

 **Geologische Bundesanstalt**
Fachabteilung Geophysik

***Geoelektrische Messungen
am Hohen Sonnblick (Szbgr.)
2006***

BERICHT

Mag. R. SUPPER
Mag. A. RÖMER

***Bericht an das
Institut für Geographie und Raumforschung
Karl-Franzens-Universität Graz***

A.o. Prof Mag. Dr. Gerhard Lieb

Heinrichstrasse 36
A-8010 Graz

Wien, August 2006

GEOELEKTRISCHE MESSUNGEN AM HOHEN SONNBLICK (SZBG.)

R. Supper, A. Römer

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung und Aufgabenstellung	2
2	Geophysikalische Messungen	5
3	Geophysikalische Ergebnisse	7
3.1	Durchführbarkeit bzw. Qualität der Messungen	7
3.2	Ergebnis Geoelektrik	11
3.3	Zusammenfassung und Ausblick	15
4	Anhang	16
4.1	Gleichstromgeoelektrik	16

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Innerhalb des FWF Projektes „Alpchange“ des Institutes für Geographie und Raumforschung der Karl-Franzens-Universität Graz wurde die FA Geophysik der Geologischen Bundesanstalt (GBA) mit der Durchführung von geoelektrischen Messungen beauftragt. Ziel dieser Messungen war eine Evaluierung der Durchführbarkeit von geoelektrischen Messungen in einem Permafrostgebiet bzw. die Charakterisierung der Permafrostverhältnisse zum Messzeitpunkt (Auftaubereich/Dauerfrostbereich) im Kristallin (Granitgneis). Die Messungen wurden im Gipfelbereich des Hohen Sonnblicks beim Sonnblick-Observatorium durchgeführt. Ziel dieser Messungen war es, durch ein geoelektrische Tiefensondierungsprofil den elektr. Widerstandsaufbaues im Untergrund für die oben erwähnte Fragestellung zu ermitteln.

AUFTRAGS-DATENBLATT

PROJEKT: Geoelektrische Messungen am Hohen Sonnblick

Auftraggeber:	Institut für Geographie und Raumforschung der Karl-Franzens-Universität Graz
Adresse:	Heinrichstrasse 36, A-8010 Graz
Telefon:	+1 316 380 - 5146
Fax:	+1 316 380 - 9886
Ansprechpartner:	A.o. Prof Mag. Dr. Gerhard Lieb Mag. Michael Avian

Projektgebiet:	Hoher Sonnblick (SzbG.)
Geogr. Lage:	ÖK, Blatt 154
Adresse/Lage:	bei Sonnblick-Observatorium
Besitzer:	ZAMG/Sonnblickverein
Ansprechpartner:	Dr. Michael Staudinger

Aktenzahl (GBA):	TR351
-------------------------	-------

Sachbearbeiter GBA:	Mag. Alexander Römer (Geophysiker) Mag. Robert Supper (Geophysiker)
----------------------------	--

Projektbeschreibung	
Zweck:	Geoelektrische Messung zur Charakterisierung der Permafrostverhältnisse
Lithologische/ Geologischer Rahmen:	Granitgneis Subpenninikum/Venediger Deckensystem
Methodik:	Multielektrodengeoelektrik (1 Profil)
<i>Elektrodenabstand:</i>	<i>1 m</i>
<i>Auslagenlänge:</i>	<i>16m</i>
<i>Max. Auflösungstiefe:</i>	<i>~ 5 m</i>
<i>Elektrodenanordnung:</i>	<i>Wenner- Schlumberger</i>

Projektablauf:	
Auftragserteilung:	08. August 2006
Beginn Messung:	15. August 2006
Ende Messung:	17. August 2006
Abgabe Bericht:	30. August 2006

Verteiler:		Anzahl
Institut für Geographie und Raumforschung der Karl-Franzens- Universität Graz	A.o. Prof Mag. Dr. Gerhard Lieb Mag. Michael Avian	digital

2 Geophysikalische Messungen

Die geophysikalischen Messungen wurden im Zeitraum vom 15. bis 17. August 2006 mit einem geoelektrischen Multielektrodenmessgerät Sting R1 der Fa. AGI bzw. eines an der GBA entwickelten geoelektrischen Messgerätes GEOMON durchgeführt. Zur Beschreibung der Methodik und den Gerätespezifikationen siehe ANHANG.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Spezifikationen des geoelektrischen Profils.

Profil	Auslage	Datum	Länge	Verlauf	Elektrodenabstand
Geoelektrik 1	Wenner/Schlumberger	15-16.08.06.	16 m	W - W	1 m
Geoelektrik 1	Gradientarray	15-16.08.06.	16 m	W - W	1 m

Tab. 1: Spezifikationen des geoelektrischen Profils

Abb. 1 zeigt den Lageplan durchgeführten Profile auf der ÖK 1:50000.

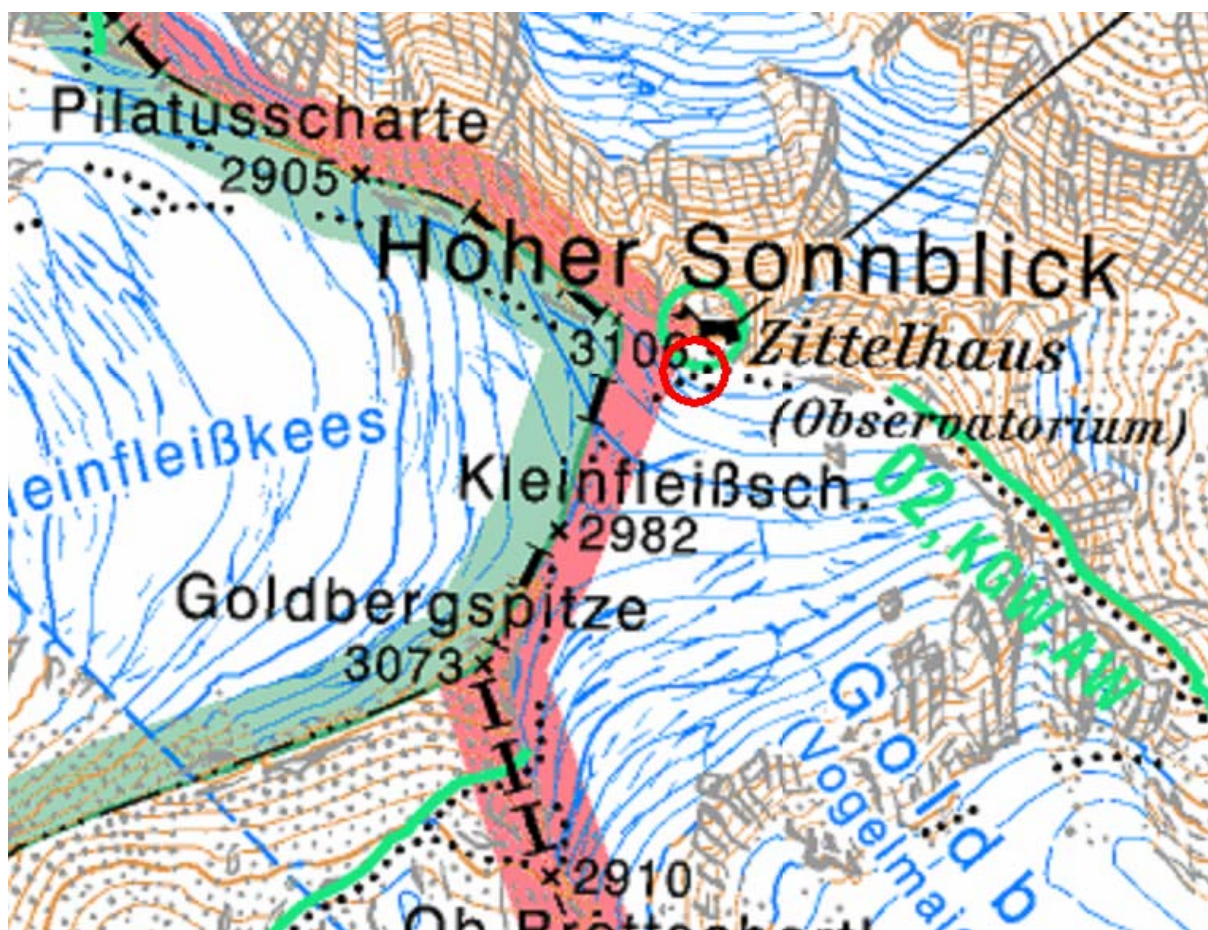


Abb. 1: Lage des geoelektrischen Profils am Hohen Sonnblick (Ausschnitt Karte 1:50.000, AMap Fly 3D, BEV)

Auf Abb. 1A ist die Lage des Geoelektrikprofils auf einer Schrägluftbilddaufnahme eingezeichnet.



Abb. 1A: Lage des geoelektrischen Profils am Hohen Sonnblick (Foto: Michael Staudinger)

3 Geophysikalische Ergebnisse

3.1 Durchführbarkeit bzw. Qualität der Messungen

Die geoelektrischen Messungen fanden bei teils extremen Wetterbedingungen statt. Zum Zeitpunkt der Messkampagne (16.08.2006) herrschte ein Föhnsturm mit Spitzen von bis zu 80 km/h vor. Zusätzlich war eine durchgehende Schneedecke von 40-50 cm, die tw. mehr als einen Meter mächtig war, vorhanden. Unter diesen Bedingungen war es leider nicht möglich, die geplante Auslagenlänge von zumindest 50 m zu erreichen. Trotzdem konnten aus dem durchgeführten Messprofil (16m Auslage) die relevanten Aussagen hinsichtlich der Durchführbarkeit und Aussagemöglichkeiten von geoelektrischen Messungen eindeutig abgeleitet werden.

Die Abb. 2 bis 5 zeigen Fotos von der Durchführung der Messung bzw. der Anbringung der Elektroden.



Abb. 2: Wetterbedingungen zum Zeitpunkt der Messkampagne (15.08.2006)



Abb. 3: Auslegen des Geoelektrikprofils



Abb. 4: Setzen der Elektroden



Abb. 5: Geoelektrikprofil und Messgerät

Ein wichtiger Aspekt dieser Messung war es, zu untersuchen, wie viel Strom zur Durchführung der Messung unter diesen schwierigen geologischen Verhältnissen eingespeist werden kann und ob dieser ausreicht, Daten mit einem aussagekräftigen Signal/Noiseverhältnis zu generieren. Abb. 6 zeigt die Stromeinspeisung in mA (rote Kurve) bei einem bestimmten Dipol (Stromdipol 10-11). Dargestellt ist die Hin- (oben) bzw. Rückmessung (unten) – der Begriff Hin bzw. Rückmessung bedeutet, dass zweimal an diesem Dipol mit unterschiedlicher Polarität gemessen wird. Die Stromeinspeisung beträgt bei der Hinmessung 9.53 mA bei der Rückmessung 3.11 mA. Das ist zwar im Verhältnis zu „normalen“ geoelektrischen Messung (100-200 mA) relativ wenig, für die schwierigen Verhältnisse der Elektrodenanordnung aber ausreichend. Wichtig ist, dass der Messwert des Potentials (blaue Kurve, Abb. 6), Potentialdipol 31-33: Hinmessung 6.17 V, Rückmessung -6.12 V, über eventuell vorhandenen Störsignalen liegt. Das würde sich an einem Driften der Messwerte über den Messzeitraum (1 s) erkennen lassen. Die Datenqualität der Messwerte wurde dahingehend geprüft und zeigten keinen Einfluss von Störsignalen. Damit ist gewährleistet, dass trotz geringer Einspeiseströme, die Datenqualität als hinreichend gut bezeichnet werden kann. Diese optimale Datenkontrolle ist nur mit dem eigenentwickelten Messgerät GEOMON möglich. Bei kommerziellen Apparaturen erhält man nur den Mittelwert der Strom bzw. Potentialdaten über den Messzeitraum und kann keine Aussagen über ev. vorhandene Störströme oder Störpotentiale treffen.

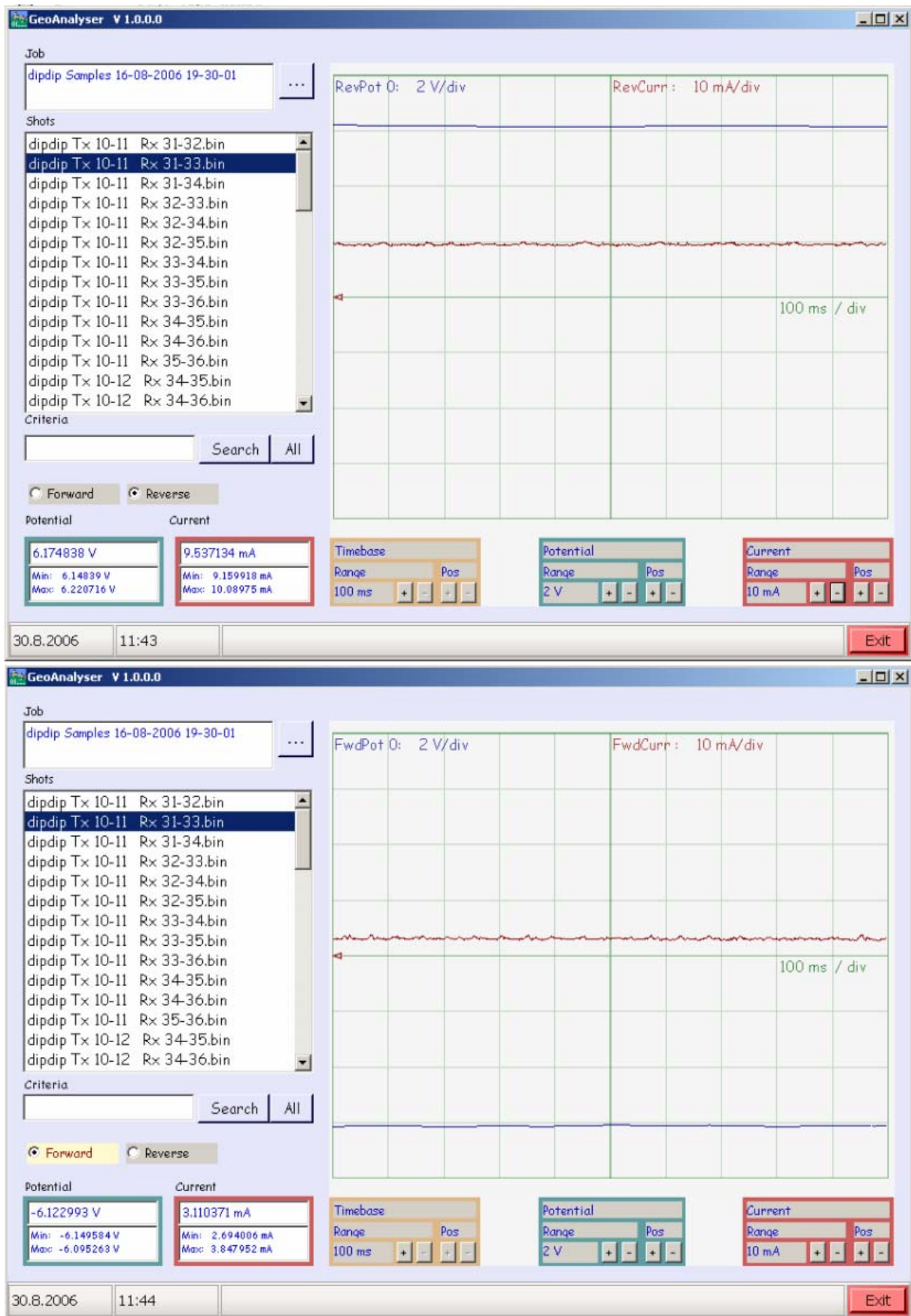


Abb. 6: Datenanalyse Einzelmessung (Stromdipol10-11, Potentialdipol 31-33)

3.2 Ergebnis Geoelektrik

Das geoelektrische Profil wurde mit unterschiedlichen Strom/Potentialkonfigurationen vermessen. Zum einen wurde eine Wenner/Schlumbergerverteilung, andererseits ein Gradientarray verwendet. Die beiden Messkonfigurationen haben ihre spezifische Messpunktverteilung, so hat der Gradientarray eine höhere Messpunktdichte aufweist, während die Wenner/Schlumbergerkonfiguration ein besseres Signal/Noiseverhältnis hat.

Die Ergebnisse der Inversionsrechnung der Messdaten mit der Verteilung der elektrischen Widerstände in Ohmm sind in den Abb. 7 bis Abb. 9 dargestellt.

Das Resultat stellt die Verteilung der elektr. Widerstände als Profilschnitt mit der Tiefe dar. Deutlich sind die extrem hohen elektr. Widerstände (> 20.000 Ohmm) ab ca. 1.4 m Tiefe zu erkennen (rot). Gegen Profilende, ab ca. Profilmeter 9 bis 10, liegt diese hochohmige Schicht tiefer (> 2 m). Diese werden als permanent gefrorener Bereich des Grundgebirges interpretiert. Im Hangenden liegt eine heterogene Verteilung von Widerstandsanomalien vor, die von einigen hundert Ohmm bis mehreren 1000 Ohmm reichen. Dabei handelt es sich um einen aufgelockerten Bereich, wobei die Anomalien voraussichtlich durch einen sehr heterogenen Aufbau (Klüfte, Feinkornfüllung, Blockwerk) hervorgerufen werden. In Abb. 8 sind diese Ergebnisse mit Topographie (geschätzt) dargestellt. Die Auswertung der Gradientarray Aufstellung erbrachte das gleiche Ergebnis (siehe Abb. 9). Alle Daten wurden mit 2 unterschiedlichen Auswerteprogrammen (AGI EarthImager, Res2DInv) bearbeitet. Abb. 9 und Abb. 10 dokumentieren das Ergebnis dieser beiden Auswerteprogramme. Beide Auswertungen liefern gleiche Ergebnisse.

Die Abb. 11 stellt das Inversionsergebnis der beiden Messkonfigurationen dar (Wenner-Schlumberger + Gradient). Die geringfügigen Abweichungen zu den Einzelkonfigurationen erklären sich aus den Messpunktanordnungen und unterschiedlichen Sensitivityverteilungen.

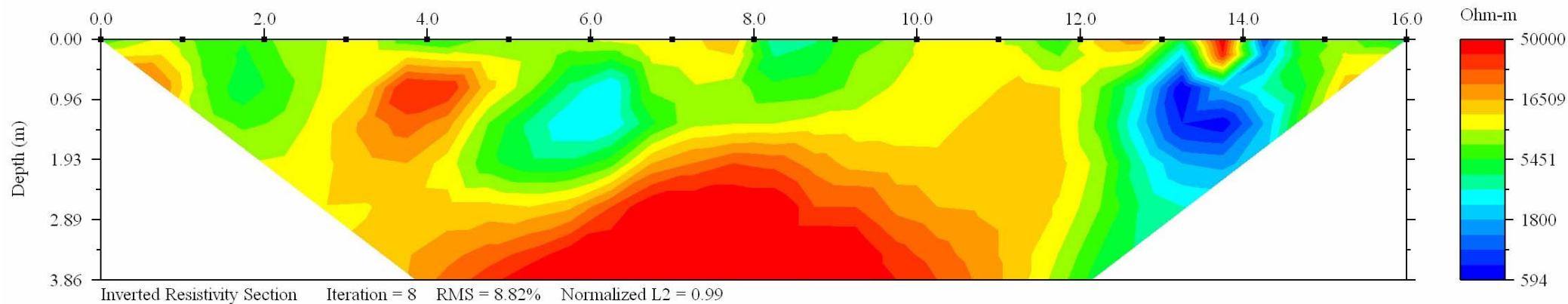


Abb. 7: Ergebnis Geoelektrik Profil Hoher Sonnblick (Wenner-Schlumberger) – Verteilung der elektr. Widerstände (Ohmm)

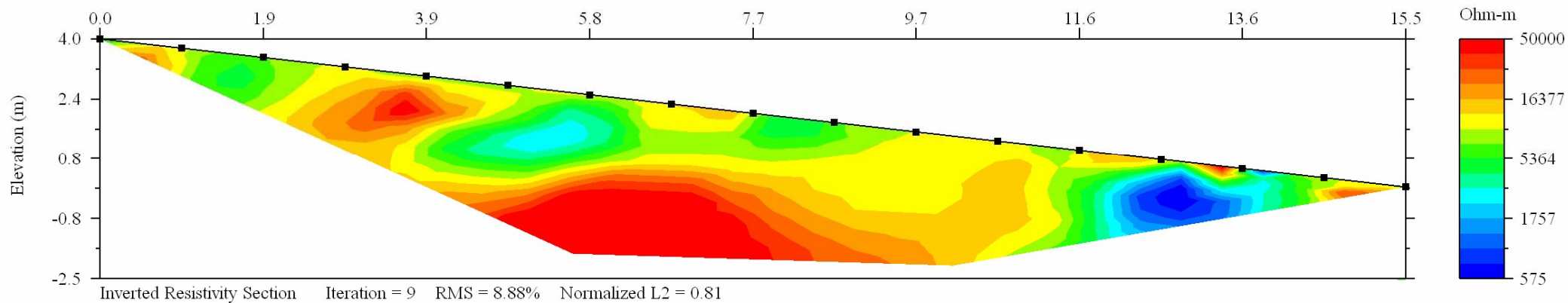


Abb. 8: Ergebnis Geoelektrik Profil Hoher Sonnblick (Wenner-Schlumberger) mit Topographie – Verteilung der elektr. Widerstände (Ohmm)

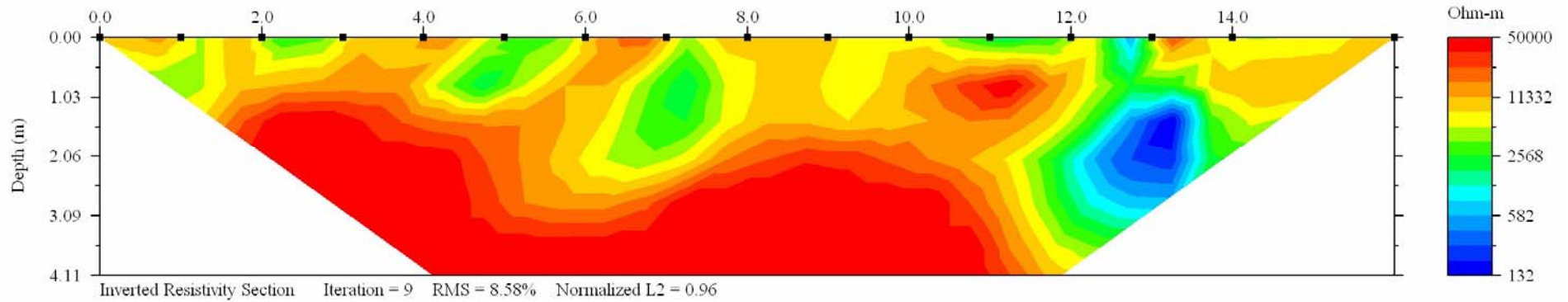


Abb. 9: Ergebnis Geoelektrik Profil Hoher Sonnblick (Gradientarray) – Verteilung der elektr. Widerstände (Ohmm) (AGI Earthimager 2D)

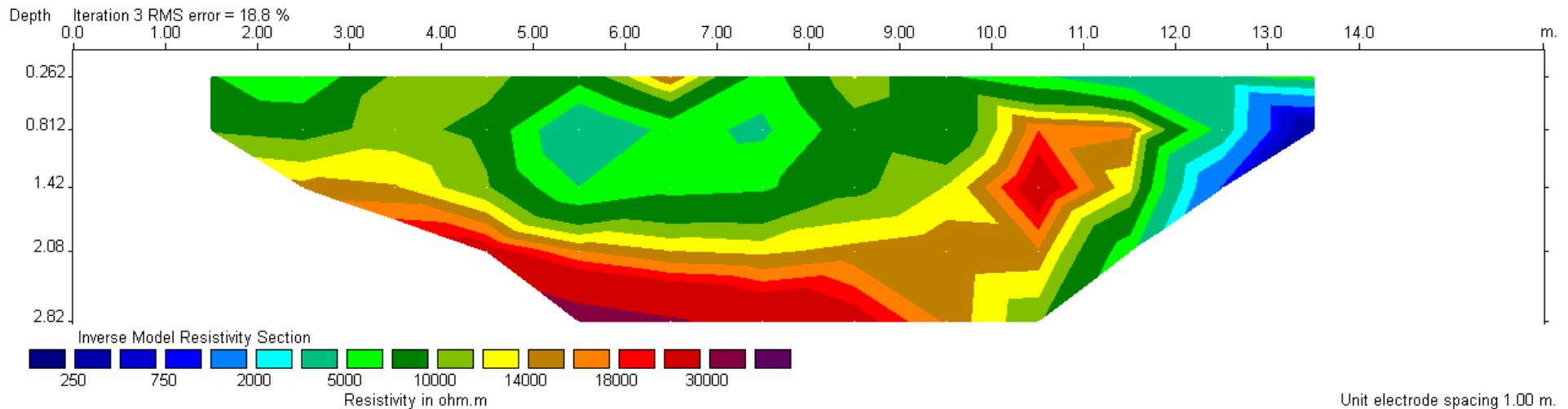


Abb. 10: Ergebnis Geoelektrik Profil Hoher Sonnblick (Gradientarray) – Verteilung der elektr. Widerstände (Ohmm) (Res2DInv)

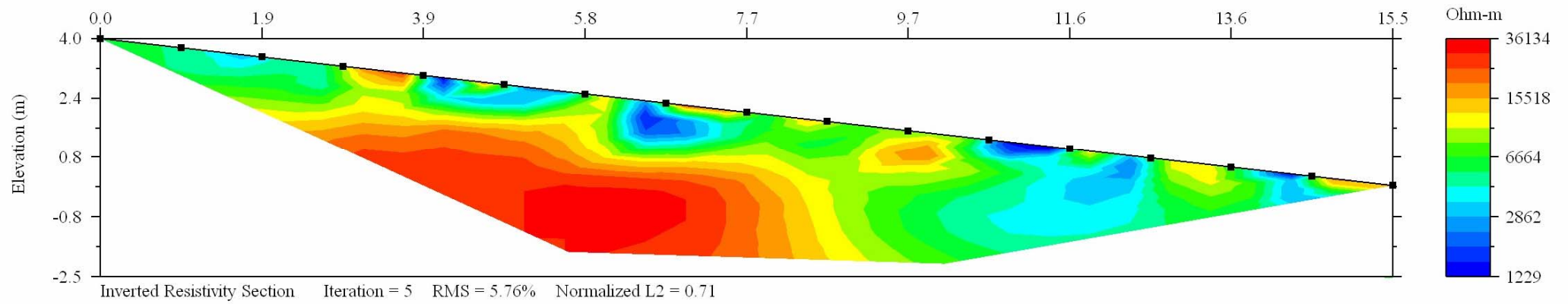


Abb. 11: Ergebnis Geoelektrik Profil Hoher Sonnblick (Wenner/Schlumberger + Gradientarray) – Verteilung der elektr. Widerstände (Ohmm)

3.3 Zusammenfassung und Ausblick

Die geoelektrischen Messungen am Sonnblick, die auf Grund der Wetterverhältnisse in einer verkürzten Profilauslage durchgeführt wurden, konnten die erwarteten Informationen liefern. Einerseits konnte nachgewiesen werden, dass unter diesen geologischen Verhältnissen eine hinreichende Datenqualität v.a. hinsichtlich der Frage der Stromeinspeisung und der Signal/Noiseverhältnisse zu erzielen ist. Andererseits lässt das Ergebnis der geoelektrischen Inversion, eine Interpretation der Tiefe zum Permafrostbereiches von etwa 1.4 m zu.

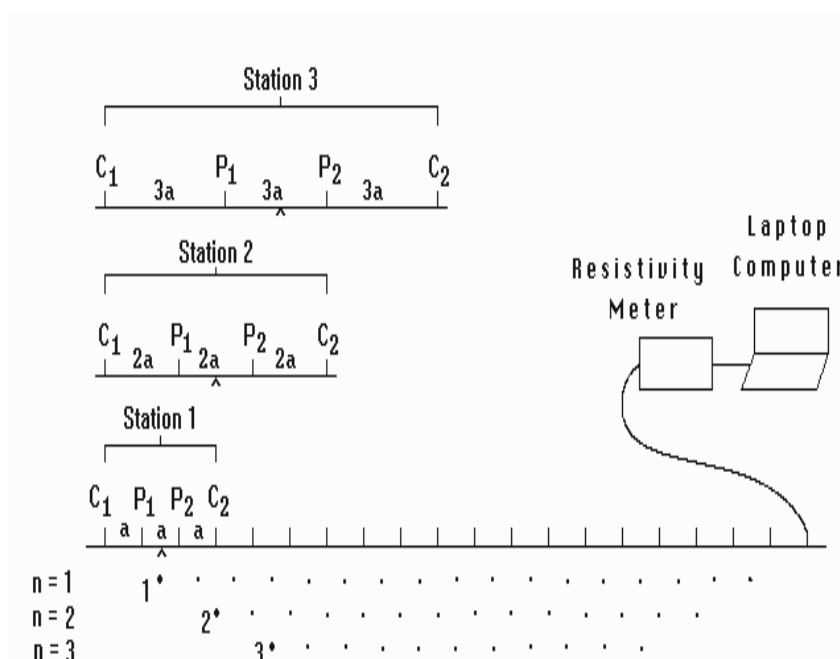
Als nächsten Schritt sollte eine permanente Profilstrecke von ca. 20m am Hohen Sonnblick installiert werden, um ein geoelektrisches Monitoring (d.h. in regelmäßigen zeitlichen Abständen durchgeführte Messungen) durchzuführen. Dazu wird ein geoelektrisches Profil mit 41 Elektroden (0.5m Elektrodenabstand) verlegt. Die Messeinheit sollte am Observatorium stehen und mittels Datenfernabfrage erreichbar sein. Ein ähnliches, seit bereits 4 Jahren laufende, Messsystem wurde in einer Hangrutschung in Vorarlberg (Rindberg) installiert. Sofern ein Fernzugang zur Recheneinheit des Systems möglich ist, können alle anfallenden Arbeiten (Datenabfrage, Zugriff auf die Messeinheit) von der GBA aus erfolgen.

4 Anhang

4.1 Gleichstromgeoelektrik

Bei der geoelektrischen Messmethode wird die Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes im Untergrund gemessen. Die gängigsten geoelektrischen Feldmessungen bedienen sich meist einer linearen, symmetrischen Elektrodenkonfiguration in sog. 4 Punktanordnung, wobei die Außenelektroden den Strom einspeisen und die Innenelektroden die Potentialdifferenz messen. Das Prinzip einer herkömmlichen geoelektrischen Tiefensondierung besteht darin, durch Variation des Außenelektrodenabstandes verschiedene Tiefen zu erfassen.

Um zweidimensionale Aufnahme des Untergrundes zu ermöglichen, wurden Mitte der 90-er Jahre Multielektrodenanordnungen entwickelt, die aus einer Messeinheit und bis zu 256 automatisch steuerbaren Elektroden bestehen. In der Folge werden von einer Steuereinheit automatisch durch Zusammenschalten der entsprechenden Tiefensondierungen bis zum maximal möglichen Außenelektrodenabstand gemessen (Skizze siehe Abb. A)



C_1, C_2 Stromeinspeisepunkte,
 V_1, V_2 Potentialmesselektroden

Abb. A: Messprinzip der Multielektroden Geoelektrik

Die Messergebnisse selbst werden zur Qualitätskontrolle in Form einer sog. „Pseudosektion“ dargestellt, wobei die gemessenen scheinbaren Widerstände gegen den jeweiligen Elektrodenabstand („Pseudotiefe“) aufgetragen werden. Als Auswertung wird eine zweidimensionale Inversion nach der Methoden der finiten Differenzen durchgeführt, wobei der Untergrund in rechteckige Blöcke aufgeteilt wird, welchen durch einen Algorithmus die zu den Messwerten bestmöglich passenden Widerstandswerte zugewiesen werden. Aus den Pseudowiderständen wird mit einem Inversionsverfahren ein Modell der Widerstands- Tiefenverteilung berechnet. So erhält man den

Widerstandsaufbau des Untergrundes (Skizze siehe Abb. B). Das Ergebnis sind Profilschnitte, wobei die Darstellung der Topographie entlang der Profile berücksichtigt werden kann.

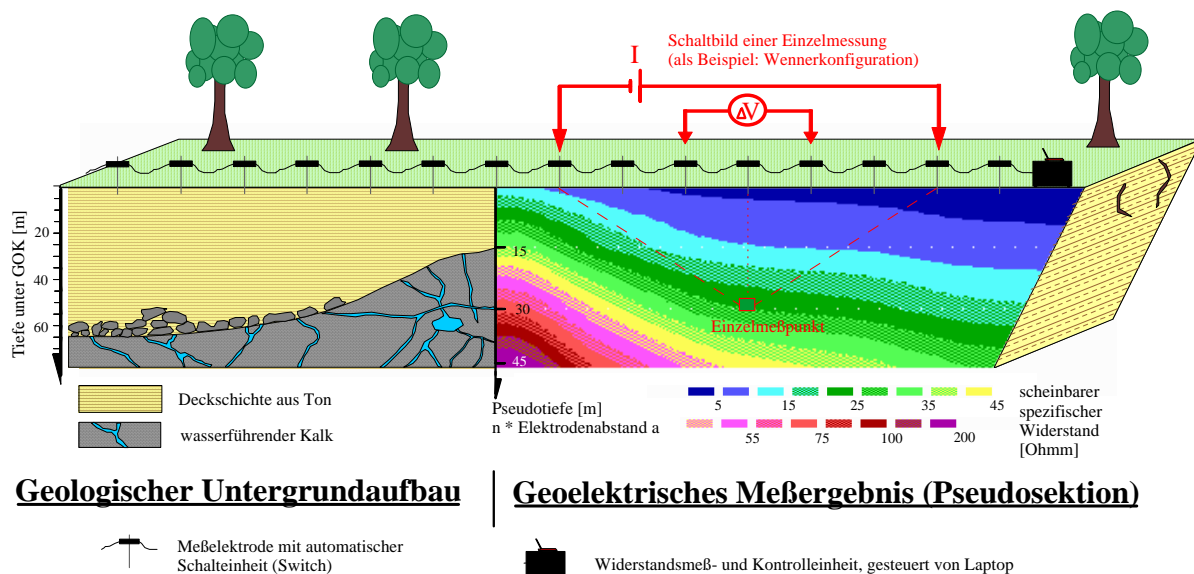


Abb. B: Prinzip einer zweidimensionalen Aufnahme mit einem Multielektrodensystem

Bei den hier verwendeten Gerät handelt es sich um eine AGI Sting R1 Apparatur (Gerätespezifikation siehe Tabelle A).

Sting R 1	Hersteller	Advanced Geosciences Inc. Austin, Texas / USA
	Messbereich	400 kΩ bis 0.1 mΩ
	Messgenauigkeit	relativer Fehler ± 1 %
	Signal / Rausch Verhältnis	100 dB bei > 20 Hz
	Auflösung Empfänger Sender	± 3µV nach Stacking ± 10 µA
Tabelle A Technische Daten des gleichstromgeoelektrischen Instruments STING R1		