

# ABSCHLUSSBERICHT

im Rahmen der

« UE Labormethoden in der physischen Geographie »  
Gruppe 1

im Wintersemester 2009 / 2010

*Leitung und Betreuer*

**Götz**, Joachim, Dipl.-Geograf  
**Marbach**, Matthias, Mag. rer. nat.  
**Buckel**, Johannes Werner (Studienassistent)

Vorgelegt an der  
Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Salzburg  
Fachbereich: Geographie und Geologie



GEBHART, Markus (0721085)  
KRAUSS, Alexander (0623542)

Alle Texte, Bilder und sonstige Abbildungen dieser Arbeit sind urheberrechtlich geschützt und dürfen nicht ohne Zustimmung verwendet werden.  
Markus Gebhart 2013

<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>3</b>
1.1 Zweck und Ablauf der Übung.....	3
1.2 Direkte vs. indirekte Methoden der Untergrundserkundung („vom Punkt in die Fläche“).....	3
<b>2 KURZE EINFÜHRUNG INS UNTERSUCHUNGSGEBIET</b> .....	<b>3</b>
<b>3 RAMMKERNSONDIERUNG – LABORPROTOKOLL:</b> .....	<b>4</b>
3.1 Allgemeine Beschreibung der Probenentnahme und Probenaufbereitung.....	4
3.2 Beschreibung der durchgeführten Laborversuche .....	5
3.3 Verwendetes Material .....	6
3.4 Ergebnisse, Durchführung und Berechnungen.....	6
3.4.1 PH-Wert Messung:.....	6
3.4.2 Leitfähigkeitsmessung.....	7
3.4.3 Carbonatisierung .....	7
3.4.4 Siebanalyse .....	8
3.4.5 Veraschung.....	8
3.4.6 Pipettierung.....	9
<b>4 2D GEOELEKTRIK/GEOELEKTRISCHE TOMOGRAPHIE</b> .....	<b>10</b>
4.1 Messprinzip, Messmethodik, Datenaufnahme .....	10
4.2 Beschreibung der Messungen, gewählte Messparameter.....	10
4.3 Datenauswertung.....	11
4.4 Rohdatenaufbereitung.....	11
4.5 Inversionsmethoden (smoothed vs. robuste Inversion).....	12
<b>5 ERGEBNISKARTE MIT DER LAGE DER SONDIERUNGEN UND DER GEOELEKTRIK-PROFILE SOWIE EINEM INTEGRIERTEN „SURFER-TOMOGRAMM“</b> .....	<b>13</b>
<b>6 FAZIT</b> .....	<b>13</b>
<b>QUELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>14</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>14</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>14</b>

# 1 Einleitung

In dieser Abschlussarbeit im Rahmen der „UE Labormethoden in der physischen Geographie“ soll sowohl genau auf den Ablauf und Zweck der Übung als auch auf die jeweiligen Vorgehensweisen – Rammkernsondierung, Arbeiten und Auswerten der Daten im Labor, 2-D Geoelektrik / Geoelektrische Tomographie und die Datenauswertung mit den verschiedenen Softwareprogrammen – eingegangen werden.

## 1.1 Zweck und Ablauf der Übung

Die Übung „Labormethoden in der physischen Geographie“ sollte ursprünglich am 15. Oktober 2009 im Gradental stattfinden, wurde jedoch leider auf Grund der schlechten Witterungsverhältnisse und des plötzlichen Wintereinbruchs kurzerhand und zum Bedauern aller auf die Wiese hinter der Naturwissenschaftlichen Fakultät Salzburg verlegt. Dass die dort erzielten Ergebnisse natürlich wesentlich uninteressanter sind, als die zu erwartenden im Gradental muss nicht explizit erwähnt werden. Für den Sinn und Zweck der Übung – das Erlernen des Umgangs mit Rammkernsonden und Bohrkernen, sowie die Auswertung der Daten nach den verschiedenen Methoden (Schlumberger, Wenner) – spielte der Ort jedoch keine große Rolle.

## 1.2 Direkte vs. indirekte Methoden der Untergrundserkundung („vom Punkt in die Fläche“)

Als direkte Methode, oder auch klassische Methode, der Untergrunderkundung versteht man die Rammkernsondierung, die jedoch kostenintensiver ist als die indirekte Methode (moderne Methoden) der Untergrundserkundung (Geoelektrik / Georadar).

## 2 Kurze Einführung ins Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Süden der Stadt Salzburg und zwar zwischen dem Stadtteil Nonntal, Kleingmeins und Herrnau. Freisaal ist ein Teil des geschützten Grünlandes und wird als solches nur noch als landwirtschaftliche Fläche genutzt. Da Freisaal im Salzburger Becken liegt ist im Bereich in dem die Rammkernbohrungen

sowie die Geoelektrikmessungen durchgeführt wurden mit fluvialen und in tieferen Schichten mit glazifluvialen Sedimenten zu rechnen, welche allerdings anthropogen überprägt wurden. Während der verschiedenen Eiszeiten wurde das Salzachtal mehrmals von mächtigen Gletschern bedeckt, die von den Hohen Tauern aus die Seiten- und das Haupttal bedeckten. Das Schmelzwasser der Gletscher bildeten unter der Grundmoräne Flussläufe, die sich im Laufe der Millionen von Jahren, vor allem aber nach dem totalen Abschmelzen, immer tiefer ein gruben. Vor ca. 10.000 Jahren (Würmeiszeit) war die letzte große Eiszeit, in welcher das Gebiet des Salzburger Beckens glazial überprägt (Salzachgletscher) war, danach bildete sich ein großer See. Dementsprechend findeten sich fluviale Sedimente sowie Moränenmaterial im Untergrund, Indizien für diese Annahme lieferten beispielsweise die Ergebnisse der Bohrung (Tone und Schluffe). Bei der indirekten Methode der Geoelektrik, die im Rahmen der Übung angewendet wurde, handelt es sich um Erkundungen des oberflächennahen Untergrundes. Die kombinierte Anwendung mehrerer Werkzeuge erlaubt es, fundierte Aussagen über die Zusammensetzung des Untergrunds zu treffen.

### 3 Rammkernsondierung – Laborprotokoll

#### 3.1 Allgemeine Beschreibung der Probenentnahme und Probenaufbereitung

Bei Untersuchungen des oberflächennahen Untergrundes ist es ratsam mehrere Methoden anzuwenden. Da Aussagen über den oberflächennahen Untergrund besser vorhergesagt werden können wenn man die Ergebnisse eine indirekte Methode wie z.B. der Geoelektrik mit einer direkten Methode wie die Rammkernbohrung verifiziert.

Bei der Rammkernbohrung wird mit Hilfe einer hydraulischen Vorrichtung eine Schlitzsonde in den Boden gerammt, so können je nach Gerät Bohrtiefen von über 40 Metern erreicht werden. Dies geschieht indem man Verlängerungen an der Rammkernsonde anbringt. Durch eine Öffnung an der Spitze der Sonde (Inlinerbohrung) gelangt das Bodenmaterial in das Innere des Bohrkerns, wobei der Bohrkerndurchmesser im Min. 36 cm und im Max. 80 cm beträgt. Mittels eines hydraulischen „Ziehgerätes“ wird die Sonde aus dem Boden gezogen.

### 3.2 Beschreibung der durchgeführten Laborversuche

Zu Beginn einer Untersuchung der Probe steht die visuelle Analyse des Materials. Die Proben werden anhand ihrer Farbe, Korngröße und dem Einschluss von organischen Material beurteilt und in Bodenhorizonte untergliedert siehe Tabelle 1.

Horizonte	Mächtigkeit in [cm]	Körnungsgemisch	Lagerung/Einregelung	geomorphogenetischer Substrattyp
A1	0-10 cm	Feinton	horizontal	HUE 10 YR 3/3 dark brown
A2	10-25 cm	Mittelton	horizontal	HUE 10 YR 3/2 brownish black
B1	25-40 cm	Feinschluff	horizontal	HUE 10 YR 4/2 greyish yellow black
B2	40-70 cm	Mittelschluff	horizontal	HUE 5Y 5/1 grey
C1	70-100 cm	Grobschluff	horizontal	HUE 25Y 3/2 brownish black
C2	100-160 cm	Feinsand	horizontal	HUE 2.5Y 5/4 yellowish brown
C3	160-250 cm	Mittelkies	horizontal	
C4	250-295 cm	Feinschluff	horizontal	

Tab. 1: Bodenhorizonte (KRAUSS: 2009)



Abb. 1: Bohrkern vor der Beprobung (KRAUSS: 2009)

Neben der Untergliederung der Probe in Bodenhorizonte wurden noch weitere physikalische und chemische Untersuchungen des Bohrkernmaterials aus Freisaal durchgeführt.

Eine PH-Wert Messung, Leitfähigkeitsmessung, eine Carbonatbestimmung nach Scheible, eine Siebanalyse, eine Petittierung und eine Bestimmung der organischen Substanz mit Hilfe einer Trocknung im Muffelofen (Veraschung). In diesem Kontext soll nun auf die einzelnen Verfahren etwas näher eingegangen werden und im Anschluss die Ergebnisse präsentiert werden.

### 3.3 Verwendetes Material

- Hydraulikstation HST 300 mit Bohrzubehör (Rohre, Ohrschutz, etc.)
- Porzellantiegel
- Analysewaage
- Spatel
- Tiegelzange
- Trockenschrank
- Exsikkator
- Präzisionswaage
- pH-Messinstrument
- Laborutensilien (Pipette, Messbecher, Magnetrührer, dest. Wasser, etc.)
- Leitfähigkeitsmessgerät

### 3.4 Ergebnisse, Durchführung und Berechnungen

#### 3.4.1 PH-Wert Messung:

Um eine PH-Wert Bestimmung durchführen zu können benötigt man organisches Material. Bei unserer Untersuchung haben wir Material aus dem Bodenhorizont A<sub>2</sub> verwendet.

Zur Untersuchung wurden 10 g des Bodens (A<sub>2</sub>) mit 25 ml Calciumchlorid vermischt. Dies geschah mit Hilfe eines Magnetrührers der das Gemisch aus Boden und Calciumchlorid 5 min. lang vermischte. Danach wurde die Probe 30 min lang stehen gelassen in dieser Zeit wurden zwei PH-Lösungen angesetzt und zwar die Standartpufferlösungen mit einem PH-Wert von 4 und einem PH-Wert von 7. Es

wurden mehrere Messungen mit Hilfe des PH-Wert Messgerätes durchgeführt, wobei wichtig ist das man das Gerät nach jeder Messung mit Wasser abspült.

Als Ergebnis bekamen wir einen PH-Wert von 9,4, was bedeutet, dass der untersuchte Boden basisch ist.

### 3.4.2 Leitfähigkeitsmessung

Wie schon bei der PH-Wertmessung wurde auch für die Leitfähigkeitsmessung eine Bodenprobe aus dem A2 Horizont herangezogen. Auch hier wurden 10 g des Bodens vermischt, allerdings mit 50 ml destilliertem Wasser. Das Gemisch wurde anschließend 2 Std. lang auf dem Magnetrührer gemischt, danach wurde die Elektrode des Messgerätes in die Lösung eingeführt. Hierbei wurde ein Wert von 274  $\mu\text{s}$  bei 21.5 ° C gemessen. Um nun den Salzgehalt in Prozent zu eruieren wurde die Formel

$$S[\%] = \mu\text{s} * 0,32/100$$

verwendet.

Somit haben wir einen Salzgehalt der Probe von 0,8768 % errechnet.

### 3.4.3 Carbonatisierung

Um den Kalkgehaltes einer Probe zu bestimmen verwendet man Salzsäure, da diese mit dem Kalziumkarbonat reagiert. Für die Beprobung wurde eine Bodenprobe des B<sub>1</sub> Horizontes verwendet da man in dieser Probe Kalk zu erwarten hatte. Es wurden 1,0004 g aus der Probe entnommen und anschließend fein gerieben. Das geriebene Material wurde mit destilliertem Wasser vermengt, mit Hilfe der Scheibler Apperatur wurde nun der Kalkgehalt der Probe bestimmt.

Mit der Formel

$$\text{CaCO}_3 = \text{CaCO} [\text{g}] * \text{CO}_2 [\text{ml}] * 100 [\%] / \text{CO}_2 [\text{ml}] * \text{Bodeneinwaage} [\text{g}]$$

erhält man den Kalkgehalt der Probe in Prozent [%].

Bei unserer Probe wurde ein Kalkgehalt von 26,07 % errechnet.

#### 3.4.4 Siebanalyse

Die Siebanalyse wird angewandt um die Kornverteilung von Schüttgütern herauszufinden. Das am häufigsten verwendete Verfahren der Siebung ist die Siebung mit Hilfe des Siebturms in dem Wasser eingeleitet wird. Im Siebturm liegen mehrere Siebe übereinander, wobei die Siebe nach unten hin immer engmaschiger werden. Durch schwingen wird die Probe gesiebt und nach einer bestimmten Zeit, bei unserer Probe wurde 40 min geschüttelt, kann man an der Verteilung der Rückstände der Probe die Kornverteilung ablesen.

Außerdem, lässt sich mit dem Trockengewicht und dem Gewicht der Probe im feuchten Zustand der Trockensubstanzgehalt errechnen.

Es wurde eine Probe aus dem A<sub>1</sub> Horizont verwendet, für die vier Siebe wurde jeweils ein Gewicht der Probe im feuchten Zustand und ein Trockengewicht gemessen welche in der anschließenden Tabelle 2 ersichtlich sind.

Probe	Feuchte Gewicht [g]	Trockengewicht [g]	Differenz [g]
1	103	113	10
2	99	103,3	4,3
3	93	107,6	14,6
4	103	125,8	22,8

Tab. 2: Feuchte und Trockengewichte (KRAUSS: 2009)

#### 3.4.5 Veraschung

Hierbei wird die organische Substanz im Material eruiert. Dies geschieht mit Hilfe des Muffelofens bei einer Temperatur von 430 bis 450 °C. In unserem Fall wurde für die Beprobung Material aus dem Bodenhorizont A<sub>2</sub> verwendet, welches bei 440 °C und 60 min. getrocknet wurde. Anhand einer Gewichtsnahe zu Beginn der Trocknung



und einer Gewichtsnahe nach der Trocknung lässt sich der Glühverlust errechnen. Da organisches Material bei diesen Temperaturen verglüht.

---

Gewicht vor der Trocknung	5,0022 g
Gewicht nach der Trocknung	4,5152 g

Formel für den Trockensubstanzgehalt [TS] in %

$$TS = G.n.T. / G.v.T. * 100$$

Somit ergibt sich ein TS von 90,3% für die untersuchte Probe.

### 3.4.6 Pipettierung

Bei der Pipettierung wird der Anteil der Schwebstoffe in dem zu beprobenden Material gemessen und zwar in einer zeitlichen Abhängigkeit. Wobei der Feinstoffanteil mit jeder Probe zunimmt d.h. es werden immer kleiner Korngrößen vorgefunden. In unserem Fall wurden vier Proben bei einer Temperatur des Beckens von 22 ° C genommen. Die erste Probe wurde nach 24s entnommen und hat einen Feinstoffanteil < 63 µm, die zweite Probe wurde nach 4min. entnommen mit einem Feinstoffanteil < 20 µm, die dritte Probe wurde nach 42min. 37s entnommen und hatte einen Feinstoffanteil von < 6,3 µm und die letzte Probe wurde nach 3h 31min. 30s genommen mit einem Feinstoffanteil < 2 µm.

In der Tabelle 3 sind die jeweiligen Gewichte vor und nach der Trocknung verzeichnet. Mit Hilfe der Formel

$$TS = G.n.T. / G.v.T. * 100$$

lässt sich der Trockensubstanzgehalt errechnen.

Probe	Zeit	Gewicht vor der Trocknung [g]	Trockengewicht [g]
1	24s	99,8	89,4
2	4min.	89,5	54,7
3	42min. 37s	52,2	52
4	3h 31min. 30s	54,1	52,5

Tab. 3 : Ergebnisse Pipettierung (KRAUSS: 2009)

## 4 2D Geoelektrik/geoelektrische Tomographie

### 4.1 Messprinzip, Messmethodik, Datenaufnahme

Um eine geoelektrische Messung durchführen zu können, müssen einige Vorbereitungen getroffen und entsprechende Geräte verwendet werden. Das wichtigste Gerät ist die GeoTom, welche „die Messung des komplexen spezifischen elektrischen Widerstands mit bis zu 100 Elektroden erlaubt. Die Apparatur besteht aus Elektroden, mehradrigen Kabeln, dem Messgerät und einem PC mit Mess-Software. Mit der Mess-Software werden die Elektroden angesteuert und auch die Ankopplungstests durchgeführt. Einstellbare Messparameter sind: Stapelrate, Mittelungsmodus, geforderte Standardabweichung, Anzahl und Geometrie der Elektroden bzw. Kabelbäume. Einstellbare Elektrodenkonfigurationen sind: Wenner, Dipol-Dipol, Pol-Dipol, Pol-Pol, Schlumberger, Wenner-Zylinder, Dipol-Dipol-Zylinder, Wenner-Kreis, Dipol-Dipol-Kreis, Ablaufplan, Einzelmessung und andere. Während der Messungen werden die wichtigsten Parameter sowie die Ergebnisse angezeigt: aktive Elektroden, Abstand und Position der Elektroden, Strom, Spannung, scheinbarer spezifischer elektrischer Widerstand und Standardabweichung, Phasenverschiebung. Die Messergebnisse (scheinbare Widerstände und Phasenverschiebungen) zeigt eine Farbgrafik als Pseudosektion an. Wenn aufgrund der automatischen Fehlerprüfung oder der Einschätzung des Bedieners problematische Messwerte auftreten, können diese beliebig gelöscht, geändert oder automatisch nachgemessen werden.“ (vgl.: <http://www.geo.uni-potsdam.de>)

### 4.2 Beschreibung der Messungen; gewählte Messparameter

Um die Freisaalwiese geoelektrisch messen zu können musste sich unsere Gruppe zunächst entscheiden, mit welchem Messverfahren wir messen wollten, Wenner oder Schlumberger. Nachdem wir uns für Wenner entschieden haben, stand zur Debatte ob das Gebiet sequentiell oder parallel gemessen werden sollte. Die Entscheidung fiel auf „parallel“, auf Grund des Platzmangels. Somit wurde der Elektrodenabstand (Spacing) auf 2,0 Meter – parallel – festgelegt. Nachdem die Einstellung „Kabel“ auf „Kabel I revers“ gestellt wurde, konnte die Messung gestartet werden.

Bei der Messung wurde lediglich die erste Elektrode ausgespart, da diese nicht funktionstüchtig war. Nach dem Durchlauf und Einstellung der Messung erhält man

auf dem Toughbook eine farblich deutlich unterscheidbare und erkennbare Differenzierung des Bodenprofils und deren Leitfähigkeitsmuster.

#### 4.3 Datenauswertung

Um die durch die GeoTom Geoelektrik erhaltenen Daten auswerten zu können verwenden wir ein Softwareprogramm namens Res2DInv. Die Auswertung der Widerstandsmessungen erfolgt immer iterativ, das heißt sich der Lösung schrittweise nähernd, mit einem Inversionsprogramm.

Die Messung liefert eine Verteilung der gemessenen scheinbaren spezifischen Widerstände. Nun wird ein Startmodell der Widerstandsverteilung erzeugt, für welches die Verteilung der resultierenden scheinbaren Widerstände berechnet wird. Das Ergebnis der Modellrechnung und die gemessene Verteilung werden nun verglichen und deren Abweichungen ermittelt, welche benutzt werden, um das Startmodell zu modifizieren, damit eine bessere Übereinstimmung hergestellt werden kann. Das Inversionsergebnis (die hinreichende Übereinstimmung) wird wegen iterativer Anpassung des (End-) Modells an das Messergebnis fortgeführt. (vgl.: Arbeitsanleitung GE - Datenauswertung.pdf)

#### 4.4 Rohdatenaufbereitung

Um die Rohdaten korrekt auswerten zu können, müssen zunächst Ausreißer gelöscht und deren Werte interpoliert werden. Durch Veränderung der Farbeinstellungen im Programm („GeoTom“), können problemlos alle Ausreißer angepasst werden. Danach werden diese überarbeiteten Daten als .dat-Files exportiert.

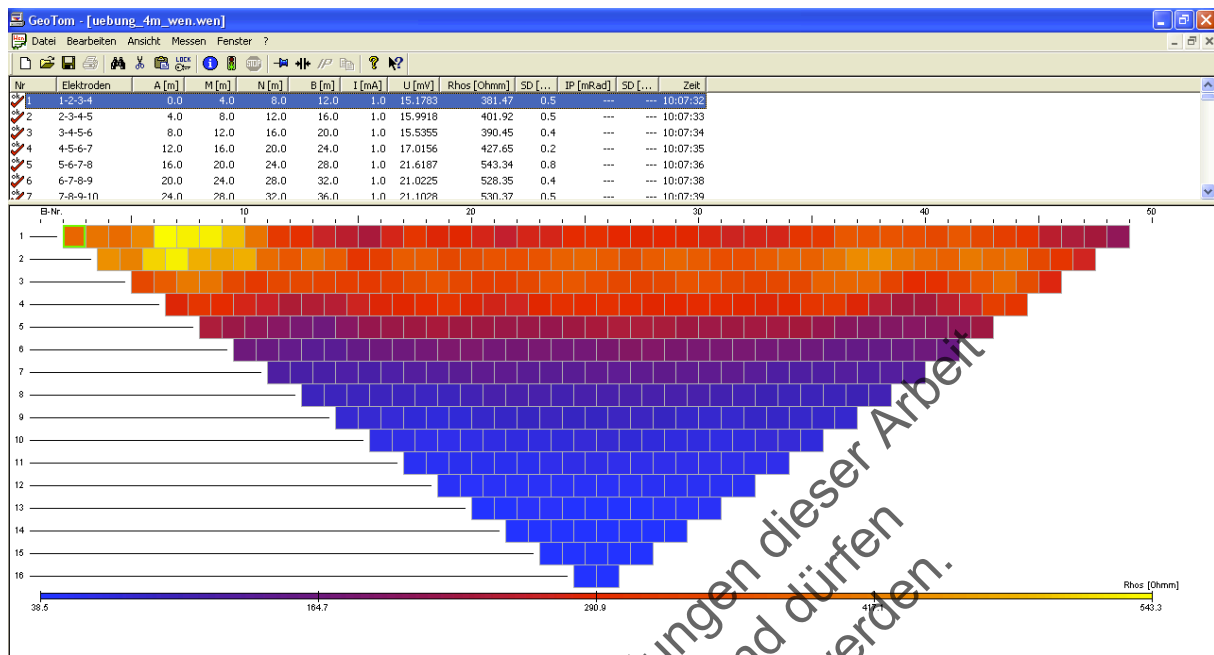


Abb. 2: GeoTom Wenner (GEBHART 2009)

#### 4.5 Inversionsmethoden (smoothed vs robuste Inversion)

Man unterscheidet bei der Auswertung der Daten mit Res2DInv zwischen zwei Inversionsmethoden: Smoothed Inversion und Robuste Inversion

Bei der Smoothed Inversion werden die Kanten geglättet dargestellt, wobei die quadrierte Differenz zwischen gemessenem und berechnetem scheinbarem Widerstand minimiert wird und die Abweichung zwischen diesen beiden als „RMS error“ angegeben wird.

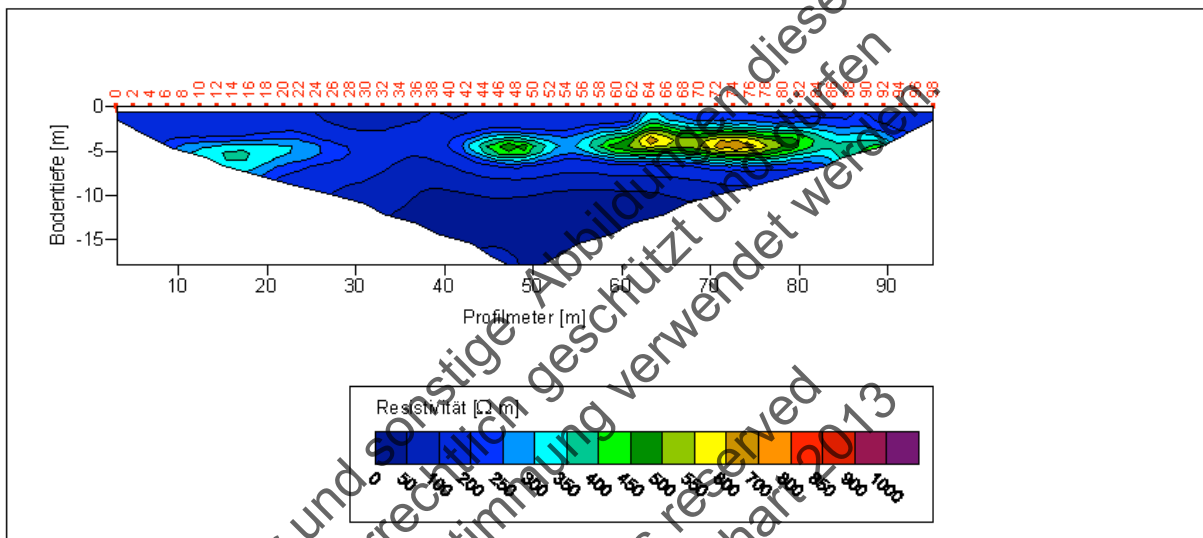
Bei der Robusten Inversion werden die Kanten nicht geglättet dargestellt, wobei die absolute Differenz zwischen gemessenem und berechnetem scheinbarem Widerstand minimiert und die Abweichung dieser beiden als „absolute error“ angegeben wird.

## 5 Ergebniskarte mit der Lage der Sondierungen und der Geoelektrik-Profile sowie einem integrierten „Surfer-Tomogramm“

### Geoelektrik

Geländeprofil im Rahmen der UE Labormethoden  
Salzburger Freisaalwiese

Messkonfiguration: Wenner  
Auslagelänge: 100.0 m  
Elektrodenabstand: 2.0 m  
Elektrodenanzahl: 50  
Inversionsmethode: Smoothed Inversion  
Inversionssoftware: Res2DInv  
Anzahl der Iterationen: 7  
RMS Error: 4,1 %  
Position der ersten Elektrode: 0.0 m  
Position der letzten Elektrode: 98.0 m



UE Labormethoden WS 2009/2010  
GÖTZ Joachim, Dipl. Geogr.,  
MARBACH Matthias, Mag.

Bearbeiter: GEBHART, Markus (0721085)  
Datum: 13. November 2009

Abb. 3: Surfer Smoothed Inversion (GEBHART: 2009)

## 6 Fazit

Die Übung „Labormethoden in der physischen Geographie“ vermittelt mit ihren Bereichen (Rammkernsondierung, Bohrung, Geoelektrik, Georadar und Laborarbeit) den Studenten den praktischen Teil der geographischen Wissenschaft.

Von der Datenaufnahme über die Auswertung bis hin zum Ergebnis bietet die Übung eine abwechslungsreiche und interessante erste Einsicht in das eventuelle spätere wissenschaftliche Arbeiten.

## Quellenverzeichnis

Internetquellen:

- [http://www.geo.uni-potsdam.de/arbeitsgruppen/Angewandte\\_Geophysik/projekte/geoel\\_04\\_06/seiten/index/index\\_geraete\\_det\\_geotom.html](http://www.geo.uni-potsdam.de/arbeitsgruppen/Angewandte_Geophysik/projekte/geoel_04_06/seiten/index/index_geraete_det_geotom.html)

Literaturquellen:

- Arbeitsunterlagen Klassische Methoden.pdf
- Arbeitsunterlagen zur Übung\_Labormethoden\_Klassische Methoden WS 2008\_09.doc
- Pippetierapparat.pdf
- Arbeitsanleitung GE - Aufbau der Apparatur.pdf
- Arbeitsanleitung GE - Datenaufnahme.pdf
- Arbeitsanleitung GE - Datenauswertung.pdf

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Bohrkerne vor der Beprobung (KRAUSS: 2009)

Abb. 2: GeoTom Wenner (GEBHART: 2009)

Abb. 3: Surfer Smoothed Inversion (GEBHART: 2009)

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Bodenhorizonte (KRAUSS: 2009)

Tab. 2: Feuchte und Trockengewichte (KRAUSS: 2009)

Tab. 4: Ergebnisse Petittierung (KRAUSS: 2009)