



INSTITUT FÜR GEOPHYSIK
MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN
VORSTAND: O. Univ.-Prof. Dr. F. WEBER

A-8700 Leoben, Franz-Josef-Straße 18
Tel. 0 38 42 / 42 5 55 - 361
Vorwahl für Österreich: 0043 / 3842
Telex: 33322

Leoben, am



GEOPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN IM BEREICH DER
EISENGLÄTTERBERGSTRASSE GOLLRAD

PS 3 / 1988

Projektleiter: Prof. Dr. F. WEBER
Sachbearbeiter: Prof. Dr. R. SCHMÖLLER
Dipl. Ing. Dr. E. NIESNER

Leoben, im Oktober 1989

Geophysik Eisenglimmerlagerstätte Gollrad

INHALTSVERZEICHNIS

1. Geologischer Rahmen und Aufgabenstellung
2. Die petrophysikalischen Untersuchungen
3. Prinzip der eingesetzten geophysikalischen Verfahren
4. Planung und Ausführung der Feldmessungen
5. Darstellung der Ergebnisse und Interpretation
 - 5.1 VLF, Magnetik, SP
 - 5.2 IP
6. Zusammenfassung

1. Geologischer Rahmen und Aufgabenstellung

Der geologische Rahmen der Eisenspat-Eisensilikatvererzungen von Gollrad wird in WEBER (1974, 1977) ausführlich behandelt.

Innerhalb der NW des Seeberg Sattels gelegenen "Gollrader Bucht", die ein buchtförmiges Vordringen untertriadischer und altpaläozoischer Schichten vom Kalkalpensüdrand gegen Norden darstellt, liegen den paläozoischen Kalken und Porphyroiden der Grauwackenzone transgressiv die Werfener Schichten des Permoskyth auf. In diesen, sandig-quarzitisch ausgebildeten Werfener Schichten liegen hydrothermale Eisenspatvererzungen, deren Abbau im vorigen Jahrhundert eine große wirtschaftliche Bedeutung erreichte. Die Erze liegen z.T. gangförmig, steil südfallend, quer zum Streichen (Josefigang), z.T. schichtparallel, nordfallend, als Lagergang (Hauptlager) in einer mächtigen Fuge zwischen den sandig-quarzitischen und tonigen Werfener Schichten.

Das Erz enthält neben Siderit auch Hämatit als Eisenglimmer, ferner Pyrit und bisweilen Kupferkies. Von wirtschaftlichem Interesse ist heute der Eisenglimmer, der seinerzeit als Abraum auf Halde kam bzw. vermutlich möglichst im Berg belassen wurde. Daraus ergäbe sich für einen Abbau eine geteilte Aufgabenstellung, nämlich einerseits die vorhandenen Halden abzarbeiten und andererseits die im Berg verbliebenen Vorräte abzubauen.

Als für das gegenständliche Projekt interessante erzführende Zone ist ein Quarzitkörper, der zwischen quarzitreicheren Werfener Schichten im S und quartzitäreren Werfener Schichten im N eingeschoben ist. Die Vererzungen dürften an die Randbereiche dieses Quarzitkörpers gebunden sein. Für die Geophysik stellt sich damit die ungewöhnliche Aufgabe, eine Vererzung eventuell durch eine hochohmige geologische Einheit, nämlich den Quarzitzug, zu lokalisieren und zu verfolgen.

Da der bergmännische Abbau des Gollrader Eisenglimmers zu einer positiven Strukturentwicklung in einem Teilgebiet der Steiermark beitragen könnte, wurde im Herbst 1988 vom Institut für Geophysik bei der VALL ein geophysikalisches Versuchsprogramm als Projekt eingereicht. Das Projekt wurde auf Anregung und im Einvernehmen mit der Kärntner Montanindustrie/Waldenstein geplant und erfuhr von dieser Seite jede Unterstützung. Projektziel war, verschiedene geophysikalische Meßmethoden auf ihre Anwendbarkeit zu prüfen, und zwar hinsichtlich

- 1) Petrophysikalische Eigenschaften durch Labormessungen
- 2) Nachweis- und Lokalisierbarkeit des Erzvorkommens, d.h. Abgrenzung vom Nebengestein durch Messung in situ
- 3) Abgrenzbarkeit des Eisenglimmers von der übrigen Vererzung
- 4) Tiefenabschätzung der Vererzungen.

Hinsichtlich Punkt 2) war zu berücksichtigen, daß für die Messung auf die in situ-Vererzung die durch die Halden gestörten Gebiete vermieden werden mußten.

Die Versuchsmessung auf dem Testprofil verlief so vielversprechend, daß eine flächendeckende Profilanlage über das als aussichtsreich beurteilte Gebiet geplant und ein Antrag auf eine Projektfortsetzung bei zusätzlicher Unterstützung durch die Bergbauförderung gestellt wurde. Zum Einsatz kamen folgende geophysikalische Verfahren:

Induzierte Polarisation (IP)
Very Low Frequency-Methode (VLF)
Magnetik
Eigenpotentialmessung

2. Die petrophysikalischen Untersuchungen

Eine Probe des Gollrader Eisenglimmers wurde vom Forschungsinstitut für Geo-Datenerfassung und -Systemanalyse der Montanuniversität Leoben petrophysikalisch untersucht. Nach Messungen am Handstück wurden Probenkerne gebohrt und geschnitten und an diesen Kernen weitere Messungen ausgeführt.

Gemessen wurde

magnetische Suszeptibilität
Dichte
elektrische Leitfähigkeit
IP-Effekt

Die magnetische Suszeptibilität wurde am Handstück an 8 verschiedenen Stellen mit einem Kappameter gemessen. Im folgenden sind die pro Meßstelle abgenommenen 3 Meßwerte und der Durchschnittswert aufgelistet, und zwar in SI-einheiten.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VII
0,28	0,64	0,55	0,62	0,83	0,59	0,52	0,72
0,24	0,68	0,64	0,61	0,93	0,60	0,44	0,73
0,28	0,77	0,72	0,57	0,88	0,62	0,51	0,60
<hr/>							
0,26	0,77	0,64	0,60	0,88	0,60	0,49	0,71

Die Werte bewegen sich im Bereich zwischen 0,26 und 0,88 SI-Einheiten bei Überwiegen von Werten zwischen 0,6 und 0,7. Der generelle Durchschnittswert liegt bei 0,62. Der Vergleich mit dem aus der Literatur (z.B. PARASNIS, 1971) entnommenen Wert für kompaktes Hämatiterz (0,0004 bis 0,01) oder Siderit (0,004 bis 0,007) zeigt, daß mit

- 4 -

dem Eisenglimmer von Gollrad magnetisierbare Minerale (z.B. Magnetit) vergesellschaftet sein müssen. Magnetische Messungen waren daher durchaus angezeigt.

Die Dichtemessungen an drei Proben ergaben folgende Werte:

4,59 g/cm ³	4,62 g/cm ³	4,68 g/cm ³
Schnitt	4,62 g/cm ³	

Die spezifischen elektrischen Widerstände und der IP-Effekt sind aus dem Meßprotokoll vom 26.8.1988 zu ersehen. Für die trockene Probe ergibt sich dabei ein durchschnittlicher spezifischer Widerstand von 1288,2 Ohm.m und ein IP-Effekt von 4,46 %, bei der Naßprüfung 1062,1 Ohm.m und 5,9 %. Der spezifische Widerstand bewegt sich demnach im Rahmen vieler natürlicher Gesteine. Der IP-Effekt von bis zu fast 6 % ließ den Einsatz der IP-Methode für das vorliegende Projekt als außerordentlich erfolgsversprechend erscheinen.

3. Prinzip der eingesetzten geophysikalischen Verfahren

Very Low Frequency-Methode - VLF

Weltweit verstreut existiert eine Anzahl von VLF-Sendern zur Kommunikation mit auf hoher See befindlichen Unterseebooten. Die europäischen Stationen sind:

GBR	Rugby, England	16,0 kHz
FUO	Bordeaux, Frankreich	15,1 kHz
JXZ	Helgeland, Norwegen	16,4 kHz
UMS	Moskau, U.S.S.R.	17,1 kHz

Supermagazin 1127
 Datum: 26.8.1988

Meßprotokoll für IP-Messungen mit dem ABEM RIPS 3

Meßgebiet: ... Gollrad

Meßort: ... Leoben

Datum: ... 26.8.1988

Probe			Strom (mA) µA	V _P			Widerst. (Ωm)	V _{IP}			IP (%)	Bemerkungen
Nr.	Länge	Fläche		Div	Range	V _p [mV]		Div	Range	V _{ip} [mV]		
Göllrad	5cm	3,8cm ²	50	100	99	9900	1504,8	10	41	410	4,14	um 11 ³²
			10	40	48	1920	1459,2	1	80	80	4,17	
			50	100	95	9500	1444,0	10	40,5	405	4,26	
			50	100	75,5	7550	1147,6	10	26	260	3,44	Trockenprüfung
			10	40	36	1440	1094,4	1	56	56	3,89	
			50	100	71	7100	1079,2	4	61	244	3,44	12 ⁰⁰
			50	100	69,9	6990	1062,48	4	61	244	3,49	13 ³²
			10	40	35	1400	1064,0	1	45	45	3,21	
			50	100	68	6800	1033,6	4	75	300	4,41	
			5	10	66	660	1003,2	0,4	75,5	30,2	4,58	
			50	100	65	6500	988,0	4	63	252	3,88	
			50	100	75	7500	1140,0	4	82	328	4,37	Nachprüfung
			0,05	0,4	18	7,2	1094,4	0,1	10	1	13,89	
			0,1	0,4	34	13,6	1033,6	0,1	17	1,7	12,5	
			0,5	1	70,5	70,5	1071,6	0,1	47	4,7	6,67	
			1	4	31	124	942,4	0,4	19	7,6	6,13	
			5	10	73	730	1109,6	0,4	85	34	4,66	
			10	40	37	1480	1124,8	1	66,5	66,5	4,49	
			50	100	75	7500	1140,0	4	82,5	330	4,4	14 ¹⁰

151

Jeder Sender verursacht in weitem Umkreis ein konzentrisches, horizontales magnetisches Wechselfeld. Wenn dieses Feld im Untergrund elektrisch leitende Körper antrifft, werden in diesen durch Induktion Wirbelströme erzeugt, die ihrerseits ein Sekundärfeld erzeugen, das von diesen Störkörpern ausgestrahlt wird. Mit den handelsüblichen VLF-Geräten mißt man direkt die mit dem Primärfeld phasengleiche Vertikalkomponente des Sekundärfeldes, auch Realkomponente genannt, in Prozenten der Primärfeldstärke, und zwar in Form des Kippwinkels, um den das Gerät um eine horizontale Achse zu schwenken ist, um Nullabgleich zu erzielen. Das Sekundärfeld bewirkt nämlich quasi eine Verbiegung der Primärfeldlinien nach oben oder unten, je nachdem, wo man sich gerade mit dem Meßgerät in Bezug auf den Störkörper befindet. Dabei ist wichtig, daß man sich fortschreitend möglichst in Richtung einer Primärfeldlinie, also konzentrisch um den Sender bewegt. Da es günstig ist, vertikal zum Streichen der geologischen Störquelle (Erzgang, tektonischer Bruch, etc.) bei der Messung fortzuschreiten, ist der geeignete Sender möglichst in der geologischen Streichrichtung zu suchen.

Überquert man im Zuge einer Messung einen elektrisch gut leitenden Störkörper im Untergrund, so wachsen die Meßwerte (d. i. der Kippwinkel) langsam von null ansteigend an, erreichen einen höchsten Wert, sinken dann rasch durch null durchgehend (über dem Störkörper) zu einem Minimum ab und klingen mit Entfernung vom Störkörper wieder langsam nach null aus.

Durch ein einfaches Filterverfahren (Fraser Filter) wird zur deutlicheren Markierung der Störkörperposition auf einer Profildarstellung die Meßkurve geglättet und derart gefiltert, daß an der Stelle des Nulldurchganges der Meßkurve, wo die Meßkurve auch die größte Steilheit aufweist, die gefilterte Kurve eine Maximumzone aufweist.

- 7 -

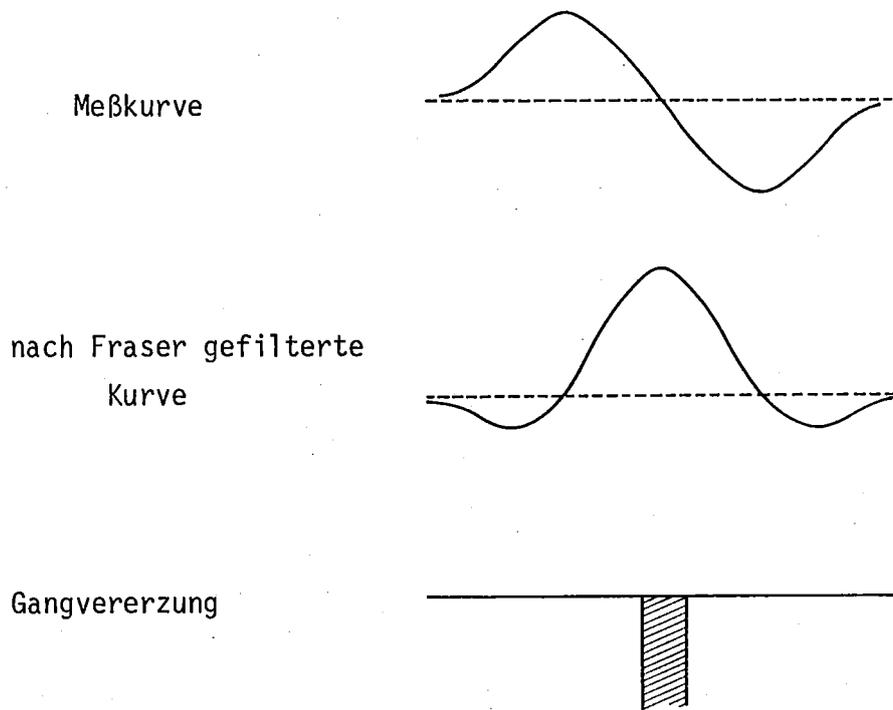


Abb. 1: Prinzip der VLF-Messung

Als Zusatzinformation erhält man auch durch Abgleich die um 90 Grad phasenverschobene Vertikalkomponente des Feldes, auch Imaginär- oder Quadraturkomponente genannt. So wie die Realkomponente kann auch die Imaginärkomponente der Fraserfilterung unterzogen werden.

Gute elektrische Leitfähigkeit und geringe Tiefe ergeben in der gefilterten Kurve ein starkes, schmales Maximum, schlechte Leitfähigkeit und größere Tiefe eines geometrisch identischen Störkörpers würde eine Abflachung und Verbreiterung der Kurve bewirken, ähnlich wie dies auch vom geomagnetischen Verfahren bekannt ist.

Die Eindringtiefe ist je nach Bodenverhältnissen, Art des umgebenden Gesteins und dem Typ der Vererzung verschieden. Als Richtwert kann 50 m gelten, in günstigen Fällen (gangartige Vererzung in hochohmigem Medium) sind 100 bis 150 m möglich.

Magnetik

Die Magnetik ist eine für viele Erze sehr brauchbare geophysikalische Prospektionsmethode. Voraussetzung ist eine gegenüber dem umgebenden Gestein erhöhte Magnetisierbarkeit (magnetische Suszeptibilität) des Erzes, die vom Gehalt an ferrimagnetischen Komponenten abhängt, also hauptsächlich vom Gehalt an Magnet Eisenstein (Magnetit), Magnetkies (Pyrrhotin), Titaneisen (Ilmenit) und Titanomagnetit. Als Hämatit ist der Eisenglimmer selbst ebenso wie der Siderit nur wenig magnetisierbar, Begleitminerale wie Magnetit würden aber auch die magnetische Methode für die Eisenglimmer-Prospektion geeignet machen. Nach WEBER (1974) tritt im Erz von Gollrad bisweilen auch Kupferkies in Erscheinung. Kupferkiese zeigen manchmal eine nicht unbeträchtliche Magnetisierbarkeit, so daß auch dieses Mineral eventuell als magnetischer Begleitindikator in Frage kommt. Nach WEBER (1974) beträgt außerdem der durchschnittliche Gehalt der Werfener Schichten an Eisen 5,1 %, woraus auch ein spürbarer Hintergrundeffekt auf die magnetischen Messungen zu folgern ist.

Bei der magnetischen Prospektion kommt es meist nicht auf den im Gestein vorhandenen geringen remanenten Magnetismus an, sondern auf die Magnetisierbarkeit der Minerale durch das vorhandene Erdfeld (Induktion), das allerdings ständig Schwankungen unterworfen ist. Bei der Auswertung müssen daher die täglichen Variationen des Erdfeldes berücksichtigt werden, um einen künstlichen Meßzustand herzustellen, als ob das magnetische Erdfeld immer konstant wäre. Dazu ist es nötig, über den Tag verteilt in nicht zu großen zeitlichen Abständen auf Basisstationen zu Vergleichsmessungen zurückzukehren oder eine stationäre Basisstation zum Einsatz zu bringen.

Das Eigenpotentialverfahren - SP

Wegen der einfachen Meßtechnik und oft ausgeprägten, allerdings hauptsächlich qualitativen Aussagefähigkeit wurde und wird diese geoelektrische Methode für Erzprospektionsarbeiten häufig eingesetzt. Es ist keine künstliche Stromquelle nötig. Man mißt hingegen die in der Natur vorhandenen elektrischen Potentiale, deren Entstehung auf recht komplexe Ursachen zurückgeht. Es handelt sich dabei um Ausgleichsvorgänge elektrischer Ladungen im Gebirge, die infolge elektrochemischer Prozesse im bergfeuchten Bereich gewisser Lagerstätten ausgelöst werden. Dabei fließt im Erzkörper der Strom von oben nach unten und im umgebenden Gestein von unten nach oben, so daß der Erdboden über dem Erzkörper eine Zone negativen Potentials gegenüber den entfernter liegenden Meßpunkten bildet. Komplizierte Lagerstättenverhältnisse, Hangneigung, Bewuchs, Wetter, Bodenfeuchtigkeit nehmen ebenfalls Einfluß auf die Meßdaten, so daß oft eine verwirrende Überlagerung verschiedener Anomalien entsteht, deren Deutung nicht immer ganz einfach ist.

Die Induzierte Polarisation

Das Meßverfahren der Induzierten Polarisation wurde speziell zum Auffinden feinverteilter = disseminierter Erze entwickelt. Sind solche disseminierte Erze in einer hochohmigen Matrix eingebettet, so können sie z.B. mit dem Verfahren der Geoelektrik meistens nicht nachgewiesen werden.

Während mit der Geoelektrik das Gleichstromwiderstand des Untergrundes gemessen wird, verwendet man bei der Induzierten Polarisation den Wechselstromwiderstand, der durch Kapazitäten, die im Untergrund an Korn-

- 10 -

grenzflächen auftreten, bestimmt wird. Diese Grenzflächen werden an den Oberflächen der Erzkörner gebildet und liefern kapazitive Effekte. Aus diesem Grund ist es auch verständlich, daß ein kompakter Erzkörper einen geringeren IP-Effekt liefert als ein fein verteiltes Erz, da ja die aktive Oberfläche bei dem fein verteilten Erz um ein Vielfaches größer ist und somit auch der kapazitive bzw. IP-Effekt dadurch größer wird. Für den Nachweis von kompakten Erzkörpern würde es genügen, die Geoelektrik zu verwenden. Da jedoch beim IP-Meßverfahren sowieso auch der Gleichstromwiderstand mitgemessen wird, inkludiert das IP-Verfahren die Gleichstrommessung. Darüberhinaus erhält man aber als zusätzlichen Parameter den IP-Effekt. Das Verfahren der Induzierten Polarisation eignet sich daher sehr gut für das Auffinden von Erzkörpern bzw. vererzten Zonen, und aus diesem Grund wird es bei der Erzprospektion routinemäßig eingesetzt.

Es gibt zwei Haupteffekte, die die Kapazitäten an den Korngrenzflächen bilden:

Der erste Effekt und für die Erzprospektion weitaus wichtigste Effekt ist die sogenannte Elektrodenpolarisation. Der zweite Effekt, der ca. eine Zehnerpotenz kleiner ist, ist die sogenannte Membranpolarisation, die in vertonten Sedimenten auftritt und primär für die Grundwasserprospektion eine größere Bedeutung hat. Für die Erzprospektion ist die Elektrodenpolarisation der entscheidende Effekt.

Die Beilage 9 zeigt die elektrischen Verhältnisse an einer Grenzfläche zwischen einem Erzkorn und dem Formationswasser. Bei Anlegen einer elektrischen Spannung versuchen die Ladungsträger - im Formationswasser sind das Ionen und im Erzkorn Elektronen - sich in Richtung des angelegten Spannungsgefälles zu bewegen. Es fließt also ein elektrischer Strom, wobei es allerdings an der Grenzfläche zu einer Änderung in der Art des Ladungstransportes von Ionenleitung zu Elektrodenleitung kommt. Durch diese Änderung der Art des Ladungstransportes kommt es an der Grenzfläche zu

einem Aufbau einer Energiebarriere, bzw. eines Potentials, das Zetapotential genannt wird. Es werden sich also an dieser Grenzfläche beiderseitig Ladungsträger anhäufen, und dies führt zum Aufbau eines kapazitiven Effektes, d.h. eines kleinen Kondensators. Dieser Effekt, nämlich der Aufbau einer elektrischen Doppelschicht, wird mit dem Verfahren der Induzierten Polarisation gemessen, und zwar Größe und zeitliches Verhalten dieses Aufbaues der elektrischen Doppelschicht.

Es gibt nun verschiedene Verfahren, diesen IP-Effekt zu messen, nämlich im Zeitbereich, im Frequenzbereich und durch Messung der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung.

Die Beilagen 10 und 11 zeigen das zeitliche Verhalten der Spannung bei der Messung im Zeitbereich und bei der Messung im Frequenzbereich. Die Messung der Phasenverschiebung erfordert apparativ den größten Aufwand, da hier nur sehr kleine Phasenverschiebungen zwischen Strom und Spannungen auftreten.

Zeitbereichsverfahren:

Es wird ein Strom mit wechselnder Polarität und einer Dauer im speziellen Fall von 2 s in den Untergrund geschickt. Die Meßspannung an den Meßelektroden baut sich, verursacht durch die kapazitiven Effekte, langsam auf. Nach Abschalten des Stromes entladen sich wieder die "Kondensatoren", und man erhält ein langsames Abklingen der Spannung, h.d. eine sogenannte Entladekurve. Die Fläche unter dieser Entladungskurve ist ein Maß für die Polarisierbarkeit (Chargeabilität). Die Definitionen der einzelnen Meßgrößen sind in der Beilage 10 angegeben.

Messung im Frequenzmeßbereich:

Bei diesem Meßverfahren wird ein Strom mit 2 verschiedenen Frequenzen, die beide unter 10 Hz sind, in den Untergrund geschickt. Bei der höheren Frequenz kommt es zu einem rascheren Polaritätswechsel als bei der nie-

drigeren Frequenz, wodurch sich bei der höheren Frequenz keine so hohe Endspannung aufbauen kann wie bei der niedrigen Frequenz. Dadurch entsteht beim Ausgangssignal eine Spannungsdifferenz zwischen diesen beiden Signalen und diese Spannungsdifferenz stellt ein Maß für den IP-Effekt (Prozentueller Frequenzeffekt = PFE) dar. In der Beilage 11 sind ebenfalls die Definitionen für die verwendeten Größen beim Frequenzmeßverfahren dargestellt.

Phasenmessung:

Durch den hohen meßtechnischen Aufwand bei den Phasenmessungen konnten erst in den letzten Jahren geeignete Meßgeräte gebaut werden. Die Phasenmeßverfahren haben speziell bei den spektralen IP-Verfahren, bei denen der IP-Effekt in einem Frequenzbereich von etwa 1/100 Hz bis 10 kHz gemessen wird, eine große Bedeutung erlangt. Es soll jedoch hier nicht näher darauf eingegangen werden.

In vorliegendem Fall wurde die Messung mit dem Zeitbereichsverfahren durchgeführt. Als Sender wurde ein Gerät der kanadischen Firma PHÖNIX mit der Typenbezeichnung IPT-1 verwendet und als Empfänger ein Gerät mit der Typenbezeichnung Mark 4 der kanadischen Firma HUNTEC. Es handelt sich dabei um äußerst zuverlässige moderne Geräte.

Feldmeßverfahren:

Die Messungen erfolgten mit einer Dipol-Dipol Elektrodenkonfiguration. Die Elektrodenabstände auf den Profilen 1 und 2 betragen 10 m, auf der obersten Meßlinie (Profil 3) jedoch 20 m. Es wurde mit Spacingfaktoren von 1 bis 6 gemessen, sodaß der IP-Effekt entlang der Profile in verschiedenen Tiefen kartiert werden konnte. Als Ergebnis der Messungen erhält man für jeden Meßpunkt den elektrischen Widerstand und den IP-Effekt. Diese Meßwerte müssen anschließend noch mathematisch aufbereitet

werden, um die sogenannten Elektrodeneffekte herauszufiltern. Dies wird allerdings erst in dem Kapitel behandelt, in dem die Messungen und ihre Auswertung beschrieben wird. In der weiteren Interpretation werden dann die IP- und Widerstandsprofile zu einem Metallfaktor kombiniert. Aus diesem Metallfaktor, der eine Kombinationsgröße aus Widerstand und Polarisierbarkeit darstellt, läßt sich dann die Lage der vererzten Zonen bestimmen.

4. Planung und Ausführung der Feldmessungen

Ein NE-SW laufender und erst im südlichsten Teil nach SSE umschwenkender Steig bildete die Grundlage für die Anordnung der gesamten Meßlinien. Zu dieser Basislinie (0) wurden östlich davon drei weitere hangparallele Linien im Abstand von ca. 40 m geplant, womit das Meßgebiet bis zur Forststraße im E weitgehend überdeckt werden konnte. Als Meßpunktabstand wurde je nach Meßmethode 5 m (Magnetik, SP) und 10 m (VLF und IP) gewählt. Die Kennzeichnung der Meßpunkte auf jeder Linie erfolgte einfach durch den Abstand in m von den jeweiligen Basispunkten 0. Für eine später angesetzte Verlängerung von Profil 1 und 2 nach NE wurden Meßpunktbezeichnungen mit negativen Werten verwendet. Meßpunkt -100 bedeutet also den Meßpunkt in 100 m Entfernung vom Basispunkt 0 in Richtung zum NE-Ende des jeweiligen Profils, Meßpunkt 100 liegt 100 m in Richtung zum südlichen Profilenende (Lageskizze Beilage 1 mit Höhenlinien, übernommen von der Kärntner Montanindustrie).

Die Messungen erfolgen bei allen Methoden punktweise. Bei der magnetischen und VLF-Methode wird der Meßwert mit dem Gerät an Ort und Stelle ermittelt. Während wegen des sich stets ändernden Erdmagnetfeldes die magnetischen Meßdaten jeweils auf den zeitgleichen Meßwert einer Hauptbasis bezogen werden müssen, bedürfen die VLF-Meßdaten wegen der konstanten Position und Leistung der Sendestationen keiner derartigen Korrektur und können direkt der Fraserfilterung unterzogen und der Interpretation zugeführt werden.

Bei der SP-Methode verbleibt das Meßgerät am Basispunkt mit der Basis-elektrode. Am Meßpunkt wird die Meßelektrode gesetzt, die durch ein Kabel mit der Meßstation (maximal 200 m entfernt) verbunden ist. Es erfolgt jeweils die Messung des Potentials in Bezug auf den Basispunkt. Nach Ausschöpfen der Kabellänge wird der letzte Meßpunkt zum neuen Basispunkt für eine weitere Kabellänge. Auf diese Weise kann jeder Meßwert im gesamten Meßgebiet, also auch die Werte weiterer Meßprofile, wie in der Magnetik, auf eine Hauptbasis bezogen werden.

Die IP-Messung bedarf einer aufwendigen Elektrodenkonfiguration, mit der jeweils ein Profilabschnitt für mehrere Eindringtiefen durch Umschalten auf die jeweils nötigen Elektroden vermessen wird. Der Meßpunkt ist immer der Mittelpunkt der jeweils zugeschalteten Elektrodenkonfiguration. Die Erfassung der Meßdaten für verschiedene Tiefenbereiche und der notwendige fortlaufende Umbau der Elektrodenauslage wird mit drei Leuten ausgeführt und ist wesentlich zeitaufwendiger als die anderen Meßverfahren, für die nur jeweils zwei Leute nötig sind. Neben der Messung des IP-Effektes wird gleichzeitig der spezifische elektrische Widerstand des Gebirges fortlaufend auch für verschiedene Tiefenbereiche mitgemessen, es laufen also quasi mehrere Widerstandskartierungen für verschiedene Eindringtiefen automatisch mit.

Zum Einsatz kamen folgende geophysikalische Geräte:

VLF	Geonics-EM16 VLF-EM-Meßgerät
Magnetik	E&G Geometrics Protonenmagnetometer G856
SP	Fluke Multimeter
IP	Huntec Mark 4 IP-Empfänger, IPT1-Transmitter

Die Versuchsmessungen erfolgten am 29. und 30.7.1988. Die Labormessungen an einem ausgewählten Eisenglimmerhandstück wurden im August 1988 fertiggestellt. Die restlichen Feldmessungen fanden zwischen 19.9. und 27.9.1988 statt. Der Meßtrupp (2 Meßtechniker und 3 Helfer) war insgesamt 9 Tage im Felde. Für die Datenbearbeitung und Zeichenarbeiten waren weitere 24 Arbeitstage für Hilfskräfte nötig.

Das IP-Verfahren ist nicht nur im Feld, sondern auch bei der Datenbearbeitung eine außerordentlich aufwendige Methode. Für die elektronische Datenverarbeitung und Darstellung der IP-Meß- und Ergebniswerte mußten vom IP-Experten weitere 100 Arbeitsstunden aufgebracht werden.

5. Darstellung der Ergebnisse und Interpretation

5.1 Ergebnisse der Messungen mit den Verfahren VLF, Magnetik, SP

Die Darstellung der Meßdaten bzw. der korrigierten und gefilterten Daten erfolgte zunächst profilmäßig für alle 4 Profile im Maßstab 1:500.

VLF: Blg. 2: VLF-Real- und Imaginärteil, gefiltert nach Fraser:

$$M_{23} = (M_1 + M_2) - (M_3 + M_4)$$

Magnetik: Blg. 3: Magnetische Totalintensität, korrigiert hinsichtlich der täglichen Variationen und bezogen auf den zu Meßbeginn am Basispunkt 0 des Profils 0 gemessenen Wert

SP: Blg. 4: Eigenpotential, bezogen auf den Basispunkt des Profils 0. Dargestellt sind jeweils die Meßkurve und eine unter Berücksichtigung von 5 benachbarten Meßpunkten erstellte geglättete Kurve:

$$\bar{M}_3 = \frac{1}{14} (M_1 + 3M_2 + 6M_3 + 3M_4 + M_5)$$

- 16 -

Die Daten wurden dann in einen Lageplan (M. = 1:2000) übertragen. Die Vertikalkomponente des VLF-Realteils ist im Lageplan, Blg. 5, noch einmal, dem Verlauf der Meßlinien folgend, als Profildarstellung zu jeder Meßlinie aufgetragen.

Im weiteren wurden die Daten in den Lageplänen zur kartenmäßigen Darstellung der Ergebnisse verwendet:

VLF Blg. 6: Vertikalkomponente des VLF-Realteils, gefiltert nach
Fraser

Magnetik Blg. 7: Magnetische Totalintensitäten, bezogen auf Meßpunkt 0,
Profil 0

SP Blg. 8: Eigenpotentialverteilung, bezogen auf den Basiswert am
Meßpunkt 0 von Profil 0

Die VLF-Messungen

Die VLF-Meßdaten wurden mit dem Fraser-Filter behandelt. Durch dieses Filter müßten sich elektrisch gut leitende Störzonen, deren Breite gering gegenüber der Tiefenerstreckung ist, also z.B. Gangvererzungen, als Anomalien gegenüber der Umgebung abheben. Nun stellt aber die für die Vererzung bedeutsame hochohmige Quarzitzone, die zwischen den gutleitenden Werfener Schichten eingebettet ist, gerade den umgekehrten Fall zum Gangmodell dar. In grober Näherung sollte daher der Quarzit durch eine Anomalienzone entgegengesetzter Polarität hervortreten.

Auf den Profilen 1 bis 3 tritt im Bereich der Meßpunkte 80/100 bis 130/160 jeweils eine derartige Anomalie negativer Polarität hervor. Im Profil 0 sind an den Meßpunkten 90 und 190 zwei kleinere Ano-

- 17 -

malien dieser Art erkennbar. In der Profildarstellung Blg. 2 wurden die Randbereiche dieser Anomalien von Profil 3 bis 1 durchverfolgt und mit den zwei anomalen Indikationen am Profil 0 verbunden. Interpretiert wird diese negative Anomalienzone als die Quarzitzzone, an welche die Eisenvererzungen im Untersuchungsgebiet gebunden sein dürfte. Profil 2 deutet auf eine Verbreiterung der Zone in größerer Tiefe (einige 10er m) hin, womit eine Aufspaltung der Vererzung verbunden sein könnte. In den Profilen 1 bis 3 findet sich dafür kein Hinweis, größere Hangschuttmächtigkeiten erlauben aber möglicherweise nur die Erfassung des obersten, schmäleren Teils des Quarzitkörpers. Ein ähnlicher negativer Anomalienzug zeichnet sich im S-Teil, etwa von den Meßpunkten 300 an, ab, wie in Blg. 2 angedeutet ist. Eine Anomalie positiver Polarität als Indikation für eine besonders gut leitende Störzone ist am Profil 2 im Bereich der Meßpunkte -70 bis -120 erkennbar, die sich in das Profil 1 fortsetzen dürfte. Sie ist mit der Vererzung (Siderit ?) in Zusammenhang zu bringen, die offensichtlich mit dem noch heute erkennbaren alten Einbau beim Meßpunkt -70 der Linie 1 verfolgt wurde.

Im Lageplan Blg. 5 wurden der gefilterte Realteil der Vertikalkomponente nochmals profilmäßig über den einzelnen Meßlinien dargestellt. Die guten elektrischen Leitern zuzuordnenden positiven Anomaliebereiche wurden grün bis blau, die entgegengesetzt gepolten Anomalien rot hervorgehoben. Dabei läßt sich offensichtlich eine gute zonare Unterscheidung treffen:

grün:	Vererzung im NE des Meßgebiets (Siderit ?)
dunkelblau:	quarzitarme Werfener Schichten
dunkelrot:	Quarzit (mit Eisenglimmervererzungen in den Randbereichen ?)
hellblau:	Quarzitreiche Werfener Schichten
hellrot:	nicht deutbare Indikation höherohmigen Gesteins, eventuell mit Quarzitanreicherung

In Blg. 6 ist die nach Fraser gefilterte Vertikalkomponente des VLF-Realwertes kartenmäßig dargestellt, wobei die Anomaliewerte durch die Farbintensität gekennzeichnet sind. Es sei jetzt schon darauf hingewiesen, daß der südliche Rand der roten, für den Quarzit charakteristischen Anomalienzone mit den magnetischen Hauptindikationen und der markantesten negativen SP- und IP-Anomalie übereinstimmt, womit sich offensichtlich eine wesentliche Vererzungszone andeutet.

Die magnetischen Messungen

In der Profildarstellung Blg. 3 wurde willkürlich eine Intensität von 47570 Nanotesla (nT) als lokale Regionalfeldintensität gewählt, also quasi zur Nulllinie erklärt, um einen anschaulichen Vergleich der Werte von Profil zu Profil zu ermöglichen.

Eine markante magnetische Anomalie findet sich bei Meßpunkt 160 der Linie 0. Sie läßt sich mit schwachen Indikationen auf den Profilen 1 bis 3 in der in Blg. 3 angedeuteten Weise verbinden. Die mächtigere Hangschuttbedeckung und größere Tiefe zur magnetischen Störquelle in den Profilen 1 bis 3 ist als Erklärung für die kleinen magnetischen Meßwerte zu werten. Eine magnetisch wirksame Vererzung kann mit zunehmender Tiefe nur abnehmende magnetische Intensitäten liefern.

Eine weitere schwache Indikation zieht sich von Meßpunkt 225, Profil 1, nach Meßpunkt 280 auf Profil 3. Sie findet keine Entsprechung bei den anderen verwendeten geophysikalischen Methoden, eine Deutung unterbleibt daher.

Auf Profil 1, Meßpunkt -55, sticht eine magnetische Anomalie mit einer kräftigen nördlichen Begleit anomalie hervor. Dieses Bild entspricht der Modellvorstellung einer lokalen Vererzung mit magnetischen Eigenschaften. Die Verbindung zur Anomalie bei MP -90 der Linie 2 entspricht ganz dem Befund der VLF-Messung und dürfte mit der schon dort erwähnten möglichen Sideritvererzung in Zusammenhang stehen,

In der Karte der magnetischen Totalintensität, Blg. 7, hebt sich die Anomalie im mittleren Teil des Untersuchungsgebietes besonders auf der westlichen Seite (Profil 0) gut ab, sie fächert nach E hin auf, was sich durch die drei isolierten kleinen 70 nT-Inseln am Profil 3 ausdrückt. Von der Anomalie im N-Teil des Gebietes, Meßpunkt -60, Profil 1, läßt sich eine Verbindung zur Hauptanomalie bei Meßpunkt 160, Profil 0, herstellen. Die 70 nT-Kontourlinie umschreibt eine schmale Hochzone zwischen den beiden, durch 80 nT-Werte heraustretenden Anomalien. Der Anteil magnetischer Begleitminerale in den Vererzungen des Untersuchungsgebietes ist offenbar doch hinreichend, um zumindest in Ansätzen den Siderit und den Eisenglimmer, beide als Mineral kaum magnetisierbar, anzuzeigen.

Die Eigenpotentialmessung

Im allgemeinen zeichnen sich gutleitende Vererzungen (z.B. Pyrit) durch negative SP-Anomalien ab. Über das SP-Verhalten der Vererzungen von Gollrad waren Prognosen kaum zu machen. Wie aber die SP-Profile (Beilage 4) zeigen, zieht sich über alle 4 Profile ein markantes Anomalienbild: Eine Zone mit Tendenz zu mehr positiven SP-Werten im Bereich der Meßpunkte -100 bis 140 wird nördlich und südlich von je einer Negativzone begleitet, wobei die südliche ausgeprägter ist. Der Potentialsprung von Meßpunkt 200 auf 205, Profil 2, wurde allerdings als irregulär beurteilt, da er weit über das Niveau der beiden Nachbarprofile hinausführt. Er wurde daher nicht in der kartenmäßigen Darstellung Beilage 8 berücksichtigt. Als Ursache wird ein durch widrige Bodenverhältnisse bedingter unterschiedlicher Bodenkontakt der Basiselektrode beim Umsetzen auf eine neue Meßauslage vermutet.

In der kartenmäßigen Erfassung der SP-Daten Blg. 8 tritt die schon aus der Profildarstellung erkennbare Zonierung besonders deutlich hervor. Es zeigt sich nun, daß die Übergangszone vom positiven zum südlichen negativen SP-

Anomaliebereich etwa mit der südlichen Grenze der (in Beilage 6 in roter Farbe gehaltenen) zentralen VLF-Anomalie zusammenfällt. Das ist aber gleichzeitig auch die Richtung der magnetischen Hauptanomalie etwa von Meßpunkt 160, Profil 1, bis Meßpunkt 130, Profil 3. Alle diese Indizien zusammen lassen auf eine Vererzungszone schließen, die etwa vom Meßpunktbereich 160 bis 200, Profil 0, ausgehend in Richtung SE gegen die Hangneigung verläuft. Die etwa 50 bis 100 m weiter nördlich befindliche analoge Übergangszone, etwa von Meßpunkt 100, Profil 0, bis Meßpunkt 70, Profil 3, kann in ähnlicher Weise interpretiert werden. Der Nordrand der VLF-Hauptanomalie (rot auf Beilage 6) fällt grob mit dem nördlichen Übergang der SP-Werte zu mehr negativen Werten zusammen, wobei sich auch das Bild der magnetischen Isanomalien gut einfügt. Falls es sich hier um Vererzungen handelt, sind sie eher vom Siderit-Typ, der sich offensichtlich im N des Meßgebietes durch die VLF- und magnetische Messung andeutet. Speziell die magnetischen Daten scheinen auf eine Brücke von der Eisenglimmervererzung im Zentralteil zur Sideritvererzung im Nordteil des Meßgebietes hinzudeuten.

5.2 Ergebnisse der Messungen mit dem Verfahren der Induzierten Polarisation

Im Rahmen der Untersuchungen des Eisenglimmervorkommens in Gollrad wurden auch IP-Messungen durchgeführt. IP-Messungen können meist mit großem Erfolg in der Erzprospektion eingesetzt werden, da sie neben dem elektrischen Widerstand auch die Polarisierbarkeit des Untergrundes mitmessen. IP-Messungen können somit sowohl kompakte Erzkörper über den elektrischen Widerstand als auch disseminierte Erzkörper über die Messung der Polarisierbarkeit nachweisen.

- 21 -

Im Meßgebiet Gollrad wurde nun untersucht, ob sich die Hämatitvererzungen mit den IP-Messungen lokalisieren lassen. Aus den petrophysikalischen Messungen ergab sich, daß das Erz einen hohen elektrischen Widerstand, aber auch eine größere Polarisierbarkeit hat. Aus diesem Grund wurde zur Lokalisation der vererzten Zonen der Widerstand multiplikativ mit der Polarisierbarkeit zu einem Metallfaktor verknüpft. Dadurch läßt sich dieser so gebildete Metallfaktor als Indikator für eine vererzte Zone verwenden.

Ein Problem ergab sich durch die ehemalige Bergbautätigkeit in diesem Gebiet. Im Meßgebiet sind viele alte Halden von kleineren und größeren Einbauen. Diese Halden ergeben oberflächlich starke IP-Effekte und Widerstandsvariationen und können die von den tieferliegenden Vererzungen kommenden schwächeren Signale leicht überdecken. Die Auswertung der Messungen ergab allerdings, daß es trotzdem möglich war, die Anomalien zu erfassen, welche von tiefer liegenden Vererzungen verursacht sind.

Verwendete Meßanordnungen und Meßgeräte:

Die IP - Messungen wurden im Zeitbereich (time domain) mit einem Meßgerät der kanadischen Firma Hunttec mit der Typenbezeichnung MARK 4 durchgeführt. Als Sender wurde ein Gerät der kanadischen Firma Phoenix mit der Typenbezeichnung IPT-1 verwendet. Zur Stromerzeugung wurde ein Motor-Generator mit einer Leistung von 3.5 KW verwendet.

Das verwendete Stromsignal hatte eine Periode von 8 Sekunden, wobei der Strom jeweils für 2 Sekunden mit wechselnder Polarität an die Stromelektroden angelegt wurde. Die abklingende Spannung wurde mit einer Delayzeit von 100 ms 10 mal im Abstand von 150 ms abgetastet. Die Polarisierbarkeit (Chargeabilität) wurde nun durch Integration dieser Abklingkurve in dem Zeitintervall von 100 bis 1450 ms berechnet. Das Signal wurde im Schnitt etwa 10 bis 20 mal gestapelt.

- 22 -

Als Meßanordnung wurde eine Dipol-Dipol Anordnung mit einem Spacing von 10 (Profile 0 bis 2) bzw. 20 m (Profil 3) und von $n=1$ bis $n=6$ gemessen. Für die größte Eindringtiefe betrug somit die maximale Auslagenlänge 160 m. Der Meßpunktabstand betrug 10 m.

Es wurden 4 parallele Profile mit einer Länge von etwa 400 bis 450 m gemessen. Die Profile sind im Lageplan eingezeichnet.

Auswertung:

Die Dipol-Dipol Meßanordnung ist sehr empfindlich gegenüber lateralen Änderungen des Widerstandes bzw. der Polarisierbarkeit. Man erhält also mit dieser Anordnung eine sehr gute laterale und nur eine geringe tiefenmäßige Auflösung. Bei lateralen Inhomogenitäten tritt in den Messungen ein Anomalienmuster auf. Dadurch läßt sich die Lage der Anomalie gut bestimmen. Das Anomalienmuster überlagert allerdings die tieferliegenden Meßwerte. Dieser Effekt (Elektrodeneffekt) muß durch nachträgliche mathematische Filteroperationen aus den Daten eliminiert werden. Im vorliegenden Fall wurde eine Filterung mit einem "Expanded Offset" Filter (Griffiths 1984, Niesner 1986) durchgeführt. Nach dieser Filterung erhält man einen besseren Zusammenhang zwischen den Geometrien der Störkörper und dem Anomalienmuster.

Aus Crossplots der Widerstände gegen die Polarisierbarkeit (Beilage 13) ist ersichtlich, daß die vererzten Zonen einen hohen elektrischen Widerstand und eine hohe Polarisierbarkeit aufweisen, wobei die Vererzung in zwei Untergruppen eingeteilt werden kann:

Die Vererzung vom Typ 1 zeigt Widerstandswerte bis etwa 1000 Ohmm und Polarisierbarkeiten größer als 10 ms. Unter Einbeziehung der Informationen aus der Geologie und alter Bergbauunterlagen tritt dieser Vererzungstyp an der Grenzfläche zwischen den niederohmigeren sandig, tonigen und den höherohmigen quarzitächen Werfener Schichten auf. Die Widerstände der Vererzung werden also primär durch die Widerstände der Werfener Schichten bestimmt.

Die Vererzung vom Typ 2 liegt in den sandig, quarzitächen Werfener Schichten und zeigt dadurch Widerstände, die größer als 1000 Ohmm sind. Im Crossplot sind die beiden Vererzungstypen gut erkennbar.

Bei Chargeabilitäten unter 10 mVs/V sind zwei Clusterbildungen erkennbar, wobei die Punktwolke bei den niedrigeren Widerständen die tonigen und die Punktwolke bei den höheren Widerständen die sandig-quarzitächen Werfener Schichten darstellen.

Mit dem Crossplot ist daher bereits eine gute Differenzierung zwischen den einzelnen Lithologien möglich. Diese Aufteilung der Lithologie kann für alle Eindringtiefen auf dieselbe Art durchgeführt werden.

Eine Schwierigkeit bei der Interpretation ergibt sich durch die Überlagerung der größeren Tiefen zuzuordnenden Anomalien durch Anomalien von den oberflächennahen Halden, die von einer früheren Bergbautätigkeit stammen. Es zeichnen sich allerdings die wichtigsten geologischen Grenzen bereits bei den oberflächennahen Meßkurven ab. Die Beilage 12 zeigt die Widerstandskurven von $n=1$ für die 4 parallelen Profile. Der Charakter der Kurven ist bei allen Profilen gleich, sodaß eine gute Korrelation zwischen den Profilen durchgeführt werden kann.

- 24 -

Die Beilage 14 zeigt die Verteilung der elektrischen Widerstände für $n=1$ d.h. für eine Eindringtiefe von etwa 6 m. Deutlich erkennbar sind in der Mitte der Profile zwei Widerstandshochzonen, die gegen SE zusammenlaufen. Eine weitere Zone mit hohen Widerständen schneidet das Profil 0 bei etwa 250 m. Diese Zone kann allerdings auch noch bei den Parallelprofilen weiterverfolgt werden. Diese Widerstandshochzonen sind geologisch sandig quarzitischer Werfener Schichten zuzuordnen. In den Zonen mit niedrigeren Widerständen liegen die tonigen Werfener Schichten.

Als zweiter Parameter wurde die Chargeabilität gemessen. Die Beilage 15 zeigt die Verteilung der Chargeabilität für $n=1$, also wiederum für eine Eindringtiefe von etwa 6 m. Auch hier sind ähnlich wie bei den elektrischen Widerständen zwei Hochzonen in der Mitte der Profile erkennbar. Ein Vergleich dieser Hochzonen mit den Maxima der Widerstände zeigt allerdings, daß die Maxima der Chargeabilität etwas verschoben sind. Die Maxima der Polarisierbarkeit treten an den Übergängen von hohen zu niedrigeren Widerständen auf, also an der Grenzfläche zwischen den sandig quarzitischer und den tonigen Werfener Schichten. Dieses Bild stimmt recht gut mit den Erfahrungen aus dem ehemaligen Bergbau zusammen. Ein Vererzungstyp ist an diese Übergangszone gebunden. Das andere Maximum der Polarisierbarkeit liegt innerhalb der höherohmigen Schichten. Dieses Maximum kann dem 2. Vererzungstyp, der innerhalb der sandig quarzitischer Werfener Schichten auftritt, zugeordnet werden.

Es läßt sich also bereits aus den Meßwerten bei der geringsten gemessenen Eindringtiefe ein Bild von dem Aufbau des Untergrundes machen. Die Größe der Anomalien nimmt mit der Tiefe stark ab, aber die Anomalien lassen sich auch in tiefere Schichten verfolgen.

Es wurde nun zur genaueren Lokalisierung der vererzten Zonen aus dem Widerstand und der Chargeabilität ein Metallfaktor gebildet. Unüblich zu einer normalen IP-Auswertung, bei der die Polarisierbarkeit durch den Widerstand dividiert wird, um den Metallfaktor zu berechnen, wurde in dieser Auswertung

das Produkt aus beiden Faktoren gebildet. Der Grund dafür ist, daß im Gegensatz zu anderen Vererzungen die Eisenglimmervererzung einen hohen Widerstand hat.

Um nun die Vererzungszonen, die sich in die Tiefe erstrecken, herauszuarbeiten, wurde der Metallfaktor für die Meßwerte von $n=4$ gebildet. Die oberflächennahen Anomalien sind hier bereits unterdrückt, andererseits sind bei $n=4$ die Elektrodeneffekte noch nicht so stark. Dadurch kann die Vererzungszone gut herausgearbeitet werden. In der Beilage 16 wurde die Lage der möglichen Vererzungen durch dickere Striche markiert.

Eine Verifikation der mit den IP-Messungen erhaltenen Anomaliezonen kann nur durch eine Bohrung erhalten werden, die im Bereich dieser markierten Zonen angesetzt werden soll.

6. Zusammenfassung

Im Herbst 1988 wurde auf Anregung der Kärntner Montanindustrie nach ermutigenden petrophysikalischen Messungen an Erzproben aus dem Bereich der Gollrader Eisenglimmervererzung bei der VALL ein geophysikalisches Versuchsprogramm eingereicht, um auf einem Testprofil im Bereich der Lagerstätte die Anwendbarkeit verschiedener geophysikalischer Messungen direkt zu erkunden. Die Induzierte Polarisation (IP), Very Low Frequency-Methode (VLF), Magnetik und Eigenpotentialmethode zeigten gute Ergebnisse. In einem auch vom Fond zur Förderung der gewerblichen Wirtschaft unterstützten Erweiterungsprogramm wurde daraufhin das in Frage kommende Areal flächendeckend mit allen genannten Methoden auf drei weiteren zum Testprofil parallelen Linien vermessen, die hangaufwärts östlich der Testlinie liegen, und zwar in gegenseitigem Abstand von 40 m.

Übereinstimmend ergab sich nach den SP-, VLF- und magnetischen Messungen ein Hauptanomalienbereich, der auf der Testlinie im Westen des Untersuchungsgebietes (Profil 0) zwischen den Meßpunkten 110 bis 200 am deutlichsten hervortritt, in Richtung Osten auf den anschließenden Parallelprofilen aber abklingt. Das ist damit zu erklären, daß das Testprofil im Westen des Untersuchungsgebietes am weitesten talabwärts liegt, die Lagerstätte aber in Richtung des nach Osten kräftig ansteigenden Geländes unter die Erdoberfläche abtaucht. Wesentlich für die Ausbildung der Anomalien ist die lithologische Abfolge von quarzitreichen Werfener Schichten im Norden, hochohmigen Quarziten im Zentralteil des Untersuchungsgebietes mit Vererzungen und den quarzitarmer Werfener Schichten im Süden. Die eigentliche, der Eisenglimmervererzung zuzuordnende Anomalienzone ist enger zu sehen. Sie erstreckt sich aus dem Bereich zwischen den Meßpunkten 160 und 200 des Testprofils im Westen nahe der Übergangszone Quarzit - quarzitarmer Werfener Schichten mit der schon erwähnten Abschwächung in südöstlicher Richtung, die besonders im Isanomalienbild der SP- und magnetischen Messungen erkennbar ist.

Die IP-Messungen zeigen im Westen in der Isoliniendarstellung des als Produkt aus spezifischem Widerstand und Chargeabilität gebildeten Metallfaktors eine Aufteilung in zwei Vererzungszonen, wie sie sich auch in der SP-Messung andeutet. Demnach dürften eine südliche Vererzungszone mit hoher Polarisierbarkeit und mäßigen Widerständen an der Übergangszone Quarzit zu den quarzitarmer Werfener Schichten im Süden (Meßpunkt 200 der Linie 0) und eine Vererzungszone mit höheren Widerständen im quarzitischen Bereich nördlich davon (Meßpunkt 160) vorliegen. Diese Zweiteilung läuft weiter im Südosten allerdings zu einer Anomalienachse zusammen. Unter der dort größeren Bedeckung war die Auftrennung der Anomalien trotz spezieller Filterung für größere Pseudotiefen ($n = k$) nicht mehr nachweisbar.

- 27 -

Die stärkeren Indikationen der magnetischen und VLF-Messungen im Nordteil des Meßgebietes dürften mit einer Sideritvererzung zusammenhängen, worauf auch ein ehemaliger Einbau in diesem Bereich hindeutet. Für die IP-Messungen war diese Zone bereits im Randbereich, sodaß hier keine IP-Auswertung erfolgen konnte.

Leoben, im Oktober 1989



(Prof. Dr. F. WEBER)



(Prof. Dr. R. SCHMÖLLER)

Literatur:

PARASNIS, D.S.: Physical Property Guide for Rocks and Minerals.

ABEM Geophysical Memorandum 4/71, Stockholm 1971

WEBER, L.: Geochemische und geophysikalische Prospektionsarbeiten

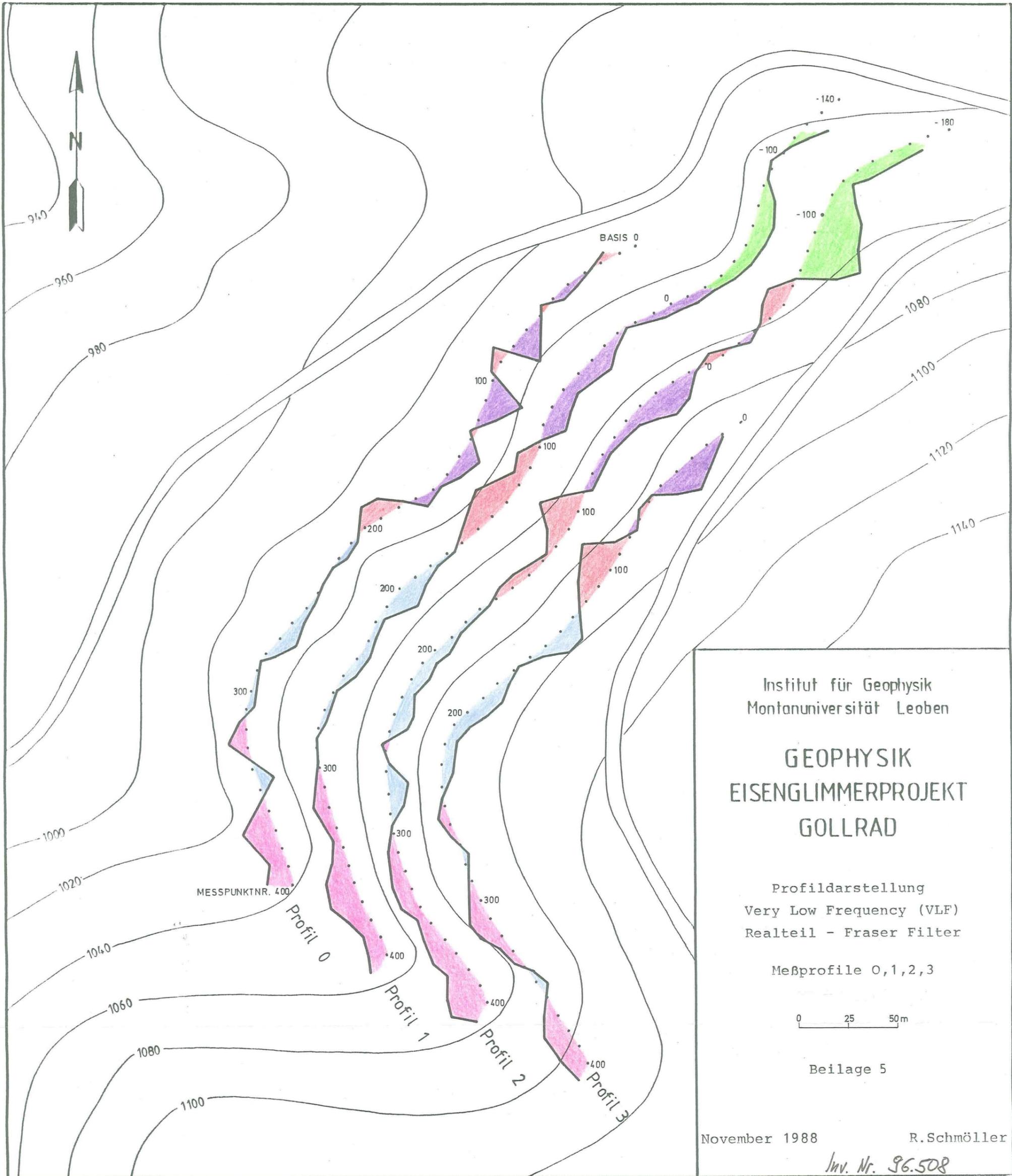
über der Sideritlagerstätte von Gollrad (Steiermark). Verh. Geol.

B.-A., Jahrgang 1974, Heft 2-3, Wien 1975

WEBER, L.: Alter und Genese der Eisenspat-Eisensilikatvererzung im

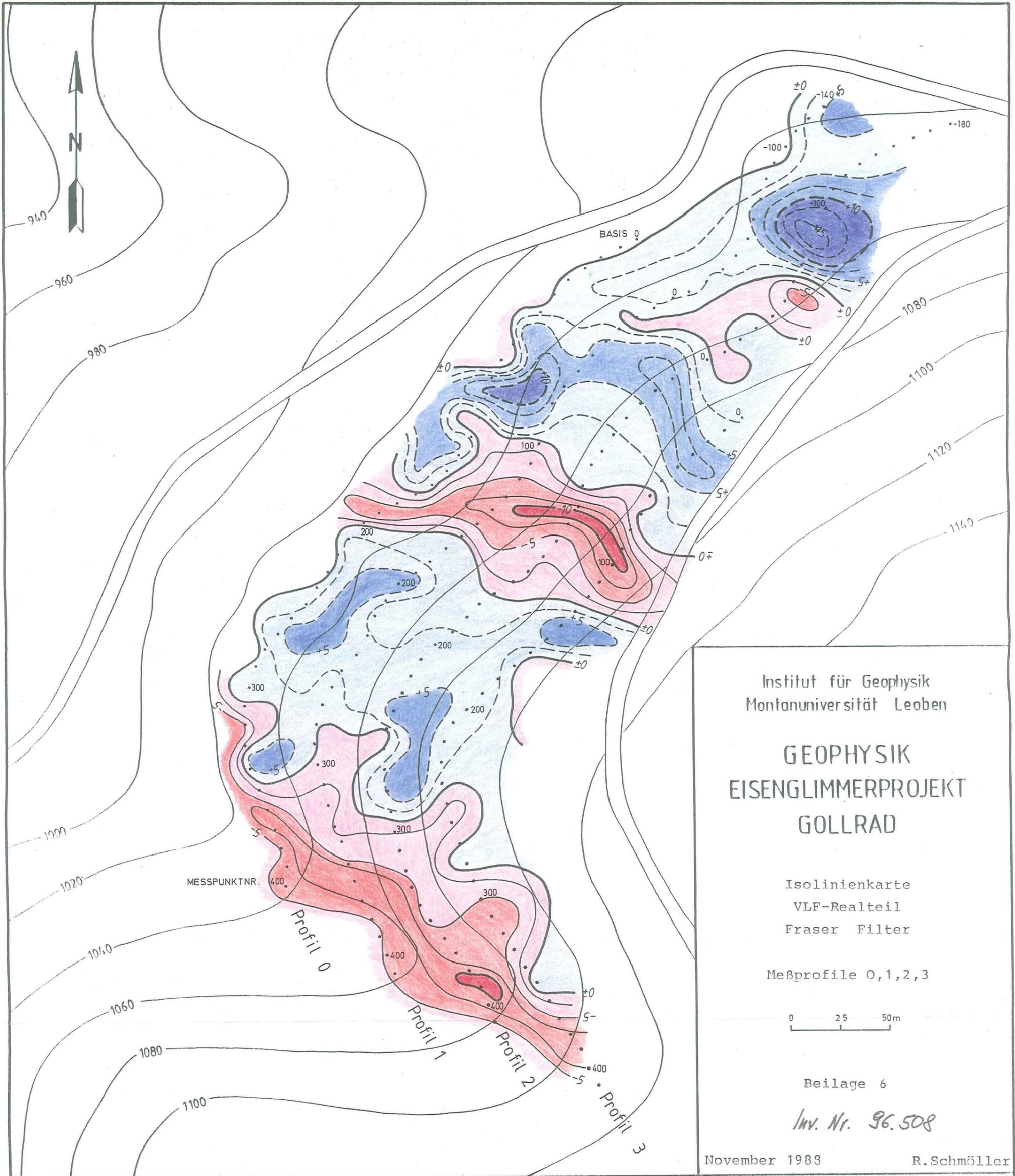
Westteil der Gollrader Bucht (Stmk.). Berg- und Hüttenmännische

Monatshefte, 122. Jahrgang, Heft 2a, Wien 1977



Legende: grün : Vererzung Siderit
violett: Werfener Schiefer
rot : Quarzit mit Eisenglimmer im Randbereich

blau: quarzitische Werfener Schichten
rosa: quarzitreiche Werfener Schiefer



Institut für Geophysik
Montanuniversität Leoben

GEOPHYSIK EISENGLIMMERPROJEKT GOLLRAD

Isolinienkarte
VLF-Realteil
Fraser Filter

Meßprofile 0,1,2,3

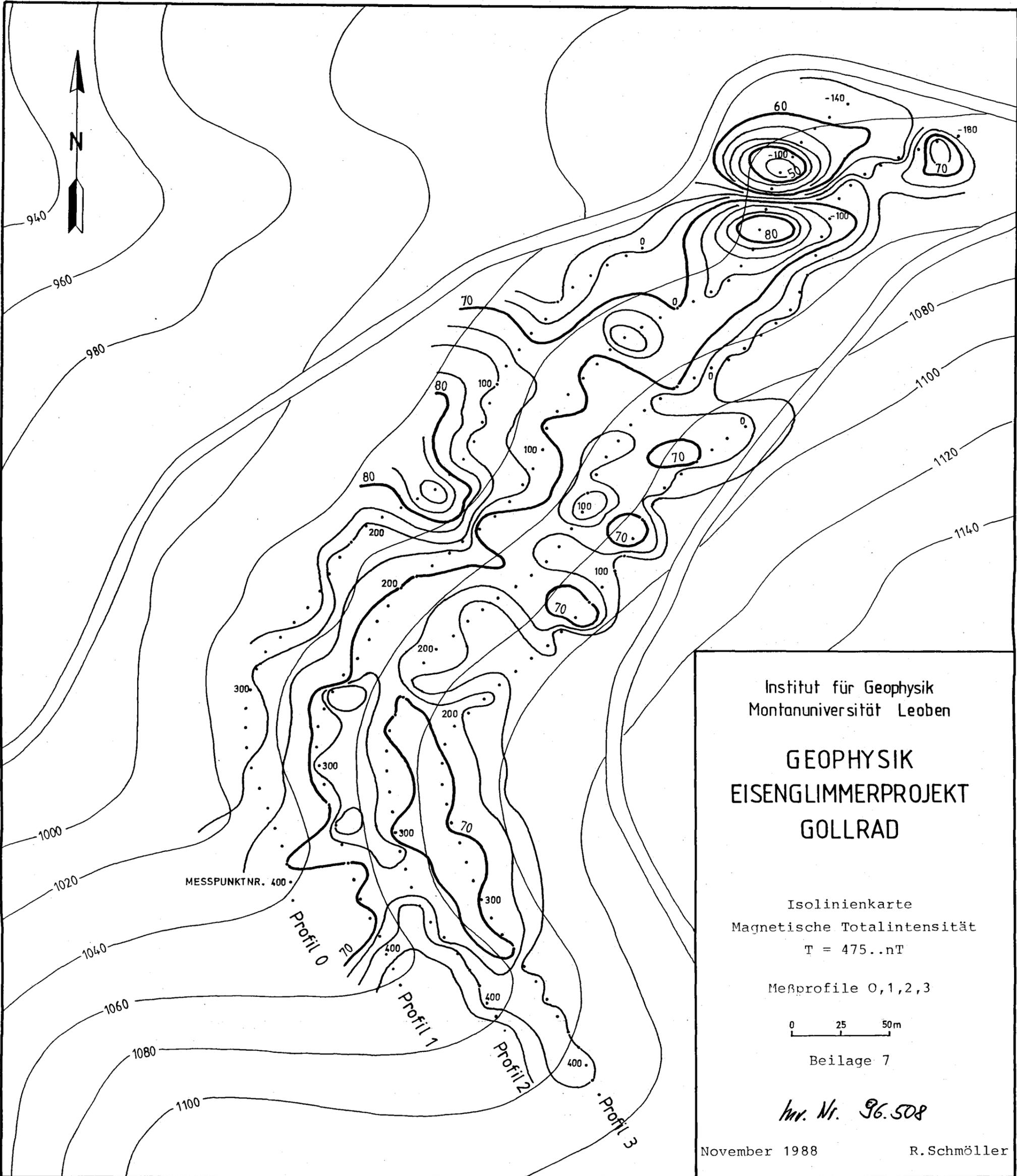
0 25 50m

Beilage 6

Inv. Nr. 96.508

November 1988

R. Schmöller



Institut für Geophysik
Montanuniversität Leoben

GEOPHYSIK EISENGLIMMERPROJEKT GOLLRAD

Isolinienkarte
Magnetische Totalintensität
 $T = 475...nT$

Meßprofile 0, 1, 2, 3

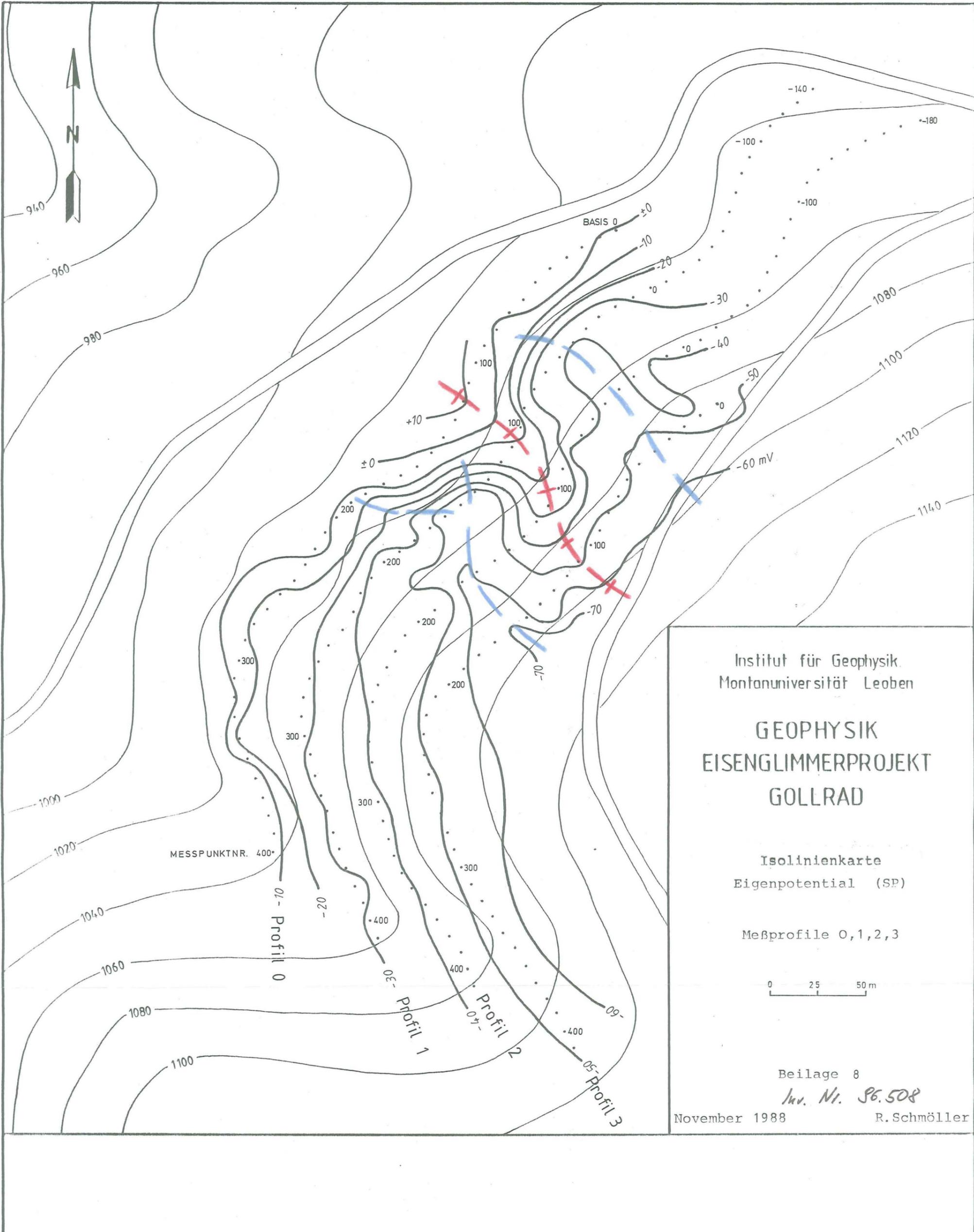
0 25 50m

Beilage 7

Inv. Nr. 96.508

November 1988

R. Schmöllner

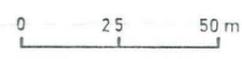


Institut für Geophysik.
Montanuniversität Leoben

GEOPHYSIK EISENGLIMMERPROJEKT GOLLRAD

Isolinienkarte
Eigenpotential (SP)

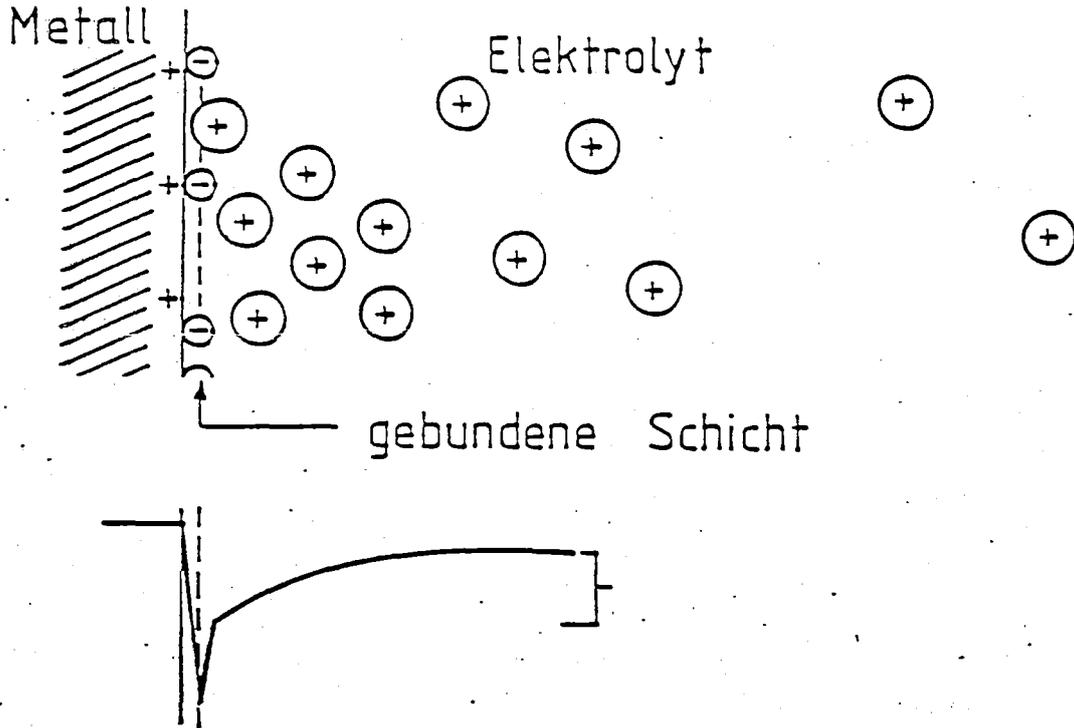
Meßprofile 0, 1, 2, 3



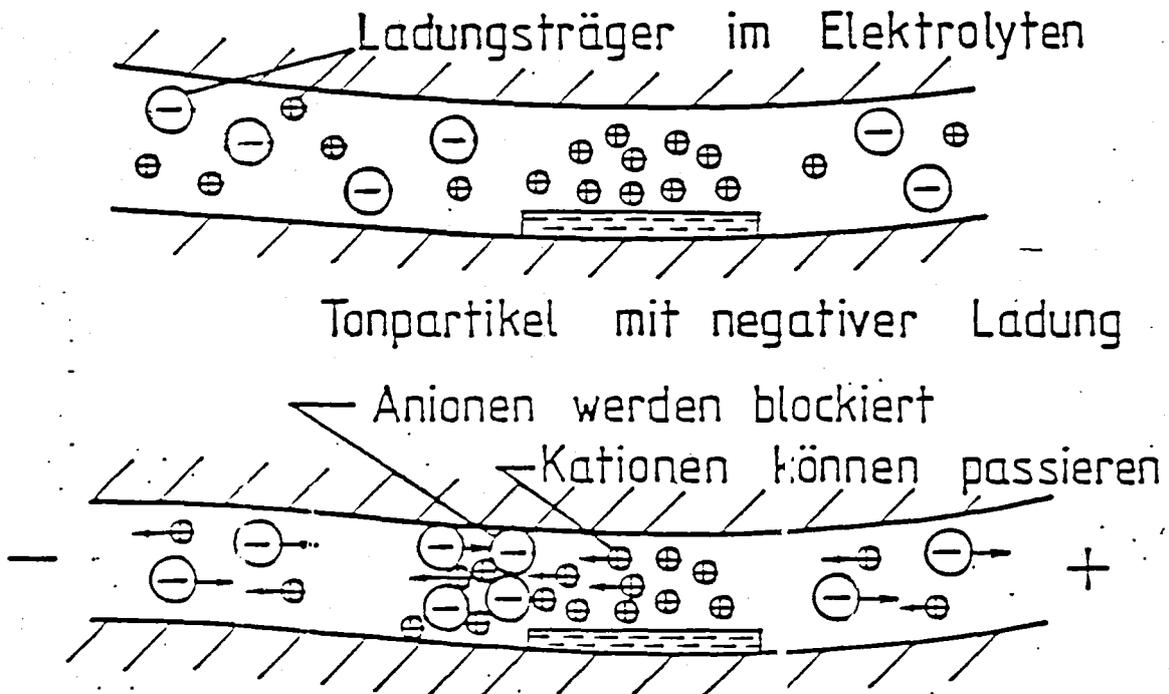
Beilage 8
Inv. Nr. 96.508

November 1988 R. Schmöllner

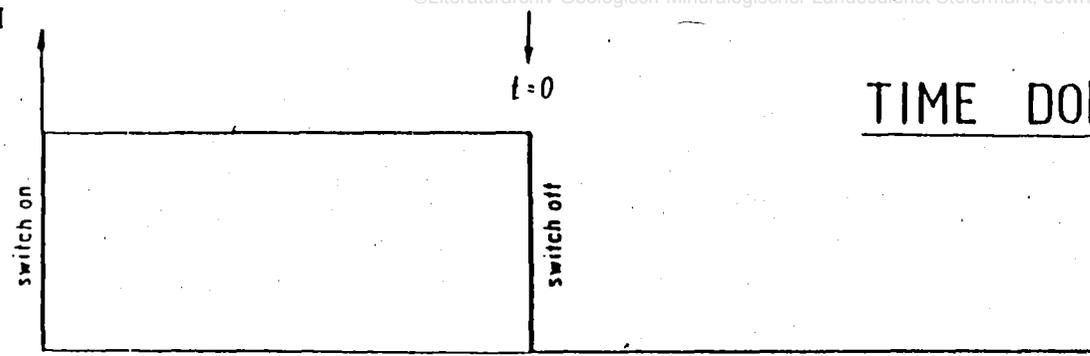
ELEKTRODENPOLARISATION



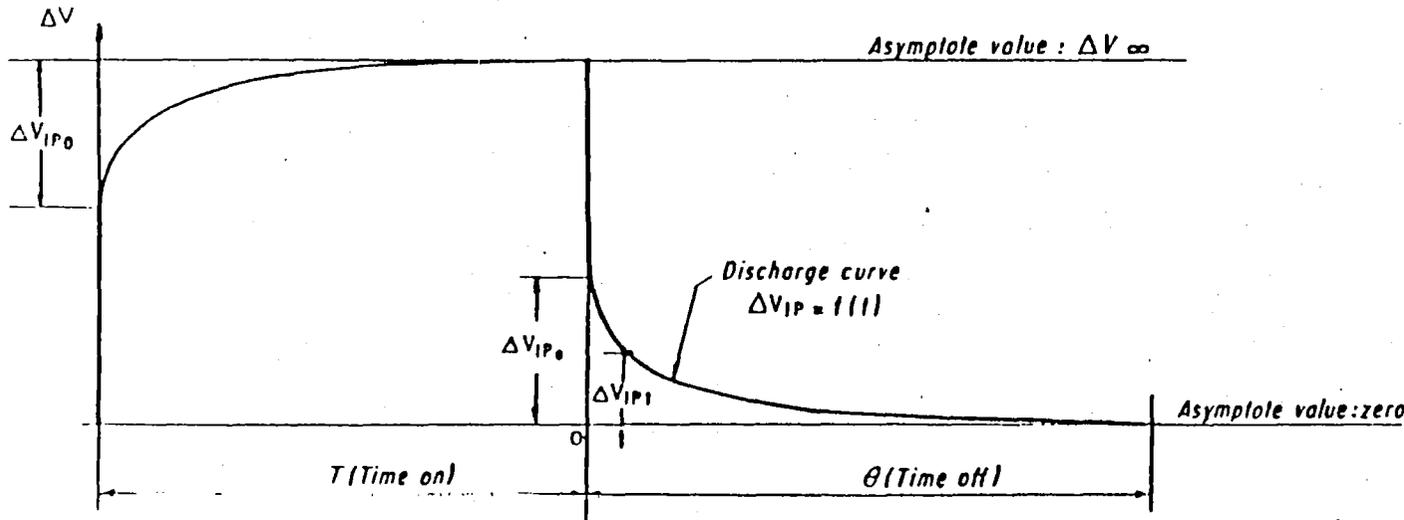
MEMBRANPOLARISATION



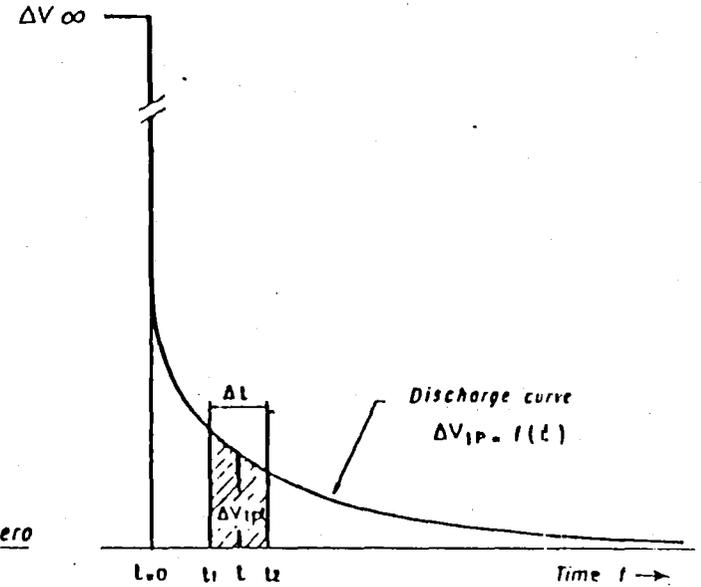
TIME DOMAIN:



a)



b)



Meßgrößen:

Polarisierbarkeit P :

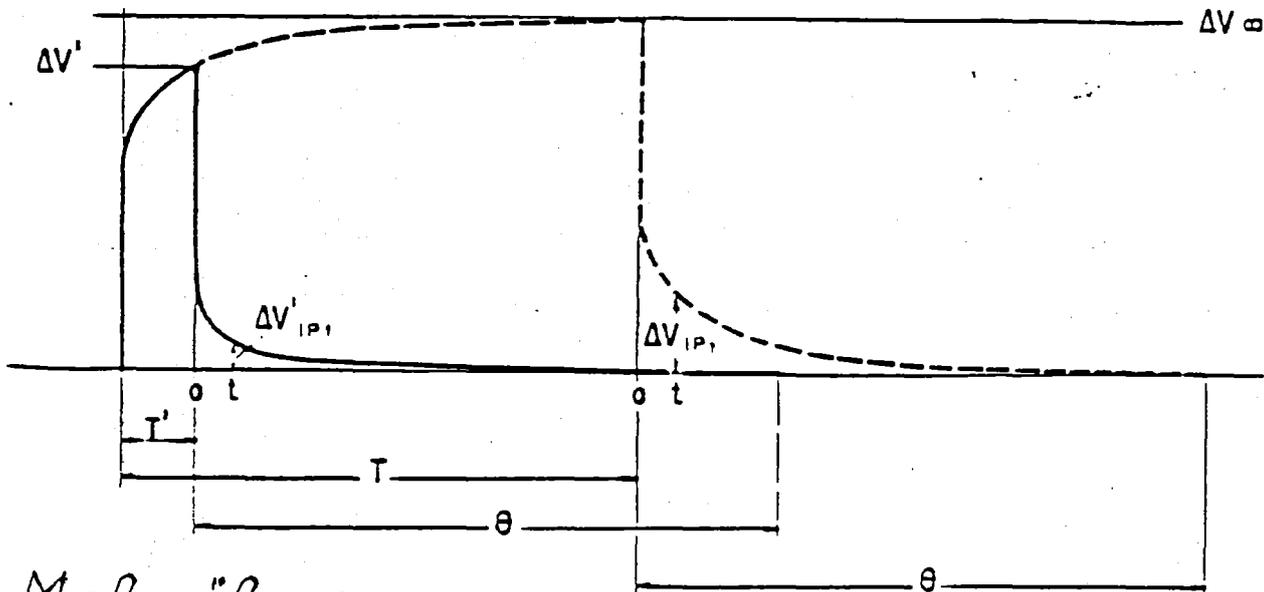
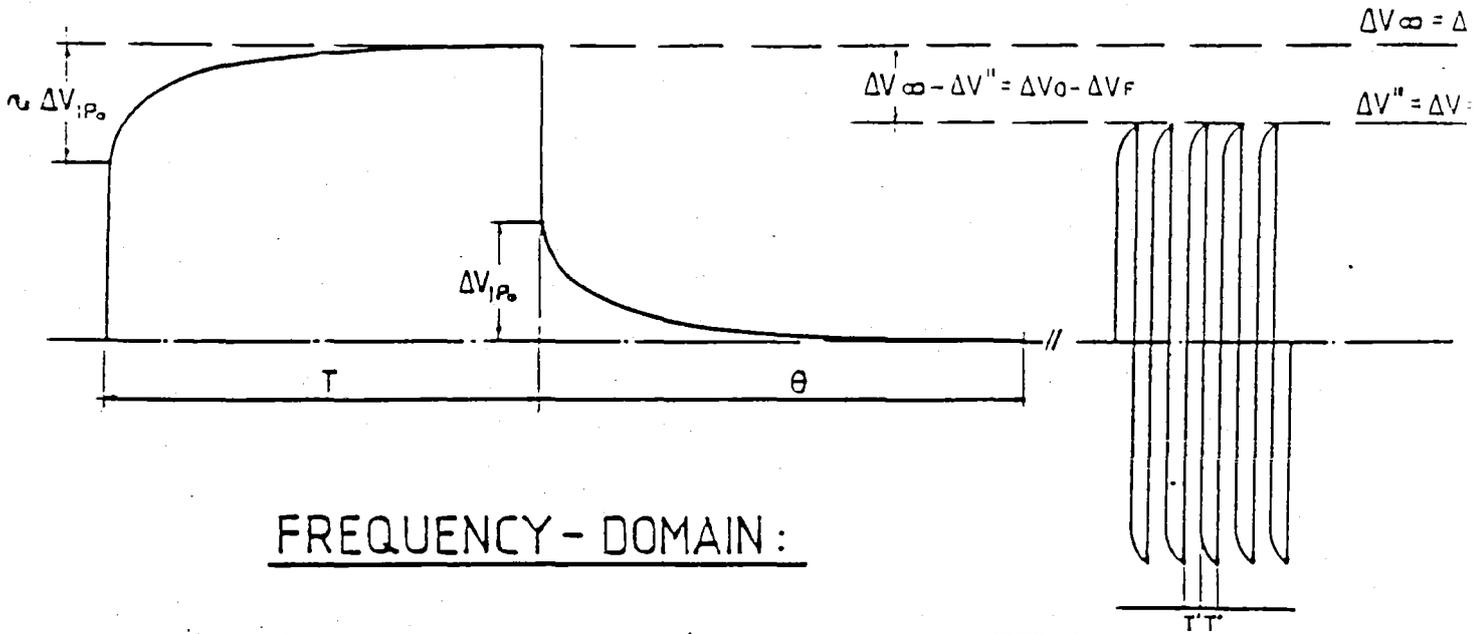
$$P_t^T = \frac{\Delta V_{IP_t}}{\Delta V} \left[\frac{mV}{V} \right]$$

Chargeabilität M :
Ladungsvermögen

$$M_{t_1 t_2}^T = \frac{1}{\Delta V} \int_{t_1}^{t_2} \Delta V_{IP}(t) dt \text{ [sec]}$$

allgem. Metallfaktor: $MF = \frac{IP_{Größe}}{\rho}$

$$MF_{t_1 t_2}^T = A \cdot \frac{M_{t_1 t_2}^T}{\rho} \text{ bzw. } A \cdot \frac{P_t^T}{\rho}$$



Meßgrößen:

Polarisierbarkeit P:

$$P_0 = \frac{\Delta V_0 - \Delta V_F}{\Delta V_0} = \frac{\Delta V_{IP_0}}{\Delta V}$$

prozentueller Frequenzeffekt PFE:

$$PFE_p^F = 100 * FE_p^F$$

Frequenzeffekt FE:

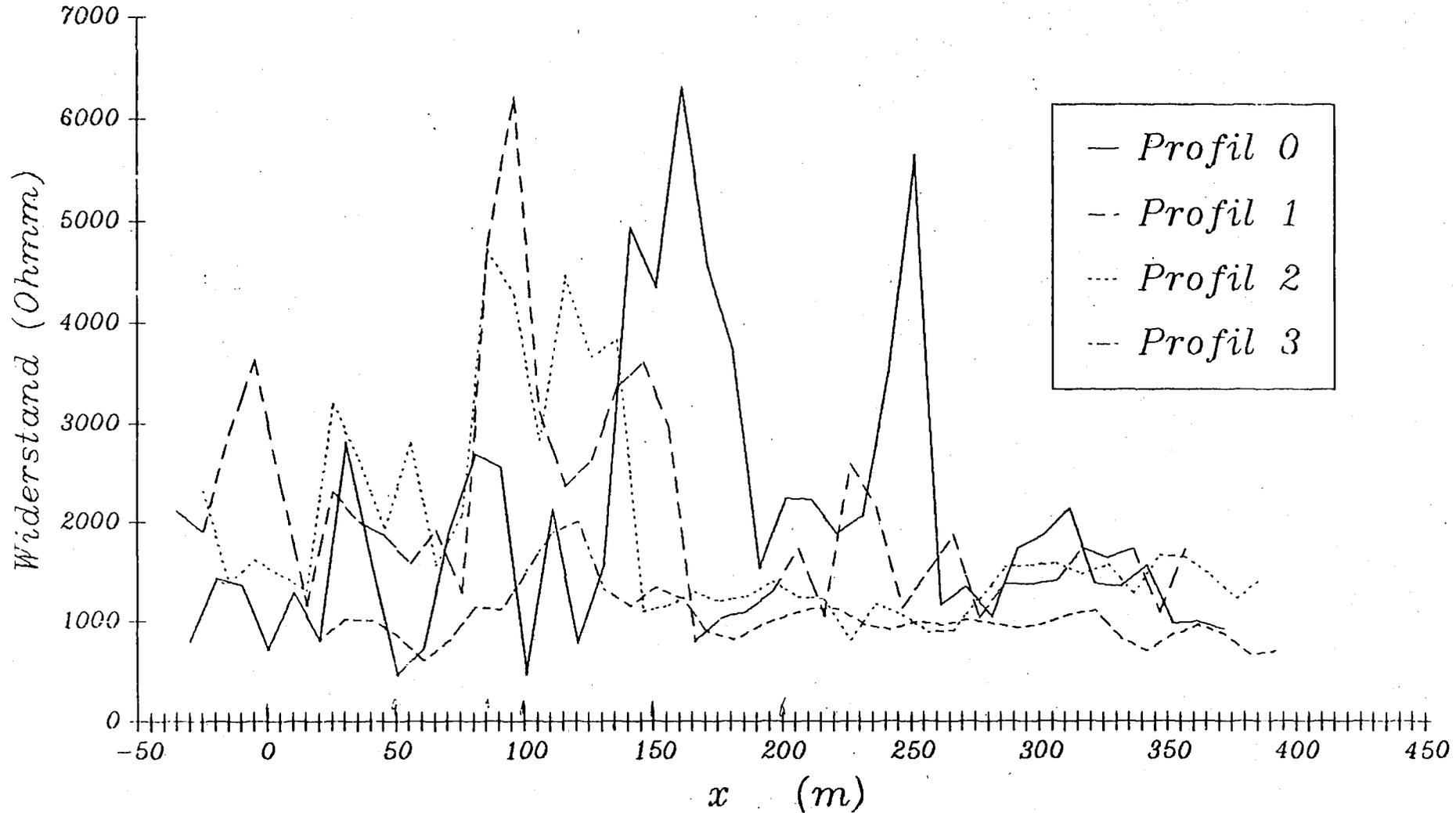
$$FE_p^F = \frac{\rho_c - \rho_F}{\rho_F}$$

Metallfaktor MF:

$$MF_{p,F} = A \cdot \frac{\rho_c - \rho_F}{\rho_F \cdot \rho_F} = A \cdot \frac{FE}{\rho_F} =$$

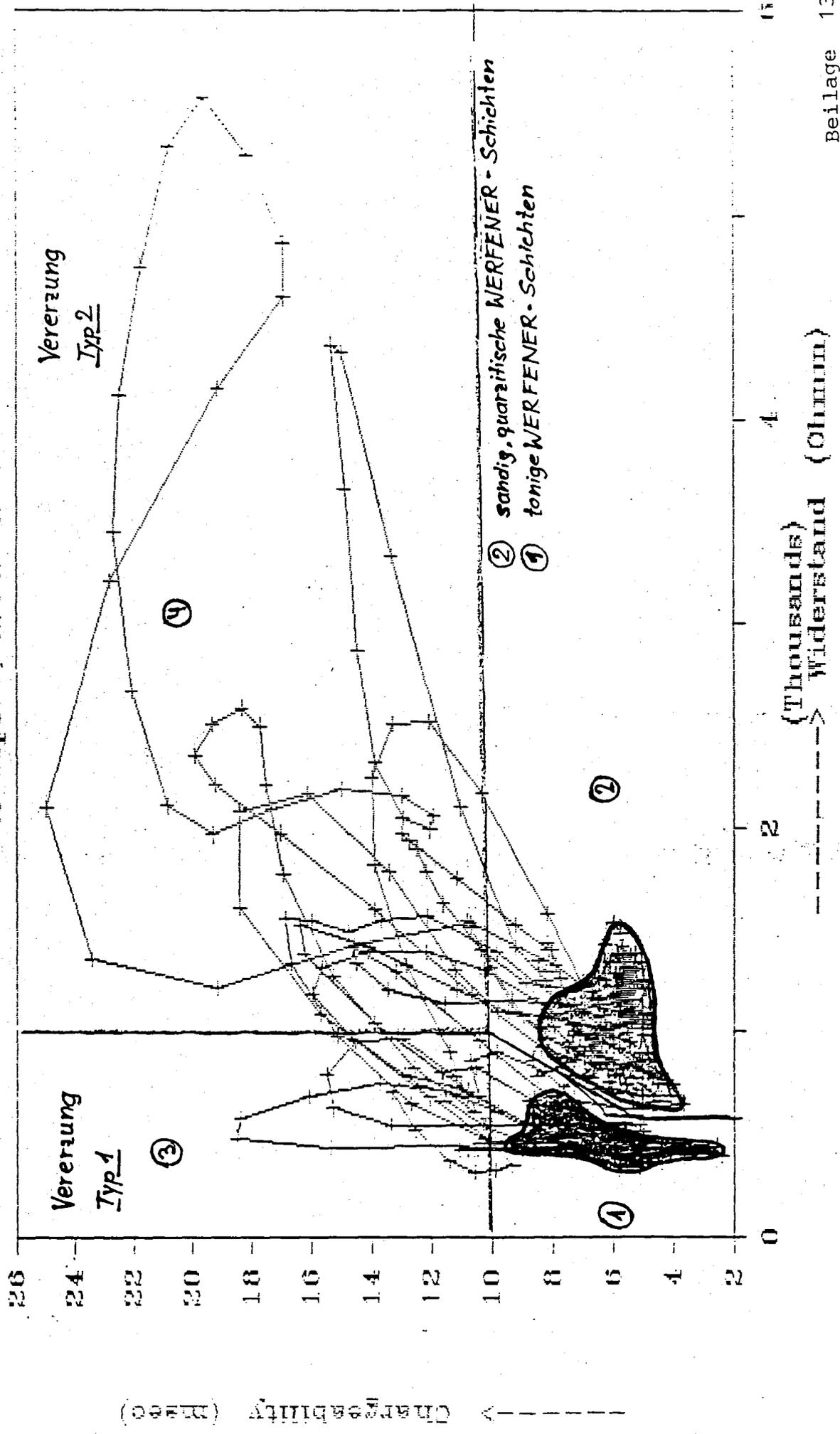
$$= A \cdot (\sigma_F - \sigma_p) \quad A \dots 2\pi \cdot 10^5, 1$$

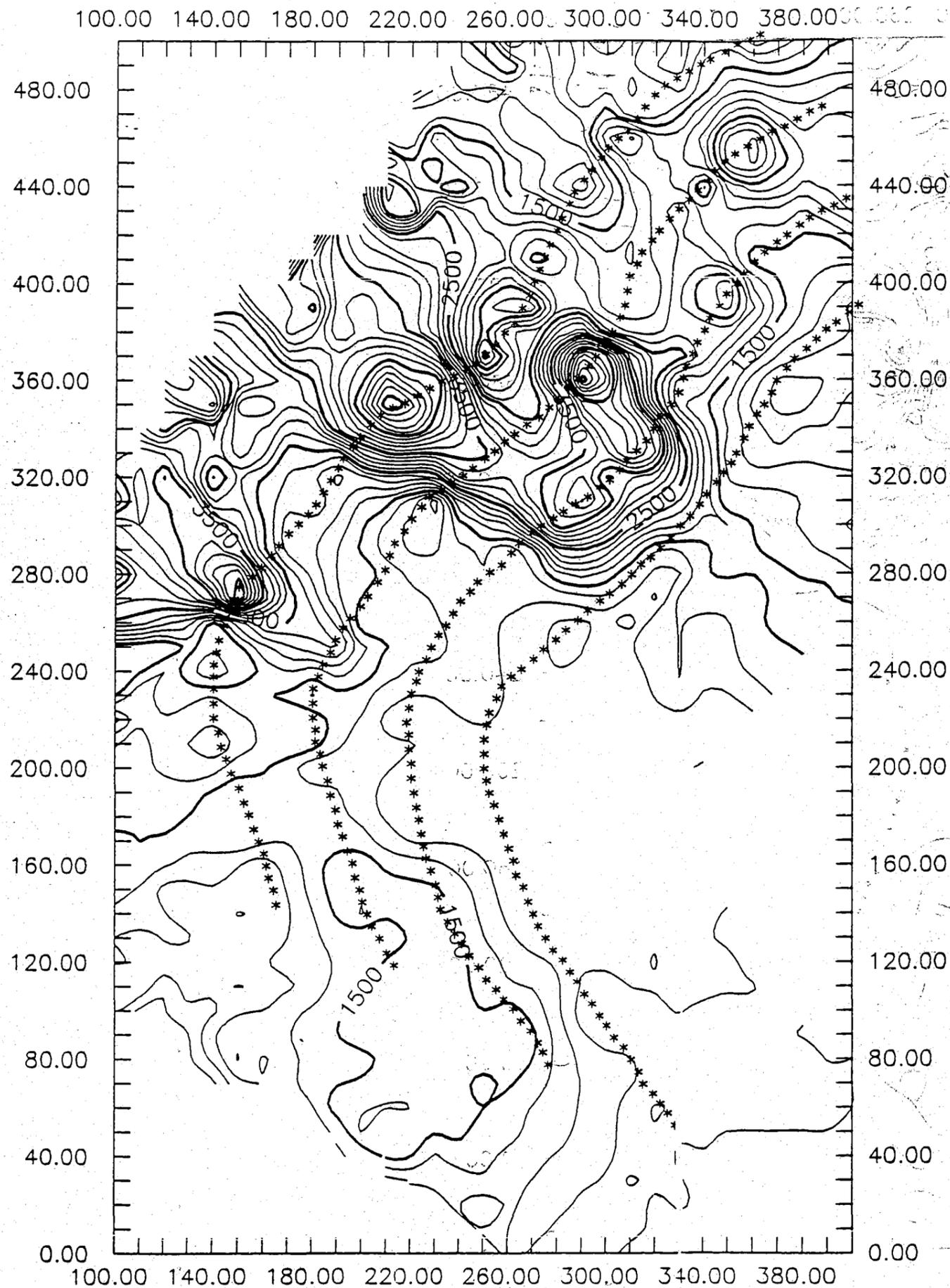
GOLLRAD – Widerstandskurven ($n=1$)



IP-Gollrad 1988

Crossplot Ch/Rho n=1-6

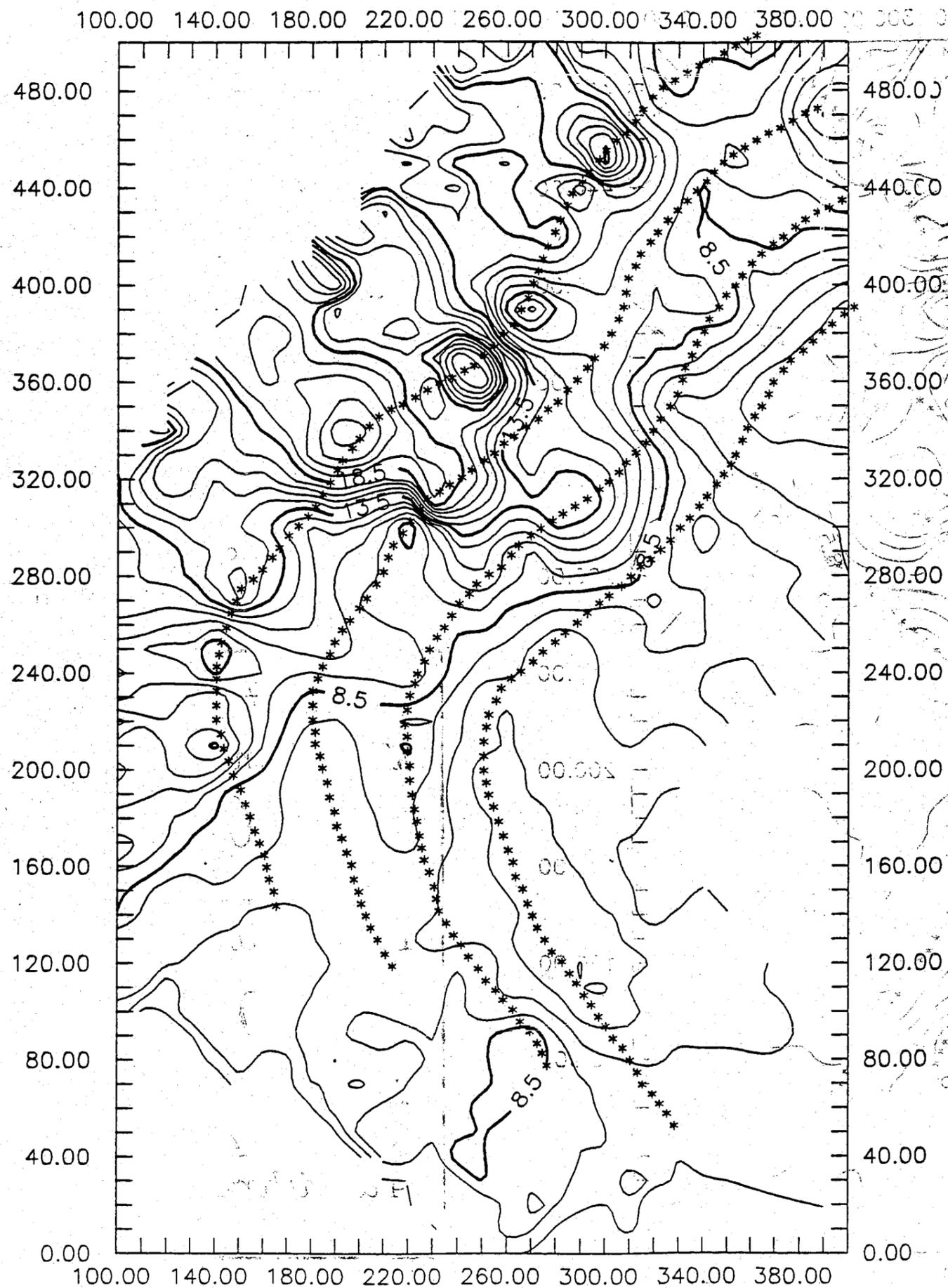




Widerstand n=1

Institut f. GEOPHYSIK
Montanuniversität LEOBEN
GEOPHYSIK
EISENGLIMMERPROJEKT
GOLLRAD

Beilage 14
Stand: April 1989
Ausführung: E. Niesner
Inv. Nr. 86.508



Chargeabilität
n=1

Institut f. GEOPHYSIK

Montanuniversität LEOBEN

GEOPHYSIK

EISENGLIMMERPROJEKT

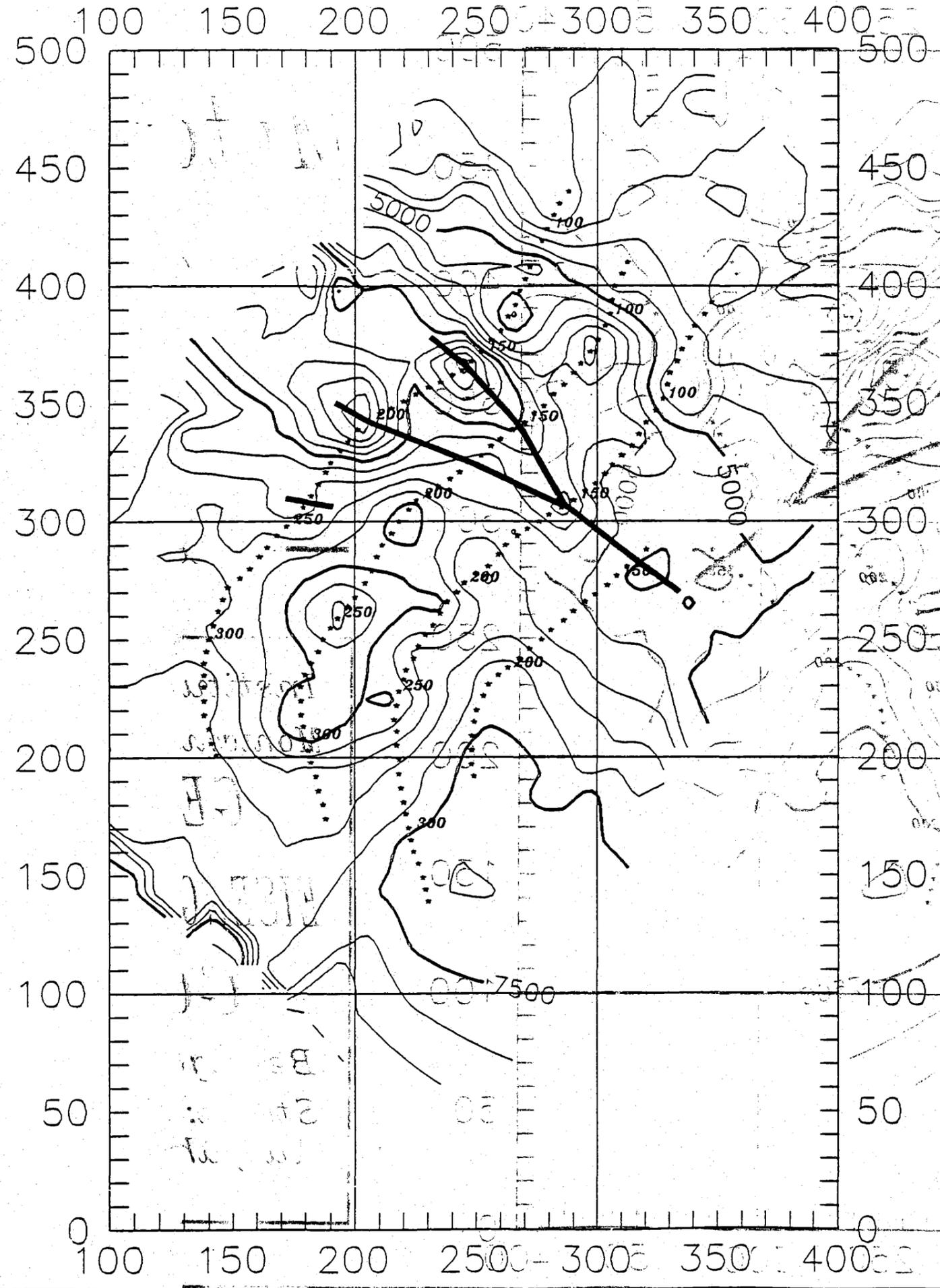
GOLLRAD

Beilage 15

Stand: April 1989

Ausführung: E.Niesner

Inv. Nr. 96.508

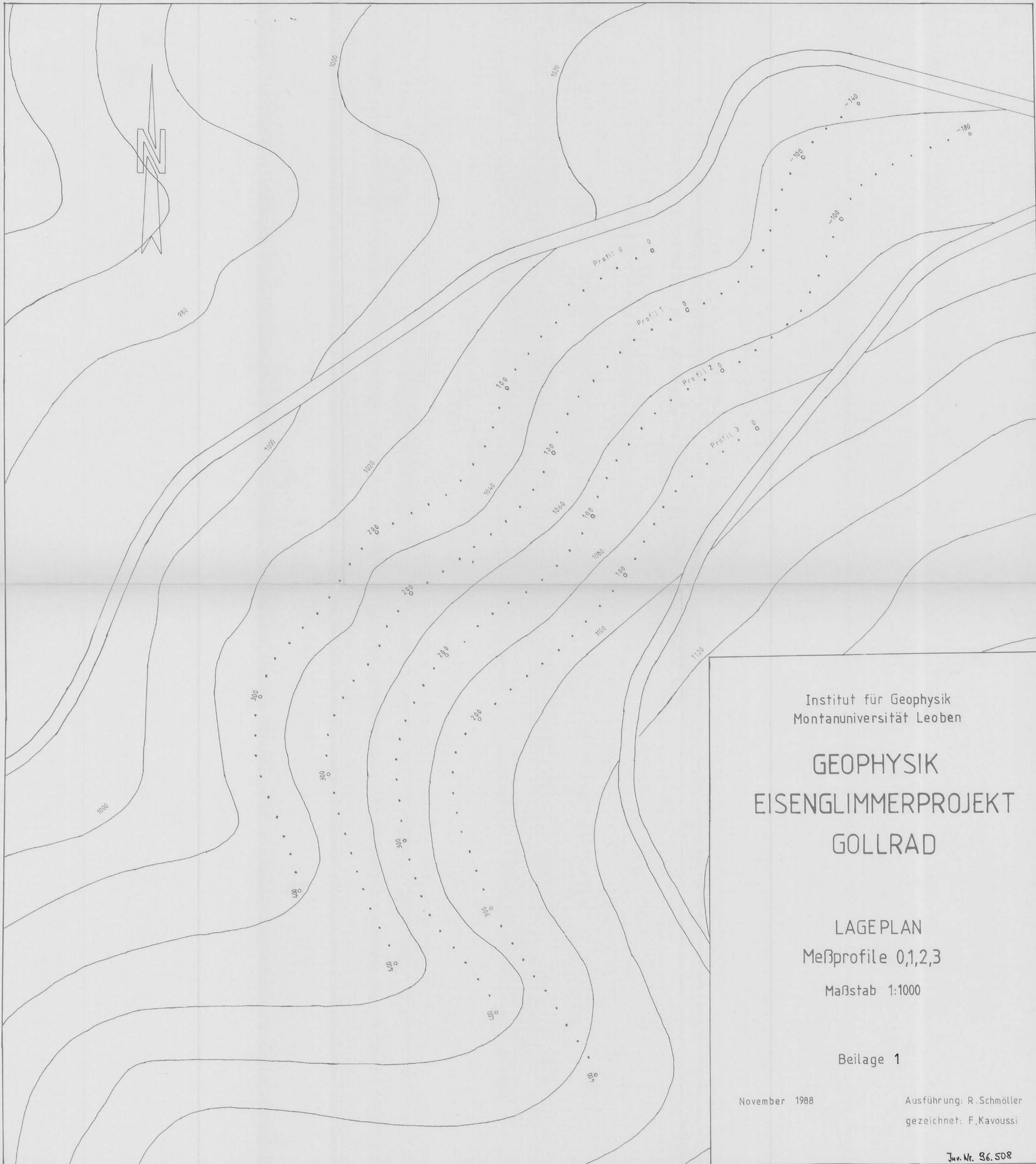


Metallfaktor

$$n = 4$$

— mögl. Vererzungen

Institut f. GEOPHYSIK
 Montanuniversität LEOBEN
GEOPHYSIK
EISENGLIMMERPROJEKT
GOLLRAD
 Beilage 16
 Stand: April 1989
 Ausführung: E. Niesner
 Inv. Nr. 96.508



Institut für Geophysik
Montanuniversität Leoben

**GEOPHYSIK
EISENGLIMMERPROJEKT
GOLLRAD**

LAGEPLAN
Meßprofile 0,1,2,3

Maßstab 1:1000

Beilage 1

November 1988

Ausführung: R. Schmöller
gezeichnet: F. Kavoussi

Juv. Nr. 96.508

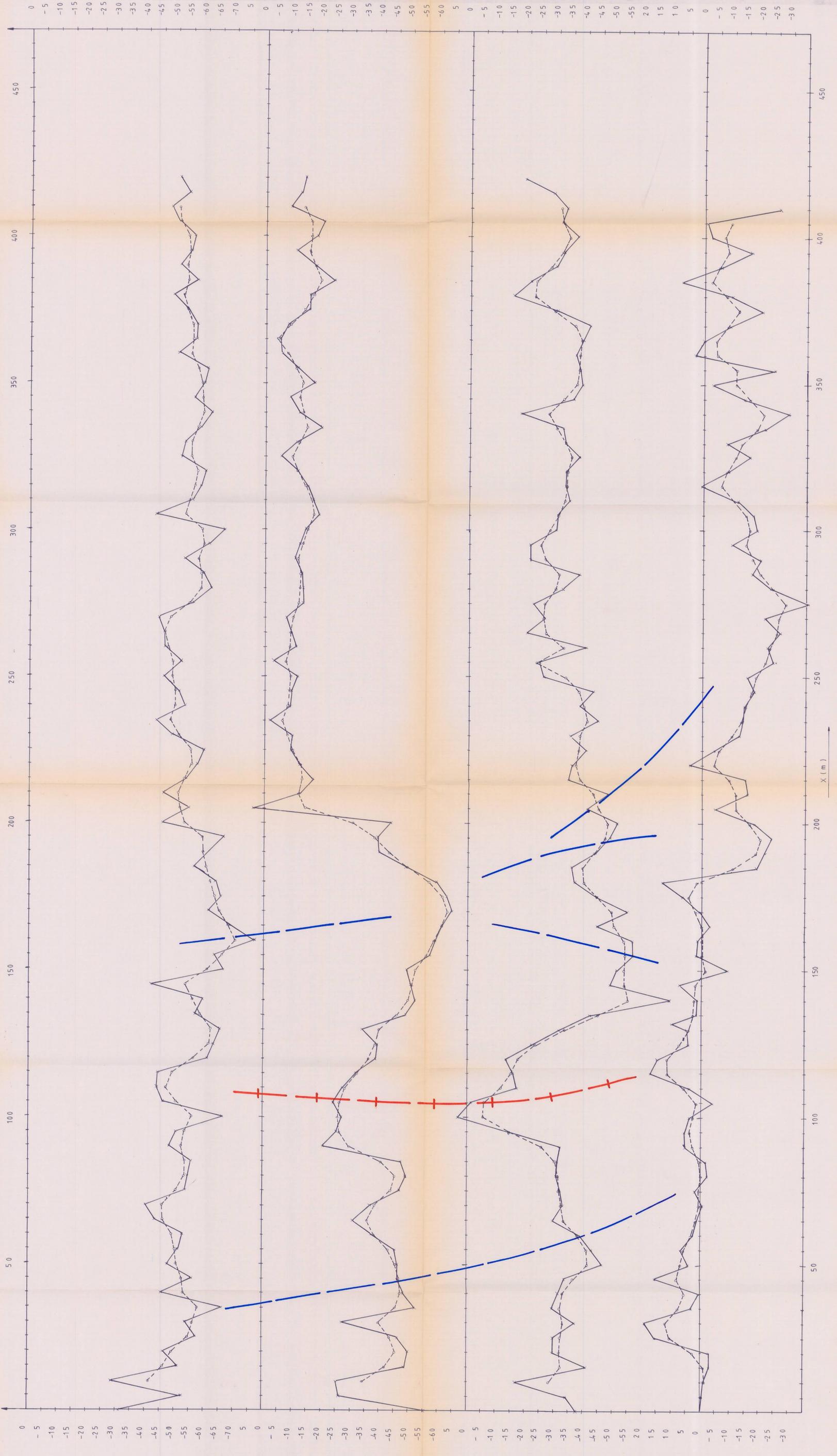
NE

PROFIL 3

PROFIL 2

PROFIL 1

PROFIL 0



----- SPg
 _____ SP
 (g=geglättet)

Institut für Geophysik
 Montanuniversität Leoben

GEOPHYSIK
EISENGLIMMERPROJEKT
GOLLRAD

Eigenpotential Messung (SP)
 Meßprofile 0,1,2,3

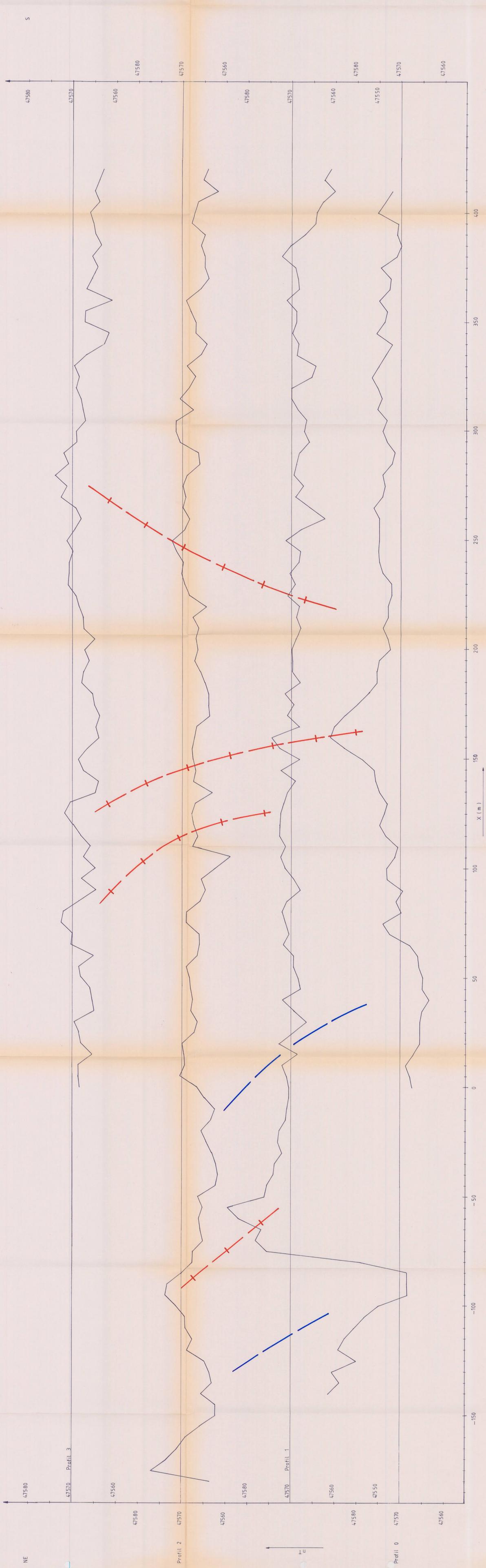
Maßstab 1:500

Beilage 4

November 1988

Ausführung: R. Schmöllner
 gezeichnet: F. Kavoussi

Tav. Nr. 96.508



Institut für Geophysik
 Montanuniversität Leoben

GEOPHYSIK
EISENGLIMMERPROJEKT
GOLLRAD

Magnetische Total-Intensität
 Meßprofile 0,1,2,3
 Maßstab 1:500

November 1988

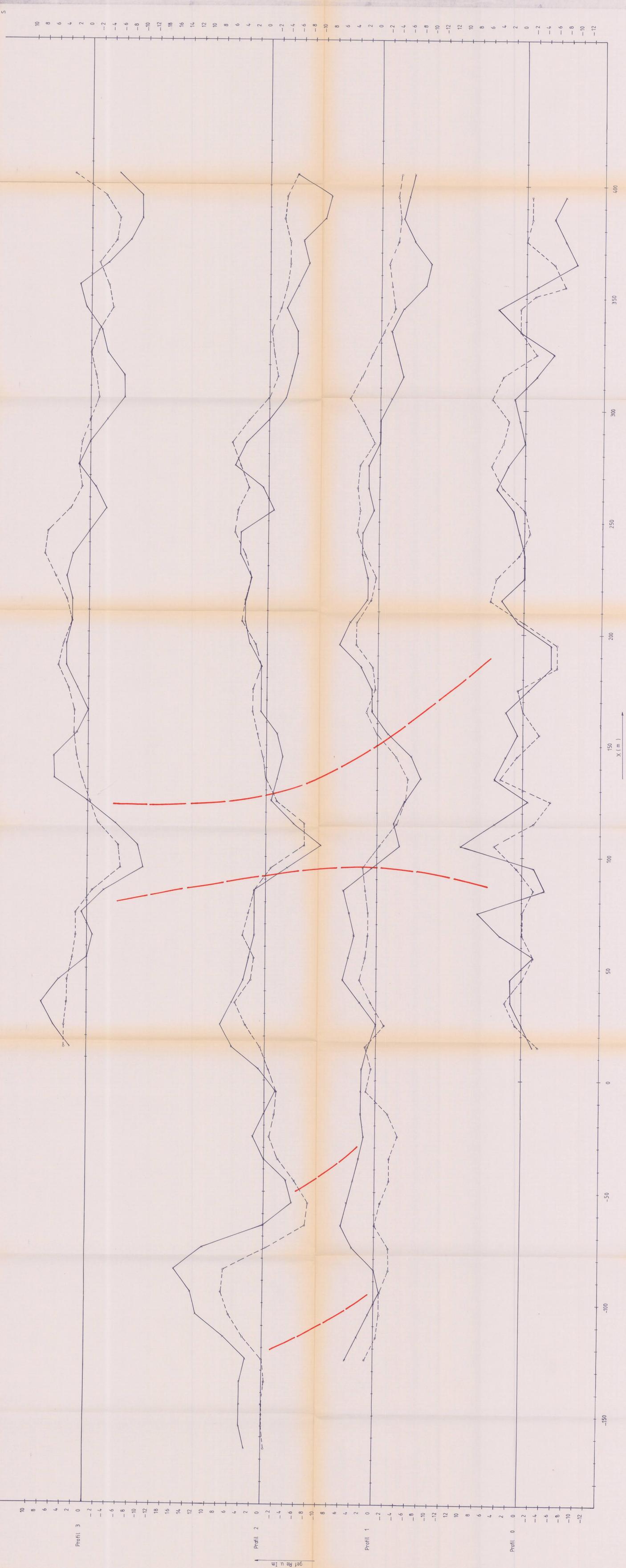
Beilage 3

Ausführung: R. Schmoller
 gezeichnet: F. Kavoussi

Jahr: Nr. 56.508

- - - - - Realteil
 ————— Imaginärteil
 (gefiltert)

Institut für Geophysik
 Montanuniversität Leoben
GEOPHYSIK
EISENGLIMMERPROJEKT
GOLLRAD
 Very Low Frequency-Methode
 Meßprofile 0,1,2,3
 Maßstab 1:500
 Beilage 2
 November 1988
 Ausführung: R. Schmöller
 Gezeichnet: F. Karoussi
 Nr. Nr. 96.508



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Literaturarchiv Geologisch-Mineralogischer Landesdienst Steiermark](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [154](#)

Autor(en)/Author(s): Weber Franz, Schmöller Rupert, Niesner Erich

Artikel/Article: [Geophysikalische Untersuchungen im Bereich der Eisenglimmerlagerstätte Gollrad 1-28](#)