for detailed studies gravity- and IP-measurements will be used. In the area of the former mine near of the farmstead Grantner orebodies were detected, which must be investigated further by drillings.

1. Einleitung, Aufgabenstellung

Das Eisenglimmervorkommen Pack liegt im hochmetamorphen Kristallin der Koralpe rund 10 km nordöstlich der Lagerstätte Waldenstein. Es gehört zu einer Gruppe von karbonatischen und oxydischen Eisenvererzungen, die in einer Vielzahl von meist kleinen Vorkommen bis in die Umgebung von Hüttenberg auftreten. Mit der Geologie dieses Raumes haben sich in der jüngeren Vergangenheit insbesondere BECK-MANNAGETTA (1951, 1975), HOMANN (1962) und BECKER (1980) auseinandergesetzt.

Im Jahr 1980 wurde von einer Arbeitsgruppe des Instituts für Geowissenschaften der Montanuniversität unter der Leitung von Prof. Dr. H. HOLZER eine Untersuchung im Gebiet des ehemaligen Eisenerzbergbaues Pack beim Gehöft Grantner begonnen. Dabei galt das Hauptinteresse dem wirtschaftlich bedeutungsvollen Rohstoff Eisenglimmer. Das Projekt wurde aus Mitteln der Steiermärkischen Landesregierung im Rahmen der Vereinigung für Angewandte Lagerstättenforschung finanziert. Die Arbeiten umfaßten eine geologische Kartierung, gesteins- und bodengeochemische Orientierungsanalysen, geomagnetische Versuchsmessungen

*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. GEORG WALACH, Institut für Geophysik, Montanuniversität Leoben, A-8700 Leoben.

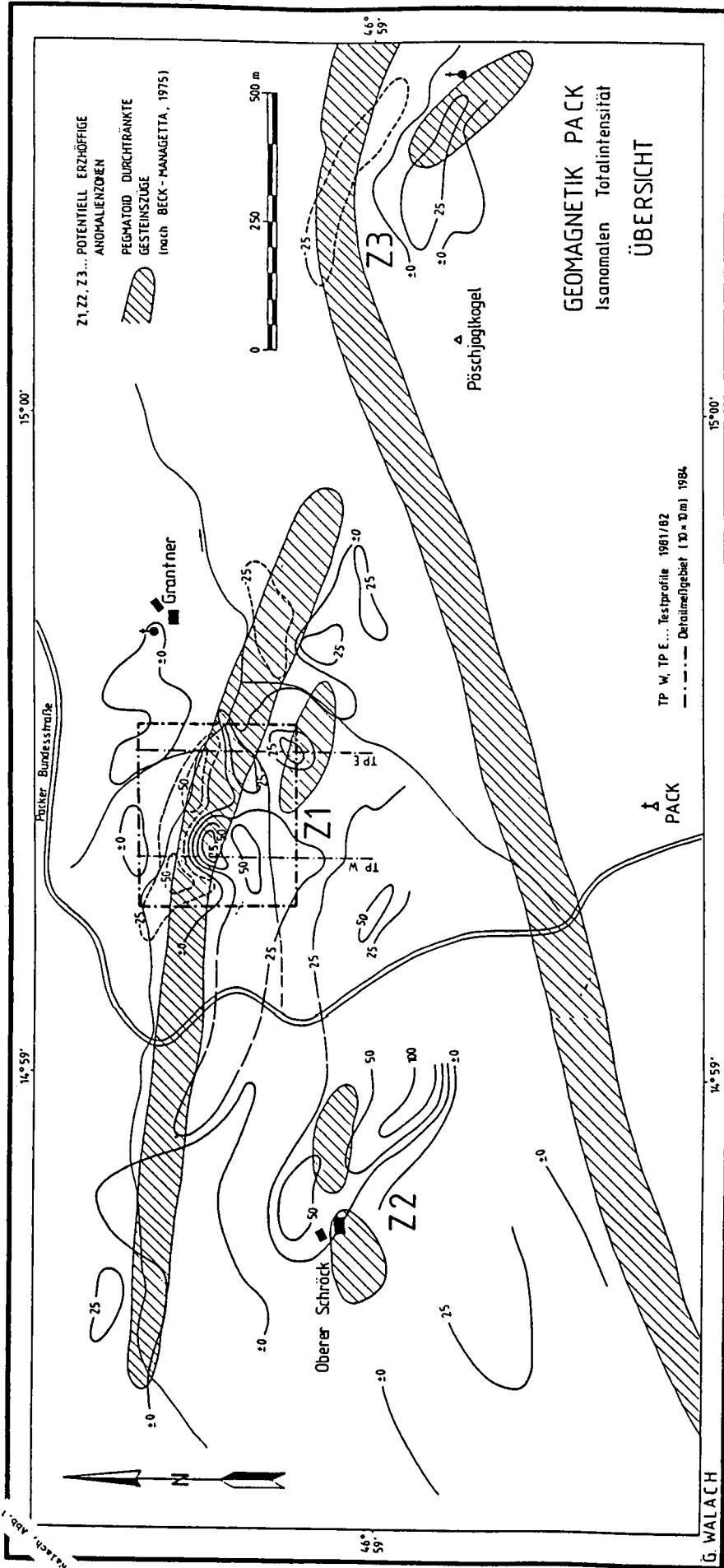


Abb. 1. Lageübersicht des Meßgebietes Pack mit Übersichtsplan der Isanomalen der magnetischen Totalintensität.

und erzmikroskopische Untersuchungen an Haldenfundstücken. Die Ergebnisse wurden in einem Zwischenbericht zusammengefaßt und publiziert (POHL, SIEGL & VINZENZ, 1980, 1981).

In der Publikation wird unter anderem hervorgehoben, daß die Ergebnisse von 1980 weitere geomagnetische Messungen und die Erprobung weiterer geophysikalischer Prospektionsverfahren – genannt werden Gravimetrie und Induzierte Polarisierung – rechtfertigen. Dies insbesondere auch deshalb, weil kein „Pfadfinderelement“ für eine effektive geochemische Prospektion gefunden werden konnte. Diese Befunde veranlaßten den Projektleiter, den Verfasser mit weiteren geophysikalischen Untersuchungen zu betrauen.

Eine Analyse des Wissensstandes führte zu dem Schluß, daß für eine zielführende geophysikalische Prospektion zunächst die Grundlagen in Form von petrophysikalischen Parameterübersichten für Erz und Nebengesteine, theoretisch/empirischen Studien zur Methodenwahl und Feldversuchen zur Meßmethodik zu schaffen waren. Ein auf dieser Basis zu formulierendes Arbeitsmodell sollte schließlich durch flächendeckende Übersichts- und Detailmessungen praktisch erprobt werden.

2. Untersuchungsprogramm

Die Feldarbeiten wurden im Frühjahr 1981 mit einer Geländebegehung in Begleitung des kartierenden Geologen (Prof. Dr. POHL) begonnen. Unter seiner Anleitung wurde eine gesteinsphysikalische Probenahme von Haldenerzen und anstehenden Nebengesteinen durchgeführt, sowie zwei je 420 m lange Profile für gravimetrische, magnetische, elektrische und elektromagnetische Versuchsmessungen festgelegt. Die Profile decken sich in den zentralen Abschnitten mit Teilen der Profile EI und WI des Zwischenberichts 1980. Die Geländearbeiten (Gravimetrie, Geoelektrik) mit routinemäßiger Auswertung, wie auch die ersten petrophysikalischen Analysen (Dichte, magnetische Suszeptibilität), kamen im Rahmen einer geologischen Meldearbeit (POSCH, 1981) zur Ausführung. Nach einer gründlichen Durcharbeitung dieser ersten Ergebnisse, erfolgte im Sommer 1983 eine Ergänzung der petrophysikalischen Analysen und schließlich eine großräumigere geomagnetische Übersichtsvermessung (vgl. Abb. 1) im Gebiet nördlich der Ortschaft Pack. Die Festlegung des Meßgebietes erfolgte dabei nach der geologischen Karte von BECK-MANNAGETTA (1975). Mit der Lagerstätte beim Grantner im Zentrum überdeckt das Meßgebiet einen Bereich mit konzentriertem Auftreten pegmatoid durchtränkter Zonen. Schließlich wurde noch im Sommer 1984 eine geomagnetische Detailaufnahme (Raster 10 m) im Gebiet Grantner durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden in 2 Berichten (WALACH, 1984 a, b) zusammengefaßt.

3. Petrophysikalische Untersuchungen

Nach POHL et al. (1981) liegt das Eisenglimmervorkommen in einer Serie von Glimmerschiefern und -gneisen mit untergeordneten Linsen und Lagen von Amphibolit, im südfallenden Nordschenkel einer großen Synform, im Hangenteil eines geringmächtigen Mar-

morhorizontes, der hangend von Quarzit überlagert wird. Das Erz besteht aus Hämatit, Siderit, Pyrit und in den Hämatit eingelagertem Magnetit. Es wird von eisenreichen Chloriten und Karbonaten begleitet – die Erzminerale bilden die Matrix einer Brekzie aus Karbonaten und Quarzit.

Für die petrophysikalischen Analysen wurden rund 100 Handstücke – etwa je zur Hälfte Haldenerzproben und anstehendes Nebengestein – aufgesammelt. Die petrographische Zuordnung der Proben erfolgte unter Hilfestellung von Herrn Prof. POHL. Die Bestimmung der Raumdichte am bergfeuchten Probenmaterial erfolgte mit einer hydrostatischen Waage (Reproduzierbarkeit $\pm 5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) – die Suszeptibilitätsbestimmung zum Teil an Granulat im Labor mittels einer Meßbrücke (GISCO), zum anderen Teil in situ mittels Kappameter; die Meßgenauigkeit beider Instrumente liegt unter $\pm 5 \%$. Für die Messung der Induzierten Polarisierung (perzentueller Frequenzeffekt) kam eine von OBERLADSTÄTTER entwickelte Meßbrücke zur Anwendung.

In Tab. 1 sind die Ergebnisse der Dichte- und Suszeptibilitätsbestimmungen zusammengefaßt. Betrachtet man zunächst die Werte für das Nebengestein, so ergeben sich für die Suszeptibilität sehr eindeutige Ergebnisse. Mit Ausnahme der Amphibolite, die mit $18\cdot 10^{-3}$ SI-Einheiten eine hohe, den Erzen entsprechende Magnetisierbarkeit haben, zeigen alle anderen Nebengesteine praktisch vernachlässigbare k-Werte zwischen 0,05 und $0,5\cdot 10^{-3}$ SI.

Die Raumdichte der bergfeuchten Nebengesteine streut zwischen 2400 und $3200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Die höchsten Werte – im Mittel $3000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ – erreicht wieder der

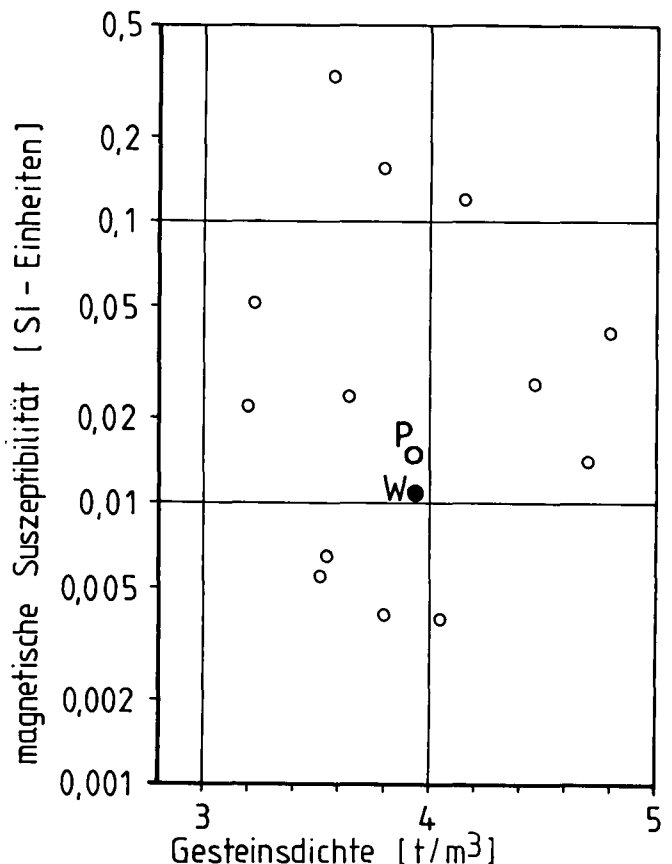


Tabelle 1.
Raumdichte und magnetische Suszeptibilität von Erzen und Nebengesteinen des ehemaligen Eisenerzbergbaues Pack beim Gehöft Grantner.

Gesteinsart/Erztyp	Proben- anzahl	Raumdichte (kg.m ⁻³)	Suszeptibilität (10 ⁻³ SI-Einh.)
Granatglimmerschiefer	10	2800	0,3
Muskowitgneis	9	2650	0,6
Muskowitquarzit	5	2640	<0,1
Muskowitmarmor	7	2770	<0,1
Amphibolit	5	3000	18,0
Pegmatoide Gesteine	7	2400-2750	<0,1

Mittelwert (gewichtet)		2730	0,5

Massives Hämatiterz mit Pyrit, Karbonat, Quarz und Chlorit; (nördliche Halde)	18	4160	55,5
Erzinprägnierter Marmor mit Py- rit, Karbonat, Quarz und Chlorit; (nördliche Halde)	24	3225	16,6
Massives Hämatiterz mit viel Magnetit, Pyrit, Muskowit, Pyrit, Chlorit; (südliche Halde)	10	3780	80-960! MW 365!

angenommene Mittelwerte für Modellrechnung und Auswertung		3950	15

Vergleichswerte Lagerstätte Waldenstein (nach SCHMÖLLER)	6	3950	10,7

Amphibolit, während die niedrigsten Werte für helle Pegmatite bestimmt wurden. Als gewichteter Mittelwert ergibt sich für das gesamte Probenkollektiv 2730 kg·m⁻³, sodaß danach die Annahme von 2750 kg·m⁻³ als Reduktionsdichte für die Auswertung der Gravimeternmessungen nach der von STEINHAUSER et al. (1983) bzw. WALACH (1987) publizierten Dichteprovinzkarte von Österreich gerechtfertigt wird.

Betrachtet man nun die Dichte- und Suszeptibilitätswerte für das Erz, so überzeugt ein erster Blick auf die Tabelle bzw. auf Abb. 2 von der extremen Heterogenität insbesondere der Magnetisierbarkeit. Obwohl rund 60 Proben untersucht wurden, läßt sich keine gesicherte Aussage über die mittlere Suszeptibilität eines Erzkörpers machen, da die Meßwerte über rund 3 Zehnerpotenzen (8,5 - 960·10⁻³ SI) regellos streuen.

Ein Vergleich mit der Lagerstätte Waldenstein (Prof. SCHMÖLLER, pers. Mitt.) spricht aber dafür, daß auch dort bei einer Haldenbeprobung ähnliche Resultate zu erwarten wären, da der Magnetit häufig im Randbereich der Erzkörper in relativ dünnen Schwarten konzentriert auftritt. Tatsächlich sind jedoch für das Hämatiterz in Waldenstein Suszeptibilitätswerte von 10-50·10⁻³ SI charakteristisch. Zieht man diese Fakten in Betracht und vernachlässigt die eher atypischen Werte der südlichen, sehr kleinen Halde, so sind für

den oder die Erzkörper beim Grantner k-Werte nicht kleiner als 15, aber auch nicht größer als 60·10⁻³ SI anzunehmen.

Die gemessenen Dichtewerte von Hämatiterzproben liegen zwischen 3650 und 4750 kg·m⁻³. Auch hier ist es zunächst schwierig, einen gesicherten Mittelwert anzugeben, da der Volumsanteil an erzimprägniertem Nebengestein (Marmor oder Quarzit) in der Lagerstätte unbekannt ist. Setzt man für einen angenommenen Erzkörper das Verhältnis von Massiverz zu stärker erzimprägniertem Nebengestein mit 3:1 an, so ergibt sich ein gewichteter Mittelwert von 3950 kg·m⁻³, was zufällig genau mit dem in Tabelle 1 angegebenen Vergleichswert aus Waldenstein übereinstimmt.

Nach diesen Ergebnissen sind für theoretische Modellbetrachtungen und die Auswertung von geomagnetischen und gravimetrischen Prospektionsmessungen Kontraste der petrophysikalischen Parameter von 15·10⁻³ SI bzw. 1200kg·m⁻³ zwischen Erz und Nebengestein anzunehmen. Für die Interpretation besteht durch das linsige Auftreten von Amphibolit eine gewisse Unsicherheit, da dieser gegenüber allen anderen Nebengesteinen etwa gleiche Suszeptibilitätskontraste wie das Erz und einen Dichtekontrast von 300-500 kg·m⁻³ hat.

Zur Abschätzung der Einsatzmöglichkeiten von IP-Messungen wurden aus 5 größeren Handstücken von massivem Hämatiterz und vererztem Marmor Kerne gebohrt und auf ihre Polarisierbarkeit untersucht. Die gemessenen perzentuellen Frequenzeffekte (PFE) sind mit 7 bis 7,5 % sehr hoch, sodaß auch an in situ meßbaren

IP-Effekten nicht zu zweifeln ist. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß IP-Anomalien nicht unbedingt direkt mit dem Eisenglimmer zu korrelieren sein werden, sondern wahrscheinlich primär auf die Begleitminerale Pyrit, Magnetit und auch Graphit hinweisen. Zumindest dürfte jedoch durch die Methodenkombination Magne-

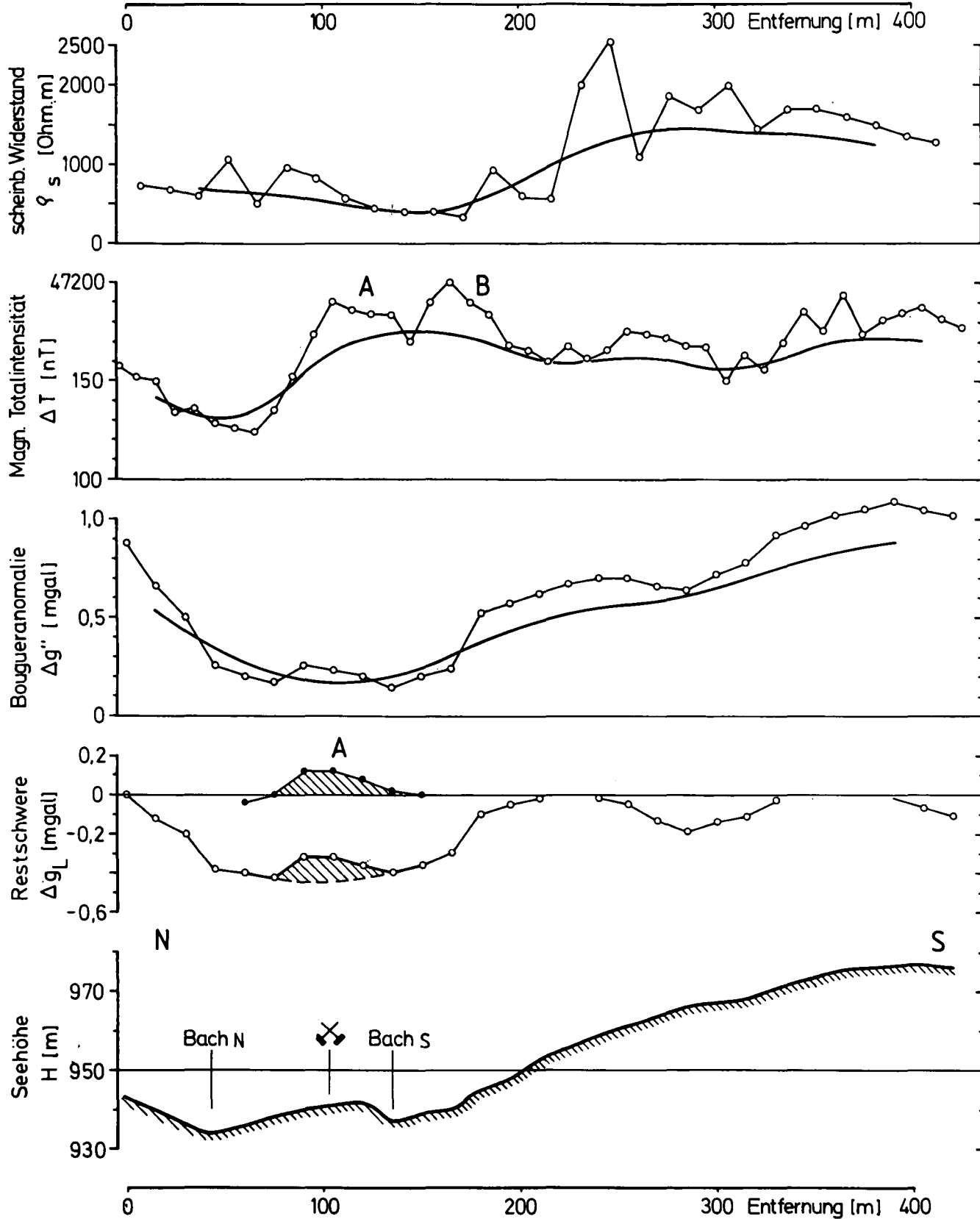


Abb. 3. Geoelektrische, magnetische und gravimetrische Meßergebnisse für das Testprofil E1.

tik – Induzierte Polarisation eine eindeutige Unterscheidung zwischen potentiell erzführenden Anomaliebereichen und prospektions-unwürdigen Amphibolitvorkommen möglich sein.

4. Versuchsmessungen mit gravimetrischen, magnetischen, elektrischen und elektromagnetischen (VLF) Prospektionsmethoden

Nach den gemessenen petrophysikalischen Eigenschaften von Erz und Nebengesteinen, wurden für die Versuchsmessungen zu einer spezifischen geophysikalischen Prospektionsmethodik Gravimetrie, Magnetik, elektrische Widerstandskartierung und VLF-Elektromagnetik gewählt. IP-Messungen konnten wegen des beschränkten finanziellen Rahmens des Projektes nicht ausgeführt werden. Die von VINZENZ (1980) mit 10 m Punktabstand geomagnetisch vermessenen Profile EI und WI wurden in einer Länge von je 420 m als Testprofile gewählt. Der Meßpunktabstand wurde für Gravimetrie und Widerstandskartierung mit 15 m, für die VLF-Messungen mit 10 m angenommen.

Als besonders zeitaufwendig gestaltete sich die geodätische Vermessung der Profile für die Gravimetrie. Die Meßpunkthöhen mußten in schwierigem Gelände (starkes Relief, Jungwald) auf $\pm 0,05$ m nivelliert werden, die Nahbereichsaufnahme für die topographische Reduktion erfolgte tachymetrisch in 4 Richtungen bis 100 m um jeden Meßpunkt. Es sei vermerkt, daß die

Geodäsie für 48 Gravimeterpunkte 5 Tage (3 Mann) in Anspruch nahm, während die Gravimetermessungen von 1 Mann in 6 Stunden zu erledigen waren.

Die Widerstandskartierung nach der WENNER-Methode erfolgte mit Elektrodenabständen von 15 m, womit ein Tiefenbereich von ca. 10 m erfaßt wird. Eine größere Tiefeneindringung wäre zwar wünschenswert gewesen, doch waren längere Kabelauslagen in dem schwierigen, stark gewellten und verwachsenen Gelände nicht mehr manipulierbar. Für die VLF-Messungen kam ein Gerät Geonics EM16 zum Einsatz. Die elektrischen und elektromagnetischen Messungen wurden von einem 3 Mann-Trupp in 1 Arbeitstag durchgeführt.

Die ausgewerteten Meßergebnisse sind in Abb. 3 am Beispiel des Profils EI zusammengefaßt dargestellt. Zur besseren Hervorhebung lokaler Anomalien wurden die Daten von Widerstandskartierung, Magnetik und Gravimetrie einer Tiefpaßfilterung nach ANDREJEV & KLUSZIN (1962) unterworfen, womit das langwellige (regionale) Verhalten der Anomaliefelder festgelegt wird.

Wie Abb. 3 (oben) zeigt, ergibt die Widerstandskartierung keine wesentlichen interpretierbaren Ergebnisse im Zusammenhang mit der Vererzung. Lokale Widerstandsminima (Profilmeter 0–30 bzw. 120–170) korrelieren mit den stärker vernäbten Bachniederungen, wie es für wassergesättigte Gesteinspartien aufgrund der erhöhten elektrolytischen Leitfähigkeit zu erwarten ist. Im regionalen Trend tritt die südliche Muskowitgneis/Amphibolit-Einheit durch erhöhte spezifische Gesteinswiderstände hervor. Auch die VLF-Messungen (nicht dargestellt) liefern keine verwertbaren Ereignisse. Diese beiden Methoden sind daher sofort als brauchbare Prospektionsverfahren auszuschließen.

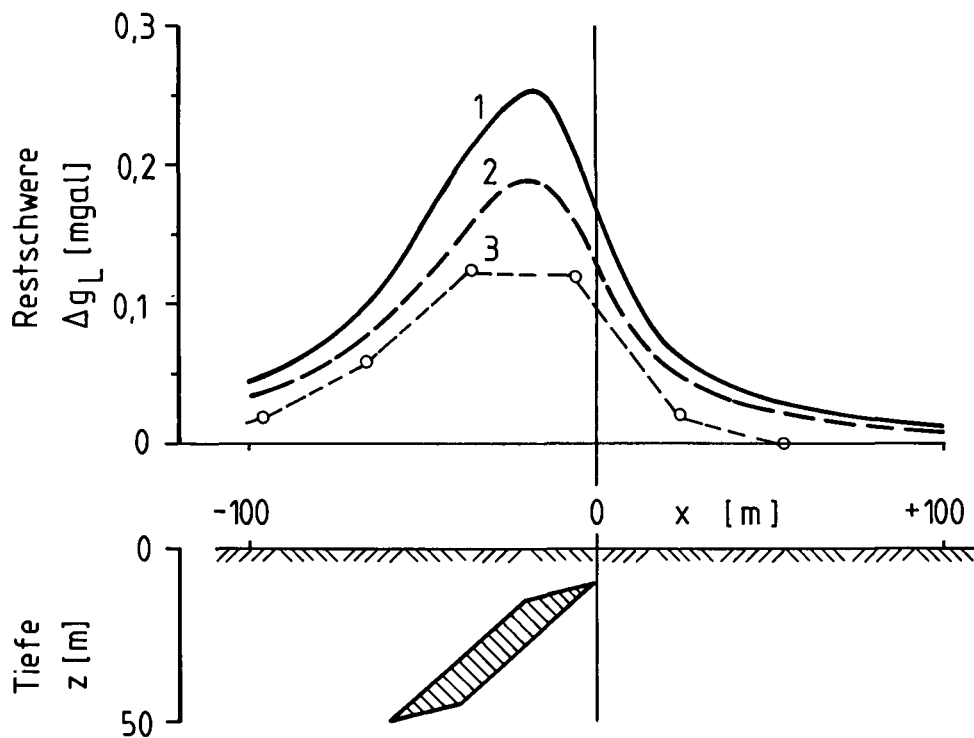


Abb. 4.
Rechenmodell „Linsenförmiger Erzkörper – Gravimetrie“.

- 1 2D-Modellkörper ($y = \infty, \Delta \rho = 1,2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)
- 2 3D-Modellkörper ($y = 120 \text{ m}, \Delta \rho = 1,2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)
- 3 Störkörper A aus Testprofil Ost

Die Gravimetrie zeigt hingegen schon in der Verteilung der BOUGUER-Anomalien ein eher mit einer verzerrten Zone zu korrelierendes Bild. Die Ränder der beiden Bachniederungen schließen eine markante Minimumzone ein, die nach BECK-MANNAGETTA (1975) mit den etwa W-E durchstreichenden, spezifisch leichten, pegmatoid durchtränkten Gesteinen zusammenfällt (vgl. Abb. 1). Genau über der nach dem geomagnetischen Anomaliebild zu vermutenden Verzerrungszone ist innerhalb des Minimums ein lokales Schwerehoch von rund 0,15 mgal zu beobachten. Dieses lokale Schwerehoch kann nun wie in Abb. 3 (unten) dargestellt, durch fortgesetzte Anwendung einer Feldertrennung isoliert und für eine Modellrechnung aufbereitet werden. Der Grundgedanke dieser geologischen Interpretation der Schwereverteilung findet durch das Schwereminimum von ca. -0,2 mgal bei Profilmeter 230-320 eine gewisse Bestätigung, da die Karte nach BECK-MANNAGETTA (1975) auch in diesem Profilabschnitt einen pegmatoid durchtränkten Gesteinszug ausweist.

Setzt man schließlich das Ergebnis der Gravimetrie zur geomagnetischen Anomalieverteilung in Beziehung, so tritt auch in der Magnetik eine an der gleichen Stelle situierte Anomalie A auf. Kompliziert wird die Deutung aber dadurch, daß die Magnetik rund 35 m weiter süd-

lich ein zweites Maximum B zeigt, das in der Gravimetrie zunächst keine Entsprechung findet. Darin zeigt sich das grundsätzliche Problem der geomagnetischen Prospektionsmethode, die prinzipbedingt nicht die Verbreitung des Hämatits, sondern des begleitenden Magnetits wiedergibt. Da die magnetische Anomalie B aber genau den Südrand der pegmatoid durchtränkten Zone markiert und die geophysikalischen Ergebnisse allgemein, wie auch die Topographie, an dieser Stelle auf eine Störung hindeuten, erscheint in dieser Position auch eine Magnetitführung allein möglich.

In Verbindung mit den Ergebnissen der geologischen Vorerkundung (POHL et al., 1981) und den in Kap. 3 beschriebenen petrophysikalischen Daten, kann nun ein wirklichkeitsnaher Modellkörper angenommen und dessen theoretisches Störfeld mit den Meßergebnissen für die Anomalie A verglichen werden. Diese Modellrechnungen sind in den Abb. 4 (Gravimetrie) und 5 (Magnetik) graphisch dargestellt. Rechnerisch ergibt sich für den 3D-Fall eine Erztonnage von weniger als $2 \cdot 10^5$ t.

Vergleicht man die Restschwere der Anomalie A in Abb. 3 mit der Modellkurve 2 in Abb. 4, so sind diese, wenn man die darstellungsbedingte Versetzung um ca. 0,025 mgal berücksichtigt, nahezu identisch. Dies gilt auch mit Einschränkungen für die Magnetik (Abb. 5),

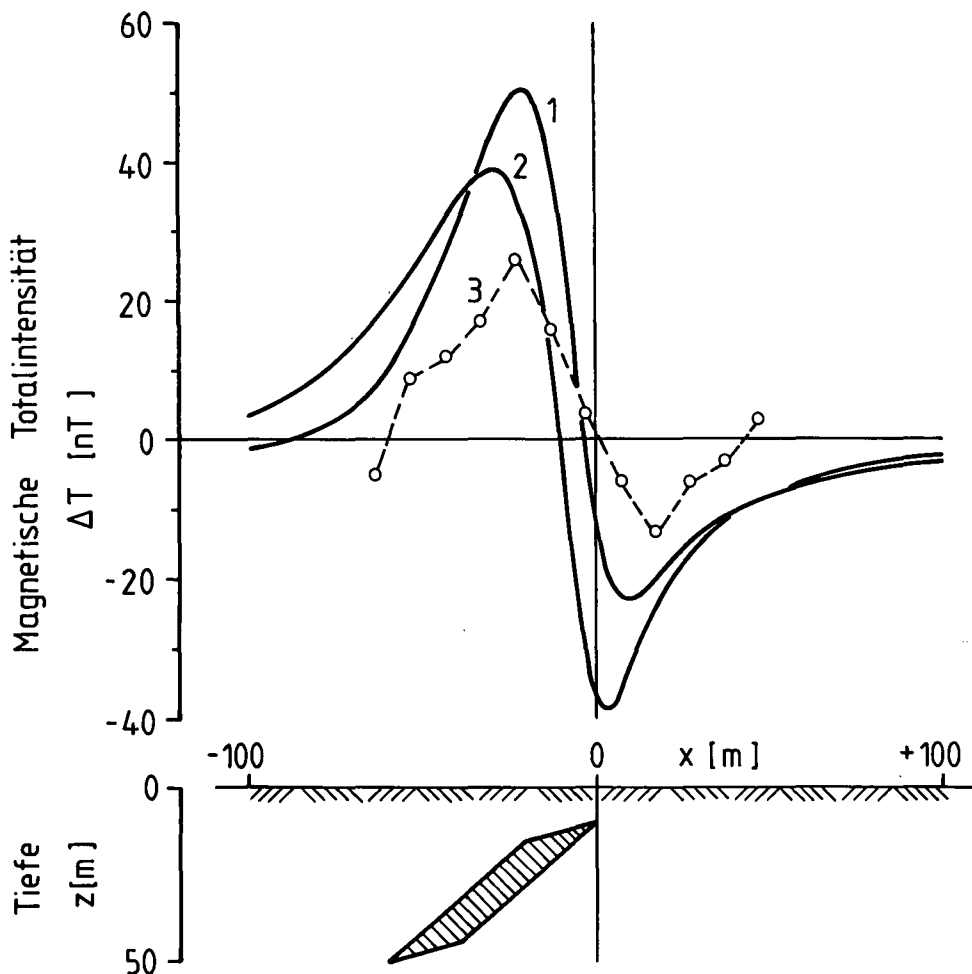


Abb. 5.
Rechenmodell „Linsenförmiger Erz-
körper - Geomagnetik“.

- 1 3D - Modellkörper ($y = 120$ m, Inkl. = 63° , $k = 0,015$ SI)
- 2 3D - Modellkörper ($y = 120$ m, Inkl. = 30° , $k = 0,015$ SI)
- 3 Störkörper A aus Testprofil Ost

wenn man die bewußt eher zu klein angenommene Suszeptibilität und die in der Magnetik stärker wirksamen Topographieeffekte berücksichtigt.

Die Analyse der Meßergebnisse läßt erkennen, daß durch die Methodenkombination Gravimetrie – Geomagnetik, wesentliche Aussagen über Erstreckung, Lage und Kubatur verborgener Hämatiterzkörper möglich sind. Gewisse Unsicherheiten sind wahrscheinlich durch Verbesserungen der Meßtechnik möglich – daher im folgenden einige kurze Ausschnitte aus den theoretischen Studien (WALACH, 1984a, b) zum Problembereich Meßpunktabstand – Nachweistiefe.

Für die theoretische Abschätzung von Parametern der Meßgeometrie wurde der in den Abb. 4 und 5 definierte Störkörper in seiner Dimension zwischen 10^4 und 10^6 t theoretischer Erztonnage variiert und die Oberkantentiefe zwischen 0 und 150 m verschoben und jeweils die theoretische Anomaliewirkung berechnet. Dazu wurden die in der Praxis nicht zu umgehenden Meßunsicherheiten nach Erfahrungswerten mit 0,1 mgal bzw. 10 nT angenommen.

Soll nun zum Beispiel der Modellfall 3 aus Abb. 4 durch mindestens 4 Gravimeterpunkte verifiziert werden, so ist die Strecke zwischen den beiden Schnittpunkten der Modellkurve mit der oberen Grenze des Unsicherheitsbereiches in 5 Teile zu unterteilen, woraus ein theoretischer Meßpunktabstand von 12 m resultiert. Nimmt man als Minimalnachweis 5 Meßpunkte an, würden sich 10 m ergeben. Die entsprechenden Werte für die Geomagnetik sind in diesem Fall (Modell 3, Abb. 5) 11 bzw. 8,5 m. Der Meßpunktabstand ist daher für beide Methoden bei Detailuntersuchungen mit 10 m anzunehmen.

Stationsabstände von 10 m in einem regelmäßigen Raster erfordern jedoch einen sehr hohen Meßaufwand (121 MP/ha). Es ist daher zumindest für die Magnetik als raumgreifendere Methode zu prüfen, ob für die Übersichtsprospektion nicht ein weitmaschigeres Raster genügt. Für das sichere Erkennen einer Anomalie normal auf das Streichen des gesuchten Störkörpers genügen aber 2–3 Meßpunkte. Ist daher das Generalstreichen der zu untersuchenden Gesteine wie im vorliegenden Untersuchungsgebiet bekannt, so genügt in Profilirichtung ein Stationsabstand von 25 m. Wird außerdem berücksichtigt, daß nach den bisherigen Erfahrungen (VINZENZ, 1980) die lagerstättenkundlich interessanten Anomalien ein Achsenverhältnis Streichen/Normalrichtung von durchschnittlich 2,5 zeigen, so kann in Streichrichtung der geologischen Hauptstrukturen der Profilabstand auf 50 oder sogar 100 m erweitert werden, womit nur mehr 15 MP/ha erforderlich sind. Diese Methodik wurde in dem in Abb. 1 dargestellten Feldversuch erprobt und wird in Kap. 5.1. besprochen.

Die maximale Nachweistiefe eines theoretisch definierten Erzkörpers kann graphisch in der Weise bestimmt werden, indem man die maximale Anomaliewirkung als Funktion einer variablen Mittelpunktstiefe des Modellstörkörpers in einem Diagramm aufträgt und wieder mit dem angenommenen Unsicherheitsbereich der jeweils betrachteten Methode zum Schnitt bringt. Im Mittel, für den in den Abb. 4 und 5 analysierten Störkörper, ergibt sich die maximale Nachweistiefe zu 50 m für die Gravimetrie und 90 m für die Magnetik. Als wichtiges Nebenergebnis kommt dabei zum Ausdruck, daß für die geomagnetische Übersichtsprospektion mittels Hubschrauber das Problem einen Grenzfall bil-

det, da das Fluggerät in einem Bodenabstand von 60–90 m operiert.

Zusammenfassend ist aus den Meßversuchen zu schließen, daß aus Kostengründen für die Übersichtsprospektion größerer Areale nur die Geomagnetik in Frage kommt. Für die Detailuntersuchung danach erkannter hoffiger Bereiche erscheint jedoch eine Beziehung von Gravimetrie, vielleicht auch der im Feld noch nicht erprobten IP-Messungen, zwingend notwendig. Die Magnetik allein ist nicht in der Lage, einerseits zwischen Erz- und Amphibolitlinsen eindeutig zu unterscheiden und andererseits Aussagen über die Dimension eines Hämatitkörpers zu liefern, da sie nur den Magnetitgehalt als „Pfadfinderindikation“ benützt.

5. Ergebnisse der geomagnetischen Prospektion

5.1. Übersichtsmessungen

Zur Erprobung der in Kap. 4 entwickelten Methodik wurden im Raume Pack rund 20 Profilkilometer (ca. 1000 Meßpunkte) mit 25 m Punktabstand und 50–150 m seitlichem Profilabstand in 9 Arbeitstagen durch einen 2 Mann-Trupp vermessen. Im Bereich der Lagerstätte Grantner (Anomaliezone Z1) wurden dabei 13 je 550 m lange Profile streng N–S orientiert und im Abstand von 50 m vermessen. Das zusammengefaßte Ergebnis ist in Form eines Isanomalienplanes in Abb. 1 dargestellt.

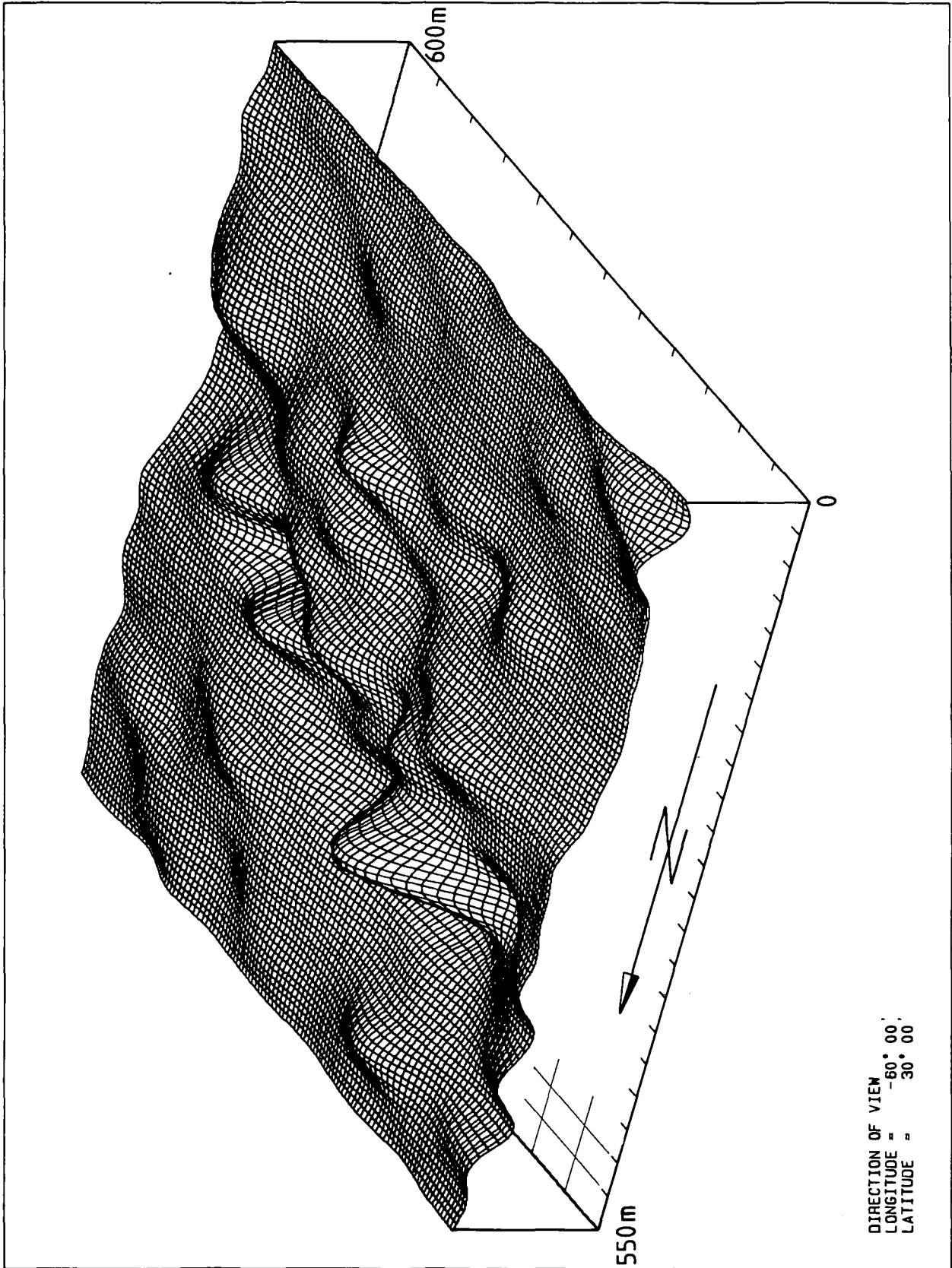
So konnten 2 bisher noch unbekannte erzhofige Zonen (Z2 und Z3) nachgewiesen; aus Kostengründen jedoch nicht näher untersucht werden. Rund 500 m NW der Kirche Pack, beim Gehöft „Oberer Schrock“ tritt eine Anomaliezone Z2 auf, die nach Lage, Störintensität und Ausdehnung jener beim Grantner (Z1) entspricht. Auch im Bereich des Pöschjogkogels (Z3) tritt eine weiter untersuchungswürdige Anomaliezone auf. Damit hat der Feldversuch bestätigt, daß der gewählte Meßpunktabstand von 25 m für Übersichtsmessungen eine ausreichende Informationsdichte in Profilirichtung liefert. Für die seitlichen Profilabstände dürfen 50 m, im äußersten (topographiebedingten) Fall 100 m, nicht überschritten werden, da sonst der Zusammenhang von Profil zu Profil nicht mehr eindeutig ist.

In Abb. 6 ist das Ergebnis der Übersichtsvermessung für die Zone Z1 (Grantner) in Form eines 3D-Blockbildes dargestellt. Die W–E-Ausrichtung der Anomaliezüge entlang einer ausgeprägten Minimumzone und deren streichend orientierte Eliptizität, kommen in diesem Bild besonders deutlich zum Ausdruck.

5.2. Detailvermessung im Gebiet Grantner

In Abb. 7 ist der Isanomalienplan einer magnetischen 10×10 m-Detailvermessung im Gebiet des ehemaligen Bergbaugeländes dargestellt. Man unterscheidet 4 größere Anomaliezone (I–IV), von denen jedoch nur die beiden ersten mit der Vererzung in Verbindung stehen. Die Hauptanomalie I gliedert sich in die Subanomalien Ia, Ib und Ic, II in IIa, IIb und IIc – für III und IV ist keine Subgliederung erforderlich. Drei verbrochene Mundlöcher und dazugehörige Halden zeigen, daß zumindest Ic, IIa und vielleicht auch Ib in der Vergangenheit durch Stollen erschlossen waren und Eisenerze abgebaut oder beschürft wurden.

Abb. 6.
3D-Blockbild der ma-
gnetischen Isanoma-
lenverteilung nach
Übersichtsmessungen
(Raster 50x25 m) im
Gebiet Grantner.



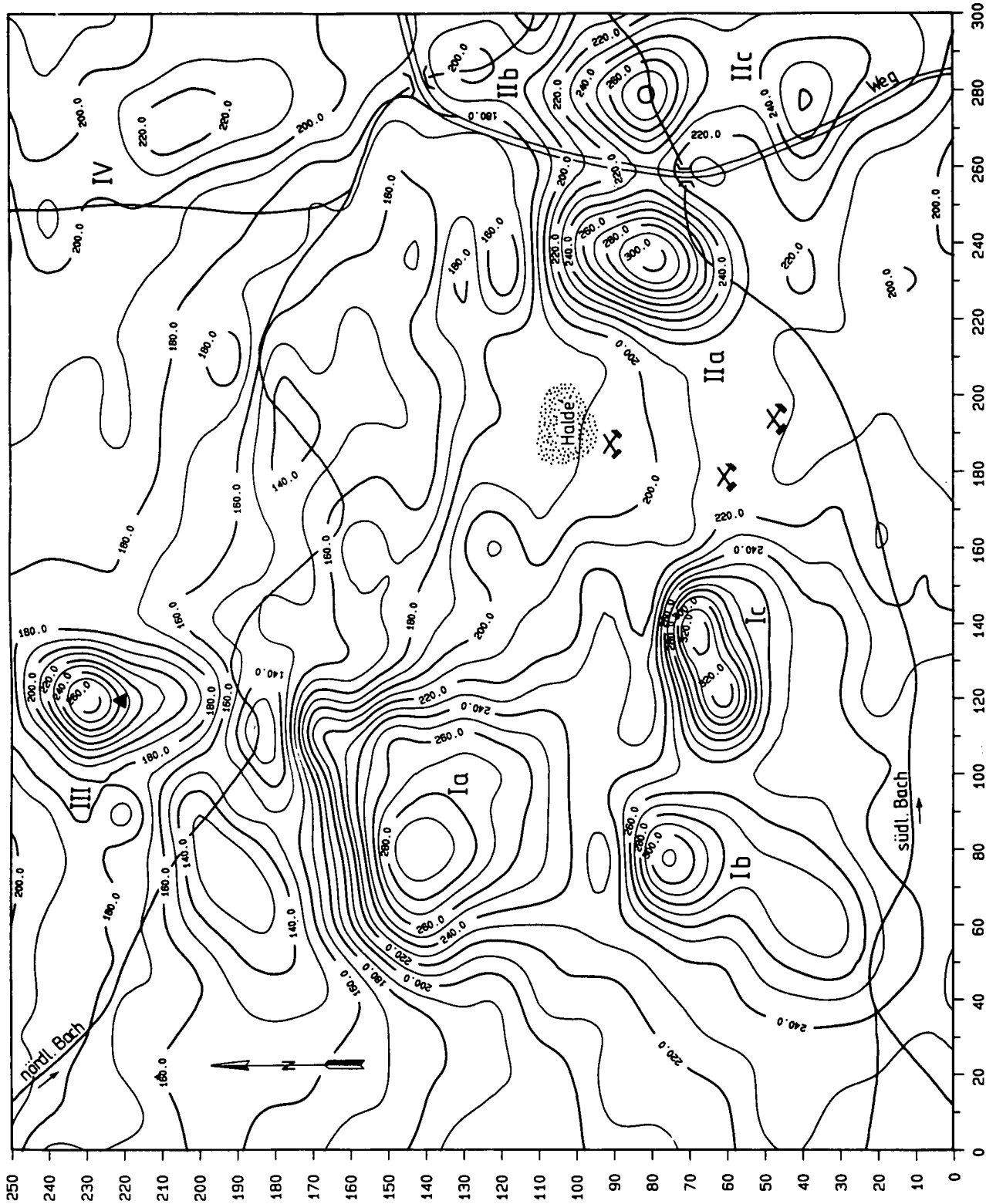


Abb. 7.
 Isanomalienplan der magnetischen
 Totalintensität nach Detailmessun-
 gen (Raster 10x10 m) im Gebiet
 Grantner.

Koordinaten in m; Bezugswert 47000 nT; ▲ Fixpunkt Steinpyramide

Es ist allerdings nicht mehr möglich, aus der Haldenkubatur auf die abgebauten Volumina zu schließen, da durch Meliorationsmaßnahmen ein Großteil der Flächen planiert und durch Humusaufbringung rekultiviert wurde. Die in der Karte eingetragene Halde ist mit ca. 1000 m³ relativ bescheiden und stammt nach Bodenbildung und Bewuchsmerkmalen sicher aus der letzten Bergbauphase in unserem Jahrhundert. Schlackenfunde im Bereich von IIc und III deuten an, daß direkt im Bergbaugbiet historische Verhüttungsbetriebe umgingen. Nach mündlicher Mitteilung von Dr. PRESSLINGER (Inst. f. Eisenhüttenkunde) handelt es sich bei den vom Verfasser geborgenen Fundstücken um Laufsclacken, die wahrscheinlich aus einem Rennfeuerprozeß stammen. Sie sind daher grob auf frühes 19. Jhd. oder älter zu datieren.

Insgesamt überdecken die erzhöflichen Bereiche der Hauptanomalien I und II eine Fläche von rund 1,2 ha. Die Flankensteilheit der Subanomalien und auch die Lage der Stollenmundlöcher zeigen, daß das Top der Vererzung nicht tiefer als 10–20 m unter der Oberfläche liegt. Aus der Form von Ia–Ic – steile Nordflanke bei sich verbreiterndem, flachem Auslaufen nach Süden – ist auf linsenförmige Erzkörper mit mittelsteilem Südfallen zu schließen. Infolge der sehr rauhen Topographie mag die Anomalienstruktur in I auch durch Änderungen der Überlagerungsmächtigkeit beeinflusst sein. Es fällt nämlich auf, daß das relative Minimum zwischen Ia bzw. Ib, Ic genau mit dem Scheitel des Bergrückens zusammenfällt.

Die Subanomalien IIa und IIb sind nahezu kreisförmig, ihre Flankensteilheit spricht für eine Störkörpertiefe um 10 m. IIa entspricht dabei dem in Abb. 3 dargestellten Testprofil und Anomalie A. Da die zu erwartende Erzkubatur rein geometrisch wesentlich kleiner als in der Anomaliezone I sein muß, läßt dies für Ia – Ic auf ein eher großes und daher weiter untersuchungswürdiges Vorkommen schließen.

Im Bereich der Anomalie III deuten Verebnungsflächen im Hang, Schlackenfunde und ein Steinhaufen (Fixpunkt Steinpyramide) mit einzelnen feuerverfärbten Glimmerschieferbrocken auf eine anthropogene Quelle hin. IV könnte eine NNW verlaufende Störung andeuten, da im daneben verlaufenden Bach am Ostufer Glimmerschiefer und am Westufer Marmor anstehen.

6. Schlußfolgerungen

Es konnte gezeigt werden, daß durch sinnvolle Kombination der geophysikalischen Prospektionsmethoden Geomagnetik, Gravimetrie und Induzierte Polarisation

eindeutige Ergebnisse bezüglich Lage, Tiefe und ungefährender Kubatur von linsenförmigen Hämatiterzkörpern erzielt werden können. Eine vertretbare Kostenrelation erscheint durch Anwendung der billigen Geomagnetik für die Übersichtserkundung und räumlich eng begrenzten Einsatz der kostenintensiveren Methoden Gravimetrie und IP erzielbar. Letztlich entscheidet aber die Erzqualität über den ökonomischen Wert der Lagerstätte. Da aber die Qualität weder aus den Meßergebnissen noch aus den Haldenfundstücken abzuschätzen ist, könnten nur Bohrungen endgültig über die Sinnhaftigkeit einer Weiterführung des Projektes entscheiden. Die Auswahl von geeigneten Bohrpunkten ist nach den vorliegenden Ergebnissen gut möglich. Schließlich ist noch hervorzuheben, daß die flächenmäßig größte Anomaliezone Ia vom ehemaligen Bergbau mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht erreicht wurde und für ein Bohrgerät relativ gut zugänglich ist.

Literatur

- ANDREJEW, B. A. & KLUSZIN, I. G.: Geologische Deutung gravimetrischer Anomalien. – Gostoptechizdat, 103–211, Moskau 1962.
- BECK-MANNAGETTA, P.: Die Auflösung der Mechanik der Wolfsberger Serie. – Jb. Geol. B.-A., **94**, 127–157, Wien 1951.
- BECK-MANNAGETTA, P.: Der geologische Aufbau des steirischen Anteils der Koralpe. – In: Ber. wasserw. Rahmenplanung, **31/1975**, 8–41 (mit geologischer Karte 1 : 50.000), Graz 1975.
- HOMANN, O.: Das kristalline Gebirge im Raum Pack-Ligist (mit geol. Karte 1 : 50.000). – Joanneum Mineralog. Mitt., **2**, 21–62, Graz 1982.
- POHL, W., SIEGL, W. & VINZENZ, M.: Das Eisenglimmervorkommen bei Pack/Stmk. – Unveröff. Zwischenbericht, VALL-Archiv, Leoben 1980.
- POHL, W., SIEGL, W. & VINZENZ, M.: Das Eisenglimmervorkommen bei Pack/Stmk. – Mitt. Abt. Geol. Pal. Bergb. Landesmus. Joanneum, **42**, 103–115, Graz 1981.
- POSCH, G.: Geophysikalische Untersuchungen am Eisenglimmervorkommen von Pack/Stmk. – Unveröff. Meldearbeit, Montanuniv. Leoben 1981.
- WALACH, G.: Geophysikalische Untersuchungen im Gebiet des Eisenglimmervorkommens Pack/Steiermark. – Endbericht 1983 zum VALL-Projekt P40, VALL-Archiv, Leoben 1984a.
- WALACH, G.: Geomagnetische Detailmessungen im Bereich des ehemaligen Eisenglimmerbergbaues Pack/Stmk., Anomaliezone Z1 (Grantner). – Endbericht 1984 zum VALL-Projekt P40, VALL-Archiv, Leoben 1984b.
- WALACH, G.: A Digital Model of Surface Rock Densities of Austria and the Alpine Realm. – Geodät. Arb. Österreichs f. d. Intern. Erdmessung, Neue Folge, **4**, 3–10, Graz 1987.