

Projekt ÜLG35/2014

*Bodengeophysikalische Messungen zur
Unterstützung geologischer Kartierarbeiten, sowie von
hydrogeologisch- und rohstoffrelevanten Projekten*

Jahresbericht 2014/2015

von

RÖMER, A., JOCHUM, B., BIEBER, G., GRUBER, S., OTTOWITZ, D., PFEILER, S.
& SUPPER, R.

208 S., 118 Abb., 14 Tab.

Wien, April 2016

PROJEKTLEITUNG: MAG. R. SUPPER

MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER:

MAG. A. RÖMER	GEOPHYSIK
MAG. S. GRUBER	GEOPHYSIK
MAG. D. OTTOWITZ	GEOPHYSIK
MAG. G. S. PFEILER	GEOPHYSIK
MAG. G. BIEBER	GEOLOGIE
MAG. B. JOCHUM	GEOPHYSIK

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sei herzlich für die gute Zusammenarbeit gedankt!

Im speziellen ergeht der Dank an die Kollegen Dr. N. Tilch, Dr. A. Gruber, Dipl. Geogr. S. Melzner und Dr. M. Heinrich.

Die Projektdurchführung erfolgte im Rahmen des Lagerstättengesetzes im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit.

	ÜLG-20	ÜLG-28	ÜLG-35
2012A	BAD LEONFELDEN	BAD LEONFELDEN	JAHRESBERICHT
2012B	WEYER	WATTENER LIZUM I	WATTENER LIZUM I
2012C	WÖRGL		WEYER
2013A	BAD LEONFELDEN	BAD LEONFELDEN	JAHRESBERICHT
2013B	SEEWINKEL	SEEWINKEL	SEEWINKEL
2013C	WÖRGL		WEYER
2014A	SEEWINKEL	SEEWINKEL	SEEWINKEL
2014B	GMÜND		WEYER
2014C		WEYER	JAHRESBERICHT

Rot: vorliegender Bericht
Grau: erledigter Bericht
Weiß: ausständiger Bericht

ZUSAMMENFASSUNG

Der folgende Bericht beschreibt die Aktivitäten im Rahmen des Projektes ÜLG 35:

„Bodengeophysikalische Messungen zur Unterstützung geologischer Kartierarbeiten, sowie von hydrogeologisch- und rohstoffrelevanten Projekten“

für den Zeitraum Mai 2014 bis Mai 2015. Es wird über folgende Messkampagnen und laufende Entwicklungsarbeiten berichtet:

- Messgebiet Neusiedl am See/Jois (Bgl.)

Geoelektrische Messungen zur Erkundung der lokalen Untergrundverhältnisse für hydrogeologische Fragestellungen.

ÜLG35/Kooperation	BA23
Inhalt	Ergebnisse Messkampagne Geophysik, Interpretation
Status	Wird fortgesetzt
ÖK Blatt/Blätter	78

- Messgebiet Seewinkel (Bgl.)

Geoelektrische Messungen zur Erkundung der lokalen Untergrundverhältnisse für hydrogeologische Fragestellungen.

ÜLG35/Kooperation	BA23
Inhalt	Ergebnisse Messkampagne Geophysik, Interpretation
Status	Wird fortgesetzt
ÖK Blatt/Blätter	79

- Messgebiet Wimpasing (Bgl.)

Geoelektrische Messungen zur Erkundung der lokalen Untergrundverhältnisse für hydrogeologische Fragestellungen.

ÜLG35/Kooperation	BC032
Inhalt	Ergebnisse Messkampagne Geophysik, Interpretation
Status	Wird fortgesetzt
ÖK Blatt/Blätter	77

- Messgebiet Winden (Bgld.)

Begleitende geophysikalische, geochemische Untersuchungen bei einer wissenschaftl. Bohrung.

ÜLG35/Kooperation	Wasserleitungsverband nördl. Bgld.
Inhalt	Ergebnisse Messkampagne Geophysik
Status	wird fortgesetzt
ÖK Blatt/Blätter	78

- Messgebiet Hallstatt (OÖ.)

Geoelektrische Messungen zur Validierung der aerogeophysikalischen Ergebnisse und zur Unterstützung eines ingenieurgeologischen Projektes.

ÜLG35/Kooperation	ÜLG20/28, FA Ingenieurgeologie (S. Melzner)
Inhalt	Ergebnisse Messkampagnen Geophysik
Status	Wird fortgesetzt
ÖK Blatt/Blätter	96

- Messgebiet Weyer (OÖ)

Geoelektrische Messungen zur Unterstützung der geologischen Kartierung und zur Validierung der aerogeophysikalischen Ergebnisse.

ÜLG35/Kooperation	ÜLG20/28, FA Rohstoffgeologie (M. Heinrich)
Inhalt	Ergebnisse Messkampagne Geophysik
Status	Abgeschlossen, Endbericht ÜLG20/28/35 2015 gelegt
ÖK Blatt/Blätter	70

• Messgebiet Bad Leonfelden (OÖ)

Geoelektrische Messungen zur Unterstützung der geologischen Kartierung und zur Validierung der aerogeophysikalischen Ergebnisse.

ÜLG35/Kooperation	ÜLG20/28, FA Rohstoffgeologie (M. Heinrich)
Inhalt	Ergebnisse Messkampagne Geophysik
Status	Abgeschlossen, Endbericht ÜLG20/28/35 2015 gelegt
ÖK Blatt/Blätter	15, 31

• Messgebiet Weissenbach/Rieden (Tirol)

Geoelektrische Messungen zur Unterstützung der geologischen Kartierung und zur Validierung der aerogeophysikalischen Ergebnisse.

ÜLG35/Kooperation	ÜLG20/28, FA Sedimentgeologie (A. Gruber), FA Ingenieurgeologie (M. Lotter, N. Tilch)
Inhalt	Ergebnisse Messkampagne Geophysik
Status	Wird fortgesetzt,
ÖK Blatt/Blätter	115

• Geoelektr. Monitoring (NÖ, OÖ)

Ergebnisse der geoelektrischen Monitoringmessungen

ÜLG35/Kooperation	intern
Inhalt	Stand Monitoringmessungen <ul style="list-style-type: none"> • Gschlifgraben • Pechgraben • Gresten
Status	wird fortgesetzt
ÖK Blatt/Blätter	66, 71, 88

- Geräteentwicklung
- Datenbank Geophysik
- Publikationen, Vorträge, Poster

Überblick über die Messgebiete 2014/2015

Messgebiet	Nr.	ÖK-Blatt	Status	geplant für 2013/2014
Neusiedl/Jois	1	78	wird 2015/2016 fortgesetzt	Geoelektrik, Interpretation
Seewinkel	2	79	wird 2015/2016 fortgesetzt	Geoelektrik, Interpretation
Wimpassing	3	77	wird 2015/2016 fortgesetzt	Geoelektrik, Interpretation
Winden	4	78	wird 2015/2016 fortgesetzt	Geoelektrik, Interpretation
Hallstatt	5	96	wird 2015/2016 fortgesetzt	Geoelektrik, Interpretation
Weyer	6	70	abgeschlossen	
Bad Leonfelden	7	15,31	abgeschlossen	
Weissenbach/Rieden	8	115	wird 2015/2016 fortgesetzt	Geoelektrik, Interpretation
Geoelektr. Monitoring	9	66, 71, 88	wird 2015/2016 fortgesetzt	

1	Neusiedl/Jois
2	Seewinkel
3	Wimpassing
4	Winden
5	Hallstatt
6	Weyer
7	Bad Leonfelden
8	Weissenbach/Rieden
9	Geoelektr. Monitoring

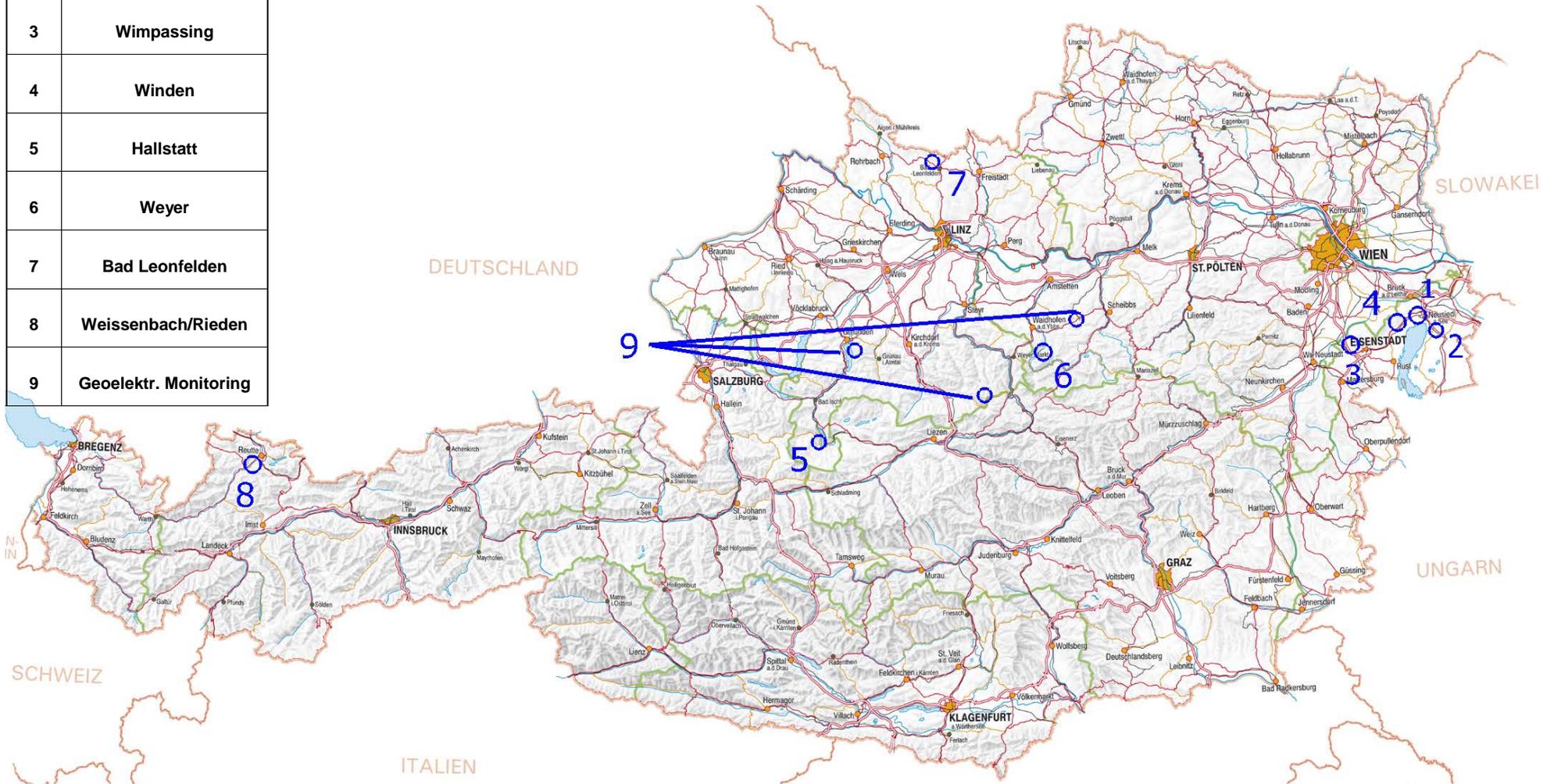


Abb. A: Überblick Messgebiete ÜLG35 Projektjahr 2014/2015

INHALTSVERZEICHNIS

1	Neusiedl am See/Jois (Bgl.)	9
1.1	Einleitung und Aufgabenstellung	9
1.2	Überblick geoelektrische Vermessung	9
1.3	Literatur	22
2	Seewinkel (Bgl.)	23
2.1	Aerogeophysik Seewinkel/Teil 1	23
2.2	Erste Ergebnisse Aerogeophysik	26
2.3	Neuinterpretation Aeroelektromagnetik	32
2.4	Überblick geoelektrische Vermessung	35
2.5	Literatur/weiterführende Literatur	37
3	Wimpassing (Bgl.)	40
3.1	Einleitung und Aufgabenstellung	40
3.2	Beschreibung der geologisch/hydrologischen Verhältnisse	40
3.3	AEM Auswertung und Interpretation Leithagebirge 2010	44
3.4	Geoelektrik	54
3.5	Literatur/weiterführende Literatur	57
4	Winden (Bgl.)	60
4.1	Einleitung und Aufgabenstellung	60
4.2	Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse	63
4.3	Geophysikalische Voruntersuchungen	68
4.1	Geoelektrische Profile bei Bohrung EKB01	71
4.2	Bohrkernbeschreibung	78
4.3	Fotodokumentation Bohrkern	82
4.4	Analysen	98
4.5	Mineralogische Untersuchungen	98
4.6	Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen	105
4.7	Wasseranalysen	107
4.8	Bohrlochlogs	112
4.9	Bohrlochgeophysik	112
4.10	Resümee	113
4.11	Pumpversuch (Fa. Eder)	115
4.12	Literatur	118
4.13	Anhang / Fotodokumentation	119

5	Hallstatt (OÖ.).....	127
5.1	Einleitung.....	127
5.1	Ergebnisse Geoelektrik.....	129
5.2	Resümee.....	132
5.3	Stollenmessungen.....	133
5.4	Literatur.....	140
6	Weyer (OÖ.).....	141
6.1	Ergebnisse Geoelektrik.....	141
6.2	Interpretation.....	147
6.3	Literatur.....	147
7	Bad Leonfelden (OÖ.).....	148
7.1	Ergebnisse Geoelektrik.....	148
7.2	Interpretation.....	151
8	Weißbach/Rieden (Tirol).....	153
8.1	Einleitung und Aufgabenstellung.....	153
8.2	Geoelektrische Vermessung.....	153
8.3	Messergebnisse.....	157
9	Geoelektrisches Monitoring.....	164
9.1	Gschlifgraben (OÖ).....	164
9.2	Gresten (NÖ).....	166
9.3	Pechgraben (OÖ).....	168
10	Geräteentwicklung.....	170
10.1	Entwicklung GEOMON ^{4D} -3.....	170
10.2	Softwareentwicklung DC_DPRO.....	171
11	Datenbank Geophysik (Geophysis).....	189
11.1	Datenstand 2014.....	189
12	Publikationen, Vorträge, Poster.....	190

1 Neusiedl am See/Jois (Bgld.)

1.1 Einleitung und Aufgabenstellung

Im zweiten Bearbeitungsjahr (Phase 2: Juli 2014 bis August 2015) wurden im Rahmen des Bund/Bundesländerprojektes BA23 (Hydrogeologie im Übergang SEEWINKEL/PARNDORFER PLATTE) folgende Untersuchungen im Detailgebiet Neusiedl/See durchgeführt:

- Weitere Datenerhebung (Literatur, Wasserbuch, EHYD, diverse Archive)
- Hydrogeologische Geländeaufnahme/Auswertung
- Detaillierte geoelektrische Aufnahme/Auswertung

1.2 Überblick geoelektrische Vermessung

Für die Detaillierung des Untergrundes in hydrogeologisch relevanten Detailgebieten im Abschnitt Neusiedl am See (Jois-Neusiedl am See) wurden weitere 6 geoelektrische Profile gemessen. Alle Profile wurden ausgewertet und untereinander auf Plausibilität geprüft (siehe Tab. 1.1).

Neusiedl am See	Elektrodenabstand [m]	Profillänge [m]	Messrichtung
Bruckneudorf P20B	10	920	SE-NW
Jois P22	10	920	SE-NW
TUEPL P1	10	920	SE-NW
TUEPL P2	10	920	NW-SE
Jois P40 Kristallin	5	380	SO-NW
Breitenbrunn P1	5	456	N-S
Gesamtlänge		4516	

Tab. 1.1: Spezifikation der Geoelektrik Profile, Messgebiet Jois/Neusiedl am See, 2014/2015

Die Lage der Profile zeigt Abb. 1.1 auf der geolog. Karte (ÖK 1:50.000, Blatt 78 Rust; HERRMANN, P., PASCHER, G. A. & PISTOTNIK, J. 1993). Die dazugehörige Legende ist in Abb. 1.1A dargestellt.

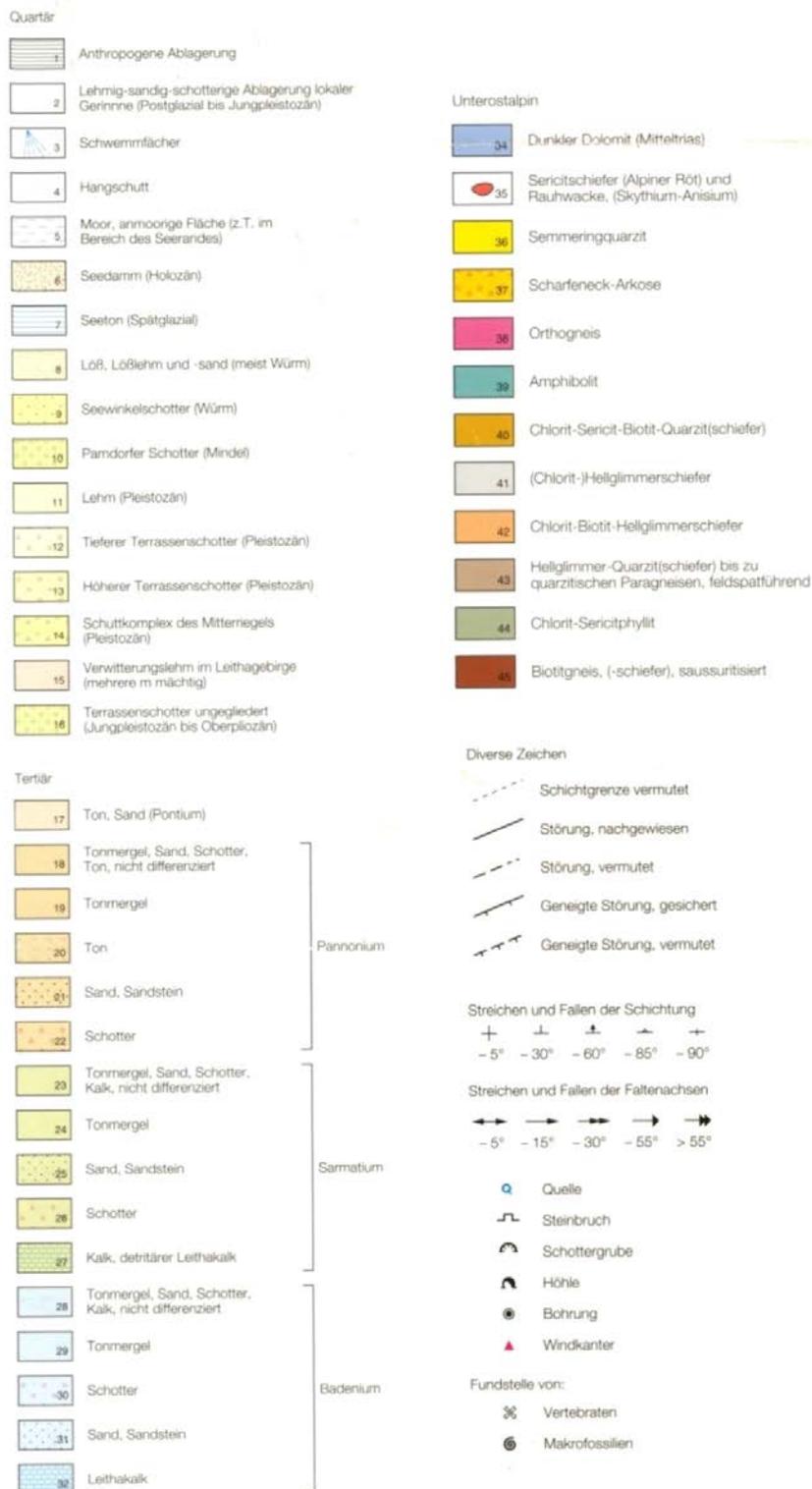
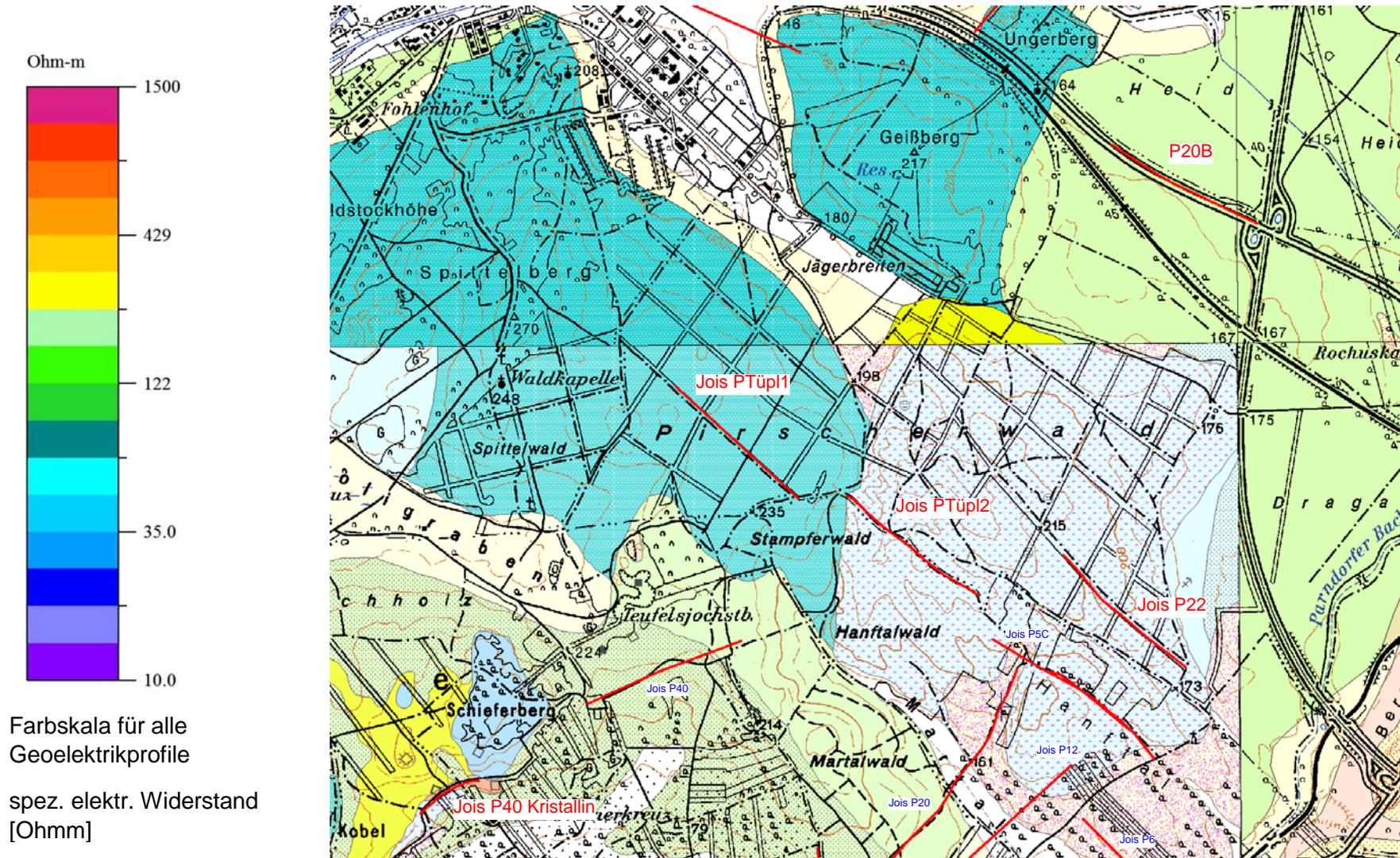


Abb. 1.1A: Legende zur GK50 Blatt 78 Rust (HERRMANN, P., PASCHER, G. A. & PISTOTNIK, J. 1993)

Die Abb. 1.2 bis Abb. 1.6 zeigen die Ergebnisse der geoelektrischen Profile in einem einheitlichen Farbbalken.



Farbskala für alle
Geoelektrikprofile
spez. elektr. Widerstand
[Ohmm]

Abb. 1.1: Lage der geoelektrischen Profile Neusiedl/See im Projektjahr 2014/2015 (blau: ältere Profile) auf der Geologischen Karte Blatt 78 und 79 1:50.000 (Hermann, Pascher, Pistotnik, 1993 und Fuchs, Hermann, 1985)

SE

NW

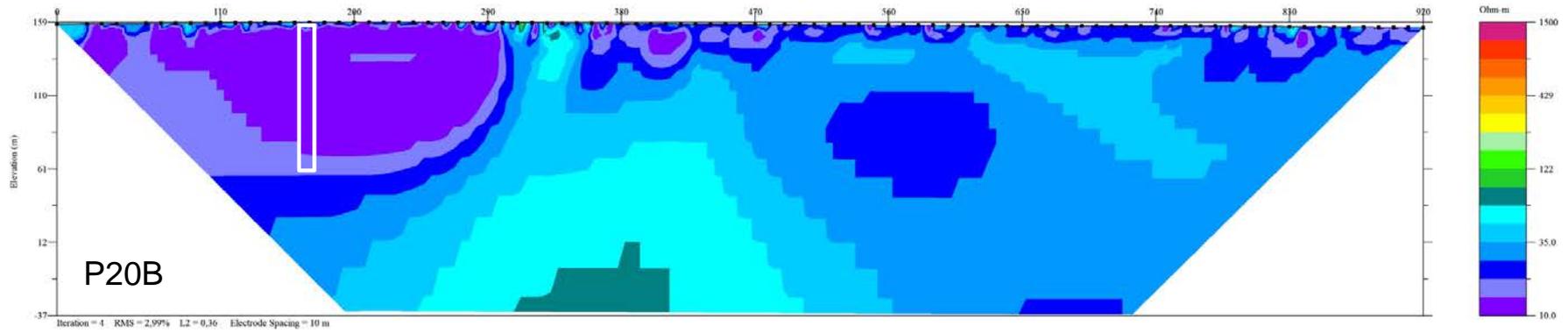


Abb.: 1.2: Ergebnis Geoelektrikprofil Bruckneudorf P20B

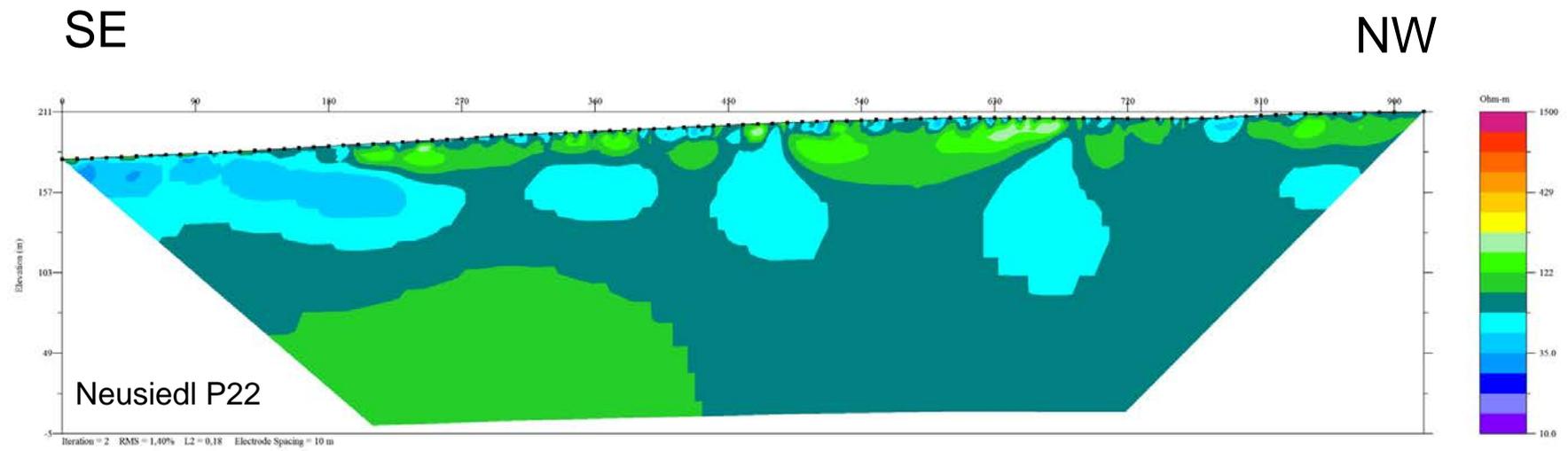


Abb.: 1.3: Ergebnis Geoelektrikprofil Jois P22

NW

SE

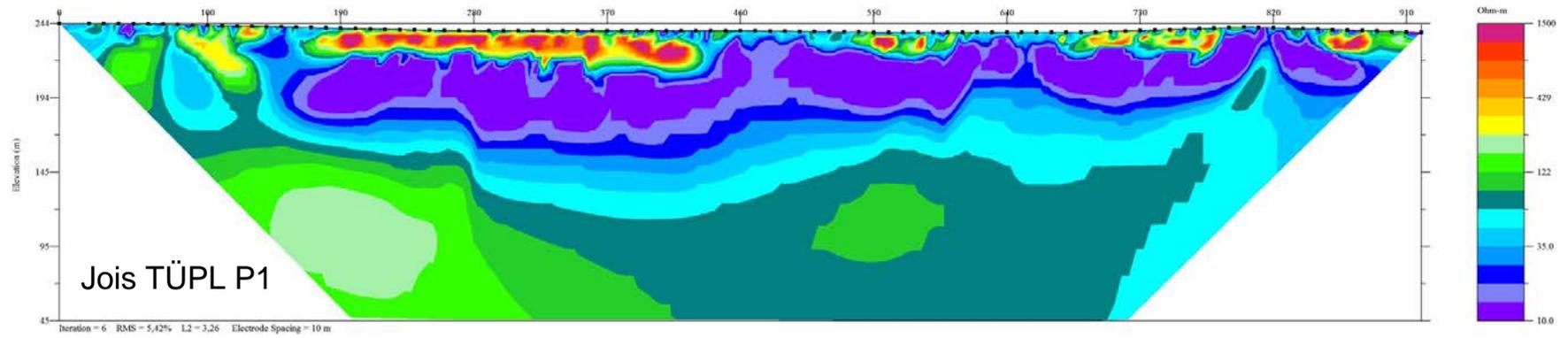


Abb.: 1.4: Ergebnis Geoelektrikprofil TUEPL P1

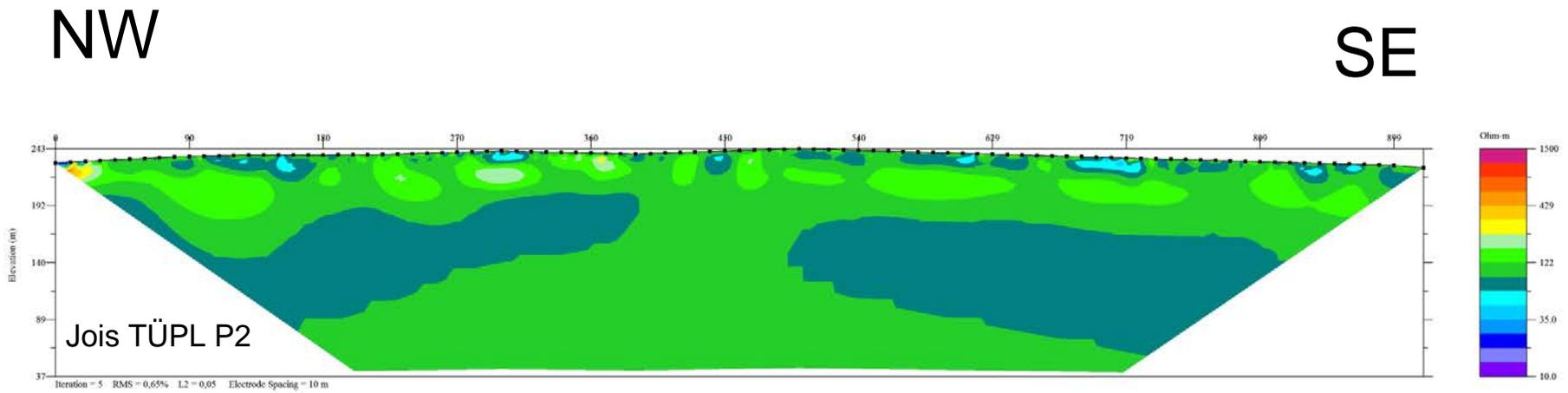
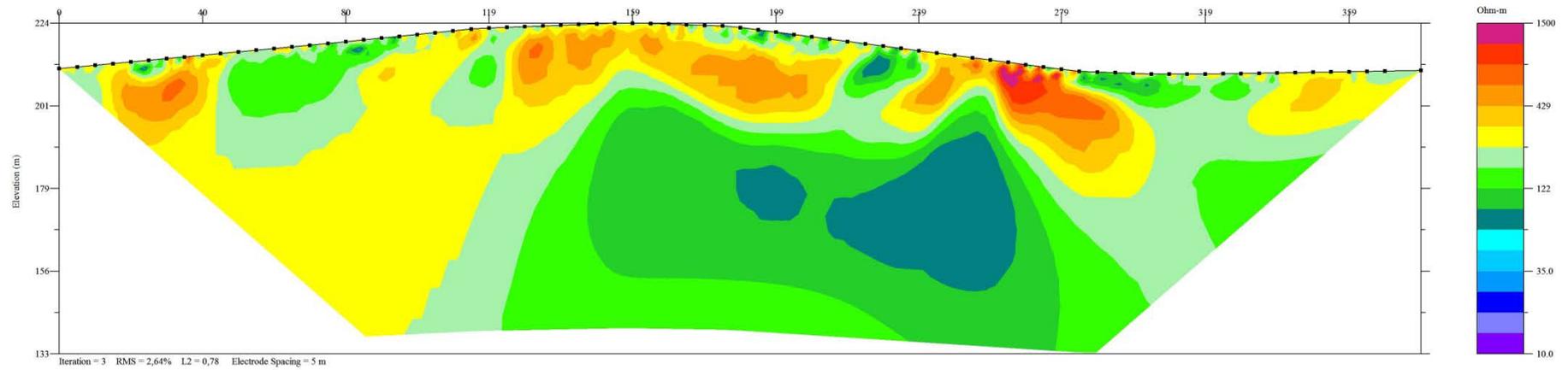


Abb.: 1.5: Ergebnis Geoelektrikprofil TUEPL P2



Jois P40 KRISTALLIN
Serizitschiefer

Abb.: 1.6: Ergebnis Geoelektrikprofil Jois P40 Kristallin

Zum Ergebnis des geoelektrischen Profils Jois P40 Kristallin soll ergänzend die Ausführungen aus den Erläuterungen (Häusler et al, 2010) auszugsweise diesen Bereich betreffend, zitiert werden.

35 Serizitschiefer (Alpiner Röt) und Rauwacke ("Skythium"-Anisium)

(aus Häusler et al., 2010)

Es handelt sich um sehr feinkörnige silbergraue Schiefer, die größtenteils aus feinschuppigem Hellglimmer und wenig Quarz aufgebaut sind. Damit in Verbindung finden sich gelbliche Rauwacken.

Die nur wenige Meter mächtige Gesteinsabfolge vermittelt stratigraphisch zwischen Semmeringquarzit und Mitteltriasdolomit. Sie ist in der Karte auf ein einziges Vorkommen am Ostrand des Leithagebirges beschränkt, nämlich auf ein extrem tektonisch zerschertes Vorkommen nördlich von Winden am See, knapp vor der Bärenhöhle (die sich im überlagernden Leithakalk befindet). **Möglicherweise handelt es sich aber auch bei den 3 km weiter nordwestlich am Südabhang des Schieferberges befindlichen Serizitschiefern um Alpinen Röt. Dieses Vorkommen ist in der Karte als Chlorit-Biotit-Hellglimmerschiefer (42) eingezeichnet, es handelt sich aber um extrem feinkörnige Schiefer, die Karbonat enthalten** und die in Verbindung mit Semmeringquarzit und Dolomit auftreten. Wie die Dünnschliffuntersuchungen klar zeigen, erfuhren diese Gesteine nur eine prograde Metamorphose in der unteren Grünschieferfazies.

Die Proben LG08-225 und LG08-226 vom Südabhang des Schieferberges bei Jois (WKS84 N 47°58'40"/E 016°46'26") zeigen einen Mineralbestand aus Serizit, Quarz, Albit, Chlorit und Kalzit sowie etwas sekundären Hämatit und Limonit. Die Probe LG08-225 lässt einen undeutlichen, schlierigen Lagenbau aus chlorit-, kalzit- und quarz/albitreichen Domänen erkennen. Die Silikatminerale sind sehr feinkörnig (etwa 0,05-0,1 mm), der Kalzit ist mit 0,2 mm etwas grobkörniger kristallisiert. Der Lagenbau ist verfaltet und wird von einer Schieferung schräg geschnitten. Die Schieferung ist in den chloritreichen Domänen als crenulation cleavage, in den kalzitreichen Bereichen als Drucklösungsschieferung ausgebildet. In der crenulation cleavage ist feiner Hellglimmer angereichert. Die Eisenhydroxide finden sich fleckig verteilt, sie sind in den Drucklösungsflächen angereichert und auch in kalzitgefüllten Adern vorhanden. Probe LG08-226 ist ebenso feinkörnig. Sie ist reicher an Albit, Quarz und Serizit, enthält aber kaum Chlorit und Kalzit. Wieder ist ein sehr undeutlicher stofflicher Lagenbau vorhanden, der in großem Winkel von einer crenulation cleavage überprägt wird.

Abb. 1.7 zeigt einen Detailausschnitt mit der Lage des „kristallinen“ Vorkommens südlich des Schieferberges. Die Abb. 1.8 und Abb. 1.9 zeigen Fotos desselben mit dem geoelektrischen Profil.

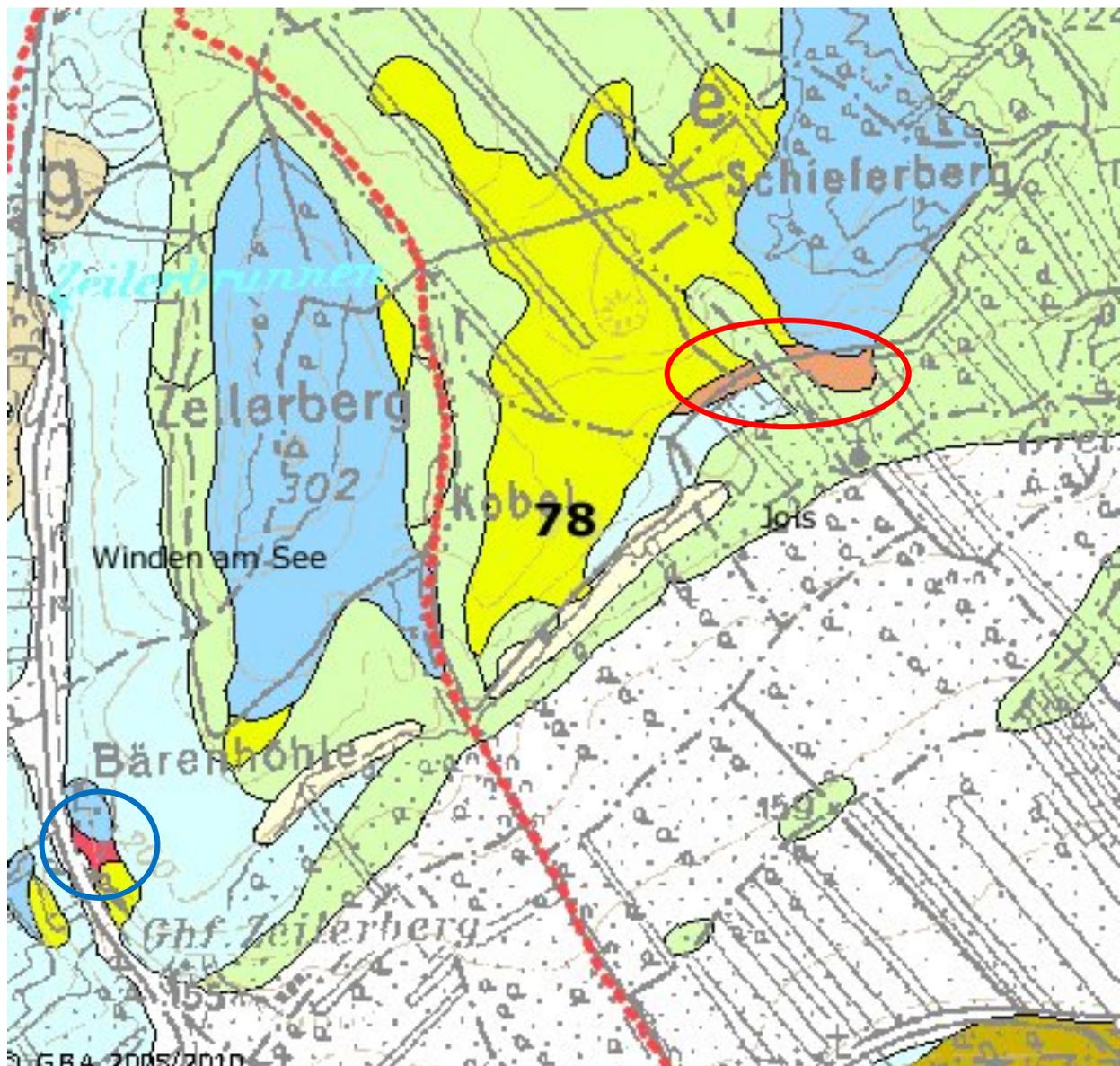


Abb. 1.7: Detailausschnitt aus der Geologischen Karte Blatt 78 und 79 1:50.000 (Hermann, Pascher, Pistotnik, 1993)



Abb. 1.8: Situationsfoto mit geolektr. Profil



Abb. 1.9: Detailaufnahme

Abb. 1.10 zeigt den Lageplan und Abb. 1.11 das Ergebnis für Geoelektrikprofil Breitenbrunn P1. Dieses Profil wurde als Referenzmessung für kristallinen Untergrund durchgeführt.

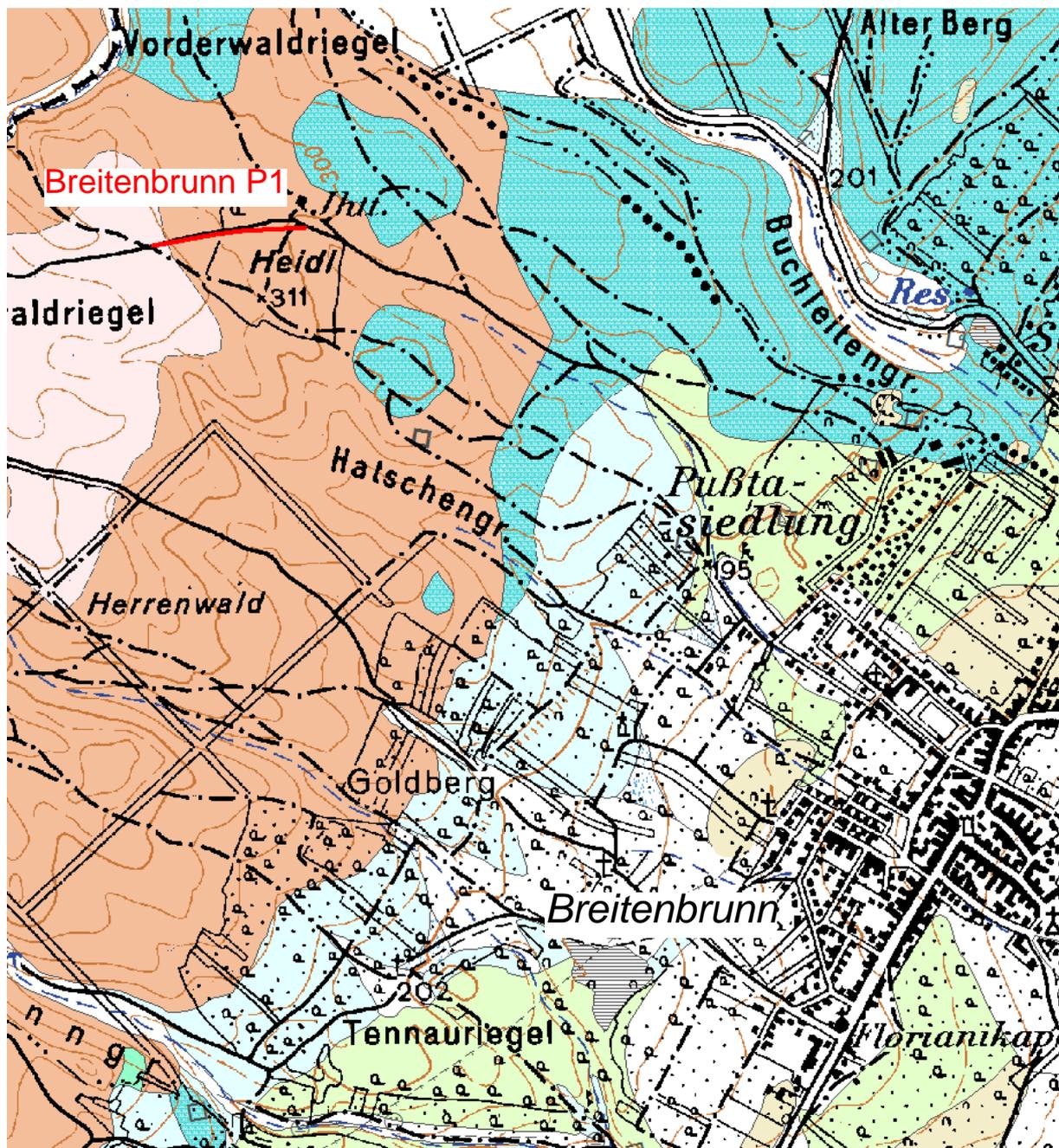
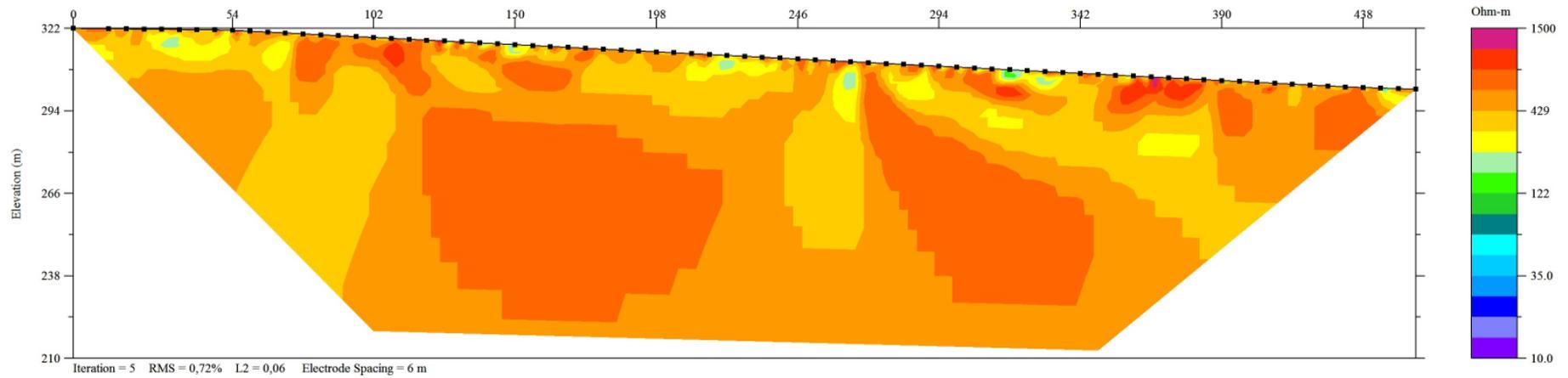


Abb. 1.10: Lage Profil Breitenbrunn P1 auf der Geologischen Karte Blatt 78 1:50.000 (Hermann, Pascher, Pistotnik, 1993)



Breitenbrunn KRISTALLIN
Hellglimmerschiefer

Abb. 1.11: Ergebnis des geoelektrischen Profils Breitenbrunn P1

1.3 Literatur

Fuchs, W., Herrmann, P. & Grill, R. (1985): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 79 Neusiedl am See – 80 Ungarisch Altenburg – 109 Pamhagen.- Geol. B.-A., Wien.

Häusler, H., Figdor, H., (Beitr.), Hammerl, C. (Beitr.), Kohlbeck, F. (Beitr.), Lenhardt, W. (Beitr.), Schuster, R. (Beitr.) (2010): Erläuterungen zur Geologischen Karte 78 Rust Geologische Bundesanstalt; Wien.

Herrmann, P., Pascher, G. A. & Pistotnik, J. (1993): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, 78 Rust, Geologische Bundesanstalt; Wien.

2 Seewinkel (Bgl.)

Im zweiten Bearbeitungsjahr (Phase 2: Juli 2014 bis August 2015) wurden im Rahmen des Bund/Bundesländerprojektes BA 23 (Hydrogeologie im Übergang SEEWINKEL/PARNDORFER PLATTE) folgende Untersuchungen im Detailgebiet Seewinkel durchgeführt:

- Weitere Datenerhebung (Literatur, Wasserbuch, EHYD, diverse Archive)
- Auswertung und Interpretation der aerogeophysikalischen Befliegung Seewinkel 2013
- Detaillierte geoelektrische Aufnahme/Auswertung

2.1 Aerogeophysik Seewinkel/Teil 1

Mit der hubschrauber- und bodengeophysikalischen Vermessung im Bereich der Parndorfer Platte Süd / Seewinkel 1) als auch im Untersuchungsgebiet Parndorfer Platte Nord – Heideboden -Nickelsdorf/Zurndorf/Deutsch Jahrndorf (Option 1) (ÖK-Blatt 61, 79) sollen in erster Linie geowissenschaftliche Beiträge zur

- Unterstützung der regionalen geologischen Kartierung
- Für angewandt geowissenschaftlich Fragestellungen

erstellt werden.

Die Messflüge in den genannten Messgebieten fanden im Mai und Juli 2013 (Parndorfer Platte Süd / Seewinkel 1) mit einem Fluglinienabstand von 100 Meter statt. Die Lage des Messgebietes kann der Abb. 2.1 entnommen werden.

Die Herstellung der Ergebniskarten für das Untersuchungsgebiet Parndorfer Platte Süd / Seewinkel 1 ist abgeschlossen.

Die Aerogeophysikalischen Messgebiete (Abb. 2.1) liegen im Bereich der Parndorfer Platte Süd / Seewinkel 1 (Option 2) und im Gebiet Parndorfer Platte Nord – Heideboden - Nickelsdorf/Zurndorf/Deutsch Jahrndorf (Option 1) (ÖK-Blatt 61, 79).

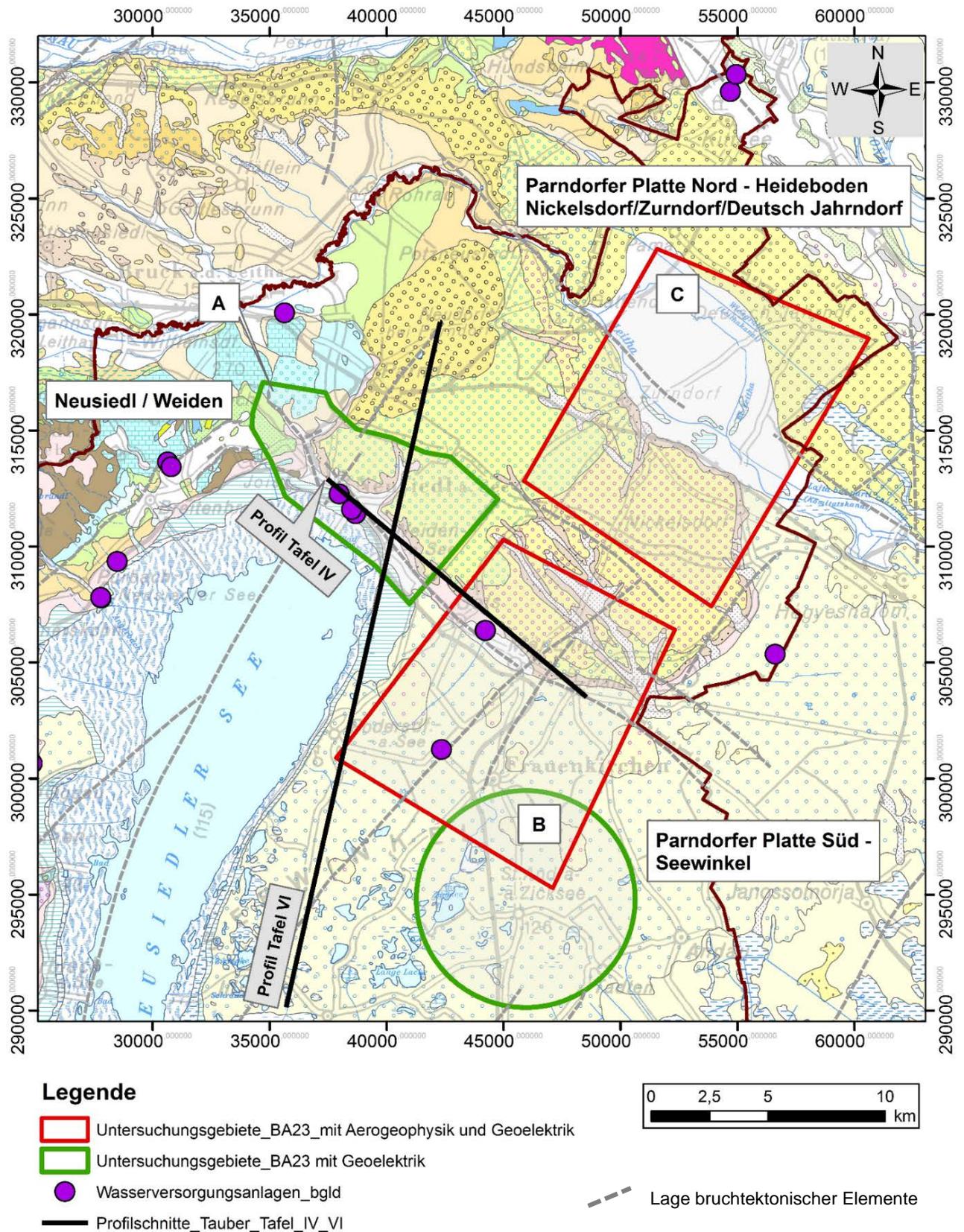


Abb. 2.1 Lage der Aerogeophysikalischen Befliegungsgebiete Parndorfer Platte Süd / Seewinkel 1 (Option 2) und Parndorfer Platte Nord – Heideboden -Nickelsdorf/Zurndorf/Deutsch Jahrndorf (Option 1);
 Legende siehe Abbildung 2.2

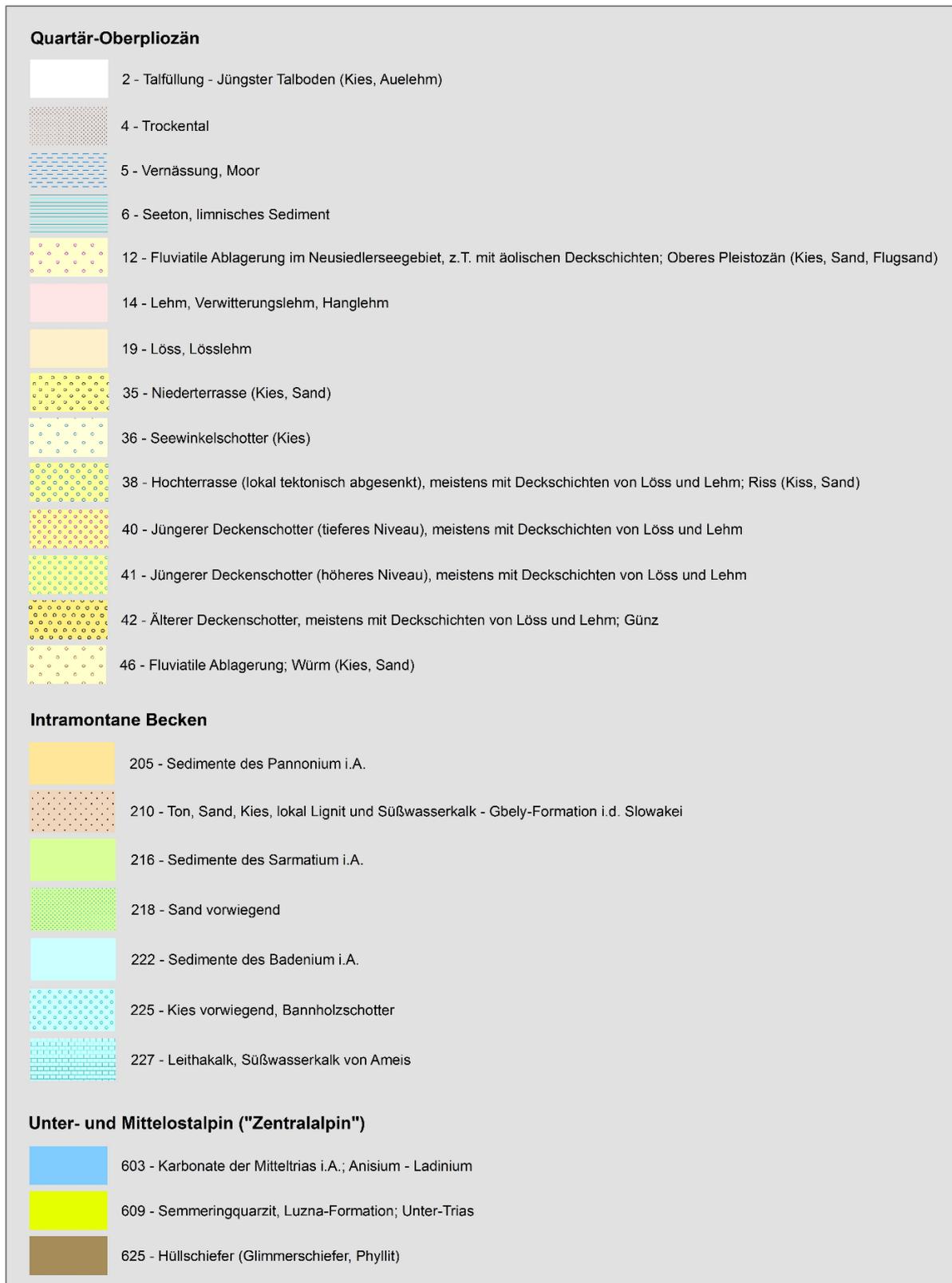


Abb. 2.2 Legende zur geologischen Karte aus Abb. 2.1 (Ausschnitt aus: Geologische Karte 1:200.000 Niederösterreich, SCHNABEL et al. 2002)

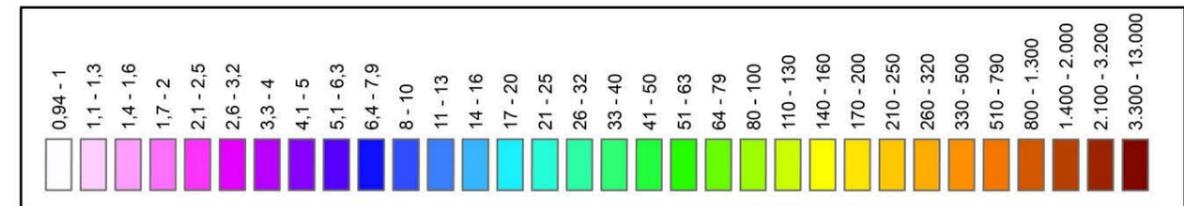
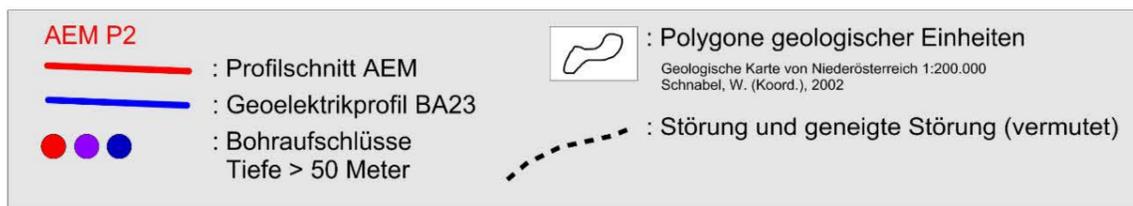
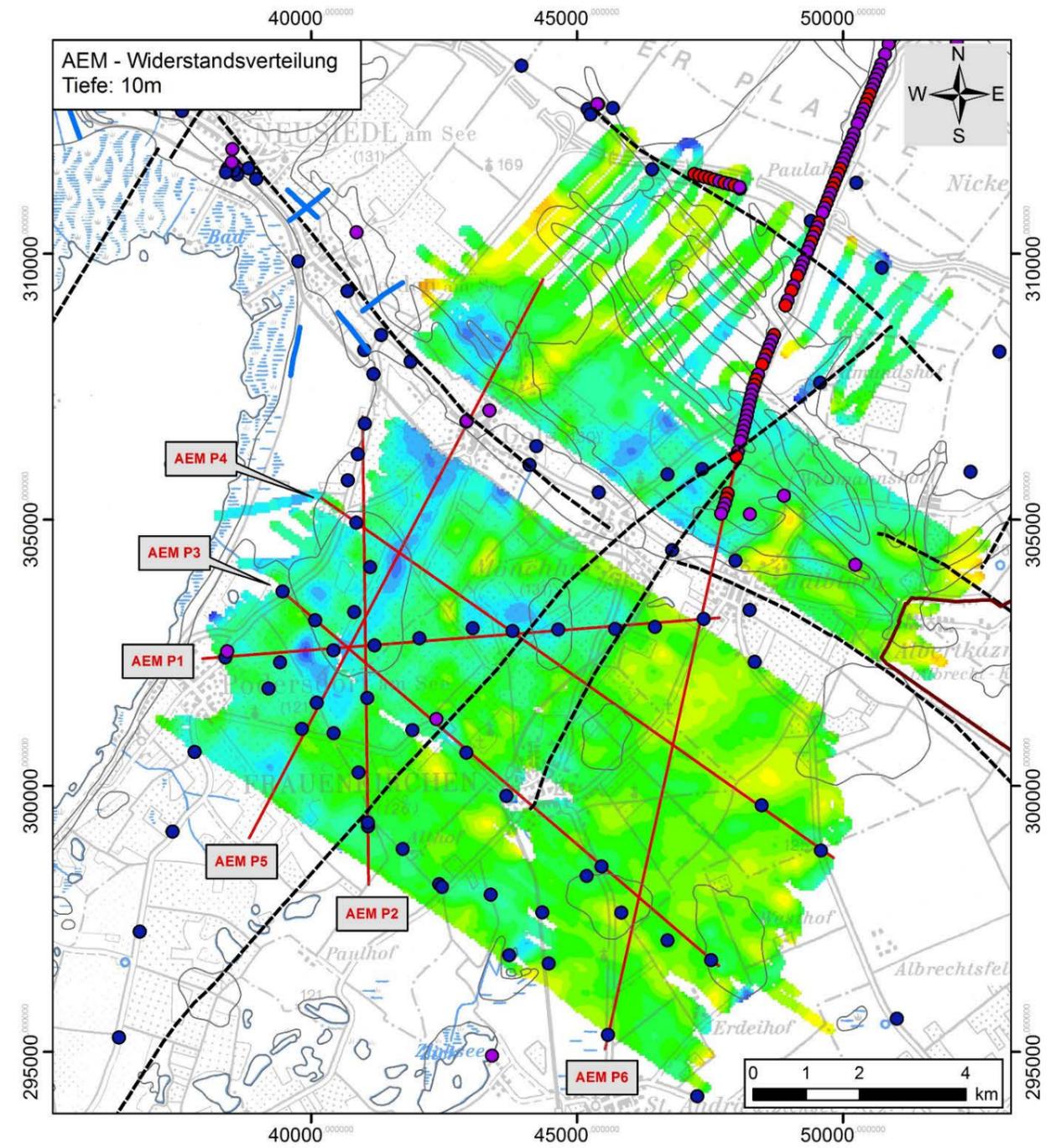
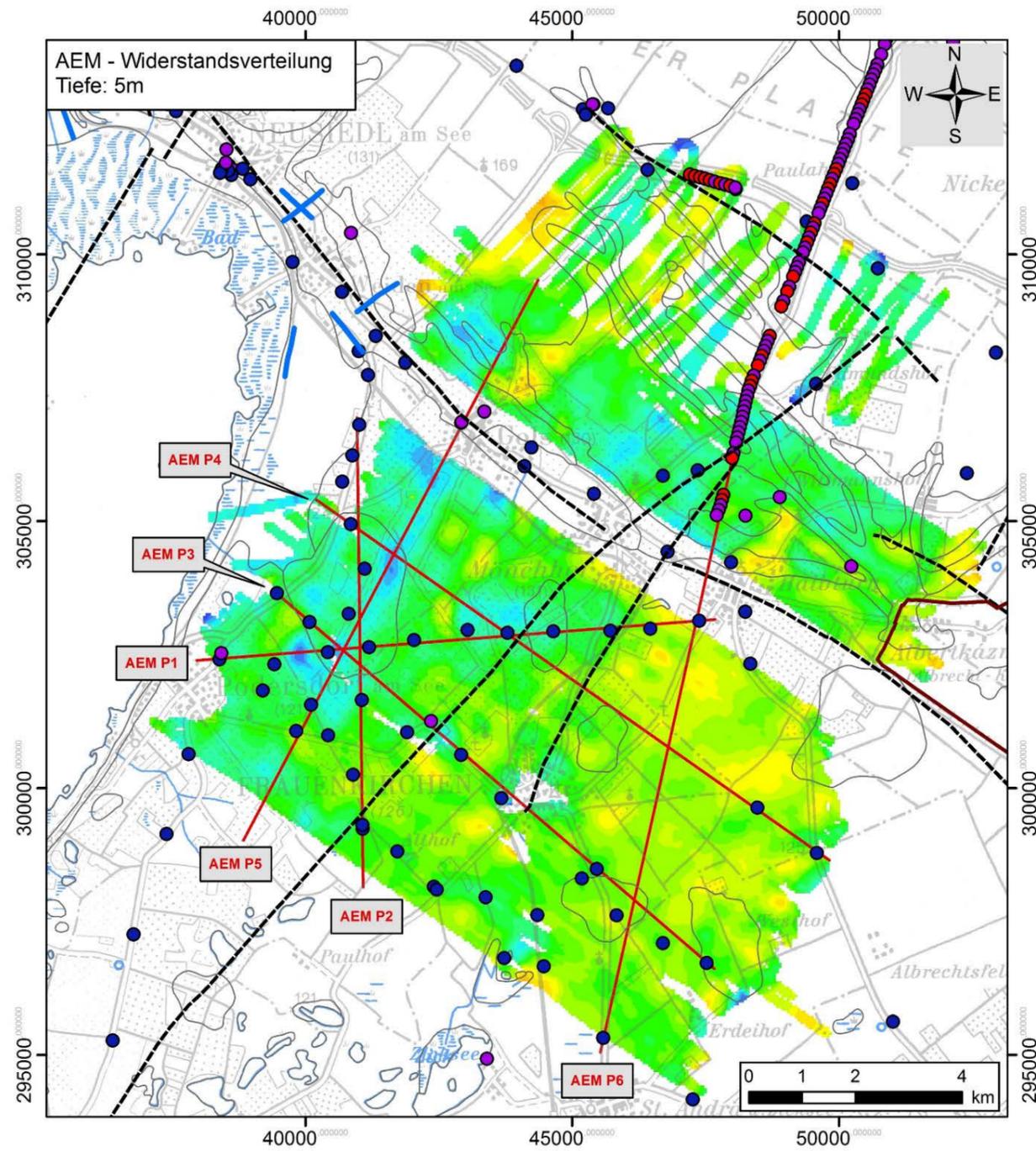
2.2 Erste Ergebnisse Aerogeophysik

Nachdem bereits beide Messgebiete befliegen worden sind, ist in den folgenden Abbildungen Abb. 2.3 bis Abb. 2.6.: die tiefenspezifische Verteilung des elektrischen Widerstandes für das Messgebiet Parndorfer Platte Süd / Seewinkel 1 in den Tiefen von 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 und 60 Metern in parallelen Schnitten zur Erdoberfläche dargestellt.

Entlang der AEM Profile AEM 1-6 erfolgt die Darstellung der Widerstandsverteilung aus der AEM als Widerstands-Tiefenplot. Diese Vertikalschnitte zeigen eine entsprechende Verteilung des elektrischen Widerstandes mit der Tiefe (Abb. 2.7).

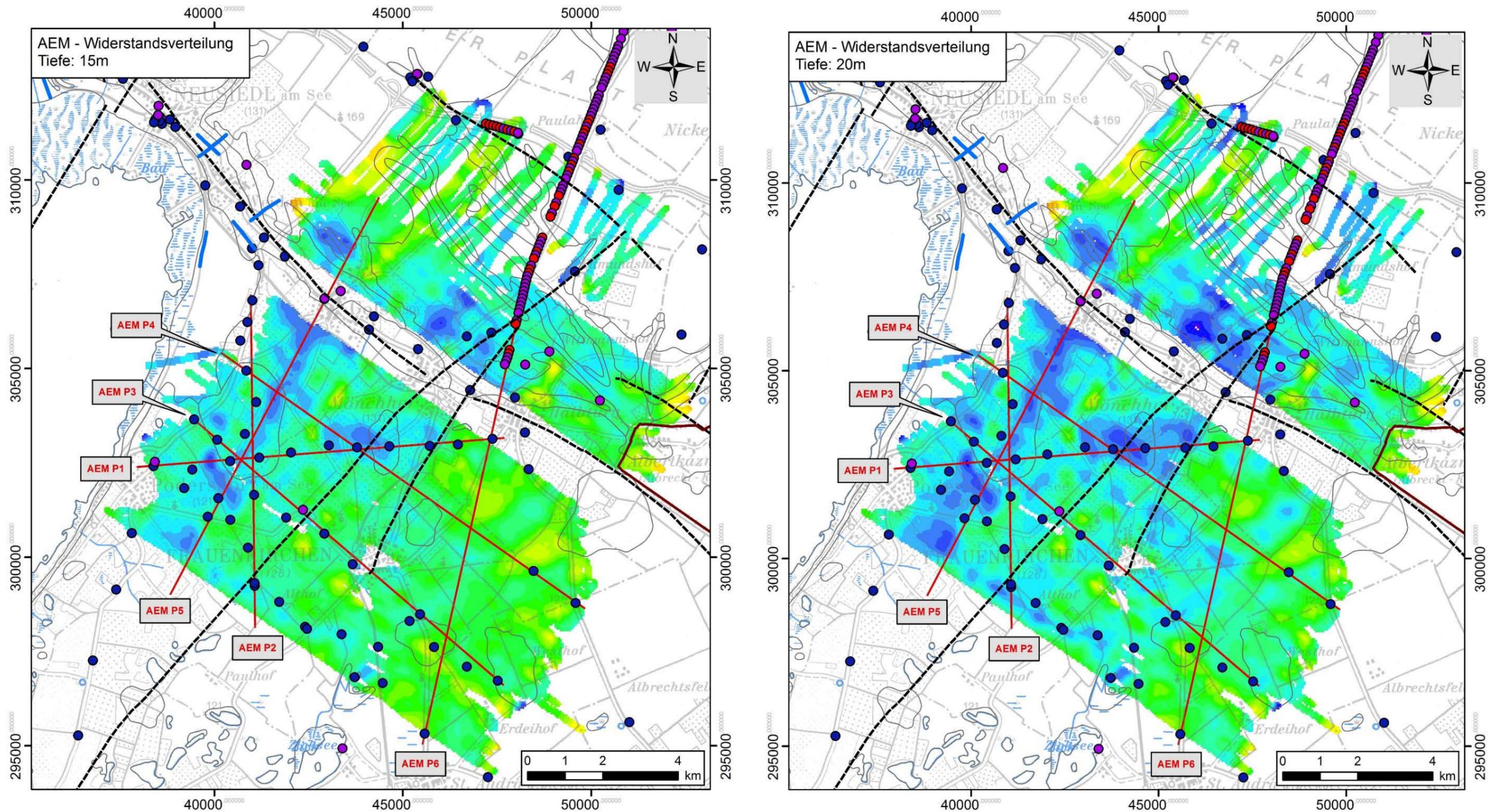
Um die Widerstandsverteilungen aus der AEM-Auswertung parallel zur Erdoberfläche mit den Vertikalschnitten vergleichen zu können, wurden dieselben Widerstandsklassen verwendet.

Als Basis für die geologisch/lithologische Interpretation der AEM Daten und für eine exakte Zuordnung und Interpretation der elektrischen Widerstandswerte zu geologisch/lithologischen Körpern werden die Ergebnisse der geoelektrischen Profile und die geologischen Informationen aus zahlreichen Aufschlussdaten herangezogen. Diese Schritte erfolgen in der Projektphase 2 (2014-2015), nach Durchführung zielgerichteter, geoelektrischer Messungen, Erhebung diverser geologischer und hydrogeologischer Unterlagen und Auswertung von Bohrprofilen.



Spec. el. Resistivity [Ωm]

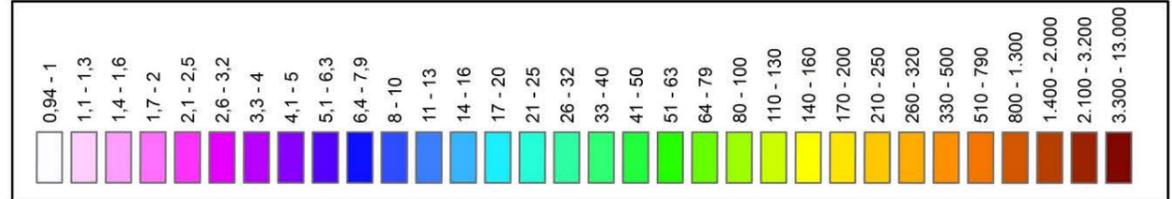
Abb. 2.3: Verteilung des elektrischen Widerstandes aus der AEM in den Tiefen von 5 und 10 Meter



AEM P2

- : Profilschnitt AEM
- : Geoelektrikprofil BA23
- ● ● : Bohraufschlüsse Tiefe > 50 Meter
- : Störung und geneigte Störung (vermutet)
- : Polygone geologischer Einheiten

Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000 Schnabel, W. (Koord.), 2002



Spec. el. Resistivity [Ωm]

Abb. 2.4: Verteilung des elektrischen Widerstandes aus der AEM in den Tiefen von 15 und 20 Meter

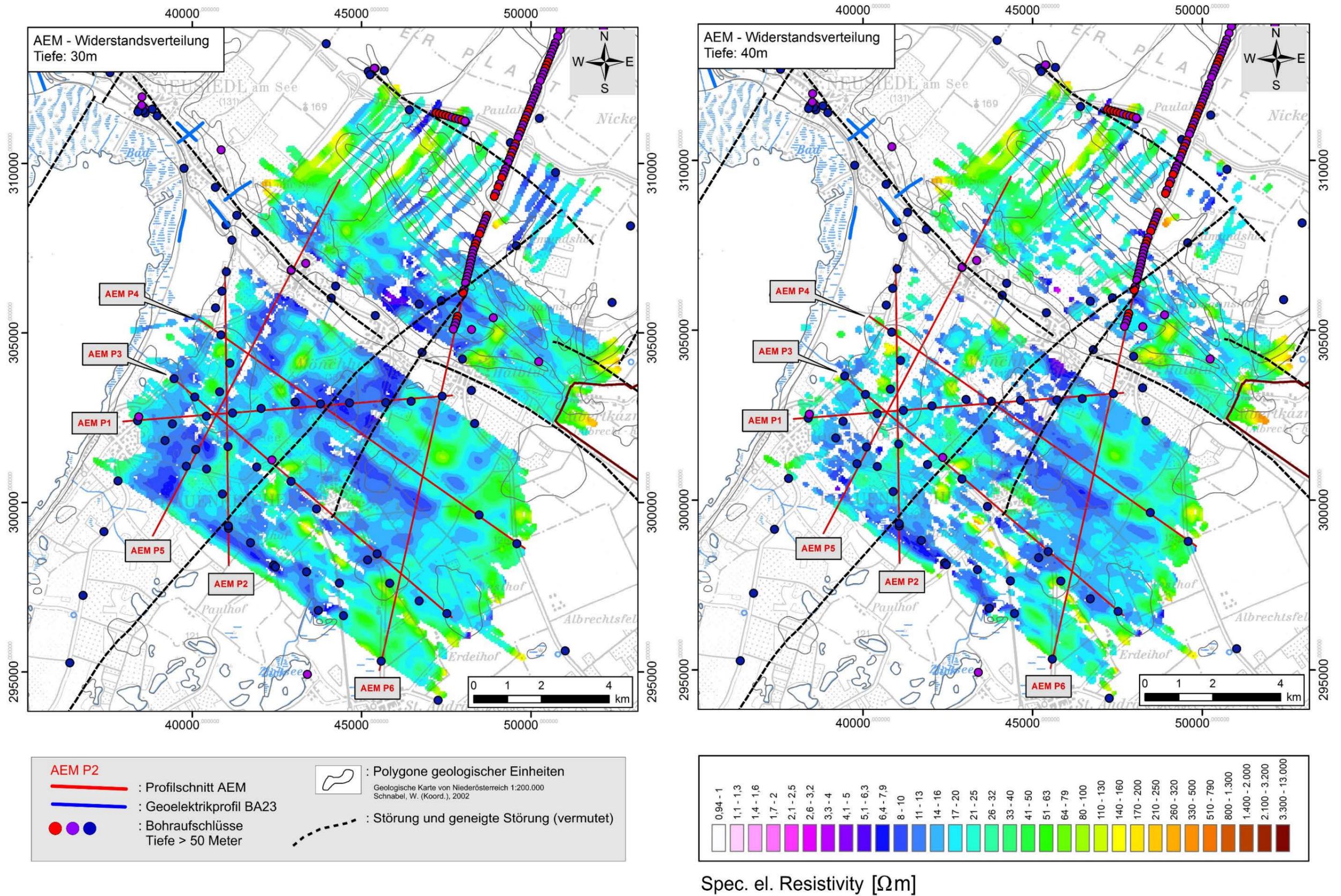
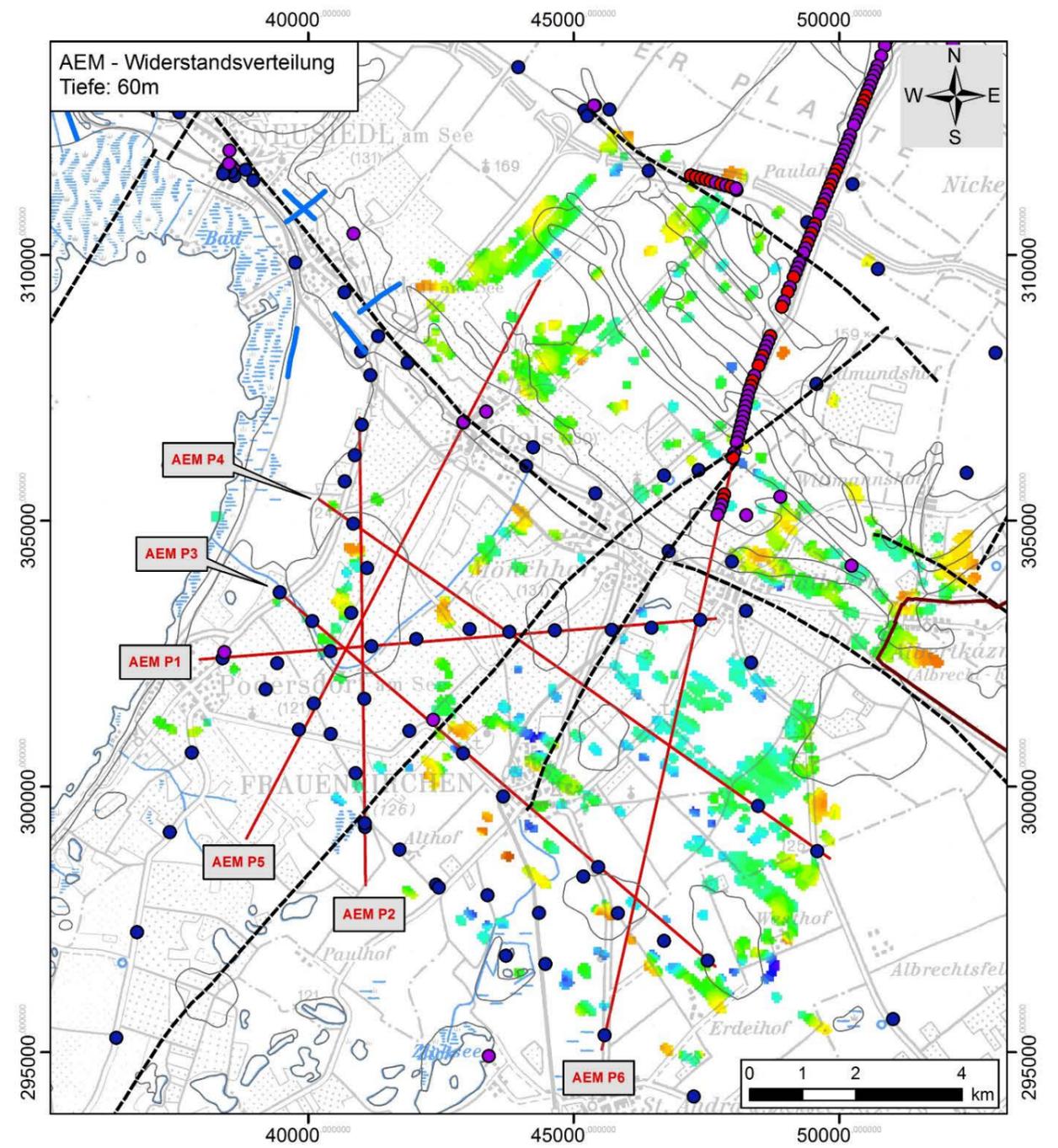
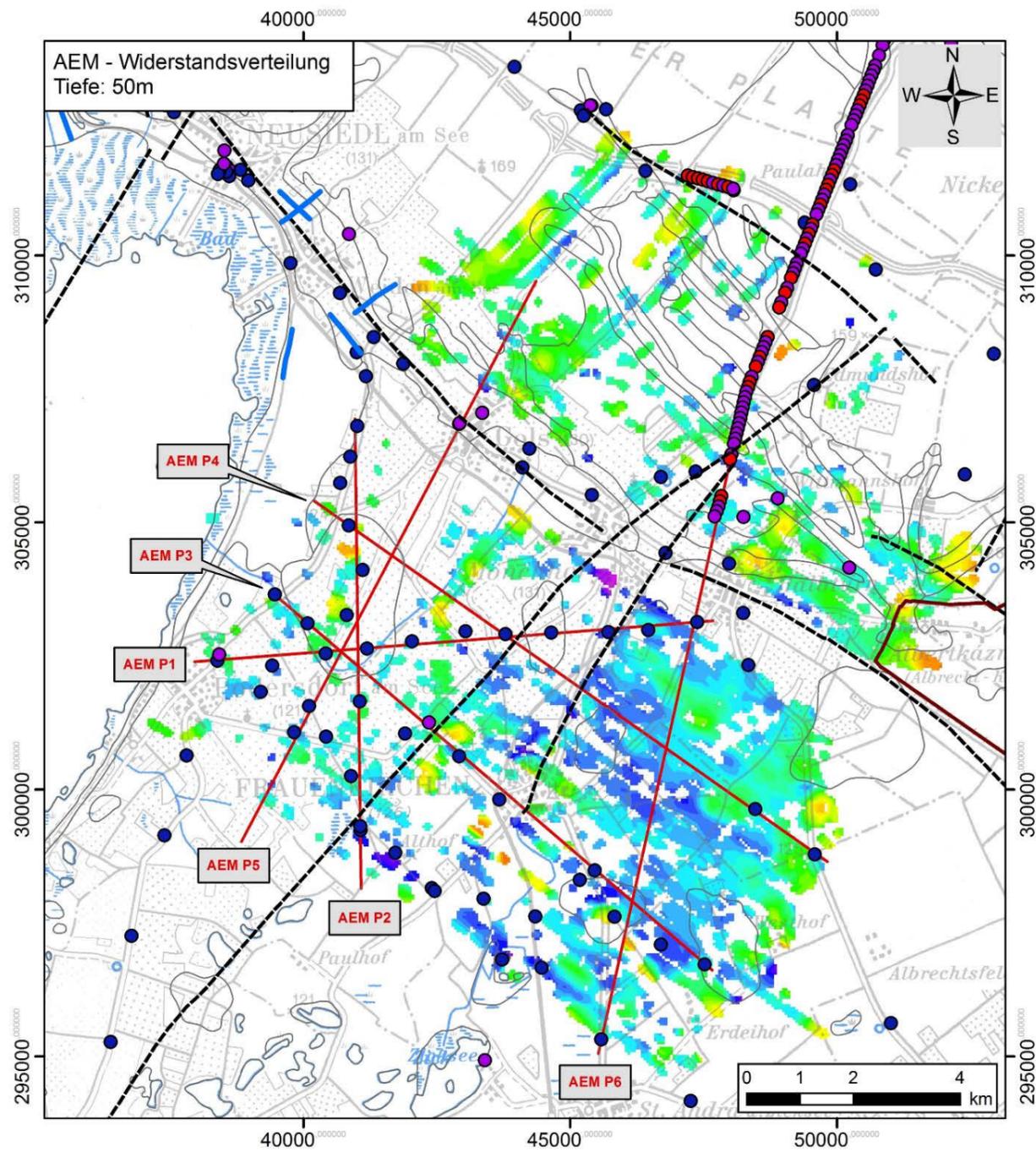


Abb. 2.5: Verteilung des elektrischen Widerstandes aus der AEM in den Tiefen von 30 und 40 Meter

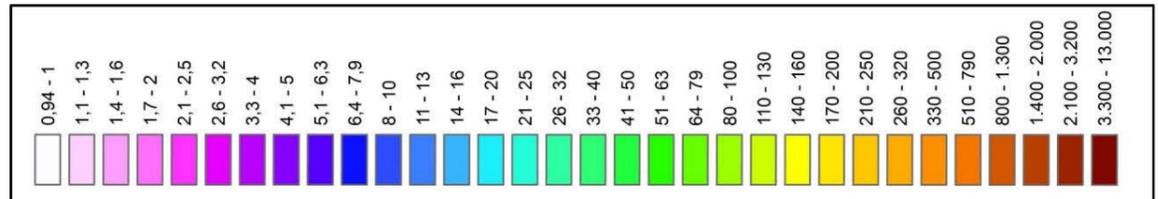


AEM P2

- : Profilschnitt AEM
- : Geoelektrikprofil BA23
- ● ● : Bohraufschlüsse Tiefe > 50 Meter

: Polygone geologischer Einheiten
Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000
 Schnabel, W. (Koord.), 2002

- - - : Störung und geneigte Störung (vermutet)



Spec. el. Resistivity [Ω m]

Abb. 2.6.: Verteilung des elektrischen Widerstandes aus der AEM in den Tiefen von 50 und 60 Meter

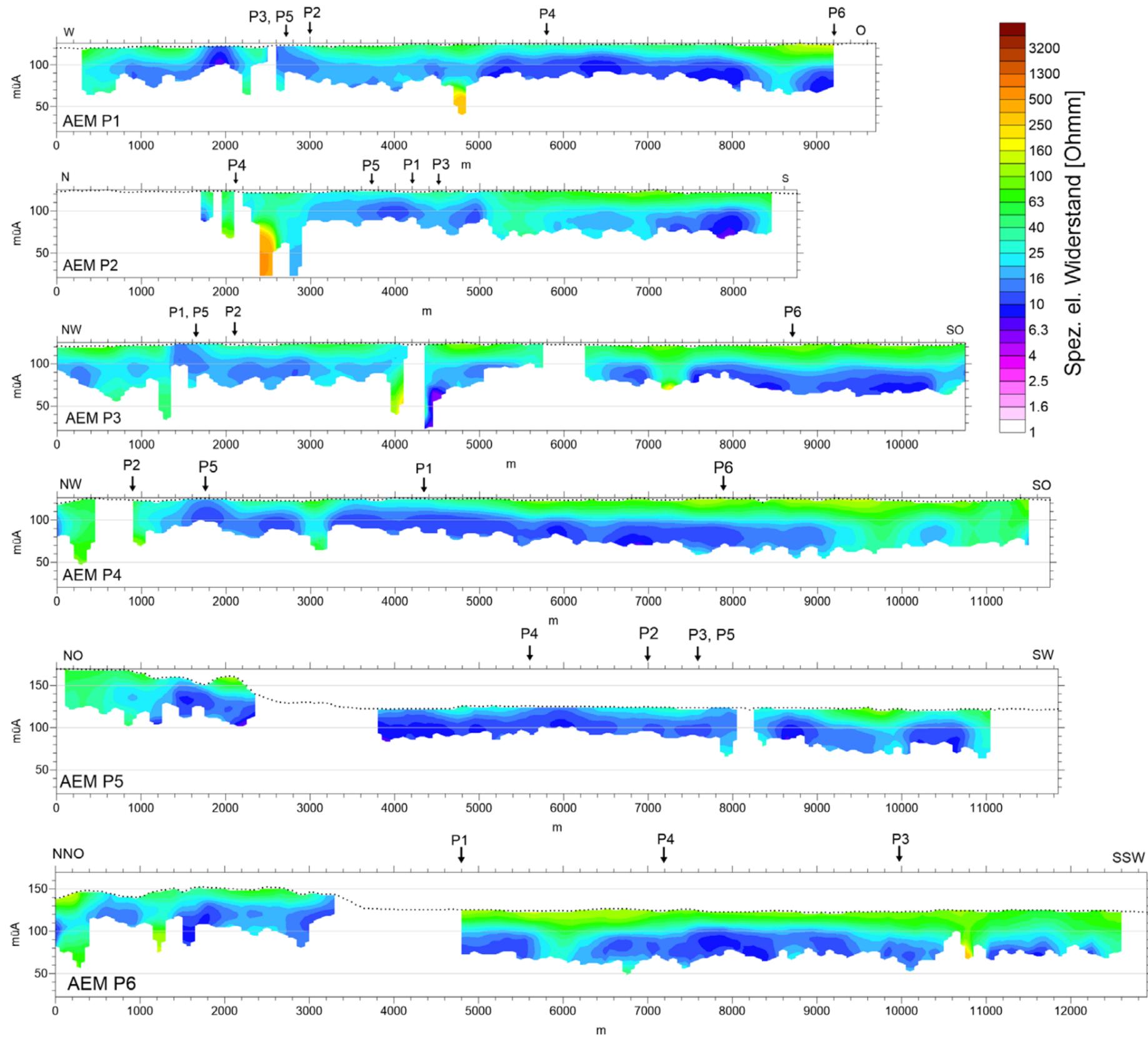
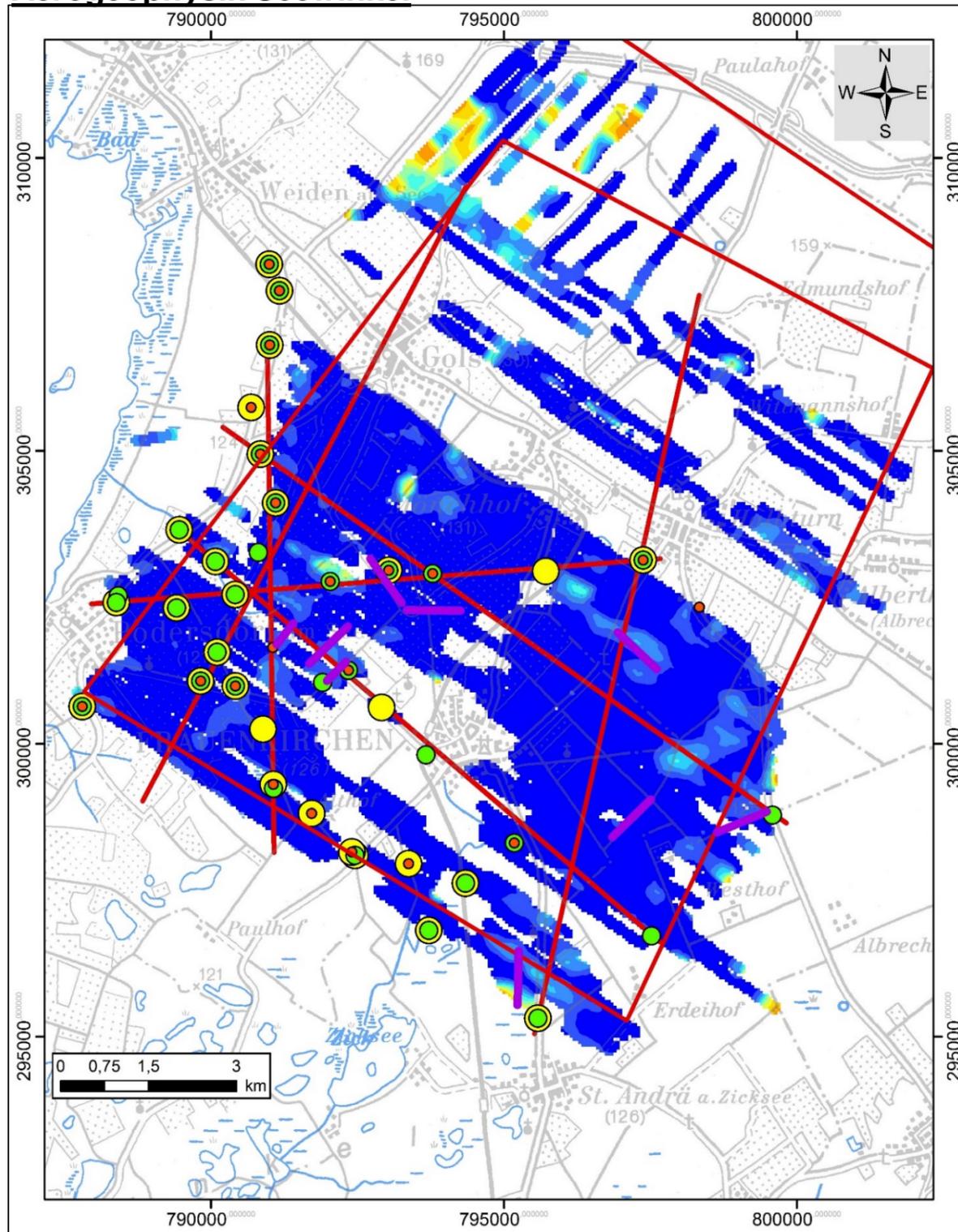


Abb. 2.7: Vertikalschnitte der Inversionsrechnung der AEM-Profile: Verteilung des elektrischen Widerstandes mit der Tiefe

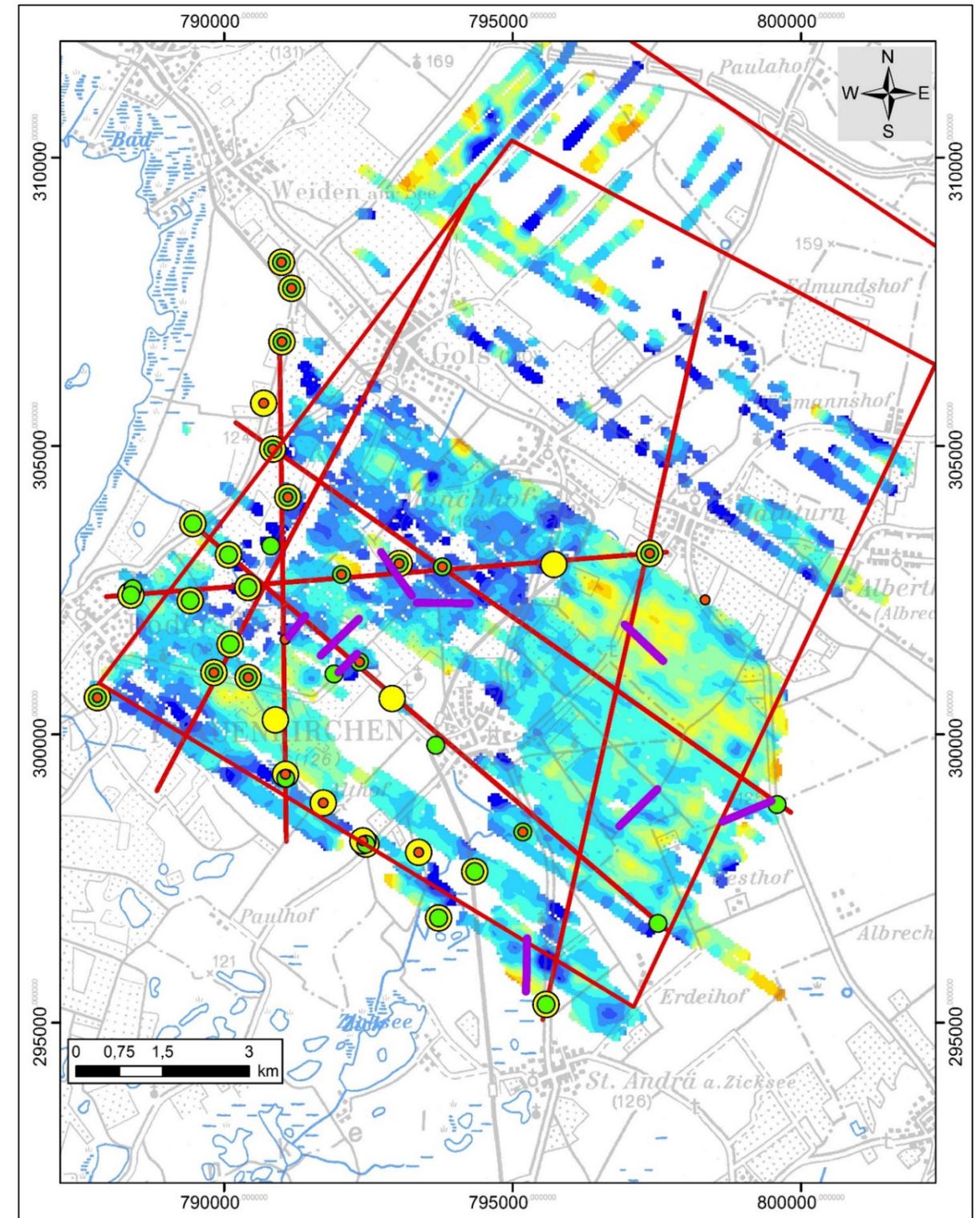
2.3 Neuinterpretation Aeroelektromagnetik

Die Ergebnisse der aeroelektromagnetischen Vermessung wurden einer Neuauswertung mit erhöhtem Skinfaktor unterzogen. Die Abb. 2.8. und 2.9 zeigen die Ergebnisse als einerseits flächige Darstellung von teufenspezifischer elektr. Widerstände in 30 bzw. 60 m Tiefe [Ohm-m] bzw. als Profilschnitte.

Aerogeophysik Seewinkel



Widerstandsverteilung aus der AEM in 30 Meter Tiefe



Widerstandsverteilung aus der AEM in 60 Meter Tiefe

Abbildung 2.8: Aerogeophysik – AEM Seewinkel

Legende

Sand-/Kiesvorkommen in Tiefen von:

- 30-50m
- 50-100m
- 100-150m
- Geoelektrik BA-23 Seewinkel 2015
- AEM Profilschnitte

AEM spez. Widerstand [Ωm]
7,6 - 22
23 - 28
29 - 35
36 - 42
43 - 49
50 - 56
57 - 65
66 - 76
77 - 95
96 - 170
180 - 280
290 - 370

Aerogeophysik Seewinkel – AEM Profilschnitte mit Bohrprofilen

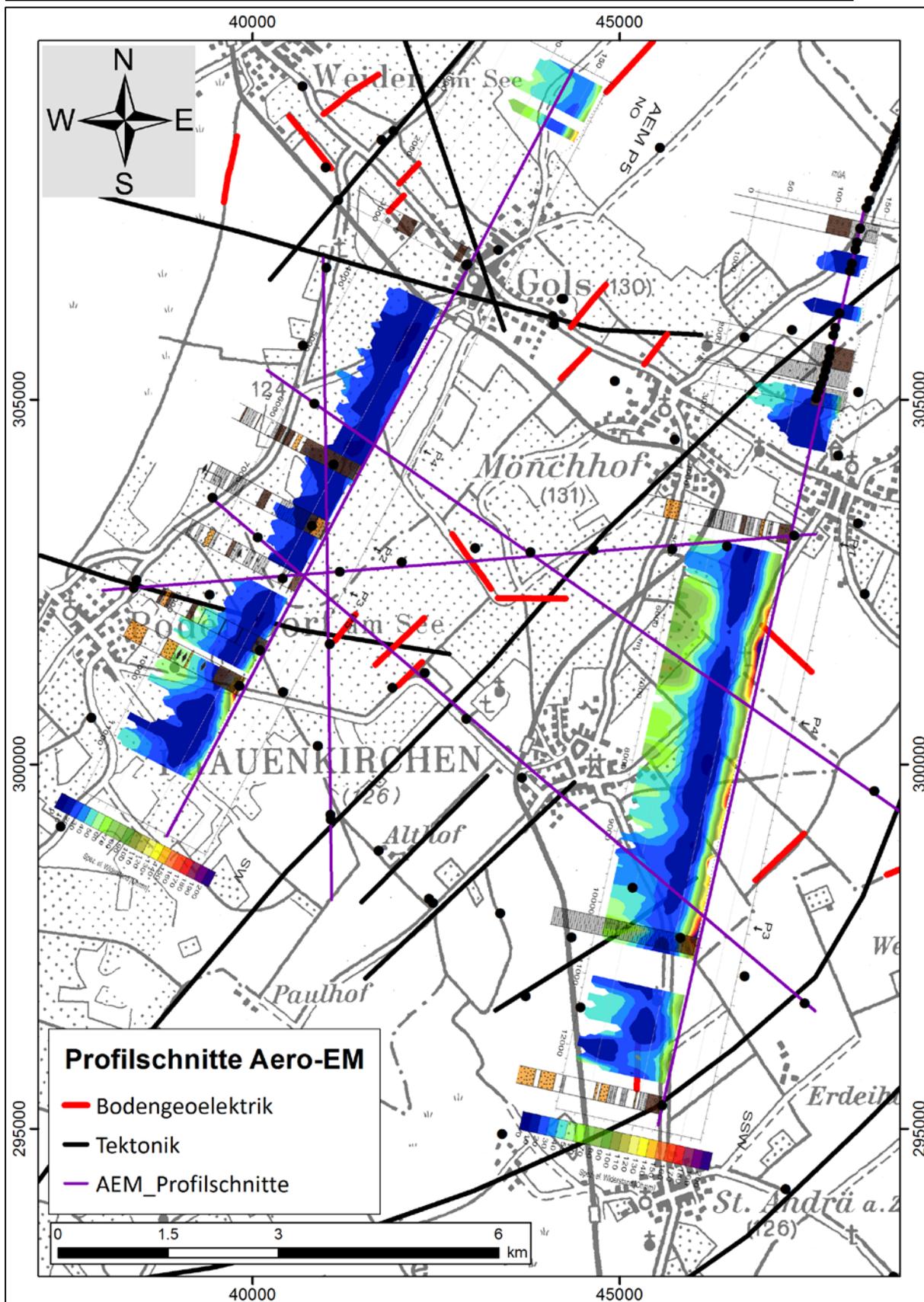


Abbildung 2.9: AEM Profilschnitte (Widerstandsverteilung mit der Tiefe) im Verschnitt mit Bohrprofilen

2.4 Überblick geoelektrische Vermessung

Die Tabelle 2.1 beschreibt die Details zu den geoelektrischen Profilen.

Seewinkel	Elektrodenabstand [m]	Profillänge[m]	Messrichtung
Seewinkel P7	10	920	SW-NE

Tab. 2.1: Spezifikation DC-Profil, Messgebiet Seewinkel

Die Lage der Profile zeigt Abb. 2.10. Neben dem in diesem Bericht P7 beschriebenen geoelektrischen Profil, sind auch die im weiteren Projektjahr 2015 gemessenen Profile eingetragen. Die Ergebnisse werden im nächsten Projektberichtsyear präsentiert. Abb. 2.11 zeigt das Ergebnis von Geoelektrikprofil Seewinkel P7.

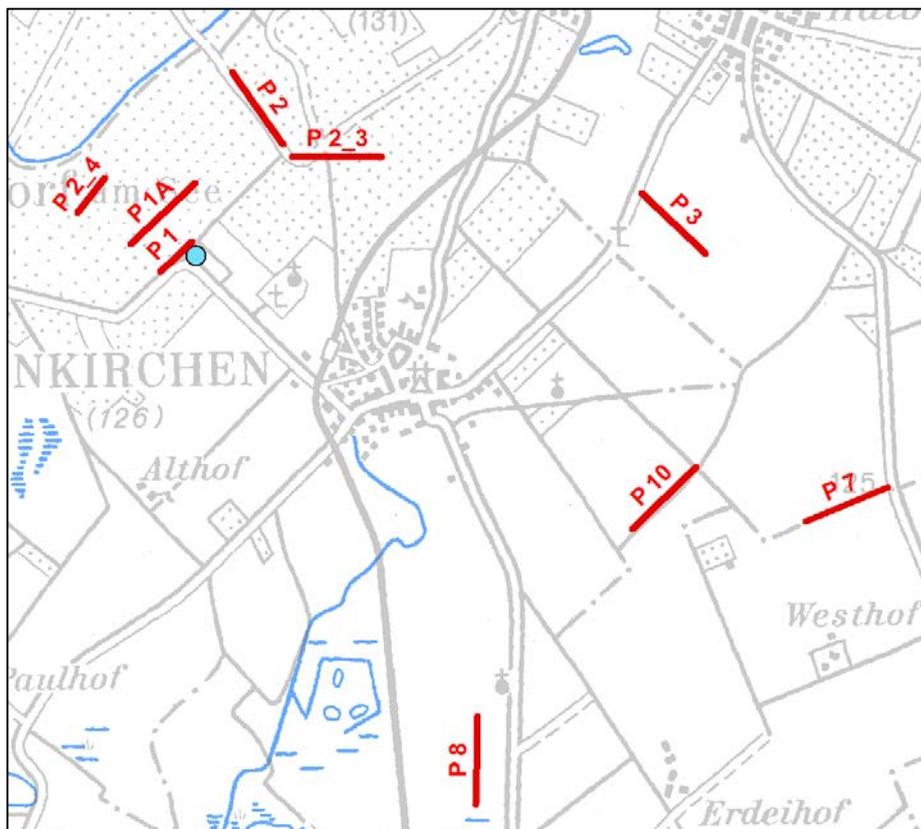


Abb. 2.10: Lage der geoelektrischen Profile Seewinkel 2015

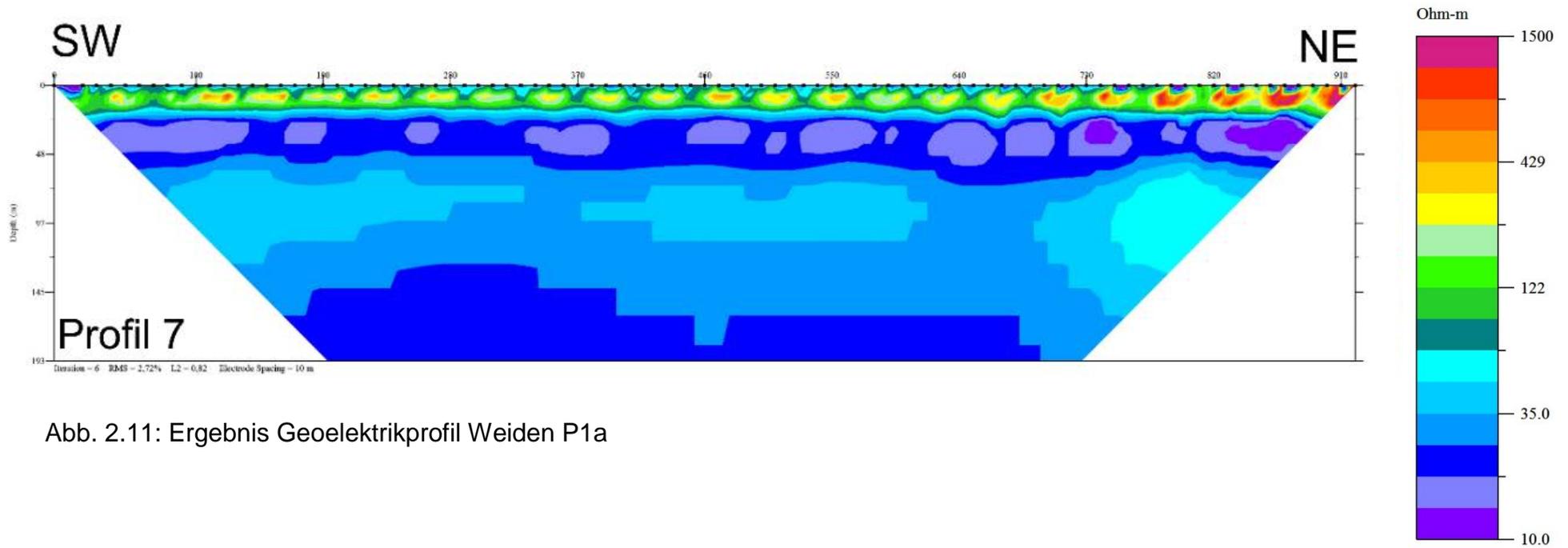


Abb. 2.11: Ergebnis Geoelektrikprofil Weiden P1a

2.5 Literatur/weiterführende Literatur

- Ahl, A., Bieber, G., Motschka, K., Römer, A., Slapansky, P., Supper, R. (2012):
Aerogeophysikalische Vermessung im Bereich Leithagebirge (Bgl.). - Unveröff.
Bericht ÜLG-20/28/35/2010B & 2011 A, 150 S., 84 Abb., 13 Tab., Geologische
Bundesanstalt; Wien.
- Bieber, G. & Römer, A. (2009): Geoelektrische Messungen zur Untersuchung der
hydrogeologischen Situation in Oggau (Bgl.).- Unpubl. Bericht, 14 S., Geologische
Bundesanstalt; Wien.
- Brix, F. & Pascher, G. A. (Bearb.) (1994): Geologische Karte der Republik Österreich
1:50.000: Blatt 77 Eisenstadt, Geologische Bundesanstalt; Wien.
- Brügemann, H.: Abgrenzung geeigneter Kiesabbaugebiete im Bereich der Parndorfer Platte
Rohstoffversorgung Ostautobahn). – Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-
Rohstoffprojekt B-A-015/89, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv Nr. A 07204-R, 6 Bl., 1
Anh., 2 Beil., Wien, 1989.
- Boroviczeny, F., Deák, J., Liebe, P., , H., Neppel, F., Papesch, W., Pinczés, J., Rajner, V.,
Rank, D., Reitinger, J., Schmalfuss, R. & Takáts, T. (1992): Wasserhaushaltsstudie für
den Neusiedlersee mit Hilfe der Geophysik und Geochemie 1980-1990. -
Forschungsbericht 16, 214 S., (Institut für Hydraulik, Gewässerkunde &
Wasserwirtschaft der TU Wien) Wien.
- Erhart-Schipppek, Mascha & Partner, (1999): Grundwasserverhältnisse im Nördl. Bgl. und
NÖ. -Unpubl. Ber. f. d. BMLF, Amt d. Bgl. LR, Amt d. NÖ LR, 112 S., Mödling.
- Fuchs, W., Herrmann, P. & Grill, R. (1985): Geologische Karte der Republik Österreich
1:50.000, Blatt 79 Neusiedl am See – 80 Ungarisch Altenburg – 109 Pamhagen.- Geol.
B.-A., Wien.
- Haas, P., Haidinger, G., Mahler, H., Reitinger, J. (1987): Geohydrologie Wulkatal Raum
Schützen am Gebirge. Beitrag der Technischen Universität Wien zum
Forschungsprojekt „Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee“ im Rahmen des
Forschungsprogrammes „Hydrologie Österreichs“, Forschungsbericht 10, 32 S., Institut
für Hydraulik, TU-Wien.
- Haas, P. et al. (1992): Grundwasserhaushalt Seewinkel. – Forsch.Ber. 14, Inst. f. Hydraulik,
Gewässerkunde & Wasserwirtschaft, TU Wien, 62 S., Wien.
- Häusler, H. (2007): Erläuterungen zu den Blättern 79 Neusiedl am See 80 Ungarisch-
Altenberg 109 Pamhagen. Geol.-B.A., 88 S., Wien.
- Herrmann, P., Pascher, G. A. & Pistotnik, J. (1993): Geologische Karte der Republik
Österreich 1:50.000, 78 Rust, Geologische Bundesanstalt; Wien.

- Hölting, B. (1989): Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. – Ferdinand Enke, Stuttgart.
- Hölting, B. (1996): Hydrogeologie – Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. – Buch, 5. Auflage, 439 S., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1996
- Mairhofer, J. (1967): Die Bestimmung der Fließrichtung in einem einzigen Bohrloch mittels radioaktiver Isotope. – Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, 1966/67, 69–78, 7 Abb., Graz
- Pascher, G., Herrmann, P., Mandl, G. W., Matura, A., Nowotny, A., Pahr, A. & Schnabel, W. (1999): Geologische Karte des Burgenlandes 1 : 200 000.- Geologische Bundesanstalt; Wien.
- Pascher, G., Herrmann, P., Mandl, G. W., Matura, A., Nowotny, A., Pahr, A. &. (1999): Geologische Karte des Burgenlandes 1 : 200 000.- Geologische Bundesanstalt; Wien.
- Posch –Trözmüller G. & Peresson M., (2014): Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probenahme an burgenländischen Bauvorhaben mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen.- Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt BC 27/2011-2013, Jahresbericht 2013, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 145 Bl., 121 Abb., 8 Tab.,Wien, 2014.
- Rezabek, H.R. (1990): Grundwasserwirtschaft Seewinkel. – Gruppe Wasser, Wien.
- Kollmann et al., (2006): BA18 Geohydrologie der Parndorfer Platte - Jahresendbericht für die Phase 1:März bis Dez. 2005, Wien.
- Kollmann et al., (2007): BA18 Geohydrologie der Parndorfer Platte (Pama) - Jahresbericht für die Phase 2: 2006, Wien.
- Kollmann et al., (2008): *Hydrogeologie Pama – Kittsee*
- Kollmann et al., (2008): BA18 Geohydrologie der Parndorfer Platte (Mitte) - Bericht für die Phase 3: Aug. 2007 bis Nov. 2008, Wien.
- Kollmann et al. (2009): Karstwasser im Burgenland
- Kollmann et al., (2010): BA18 Geohydrologie der Parndorfer Platte (West) - Bericht für die Phase 4: Dez. 2008 bis Apr. 2010, Wien.
- Kollmann et al., (2011): BA18 Geohydrologie der Parndorfer Platte (Süd) - Bericht für die Phase 5: Apr. 2010 bis Dez. 2010, Wien.
- Letouzè-Zezula, G., Lipiarski, P., Reitner, H. & Shadlau, S.: Rohstoffgeologische Detailerkundung Parndorfer Platte. – Unveröff. Bericht, Bund/Bundesländer-

Rohstoffprojekt B-A-011/98-99, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 23 Bl., 5 Abb., 9 Beil., Wien, 2001.

Schnabel, W., Fuchs, G., Matura, A., Roetzel, R., Scharbert, S., Krenmayr, H.G., Egger, H., Bryda, G., Mandl, G.W., Nowotny, A., Schnabel, W. (Koordinator) (2002): Geologische Karte 1:200.000 Niederösterreich.- Geologische Bundesanstalt; Wien.

Schubert et al., (2013): BA20 Endbericht – Karstwasser im Burgenland, unveröffentl. Bericht, Geologische Bundesanstalt, Wien.

Tauber, A.F. (1959a): Geologische Stratigraphie und Geschichte des Neusiedlerseegebietes. - Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland, 23, 18-24, Eisenstadt.

Tauber, A.F. (1959b): Hydrogeologie und Hydrochemie der Parndorfer Heideplatte. - Burgenländische Heimatblätter, 23, 4, 188-194, Eisenstadt.

Tauber, A.F. (1959c): Grundzüge der Tektonik des Neusiedlerseegebietes. - Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland, 23, 26-31, Eisenstadt.

Tollmann, A. (1985): Geologie von Österreich, Band 2. Außerzentralalpiner Anteil. - 710 S., Wien.

Turc, L. (1961): Évaluation des besoins en eau irrigation, l'évapotranspiration potentielle. Ann. Agron.Paris, 12, 13-49.

Woldron R., (1991): Hydrogeologische Kartierung im Raum Neusiedl-Jois-Bruck-Parndorf; Diplomarbeit zu Erlangung des Magistergrades, Universität Wien.

3 Wimpassing (Bgl.)

3.1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die im Rahmen einer Kooperation mit den Projekten BC032 (BC-032 „HYDROGEOLOGIE im Übergang NW Abdachung LEITHAGEBIRGE / WIENER BECKEN) und dem Projekt ÜLG28/20 (siehe Endbericht AHL, et. al., 2012) bzw. dem Projekt ÜLG35 werden die ersten Ergebnisse der boden- und aerogeophysikalischen Ergebnisse und deren Interpretation dargestellt.

3.2 Beschreibung der geologisch/hydrologischen Verhältnisse

Leithagebirge

Für das Verständnis der hydrogeologischen Verhältnisse des Projektgebietes ist die Einbindung des Gebietes in den größeren geologischen Rahmen und seiner erdgeschichtlichen Entwicklung kurz darzustellen.

Der Bergrücken des Leithagebirges bildet in seinem Kern einen Aufbruch von Kristallingesteinen der Ostalpen wie sie im Gebiet Bucklige Welt – Wechsel – Semmering auftreten. Diese vom Gebirgskörper der Alpen isolierte Position ergab sich durch die Entwicklung des Wiener Beckens und seiner Randbuchten in der jüngeren Erdgeschichte. Das Wiener Becken ist ein tektonisches Einbruchsgebiet, das sich vor 17 bis 7 Mio. Jahren *auf* dem Alpenkörper absenkte. Entsprechend liegen geologische Einheiten wie die Nördlichen Kalkalpen im Beckenuntergrund in einer Tiefe von bis zu 5000 Metern. Das Leithagebirge und seine Fortsetzungen im Untergrund nach Nordost bzw. Südwest bilden den östlichen Rand dieses Beckens.

Während der Zeit der Absenkung und Verfüllung der Beckengebiete im NW und SE mit Sedimenten bildete das Leithagebirge meist eine Insel oder besser eine Gruppe von Inseln (Archipel), die den Meeresspiegel nur wenig überragten. Festländische Bereiche lagen vermutlich im Südosten und Süden. Entsprechend lagerten sich am Leithagebirge die für Küstengebiete typischen Sedimente ab. Dazu zählen Kiese und Sande sowie Kalksteine, wofür das Leithagebirge auch namensgebend wurde — die Leithakalke.

Aus dieser Entwicklung ergibt sich der prinzipielle geologische Aufbau des Leithagebirges und seiner Umgebung: an der Basis liegen kristalline Einheiten der Ostalpen / Karpaten, die von Sedimenten (basale Gerölle, Kalk, Kalksande, Schluff und Ton) des Neogen bedeckt sind. Darüber liegen noch — lokal verbreitet — vergleichsweise geringmächtige Schotter / Kiese des Quartär.

Das Untersuchungsgebiet und dessen Umgebung am Leithagebirge werden von den ältesten bis zu den jüngsten auftretenden Einheiten hin wie folgt aufgebaut:

Paläozoisches Kristallin

Den Kern des Gebirges bilden paläozoischen Glimmerschiefer, Paragneise und (Quarz-) Phyllite, welche auch zum Teil granat- und amphibolführend sein können. Eingeschalten können auch Lagen von Amphibolit und Orthogneis (Granitgneis) auftreten. Über den Glimmerschiefern können bis zu mehrere Meter mächtige Verwitterungshorizonte auftreten (HÄUSLER, et al., 2010).

Autochtones Mesozoikum

Auf dem Kristallin liegen noch isolierte Bereiche autochthoner mesozoischer Bedeckung, wie Quarzite und Dolomite. Gemeinsam mit dem unterlagernden Kristallin werden sie innerhalb des Ostalpins den Unterostalpinen Einheiten zugeordnet. Im Untersuchungsgebiet findet man Reste dieser Bedeckung als Quarzite im nordöstlichen Bereich des Esterhazy'schen Tiergartens, an der Grenze der Gemeinden Schützen a. G. und Donnerskirchen.

Miozäne Sedimente – Baden (ehem. Torton), Sarmat, Pannon

Im Zeitraum des Neogens sinkt das Mattersburg-Eisenstädter Becken ein, das Leithagebirge ragt inselartig aus dem von Osten her migrierenden Restmeer, der Paratethys. Transgressiv lagern sich, im Untersuchungsgebiet mit der zentralen Paratethys-Stufe des Badens beginnend bis ins Pannon, miozäne Sedimente auf der kristallinen Basis des Leithagebirges ab. Vorwiegend treten diese Ablagerungen in Form von Kalksandsteinen und detritären Kalken, dem sogenannten „Leithakalk“, auf. Beeinflusst von der Landnähe und des sich ändernden Wasserspiegels aufgrund tektonischer Aktivität, sind sandige Horizonte sowie mergelige Lagen zu finden (SCHMID, 1968), (TOLLMANN, 1955), (BOROVICZÉNY, et al., 1990). Die Unterscheidung der miozänen Sedimente und die damit verbundene Abgrenzung der Sedimentationsstufen zueinander erfolgten auf Grund makro- und mikropaläontologischer Untersuchungen.

Quartäre Bedeckung

Stellenweise finden sich als quartäre Bedeckung im Untersuchungsgebiet noch Reste von eiszeitlichem Löss und umgelagerten Mergel. Mehrere Meter mächtige quartäre Lehme und Schotter finden sich im Bereich der Wulka und der Leitha. Einzigartig im gesamten Gebiet des Leithagebirges sind die Ablagerungen des „Mitterriegel Schuttkomplexes“ im Bereich NE des Tiergartens, welche als Hangschuttkomplexe aus Verwitterungsmaterial ins Pleistozän gestellt wurden.

Die Grundlage zur Geologie im Untersuchungsgebiet bildet neben älterer Literatur, das Kartenblatt GK50 mit der Blattnummer 77 „Eisenstadt“ (BRIX & PASCHER, 1994) mit den dazugehörigen Erläuterungen (HÄUSLER, et al., 2010), siehe Abb. 3.2 und 3.3.

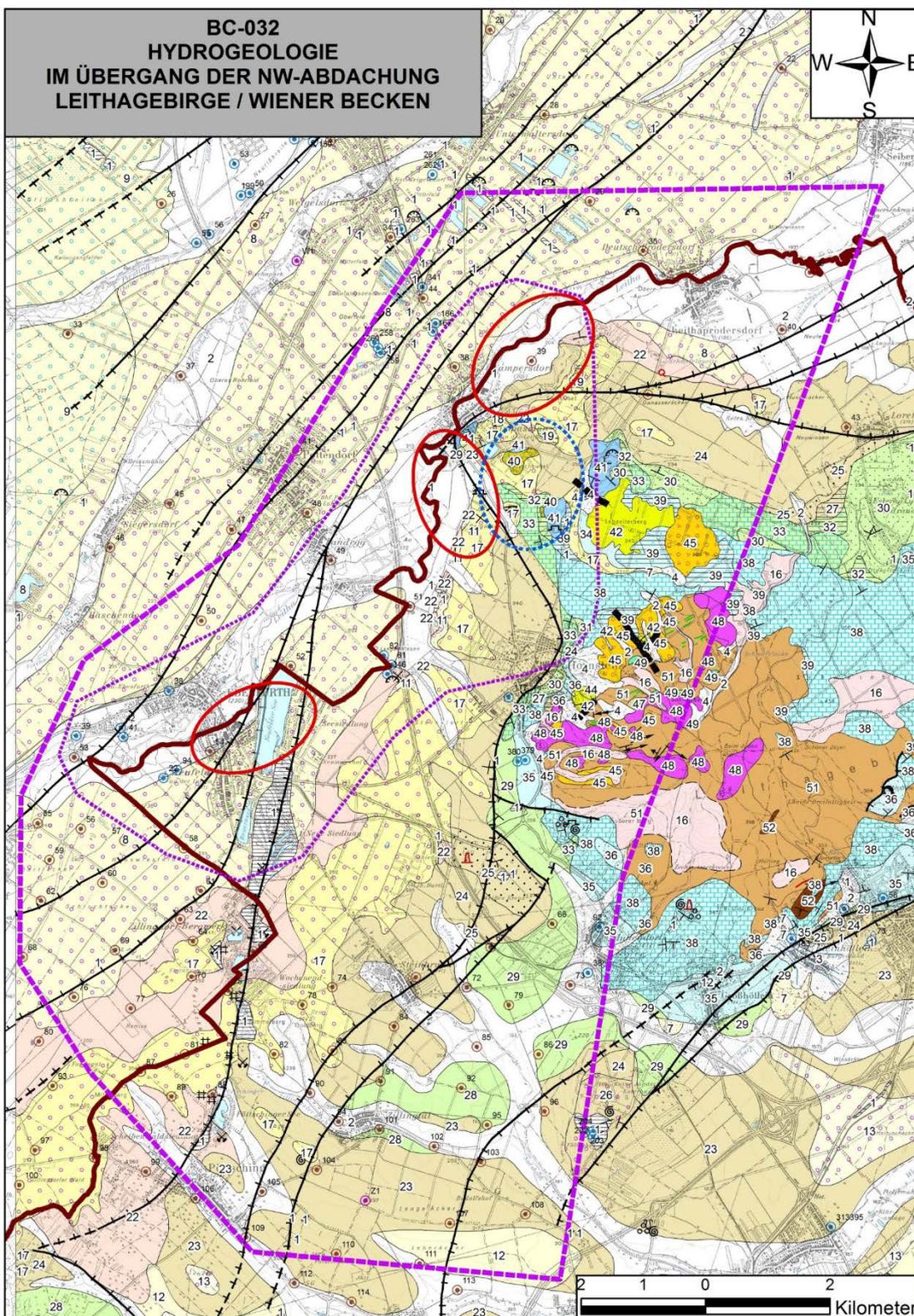


Abb. 3.1: Ausschnitt aus der Geologischen Karten 1:50.000 (GK50) Blatt 77 Eisenstadt (BRIX & PASCHER, 1994) für das Bearbeitungsgebiet Wimpassing a. d. Leitha bis Neufeld a. d. Leitha. Das weitere Untersuchungsgebiet ist mit einer violetten, markant strichlierten Linie umgrenzt. Das engere Untersuchungsgebiet wird von einer violetten, fein strichlierten Linie umschlossen. Die einzelnen Detailgebiete sind durch rote, bzw. blaue Ellipsen gekennzeichnet.

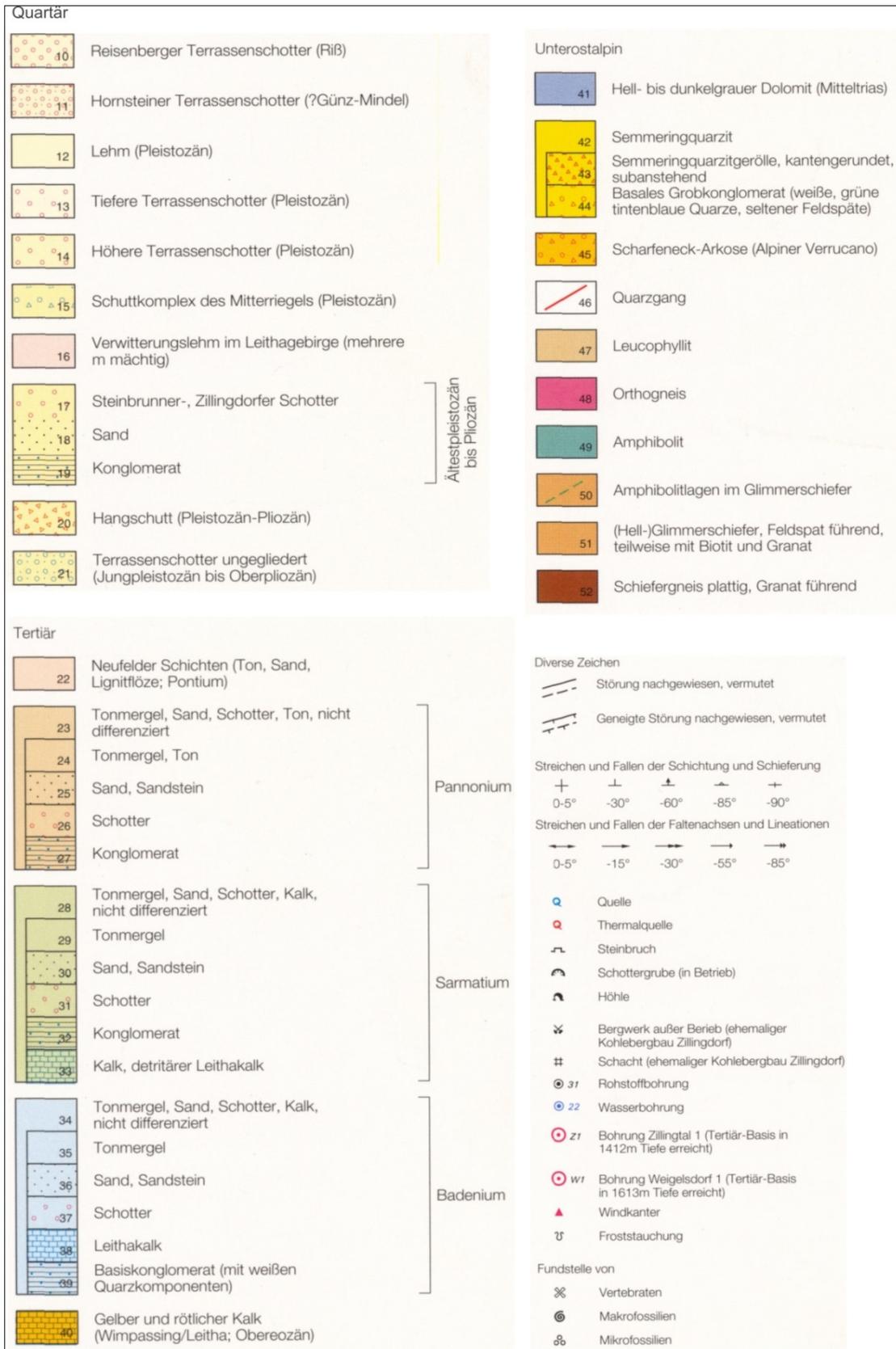


Abbildung 3.2: Legende zur GK50 Blatt 77 Eisenstadt (BRIX & PASCHER, 1994)

Wassers kann sowohl von außerhalb des Karstgebietes gelegenen Geländeabschnitten als auch durch im Karst gebildete Oberflächengewässer erfolgen, weiters durch Infiltration des Niederschlagswassers über eine Bodenzone. Die in den verkarsteten Untergrund, auf welche Art auch immer, eindringende Wässer bilden schließlich das Klüfte auffüllende Karstwasserreservoir in der gesättigten Zone.

Wasserführende verkarstete Gesteine können auch unter wasserstauenden bzw. wasserundurchlässigen Gesteinen (wie z.B. von Beckenfüllungen) und oft in großer Tiefe bis weit über die Grenzen der zugehörigen Karst-Infiltrationsgebiete hinausreichen, in denen die Einzugsgebiete derartiger Tiefenkarstwässer liegen. Diese werden nun im Vorland des Leithagebirges, zwischen Wimpassing a. d. Leitha und Neufeld a. d. Leitha, mit geophysikalischen Methoden (Aerogeophysik, Geoelektrik), erkundet.

3.3 AEM Auswertung und Interpretation Leithagebirge 2010

Die aerogeophysikalische Befliegung erfolgte in Form paralleler Fluglinien mit einem geplanten Sollabstand von 200 Metern. Dabei wurden im Jahr 2010 und 2011 2500 Line-Kilometer befliegen. Die Auswertung für das Gesamtgebiet des Leithagebirges erfolgte im Rahmen des VLG (Vollzug des Lagerstättengesetzes) durch das Projekt: „Aerogeophysikalische Vermessung im Bereich Leithagebirge (Bgld)“ (siehe (AHL, et al., 2012)). Basierend auf diesen Daten, wurden die weiterführenden aerogeophysikalischen Auswertungen im gegenständlichen Projekt, „Hydrogeologie im Übergang der NW-Abdachung Leithagebirge / Wiener Becken“, durchgeführt.

In der Darstellung der Messergebnisse aus der Aerogeophysik wurden die Einzelparameter folgender Messmethoden ausgewertet (Tab. 3.1).

Methode	Messparameter	Auswertung / Darstellung
Elektromagnetische Widerstandskartierung (Elektromagnetik) -AEM-	Elektromagnetisches Feld	Darstellung des elektrischen Widerstandes entweder in Schnitten parallel zur Erdoberfläche, Schnitten horizontal entlang von Höhenlinien (konstante Seehöhe) oder in beliebigen Vertikalschnitten (Profilschnitte).
Radiometrische Kartierung (Gammastrahlenspektroskopie)	Geogene Gammastrahlung	Gehalt von: Kalium, Thorium

Tab. 3.1: Spezifikation aerogeophysikalischer Vermessungen Projekt BA20 / Phase 5

In den Kapiteln der einzelnen Untersuchungsgebiete wird, wenn es für die Fragestellung relevant ist, auf die jeweiligen Detailergebnisse der Aerogeophysik näher eingegangen. Die

nachfolgenden Beschreibungen der Parameter AEM und Radiometrie für das gesamte Untersuchungsgebiet sind dem Bericht (AHL, et al., 2012) entnommen.

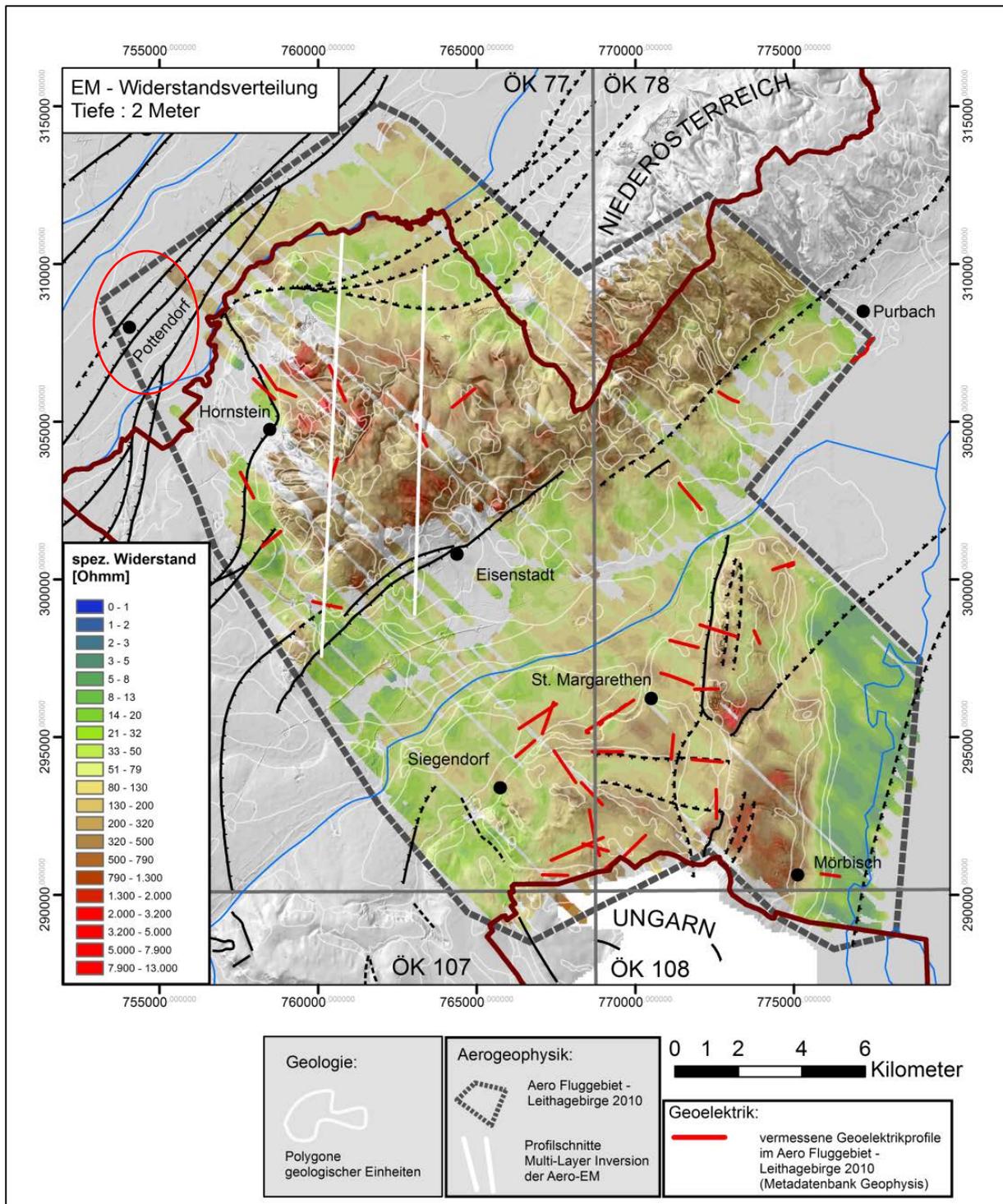


Abb. 3.3: Lage des Aerogeophysikalischen Fluggebietes Leithagebirge 2010 und Verteilung des elektrischen Widerstands in der Tiefe von 2 Meter. Die rote Ellipse kennzeichnet das Untersuchungsgebiet Wimpassing a. d. Leitha bis Neufeld a. d. Leitha

AEM Interpretation

Durch die Zuordnung des elektrischen Widerstandes aus der AEM zu geologisch-lithologischen Körpern wird die räumliche Interpretation für hydrogeologische Fragestellungen verfeinert.

Die Interpretation der geophysikalischen Messungen basiert auf den geologischen Karten der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 78 Rust (HERRMANN, PASCHER, & PISTOTNIK, 1993), Blatt 77 Eisenstadt (BRIX & PASCHER, 1994) und auf der geologischen Karte des Burgenlandes 1:200.000 (PASCHER, HERRMANN, MANDL, & MATURA, 1999) unter Berücksichtigung ausgewählter Bohrungen aus dem Bohrarchiv der Fachabteilung Hydrogeologie der Geologischen Bundesanstalt.

Das Gebiet mit dem zentralen Element des Leithagebirges als Grundgebirgsauftragung, dem auflagerndem Permo-Mesozoikum und der neogenen Sedimentation ist durch eine gesteins- und faziesbedingte, daher heterogene Verteilung der elektrischen Widerstände charakterisiert.

Festgesteine der Grundgebirgsauftragung (Sonnenberg, Lebzelterberg, Grundgebirgssporn südöstlich von Au am Leithagebirge in südwestliche Richtung verlaufend) und der Leithakalk (SW von Stotzing) treten als hochohmige Widerstandsareale hervor. Hülschiefer und Grobgneseinit (UO) am Sonnenberg weisen Widerstandswerte von 300 bis 600 Ωm auf. Deutlich höhere Widerstandswerte von 500 bis 1000 Ωm charakterisieren das auflagernde Permo-Mesozoikum (Semmeringquarzit, Alpiner Verrucano) am Lebzelterberg. Das Badenium an der Nordabdachung des Leithagebirges, zwischen Hornstein und Stotzing, wird im Hangenden von einheitlichen Widerstandswerten, die von 400 bis 600 Ωm reichen, aufgebaut und werden entsprechend der geologischen Kartierung als Leithakalk angesprochen.

Diese weitverbreitete hochohmige Leithakalkfazies des Badeniums (Nordabdachung des Leithagebirges) wird in bestimmten Abschnitten mit zunehmender Tiefe (40 - 60 Meter ab GOK) von ausgeprägten, niederohmigen ($< 50 \Omega\text{m}$) Widerstandsstrukturen abgelöst. Lokal bleiben hochohmige Bereiche bis in Tiefen von 60 Metern bestehen (SW Stotzing, W Buchenkogel). Es ist anzunehmen, dass diese lateralen und vertikalen Widerstandsunterschiede auf unterschiedlich ausgebildete Faziesbereiche im Badenium zurückzuführen sind. Hochohmige Bereiche, insbesondere im Hangenden, werden dem Leithakalk, niederohmige Bereiche feinklastischen Serien (Feinsand, Schluff, Ton) zugeordnet. Gleiches gilt für die Sedimente des Sarmatium (Wimpassing a. d. Leitha – Loretto). Geoelektrische Detailuntersuchungen im Gebiet SW von Stotzing bestätigen diese Widerstandsstruktur.

Feinklastische Sedimente des Pannoniums am Übergang (z.T. im Bereich synsedimentärer Bruchstrukturen) des Leithagebirges zum Wiener- und Eisenstadt-Mattersburger Becken werden als ausgedehnte homogene, niederohmige Sequenzen bis in größere Tiefen abgebildet.

Festgesteine der Grundgebirgsauftragung sind generell durch gleichmäßig entwickelte, hohe elektrische Widerstände charakterisiert. Daher wird durch die deutliche Zunahme der Verbreitung hochohmiger Widerstandsareale ab einer Tiefe von 60 Metern auf den Übergang zum kristallinen Grundgebirge geschlossen.

Im Bereich des Eisenstädter Beckens sind anstehend überwiegend undifferenzierte Sedimente (Ton, Schluff, Sand, Kies) des Pannons, untergeordnet des Sarmats, entwickelt. Im Gebiet südlich von Trausdorf a. d. Wulka und St. Margarethen werden diese Sedimente von geringmächtigem Terrassenschotter, Seeton und jüngstem Talboden bedeckt.

Die quartären Terrassenschotter spiegeln sich in Form höherohmiger Widerstandsbereiche bis in eine maximale Tiefe von 10 Metern wider. Hingegen werden die oberflächennahen Ablagerungen des jüngsten Talbodens sowie die limnischen Sedimente (Seeton) südlich von St. Margarethen als niederohmige Sedimente ausgeschieden. Die Ablagerungen des Neogens lassen sich in eine gröberklastische (Sand / Kies) und höherohmige Serie sowie in eine niederohmige, feinklastische Serie (Feinsand / Schluff / Ton) differenzieren. Östlich von Siegendorf bis zur ungarischen Grenze ist im Hangenden eine Wechsellagerung von Sanden und Kiesen, mit einer maximalen Mächtigkeit von 50 Metern, entwickelt. Abgelöst wird diese gröberklastische Serie von homogenen, feinkörnigen Sedimenten bis zur vermessenen Endtiefe von 150 Metern.

Im AEM-Inversionsergebnis (Aeroelektromagnetik) ist gegen Osten, entlang einer, annähernd Nord-Süd verlaufende Linie, der Übergang zum Ruster Höhenzug durch eine markante Zunahme des elektrischen Widerstandes in allen Tiefen ersichtlich.

AEM Detail-Auswertung Untersuchungsgebiet

Die geologische Auswertung der teufenspezifischen Verteilung des elektrischen Widerstandes aus der AEM erfolgt als Homogener Halbraum (Abb. 3.4) und detailliert in den Tiefen von 2, 10 und 30 Metern in parallelen Schnitten zur Erdoberfläche (Abb.3.5) sowie anhand von zwei Vertikalschnitten in den Gebieten Lebzelterberg Richtung Wampersdorf (AEM W2) und Lebzelterberg Richtung Pottendorf (AEM W1) (Abb. 3.8).

Festgesteine der Grundgebirgsauftragung (Lebzelterberg), und der Leithakalk (zwischen Wimpassing a. d. Leitha und Hornstein) treten als hochohmige Widerstandsareale hervor.

Hohe Widerstandswerte von 500 bis 4000 Ωm charakterisieren das auflagernde Permo-Mesozoikum (Semmeringquarzit, Alpiner Verrucano) am Lebzelterberg. Der mitteltriadische Dolomit (Steinbruch Schraufstädter) weist Widerstandswerte um 500 Ωm auf. Mit ähnlich hohen Widerstandswerten wird auch die Dolomitauftragung in Wimpassing in 30 Meter Tiefe erfasst.

Das Badenium und Sarmatium an der Westabdachung des Leithagebirges, zwischen Hornstein und Wimpassing, wird im Hangenden (zumindest bis 20 Meter Tiefe) von einheitlichen Widerstandswerten, die von 200 bis 400 Ωm reichen, aufgebaut und entsprechend der geologischen Kartierung als Leithakalk angesprochen. Diese weitverbreitete hochohmige Leithakalkfazies des Badeniums wird mit zunehmender Tiefe (ab 30 Meter unter GOK) von ausgeprägten, niederohmigen ($< 50 \Omega\text{m}$) Widerstandsstrukturen abgelöst (Abb. 3.5, 3.6, 3.7).

Es ist anzunehmen, dass diese lateralen und vertikalen Widerstandsunterschiede auf unterschiedlich ausgebildete Faziesbereiche im Badenium zurückzuführen sind. Hochohmige Bereiche, insbesondere im Hangenden, werden dem Leithakalk, niederohmige Bereiche feinklastischen Serien (Feinsand, Schluff, Ton) zugeordnet.

Feinklastische Sedimente des Pannoniums am Übergang (z.T. im Bereich synsedimentärer Bruchstrukturen) des Leithagebirges zum Wiener Becken werden als ausgedehnte homogene, niederohmige (10 bis 20 Ωm) Sequenzen bis in größere Tiefen abgebildet.

Je nach Mächtigkeit spiegeln sich die quartären Terrassenschotter und die oberflächennahen Ablagerungen des jüngsten Talbodens in Form höherohmiger (200 bis 400 Ωm) Widerstandsbereiche bis in eine maximale Tiefe von 10 Metern wider (Bereich nördlich und südlich von Wimpassing). Höherohmige Widerstandsbereiche weisen auf mächtigere und gröberklastische (Sand / Kies) Sedimentkörper hin, niederohmigere Widerstandsbereiche auf feinklastische Serien (Feinsand / Schluff / Ton).

Diese Widerstandsverteilung spiegelt sich auch in den Vertikalprofilen AEM W1 und AEM W2 wider. Deutlich ist der Übergang vom hochohmigen (1500 bis 2000 Ωm) Permomesozoischen Grundgebirge zu den niederohmigen (10 bis 20 Ωm) neogenen Ablagerungen des Pannoniums zu erkennen (AEM W1 bei Profilmeter 1200, AEM W2 bei Profilmeter 1400). Auf Grund der prozessbedingten Datenlücke wurde das Badenium und Sarmatium nicht vollständig erfasst. Widerstandswerte um die 400 bis 500 Ωm bei Profilmeter 3550 (AEM W1) und bei Profilmeter 3800 (AEM W2) werden als geringmächtige ($< 10\text{m}$) Ablagerungen des jüngsten, gröberklastischen Talbodens der Leitha angesprochen.

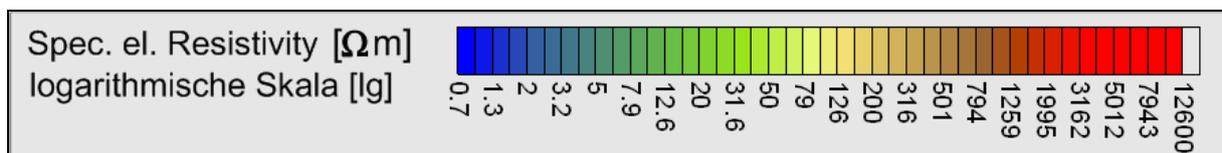
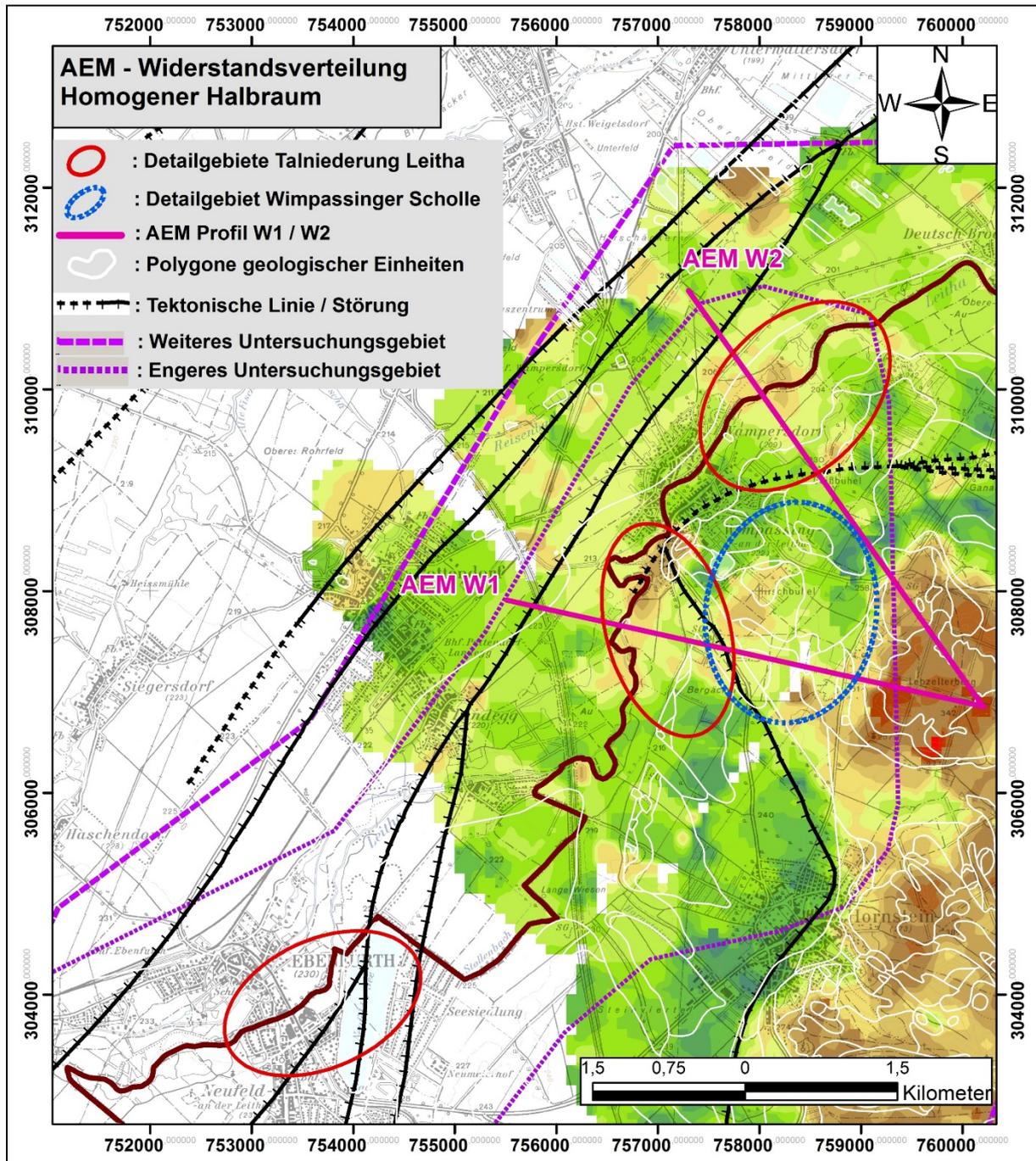


Abb. 3.4: AEM-Widerstandsverteilung; homogener Halbraum

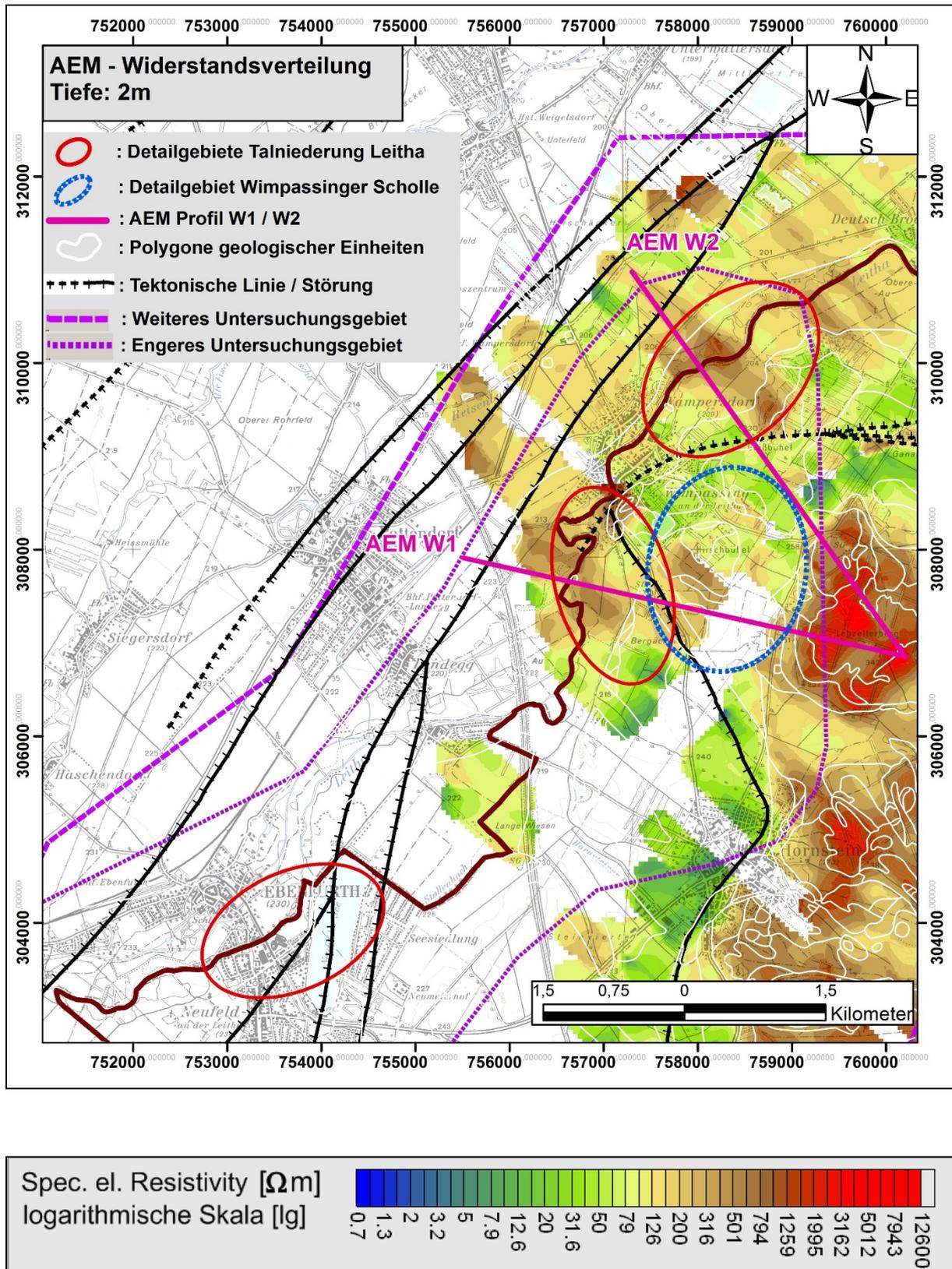


Abb. 3.5: AEM-Widerstandsverteilung; Tiefe: 2m

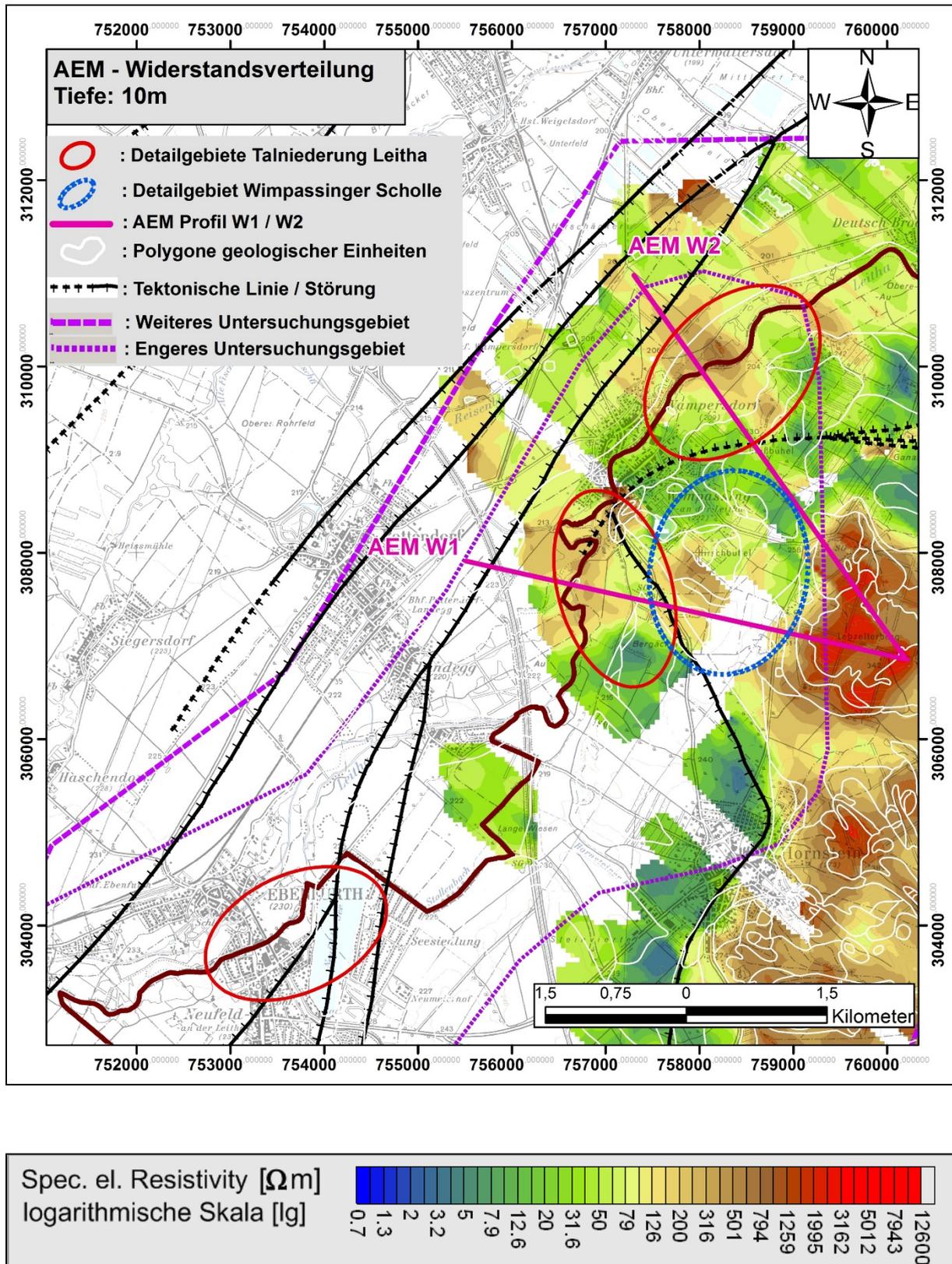


Abb. 3.6: AEM-Widerstandsverteilung;; Tiefe: 10 m

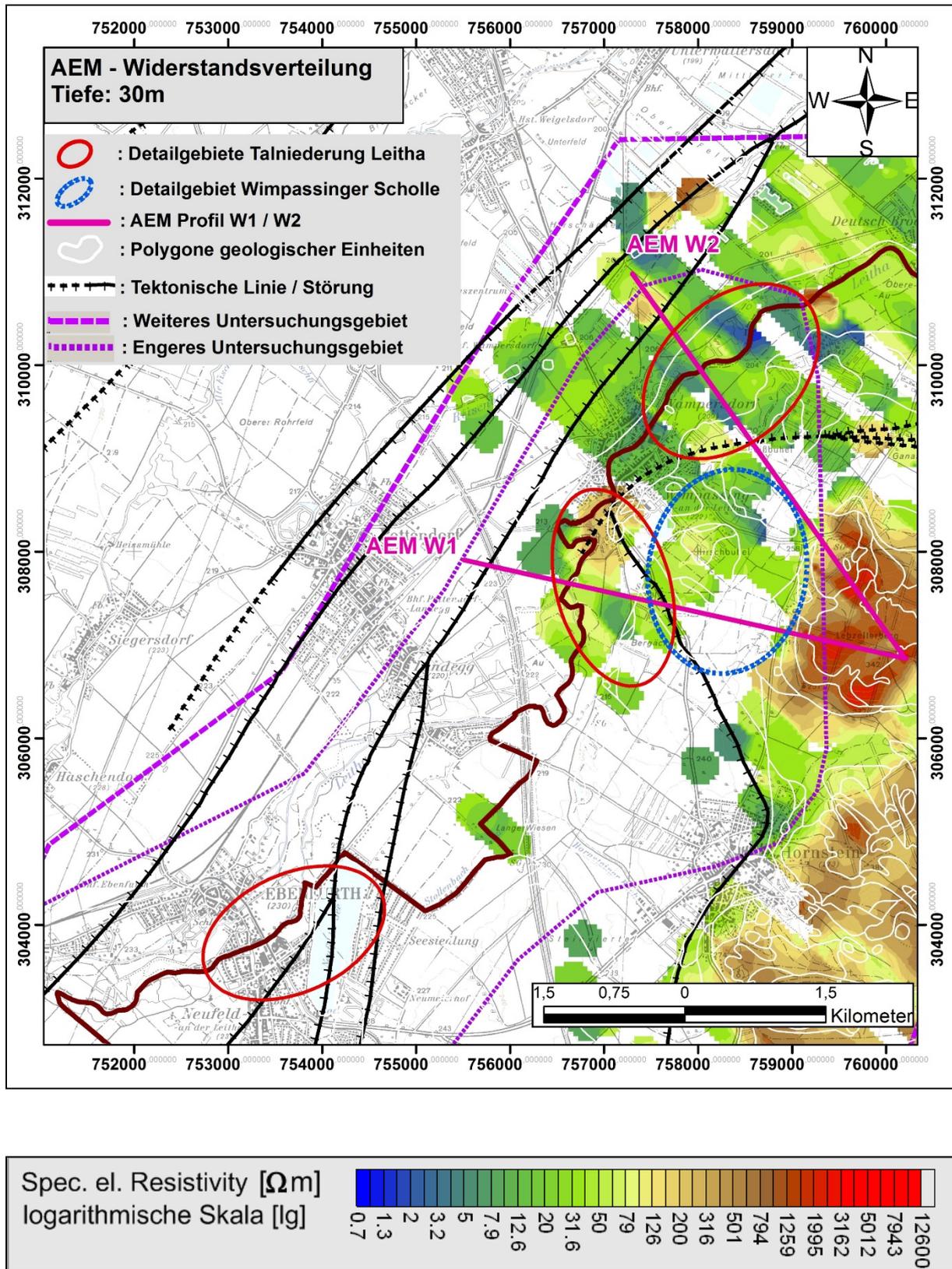


Abb. 3..7: AEM-Widerstandsverteilung; Tiefe: 30 m

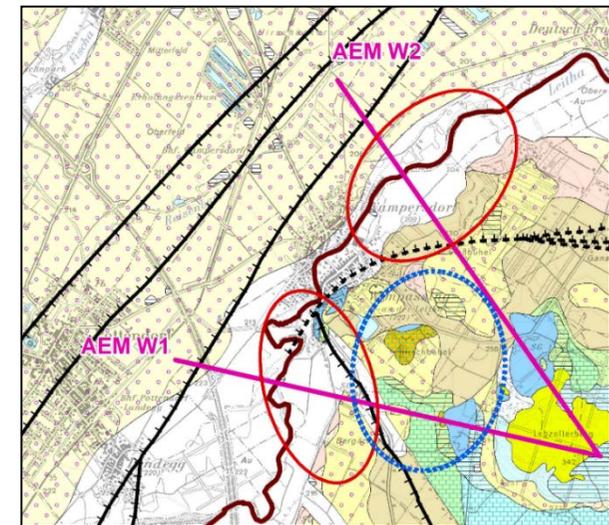
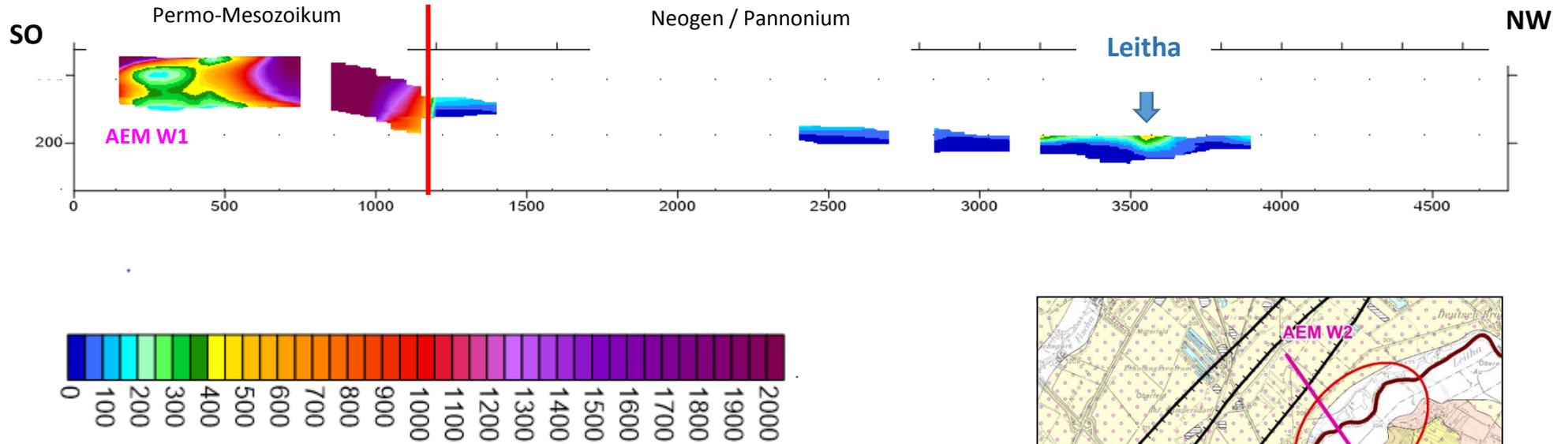
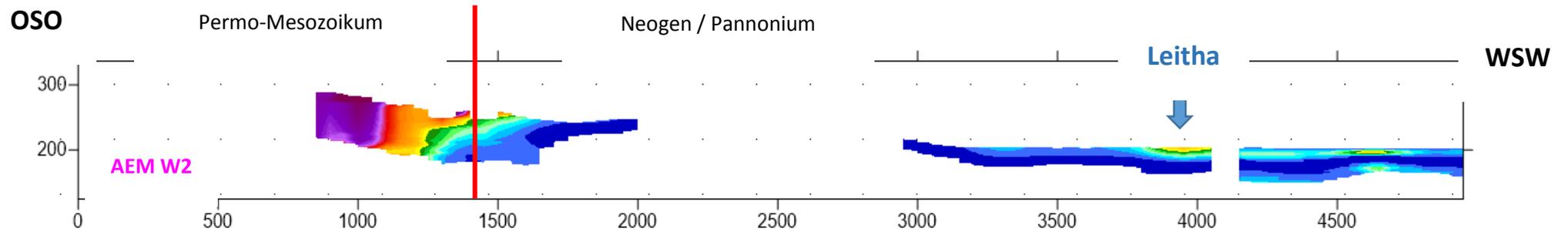


Abb. 3.8: Inversionsergebnisse AEM – Profilschnitte Wimpassing - Neufeld



3.4 Geoelektrik

Als wesentliches Element detaillierter Untersuchungen zur Untergrunderkundung hinsichtlich hydrogeologischer Fragestellungen wurde die Geoelektrik eingesetzt. Hierbei wurde versucht, die quartären Ablagerungen des Grundwasserkörpers des oberflächennahen Begleitgrundwasserstroms der Leitha zu charakterisieren. Dabei wird einerseits die Ausbildung des Begleitgrundwasserstromes selbst, andererseits eine mögliche hydraulische Verbindung des oberflächennahen Begleitgrundwasserstromes in den Oeynhausener Schotter zum quartären Grundwasserkörper der Randscholle der Mitterndorfer Senke untersucht.

Basierend auf den erfolgreichen Messungen zur Erweiterung des Brunnenfeldes Neufeld a. d. Leitha des Wasserleitungsverbandes Nördliches Burgenland (Mai 2000) wurden ähnliche Messkampagnen im Hoffnungsgebiet Wimpassing a. d. Leitha, Hornstein und Neufeld a. d. Leitha, durchgeführt.

Die Position und die Ergebnisse der Geoelektrikprofile in Bezug zur geologischen Situation sind in der 3.9 ersichtlich.

Für die Spezifikationen der geoelektrischen Profile siehe Tabelle 3.2.

Messgebiet	Anzahl	Profilbezeichnung	Elektrodenabstand [m]	Länge [m]	Richtung	Konfiguration	Datum
Neufeld a. d. Leitha	1	Neufeld Profil 1_2015	3	228	SW - NE	gradient	27.08.2015
	2	Neufeld Profil 1_2000	5	470	NW - SE	Wenner - Schlumberger	24.05.2000
	3	Neufeld Profil 2_2000	5	920	NW - SE	Wenner - Schlumberger	25.05.2000
Anzahl Profile		3					

Tabelle 3.2: Spezifikation der DC-Profile, Messgebiet BA-032

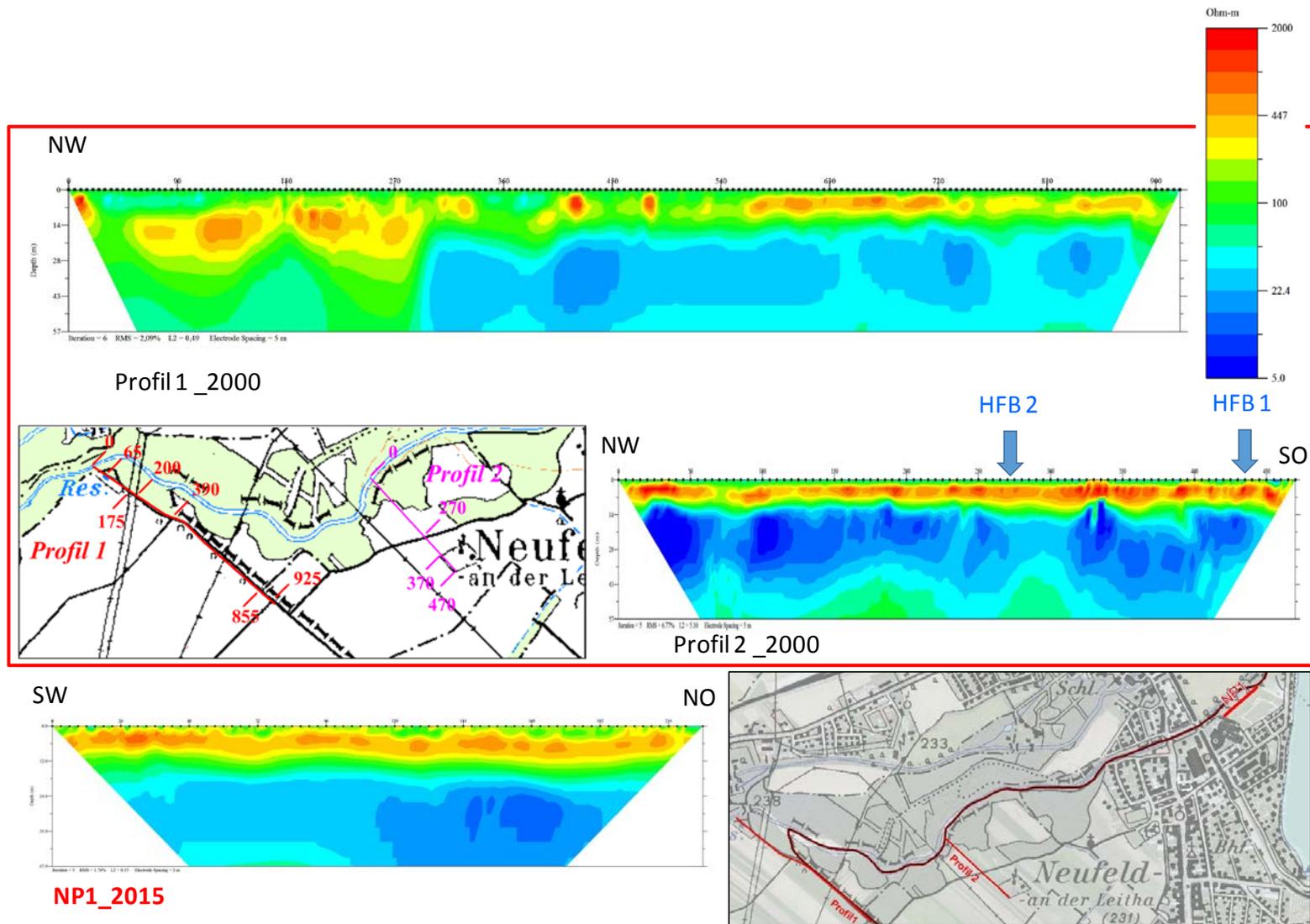


Abbildung 3.9: Lageplan, Inversionsergebnis

Interpretation Geoelektrik

Als Ergebnis erhält man einen zweidimensionalen Profilschnitt des Widerstandsaufbaus des Untergrundes, der geologisch interpretiert werden kann.

Im Wesentlichen liegt in allen Profilen eine Zweiteilung des Widerstandaufbaues vor, wobei der Liegendabschluß im Gebiet Wimpassing von einem zusätzlichen, hochohmigen Widerstandskörper gebildet wird.

Allgemein ist im Hangenden ein hochohmiger, unterschiedlich mächtiger, Widerstandskörper ausgebildet. Dieser ist, aufbauend auf Kalibrierbohrungen, als grobklastischer (Kies / Sand) Grundwasserkörpers des oberflächennahen Begleitgrundwasserstroms der Leitha zu charakterisieren. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 10 und 15 Meter.

Ausgenommen ist hier das Geoelektrikprofil „Profil 1_2000“ in Neufeld a. d. Leitha. In diesem Geoelektrikprofil werden bei Profilmeter 310 die östlichen Randbrüche des Wiener Beckens erfasst. Die hochohmige ($> 200 \Omega\text{m}$) Widerstandsverteilung im Hangenden erreicht hier eine Mächtigkeit von 30 bis 40 Meter und wird als grobklastischer (Kies / Sand) Grundwasserkörpers der Mitterndorfer Senke interpretiert.

Darunter ist bei allen Profilen ein durchgehend niederohmiger, feinklastisch ausgebildeter Stauer ($< 30 \Omega\text{m}$), vorhanden. Im Geoelektrikprofil „Profil 1_2000“ in Neufeld a. d. Leitha liegt die Staueroberkante im NW in ca. 45m Tiefe. Nach einer Störung bei Laufmeter 310 steigt diese auf 10 - 15 m Tiefe im SO an. Diese niedrigohmigen Sedimente werden als feinklastische Ablagerungen des Pannoniums angesprochen.

3.5 Literatur/weiterführende Literatur

AHL, A., BIBER, G., MOTSCHKA, K., RÖMER, A., SLAPANSKY, P., & SUPPER, R. (2012). Aerogeophysikalische Vermessung im Bereich Leithagebirge (Bgl.). - Unveröff. Bericht ÜLG-20/28/35/2010B & 2011 A, 150 S., 84 Abb., 13 Tab. Wien: Geologische Bundesanstalt.

Amt der Burgenländischen Landesregierung. (2015). Onlinedaten der Hydrographie und digitales Wasserbuch. Von <http://gis.bgl.gv.at/WebGIS/synserver> abgerufen

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung. (2015). Wasserdatenverbund Niederösterreich (WDV). Von http://www.noel.gv.at/Umwelt/Wasser/Wasserbuch-Online/WDV_OnlineAbfrage.html abgerufen

BOROVICZÉNY, F., DEÁK, J., LIEBE, P., MAHLER, H., NEPPEL, F., PAPESCH, W., . . . TAKÁTS, T. (1990). Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geophysik und Geochemie 1980 –1990: Forschungsprojekt im Rahmen des Abkommens über die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit zwischen Österreich und Ungarn. -

Forschungsbericht 16, 214 S. Wien: Institut für Hydraulik, Gewässerkunde & Wasserwirtschaft der Technischen Universität Wien.

BRIX, F., & PASCHER, G. (1994). Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, 77 Rust. Wien: Geologische Bundesanstalt.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, U. u. (2015). elektronische hydrografischer Archivdaten. Von <http://ehyd.gv.at/> abgerufen

BÜRO PIELER ZT GMBH. (2008). Brunnenfeld Neufeld - Pumpversuch zur Konsensfestlegung. Eisenstadt.

HAAS, M. (1993). Die neogenen Sedimente im Raume Hornstein/Wimpassing : eine environmentanalytische (Teil A) und rohstoffwirtschaftliche (Teil B) Untersuchung, Univ., Diplomarbeit. Wien.

HÄUSLER, H., AHL, A., BIEBER, G., LENHARDT, W., MOTSCHKA, K., RÖMER, A., . . . SLPANSKY, P. (2013). Erläuterungen zu GK 50 Blatt 77 EISENSTADT. Wien: Geologische Bundesanstalt.

HÄUSLER, H., FIGDOR, H., (BEITR.), HAMMERL, C. (BEITR.), KOHLBECK, F. (BEITR.), LENHARDT, W. (BEITR.), SCHUSTER, R. (BEITR.) (2010): Erläuterungen zur Geologischen Karte 78 Rust Geologische Bundesanstalt; Wien.

HERRMANN, P., PASCHER, G., & PISTOTNIK, J. (1993). Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, 78 Rust. Wien: Geologische Bundesanstalt.

KUPFERSBERGER, H., ROCK, G., POLTING, W., RESZLER, C., & DRAXLER, J. (2014). Grundwassermodell Südliches Wiener Becken. Graz.

PASCHER, G., HERRMANN, P., MANDL, G., & MATURA, A. (1999). Geologische Karte des Burgenlandes 1 : 200 000. Wien: Geologische Bundesanstalt.

SCHMID, H. (1968). Das Jungtertiär an der SE-Seite des Leithagebirges zwischen Eisenstadt und Breitenbrunn (Burgenland) Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland, Heft 41, 74 S. Eisenstadt: Burgenländisches Landesmuseum.

SCHUBERT, G. (2013): BA20 Endbericht – Karstwasser im Burgenland, unveröffentl. Bericht, Geologische Bundesanstalt, Wien.

SCHULTZ, L. (1964). Quantitative Interpretation of Mineralogical Composition from X-ray and Chemical data for the Pierre Shale. -Geological Survey Professional Paper 391-C. Washington: United States Government Printing Office.

SIMULTEC AG. (1996). Grundwassermodell Mitterndorfer Senke. Meilen.

SOHS, F. (1964). Das Neogen am Westrande des Leithagebirges : (zwischen Hornstein und Sommerein), Univ., Dissertation. Wien.

TAUBER, A. (1950). Hydrogeologisches Gutachten über die Umgebung von Hornstein und Neufeld. Wien.

TOLLMANN, A. (1955). Das Neogen am Nordwestrand der Eisenstädter Bucht - Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland, Heft 41, 74 S. Eisenstadt: Burgenländisches Landesmuseum und das Institut für die wissenschaftliche und wirtschaftliche Erforschung des Neusiedler Sees.

WESSELY, G., DRAXLER, I., GANGL, P., GOTTSCHLING, P., HEINRICH, M., HOFMANN, T., . SAUER, R. (2006). Niederösterreich). Geologie der österreichischen Bundesländer. Wien: Geologische Bundesanstalt.

4 Winden (Bgld.)

4.1 Einleitung und Aufgabenstellung

Im Rahmen des Bund/Bundesländer Kooperationsprojektes BA20 „Unterirdische Verbreitung karstwasserführender Gesteine im Burgenland“ wurden Hoffungsgebiete für eine Grundwassererschließung ausgeschieden. Darauf aufbauend wurde im Zielgebiet Winden am See eine Erkundungsbohrung abgeteuft, u.a. mit dem Ziel, die Ergebnisse dieser Untersuchungen für hydrogeologische/wasserwirtschaftliche Fragen zu bewerten.

Diese Aufschlussbohrung ermöglicht eine detaillierte wissenschaftliche Bearbeitung der Ablagerungsverhältnisse in diesem Gebiet, andererseits können die Ergebnisse aus der Multielektrodengeoelektrik geologisch/lithologische interpretiert werden. Begleitende hydrogeologische und hydrochemische Untersuchungen verdichten das hydrogeologische Wissen im Einzugsgebiet der Erkundungsbohrung EKB01. Dies ist für eine weitere, zusammenfassende, hydrogeologische Bearbeitung in diesem Gebiet von wesentlicher Bedeutung.

In Abb. 4.1. ist die Lage der Erkundungsbohrung (EKB01) Winden ersichtlich.

Abb. 4.2. zeigt ein Foto der Bohrstelle inkl. Bohrturm der ausführenden Firma Eder.

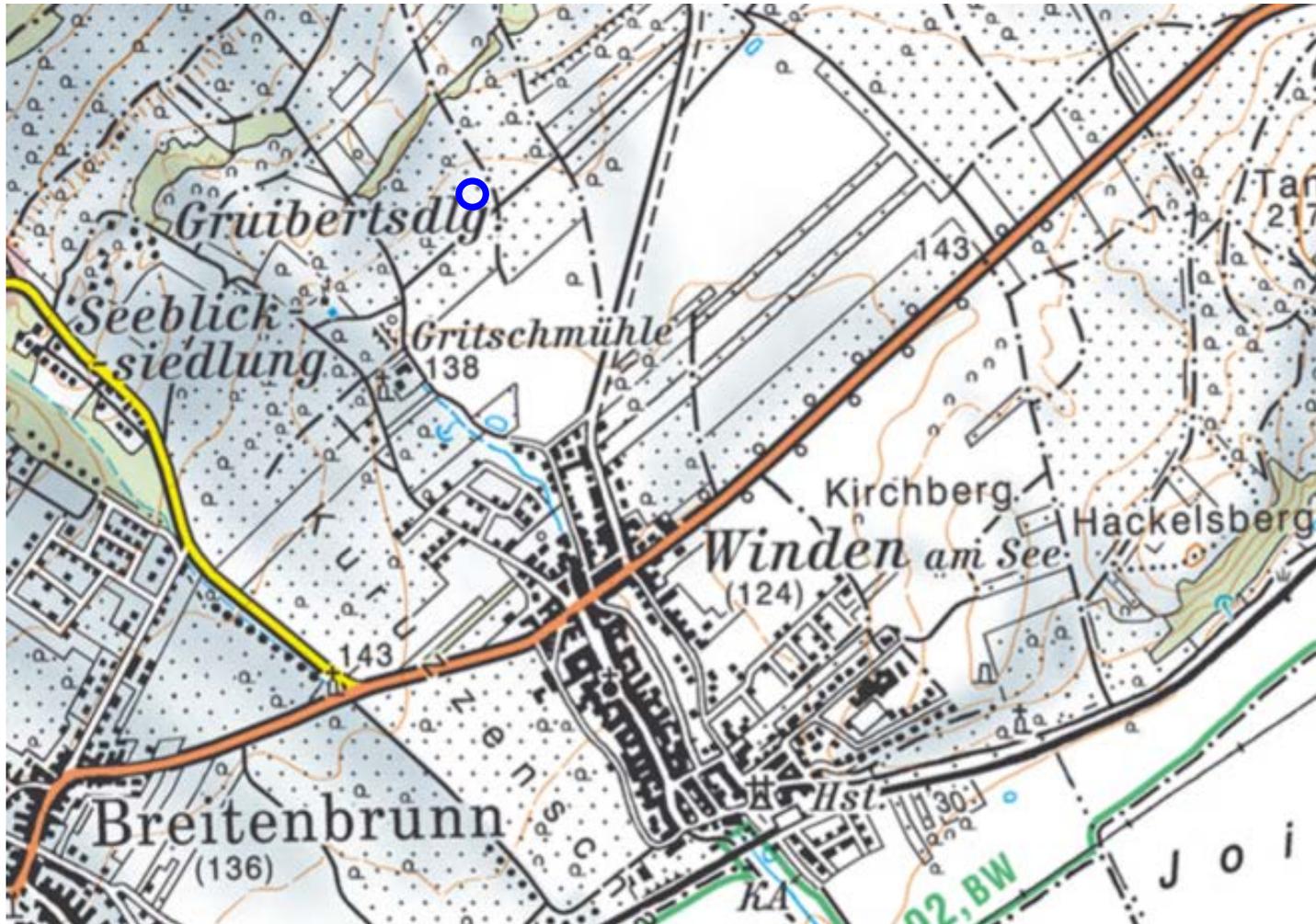


Abb. 4.1: Lage der Erkundungsbohrung EKB01/Winden  auf AMAP (BEV)



Abb. 4.2: Erkundungsbohrung EKB01/Winden

4.2 Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse

Die Unterostalpinen Einheiten

Kristalliner Untergrund

Den Kern des Leithagebirges bilden variszisch grünschiefer- bis amphibolitfaziell geprägte Glimmerschiefer und Paragneise, welche eoalpidisch (kretazisch) unter Bedingungen der unteren Grünschieferfazies retrograd überprägt wurden. Bei intensiverer eoalpidischer Deformation sind aus den Glimmerschiefern und Paragneisen dabei Phyllonite entstanden. Neben Muskovit und Chlorit können sie auch Biotit und Granat enthalten. Einschaltungen von Lagen aus Amphibolit und Orthogneis treten ebenso auf, wie bis zu mehrere Meter mächtige Verwitterungshorizonte des Kristallins am Rücken des Leithagebirges (Häusler, 2010). Im Nahbereich des Untersuchungsgebietes ist kein Kristallin aufgeschlossen. Anstehendes Kristallin tritt großflächig westlich des Buchleitengrabens (Breitenbrunn) zu Tage.

Auflagernde permomesozoische Metasedimente



Dem Kristallin lagern noch isolierte Bereiche autochthoner mesozoischer Bedeckung auf. Diese Abfolge permotriassischer Metasedimente beinhaltet vom Liegenden ins Hangende permische Arkosen (Alpiner Verrucano), untertriassische Quarzite (Semmeringquarzit), Serizitschiefer und Rauwacken sowie dunkle Dolomite aus der Mitteltrias. Im Untersuchungsgebiet findet man Reste dieser permomesozoischen Bedeckung in Form von sprödetektonisch stark zerrütteten Quarziten im Bereich des Königsberges und der Bärenhöhle (Zeilergraben, siehe Abb. 4.3).

Dolomite sind als kleines Vorkommen im Bereich des Königsberges, großflächig am Zeilerberg und Schieferberg, aufgeschlossen.

Abbildung 4.3: anstehender, tektonisch beanspruchter Quarzit aus der Lokalität "Zeilergraben"

Neogene Sedimente

Miozäne Sedimente – Badenium (ehem. Torton), Sarmatium, Pannonium

Im Zeitraum des Neogens sinkt das Mattersburg-Eisenstädter Becken ein und das Leithagebirge ragt inselartig aus dem von Osten her migrierenden Restmeer, der Paratethys. Transgressiv lagern sich im Untersuchungsgebiet, mit der zentralen Paratethys-Stufe des Badeniums beginnend bis ins Pannonium, miozäne Sedimente auf dem kristallinen Untergrund des Leithagebirges ab. Vorwiegend treten diese Ablagerungen in Form von Kalken und Kalksandsteinen, dem sogenannten „Leithakalk“, auf. Beeinflusst von der Landnähe und der sich aufgrund tektonischer Aktivität ändernden Küstenlinie, sind sandige Horizonte sowie mergelige Lagen zu finden (Schmid, 1968; Tollmann, 1955; Borovický et al. 1990, Harzhauser & Rögl, 2005). Die Unterscheidung der miozänen Sedimente und die damit verbundene Abgrenzung der Sedimentationsstufen zueinander erfolgten auf Grund makro- und mikropaläontologischer Untersuchungen.

Quartäre Bedeckung

Stellenweise finden sich als quartäre Bedeckung im Untersuchungsgebiet noch Reste von eiszeitlichem Löss und umgelagerten Mergel. Mehrere Meter mächtige quartäre Lehme und Schotter finden sich im Bereich der Wulka. Einzigartig im gesamten Gebiet des Leithagebirges sind die Ablagerungen des „Mitterriegel Schuttkomplexes“ im Bereich NE des Tiergartens, welche als Hangschuttkomplexe aus Verwitterungsmaterial ins Pleistozän gestellt wurden.

Hydrogeologische Verhältnisse

Tektonisch gesehen liegt das Zielgebiet der Erkundungsbohrung EKB01/Winden im Bereich der Randbrüche des Leithagebirges.

An diesen setzt sich das Neogen gegen das Kristallin des Leithagebirges ab (Abschiebung frühes Pannonium gegen mittleres Badenium), sodass um die Windener Quellen mit einer ausgeprägten bruchtektonischen Zerlegung zu rechnen ist (Abb. 4.4, 4.4A).

Durch Flachbohrungen aus dem Jahr 1953 (max. 11 m Tiefe) wurde belegt, dass im Bereich der Windener Quellgruppe Sedimente des Badeniums (Wechselagerung von Ton/Schluff und Leithakalk) an feinklastische (Feinsand/Schluff/Ton) Sedimente des Pannoniums grenzen (Küpper et al., 1955). Die Quellwässer der Winder Quellgruppe werden mit dieser tektonischen Situation, in der Leithakalk an pannonische feinklastische Schichten grenzt, in Zusammenhang gebracht. In sämtlichen, um die Windener Quellen durchgeführten Flachbohrungen (bis 11 Meter Tiefe) wurden weder Grundwasser, noch weitere wasserführende Quellspalten (Klüfte) angetroffen.

Der etwas hangaufwärts liegende Heidebrunnen (1956) durchörtert bis zur Endteufe von 24m Leithakalk. Tiefere Aufschlüsse liegen im Einzugsgebiet der Windener Quellen nicht vor. Bei einer Pumpleistung von 17 l/sec über 72 Stunden betrug die konstante Absenkung des Wasserspiegels im Brunnen 4,6 m.

Hydrogeologische Geländeaufnahmen aus dem Jahr 1988 (ZT Ing. Dr. W. LEITHNER) berichten von einer Schüttung des Erdl-Brunnen (Fischteichquelle) mit 10 l/sec. Eine im Nahbereich gelegene Drainage lieferte geschätzt 2 bis 3 l/sec. Im Rahmen der Quellbeobachtung (Hydrographischer Dienst in Österreich, Wien 2005) halten W. SZIVATZ und H. MASCHLER fest, dass der Schüttungsbereich der gefassten Quellen in Winden im Beobachtungszeitraum Jänner 2001 bis Jänner 2002 lediglich 9-17 l/sec beträgt. Dies deckt sich mit Angaben des WLVNB, wonach die maximal erzielbare, konstante Förderleistung aus dem Sammelbecken (über eine Woche im August 2013, Pumpleistung in den Hochbehälter), kurzfristig etwa 19 l/sec beträgt (mündl. Mitteilung C. Habeler, 2014). Weitere Ausführungen sind dem Bericht, Bieber, Römer, 2014: *Weiterführende Studie zur Erweiterung des Brunnenfeldes in Winden am See* zu entnehmen.

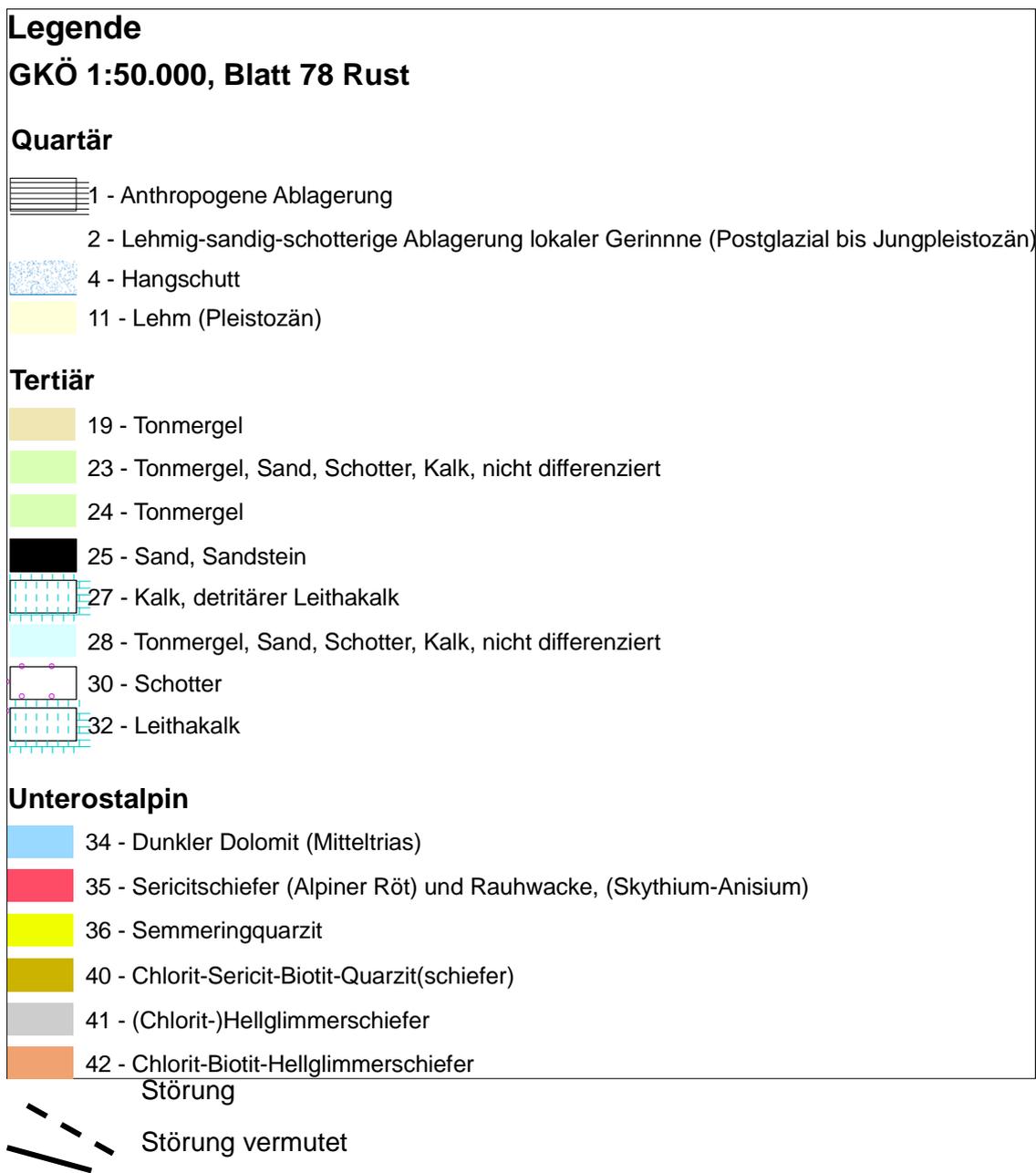


Abb. 4.4A: Ausschnitt aus der Legende zur Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50 000, Blatt 78 Rust (GBA, Wien 1993)

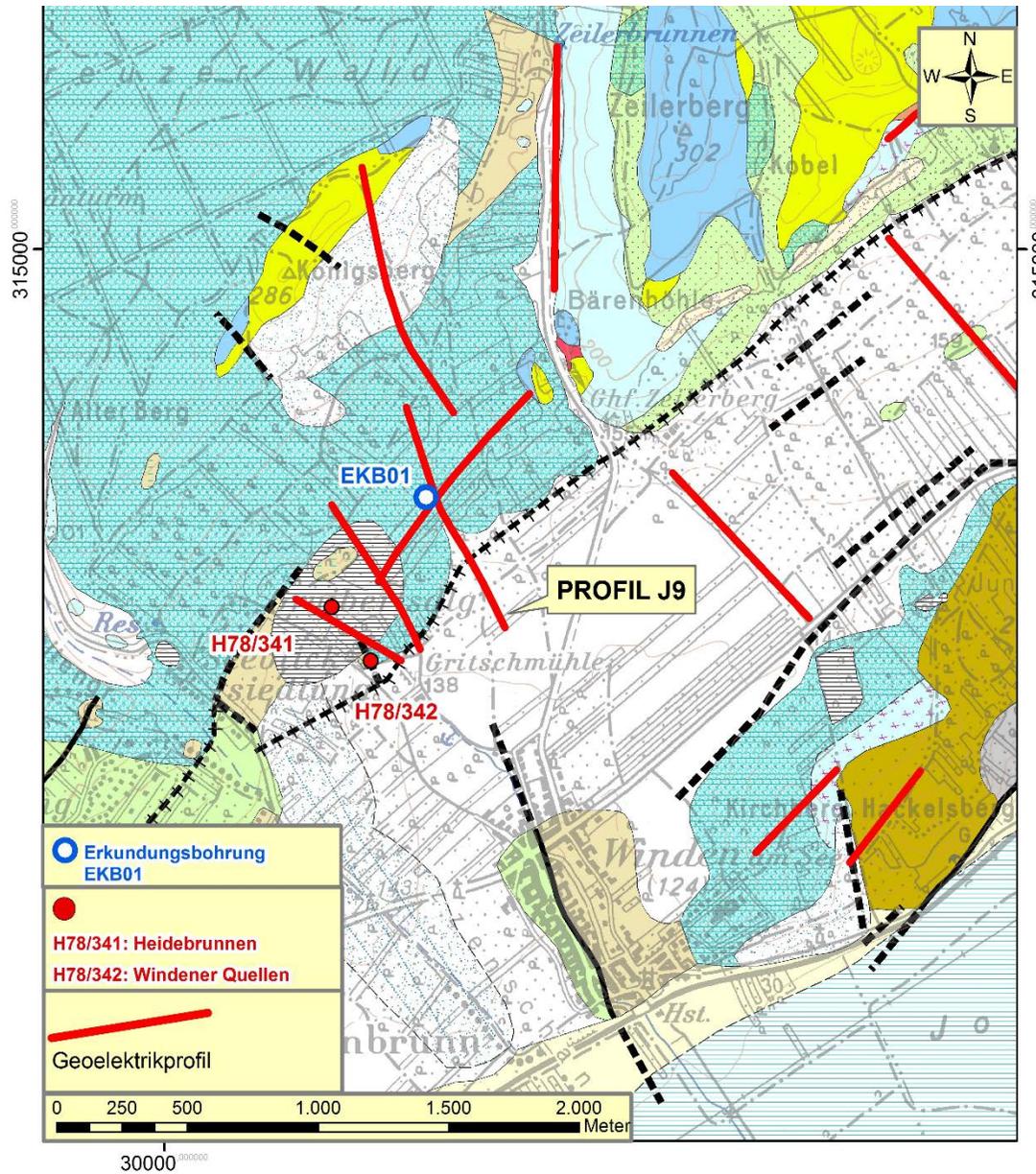


Abb. 4.4: Lage der Erkundungsbohrung EKB01/Winden  auf Geologischer Karte der Republik Österreich 1:50 000, Blatt 78 Rust (GBA, Wien 1993)

4.3 Geophysikalische Voruntersuchungen

Im Rahmen des Projektes ÜLG35 wurde im Oktober 2011 die Anwendbarkeit von NMR Messungen zur Grundwassererkundung u.a. im Nordburgenland getestet. Die Nukleare Magnetische Resonanz (NMR) ist eine Eigenschaft von Wasserstoffprotonen. Die magnetischen Momente der Wasserstoffprotonen sind für gewöhnlich in Hauptmagnetfeldrichtung ausgerichtet und zeigen Richtung magnetisch Nord. Wird dieses statische Magnetfeld von einem magnetischen Wechselfeld überlagert, so beginnen die Protonen mit einer genau definierten Resonanzfrequenz zu schwingen. Wird das Wechselfeld abgeschaltet, schwingen die Wasserstoffprotonen nach und erzeugen somit ein Wechselfeld, das an der Oberfläche aufgezeichnet werden kann. Die Resonanzfrequenz der Protonen ist direkt proportional zum vorhandenen statischen Magnetfeld. Ist die Feldstärke des statischen Magnetfeldes bekannt, so kann anhand des Resonanz-Wechselfeldes auf die Anzahl der Wasserstoffprotonen im Boden rückgeschlossen werden.

Da im Untergrund die meisten Wasserstoffatome von vorhandenem Wasser stammen, kann mit dieser Methode ein direkter Wassernachweis erbracht werden. Das Messverfahren ist aber extrem sensibel auf Störfelder und ist im bewohnten Gebieten daher nur sehr eingeschränkt einsetzbar.

Die Details zu der NMR Messung sind in der nachfolgenden Tabelle 4.1 angegeben.

Messpunkt	Datum	Auslagetyp	Eindringtiefe [m]	Frequenz [Hz]
Winden B1	21.10.2011	8-Square	90	2059.8

Tab. 4.1: Spezifikation der NMR Messung

Der Messpunkt befindet sich auf einem Feld, etwa 1,5 km nördlich von Winden am See (siehe Abb. 4.4) nahe der Gruibertsiedlung, genau an der Position der Erkundungsbohrung EKB01/Winden. In der Nähe des NMR Messpunktes wurde 2009 im Rahmen des Projektes BA-20 ein Geoelektrik-Profil gemessen. Das Inversionsergebnis der Geoelektrikmessung ist in Abb. 4.8. dargestellt. Abb. 4.5. zeigt das Verhältnis von Stör- zu Nutzsignal, die sich hier deutlich voneinander unterscheiden. Das Noise Level liegt zwar zwischen 10 und 100 nV, das Nutzsignal liegt aber deutlich darüber und zeigt einen klaren Abfall. Die Modellierungen (siehe Abb. 4.6., Abb. 4.7.) zeigen in einer Tiefe von etwa 20-25 m eine Schicht mit einem Wassergehalt von 8,5 – 9 %. Darunter befindet sich eine ca. 10 Meter mächtige Schicht mit einem Wassergehalt von ca. 4 – 5 %. Ab einer Tiefe von ca. 45 m steigt der Wassergehalt stetig an und erreicht in 80 m Tiefe ca. 13 %. Dieser Schichtbereich (40 bis 80 m ab GOK) dürfte in etwa mit dem hochohmigen Widerstandskörper zwischen Profilmeter 270 und 470 übereinstimmen, der bei Profilmeter 450 fast bis an die Oberfläche heranreicht.

Das Ergebnis der NMR Messung (Abb. 4.6) ergab, dass der höchste Wassergehalt in Tiefen von etwa 18 bis 28 und 70 bis 90 Metern zu erwarten war. Auch die Permeabilität (hier definiert als Größe der Poren) ist in diesen Abschnitten höher. Der blaue Farbton ist als

Hinweis auf eher „frei“ bewegliches Wasser, der grün bis rote Farbton als eher „gebundenes“ Wasser zu sehen.

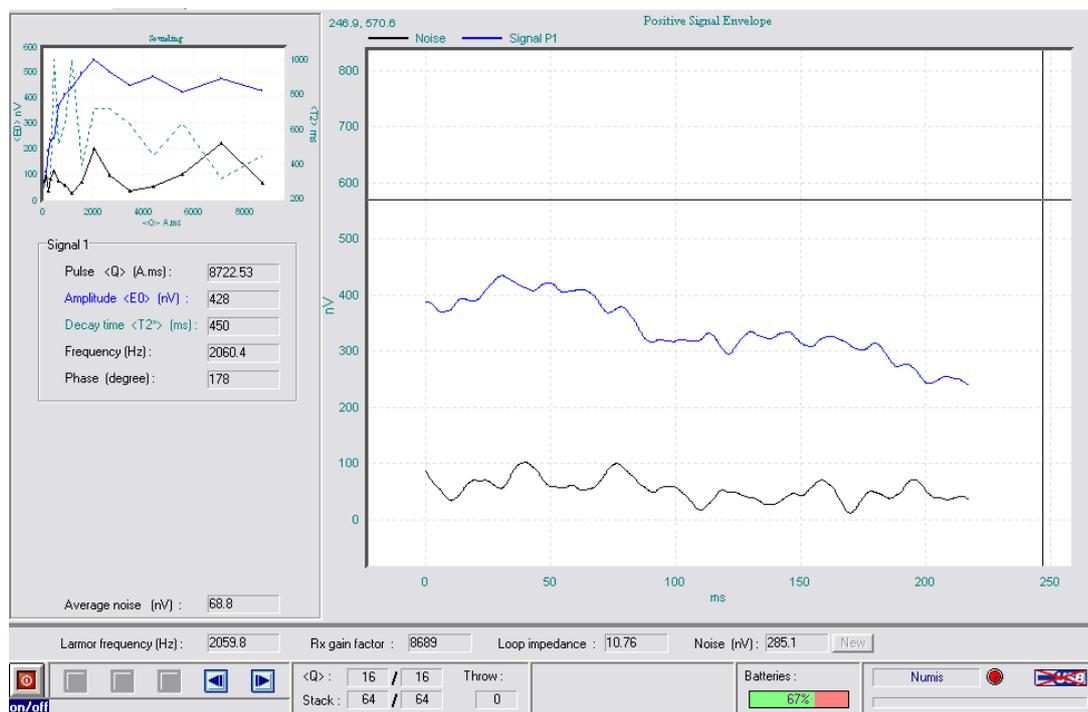


Abb. 4.5: Signal- und Noise-Kurve der NMR Messung in Winden B1

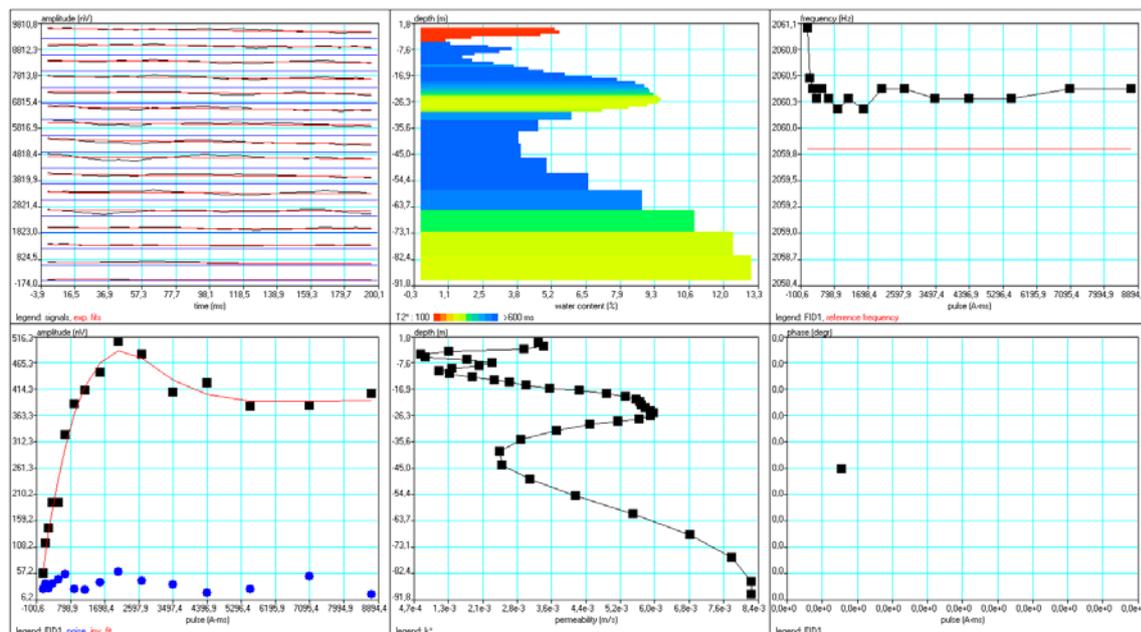


Abb.4.6: Grundwasser-Modellierung der NMR Messung in Winden B1

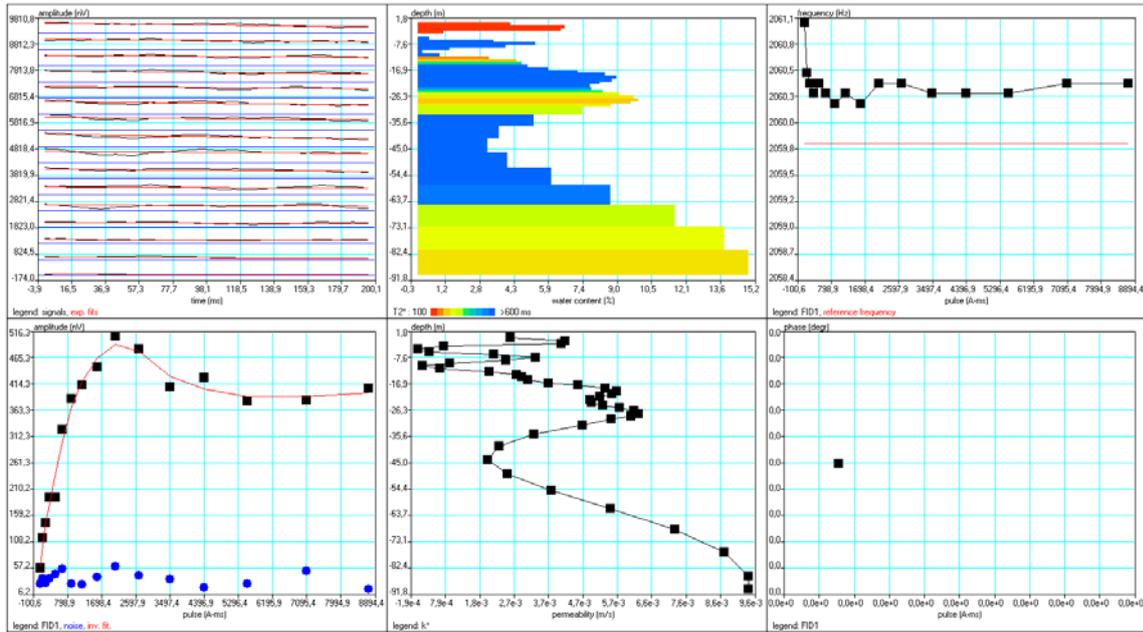


Abb. 4.7: Grundwasser-Modellierung der NMR Messung in Winden B1

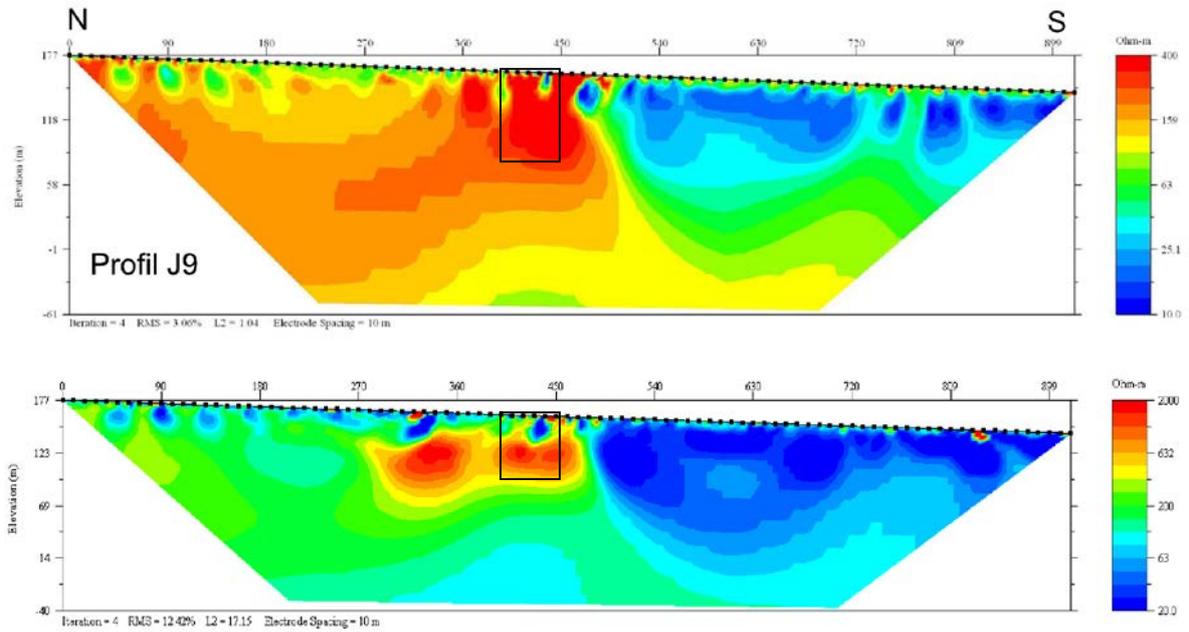


Abb. 4.8: Ergebnis der Geoelektrik-Messung 2009. Der Bereich des Profils, der durch die NMR-Messungen abgedeckt wurde, ist mit einem Rechteck gekennzeichnet.

4.1 Geoelektrische Profile bei Bohrung EKB01

Im Rahmen des Projektes ÜLG35 in Zusammenarbeit mit dem BBK Projekt BA20 (Phase5) wurden im Bereich Winden/Jois 8 geoelektrische Profile gemessen. Die Details zu den geoelektrischen Profilen sind in der nachfolgenden Tabelle 4.2 angegeben. Die Lage der Profile im Bereich der Erkundungsbohrung Winden EKB01 zeigt Abb. 4.9.

Geoelektrikprofil	Elektrodenabstand [m]	Profillänge [m]	Messrichtung
Profil 1	10	920	N-S
Profil 9	10	920	N-S
Profil 10	5	460	N-S
Profil 11	7	644	N-S
Profil 13	10	920	N-S
Profil 30	7.5	690	SW-NE
Profil EKB01_quer	10	920	NW-SE
Profil EKB02_quer	10	920	SE-NW

Tabelle 4.2 Spezifikation der Geoelektrikprofile

In den Abbildungen 4.10 bis 4.17 sind die Ergebnisse der geoelektrischen Profile dargestellt. Die Abb. 4.18 zeigt noch einmal eine Zusammenstellung aller geoelektrischen Profile.

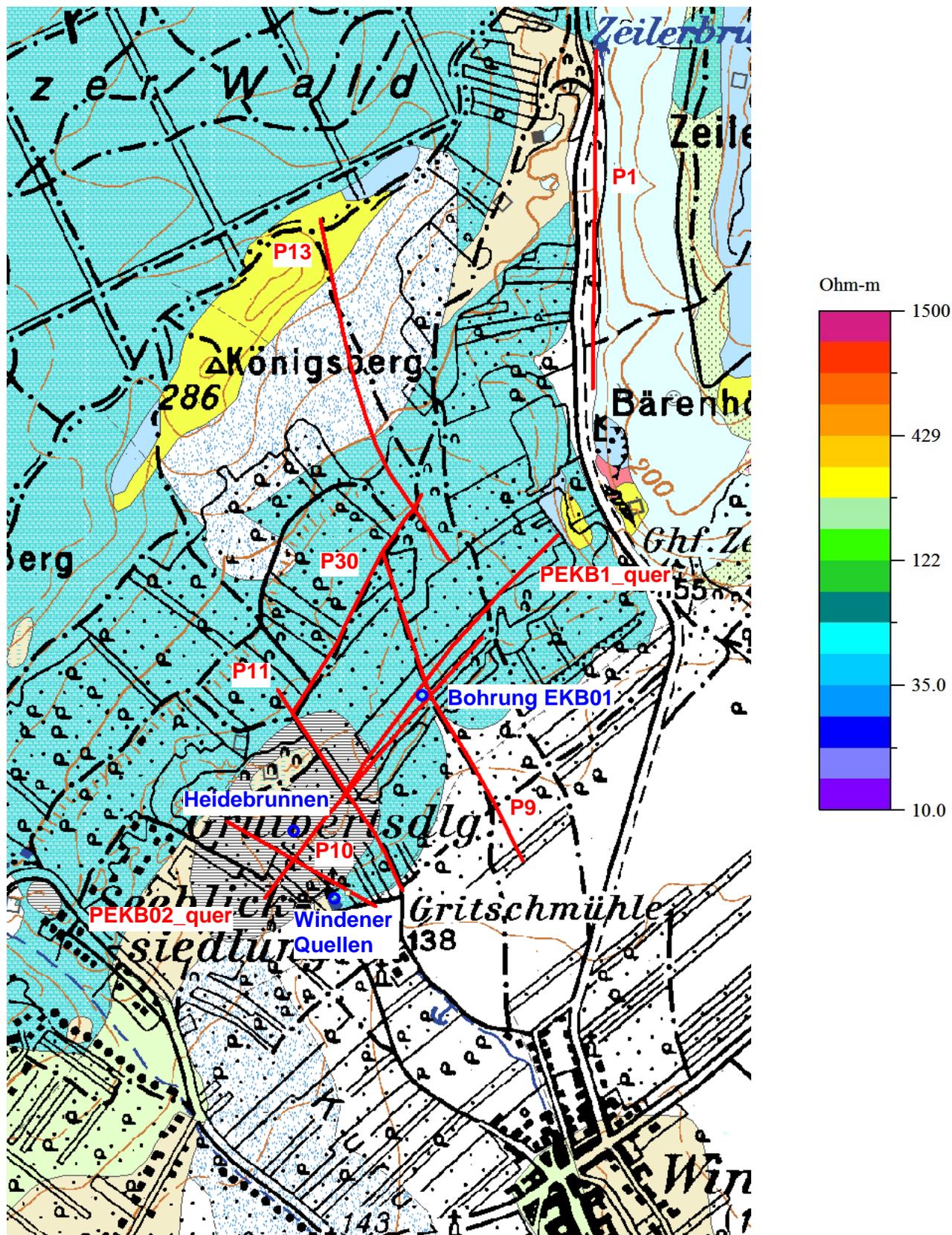


Abb. 4.9: Lage aller geoelektrischen Profile und der Erkundungsbohrung EKB01/Winden, Heidebrunne und der Windener Quellen \odot , auf Geologischer Karte der Republik Österreich 1:50 000, Blatt 78 Rust (GBA, Wien 1993) und einheitlicher Farbbalken für die geoelektrischen Profile

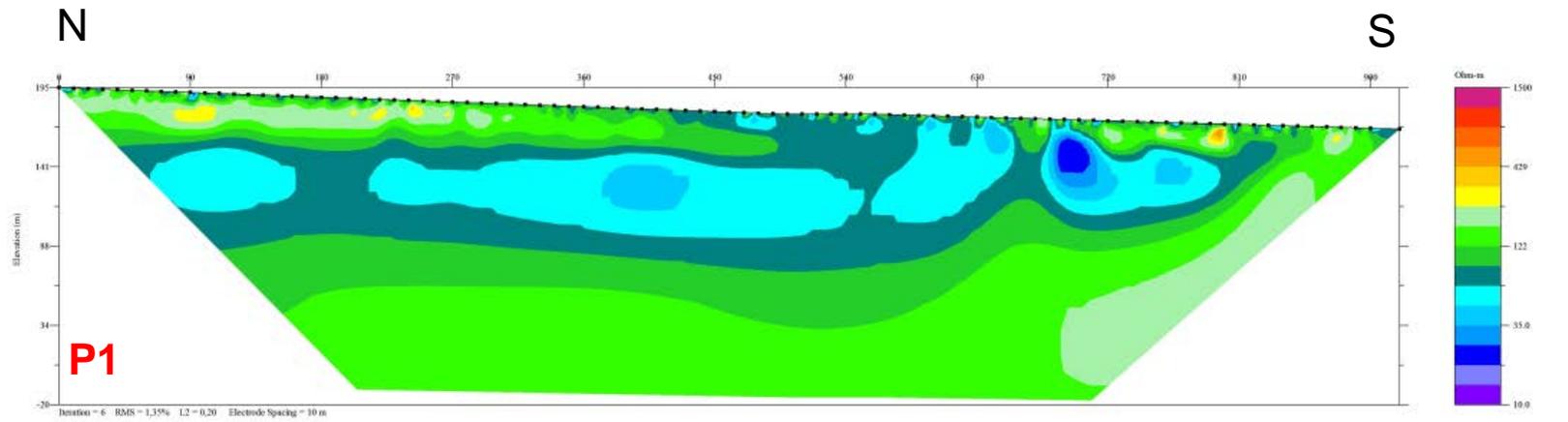


Abb. 4.10: Ergebnis Geoelektrikprofil /WindenP1

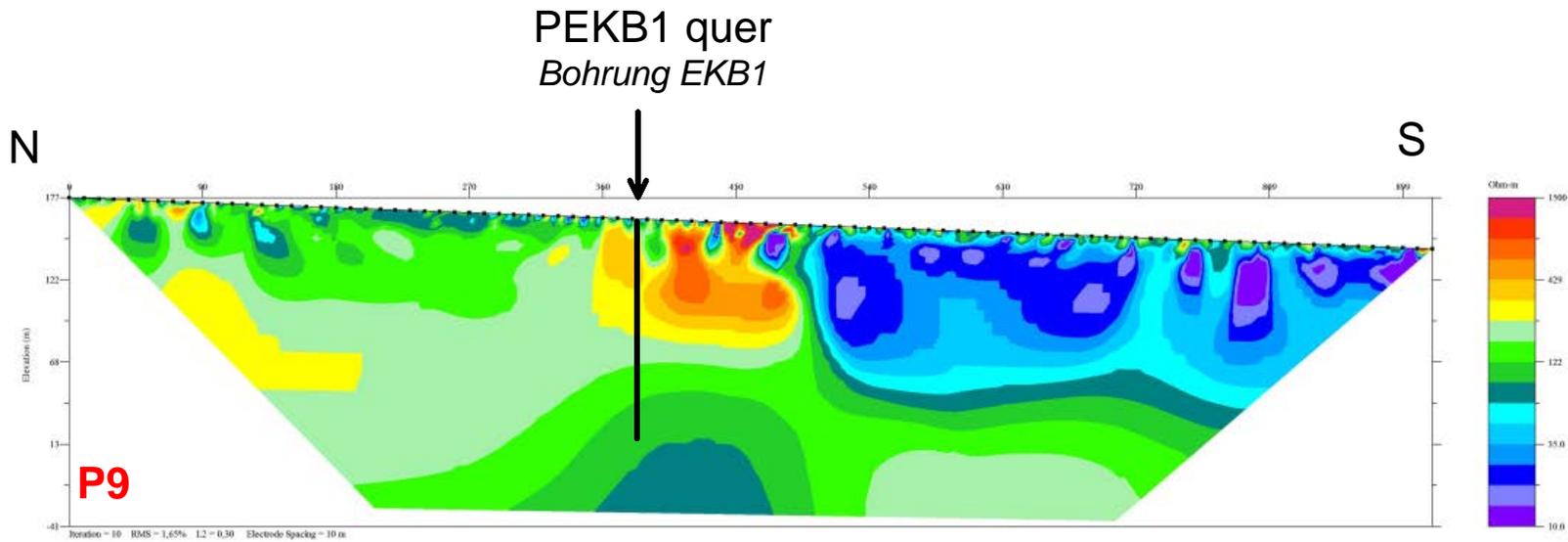


Abb. 4.11: Ergebnis Geoelektrikprofil /WindenP9

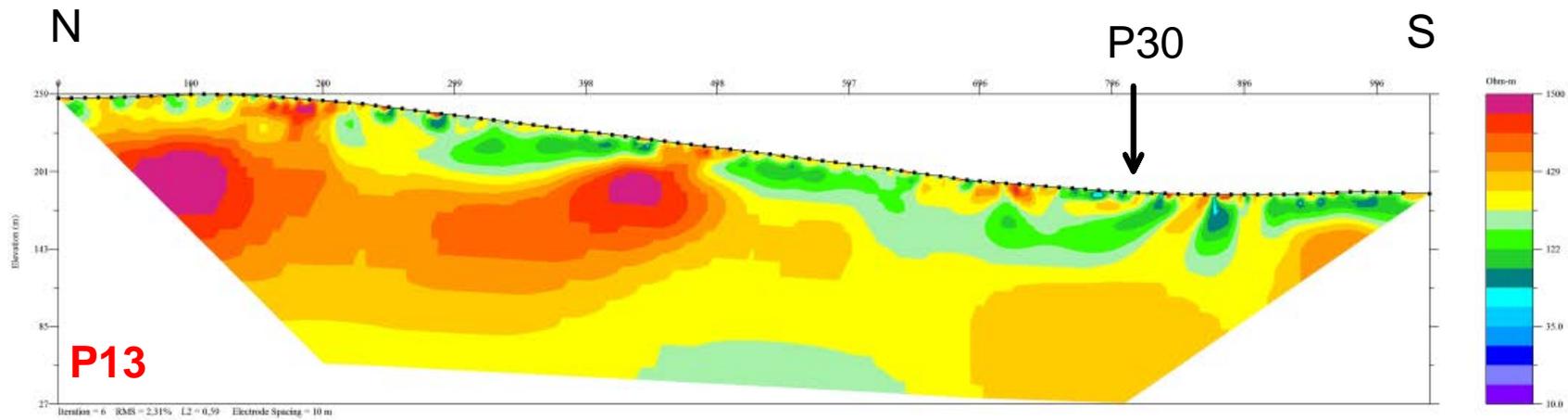


Abb. 4.12: Ergebnis Geoelektrikprofil /WindenP13

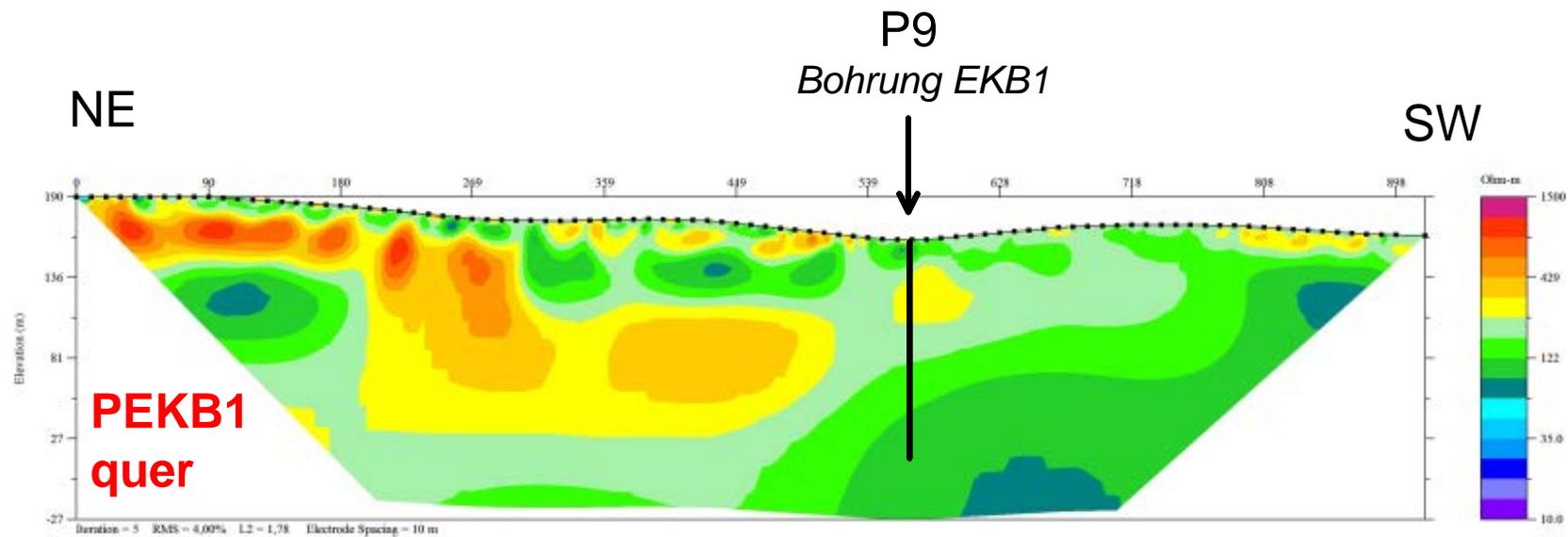


Abb. 4.13: Ergebnis Geoelektrikprofil /WindenEKB1_quer

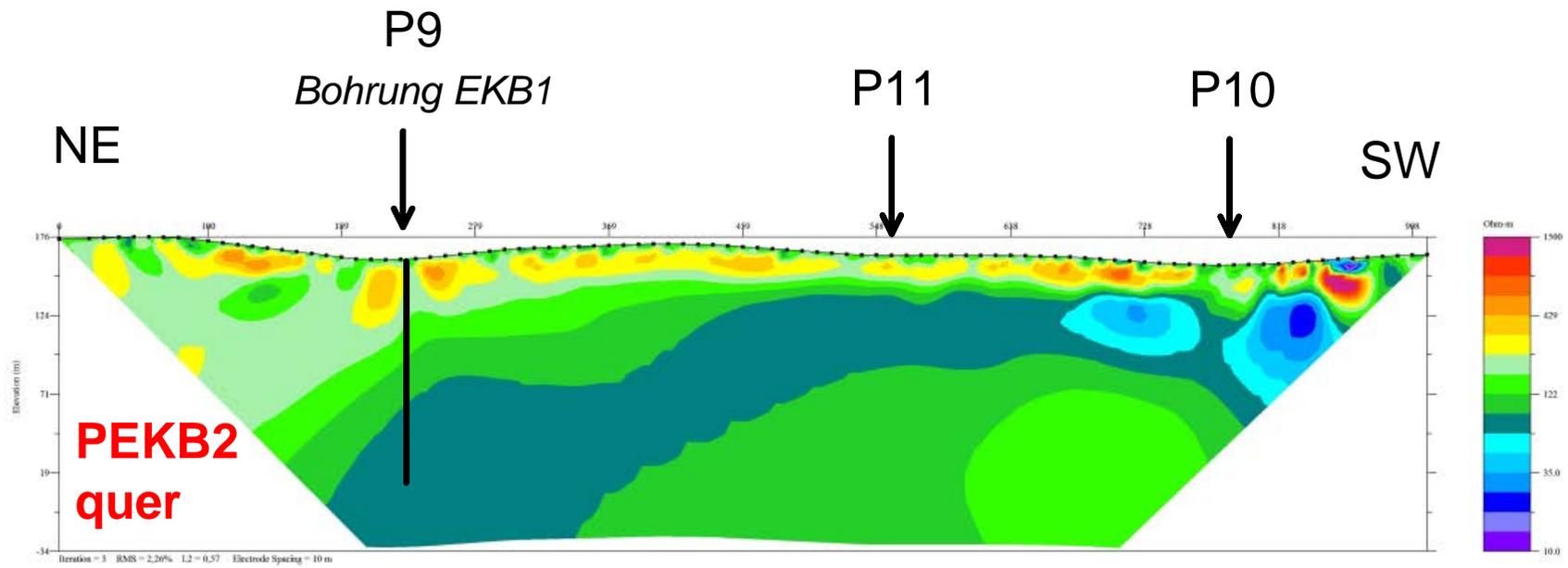


Abb. 4.14: Ergebnis Geoelektrikprofil /WindenEKB2_quer

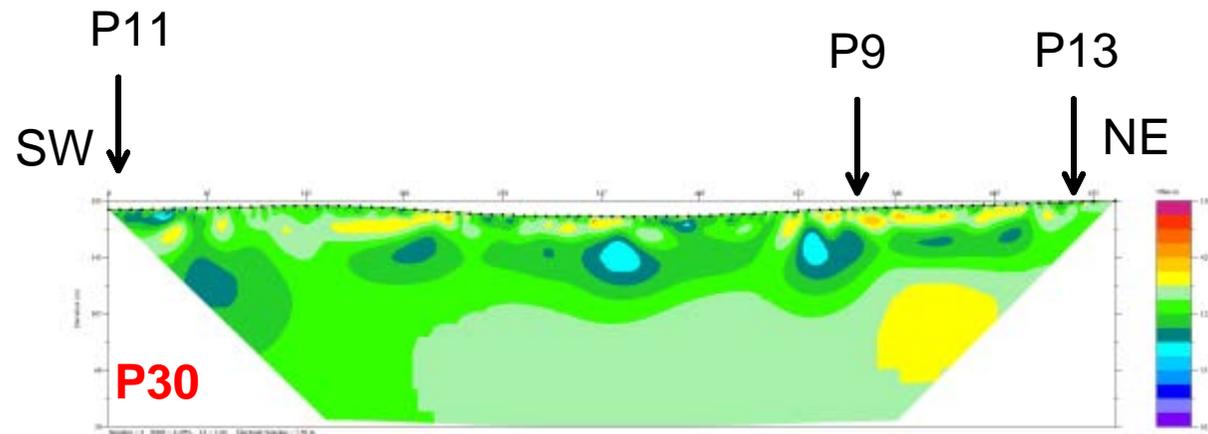


Abb. 4.15: Ergebnis Geoelektrikprofil /WindenP30

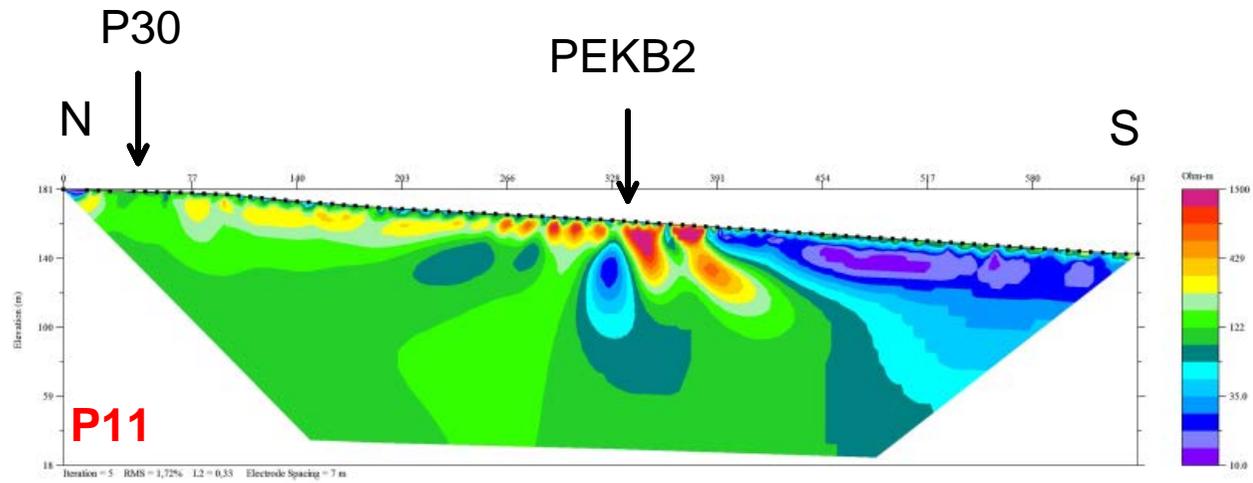


Abb. 4.16: Ergebnis Geoelektrikprofil /WindenP11

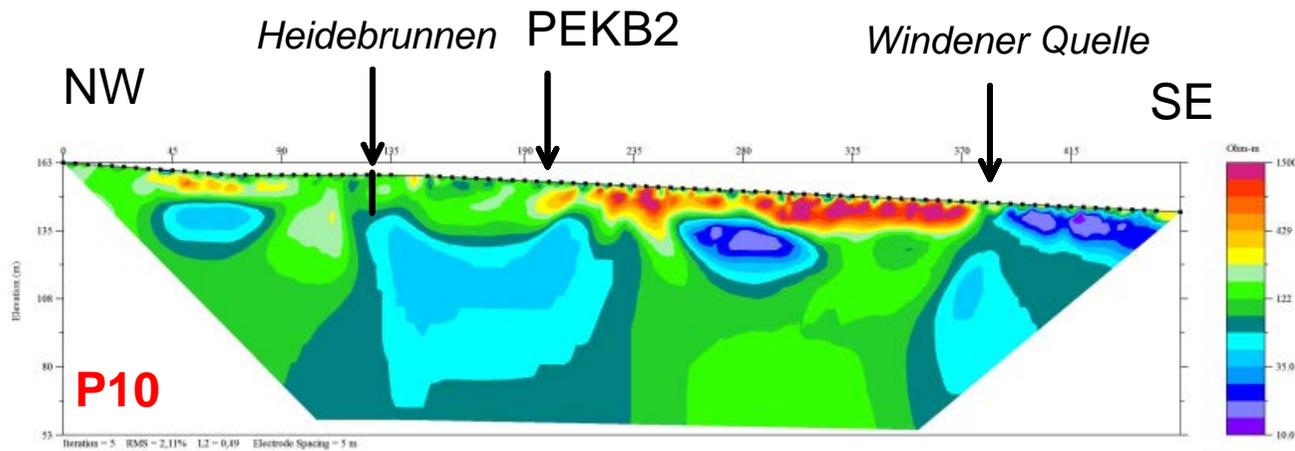


Abb. 4.17: Ergebnis Geoelektrikprofil /WindenP10

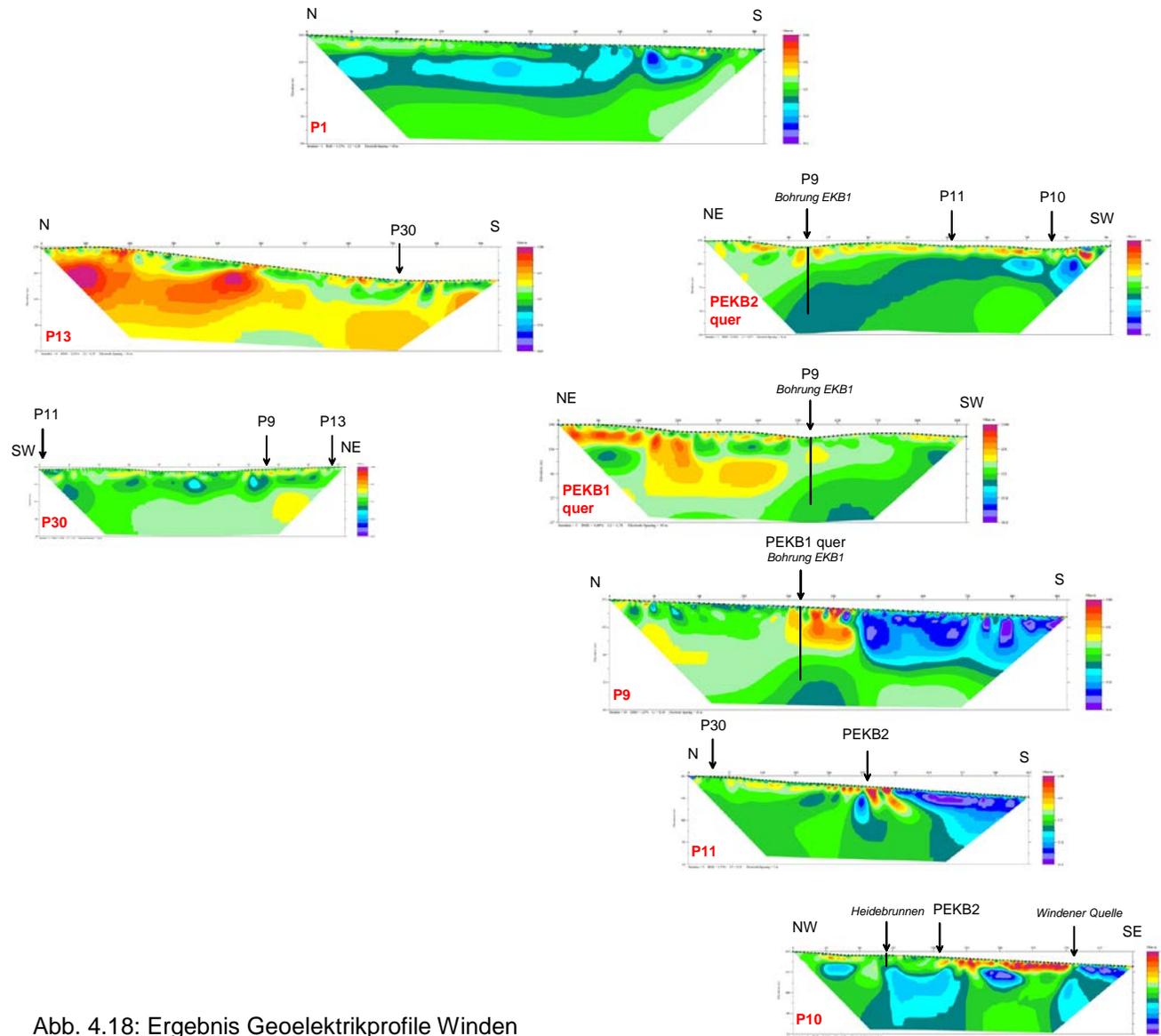


Abb. 4.18: Ergebnis Geoelektrikprofile Winden

4.2 Bohrkernbeschreibung

Zusammenfassung

Die Erkundungsbohrung EKB01/Winden erbrachte bis 8.70 m unter GOK Sedimente der Leithakalkfazies (Feinsand mit detritärem Leithakalksandstein). Ab dieser Tiefe wurde dolomitisches klastisches Sediment, im Hangenden als Mittel- und Feinkies ausgebildet (<http://resource.geolba.ac.at/lithology/222.html>), mit zunehmender Tiefe bis zur Endteufe von 150 m größtenteils in Form von Schutt (<http://resource.geolba.ac.at/lithology/226.html>), angetroffen.

In dem erbohrten Material konnte, bis auf Ausnahmen bei Bohrmeter 61, kein kompakter Kern gezogen werden. Das Lockermaterial wurde daher mit reinem Wasser als Spülflüssigkeit an die Oberfläche gebracht. Dort wurde das Bohrgut mit einem Sieb aufgefangen. Die Feinkorn-Fraktion verblieb in der Bohrspülung und setzte sich nach einiger Zeit im Auffangbehälter ab.

Detailbeschreibung

Unterhalb von ca. 1 m Bodenbildung liegt bis 8,7 m Tiefe Sedimente in Leithakalkfazies vor. Es dominieren klastische Sedimente wie Silt und Feinsand in Wechsellagerung mit dm-mächtigem Leithakalksandstein. Die ockerfarbigen Sedimente ab einer Tiefe von 6 m weisen auf einen grundwasserbeeinflussten Bereich hin.

Ab Bohrmeter 8,5 wurde Lockergestein in Form von Mittel- bis Feinkies angetroffen. Die hier angerundeten Komponenten aus dunkelgrauem, nahezu schwarzem Dolomit und hellen Kalkkomponenten liegen mit einer Korngröße von 2 mm bis 5 mm (Grobsand / Feinkies) vor.

Die Kornrundung, sowie vereinzelt aufgefundene Seeigelstacheln, Leithakalk- und Muschelbruchstücke lassen den Schluss zu, dass es sich um neogen umgelagerte Triasdolomite handelt, welche im Bereich der Bewegungswasserzone aufgearbeitet und sedimentiert wurden. Spurenfossilien von Bohrmuscheln aus noch vollständig erhaltenen Dolomitkomponenten (Bohrmeter 24) unterstützen diese Annahme.

Ab der Tiefe von Bohrmeter 24 liegt das Bohrgut als vorwiegend scharfkantiger Schutt vor. Vereinzelt sind porös erscheinende, hellgelbe bis ockerfarbige Feinkiesanteile zu erkennen, Reste einer Kataklastit-Matrix, wie ein Vergleich mit einem erhaltenen Dolomit-Kataklastit Gestein zeigen.

Mit Ausnahme weniger Meter, treten über die gesamte Bohrung hinweg gerundete und kantige Dolomitkomponenten (Grobkies, Steine) bis zu einem Durchmesser von 10 cm auf. Das Bohrgut in Form von Grobkiesen und Steine besteht aus geklüfteter, komponentengestützter dunkler Dolomitbrekzie sowie verschieferten Dolomiten gegen tiefere Lagen (ab ca. Bohrmeter 70). Die Klüfte der Dolomitbrekzie sind mit weißem Calcit verfüllt. Mitunter lässt das Dolomitgestein noch einen sedimentären Lagenbau erkennen. Im Bereich von Bohrmeter 60–61 ist ein Bohrkern aus hellgrauer Dolomitbrekzie mit Calcitadern erhalten (Abb. 4.19, 4.20). Dort sieht man Verkarstungserscheinungen in Form von Klüften und

Hohlräumen im cm-Bereich, welche zum Teil sekundär mit Calcit-Kristallen verfüllt wurden. Das beiliegende feinkörnige Bohrgut ist hellgrau und zeigt neben blättrigen Karbonatbruchstücken auch einzelne Calcitkristalle.

Bei Bohrmeter 74 tritt hellgelbes bis hellgraues Bohrmaterial auf. Es handelt sich um Feinkiesfraktion, teils in Blättchen ausgebildet. Die Steine von gebänderten Dolomit und Dolomitbrekzie sind hell- bis dunkelgrau. An einem Bruchstück blieb ein "*fault gouge*" - ein toniges, fein- bis ultrafeinkörniges Störungsgestein - erhalten und weist auf eine Zone erhöhter spröder Deformation hin (Abb. 4.2).

Auf den Klufflächen der Dolomitbrekzie bildeten sich Kristalle von gefällttem Pyrit und Calcit (siehe ELMU-Untersuchung, Abb. 22, 23). Knotenförmige Agglomerate von Pyrit findet man auch in den dunklen Lagen der gebänderten Dolomite.

Das Bohrmaterial enthält bis zur Endteufe dunkelgraue Feinsand- bis Feinschutt-Fraktion von Dolomit mit abermals stellenweise auftretenden Steinen von dunkelgrauem Dolomit und Dolomitbrekzie.

Interpretation

Angelehnt an die strukturgeologischen und lithostratigraphischen Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet, welche im Kapitel "Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse" näher erläutert werden, ergibt sich folgende Interpretation:

Die Bohrung wurde im oberflächlich anstehenden Neogen der Leithakalkfazies, im Nahbereich einer großen Störungszone (Leithagebirgsrand-Südstörung) abgeteuft.

Im Hangendbereich der Bohrung, bis zumindest 24 m Tiefe, wird der Lockergesteinshorizont als ein aufgearbeitetes und im Neogen umgelagertes Sediment (Strandfazies) angesprochen.

Während es sich dabei noch um neogenes Sediment handelt, sind die folgenden Bohrmeter als Mitteltrias-Dolomite anzusprechen. Die Dolomite treten zum Großteil in Form von komponentengestützten Brekzien mit Calcitklüften auf. Eine, in Bezug auf die Brekzienbildung sekundäre spröd-tektonisch Prägung dieser Gesteine findet zu einem späteren Zeitpunkt statt. Da diese Deformation die auflagernden Neogensedimente nicht erreicht (Aufschlüsse Zeilerberg; neogen aufgearbeitete Dolomite in Kiesfraktion), muss sie vor deren Sedimentation stattgefunden haben, das heißt, vor dem Badenium und nach der Brekzienbildung. Es handelt sich um mehrphasige Deformationsereignisse im Untersuchungsgebiet.

Ab Beginn des Dolomit-Horizontes, weist Bohrgut von dunklem scharfkantigem Dolomit in Schuttfraktion und die Steine von komponentengestützten Kataklasten mit feinkörniger ockerfarbener Matrix, auf ein Störungsgestein hin. Dass es sich in dieser Tiefe nicht mehr um ein Sediment, sondern um ein sprödtektonisch überprägtes Gestein handelt, zeigen auch Vergleichsarbeiten in den Triasdolomiten des Leithagebirges (Erkmen, 2012). Auch die sprödtektonisch zerrütteten Vergleichsaufschlüsse wie der Quarzit aus dem Zeilergraben,

sowie die Tatsache, dass ab Bohrmeter 25 nicht mehr verrohrt werden musste, da ab hier das Bohrloch stabil war, sprechen für diese Interpretation.

Die relativ gute Sortierung der weiter erbrachten Sedimente ergibt sich mitunter aus der Durchführung der Bohrarbeiten. Der Großteil der Matrixanteile wurde während der Bohrarbeiten ausgespült. Ebenso wird die teilweise Rundung der größeren Dolomitkomponenten durch die mechanische Beanspruchung des Bohrvorgangs erklärt.

Der Matrix-Feinanteil der Kataklastite variiert je nach Intensität der im Bereich vorherrschenden Deformation und nach vorhandener primärer Lithologie (kompakter Dolomitstein, Dolomitmikrobrekzie, gebänderte Dolomite, mergelige Dolomite). Damit ist auch eine teils unterschiedliche Färbung und Ausbildung der Feinkies- und Schuttsedimente zu erklären, wie am Beispiel von Bohrmeter 74 erkennbar. Dort treten auch die verkarsteten Dolomitmikrobrekzien-Bohrkerne sowie Klüfte mit gefälltem Pyrit und Calcit durch erhöhte Fluidzirkulation auf. Die hier ebenfalls auftretenden *fault gouge*-Komponenten und verschieferte Dolomite weisen auf eine lokale Störungszone hin.

Dass die Zusammensetzung und Deformation des Gesteins im Untergrund, bei wasserwirtschaftlichen Beurteilung eine große Rolle spielt, zeigt der gemessene Wasserzufluss in diesem Bereich.

Zur besseren Abklärung der hydrogeologischen Verhältnisse ist eine umfassende wissenschaftliche Bearbeitung der Proben (Untersuchung der Karbonate auf Mikrofossilien, Sedimentanalysen in Hinblick auf Korngrößenverteilung und Kornrundung, Dünnschliffuntersuchungen...) von großer Bedeutung.



Abb. 4.19: hellgraue Dolomitmikrobrekzie mit Verkarstungserscheinungen in Form von Klüften und Hohlräumen, zum Teil sekundär mit Calcit-Kristallen verfüllt



Abb. 4.20: Dolomitbreckzie mit verfüllten Klüften aus Calcit, Bohrkern aus Bohrmeter 59



FAULT GOUGE

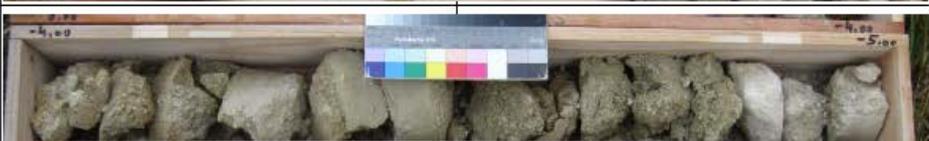
GEBÄNDERTER
DOLOMIT

Abb. 4.21: gebänderter Dolomit mit Fault Gouge aus Bohrmeter 74

4.3 Fotodokumentation Bohrkern

Auf den folgenden Seiten wird eine vollständige Fotodokumentation des Bohrkerns mit einzelnen Detailfotos dargestellt (siehe Abb. 4.22, insgesamt 15 Seiten).

Tiefe Probe [m]

0		1
1		2
2		3
3		4
4		5
5		6
6		7
7		8
8		9
9		10
DETAIL	 	DETAIL

Tiefe Probe [m]

10		11
11		12
12		13
13		14
14		15
15		16
16		17
17		18
18		19
19		20
20		21
21		22

Tiefe Probe [m]

22		23
23		24
24		25
25		26
DETAIL		
26		27
27		28
28		29
29		30

Tiefe Probe [m]

30		31
31		32
32		33
33		34
34		35
35		36
36		37
37		38
38		39
39		40

Tiefe Probe [m]

40		41
41		42
42		43
43		44
DETAIL		DETAIL
44		45
45		46
46		47
47		48

Tiefe Probe [m]

48		49	
49		50	
50		51	
51		52	
52			53
53			54
54	55		
55	56		
DETAIL		DETAIL	

Tiefe Probe [m]

56		57	
57		58	
58		59	
59		60	
60			61
61			62
62			63
63	64		
DETAIL		DETAIL	

Tiefe Probe [m]

64		65
65		66
66		67
67		68
68		69
69		70
70		71
71		72
72		73
73		74
74		75
75		76

Tiefe Probe [m]	76		77
	77		78
	78		79
	79		80
	80		81
	81		82
	82		83
	83		84
	84		
	85	86	
	86	87	
	87	88	

Tiefe Probe [m]

88		89
89		90
90		91
91		92
DETAIL		DETAIL
92		93
93		94
94		95
95		96

Tiefe Probe [m]	96		97
	97		98
	98		99
	99		100
	100		101
	101		102
	102		103
	103		104
	104		105
	105		106
	106		107
	107		108

Tiefe Probe [m]

108		109
109		110
110		111
111		112
112		113
113		114
114		115
115		116
116		117
117		118
118		119
119		120

Tiefe Probe [m]

120		121
121		122
122		123
123		124
124		125
125		126
126		127
127		128
128		129
129		130
130		130
131		132

Tiefe Probe [m]

132		133
133		134
134		135
135		136
136		137
137		138
138		139
139		140
140		141
141		142
142		143
143		144



Abb. 4.22: Fotodokumentation der Bohrkisten Erkundungsbohrung EKB01/Winden (GBA)

4.4 Analysen

4.5 Mineralogische Untersuchungen

Im Zuge der Dokumentation der Erkundungsbohrung EKB01/Winden wurden vier Proben in den Tiefenbereichen 24, 51, 111, 138 Meter unter GOK auf ihre gesamtmineralogische Zusammensetzung hin untersucht.

Methodik:

Die Proben wurden getrocknet und in einer Scheibenschwingmühle zu Analysenfeinheit vermahlen. Um die für die Auswertung der RDA-Diagramme notwendigen texturfreien Präparate zu erhalten, wurde das sog. „Back-loading“ Verfahren angewandt. Anschließend wurden die Proben einer röntgenographischen Phasenanalyse mit folgenden Messbedingungen unterzogen:

Messbedingungen im Bereich von $3^{\circ} 2\ \text{Theta}$ bis $70^{\circ} 2\ \text{Theta}$

Röntgendiffraktometer PANalytical X'Pert Pro Powder

Goniometer PW3050/60 (Theta/Theta)

Cu-K α -Keramikhöhre

PIXel-Detektor

Continuos scans, Schrittweite 0.013°

40kV, 40mA

Messzeit 10 sec/Schritt

Zur qualitativen Bestimmung der Mineralphasen wurden die Röntgenbeugungsreflexe mit der zugehörigen Auswertesoftware X'Pert Highscore von PanAlytical bearbeitet und identifiziert. Die quantitative Auswertung der einzelnen Minerale erfolgte mittels Fundamentalparameter-Rietveldsoftware AutoQuan (Fa. Seifert; Version 2.70). Dabei wird eine Röntgenbeugungsaufnahme unter Verwendung geeigneter Kristallstrukturmodelle analysiert.

Gesamtmineralogische Analysen

Die vier bearbeiteten Proben aus Tiefen von 24 m, 51 m, 110-112 m und 138 m zeigen fast idente gesamtmineralogische Zusammensetzung.

Es dominiert Dolomit mit Maximalwerten bis 97 Gew. %, wobei die beiden hangenderen Proben bis auf akzessorische Anteile von Schichtsilikaten und Feldspat praktisch monomineralisch zusammengesetzt sind. Ab einer Teufe von 110-112 m und bei 138 m wurden neben der Hauptphase Dolomit auch Quarz (2 Gew. %), Alkalifeldspat (3 Gew.%) und Schichtsilikatanteile (Muskovit und Chlorit) mit bis zu 6 Gew. % bestimmt.

Die Abbildungen 4.23 bis 4.27 zeigen Röntgendiffraktogramme von Gesamtproben aus unterschiedlichen Tiefen.

GESAMTMINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG							Lithologie / Chronostratigraphie
Probenummer	Quarz%	Alkalifeldspat%	Plagioklas%	Calcit%	Dolomit%	Schichtsilikate%	
Winden (24,10m)	0	1	0	0	97	2	Kalkbruchstücke (umgelagerte Mitteltrias /Neogen)
Winden (51,0m)	0	0	1	1	96	2	Kalkbruchstücke (umgelagerte Mitteltrias /Neogen)
Winden (110-112m)	2	2	0	0	91	5	Kalkbruchstücke (Mitteltrias)
Winden (138m)	2	3	0	0	89	6	Kalkbruchstücke (Mitteltrias)

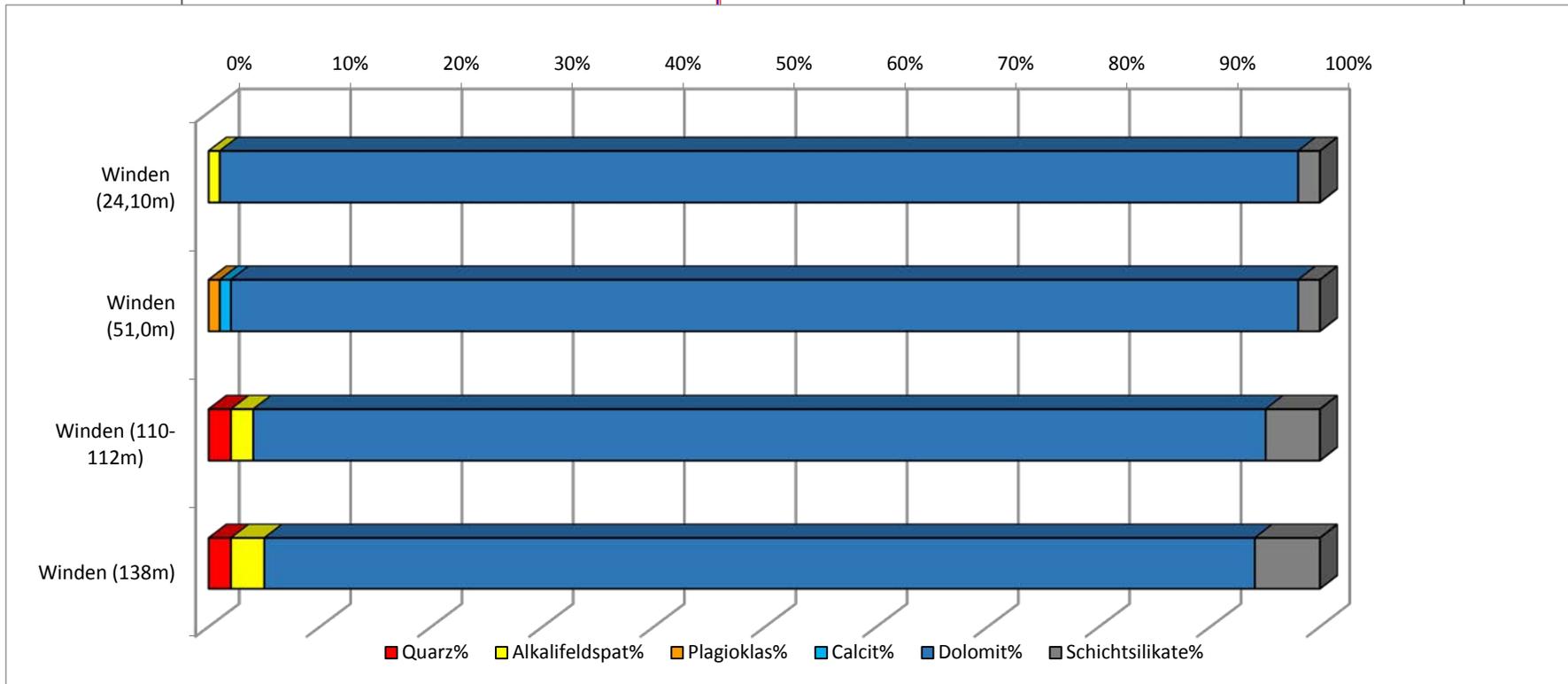
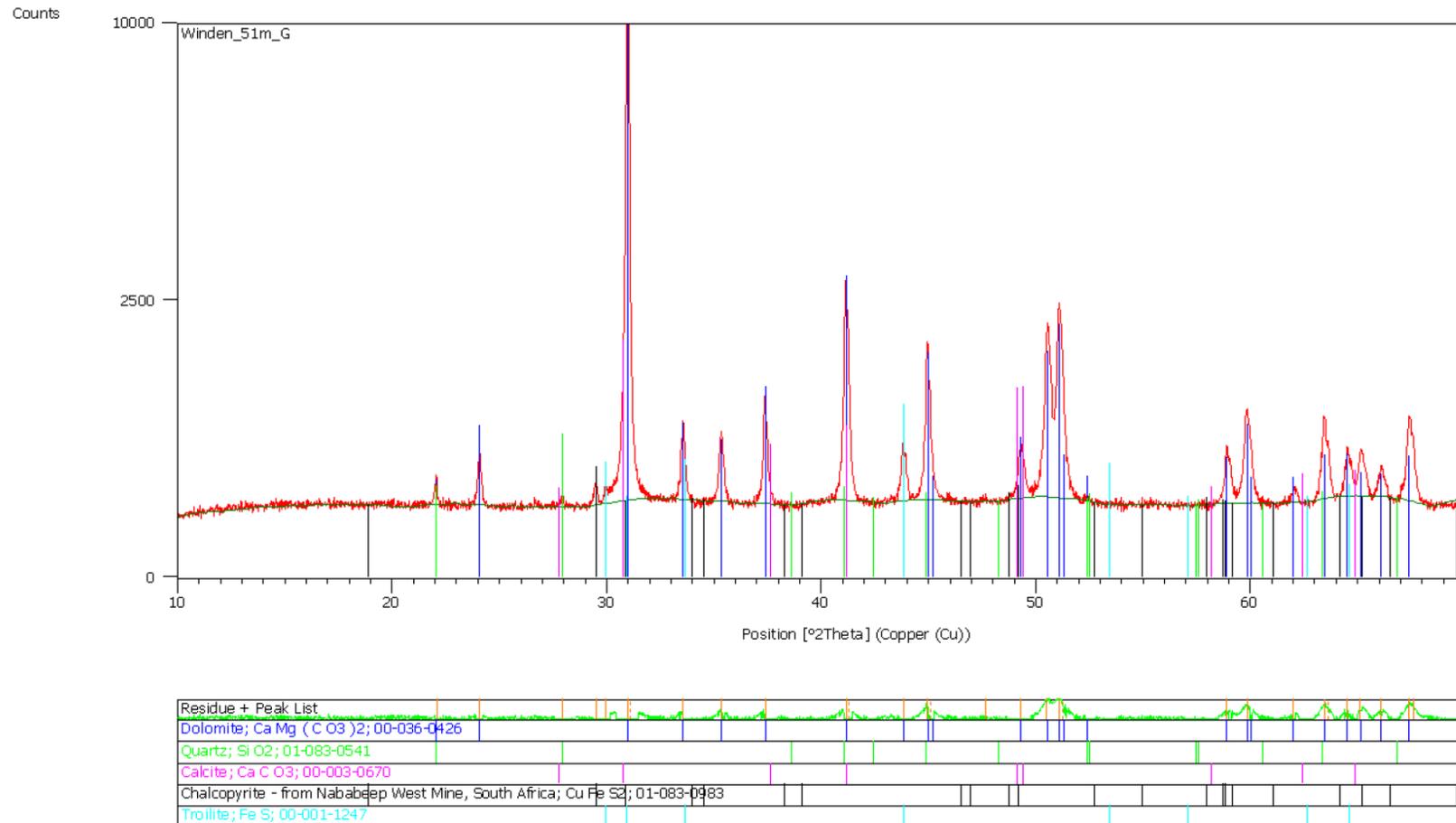
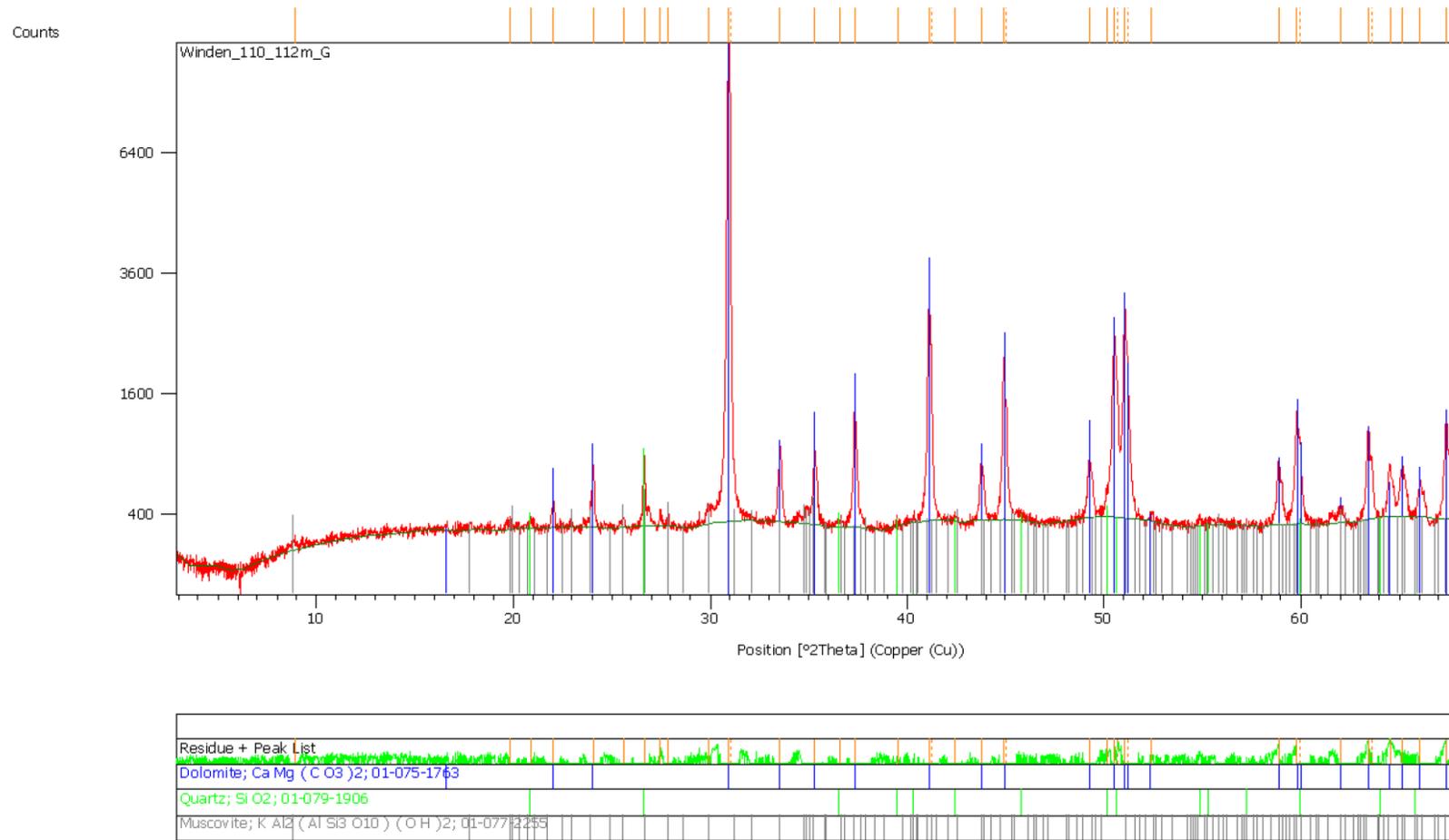


Abb. 4.23: Röntgendiffraktogramm der Gesamtprobe aus einer Tiefe von 24,1 m



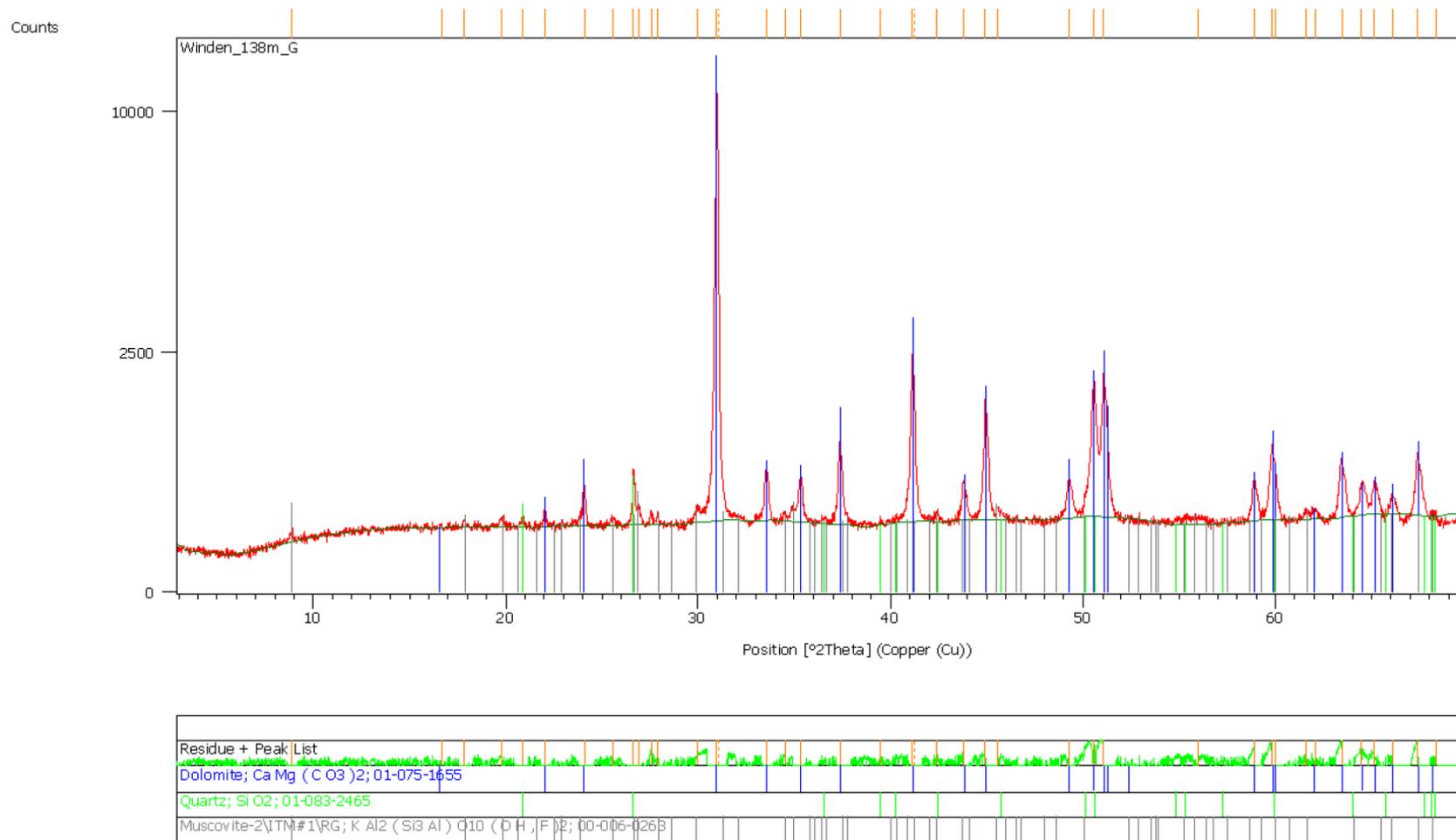
GBA Wien, FA Rohstoffgeologie

Abb. 4.24: Röntgendiffraktogramm der Gesamtprobe aus einer Tiefe von 51 m



GBA Wien, FA Rohstoffgeologie

Abb. 4.25: Röntgendiffraktogramm der Gesamtprobe aus einer Tiefe von 110-112m



GBA Wien, FA Rohstoffgeologie

Abb. 4.26: Röntgendiffraktogramm der Gesamtprobe aus einer Tiefe von 138 m

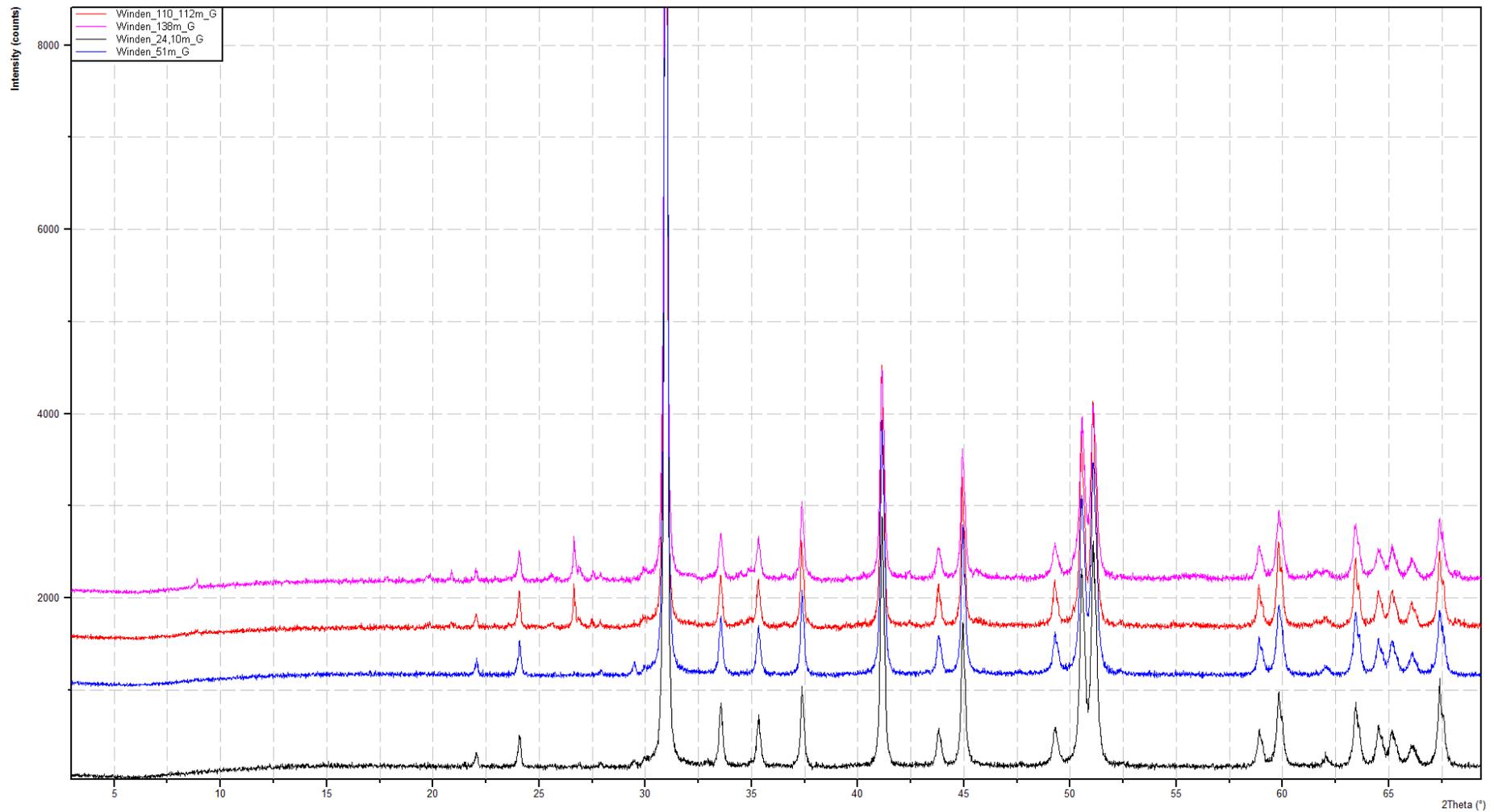


Abb. 4.27: Kombinierte Ansicht der Röntgendiffraktogramme von allen Gesamtproben

4.6 Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen

An Bruchstücken von verschiefertem dunklem Dolomit aus dem Bohrmeter 74, fielen Mineralisationen an den Klufflächen auf.

Diese wurden beprobt und mit einem Rasterelektronenmikroskop der Firma TESCAN an der Geologischen Bundesanstalt untersucht.

Die SEM-Bilder (Sekundär-Elektronen-Bilder) lassen die typischen Kristallformen von Pyrit und Calcit erkennen (Abb. 4.28, Abb. 4.29).

Einerseits die kubische Kristallform von Pyrit (Abb.4.29), hier in einer Pentagondodekaeder-Oktaeder Strukturkombination. Andererseits die Ausbildung von Calcit (Abb.4.28) mit der typischen trigonal-skalendoedrischen Kristallform.

Die chemische Analyse wurde anhand energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX) durchgeführt und ergab eindeutig die Zusammensetzung der Mineralphasen Pyrit bzw. Calcit.

Ob sich Pyrit aus den zirkulierenden Wässern gebildet hat, ließe sich nur mittels einer Isotopenuntersuchung des Schwefels genau bestimmen.

Vermutlich wurde der Schwefel aber aus dem dunklen Dolomit gelöst, denn einzelne Dolomit Komponenten scheinen primär Pyrit zu enthalten, ersichtlich in Form von dunklen leicht schimmernden Knoten in der Dolomitmatrix.

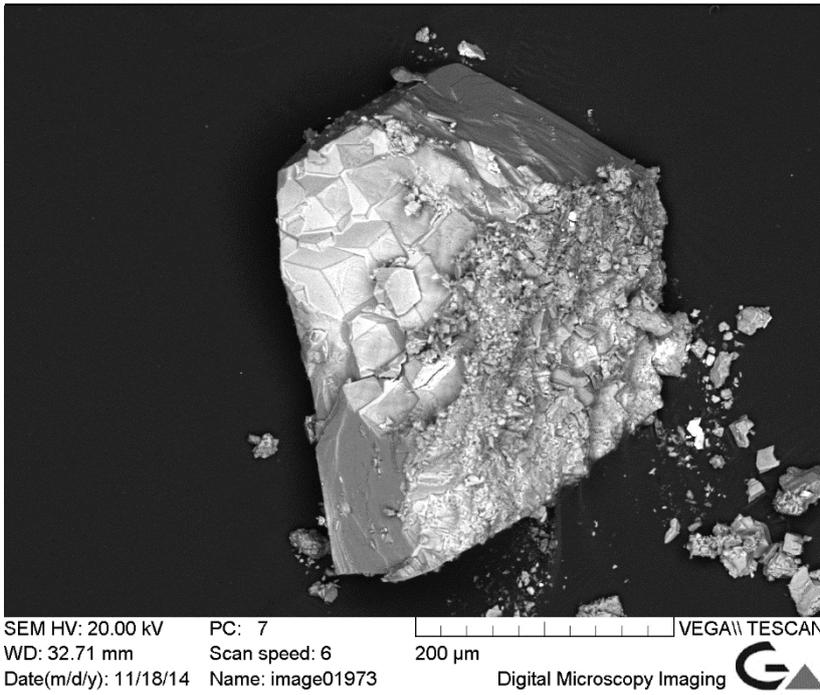


Abb. 4.28: Calcit

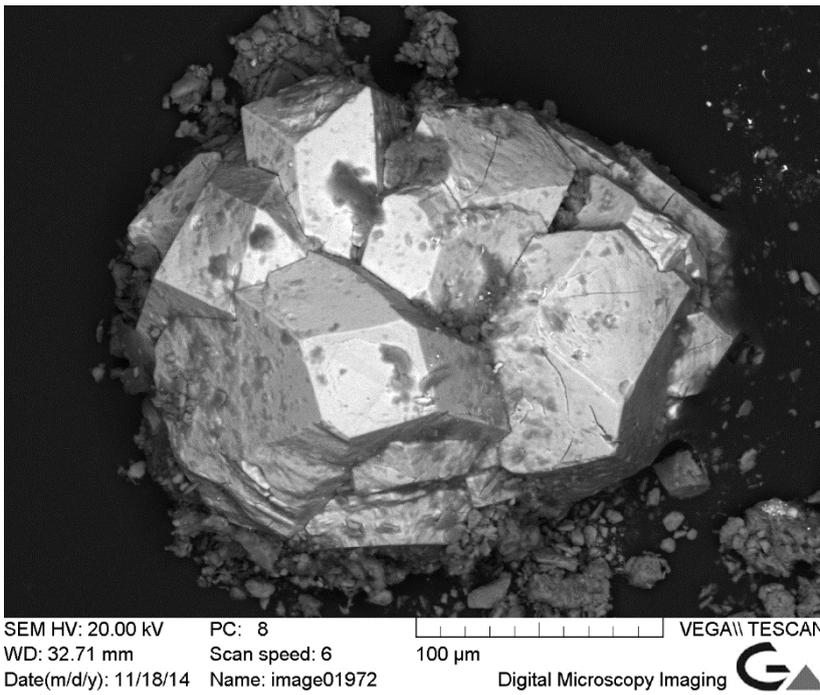


Abb. 4.29: Pyrit

4.7 Wasseranalysen

Im Zuge der geologischen Bohrbetreuung an der Aufschlussbohrung EKB01 in Winden wurden während und nach der Bohrung insgesamt 7 Wasserproben gezogen und an der Geologischen Bundesanstalt, Fachabteilung Geochemie hydrochemisch untersucht. Diese Wasserproben stammen aus unterschiedlichen Tiefen, wurden entweder in Phasen eines natürlichen Grundwassergleichgewichtes, während Kurzpumpversuchen und am Ende eines Langzeitpumpversuches (5 Tage) entnommen. Für den hydrochemischen Vergleich wurden benachbarte Wasserspenden (Vergleichsgruppe) miteinbezogen. Tabelle 4.3 zeigt den Ablauf der hydrochemischen Probenahme an der Erkundungsbohrung EKB 01 sowie vergleichbare Wasserspenden. Tabelle 4.4 den entsprechenden Wassertyp.

Bezeichnung (SampleID)	Datum der Probenahme	Tiefe ab GOK [m]	Status
GCH-2014-040-1	16.10.2014	67	Kurzpumpversuch; 0,5 l/sec
GCH-2014-044-1	04.11.2014	10	Kurzpumpversuch; 3,5 l/sec
GCH-2014-044-2	04.11.2014	10	Kurzpumpversuch; 2,0 l/sec
GCH-2014-046-1	11.11.2014	16	Ruhegrundwasserspiegel
GCH-2014-046-2	11.11.2014	81	Ruhegrundwasserspiegel
GCH-2014-046-3	11.11.2014	140	Ruhegrundwasserspiegel
GCH-2014-049-1	27.11.2014	26	Langzeitpumpversuch; 6,7 l/sec
Heidebrunnen	25.11.2013	-----	-----
Windener Quelle	12.08.2013	-----	-----
Zeiler Bründl	23.09.1988	-----	-----
HFB Purbach 1	23.07.1999	-----	-----
HFB Purbach 2	02.08.1999	-----	-----
Türkenhainbrunnen	06.02.2001	-----	-----
Türkenhainbrunnen	22.08.2002	-----	-----
Ochsenbrunnen	31.01.1990	-----	-----

Tab. 4.3: Parameter der hydrochemischen Beprobungen an der Erkundungsbohrung Winden und der Vergleichsgruppe

In den Abbildungen 4.30 bis 4.33 werden die Konzentrationen für Kationen und Anionen, entsprechend der in Tab. 4.4 angeführten Wasserspenden, in unterschiedlichen Diagrammen dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Wasserspenden im Bereich Winden (grüner Kreis) eine ähnliche hydrochemische Zusammensetzung aufweisen, wobei der erhöhte Sulfatgehalt charakteristisch ist. Mit zunehmender Tiefe steigt hier der Sulfat- und Calciumgehalt (schwarzer Kreis) markant an. Die hydrochemische Zusammensetzung der Wasserspenden der Vergleichsgruppe (roter Kreis) ist sowohl im Gebiet Purbach (HFB, Türkenhainbrunnen) als auch im Gebiet Jois (Ochsenbrunnen) durch eine geringere Gesamtmineralisation gekennzeichnet. Vor allem der Sulfatgehalt ist im Vergleich zu den Wasserspenden in Winden niedriger.

ID	Station	SampleID	WATERTYPE
1	GCH-2014-040	GCH-2014-040-1	Ca-Mg-HCO3-SO4
2	GCH-2014-044-1	GCH-2014-044-1	Ca-Mg-HCO3-SO4
3	GCH-2014-044-2	GCH-2014-044-2	Ca-Mg-HCO3-SO4
4	GCH-2014-046-1	GCH-2014-046-1	Ca-Mg-HCO3-SO4
5	GCH-2014-046-2	GCH-2014-046-2	Ca-Mg-HCO3-SO4
6	GCH-2014-046-3	GCH-2014-046-3	Ca-Mg-SO4-HCO3
7	GCH-2014-049	GCH-2014-049-1	Ca-Mg-HCO3-SO4
8	Haidebrunnen	Haidebrunnen_25.11.2013	Ca-Mg-HCO3
11	HFB Purbach 1	HFB Purbach 1	Ca-Mg-HCO3-SO4
12	HFB Purbach 2	HFB Purbach 2	Ca-Mg-HCO3-SO4
15	Ochsenbrunnen	Ochsenbrunnen	Ca-HCO3-SO4
13	Türkenhainbrunnen 2001	Türkenhainbrunnen 2001	Ca-Mg-HCO3
14	Türkenhainbrunnen 2002	Türkenhainbrunnen 2002	Ca-Mg-HCO3
9	Windener Quelle	Windener Quelle_12.08.2013	Ca-Mg-HCO3-SO4
10	Zeiler Bründl	Zeiler Bründl	Ca-Mg-HCO3-SO4

Tab. 4.4: Hydrochemische Charakterisierung der Wasserspenden der angeführten Wasserspenden

Nachfolgend sind die einzelnen hydrochemischen Untersuchungsberichte aus der Erkundungsbohrung Winden (EKB01) mit den detaillierten Analysewerten, als Kreisdiagramm der Äquivalentanteile, dargestellt.

Abschließend und zusammenfassend ist der Wasserchemismus der ausgewählten Wasserspenden als Radialdiagramm (Abb. 4.34) der Konzentrationen von Kationen und Anionen in meq/l dargestellt. Einerseits ist hier der hydrochemische Unterschied der „Windener Gruppe“ (Erkundungsbohrung EKB01, Windener Quelle, Zeiler Bründl) gegenüber der Vergleichsgruppe (HFB Purbach, Türkenhainbrunnen Purbach, Ochsenbrunnen in Jois) ersichtlich. Andererseits der Hohe Sulfat- und Calciumgehalt der tiefsten (150 m ab GOK) Wasserprobe aus der Erkundungsbohrung EKB01 auffallend. Diese sulfatbetonten Wässer mit deutlich erhöhtem Calciumgehalt sind zusammen mit dem Dolomit als Hinweis für eine saline Fazies der Unter- bis Mitteltrias im Einzugsgebiet zu sehen.

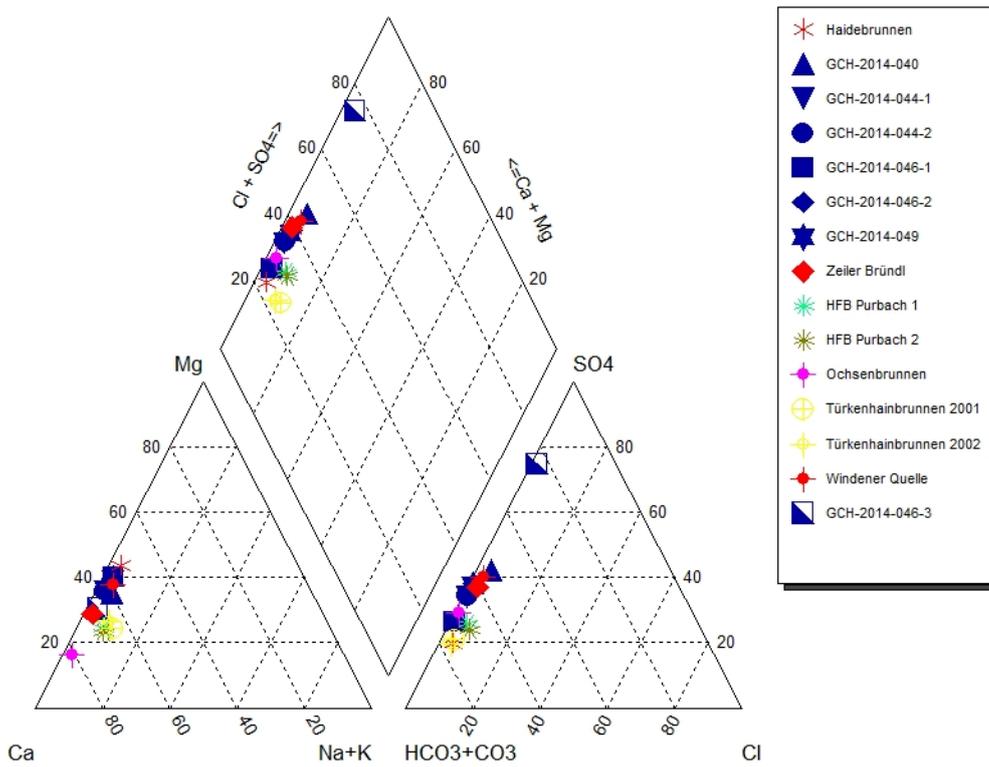


Abb. 4.30: Darstellung der Konzentrationsverhältnisse für Kationen und Anionen ausgewählter Wasserproben (Erkundungsbohrung EKB 01 Winden und angrenzender Wasserspenden) im Piperdiagramm

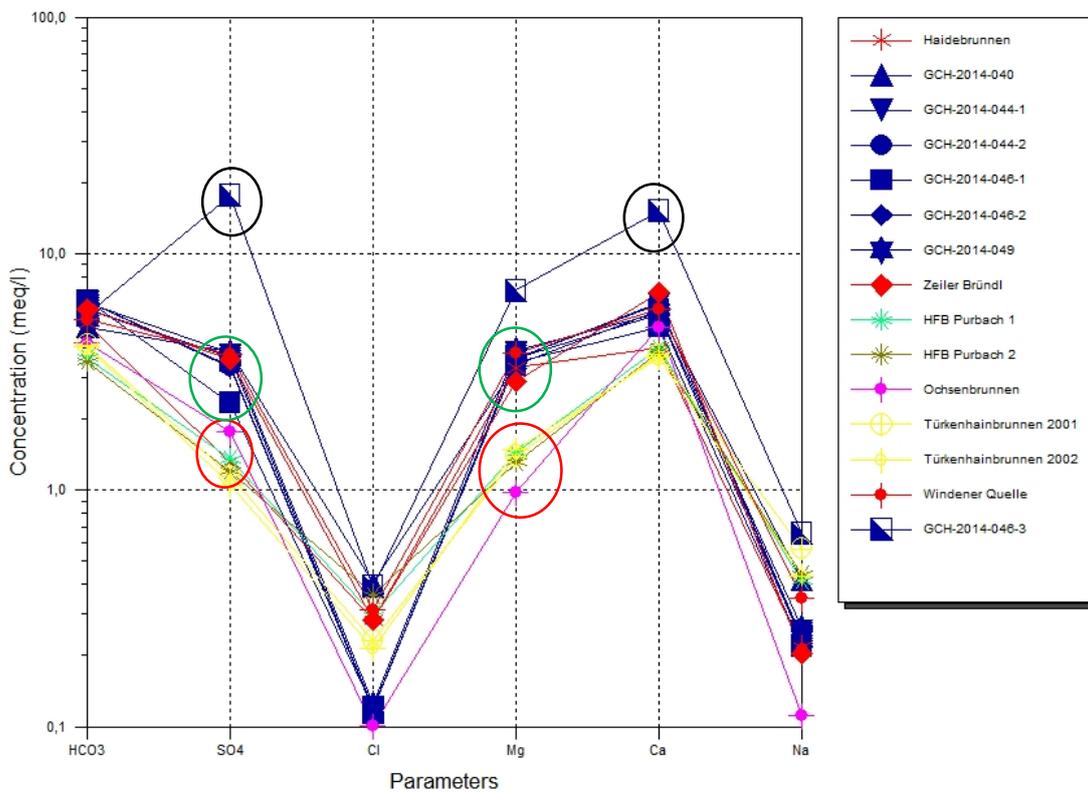


Abb. 4.31: Darstellung der Konzentration für Kationen und Anionen in meq/l (logarithmischer Maßstab) ausgewählter Wasserproben (Erkundungsbohrung EKB 01 Winden und angrenzender Wasserspenden) im Schöllerdiagramm

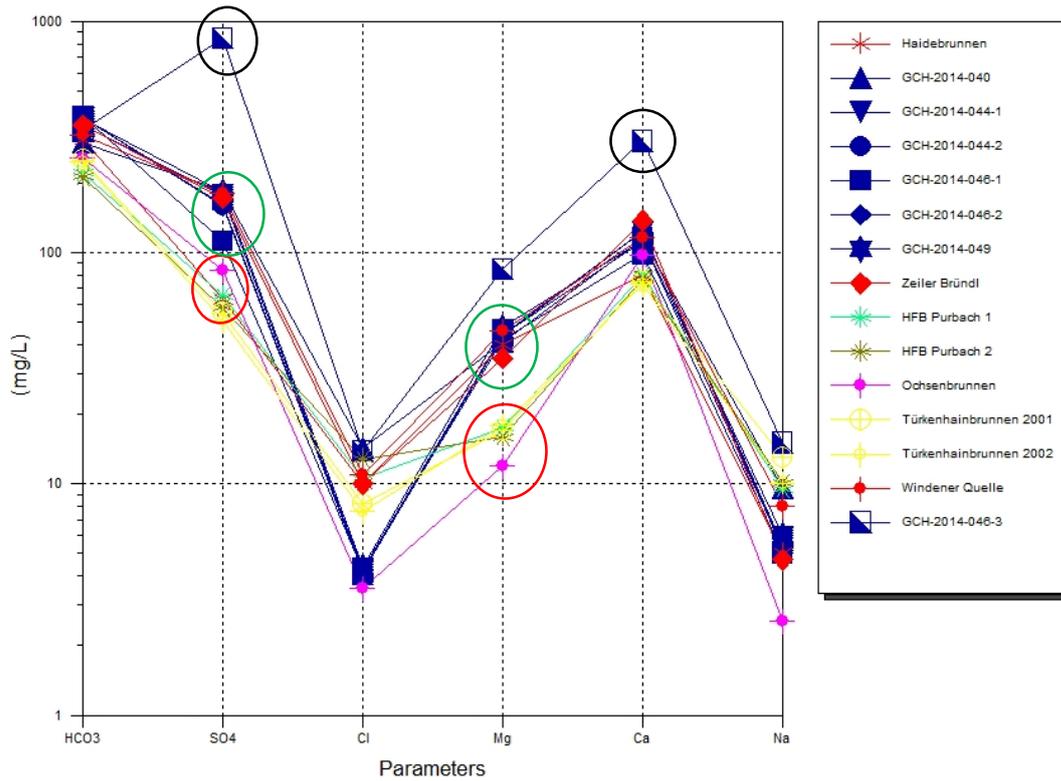


Abb. 4.32: Darstellung der Konzentrationen für Kationen und Anionen in mg/l (logarithmischer Maßstab) ausgewählter Wasserproben (Erkundungsbohrung EKB 01 Winden und angrenzender Wasserspenden) im Schöllerdiagramm

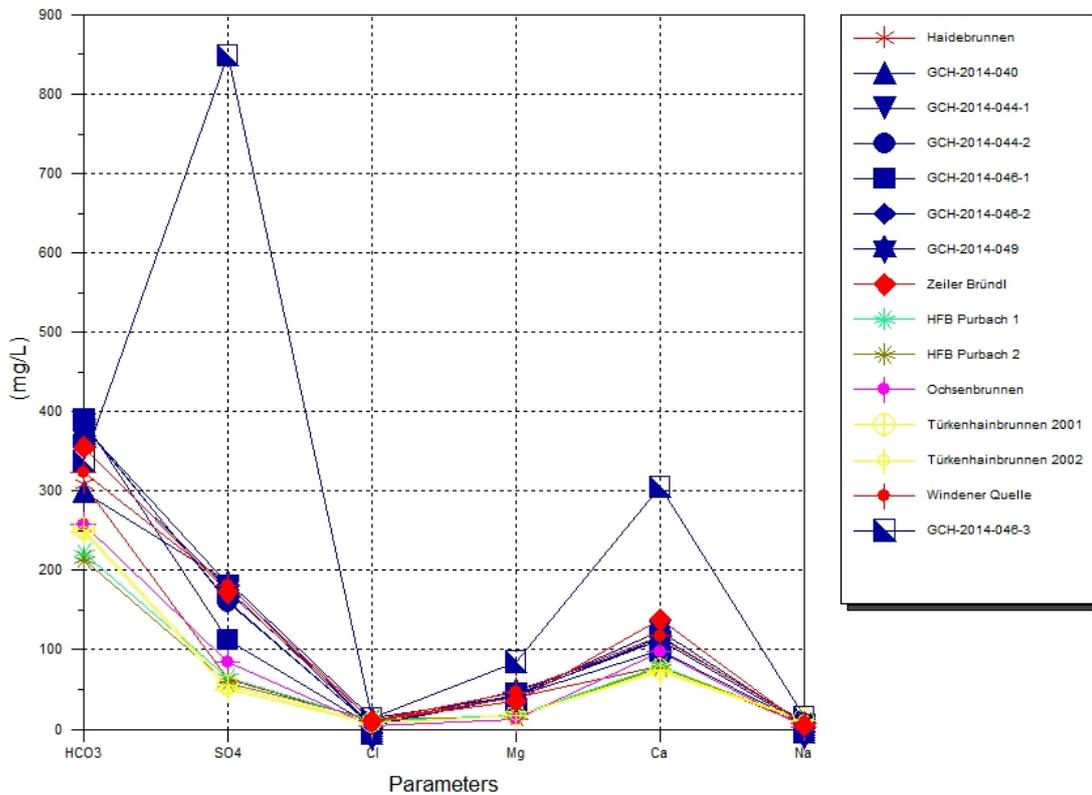
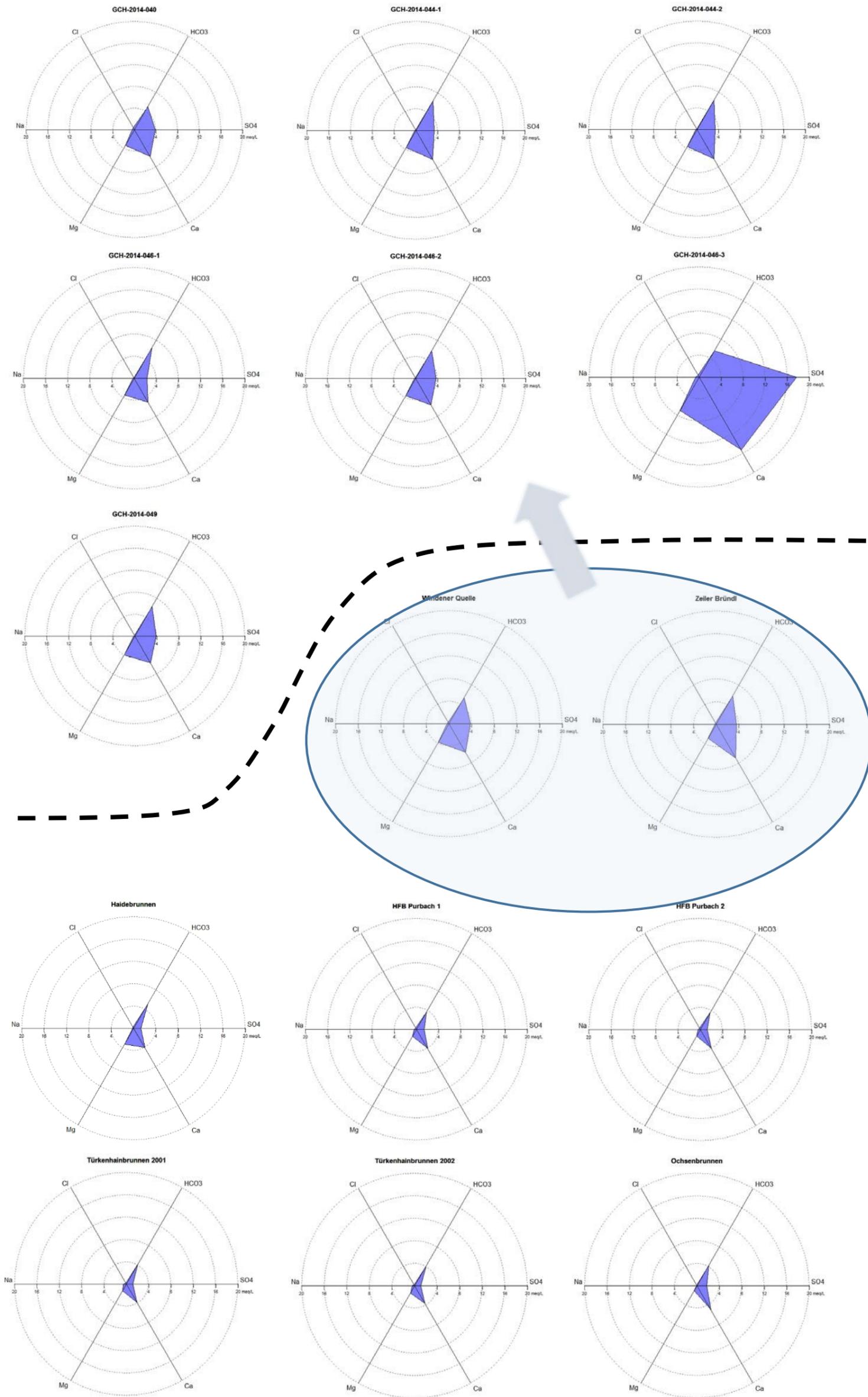


Abb. 4.33: Darstellung der Konzentrationen für Kationen und Anionen in mg/l für ausgewählte Wasserproben (Erkundungsbohrung EKB 01 Winden und angrenzender Wasserspenden) im Schöllerdiagramm



Erkundungsbohrung Winden EKB 01

Referenzbrunnen und -quellen

Abb. 4.34: Darstellung der Konzentrationen für Kationen und Anionen in meq/l für ausgewählte Wasserproben (Erkundungsbohrung EKB 01 Winden und angrenzender Wasserspenden) im Radialprogramm

4.8 Bohrlochlogs

4.9 Bohrlochgeophysik

Begleitend zu den Bohrlochmessungen der Fa. Terrascan wurden durch die Fachabteilung Geophysik der Geologischen Bundesanstalt Bohrlochmessungen durchgeführt (Abb. 4.35), vor allem zur Verifizierung der geoelektrischen Messungen. Am 10. November 2014 wurden die Gammastrahlung und der elektrische Widerstand des Untergrundes gemessen. Die Sonde (Dual Focused Induction) und Logger stammen von der Firma Robertson Geologging. Die Dual Focused Induction Sonde ist eine elektromagnetische Sonde mit sieben Spulen, die gleichzeitig zwei Leitfähigkeitswerte misst, was einem „mittleren“ und einem „tiefen“ Untersuchungsradius entspricht. Eingebaut in der Sonde ist ein Gammazintillationszähler zur Messung des radioaktiven Zerfalls von natürlich vorkommendem Kalium, Uran und Thorium in der geologischen Formation.



Abb. 4.35: Durchführung der Bohrlochmessungen (GBA)

Die Ergebnisse dieser beiden Messungen (Gammastrahlung, elektrischer Widerstand) sind in der Abbildung 4.36 den Ergebnissen aus den Flowmeter Messungen und der elektrischen Leitfähigkeit des Bohrlochfluids der Firma Terrascan gegenübergestellt.

Mithilfe des „Fluid Samplers“ wurden in 3 verschiedenen Tiefen Wasserproben genommen.

4.10 Resümee

Anhand der Bohrlochmessungen wird der Untergrund lithologisch in drei Teile gegliedert.

Der Abschnitt von 0 bis 10 Meter Tiefe wird von der Leithakalkfazies (Leithakalk, Feinsand, Schluff) eingenommen. Die in diesem Bereich erhöhte Gammastrahlung wird jedoch durch die Sperrschicht mit Dämmer Zement und Tonsperre beeinflusst.

Bis 72 Meter Tiefe schließt ein, im Gamma-log weitestgehend homogen ausgebildeter, Bereich an, der bei etwa 38 Meter etwas versetzt ist. Für diesen Effekt ist die bis in diesen Bereich (38 Meter ab GOK) erfolgte Ringraumverkiesung zu berücksichtigen. Dieser gesamte Abschnitt wird von locker gelagerten, dolomitischen Grobsanden bis Feinkiesen aufgebaut. Ab 24 Meter Tiefe liegen auch, unterschiedlich verteilt in den Bohrkisten, Grobkomponenten (Grobkies bis Steine, selten ganz erhaltene Bohrkerne) von dunklem, dunkelgrauem Dolomit, meist brekziös (Komponenten von 5mm bis 3 cm) und sekundär verkittet durch helle Calcitadern, vor.

Deutlich abgerundete Kanten weisen zumindest bis etwa 24 Meter Tiefe auf umgelagerte Mitteltrias (Dolomit) hin, zumal makroskopisch auch ein Seeigelstachel und Muschelbruchstücke gefunden wurden. Damit sind diese Klastika ins Neogen zu stellen.

Interessant ist die markante Zunahme des elektrischen Widerstandes zwischen 23 und 40 Meter Tiefe. Im Vergleich mit der Bohrkernaufnahme zeigt sich, dass dieser Bereich von grobklastischen Ablagerungen (Grobkies bis Steine) eingenommen wird. Ob es sich hier um lokal abgelagerte Grobklastika, oder zerbohrtes Gestein handelt ist noch zu untersuchen. Auf jeden Fall ist auch hier, vergleichbar mit dem Gamma-log, bei 40 Meter Tiefe eine Anomalie (Abnahme der elektrischen Leitfähigkeit) zu erkennen.

Ab 75 Meter Tiefe bis zum Bohrende ist im Gamma-log eine auffallend rhythmisch wechselnde Änderung der Gammastrahlung vorhanden. Damit unterscheidet sich dieser Bereich vom hangenden Abschnitt, wobei dieser Übergang sowohl in der Geoelektrik als auch in der NMR Grundwassermodellierung erfasst wurde. Bedingt durch die höhere Leitfähigkeit (1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$) des Wassers nimmt der elektrische Widerstand ab 120 Meter Tiefe kontinuierlich ab. Ob hier, wie vermutet, stark tektonisch beanspruchter Dolomit der Mitteltrias, der im Zuge der Kernbohrung feinschichtig und scharfkantig zerbricht und als Grobsand bzw. Feinkies gefördert wurde, vorliegt, muss noch untersucht werden.

Wesentlich aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist, dass geringer mineralisiertes ($\sim 800 \mu\text{S}/\text{cm}$) und in relevanten Mengen nutzbares Grundwasser zwischen 10 und 23 Meter Tiefe zuströmt (Flow-meter, Fa. Terrascan). Zwischen 77 und 90 Meter Tiefe fließen noch 10 % zu.

EKB 1 Winden

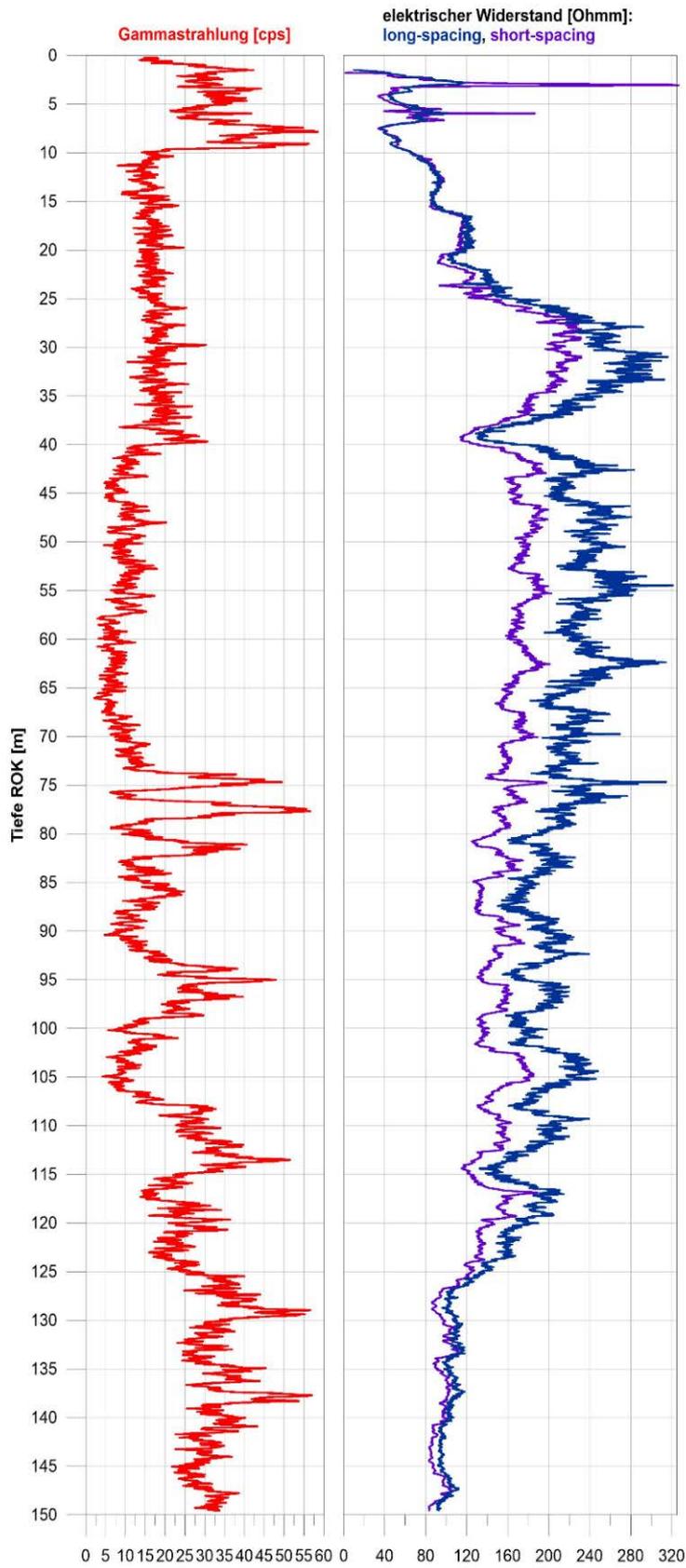


Abb. 4.36: Graphische Zusammenschau der Ergebnisse der Bohrlochmessungen am 10.11.2014 (GBA)

4.11 Pumpversuch (Fa. Eder)

Kurzpumpversuch

Nach Beendigung der Erkundungsbohrung EKB01 in Winden (ET 152 m ab GOK) wurde am 03.11.2014 ein Kurzpumpversuch mit einer Gesamtdauer von 12 Stunden durchgeführt. Die Pumpe wurde in 149,00 m Tiefe ab Gelände eingebaut. Der Abstich (Ruhegrundwasserspiegel) lag bei 8,00 m ab Schacht-Oberkante. Die Förderleistung wurde von 2 auf 3 und schlussendlich auf 3,5 l/sec gesteigert. Mit der Förderleistung von 3,5 l/sec wurde eine über 8 Stunden konstante Absenkung des Wasserspiegels von 8 cm gehalten (Wasserstand unter Messpunkt: 8,08 Meter).

Leistungspumpversuch

Der Leistungspumpversuch wurde im Zeitraum 24.11.2014, 09:00 bis 27.11.2014, 13:00 durchgeführt (76 Stunden). Die Pumpe wurde in 27,00 m Tiefe ab Gelände eingebaut. Der Abstich (Ruhegrundwasserspiegel) ab GOK (Geländeoberkante) betrug 7,03m. Bereits am ersten Tag wurde die Förderrate auf max. 7 l/sec gesteigert und bis zum Ende des Pumpversuches beibehalten. Gleichzeitig mit dem Erreichen der maximalen Förderleistung von 7 l/sec wurde auch die maximale Absenkung von 18 cm erreicht und bis zum Ende des Pumpversuches beibehalten (Wasserstand unter GOK: 7,21 Meter).

In der Abbildung 4.37 sind die Metadaten des Langzeitpumpversuches an der Bohrung EKB 01 ersichtlich. Die graphische Auswertung des Pumpversuches zeigt die Abbildung 4.38.

Günther Eder Ges.m.b.H
 Nizefeldweg 3
 A - 5280 Braunau am Inn
 Tel. 0 77 22 / 8 71 42
 Fax: 0 77 22 / 87 14 24

Pumpversuchsbericht

Leistungspumpversuch

Baustelle	Erkundungsbohrung Winden am See			Brunnen Nr.	VB
Auftraggeber	Wasserleitungsverband Nördliches Burgenland, Eisenstadt				
Bohrmeister	Schneider F.	Versuchsleiter:	Schönl Andrej	Pumpversuch - Nr.	2
TK 25 Blatt	Rechtswert:		Hochwert:	Geländehöhe:	
Messpunkt ist:	ROK = 1,00 m		über Gelände		
Ableitungsrohre	20,0	m	Einleitung in	Feld	
Überfallbreite des Messkastens			mm	Rechteck/Dreieck	
Wasserzählerstand, Anfang			Ende		
andere Durchflussmessverfahren:					
Pumpversuch:	vom	24.11.2014	bis	27.11.2014	
Pumpzeit	vom	24.11.2014, 09:00	Uhr bis	27.11.2014, 13:00	Uhr = 76,00 Std.
Wiederanstieg	vom	27.11.2014, 13:00	Uhr bis	27.11.14, 13:00:10	Uhr = 10 sec.
Pumpzeit	vom		Uhr bis		Uhr =
Wiederanstieg	vom		Uhr bis		Uhr =
Pumpzeit	vom		Uhr bis		Uhr =
Wiederanstieg	vom		Uhr bis		Uhr =
		Gesamtstunden		Pumpzeit	76,00 Std.
				Wiederanstieg	10 sec.
Bohrverfahren	Rotationskernbohrung			Bohrspülzusätze	
Wasserproben				(Eintrag auf Blatt Messwerte)	
Bohrlochtiefe	152,00	m ab Gelände	Ausbautiefe	149,00	m ab Gelände
Einbautiefe Pumpe	27,00	m ab Gelände	Ruhewasserspiegel	7,03	m ab Gelände
Erklärung der Trübung des Wassers (DIN 38 404)					
0 = klar	1 = schwach getrübt	2 = stark getrübt	3 = undurchsichtig		
Erklärung der Färbung des Wassers (DIN 38 404)					
0 = farblos	1 = schwach	2 = stark	(z. B. bräunlich)		

Abb. 4.37: Pumpversuchsübersicht des Langzeitpumpversuches an der Bohrung EKB 01

4.12 Literatur

- BIEBER, G. & RÖMER, A. (2014): Weiterführende Studie zu Erweiterung des Brunnenfeldes in Winden am See. – Unpubl. Bericht, 10 S., Geologische Bundesanstalt, Wien.
- BOROVICZEŇY ET AL. (1990): Wasserhaushalt Leithagebirge – Südostabdachung. – Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, Forschungsbericht 13, 214 S., Wien, Juli 1990
- BRIX, F. & PASCHER, G. (1994): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, 77 Rust. – Geologische Bundesanstalt; Wien, 1994
- ERKMEN, C. (2012): Kinematik und Deformation an der Leithagebirgs-W-Randstörung (Wimpassing). – Masterarbeit, Universität Wien, 82 S.
- HARZHAUSER, M., RÖGL, F. 2005. Artenvielfalt ohne Ende. Karpatium und Badenium. – Steininger, H., Steiner, E. (eds.). Meeresstrand am Alpenrand. Molassemeer und Wiener Becken. 43-49, publication PN°1, Bibliothek der Provinz.
- HÄUSLER ET AL. (2010): Erläuterungen zur Geologischen Karte Blatt Nr. 78 Rust. – Geologische Bundesanstalt Wien, 2010
- KÜPPER, H., PRODINGER, W., WEINHANDL R. (1955): Geologie und Hydrogeologie einiger Quellen am Ostabfall des Leithagebirges. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 133-141, Wien 1955
- LEITHNER, W. (1998): Skizze, (Beilage 2) Übersicht Messpunkte 31.10.1998, KG Winden Gst.Nr. 1967/41 bis 1967/46. – Unpubl. Bericht Archiv der Fachabteilung Hydrogeologie & Geothermie der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1998
- SCHMID, H. (1968): Das Jungtertiär an der SE-Seite des Leithagebirges zwischen Eisenstadt und Breitenbrunn (Burgenland). – Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland, Heft 41, 74 S., Burgenländisches Landesmuseum 1968
- SZIVATS, W., MASCHLER, H. (2005): Quellbeobachtung im Hydrographischen Dienst in Österreich.– Mitteilungen des Hydrographischen Zentralbüros, Heft 70, Wien 2005
- TOLLMANN, A. (1955): Das Neogen am Nordwestrand der Eisenstädter Bucht. – Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland, Heft 41, 74 S., Burgenländisches Landesmuseum und das Institut für die wissenschaftliche und wirtschaftliche Erforschung des Neusiedler Sees, Eisenstadt, 1955.

4.13 Anhang / Fotodokumentation



Abb. 4.39: Bohrkernaufnahme und fachliche Diskussion; von links nach rechts: Dr. R. Schuster (GBA), F. Schneider (Fa. Eder, Geräteführer), Mag. C. Hörfarter (GBA), Mag. B. Jochum (GBA), Mag. G. Bieber (GBA)



Abb. 4.40: Bohreinrichtung der Fa. Eder



Abb. 4.41: Bohrkernaufnahme, Mag. G. Bieber, GBA (links), F. Schneider, Fa. Eder (rechts)



Abb. 4.42: Bohrloch-Logging, Fa. Terrascan



Abb. 4.43: Bohrloch-Logging, Geologische Bundesanstalt (Mag. G. Bieber, Mag. B. Jochum)



Abb. 4.44: Durchführung Pumpversuch Fa. Eder



Abb. 4.45: Förderrate von 7 l/sec, Langzeitpumpversuch Fa. Eder



Abb. 4.46: Bohrkistenabtransport durch Fa. Eder

5 Hallstatt (OÖ.)

5.1 Einleitung

Im Rahmen des Projektes ÜLG35 wurden 4 geoelektrische Profile im Oktober 2014 am Salzberg bei Hallstatt gemessen. Die Ergebnisse der geophysikalischen Messungen sollen dabei zusätzliche Informationen zur Evaluierung der Felssturzgefahr im betreffenden Gebiet liefern. Ziel der Geoelektrik dabei ist es, die Struktur und Mächtigkeit von potenziellen Massenbewegungen zu erfassen. Die Lage der Profile zeigt Abb. 5.1. bzw. Abb. 5.2.

Die Details zu den geoelektrischen Profilen sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Geoelektrikprofil	Elektrodenabstand [m]	Profillänge [m]	Messrichtung
Profil 4	4	368	NW-SO
Profil 5	4	496	NNW-SSO
Profil 6	4	368	W-O
Profil 7	4	560	NW-SO

Tab. 5.1 Spezifikation der Geoelektrikprofile



Abb. 5.1: Lage der geoelektrischen Profile P4, P5, P6 und P7, Orthofoto ©Bing

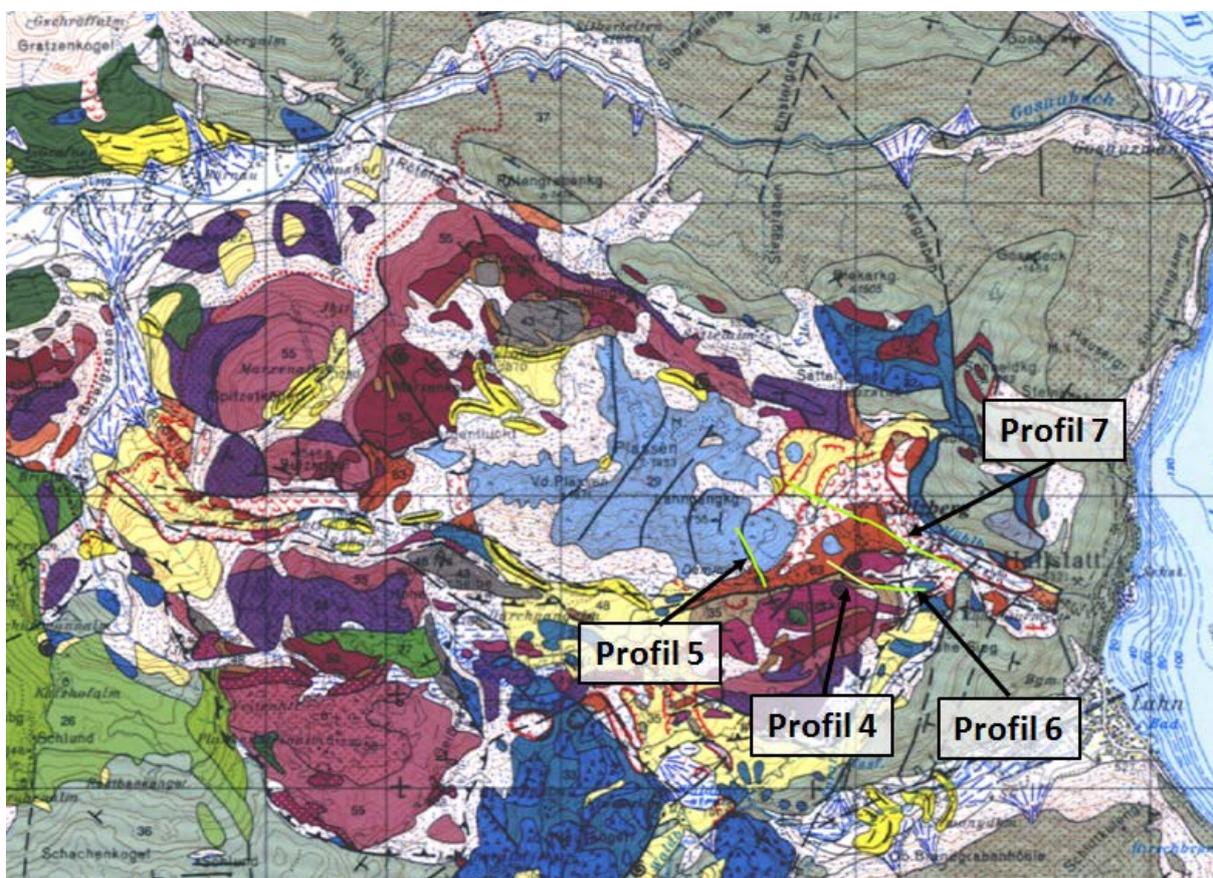


Abb.5. 2: Lage der geoelektrischen Profile P4, P5, P6 und P7 auf der geologischen Karte (Schäffer, 1982)

5.1 Ergebnisse Geoelektrik

In den Abb. 5.3 bis 5.6 sind die Inversionsergebnisse der Geoelektrikprofile Hallstatt dargestellt. Die Abb. 5.7 bis 5.9 zeigen die Resultate lagegenau auf dem Orthofoto für die jeweiligen Untersuchungsgebiete.

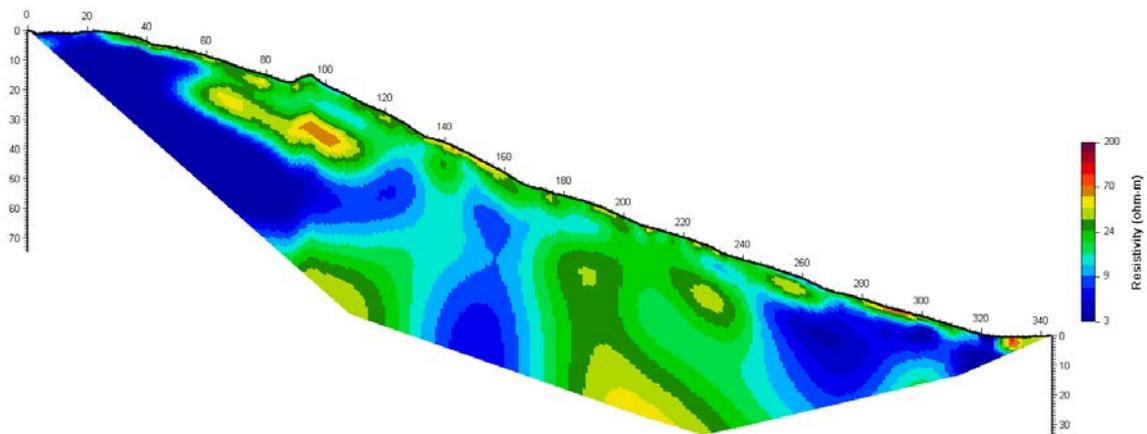


Abb. 5.3: Inversionsergebnis der Geoelektrikmessung Profil 4

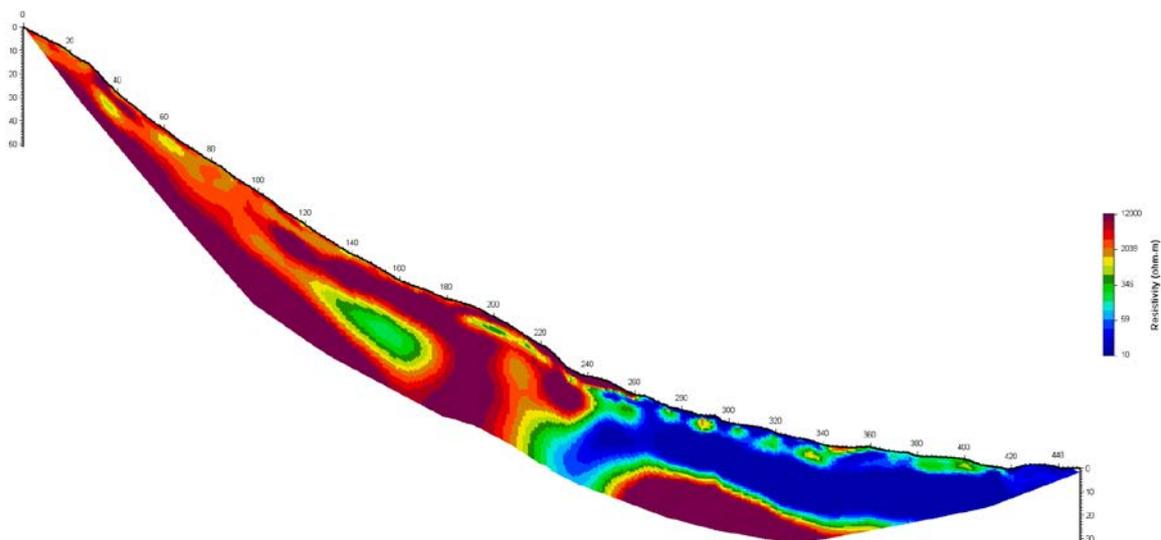


Abb. 5.4: Inversionsergebnis der Geoelektrikmessung Profil 5

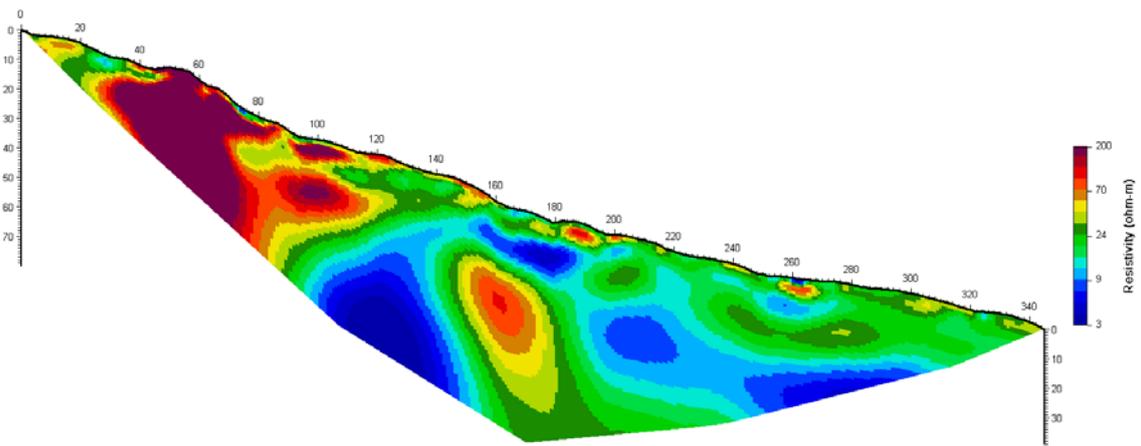


Abb. 5.5: Inversionsergebnis der Geoelektrikmessung Profil 6

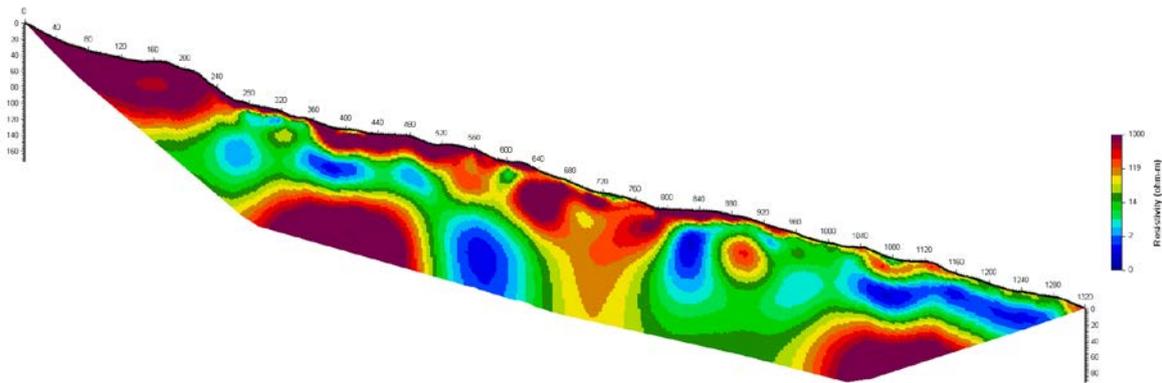


Abb. 5.6: Inversionsergebnis der Geoelektrikmessung Profil 7

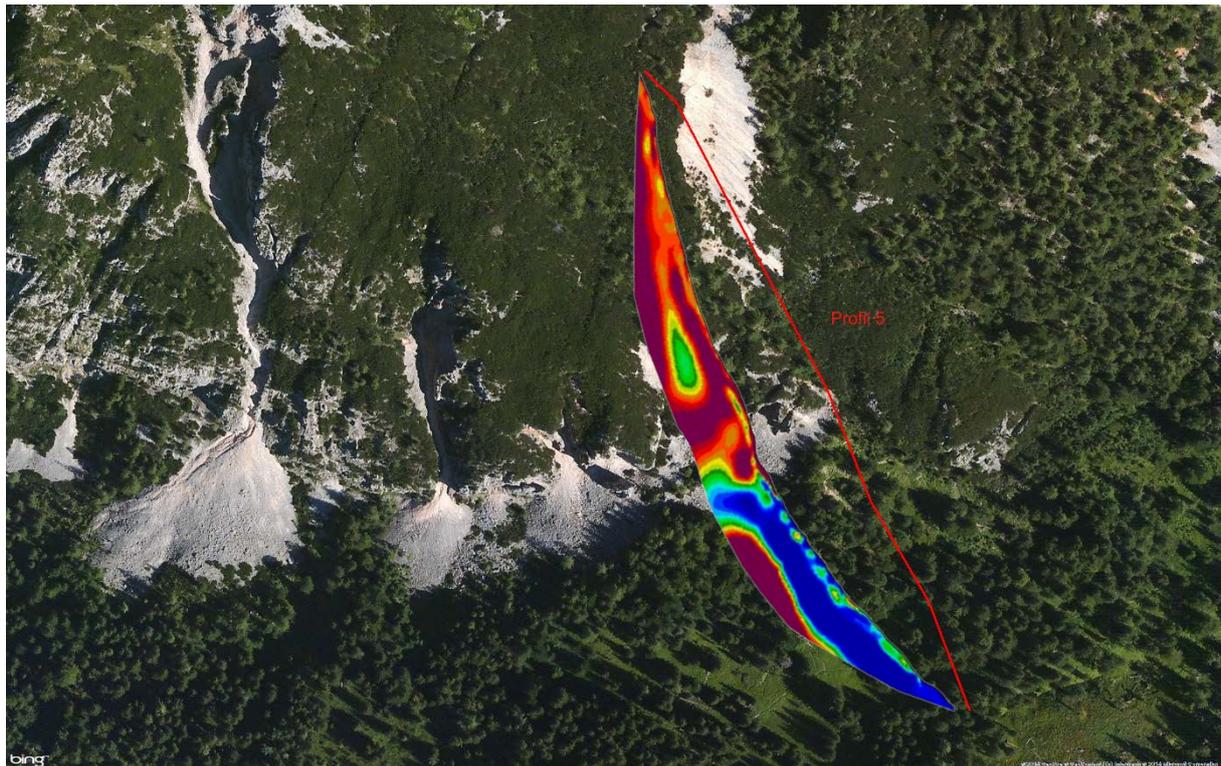


Abb. 5.7: Resultat der Geoelektrik-Inversion P5 lagerichtig auf dem Orthofoto des Untersuchungsgebietes

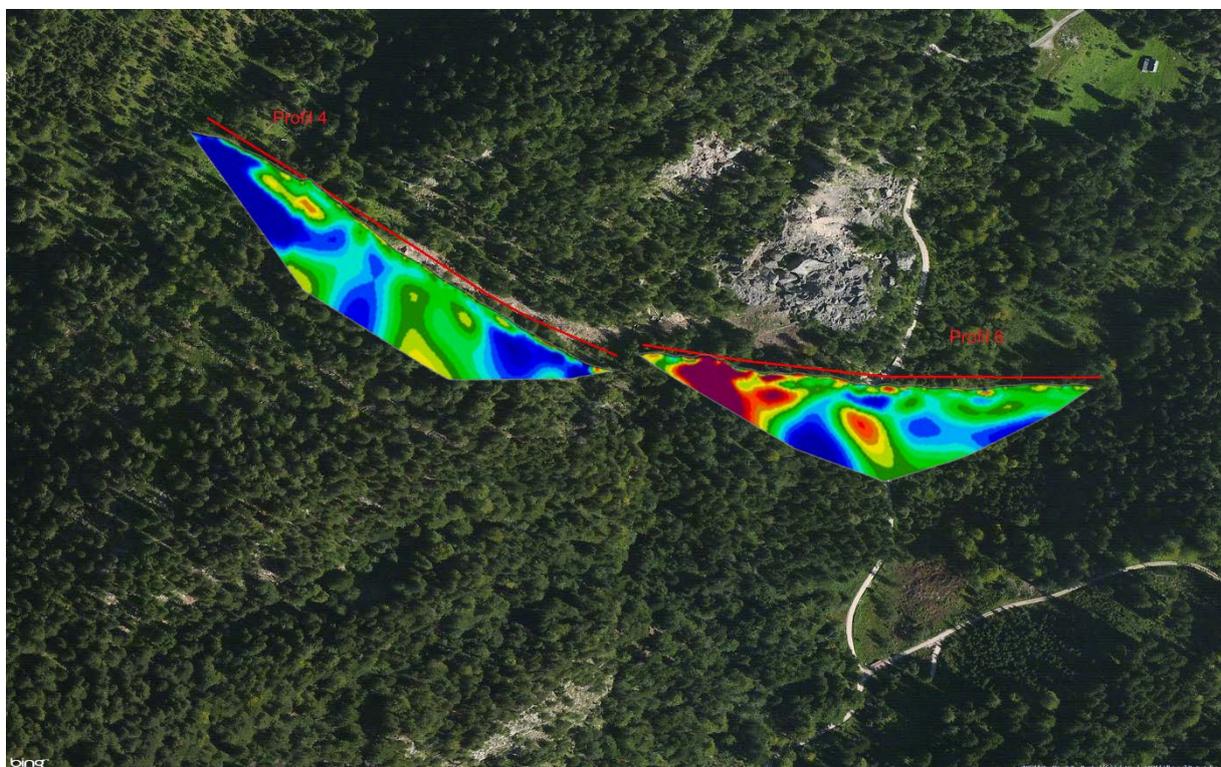


Abb. 5.8: Resultat der Geoelektrik-Inversion P4 und P6 lagerichtig auf dem Orthofoto des Untersuchungsgebietes

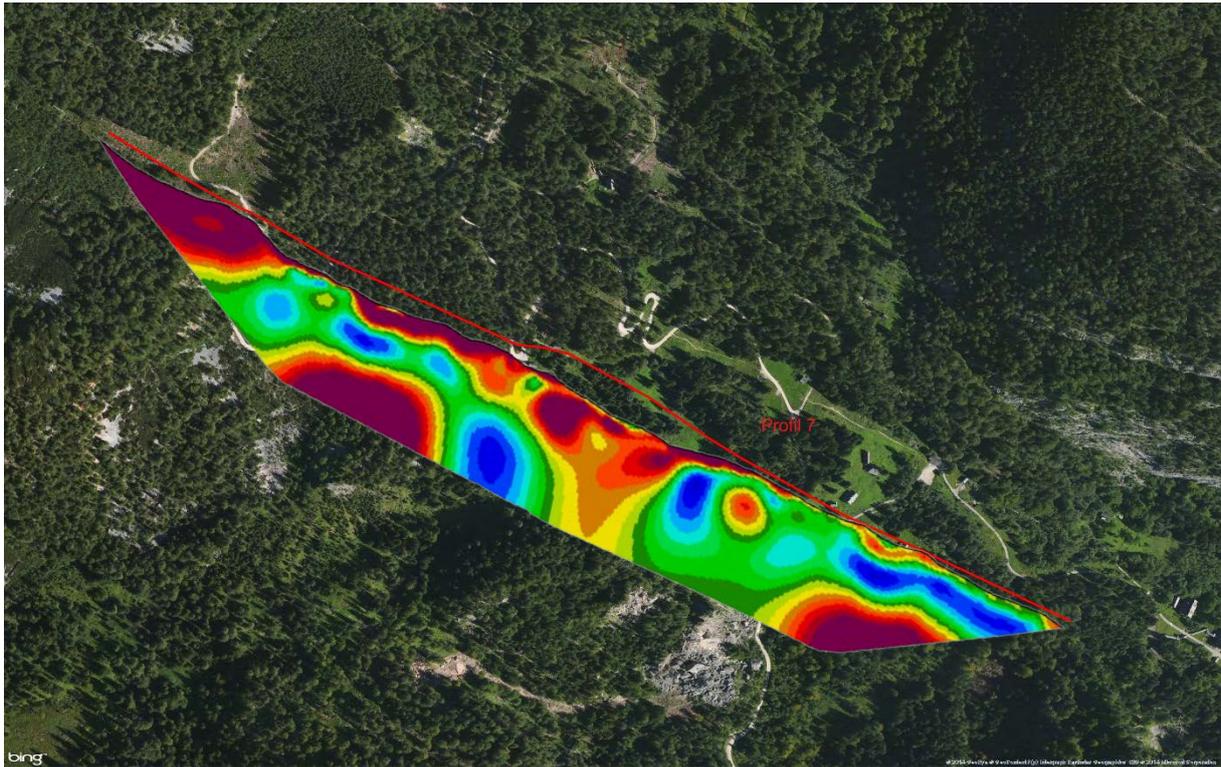


Abb. 5.9: Resultat der Geoelektrik-Inversion P7 (Res2DInv) lagerichtig auf dem Orthofoto des Untersuchungsgebietes

5.2 Resümee

Anhand der Ergebnisse konnte gezeigt werden, dass sich der Methode der Geoelektrik sehr gut eignet, um die im betreffenden Gebiet auftretenden Hangrutschung hinsichtlich ihrer Mächtigkeit und Struktur zu erfassen. In den Inversionsergebnissen grenzen sich höherohmige Schichten eindeutig von dem deutlich niederohmigeren Schichten des darunterliegenden Haselgebirges ab.

5.3 Stollenmessungen

Im Oktober 2014 wurden im Schaustollen und im Bereich der archäologischen Ausgrabungen mit großer Unterstützung von Dr. Reschreiter vom naturhistorischen Museum geoelektrische Probemessungen durchgeführt. Ziel war es, bei bekannten Lokationen Referenzwiderstände zu erhalten. Gemessen wurde jeweils eine aus 13 Elektroden bestehende geoelektrische Sektion.

Abb. 5.10 zeigt die ungefähre Lage der Messstellen im Kaiserin Christina Stollen.

Die Tab. 5.2. gibt einen statistischen Überblick der geoelektr. Widerstände der jeweiligen 7 Messstellen. Die Abb. 5.11 bis 5.17 zeigen die geoelektr. Sektionen der verschiedenen Messungen.

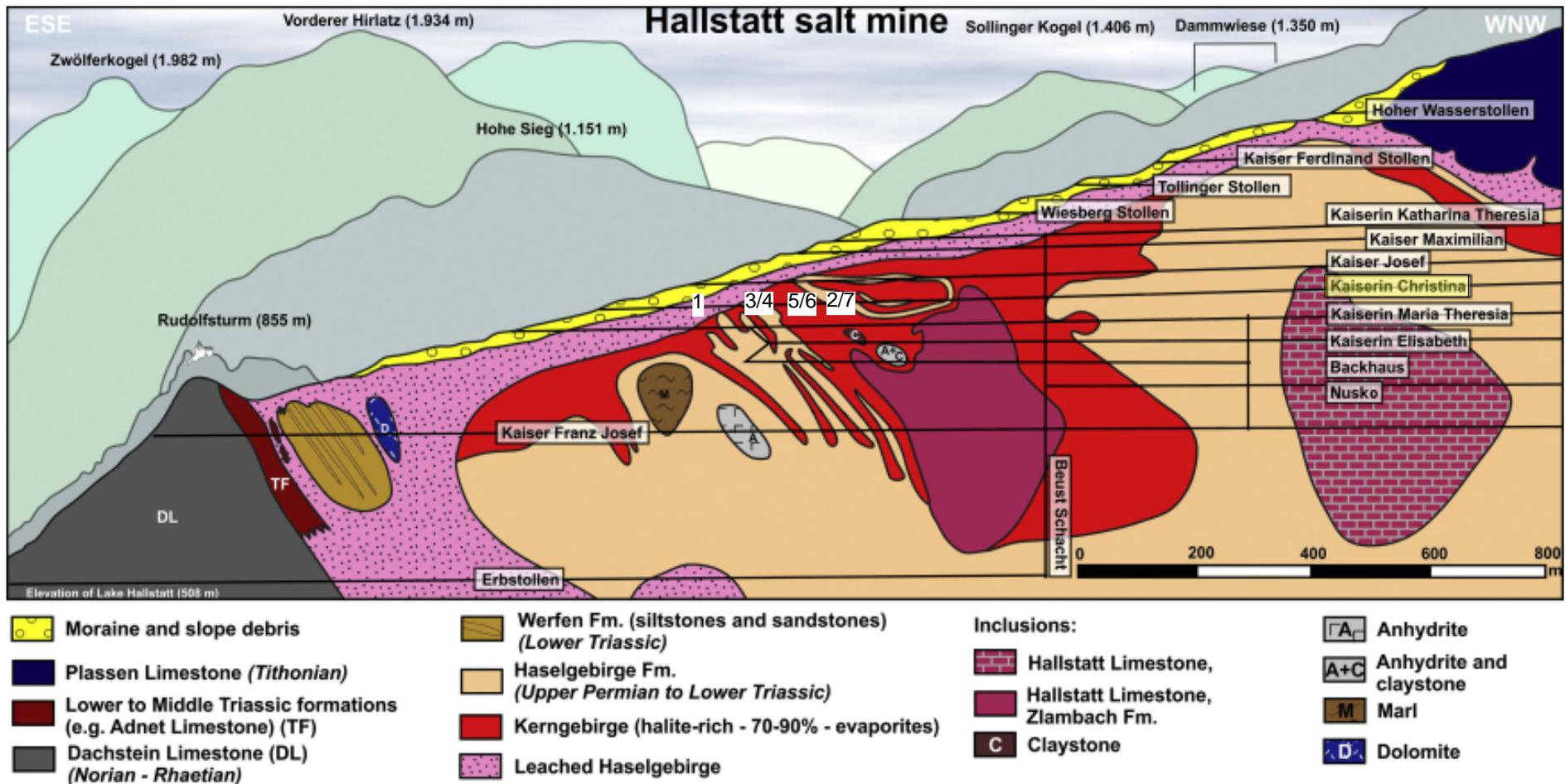


Abb. 5.10: ungefähre Lage der geoelektr. Profile im Kaiserin Christina Stollen (1 bis 7), Nummerierung siehe Tab. 5.2. (Abb. aus Schorn, Neubauer, Bernroider, 2013)

	1	2	3	4	5	6	7
	ausgelaugtes Haselgebirge	archäologische Stelle 1	Haselgebirge 1	Haselgebirge 2	Salz1	Salz4	archäologische Stelle 2/Spanstelle
Average	1.86	1.08	98.24	103.42	191.69	351.78	3.16
Max	3.03	1.41	689.74	1015.90	665.25	856.87	5.03
Min	0.43	0.65	2.52	1.69	21.86	89.09	1.84
Max-Min	2.59	0.76	687.22	1014.21	643.39	767.78	3.20
StandAbw	0.75	0.22	20.99	209.86	163.45	259.34	0.80

Tab. 5.2.: statistische Parameter der geoelektr. Messungen, elektr. Widerstand [Ohm-m]

ausgelaugtes Haselgebirge 1

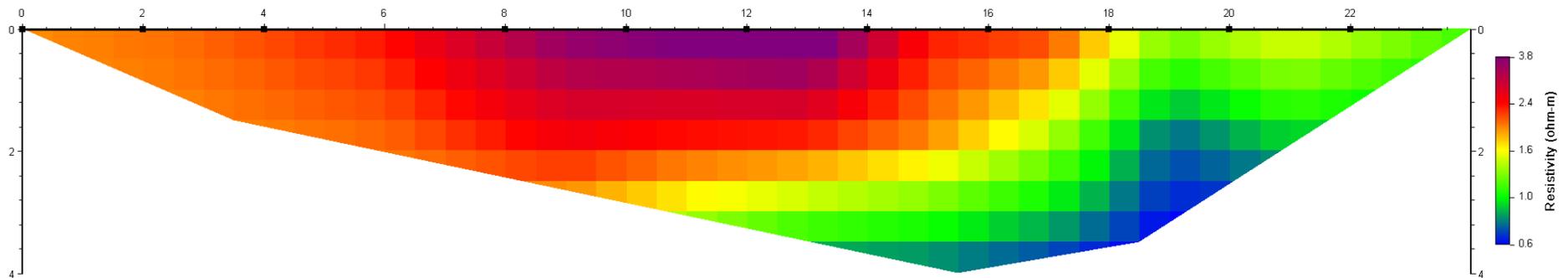


Abb. 5.11: Resultat der Geoelektrik-Inversion Stelle 1

Archäologische Stelle 2

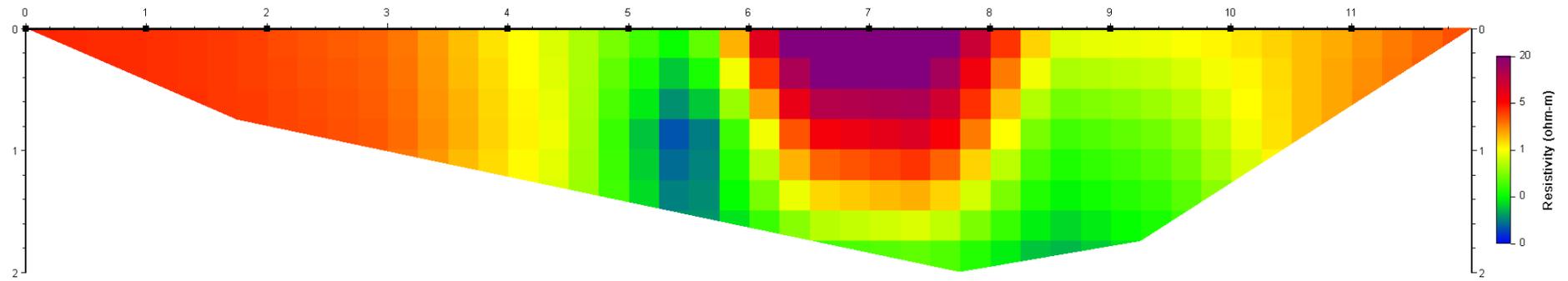


Abb. 5.12: Resultat der Geoelektrik-Inversion Stelle 2

Haselgebirge 1

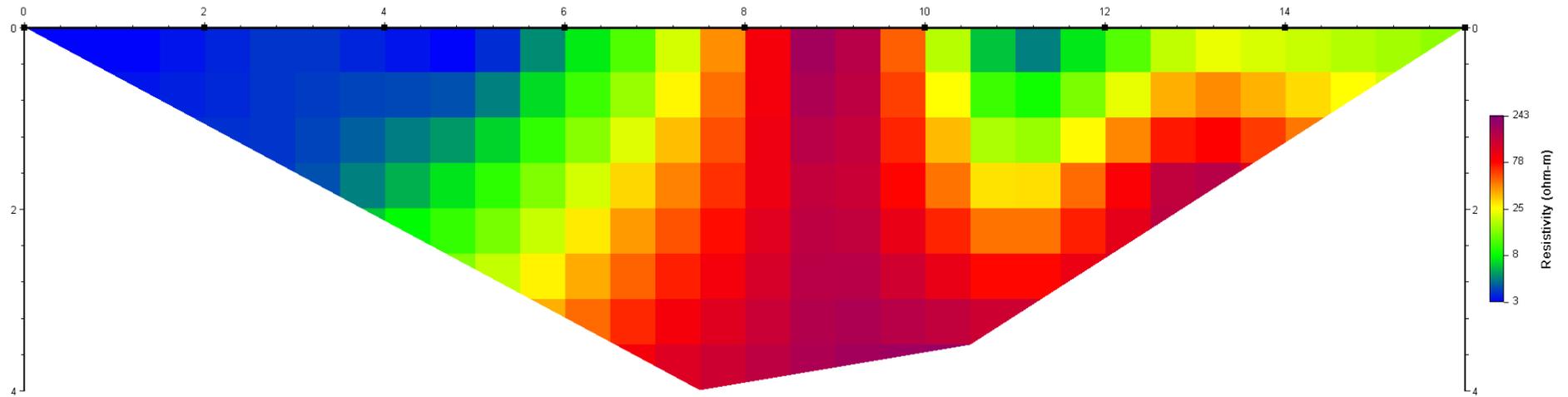


Abb. 5.13: Resultat der Geoelektrik-Inversion Stelle 3

Salz 1

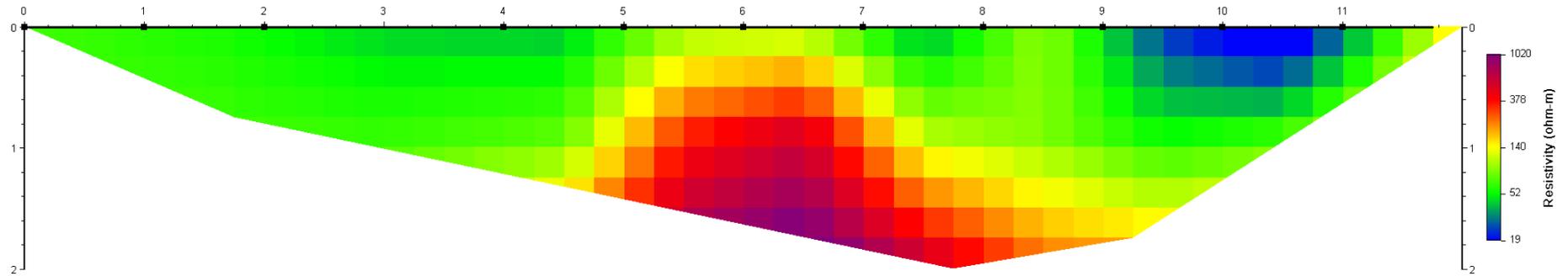


Abb. 5.14: Resultat der Geoelektrik-Inversion Stelle 5

Salz 4

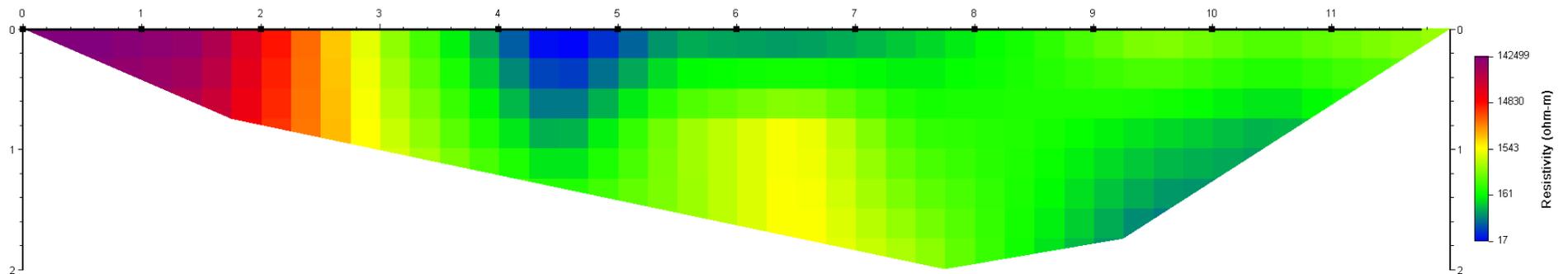


Abb. 5.15: Resultat der Geoelektrik-Inversion Stelle 6

Spanstelle

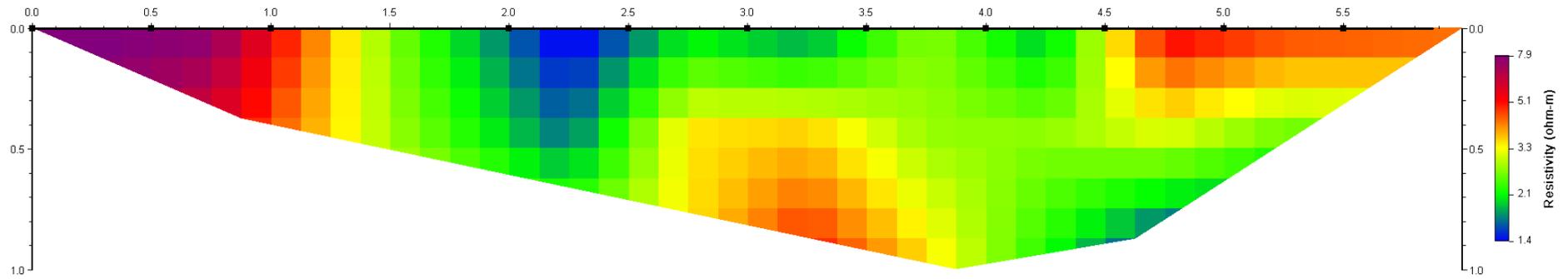


Abb. 5.16: Resultat der Geoelektrik-Inversion Stelle 7

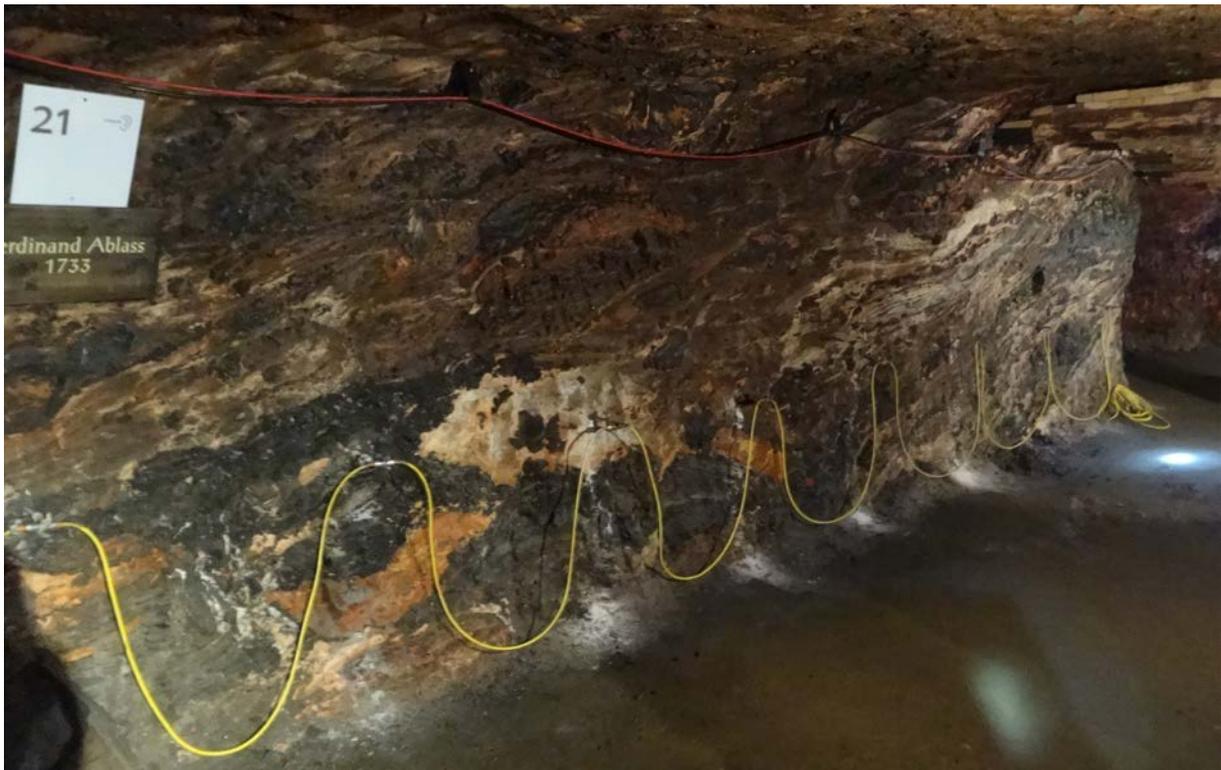


Abb. 5.17: Messung im Kaiserin Kristina Stollen

5.4 Literatur

Schäffer, G., 1982: geolog. Karte, 1:50.000, ÖK 96, Bad Ischl, GBA, Wien.

Schorn, A., Neubauer, F., Bernroider, M., 2013: Polyhalite microfabrics in an Alpine evaporite mélange: Hallstatt, Eastern Alps, *Journal of Structural Geology* 46 (2013)

6 Weyer (OÖ.)

6.1 Ergebnisse Geoelektrik

Für die Verifikation der aeroelektromagnetischen (AEM) Ergebnisse wurden im Bereich ausgewählter Widerstandsanomalien im Großraum Weyer (OÖ) geoelektrische Messungen durchgeführt.

Die Details zu den geoelektrischen Profilen sind in der nachfolgenden Tabelle 6.1 angegeben.

Abbildung 6.1, 6.3 und 6.5 zeigen die Lage der geoelektrischen Profil 1_2014, Profil2_2014, Profil 3_2015 und Profil 4_2015. Die Inversionsergebnisse sind in den Abbildung 6.2, 6.4 und 6.6 dargestellt.

Geoelektrikprofil	Elektrodenabstand [m]	Profillänge [m]	Messrichtung
Profil 1_2014	5	460	SW-NO
Profil 2_2014	4	368	N-S
Profil 3_2015	4	368	NW-SO
Profil 4_2015	4	368	O-W

Tab. 6.1 Spezifikation der Geoelektrikprofile Weyer 2014/2015

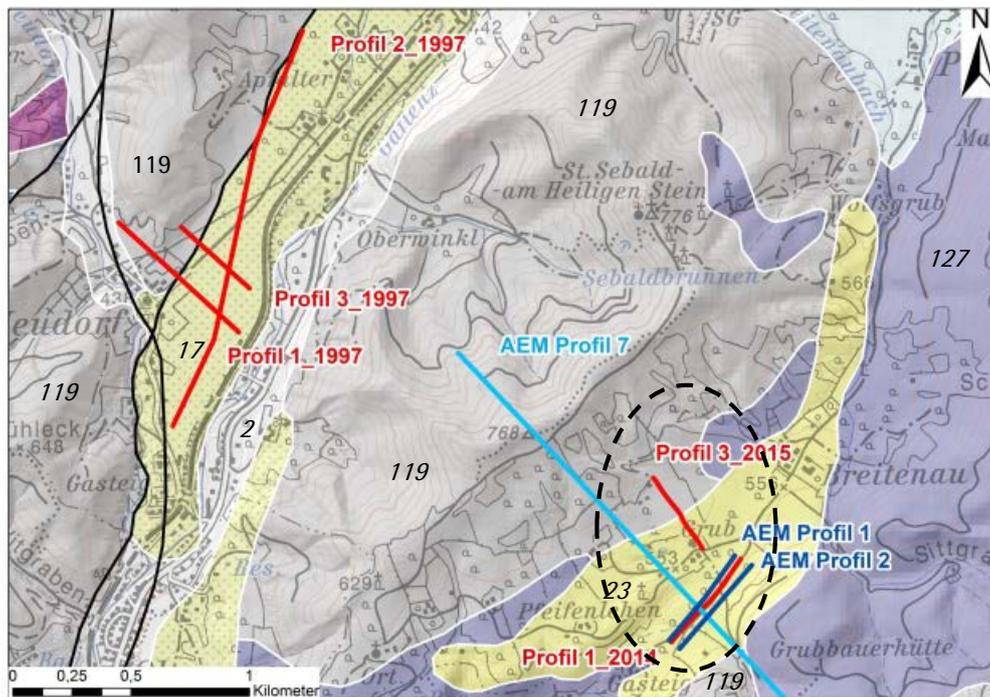


Abb. 6.1: Lage der Geoelektrik-Profile (rote Farbe): Profil 1_1997 / Profil 2_1997 / Profil 3_1997 / **Profil 1_2014** / **Profil 3_2015** auf der Geologischen Karte von Oberösterreich 1: 200.00 (Krenmayr & Schnabel, 2006)

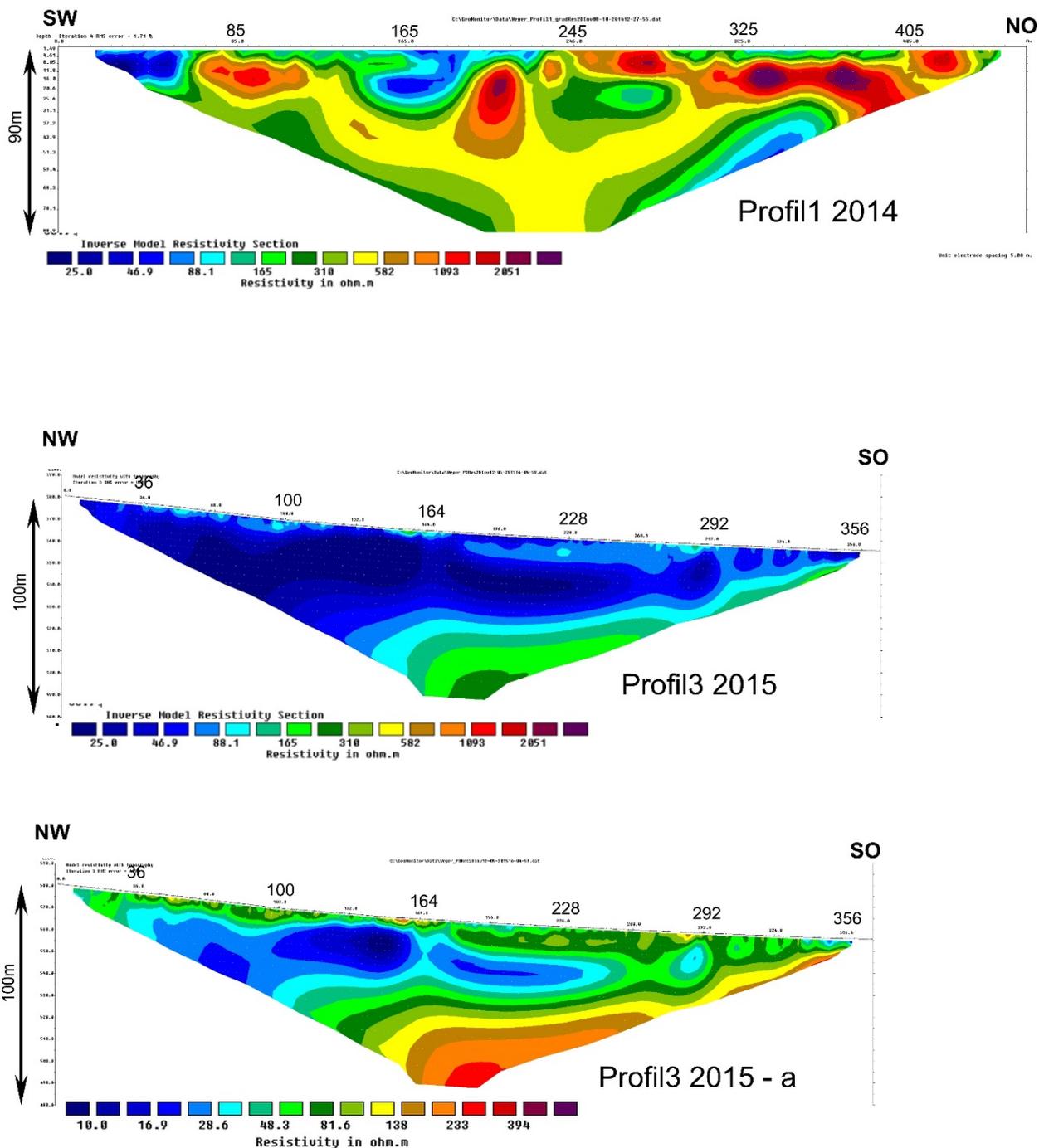


Abb. 6.2: Inversionsergebnisse der Geoelektrikprofile 1_2014, 3_2015. Das Geoelektrikprofil 3_2015-a entspricht dem Profil 3_2015, nur wurde hier eine, den Widerstandsverhältnissen angepasste, Skalierung der Widerstandswerte verwendet. Damit lassen sich bestimmte Widerstandsstrukturen besser darstellen.

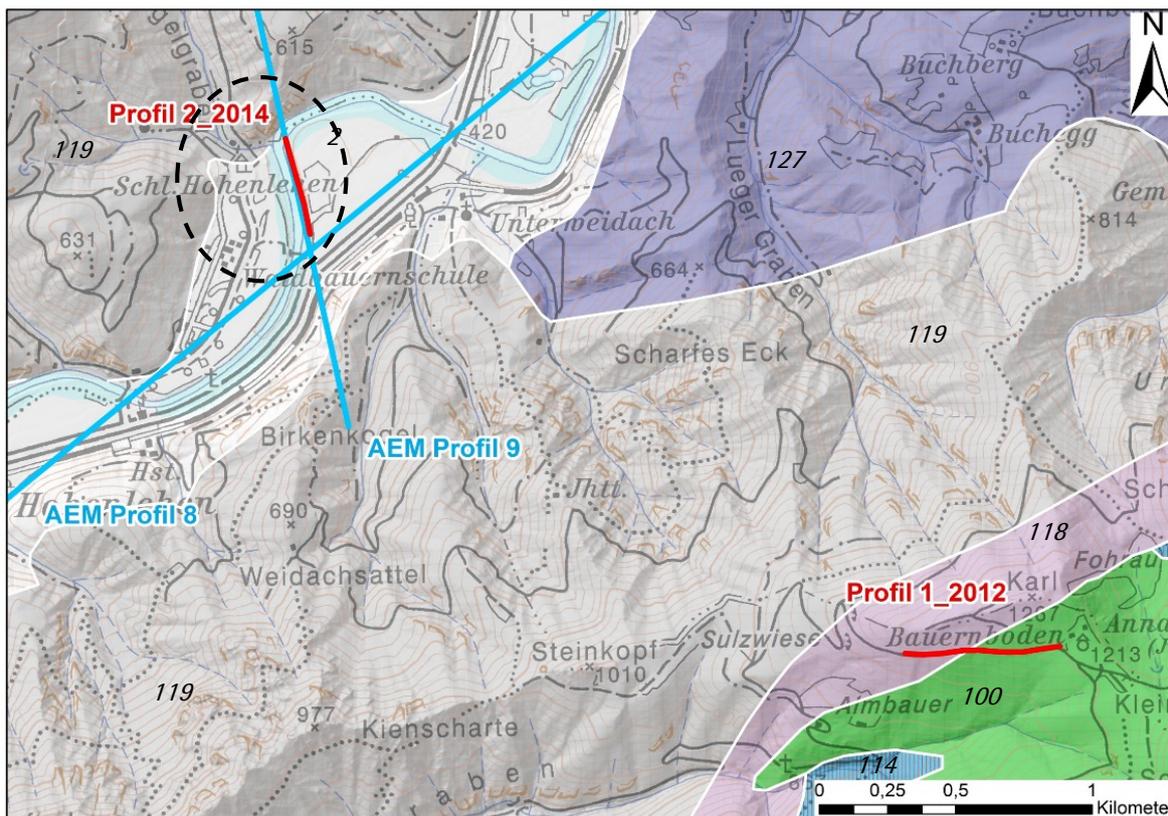


Abb. 6.3: Lage der Geoelektrik-Profile (rote Farbe): Profil 1_2012 / **Profil 2_2014** auf der Geologischen Karte von Oberösterreich 1: 200.000 (Krenmayr & Schnabel, 2006).

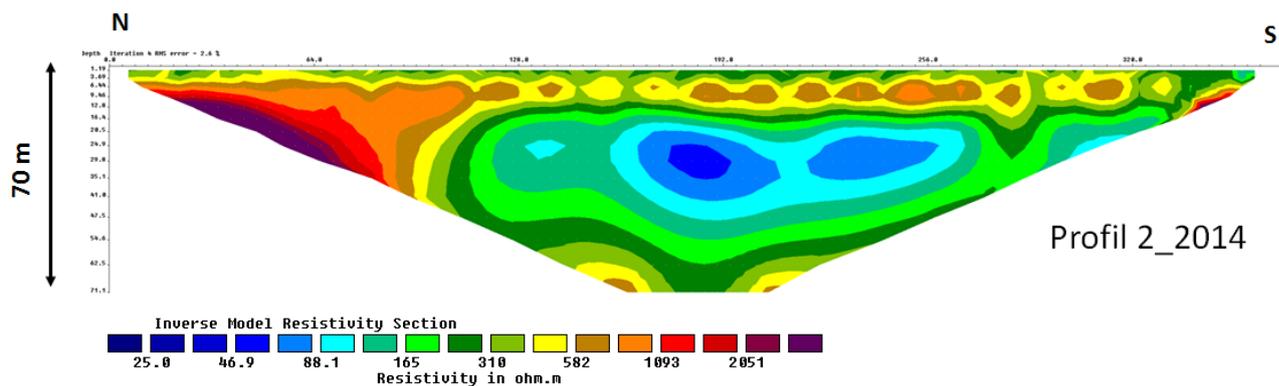


Abb. 6.4: Inversionsergebnisse der Geoelektrikprofile 2_2014,

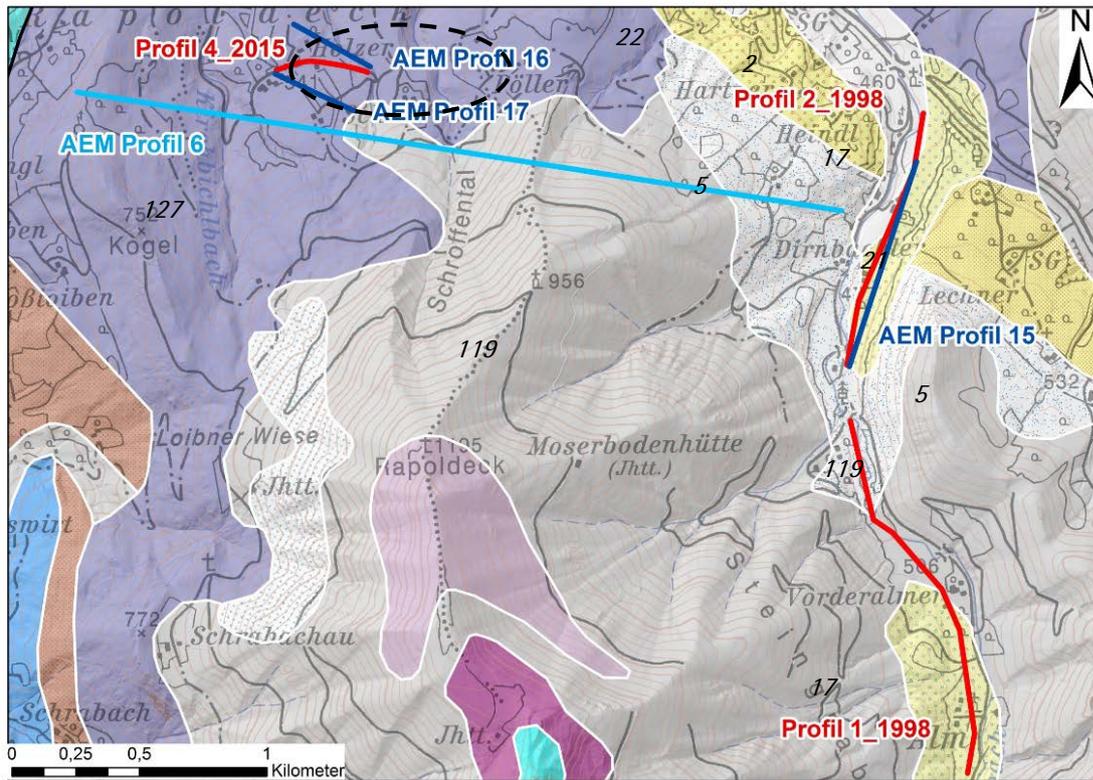


Abb. 6.5: Lage der Geoelektrik-Profile (rote Farbe): Profil 1_1998 / Profil 2_1998 / **Profil 4_2015** / auf der Geologischen Karte von Oberösterreich 1: 200.00 (Krenmayr & Schnabel, 2006)

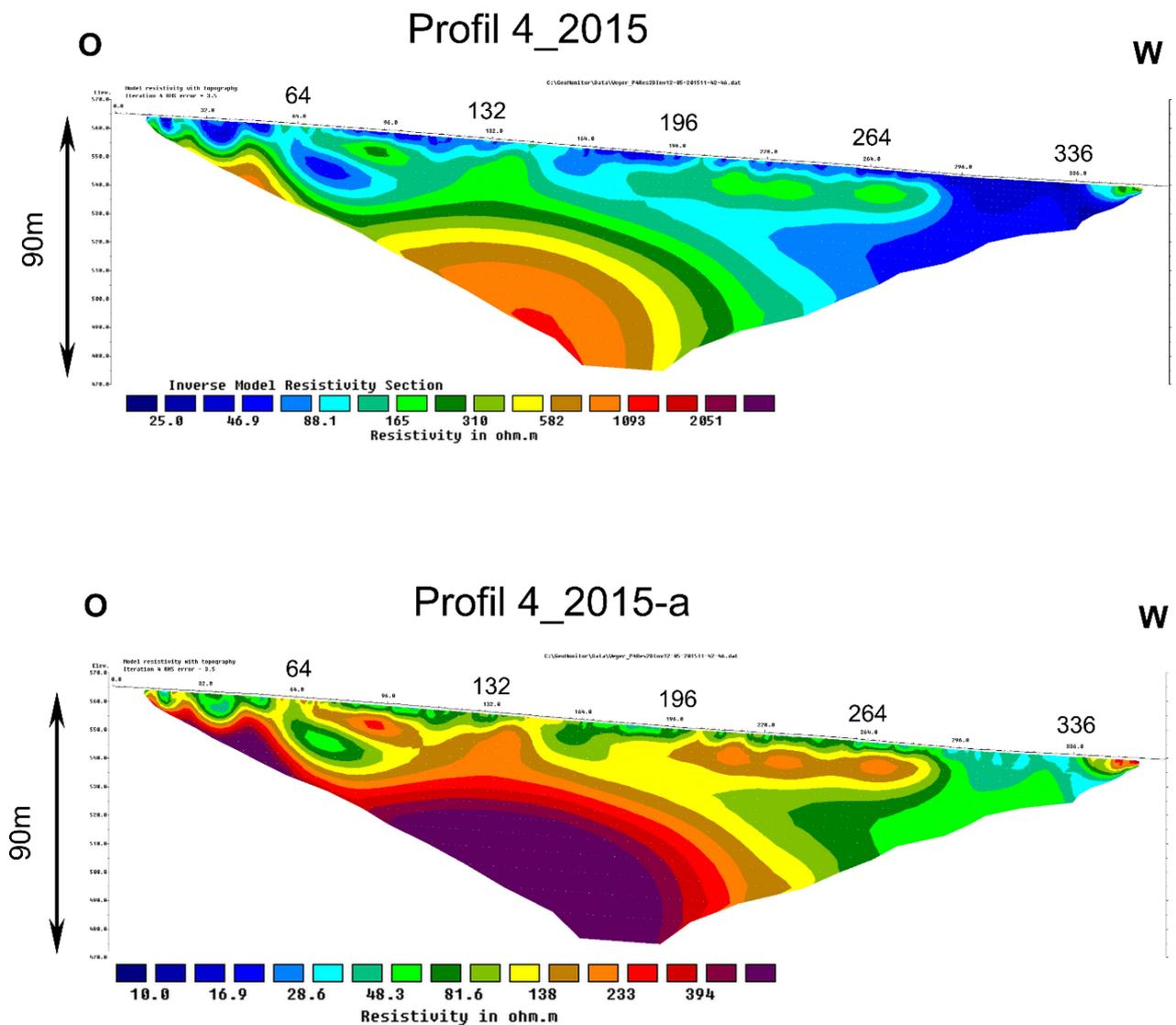


Abb. 6.6: Inversionsergebnisse Geoelektrik ,Profil4_2015-a entspricht dem Profil 4_2015, nur wurde hier eine, den Widerstandsverhältnissen angepasste Skalierung der Widerstandswerte verwendet. Damit können bestimmte Widerstandsstrukturen besser dargestellt und mit den Ergebnissen aus Profil 3_2015 verglichen werden.

6.2 Interpretation

Eine niederohmige Widerstands anomalie aus der AEM wurde anhand von Profil 1_2014 und Profil 3_2015 bestätigt. Profil 1_2014 liegt im südlichen Randbereich dieser niederohmigen Anomalie, im Bereich einer kartierten Grund- und Endmoräne. Der Südabschnitt des Geoelektrikprofils 3_2015 liegt im Bereich der Grund und Endmoräne, der Nordteil im Hauptdolomit (Krenmayr & Schnabel, 2006).

Im Gebiet von Rapoldeck, südlich von Weyer, liegt das Geoelektrikprofil 4_2015). Auch hier wurde die niederohmige Anomalie aus der AEM bestätigt, wobei gegen Westen (Kirchbichlbach) die Mächtigkeit der niederohmigen Sedimente auf bis zu 50 Meter zunimmt.

Bei Profil 2_2014 wurde bis Profilmeter 80 hochohmiger Hauptdolomit angetroffen. Dann setzt die Talbildung mit einem hangenden, schottrigen Abschnitt, gefolgt von eher feinklastischen Ablagerungen (Schluff, Sand, Feinkies) ein. Im Liegenden ist ein Übergang zu einem höherohmigen Widerstandskörper erkennbar

6.3 Literatur

Krenmayr, H. G., Schnabel, W., 2006: Geologischen Karte von Oberösterreich 1: 200.00, GBA, Wien.

7 Bad Leonfelden (OÖ.)

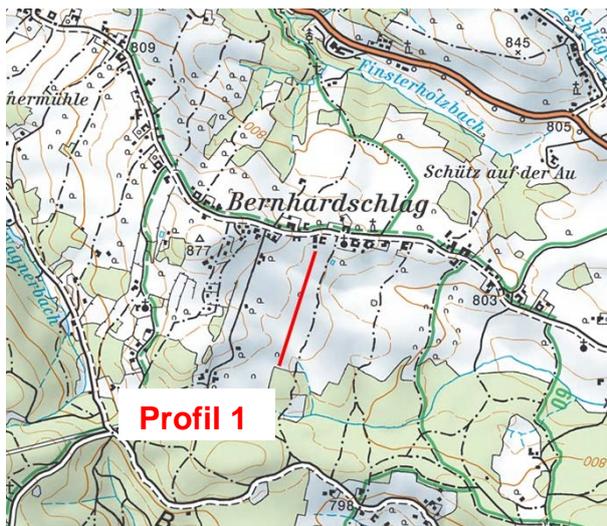
Für die Verifikation der aeroelektromagnetischen (AEM) Ergebnisse wurden im Bereich ausgewählter Widerstandsanomalien im Großraum Bad Leonfelden (OÖ) geoelektrische Messungen durchgeführt.

7.1 Ergebnisse Geoelektrik

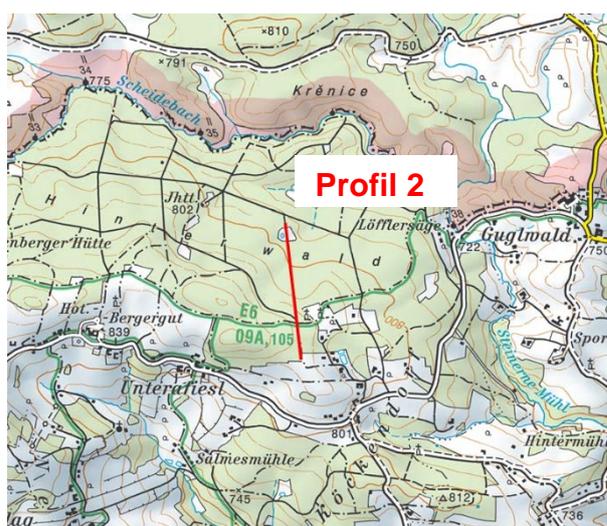
Die Abbildung 7.2 zeigt die Lage dieser Untersuchungsgebiete und die genaue Position der Geoelektrikprofile Bad Leonfelden / Profil 1, Helfenberg / Profil 2 und Neufelden / Profil 3. Die Details zu den nachfolgenden Profilen sind in der Tabelle 7.1 angegeben. Die Lage der Profile zeigt Abb. 7.1. Das Innversionsergebnis der geoelektrischen Vermessung ist in der Abbildung 7.2 zu sehen.

Geoelektrikprofil	Elektrodenabstand [m]	Profillänge [m]	Messrichtung
Profil 1	7,5	690	S-N
Profil 2	10	920	S-N
Profil 3	5	460	S-N

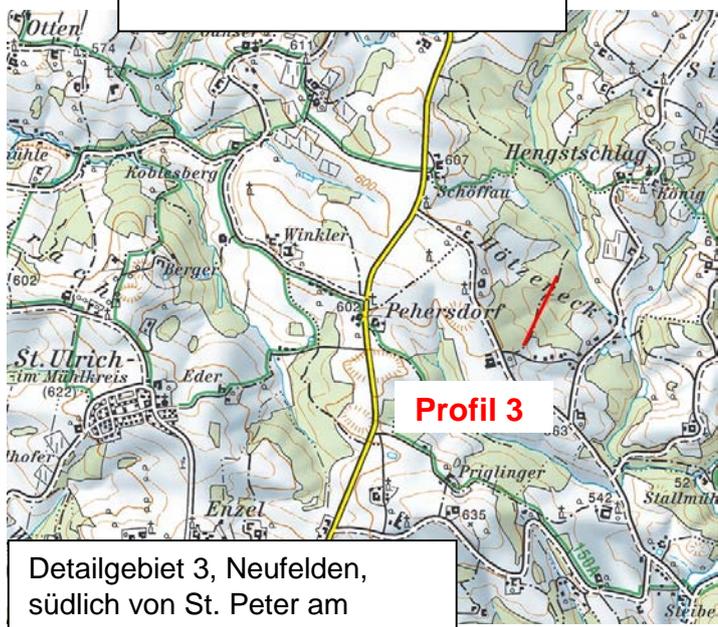
Tab. 7.1: Spezifikation der DC-Profile, Messgebiet Bad Leonfelden, Helfenberg und Neufelden.



Detailgebiet 1, Bad Leonfelden, westlich von Bad Leonfelden



Detailgebiet 2, Helfenberg, nördlich von Helfenberg



Detailgebiet 3, Neufelden, südlich von St. Peter am Wimberg

Abb. 7.1: Lage der Geoelektrikprofile , ©AMap

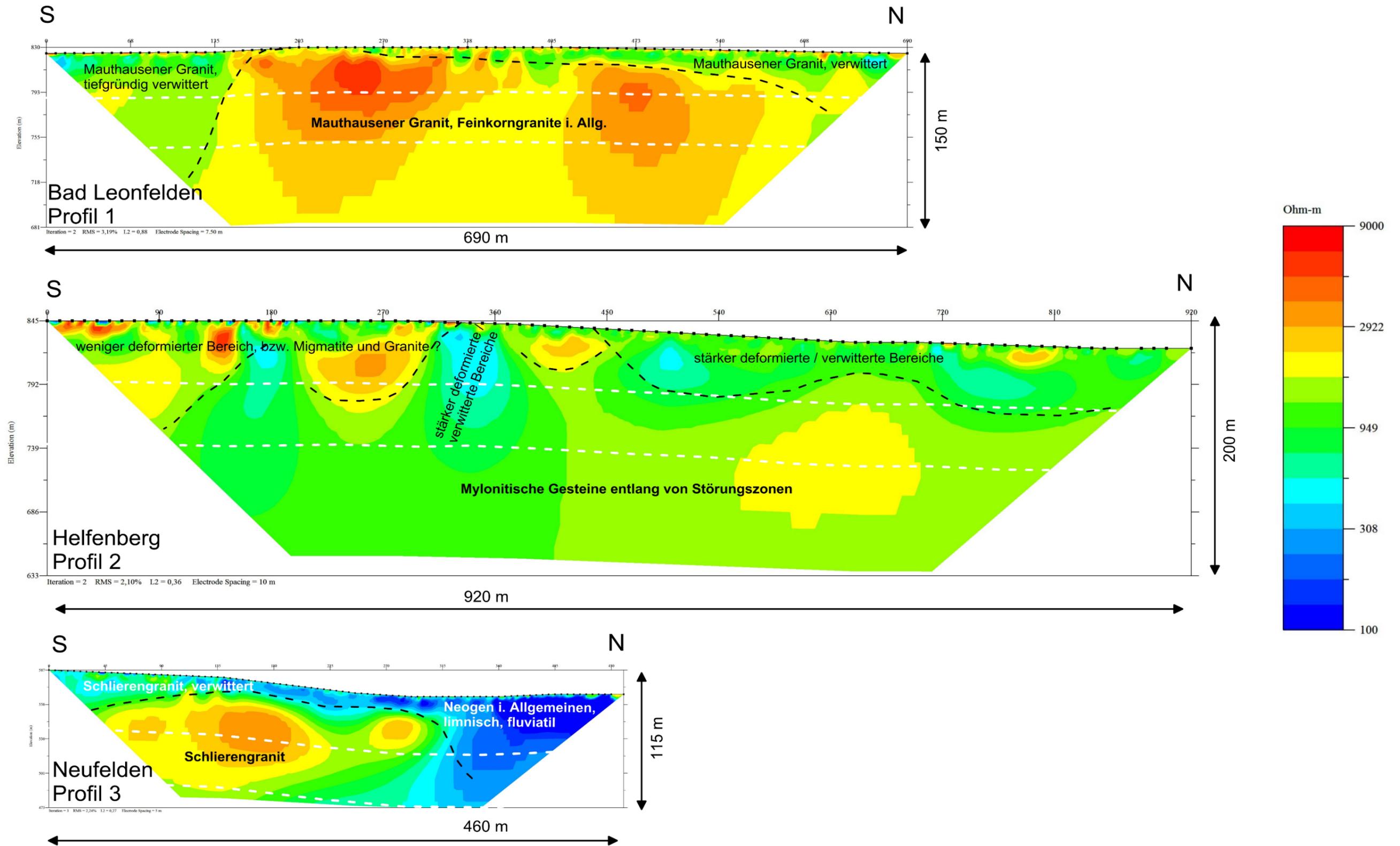


Abb. 7.2: Inversionsergebnis der Geoelektrikprofile Bad Leonfelden / Profil 1, Helfenberg / Profil 2 und Neufelden / Profil 3 mit dem Versuch einer geologischen Interpretation. Die weiß strichlierten Linien stellen die Eindringtiefen der AEM Inversion bei parallelen Schnitten zur Erdoberfläche dar.

7.2 Interpretation

Zum Zwecke der Verifikation der Ergebnisse aus aeroelektromagnetischen Messungen (AEM) wurden kleinräumige Widerstandsanomalien aus der AEM herausgegriffen und mit einer detaillierten bodengeoelektrischen Messung überprüft und der Übergangsbereich zwischen diesen mit einer feineren Auflösung detailliert erfasst.

Detailgebiet 1 / Bad Leonfelden

Deutlich erstreckt sich im Inversionsergebnis des Geoelektrikprofils Profil 1 (Abb.7.3), zwischen Profilmeter 150 und 600, ein hochohmiger ($> 3000 \Omega\text{m}$) Abschnitt des Mauthausener Granits (rot-gelbe Farbe), der bis zur ET von 200 m reicht. Die niederohmigeren ($\sim 1000 \Omega\text{m}$) Bereiche im Hangenden (grüner Farbton) werden als verwitterter Mauthausener Granit angesprochen, der zwischen Profilmeter 300 und 690 gegen Norden eine Mächtigkeit von etwa 30 Meter erreicht. Zwischen Profilmeter 0 und 150 scheint der Mauthausener Granit tiefgründiger verwittert zu sein.

Diese Widerstandscharakteristik aus dem Inversionsergebnis der Geoelektrik bestätigt einerseits die höherohmige Widerstandsanomalie aus der Aeroelektromagnetik. Andererseits spricht die niederohmigeren Struktur am Profilanfang und gegen das Profilende, sowohl in der AEM- als auch in der Geoelektrik-Inversion, für einen intensiver verwitterten Mauthausener Granit.

Detailgebiet 2 / Helfenberg

Auf den ersten Blick scheint das Inversionsergebnis des Geoelektrikprofils Profil 2 (Abb.7.3) durch eine lateral und vertikal heterogene Widerstandsverteilung gekennzeichnet zu sein. Dominierend sind elektrische Widerstände die von 500 bis $2500 \Omega\text{m}$ reichen (grüner Farbton). Dazwischen finden sich kleinräumig begrenzte Areale mit deutlich höheren ($3000 - 6000 \Omega\text{m}$) elektrischen Widerständen (rot-gelbe Farbe).

Betrachtet man nun den linken (südlichen) Teil des Geoelektrikprofils, so kann man im Hangenden, bis zu einer Tiefe von 50 Meter, eine Dominanz von höherohmigen Widerstandskörpern erkennen. Hingegen dominieren im Nordteil des Geoelektrikprofils, , niedrige elektrische Widerstände.

Diese zu erwartende Widerstandscharakteristik aus der AEM Inversionsauswertung und das Inversionsergebnis aus der Geoelektrik beschreiben in nachvollziehbarer Weise die lithologische Ausbildung der Mylonitischen Gesteinen entlang von Störungszonen (Wechselagerung von lithologisch höchst variablen syenitischen Gesteinen und

Amphibolitlinsen (CHRISTINAS, 1982) die stets mylonitisch oder blastomylonitisch überprägt sind).

Detailgebiet 3 / Neufelden

Im Inversionsergebnis des Geoelektrikprofils Profil 3 (Abb.7.3) ist in ein niederohmiger ($< 200 \Omega\text{m}$) Widerstandskörper vorhanden. Dieser erstreckt sich von Profilmeter 320 bis 460 und weist eine Mächtigkeit von wenigen 10er Metern auf. Elektrische Widerstände von 100 bis 200 Ωm können gröberklastischen (Sand, Schotter) Sedimenten entsprechen, daher wird diese Widerstandsstruktur den limnisch, fluviatilen Sedimenten des Neogens zugeordnet. Für die genaue Festlegung der lateralen und vertikalen Ausdehnung dieser niederohmigen Struktur bedarf es weiterer Profile mit größeren Eindringtiefen.

Dieser niederohmige Bereich ($< 200 \Omega\text{m}$) im Geoelektrikprofil 3 lässt sich im Hängenden weiter nach Süden verfolgen. Die Mächtigkeit dieser Bedeckung liegt bei durchschnittlich 10 bis 15 Meter. Es ist davon auszugehen, dass sich gegen Süden die limnisch, fluviatilen Sedimente des Neogens mit einem oberflächlich verwitterten Schlierengranit verzahnen und schlussendlich als Verwitterungsschwarte anzusprechen sind. Die elektrischen Widerstände von 1500 bis 4500 Ωm im Liegenden davon, zwischen Profilanfang und Profilmeter 320, entsprechen dem Widerstandspektrum des Schlierengranits. Resümierend ist festzustellen, dass in der Inversionsauswertung der Bodengeoelektrik (Profil 3, Abb.7.3) der Verlauf der limnisch, fluviatilen Sedimenten des Neogens deutlich erfasst werden konnte.

Interessant ist, dass in diesem Fall, laut Geologischer Karte von Oberösterreich (KRENMAYR & SCHNABEL, 2006), dieselbe niederohmige Widerstandsstruktur an den Intrusionskörper des Weinsberger Granits gebunden ist. Nachdem sich diese niederohmige Struktur bis in größere Tiefen erstreckt, wird diese Anomalie eher nicht durch die quartären Flussablagerungen (Kies, Sand, Schluff und Auelehm) hervorgerufen. Demnach müsste ein tiefgründig verwitterter Weinsberger Granit in Frage kommen, oder es ist anzudenken, ob noch Reste limnisch, fluviatiler Sedimenten aus dem Neogen vorliegen.

8 Weißenbach/Rieden (Tirol)

8.1 Einleitung und Aufgabenstellung

Im Zuge der aerogeophysikalischen Befliegung bei Reutte/Weissenbach wurden am Blatt 115 in Absprache mit Dr. N. Tilch (FA Ingenieurgeologie) ausgewählte geoelektrische Profile zur Validierung aeroelektromagnetischer Anomalien bzw. zur Charakterisierung des lokalen Untergrundes vermessen. Die Fragestellungen waren einerseits die geoelektrische Charakterisierung der sog. Raibler Schichten und die Verifikation aeroelektromagnetischer Anomalien.

8.2 Geoelektrische Vermessung

Im Rahmen des Projektes ÜLG35 wurden im August 2014 NW von Weißenbach am Lech 2 geoelektrische Profile und im Gebiet Rieden/Klausenwald (östlich Weißenbach) gemessen. Die Details zu den geoelektrischen Profilen sind in der nachfolgenden Tabelle 8.1 angegeben. Die Lage der Profile zeigt Abb. 8.1 im Überblick und die Abb. 8.2 und 8.3 im Detail.

Geoelektrik Profile 2014	Elektrodenabstand [m]	Profillänge [m]	Messrichtung
Weissenbach Profil 1	7.5	690	W-E
Weissenbach Profil 2	10	920	S-N
Rieden Profil 1	10	920	S-N

Tabelle 8.1 Spezifikation der Geoelektrikprofile

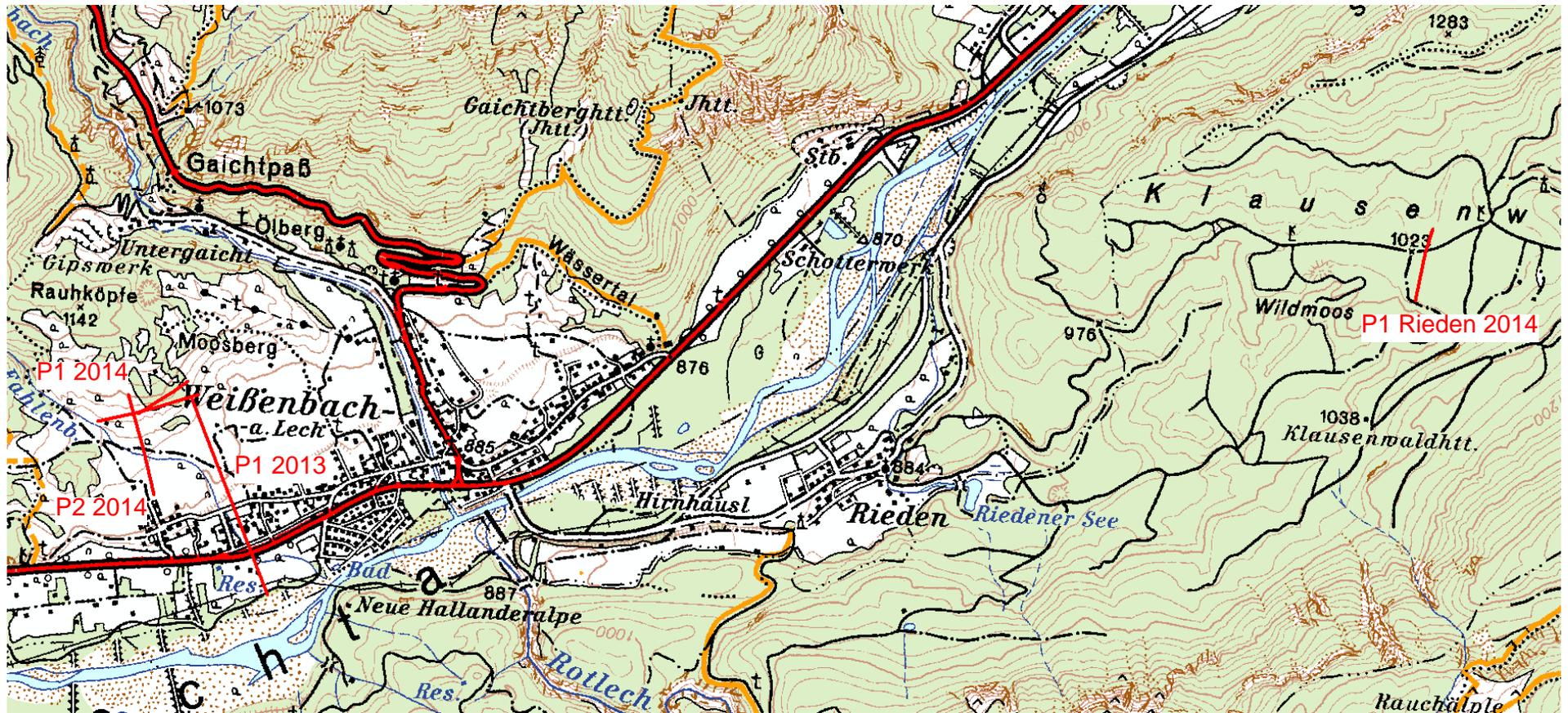


Abb. 8.1: Lage der geoelektrischen Profile P1, P2 (2014) und P1 Rieden 2014, zusätzlich ist das Profil Weissenbach P1 2013 eingezeichnet (AMap)

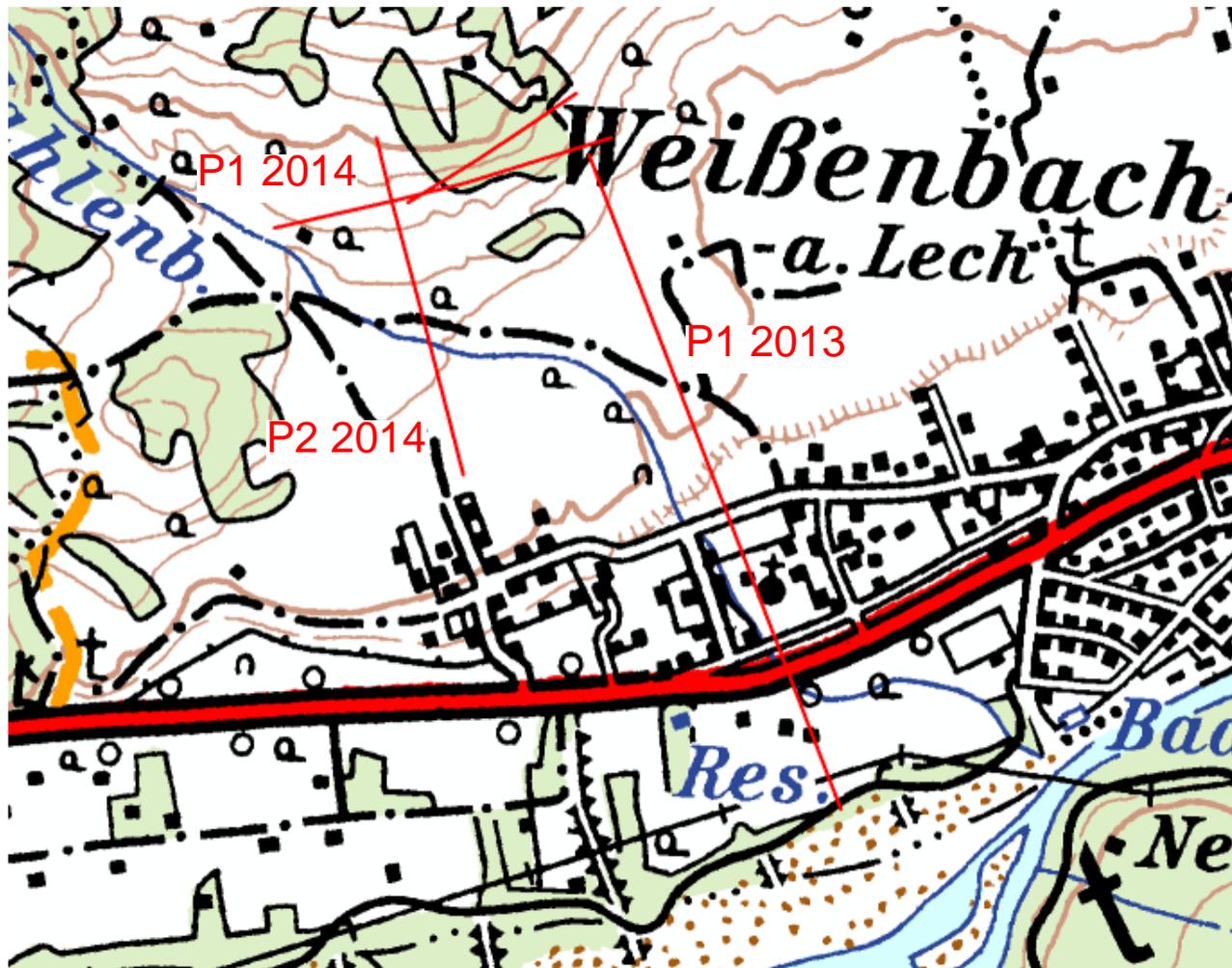


Abb. 8.2.: Lage der geoelektrischen Profile P1, P2 (2014), zusätzlich ist das Profil Weissenbach P1 2013 eingezeichnet (AMap)

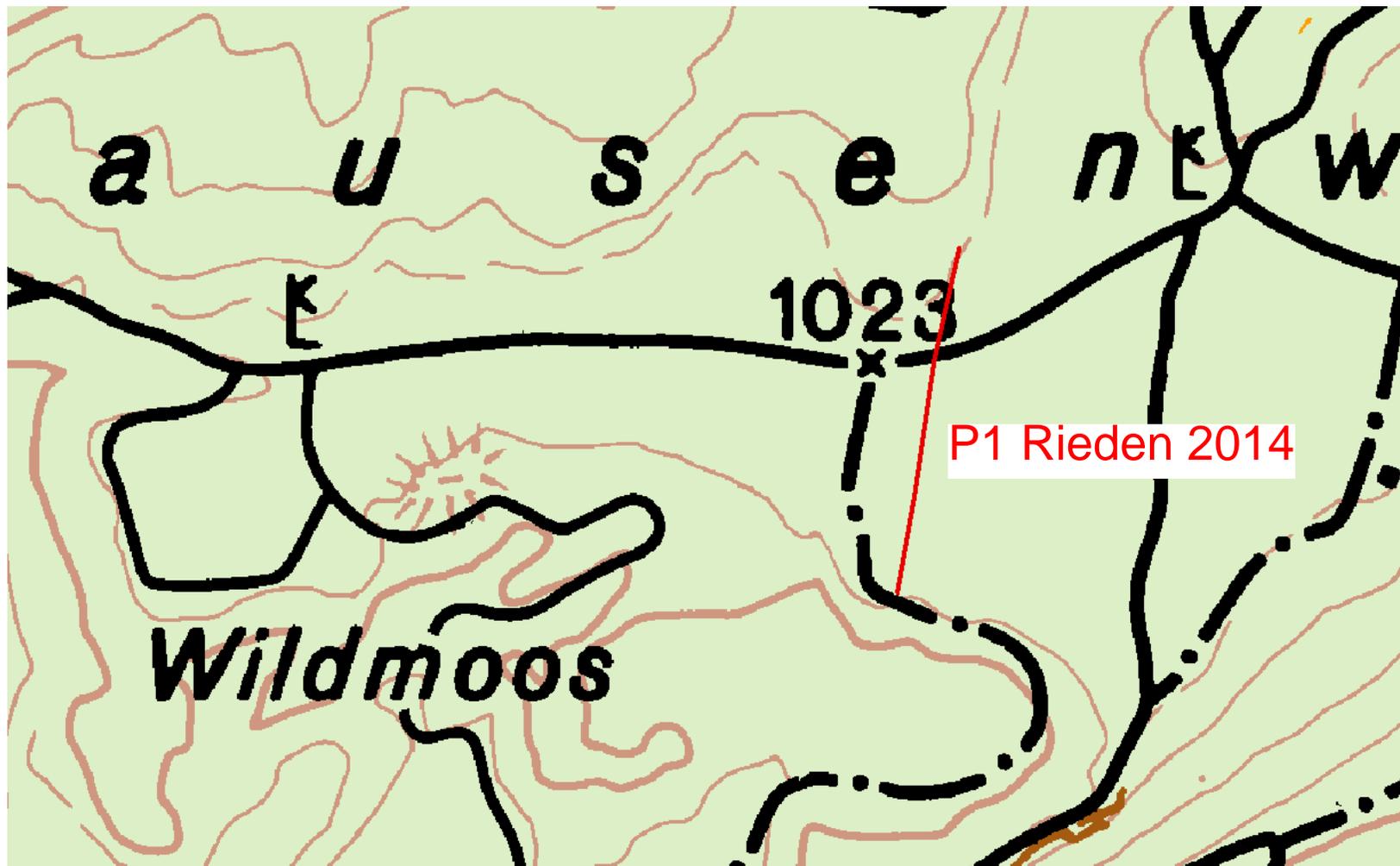


Abb. 8.3: Lage der Profile P1, P2 und P3 auf dem Orthofoto des Untersuchungsgebietes (Bing Maps)

8.3 Messergebnisse

In Abb. 8.4, 8.5., 8.6. und 8.9. sind die invertierten Sektionen der Geoelektrikprofile dargestellt. Abb. 8.7. und 8.8. zeigen Situationsfotos bei Profil 2.

Die Ergebnisse werden von Dr. N. Tilch im Rahmen der weiterführenden Interpretation der aerogeophysikalischen Befliegung (Messgebiet Reutte) für die Interpretation der Aero-Em weiterverwendet.

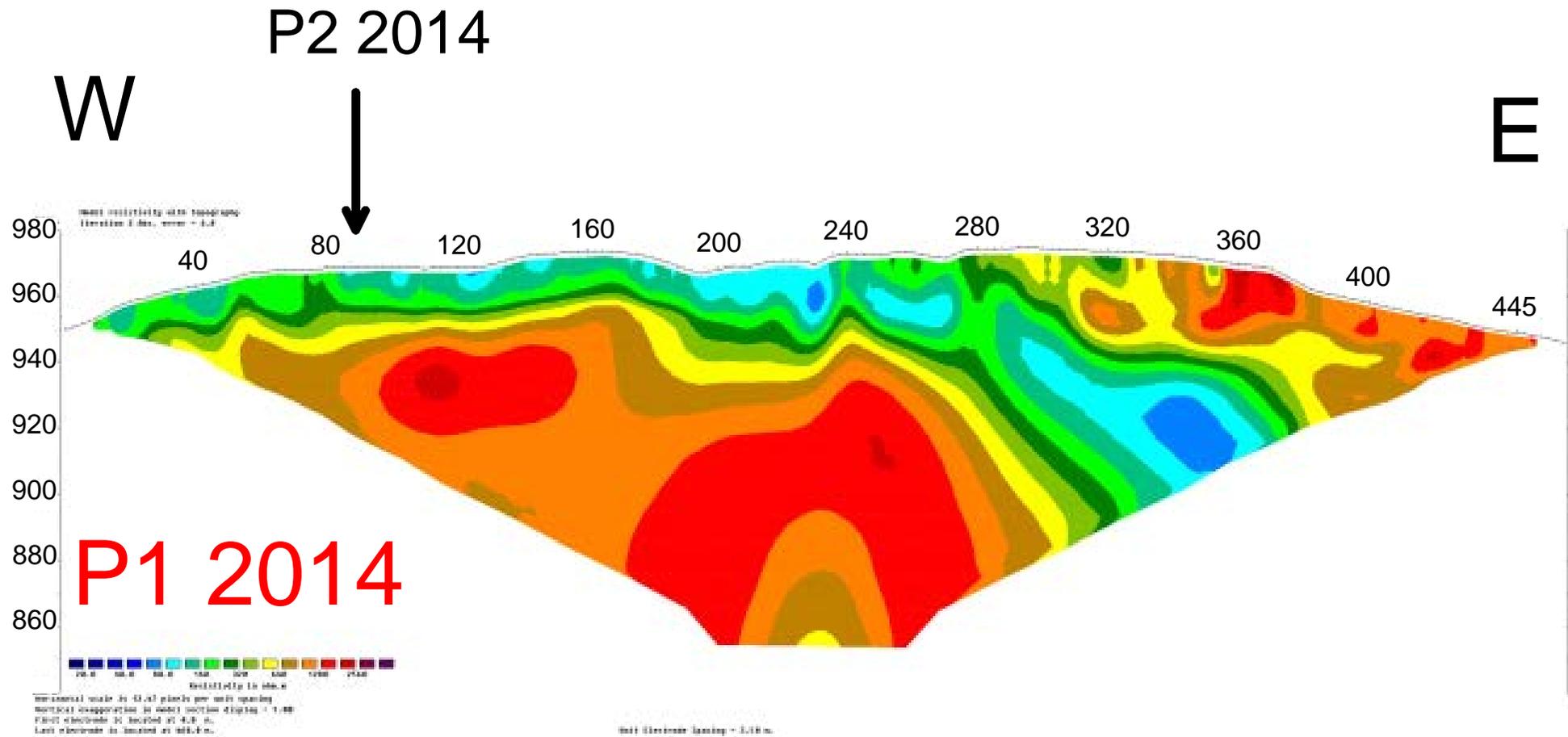


Abb. 8.4: Inversionsergebnis der Geoelektrikmessung Profil 1 (DC_2DPro)

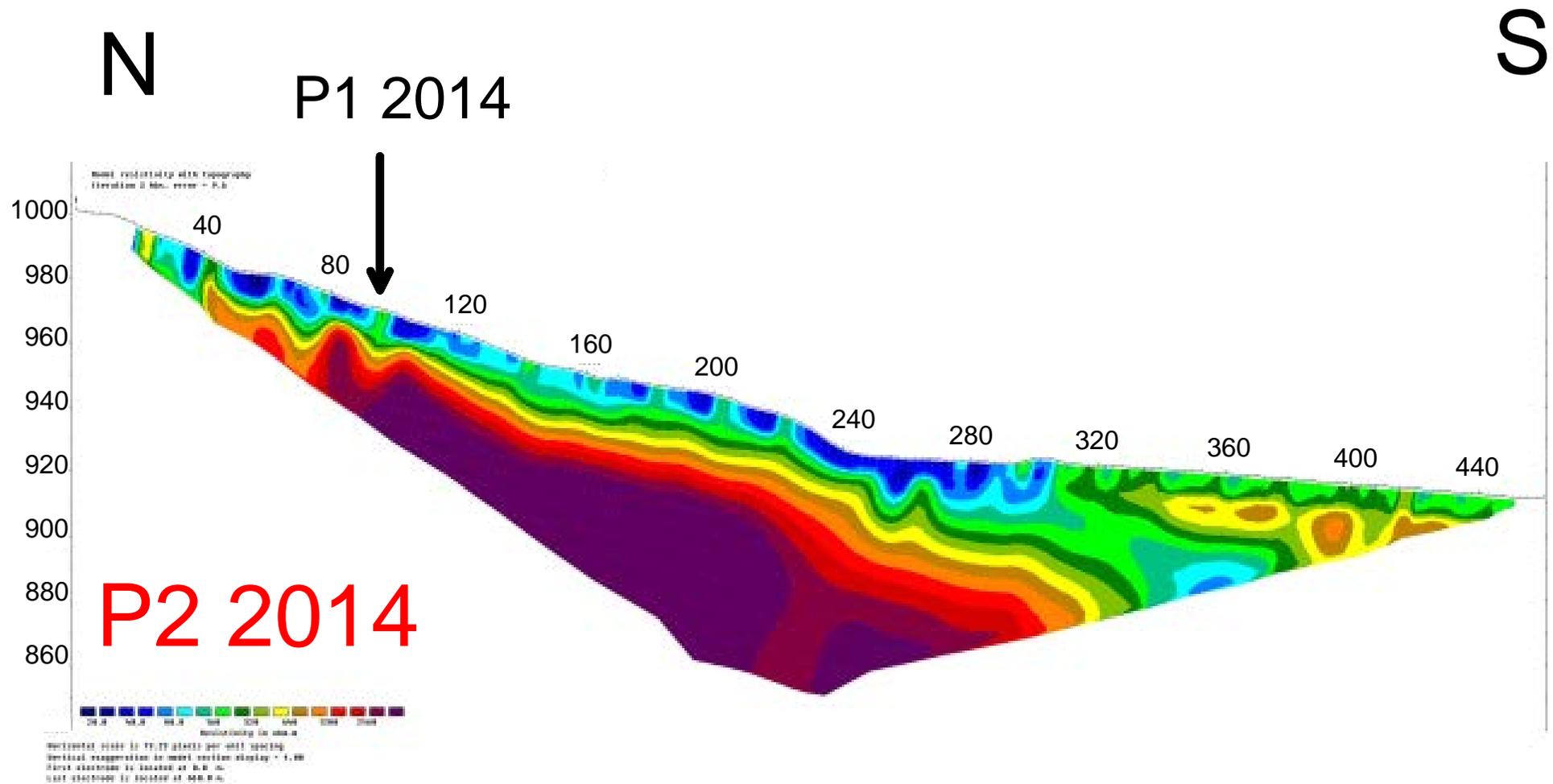


Abb. 8.5: Inversionsergebnis der Geoelektrikmessung Profil 1 (DC_2DPro)

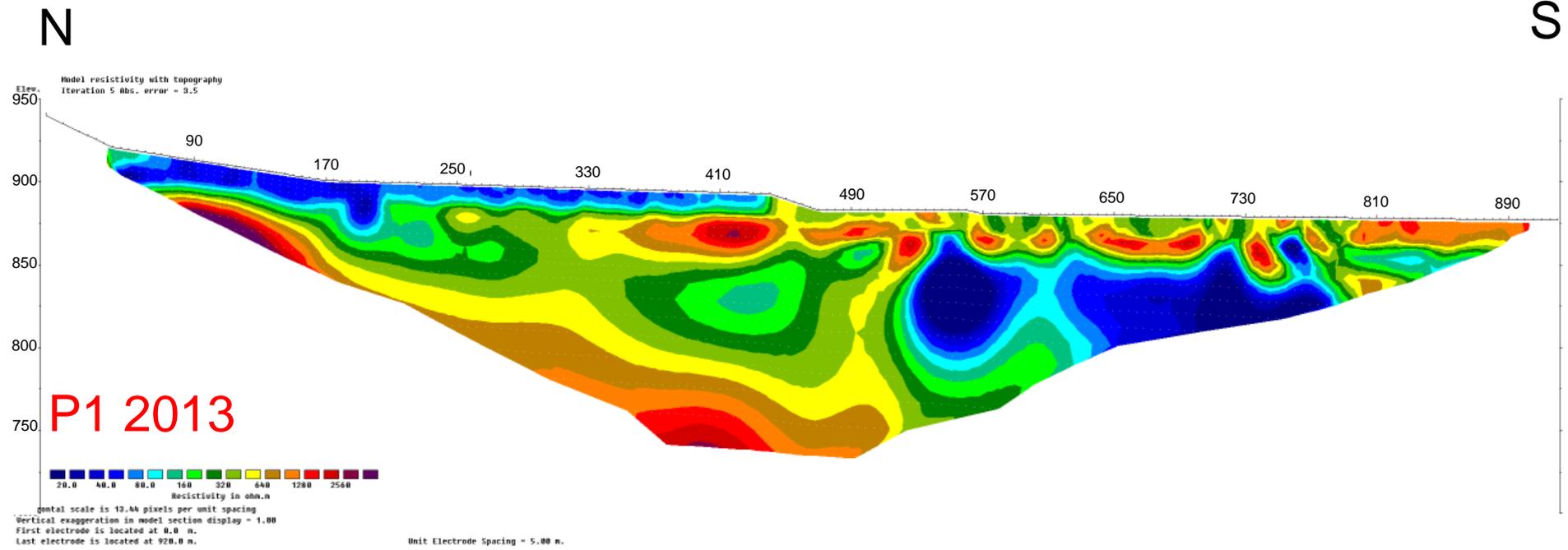


Abb. 8.6: Inversionsergebnis der Geoelektrikmessung Profil 1 (DC_2DPro)



Abb. 8.7: Situationsfotos bei Profil 2 2014, Blick Richtung Süden



Abb. 8.8: Situationsfotos bei Profil 2 2014, Blick Richtung Norden

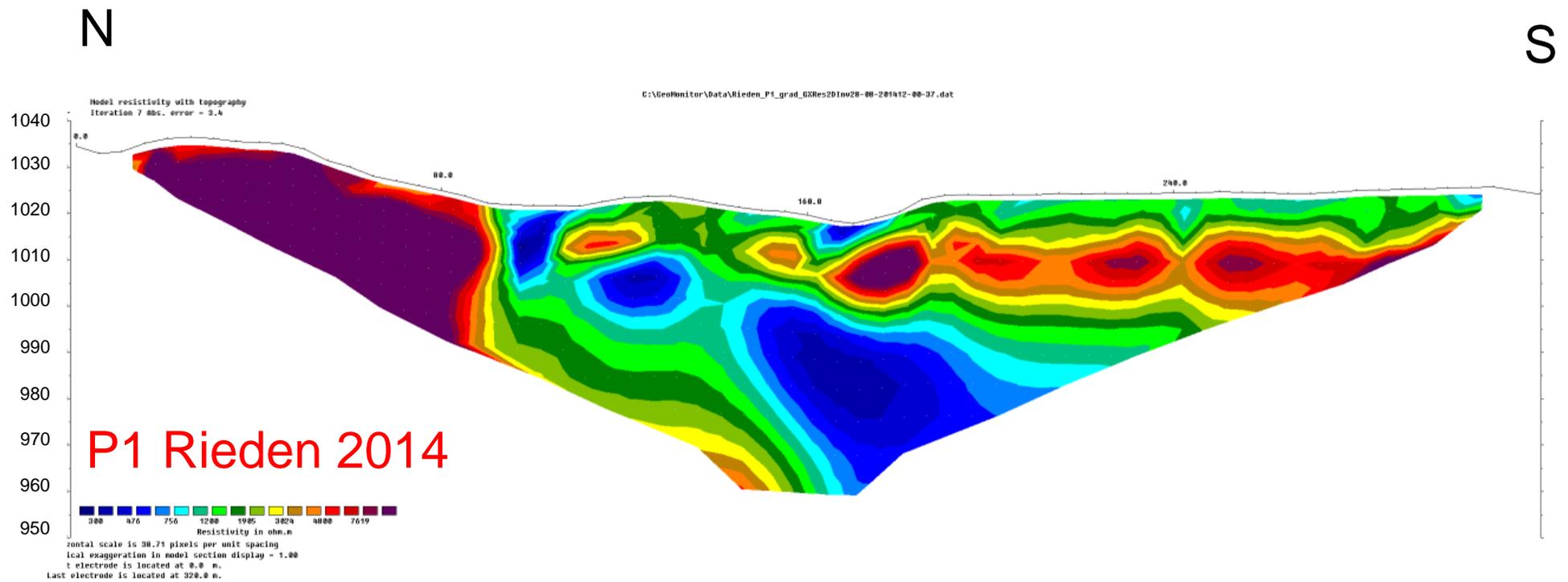


Abb. 8.9: Inversionsergebnis der Geoelektrikmessung Profil 1(DC_2DPro)

9 Geoelektrisches Monitoring

9.1 Gschlifgraben (OÖ)

Das geoelektrische Messsystem GEOMON4D wurde im März 2015 abgebaut, der Inklinometer ist noch immer aktiv, dieser zeigt eine Bewegung in einer Tiefe von 10m von fast 22cm (siehe Abb. 9.1.1 und Abb. 9.1.2).

Im Herbst 2016 wird im Rahmen eines Workshops mit der Bevölkerung und Entscheidungsträgern (Gemeinde, WLV) als Teil des LAMOND Projektes entschieden wie und ob ein Monitoring weiterdurchgeführt wird.

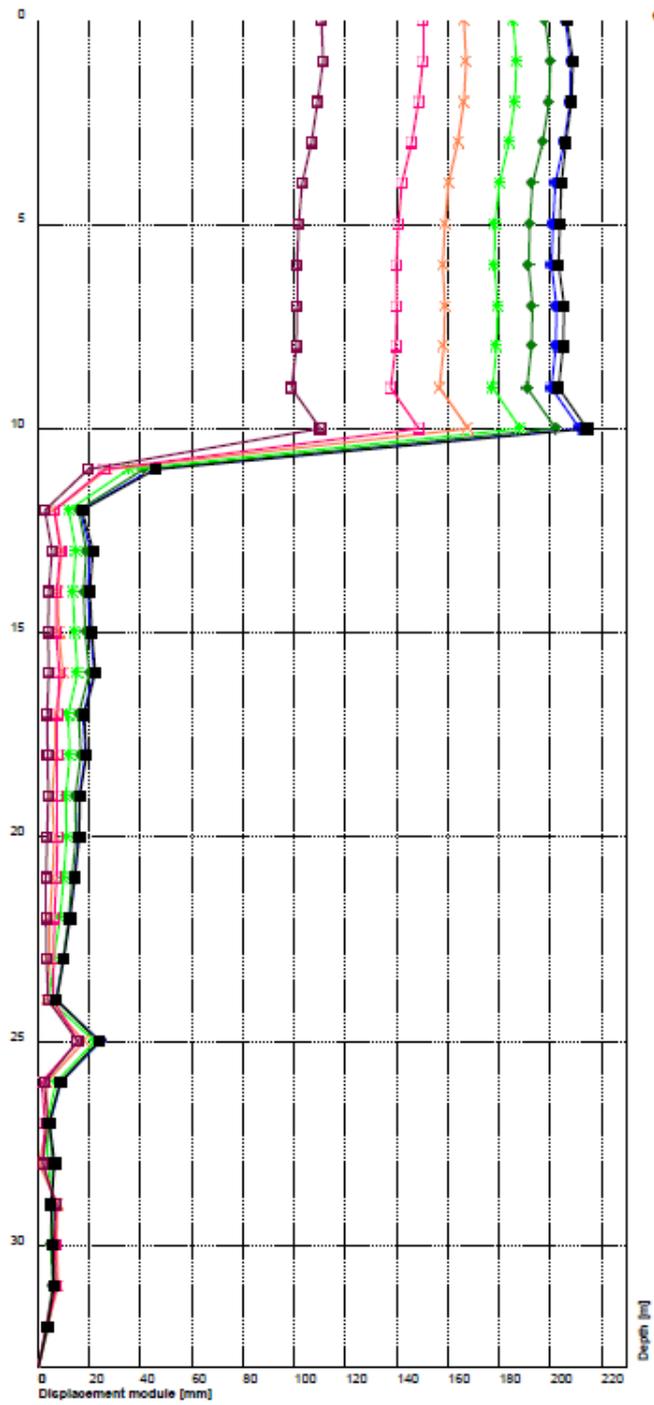


Abb. 9.1.1: Jährliche Bewegungskurven seit der Installation 2009

DMS GSA01A-033-0909: Displacement - Module No.22

Period: 23/09/2009 - 07/03/2016
 On axis (284° N)

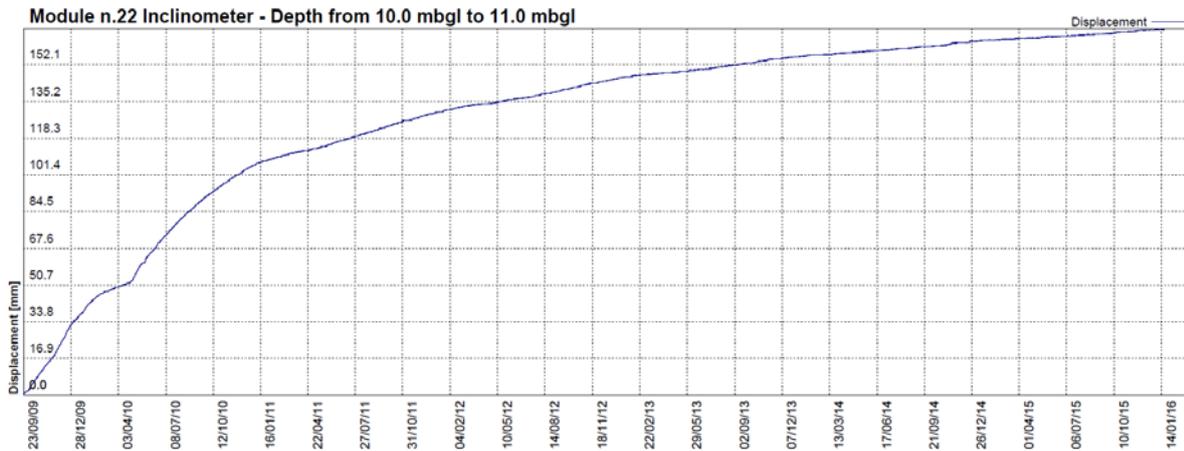


Abb. 9.1.2: Bewegungsverlauf des Moduls in 10m Tiefe seit Installation am 24. September 2009

9.2 Gresten (NÖ)

In der Gemeinde Gresten wurde im Dezember 2014 ein geoelektrisches Monitoring (Lage des Messgebietes siehe Abb. 9.2.1) aufgebaut gemeinsam mit der Universität Wien, die zusätzliche Bodenuntersuchungen durchführte und Sensoren einbaute (Inklinometer, Piezometer) und einen automatischen Laserscan installierte. Die Messungen werden im Rahmen des ÖAW Projektes LAMOND finanziert. Vormessungen wurden im Jahr 2007 im Rahmen des BBK Projektes NC-62 durchgeführt. Abb. 9.2.2 zeigt ein Situationsfoto während der Installation.



Abb. 9.2.1: Lage des Untersuchungsgebietes



Abb. 9.2.2.: Installation des geoelektrischen Monitorings in Gresten

9.3 Pechgraben (OÖ)

Am Pechgraben wurden im Berichtsjahr die Aktivitäten aufgrund der deutlichen Verlangsamung der Rutschung zurückgefahren. Es sind insgesamt noch 3 Kameras, 1 Inklinometer und 2 geoelektrische Monitoringlinien installiert. Die Abb. 9.3.1 und Abb. 9.3.2 zeigen Vergleichsfotos des installierten Fotomonitorings.

Die Messungen werden im Rahmen des ÖAW Projektes LAMOND finanziert.



Abb. 9.3.1: Photomonitoring am noch aktiven Teil der Rutschung, Bilddatum 26.2.2014



Abb. 9.3.2: Photomonitoring am noch aktiven Teil der Rutschung, Bilddatum 1.6.2015.

10 Geräteentwicklung

10.1 Entwicklung GEOMON^{4D}-3

Im laufenden Projektjahr wurde die Entwicklung des GEOMON 3 in Zusammenarbeit mit der Firma LIFTOFF / DI Gerhard Kreuzer zur Entwicklung des neuen Messsystems GEOMON^{4D}-3/IP weitergeführt.

10.2 Softwareentwicklung DC_DPRO

Im Rahmen der Kooperation mit Dr. Jung-Ho Kim vom KIGAM (Republik Korea) wurde die 4D-Inversionssoftware (ProcGeomon4D) im abgelaufenen Projektzeitraum in Richtung Datenanalyse weiterentwickelt. Eine genaue Dokumentation der erfolgten Weiterentwicklung ist im nachstehenden Manual dokumentiert.

Proc_GM4D_2

The GeoMon4D system developed by the Geological Survey of Austria equips the functions to record the full time series curves of injected currents and sensed potential. These time series data is potentially a good basis for evaluating the data quality in various aspects, and thus a program installed in the system analyzes the current and potential curves. The analyzed results are stored in the field system, which are called "Sample Files". If we jointly examine these Sample Files together with the usual ERT measurements (stored in the field system, called "Log Files"), then the data quality actually used in geoelectric inversion can be much more quantitatively evaluated hence more reliable and enhanced ERT imaging can be expected.

Considering this potential, two programs are made. The first one, "Proc_GM4D_2", examine and process the data in a single time-lapse mode in detail, while the other program, "Proc_GM4D_2T", process the full time-lapse data sets monitored at a particular site. In this aspect, the first program may be called "single time-lapse program, while the second one is "full time-lapse program". The single time-lapse program is capable to analyze a data set of a particular time-lapse in detail, while the full time-lapse version is to examine the data on the whole and is able to process along the time axis. It is noteworthy that the input file system is commonly shared by both the programs, thus we are able to examine in completely different ways. These two programs aim to provide highly reliable data so as to get much more enhanced subsurface images of resistivity. Particularly addressed is to make various kinds of filtering and data quality evaluations automatic so that little efforts and time would be spent for processing data. In addition to this, data weighting factors are always automatically evaluated taking account of the statistics of the measured data so that we are able to reconstruct more reliable and enhanced subsurface images as well as their changes in time.

This manual explains how to use the single time-lapse program, "Proc_GM4D_2".

Purpose:

1. Time-lapse quality analysis of ERT data measured by the GeoMon4D system
2. Achievement of enhanced imaging capability in geoelectric data inversion

Functions

1. Data analysis, time-lapse by time-lapse
2. Interactive drawing of various kinds of cross-plot and bar graphs using the measured data stored in field log files and the various data characteristics stored in sample files.
3. Interactive and graphical data editing on cross-plot and bar graphs
4. Automatic evaluation of electrode status
5. Automatic evaluation of data weighting factors in inversion
6. Export to A2D data files for further inversion of single time-lapse data set incorporating the evaluated weighting factors

Cross-plot graph: an x-y graph to analyze the correlation between two different data sets including measured data values and their characteristics. X and y axes data sets are any combination of two different variables listed below.

Bar graph: shows occurrence rate of data and sample analysis parameter values in terms of number of data. This can be regarded as a probability density function. Any of data sets among the following list (except electrode number) can be drawn.

- 1) A: plus current electrode number.
- 2) B: minus current electrode number.
- 3) M: plus potential electrode number.
- 4) N: minus potential electrode number.

- 5) Uf: potential difference of forward current injection (Log file)
- 6) Ur: potential difference of negative current injection (Log file)
- 7) Cf: amount of forward current injection in Ampere (Log file)
- 8) Cr: amount of negative current injection in Ampere (Log file)
- 9) Resistance: measured resistance in ohm (Log file)
- 10) SP: estimated SP between the potential electrode pair (Log file)
- 11) App. R. apparent resistivity in ohm-m (Log file)
- 12) |Uf-Ur|: absolute difference of forward and reverse potential difference (Sample file)
- 13) |Cf-Cr| (%): absolute percent difference of forward and reverse currents (Sample file)
- 14) Std. Dev. (R): standard deviation of resistance (Sample file)
- 15) S/N ratio: (Sample file)
- 16) Std. Dev. (Cav): standard deviation of average current (Sample file)
- 17) Std. Dev. (Uf): standard deviation of forward potential (Sample file)
- 18) Std. Dev. (Ur): standard deviation of reverse potential (Sample file)
- 19) Slope(Uf_14): slope of the time-history curve of forward potential (Sample file)
- 20) Slope(Ur_14): slope of the time-history curve of reverse potential (Sample file)
- 21) Slope(Cf_14): slope of the time-history curve of forward current injection (Sample file)
- 22) Slope(Cr_14): slope of the time-history curve of reverse current injection (Sample file)
- 23) Slope(Uf_12_34): another estimate of forward potential curve slope (Sample file)
- 24) Slope(Ur_12_34): another estimate of reverse potential curve slope (Sample file)
- 25) Slope(Cf_12_34): another estimate of forward current injection curve slope (Sample file)
- 26) Slope(Cr_12_34): another estimate of reverse current injection curve slope (Sample file)

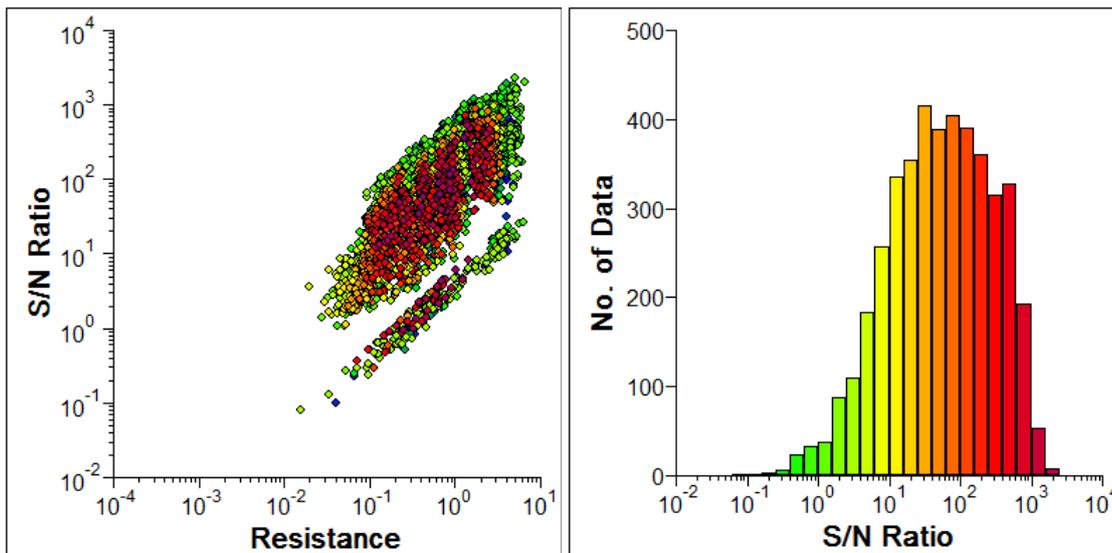


Fig. 1. Examples of a cross-plot graph and a bar graph

Prior to starting of Proc_GM4D_2

This is the very same as in case of Proc_GM4D_2T. The prepared files are commonly used in both the programs.

1. Preparation of sample files and log files: entire sample files obtained at a monitoring site must be stored in a particular folder and log files in a different folder.
2. Project file: an ASCII file should be created to specify the folders and files regarding a particular monitoring site, which will be an input file when starting of Proc_GM4D_2.

File format of a project file (*.PRJ)

1. Command file name including the full path
2. Topography data file name including the full path: x and z coordinates (format: two columns in the file) along the profile line. The x coordinate zero must corresponds to the distance zero of the first electrode in the command file. If this file is absent, the coordinates stored in the command file are regarded as the x-z coordinates of electrodes.
3. Folder name of sample file storage

4. Folder name of log file storage
5. Folder name of A2D file export: this may be subject to change.

Example:

D:\2015_GBA\Sample\Gresten\Gresten_grad.txt
 D:\2015_GBA\Sample\Gresten\topo_xz.dat
 D:\2015_GBA\Sample\Gresten\LogFiles
 D:\2015_GBA\Sample\Gresten\SampleFiles
 D:\2015_GBA\Sample\Gresten\A2DFiles

File name conventions of sample and log files

- The log files stored in the Log file folder must have the naming convention of “Log DD-MM-YYYY.txt, where DD is the date, MM month and YYYY year, e.g., “Log 01-01-2015.txt”.
- In a same manner, the sample file name must be in the form of “sample_statistics_DD-MM-YYYY hh-mm-ss.dat”, e.g., “sample_statistics_08-01-2015 00-00-02.dat”. The graphs drawn on the program screen corresponds to the time-lapse data set of a particular sample file and the corresponding ERT data from a Log file.

Extension names of file name

- “PRJ”: project file
- “B2T”: is a binary file created by Proc_GM4D_2T and involves the entire full time-lapse data stored in the whole sample and log files as well as weighting factors determined. This file is a default data file of the Proc_GM4D_2T program. A B2T file can be created only by the Proc_GM4D_2T program, but it is also used as an input file of the Proc_GM4D_2 program so that the data processed by the full time-lapse program are examined by using of the functions provided by the single time-lapse program in much more detail.
- Proc_GM4D_2.FL2: stores all the parameters used in filtering and weighting factor determination (if absent, the file can be created by the menu command “File| Save Basic Par.”). If necessary to change the default parameter settings (see Appendix 1), the FL2 file can be edited using a usual ASCII file editor.

Starting of Proc_GM4D_2

The menu command, “File| Open Project”, opens a project file and creates a list of time-lapse data sets based on the entire sample files and log files stored in the folders which were specified in the project file. At the data input stage, data having exceptionally anomalous values will be deleted (See appendix 1). The threshold values for this exceptional data filtering are stored in an ASCII file of which file name is “Proc_GM4D_2.FL2” and its folder is the same as that of the project file. The threshold values for this preliminary filtering need to be updated.

When a B2T file is already prepared by the other program, “Proc_GM4D_2T”, then we can input the processed data via the command “File| Open B2T” and examine how the full time-lapse program processed the data.

The first screen shows several sets of cross-plot graphs which are defined as default data sets. Bar graphs can be displayed by the menu command, “Contents| Bar Graphs”. The two kinds of graphs are drawn in different windows, thus the two windows can be tiled by the commands of the menu “Window”.

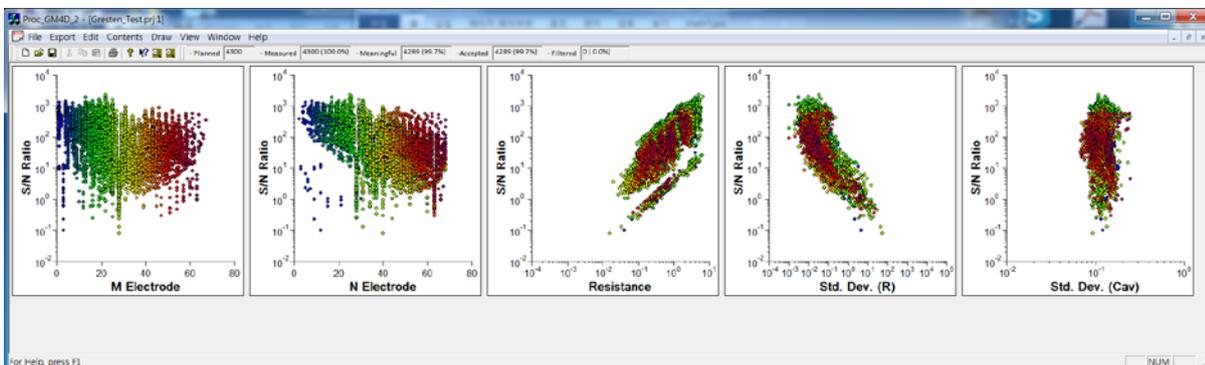


Fig. 2. A screen showing the cross-plot graph window.

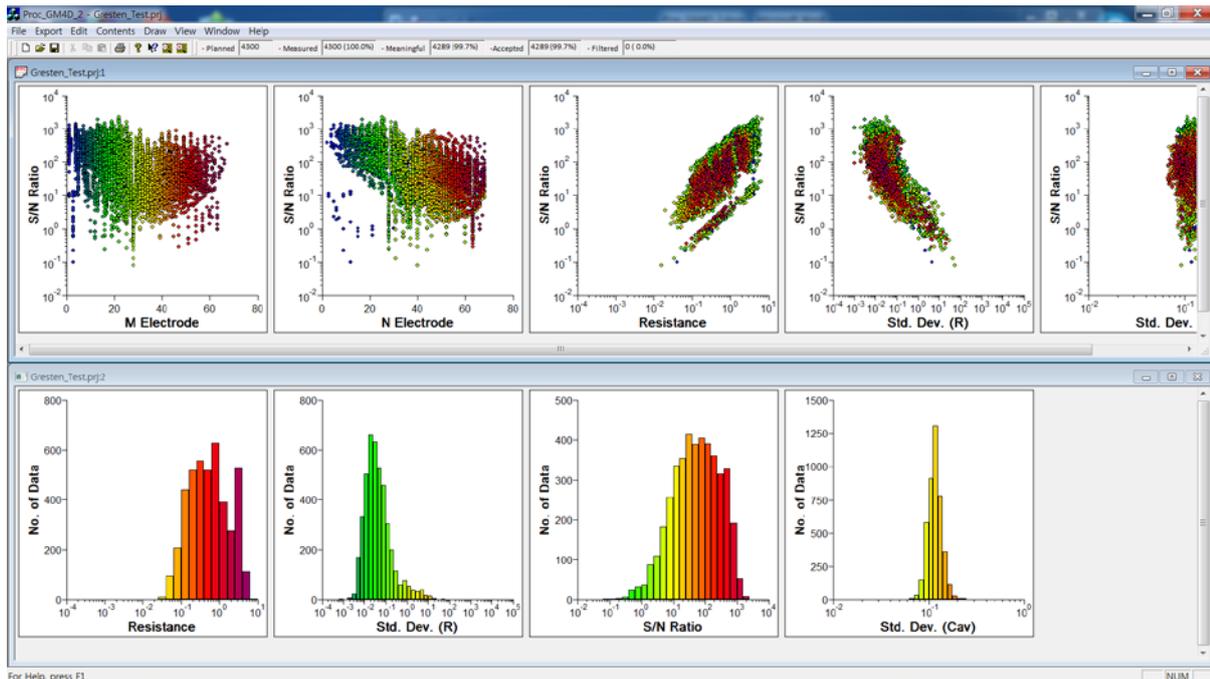


Fig. 3. A screen tiling both windows of cross-plot and bar graphs.

On an each window, a new graph can be inserted as necessary, or a graph now displayed can be removed. In addition to this, a part of data on a graph can be filtered out. These functions are accessed by a menu popped up by clicking the right button. On the cross-plot window, the following pop-up menu commands are provided:

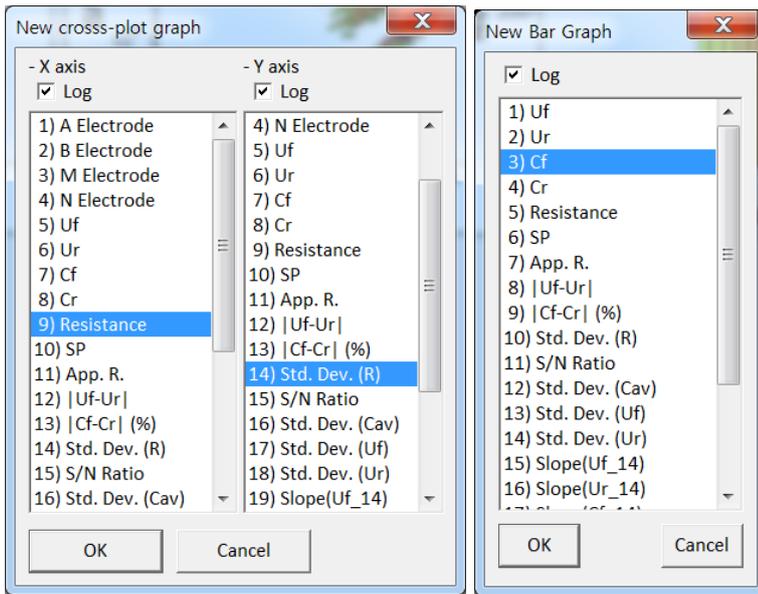
- 1) Remove This Graph: removes the graph drawn where the right button is clicked.
- 2) Add a XR graph: adds a new cross-plot graph in which two data sets are arbitrary chosen by the user (2.1. Add a new graph).
- 3) Color reference: specifies the data set that defines the color of each datum in cross-plot graphs (2-2. Color reference).
- 4) Delete This Part: deletes a part of data.
- 5) Copy This Graph (Clipboard): copies the graph image that the right cursor is clicked on. The copied image is stored in the clipboard and can be pasted on a commonly-used software such as MS-Word, etc.

In the bar graph window, almost same functions are also provided by clicking the right button: 1) Remove This Graph, 2) Add a Bar graph, 3) Delete This part: deletes a part of data, and 4) Copy This Graph (Clipboard).

1-1. Add a new graph

When the “Add a XR graph” is selected on the popup menu in the cross-plot graph window, the following dialog box is appeared. In the dialog box, any pair among the 26 different parameters can be chosen and a new graph is added in the window. Logarithmic or normal presentation of each axis is pre-determined, but the check boxes of “Log” provide a method to change the original default setting.

In case of a new bar graph, selecting a single parameter is enough to define a bar graph, since the y-axis is the occurrence. Electrode number is also meaningless.



(a) (b)
 Fig. 4. Dialog boxes to add (a) a new cross-plot graph and (b) a new bar graph.

1-2. Color reference

Different colors in bar graphs are simply to easily identify each bar. On the other hand, the colors in cross-plot graphs represent the value of a particular parameter. Warm color means high value of the parameter, while cold color does lower value. This coloring function of cross-plot graphs is to recognize influences of a particular parameter to a pair of parameter values. In Figures 2 and 3, the positive potential electrode number, M, is used for the color reference. Selecting the “Color Reference” command in the pop-up menu, a dialog box shown in Fig. 5 appears and the parameter for the color reference can be updated. Note that once the color reference is changed by this command, then the entire cross-plot graphs accordingly adopt the same color reference.

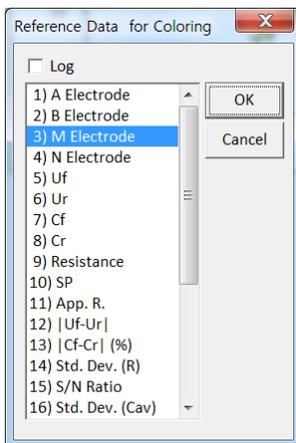


Fig. 5, Dialog box to define the color reference of cross-plot graphs.

1-3. Changing time-lapse

The data set displayed when starting the program is the latest time-lapse among the monitoring data stored in the sample and log file folders. The command “File | Change Time-Lapse” provides a method to change the time-lapse data to be analyzed. The command prompts the following dialog box. The date can be selected in the month calendar. Selecting a different date and/or month, the right side list of Time is updated according to the available sample files. After selecting date and time in the dialog box, entire graphs are updated according to the selected time-lapse.

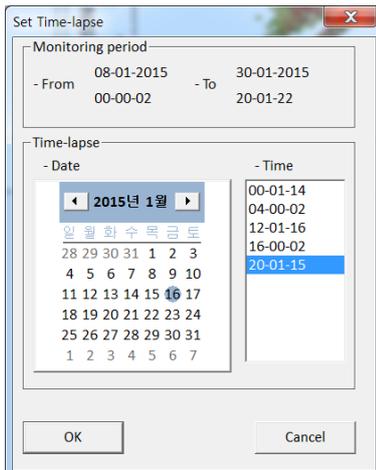


Fig. 6. Dialog box to change the time-lapse.

1. Data editing

Data editing functions provided by Proc_GM4D_2 are divided into three classes:

- 1) Editing a part of data on each graph
- 2) Editing data related to a particular datum
- 3) Editing data based on electrode number.

In addition to these classes, anomalous apparent resistivity can be filtered out by using of S/N ratio and/or Std. Dev. (R).

- 4) Filtering of Anomalous Data

Here, editing implies to delete a part of data or datum, but not to completely erase them. Instead, weighting factors corresponding to the data are set zero. All the editing procedures can be undone by the menu command of "Edit|Undo" or the control+z key.

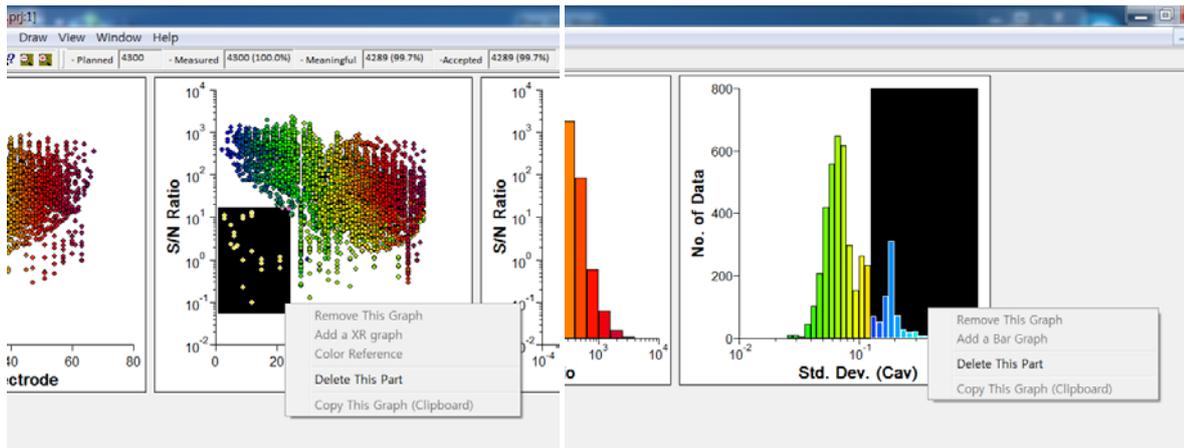
The data editing parameters and procedures can be saved as a disk file (*.EDT) for the processing of other time-lapse data sets.

2-1. Editing a part of data

To delete a part of data, a rectangle is to be drawn to involve the data to be filtered out on a graph by dragging the mouse cursor. Press the right button and click the menu command "Delete This Part". On the cross-plot graph, the data included in the rectangle, i.e., defined by the two values of each axis, are deleted. In this way, we are able to filter the data that simultaneously satisfy the conditions of two different parameters.

On a bar graph, on the other hand, the two values of the x-axis define the filtering interval of the x-axis parameter. When dragging a rectangle on a bar graph, concurrently pressing the control key confines the filtering interval in a bar unit.

In such ways, we are able to edit the measured resistance and apparent resistivity data based on a particular parameter or a combination of two parameters, which quantifies the data characteristics in various aspects.



(a) (b)
 Fig. 7. Deleting a part of data (a) on a cross-plot graph and (b) on a bar graph.

2-2. Editing data related to a particular datum

This method is available only on a cross-plot, not bar graphs. Locate the mouse cursor onto a particular datum point of interest, and double-click the left button. A dialog box shown in Fig. 8 appears in which we inspect the data and associated parameter values by changing two items in the “Values” box. “Delete” button simply deletes the pointed datum. Other four buttons of “Delete A”, “Delete B”, “Delete M” and “Delete N” delete the data using the corresponding electrode used in the measurement of the selected datum.

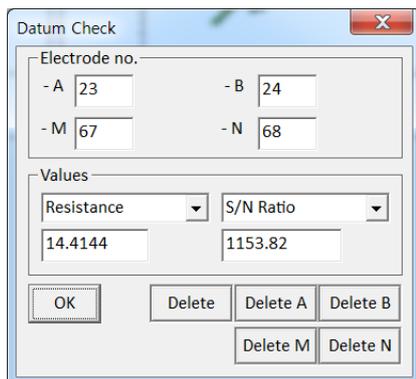


Fig. 8. A dialog box to delete the datum and/or the data using the same electrode of the selected datum.

2-3. Data editing based on electrode number.

When particular electrode(s) are known in trouble, the data using the electrode(s) can be edited by this method. The above two editing methods are directly executed on a graph, while this method is provided by the menu command of “Edit| Electrode Unselection”. The command turns on the following dialog box in which we choose particular electrode(s) to be unselected. Fig. 9 means that we delete the data that the no. 4 current electrode is used as an A electrode, or as a B, or as an M electrode. In addition to these data, the data will be deleted if the data adopted the #28 potential electrode as M or N electrode.

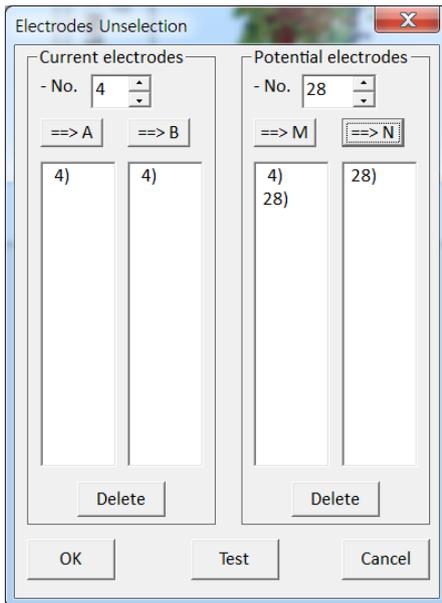


Fig. 9. Electrode unselecting dialog box.

2-4. Filtering of anomalous data

Anomalous low and high values of measurement data, particularly apparent resistivity, are likely to be outliers and need to be filtered out prior to inversion. However, it is uneasy since the criteria of data outliers are different from investigated area by area, and furthermore, some of anomalous data would be good. Proc_GM4D_2 provides a method to filter these anomalous data in a reasonable and safe manner by using of apparent resistivity itself and two kinds of data quality evaluation, S/N ratio and standard deviation of resistance.

- Criteria of anomalous data

Plotting the measured apparent resistivity in a form of a probability density function, such as the bar graphs in Proc_GM4D_2, the anomalous data belong to each side of graphs, not in the middle part. This implies the criteria can be established by using of average and standard deviation. Let $\bar{\rho}$ and σ the average and standard deviation as shown in Fig. 10. The reference values to decide whether the apparent resistivity is anomalous are: minimum reference: $\rho_{min} = \bar{\rho} - c \times \sigma$ and maximum reference: $\rho_{max} = \bar{\rho} + c \times \sigma$ where c is a constant given by us. When a value of apparent resistivity lower or higher than ρ_{min} or $\rho_{max} = \bar{\rho} + c \times \sigma$ then the datum is subjected to check if bad or not.

- Criteria of data reliability

This is made in a similar way; the filtering level is also determined by average and standard deviation. Let \bar{Q} and σ_Q the average and standard deviation of data quality measurements ($i = 1$, S/N ratio, and $i = 2$, std. dev. R). Again we need to presume two constants c_1 and c_2 .

- Filtering: a value of apparent resistivity, ρ , is filtered out when following condition is fulfilled.

1) Option 1 (using S/N ratio)

If $\rho_{min} > \rho$ or $\rho_{max} < \rho$, and if S/N ration of $\rho < \bar{\rho} - c_1 \times \sigma$.

2) Option 2 (std. dev. R)

If $\rho_{min} > \rho$ or $\rho_{max} < \rho$, and if std. dev. R of $\rho > \bar{Q} + c_2 \times \sigma_Q$.

3) Option 3 (using the both)

ρ is filtered out when ($\rho_{min} > \rho$ or $\rho_{max} < \rho$), (std. dev. R of $\rho > \bar{Q} + c_2 \times \sigma_Q$), and (S/N ration of $\rho < \bar{\rho} - c_1 \times \sigma$).

Currently c is set 2, c_1 and c_2 are 1. Assuming a Gaussian distribution of apparent resistivity (of course, in log scale), $c = 2$ means that about 4.6 % of the entire data are subject to be checked if they are reliable or not. Furthermore they are not entirely filtered out but only a portion exceeding the criteria of S/N noise and/or std. dev. R is filtered. The

default option is 3 since it uses two conditions on data reliability. These default values are stored in the file “Proc_GM4D.FI2” (see Appendix 1) and can be revised using an ASCII file editor.

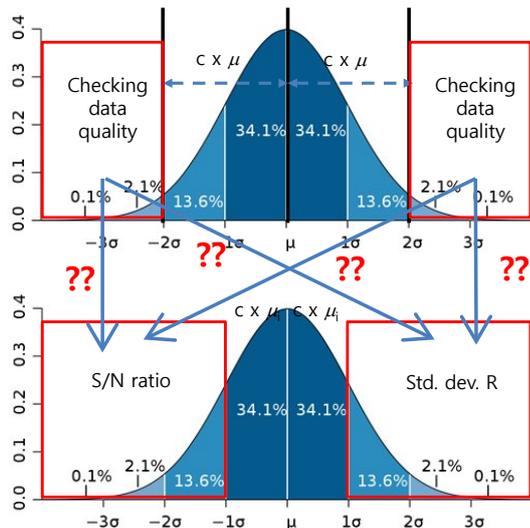


Fig. 10. Principle of anomalous data values filtering.

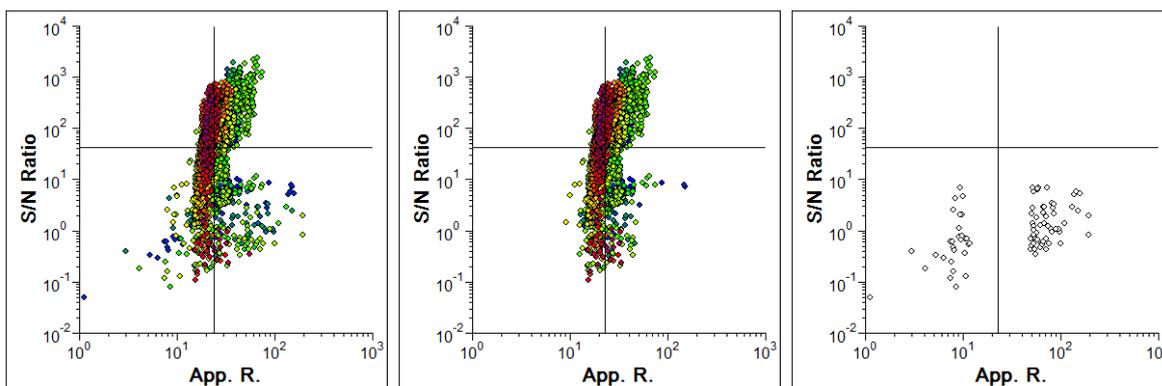


Fig. 11. Example of anomalous value filtering.

2-5. Saving and reading of editing parameters.

Two commands of “Edit” menu are related to the disk I/O of editing procedures.

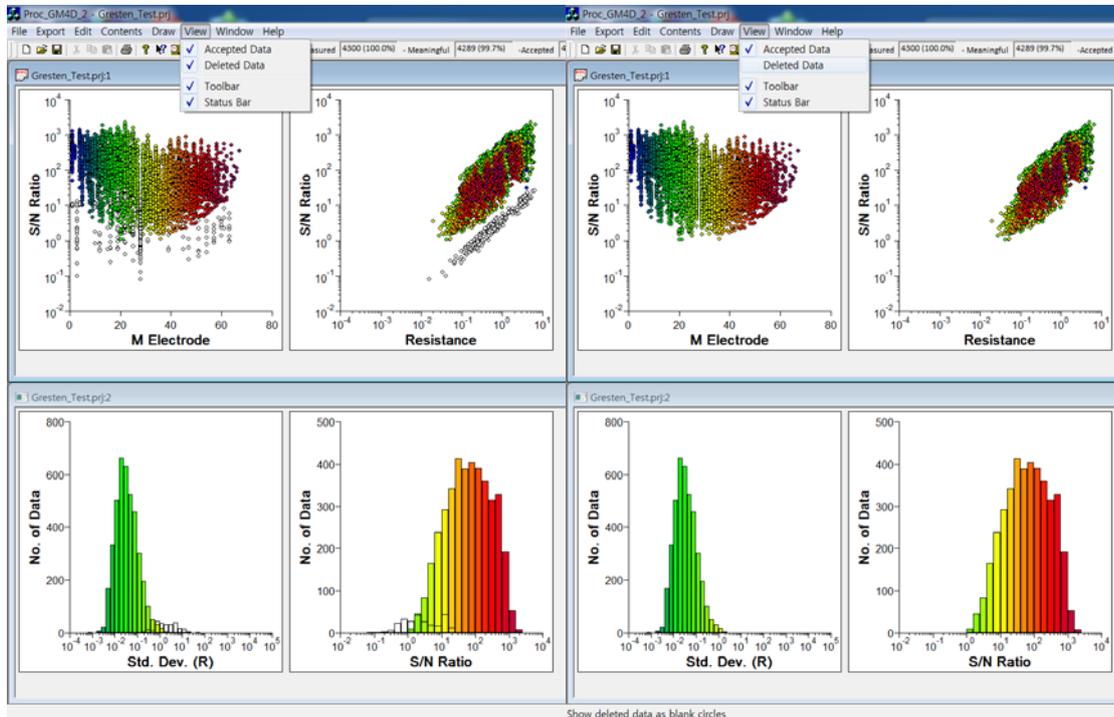
- 1) Save Edit Parameters: saves the editing parameters and the sequence in a disk file
- 2) Read Edit Parameters: read editing parameters and sequence from a disk file, and apply them to the current time-lapse data set. The data editing prior to reading the parameter file is completely ignored and the edit methods from the disk file will be applied to the unedited data. The undoing function acts as if the editing methods from the disk file were made by using of currently active time-lapse data.

2-6. Drawing methods of filtered and accepted data.

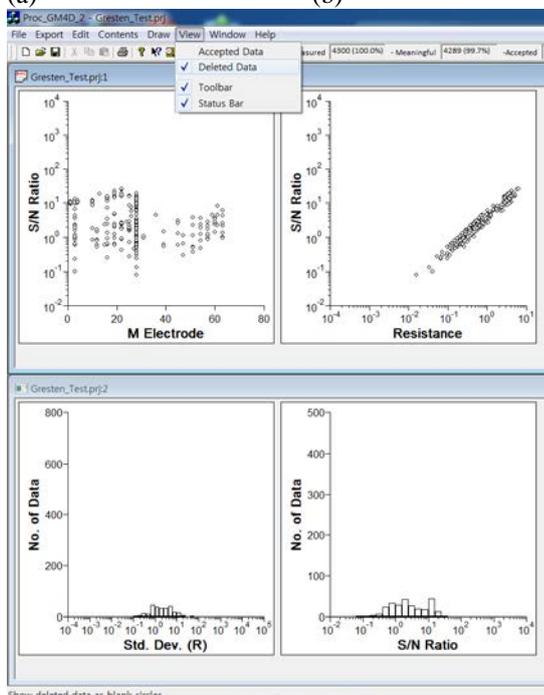
The two commands “Accepted Data” and “Deleted Data”, of the “View” menu provide the methods to identify the data filtered and accepted on the graphs. On cross-plot graphs, the accepted data are plotted as color-filled circles, while those filtered are as simple blank (white-color filled) circles. In a similar way, in the bar graphs, the accepted data are displayed as color-filled bars, and the filtered ones are as blank bars. The two menu commands act as a kind of toggle-switch of displaying filtered and accepted data. Fig. 12 shows examples of data displays together with two menu commands. Using these display methods, we can easily figure out how an editing method filters the data and which parameters are mainly influenced by the method.

In addition to this, a bar at the uppermost part of the screen shows the current status of data editing as shown in Fig. 13. Each item in the bar has the following meaning:

- Planned: planned number of data measurements specified in the command file
- Input: no. of accepted data when opening the data, (percentage to the planned no. of data)
- Accepted: no. of accepted data (percent to the no of the input data)
- Filtered: no. of deleted data, i.e., weighting factor = 0, (percent to the no of the input data)



(a) (b)



(c)

Fig. 12. Data displays associated with two commands of “Accepted Data” and “Deleted Data”.

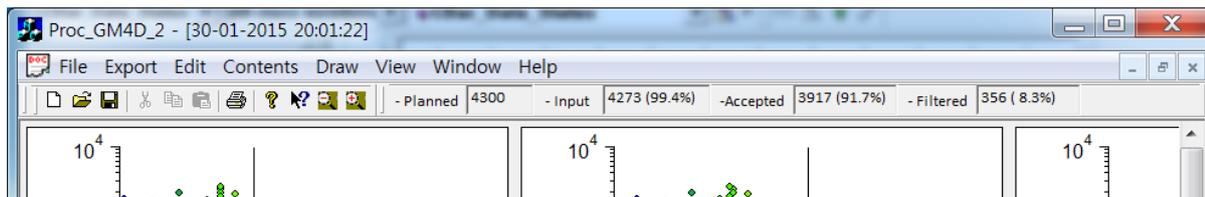


Fig. 13. Uppermost part of the Pdoc_GM4D_2 screen.

2. Evaluation of electrode status

Various kinds of data quality evaluations (list #12 - #26) are stored in a sample file. In order to use the parameters for evaluating the data reliability, their behaviors are to be physically meaningful. The data from three monitoring sites, Gresten, Rosano and Korea, were used in developing this program. Among the 15 parameters, from 12) |Uf-Ur| to 26) Slope(Cr_12_34), two parameters of S/N ratio and Std. Dev. (R) clearly show the relationship to the measured resistance, i.e., the potential difference (measured signal) normalized by the input current. S/N ratio increases, as resistance increases and standard deviation of resistance decreases, which is obviously physically meaningful.

The data from the Gresten site reveal an interesting feature that cannot be observed in the other two sites, which is shown in Fig. 14. The data fall into two groups as shown in Fig. 14, which is more distinct in the cross-plot of S/N ratio. The two parts obviously show that S/N ratio increases as resistance (signal strength) increases, but one group (the upper part in Fig. 14a, Group A) shows higher S/N to resistance than the other group (the lower part in Fig. 14a, Group B).

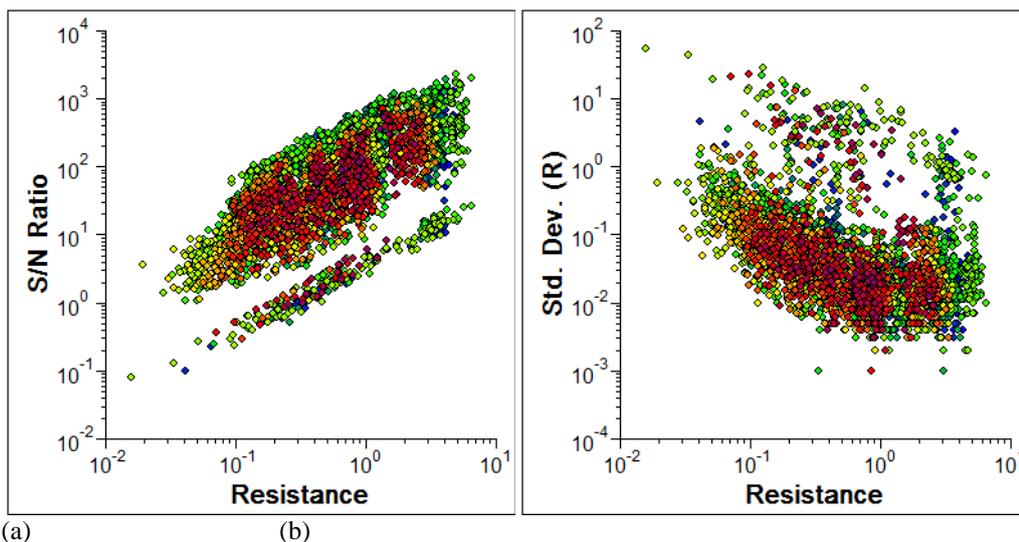
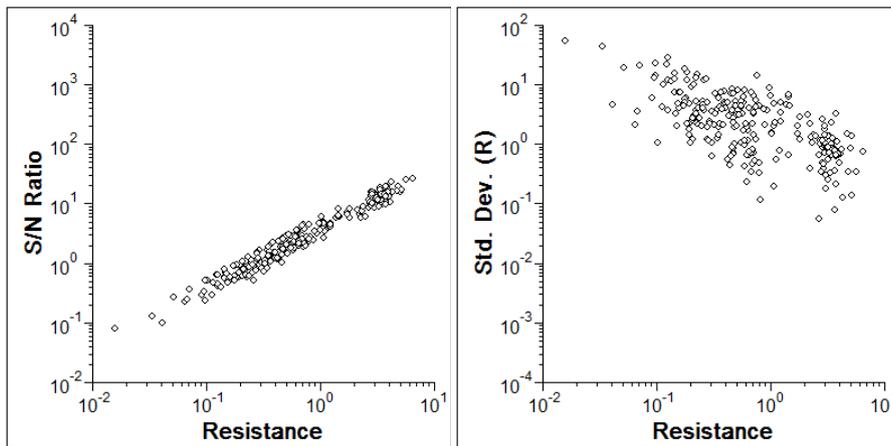
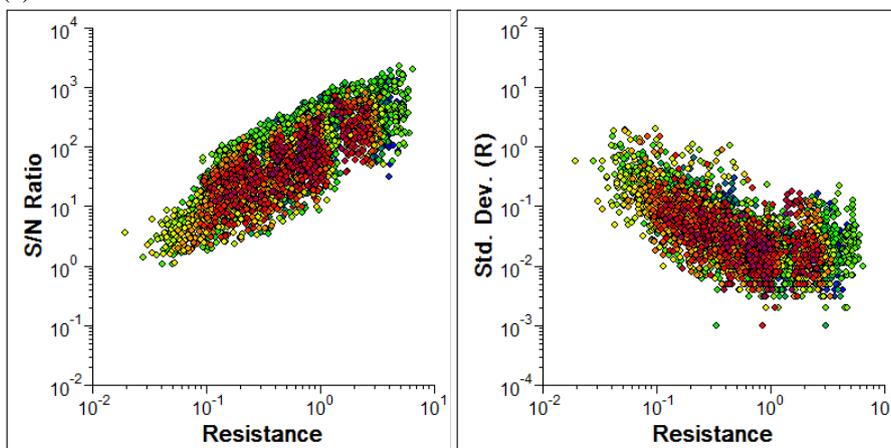


Fig. 14. Cross-plots of (a) S/N ratio and (b) standard deviation of resistance to resistance.

The Group B also shows the clear correlation between S/N ratio and resistance, but it has significantly lower S/N ratio than the Group A. This implies the Group B may be related to some bad measurements despite of the clear correlation between the S/N ratio and resistance. Many kinds of test filtering, particularly the “Edit| Electrode Unselection” method which will be explained later, revealed that the Group B data are related to some bad electrodes as illustrated in the following figure. Fig. 14 and 15 well show that the low-quality data due to bad electrodes cannot be efficiently filtered through a filtering method simply based on the S/N ratio or standard deviation of resistance, since the data having fairly high S/N ratio are overlapped. The clear linearity in the resistance-S/N ratio graph of the group B implies that the contact resistance increases due to the bad electrodes cannot be completely compensated by plus-minus current injection. Anyhow, we need an easy and effective method to evaluate the electrode status.



(a)



(b)

Fig. 15. Cross-plot graphs of (a) filtered-out data and (b) accepted data after deleting the data

3-1. Electrode Analysis

The menu command “Contents| Electrode Analysis” creates a new window in which four bar graphs of A, B, M and N electrodes are drawn. The y-axis in each graph is the mean of the selected parameter values sensed by the particular electrode. The default y-axis is S/N ratio. When a different parameter such as “Slope (Uf_14)” is wanted to be examined, click the right button and select the command “Analysis Parameter” in the pop-up menu. In the Analysis Parameter dialog box shown below, we can investigate other parameter.

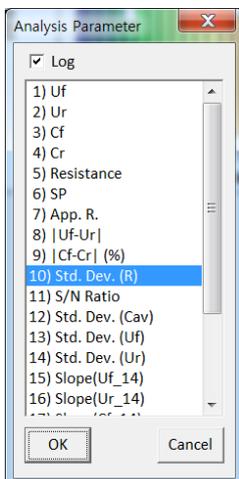


Fig. 16. Analysis Parameter dialog box to examine various parameter values with respect to electrodes.

In the four graphs, some electrodes may be drawn as black-colored bars, which are automatically estimated as bad electrodes. In Fig. 17, the mean values of the standard deviations regarding the potential electrode #3, 28 and 68 are very high (more than several ten times of the median value of the entire data), and they are estimated as bad electrodes. For a comparison, the mean value of the entire parameter data is displayed as a black straight line, which can be hidden or shown by the toggle switch of the “View| Average Level” command.

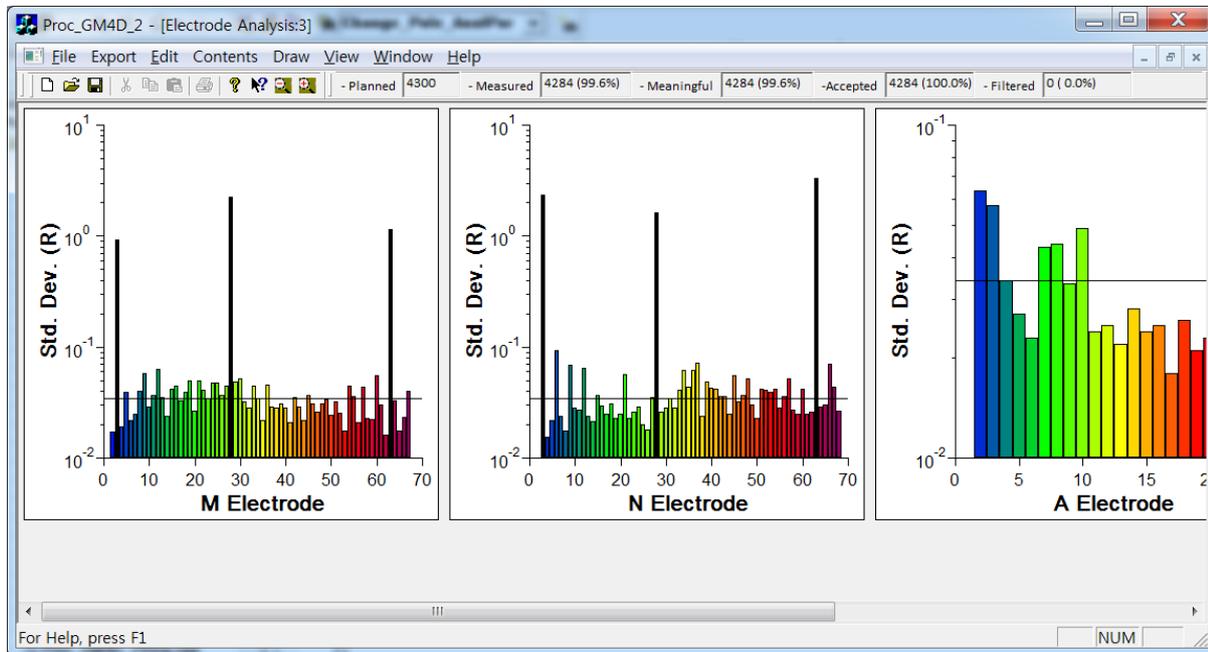


Fig. 17. Electrode Analysis window.

3-2. Automatic filtering of data associated with bad electrodes

Since the status of electrodes can be evaluated as discussed in the previous section, we are able to filter the data associated with some bad electrodes, if any. The command “Edit| Electrode Unselection Auto” performs this automatic filtering function. When this command is clicked, the Electrode Analysis window is updated. This command can be accessed by the menus in the Cross-plot and Bar Graphs. The “Undo” function is also valid as other editing functions.

Note) The criterion of bad electrode estimation is whether the mean value of a selected parameter associated an electrode reveals anomalously higher than the mean value of the entire parameter data. Currently “Standard Deviation of Resistance” is selected as the decision parameter. The criterion is the **five times of the mean value of the “Standard Deviation of Resistance”**. This parameter and this value should be further examined using the data obtained many other sites.

Fig. 18 shows some parameters clearly revealing the bad electrodes in the Grefthen monitoring site.

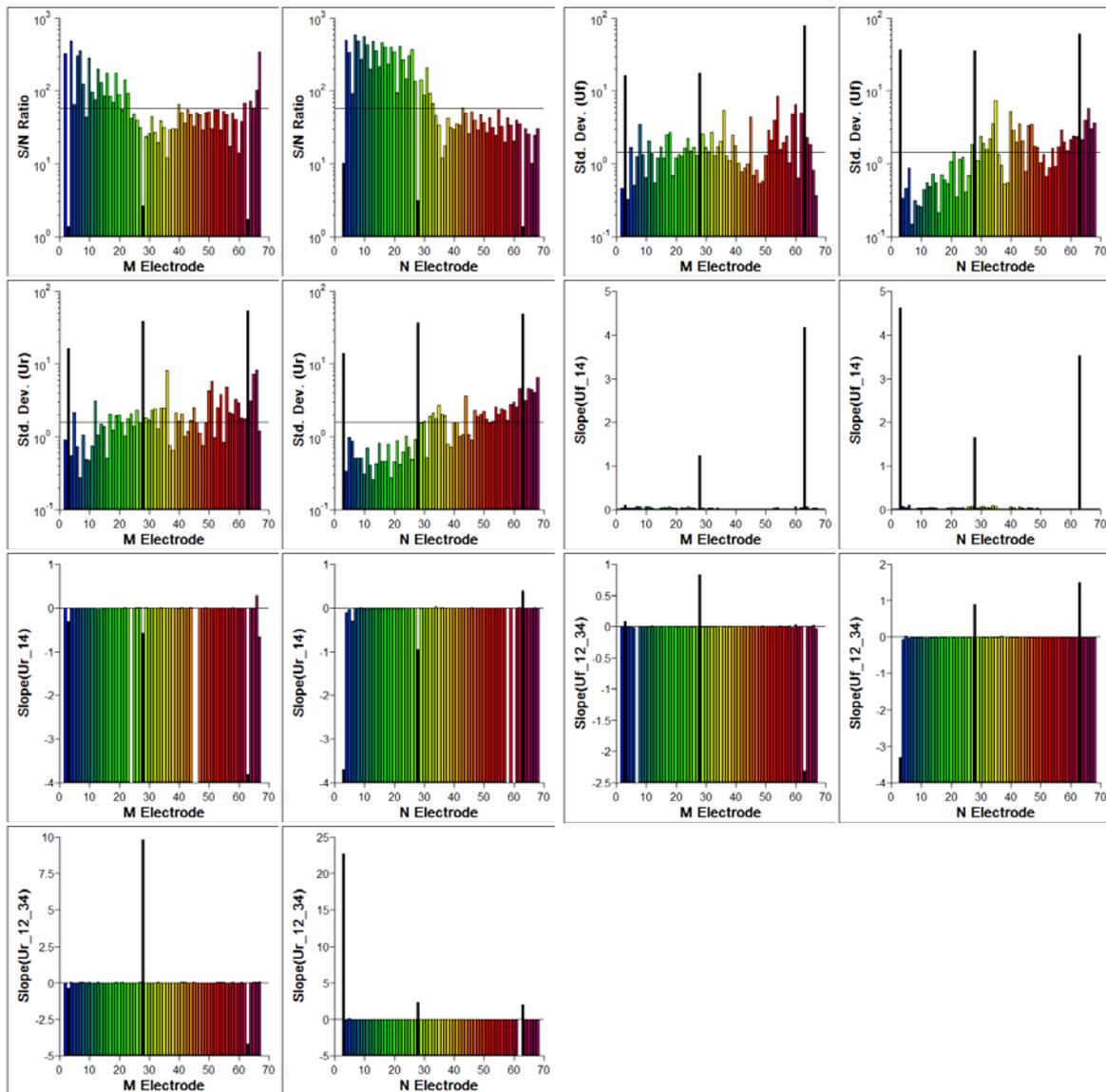


Fig. 18. Evaluation of potential electrode status using various parameters.

3. Evaluation of weighting factors in inversion

4-1. How to determine weighting factors

Geoelectric inversion searches a most probable resistivity distribution through minimizing the data misfits, e_i , between measured and theoretically calculated data. In general, the minimization functional can be written as: $\|w_i e_i\|^p$, where w_i is a weighting factor to quantify the reliability of each measured datum. When the reliability of a particular datum is low, then small value assigned so that the unreliable data would be less addressed than reliable ones. Field data are always contaminated with noise, hence the weighting factor plays important role to calculate a subsurface structure close to the ground truth. Many geophysical inversion algorithms have adopted the deviations of measured data for quantification of data reliability. Some resistivity-meters available in markets evaluate them, but in most cases, they are not sufficiently accurate. Inaccurate estimations of data reliability would also cause another problem in our understanding of the ground truth. Therefore, the data reliability estimations by field instruments are normally not used as the weighting factors in inversion, but in a pre-inversion stage, instead, data are edited and filtered by eye-inspections and/or through trial inversions in a trial-and-error manner.

The GeoMon4D records full time-series curves of the sensed potential differences and the injected currents, hence it possesses a big potential to evaluate the data reliability in high precision. Among the many parameter values analyzed and stored in sample files, S/N ratio and standard deviation of resistance are adopted to evaluate the weighting factors in inversion since they are mostly consistent to the data reliability. The basic principle to determine the weighting factor is simply to set the value proportional to the corresponding data reliability measure in a logarithmic scale. The S/N ratio is proportional to the data reliability, while the standard deviation is inversely proportional in principle. Therefore in case of calculating the weighting factors using the deviation values, their inverse values are taken.

Figure 19 schematically draws the principle of how to determine the weighting factors from the S/N ratio or the standard deviation of resistance. In the figure, v is the S/N ratio or inverse of the standard deviation of measured resistance. The principle is that the weighting factor is set one to the average value m and maximum weighting value to a particular value $m+dm$ in log scale. The determined weighting factor asymptotically approaches zero when the data reliability is very small, while its maximum is bounded. This is to prevent excessively large weighting factor.

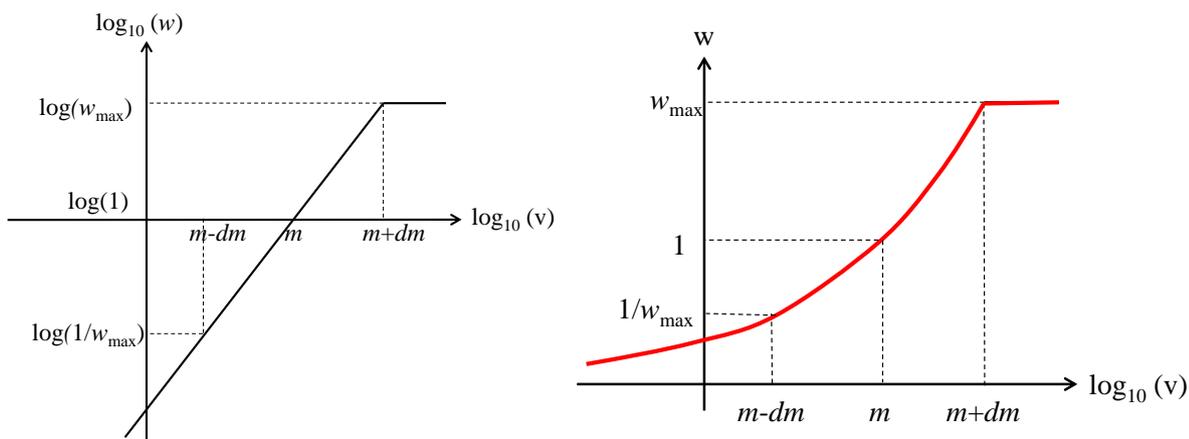


Fig. 19. Principle of weighting factor determination drawn in (a) log-log scale and (b) log-normal scale. W is the weighting factor calculated from v , a data reliability evaluation. m is the average of the v in log, while dm is a span from m , where $m+dm$ corresponds to the maximum weighting factor, w_{max} .

Three different weighting methods are currently available in Proc_GM4D_2: determination of the weightings selectively (1) by the S/N ratio or (2) the standard deviation of resistance, and (3) jointly by the both. In this case of the joint use, two kinds of weighting factors are calculated and their geometric average is taken. The default value is shown in Fig. 20, in which the two parameters, w_{max} and dm , are to be revised. When the option “Both” is selected and correspondingly fine tuning is needed, w_{max} and/or dm of a parameter data set (S/N ratio or standard deviation) may be set different from those of the other set. The bar graphs of S/N ratio and standard deviation of resistance would be helpful to revise the values for better weighting factor determination.

When Save button is pressed, the updated parameters are stored in an ASCII file of which file name is fixed as “Proc_GM4D_2.FL2” and the folder is the same as that of the project file. When clicking OK, then the weighting factors are recalculated but the parameter file (*.FL2) is not updated. When opening a project file (File| Open Project) or changing the time-lapse (File| Change Time-Lapse) or applying a filtering, the weighting factors corresponding to the time-lapse data set are automatically calculated based on the parameters stored in the Proc_GM4D_2.FL2 file. If the “Proc_GM4D_2.FL2” does not exist in the folder of the project file, the default parameters shown in Fig. 20 are used.

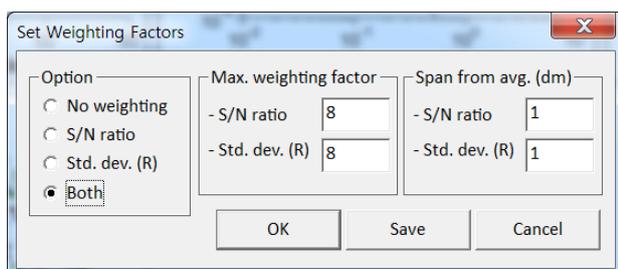


Fig. 20. “Set Weighting Factor” dialog box popped-up by the File | Weighting Factor command.

To incorporate the weighting factors discussed so far into the real inversion, the data format of *.A2D file was revised. Correspondingly, the DC_2DPro program was updated and the inversion program, DC_InvExe and DC_InvExeX_64 (64 bit version), was also updated.

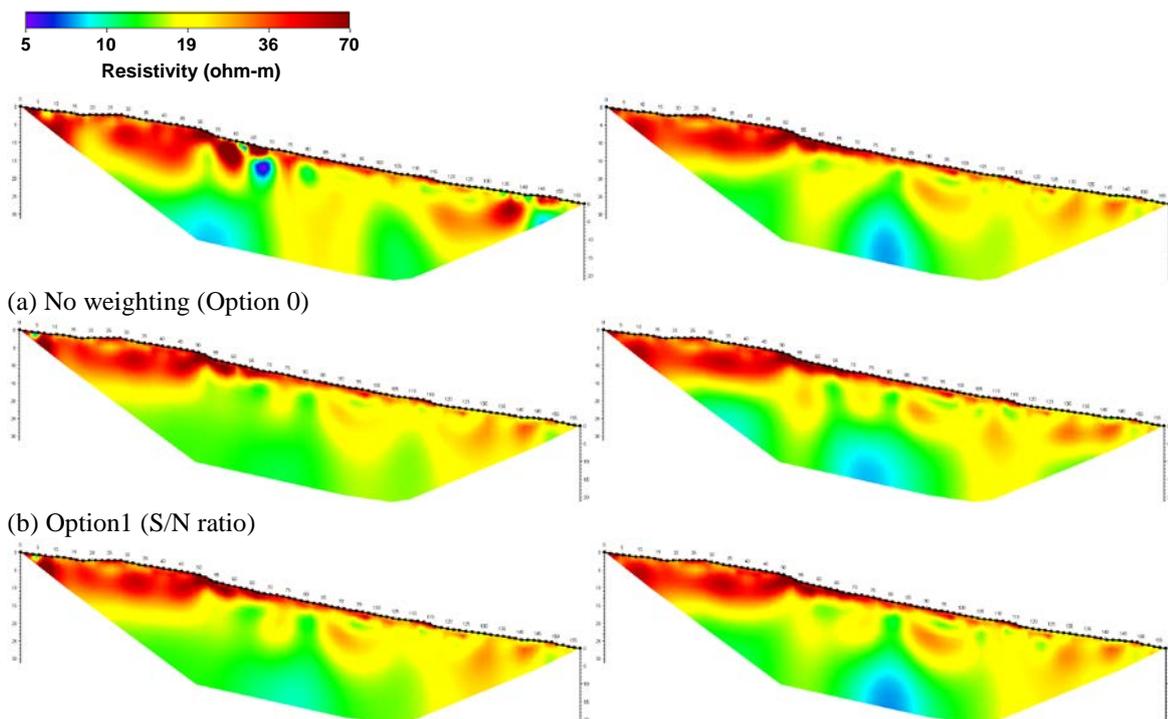
4-2. Inversion experiments

Data monitored at the Greften site have quite low S/N ratio, i.e., unreliable data, but the test processing using the methods discussed in the chapter 3 revealed that low S/N ratio is mainly associated to several bad electrodes. Therefore, they must be good to investigate the performance of the data weighting methods.

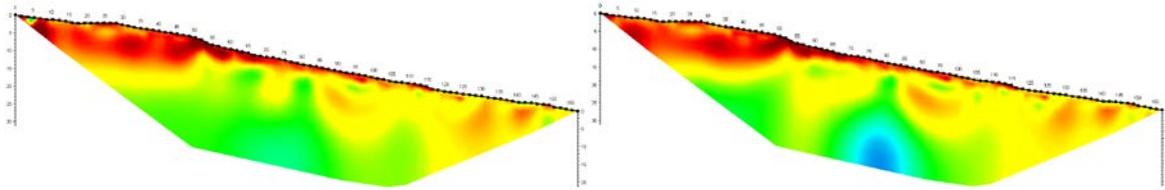
Fig. 21 shows the inverted resistivity images adopting the four options (including no weighting) of data weighting which were applied to the two kinds of data, without electrode filtering (left column) and after applying the filtering method (right column). Therefore the inversion results in the right column more resemble the ground truth compared to the ones in the left column, since the data contaminated with fairly high noise due to the electrode problems were almost successfully filtered out by the electrode filtering.

The inverted image not applying the data weighting as well as the electrode filtering (Fig 21a, left) shows significantly unreasonable features including severe artefacts of very high and low resistivity, which is far from the results shown in the right column. On the other hand, the other three images of the left column clearly show the data weighting, regardless of the options, dramatically suppresses the artefacts due to the severe noise, even though the inverted data are exactly same as those of Fig 1a, left. Furthermore, their shallow parts are very much alike to those in the right column, bad-electrode filtered results. Deeper parts in the weighted inversion results are also much different from the unweighted one, which are much more reasonable. Compared to the electrode filtered images of the right column, the general tendencies are similar but the resistivity distribution in detail is somewhat different. The most noticeable difference is that a low resistivity anomaly appears in the filtered images while they are not, or very weak in the unfiltered images. The most powerful data weighting is to filter particular data out, which corresponds to set the weighting factors zero. Even though the data weighting significantly reduces the contributions of the noisy data related to the bad electrodes, yet it cannot be completely done.

Comparing the options of the data weighting, some discrepancies are observable and they are more noticeable in the filtered-data images. In view of continuity in the middle parts, the option 2 and 3 are somehow similar, and the option 3 would be better. Obviously, this may be related to the parameters of the data weighting shown in Fig. 18, which need to be better determined through many inversion experiments. Furthermore, two parameters, w_{max} and dm , in the S/N ratio weighting and the standard deviation of resistance need not be to identical, which may be optimally determined by examining their distributions.



(c) Option 2 (standard deviation of resistance)



(d) Option 3 (Both)

Fig. 21. Inversion experiments using different options of data weighting. The left column is without automatic filtering of bad electrodes (see chap. 3), and the right one is with the filtering.

The RMS error in the inversion of the unweighted and unfiltered data (Fig. 22a left) little decreases and is also little updated with the inversion iteration (the corresponding weighted RMS error is not plotted because it is almost same as the unweighted one). The unweighted RMS error values of the weighted inversion are very much similar to those of the unweighted data inversion regardless of the electrode filtering, and they are even larger. This does not imply that the weighted inversion would be worse than the unweighted inversion. This is merely because the noisy data are less contributed due to the smaller weighting factors and as a result, the corresponding errors between the noisy data and the theoretically calculated data are bigger. In other words, the unweighted inversion pays much effort to reduce the misfits of the noisy data, while the weighted one does less effort.

In beginning of inversion, the weighted RMS errors in the weighted inversion are always larger than the unweighted RMS error because of the much bigger weighting factors assigned to the reliable data. In spite of this, the unweighted errors smoothly and dramatically decrease as iteration proceeds. In a sense of the weighted RMS error decay, the option 3 would be the best not because of the lowest misfit value but because RMS updates are more pronounced in the later iteration steps. However, we need to investigate this through more rigorous tests of the data weighting parameters.

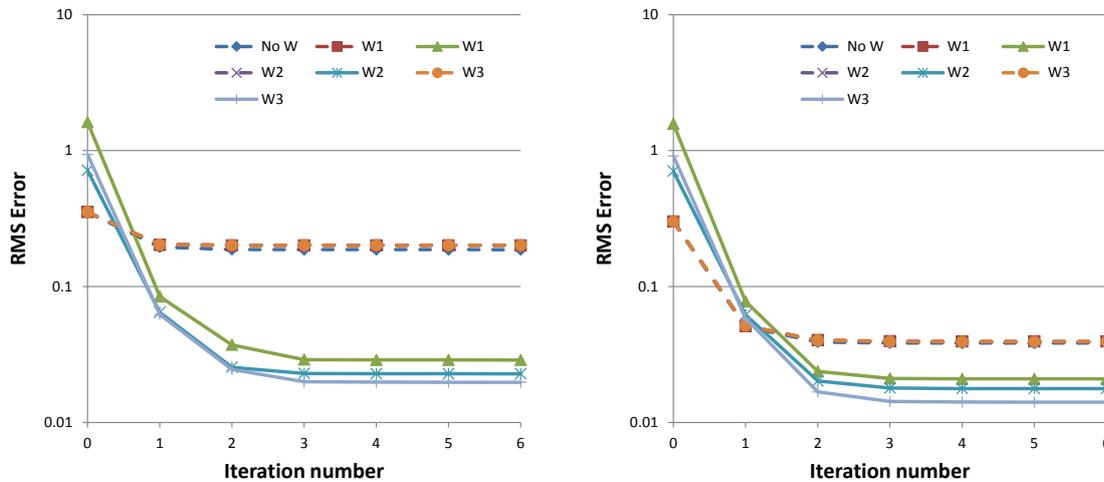


Fig. 22. RMS error updates of the inverted results shown in Fig. 21. The dashed lines are the unweighted error and solid lines are weighted.

4. Miscellaneous functions

5-1. Zoom in and out

Two commands of the Draw menu, “Zoom In” and “Zoom Out”, are provided.

5-2. Export

Currently, only one function is available to export the time-lapse data to an A2D file using the menu command “Export|A2D File”. In the exported A2D file, the deleted data is stored as zero resistance.

5-3. Copy a graph image to clipboard

The pop-up menus triggered by pressing the right button include a command to copy the image of the pointed graph to computer clipboard memory so as to paste the graphic image to commonly-used software such as MS-Word, etc.

11 Datenbank Geophysik (Geophysis)

Innerhalb des Projekts ÜLG-35 wird die Lage der geophysikalischen Messgebiete (Punkte, Linien, Flächen) aus den aero- und bodengeophysikalischen Messkampagnen in Österreich unter Verwendung einer ARC/GIS gestützten Datenbank GEOPHYSIS erfasst.

Laufend werden noch vorhandene, historische Restbestände ausgehoben und zusammen mit den in aktuellen Messkampagnen durchgeführten Messungen in die Datenbank eingepflegt.

Die Datensätze wurden hinsichtlich ihrer Kompatibilität für eine INSPIRE konforme Weiterverarbeitung geprüft und dementsprechend vorbereitet.

11.1 Datenstand 2014

Die Tabelle 11.1 zeigt den Stand der Einträge Stand Mai 2014.

Inhalt	Linien	Punkte	Flächen (Aerogeophysik)
Anzahl	1594	413	117
Status	komplett mit Attributen	komplett mit Attributen	Attributtabelle in Bearbeitung

Tab. 11.1: eingetragene Messungen/Messgebiete - Stand Mai 2014

Insgesamt wurden bis dato **1594 geophysikalische Profillinien** in mehr als 250 Projekten mit einer Gesamtlänge von etwa **927 km** und **117 aerogeophysikalischen Befliegungsgebiete** in 58 Projekten mit einer Gesamtfläche von etwa 18.000 km² erfasst.

12 Publikationen, Vorträge, Poster

In diesem Kapitel werden die im Projektjahr 2014/2015 durchgeführten Publikationen, Vorträge und Posterpräsentationen (bzw. die Abstracts), die die im Rahmen des ÜLG35 erzielten Ergebnisse beinhalten, vorgestellt.

Die Vorträge bzw. Poster wurden im Rahmen Tagung Geoforum Umhausen (Umhausen, Tirol) und der EGU Konferenz (Wien), präsentiert.

JOCHUM, B., OTTOWITZ, D., PFEILER, S., SUPPER, R.,

KEUSCHNIG, M., HARTMEYER, I. & KIM, J.-H.:

Highlights from two years of geoelectrical monitoring of permafrost at the Magnetköpfl/Kitzsteinhorn. – EGU General Assembly, 2014, Vienna. – Geophysical Research Abstracts, 16, EGU2014-3738-1.

KIM, J.-H., YI, M.-J., SUPPER, R. & OTTOWITZ, D.:

Simultaneous optimization of resistivity structure and electrode locations – GELMON 2103 – 2nd International Workshop on Geoelectrical Monitoring, Wien. – Ber. Geol. B.-A., 104, 35, Wien.

SUPPER, R., OTTOWITZ, D., JOCHUM, B., RÖMER, A., PFEILER, S., GRUBER, S.,

KEUSCHNIG, M. & ITA, A.:

Geoelectrical monitoring of frozen ground and permafrost in alpine areas: field studies and considerations towards an improved measuring technology. – Near Surface Geophysics 12/1, 93–115, February 2014. doi: 10.3997/1873-0604.2013057

TILCH, N., RÖMER, A., GRUBER, A., LOTTER, M., WINKLER, E. & SCHATTAUER, I.:

Erkundung des Untergrundes bei Weißenbach (Lechtal, Bezirk Reutte) im Umfeld der Gips-führenden Raibler Schichten mittels (aero)geophysikalischer Methoden – erste Ergebnisse. – Tagungsband zum 16. Geoforum, Umhausen, 197–210, Niederthai.
Vortrag und extended Abstract

Geophysical Research Abstracts
Vol. 16, EGU2014-3738-1, 2014
EGU General Assembly 2014
© Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.



Highlights from two years of geoelectrical monitoring of permafrost at the Magnetköpfl/Kitzsteinhorn

Birgit Jochum (1), David Ottowitz (1), Stefan Pfeiler (1), Robert Supper (1), Markus Keuschnig (2,3), Ingo Hartmeyer (2,3), and Jung-Ho Kim (4)

(1) Geological Survey of Austria, Geophysics, Austria (birgit.jochum@geologie.ac.at), (2) University of Salzburg/Dept. of Geography and Geology/ Research Group Geomorphology and Environmental Systems, Salzburg, Austria, (3) alpS - Centre for Climate Change Adaptation, Innsbruck, Austria, (4) Korean Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), Exploration Geophysics and Mining Engineering, Korea

Changes of climate parameters due to global warming generate increased permafrost warming and deglaciation in alpine regions. The area of interest is the Magnetköpfl, a peak below the Kitzsteinhorn (3203 m), where scientists observe increasing rock instability due to the probable degradation of permafrost and the rapid lowering of the glacier surfaces adjacent to the rock faces (loss of natural abutment, exposure of rock to atmospheric influences). Geoelectric measurements are an adequate method to measure permafrost, since the underground electric resistivity is highly dependent on temperature and the amount of unfrozen pore water. In October 2011 a geoelectrical monitoring profile with the GEOMON4D was installed on the north facing ridge of the Magnetköpfl. Measurements of soil temperature on the profile support the interpretation of geoelectric data.

Maximum active layer depth at the Magnetköpfl is approximately 3 m. Seasonal variations of ground temperature can be observed up to a depth of 8-10 m below surface. The two year period of data collection allows us to analyse time series of average apparent resistivities compared with the climatic seasons. It can be seen that different temperature periods have a direct correlation to average apparent resistivity. Inversion results of geoelectrical monitoring data are derived from an innovative 4D resistivity inversion approach (Kim et al, 2013). In three selected events (thawing and freezing in spring, thawing in summer, freezing in fall) difference images of the 4D inversion show the depth range of the temperature influence. The temperature sensors at the profile only reach 0.8 m below ground level. The geoelectrical monitoring data is able to deliver far more (thermal) information than single point temperature measurements since the underground electric resistivity is highly dependent on temperature.

The geoelectrical monitoring is supported by the project "TEMPEL", funded by the Federal Ministry for Transport, Innovation & Technology (BMVIT) and the Austrian Science Fund (FWF): TRP 175-N21 and internal funds of the Geological Survey of Austria. The recording of the ground temperature is conducted within MOREXPART administered by alpS – Centre for Climate Change Adaptation and the University of Salzburg.

Kim J.-H., Supper R., Tsourlos P. and Yi M.-J. 2013. Four-dimensional inversion of resistivity monitoring data through Lp norm minimizations. *Geophysical Journal International*, 2013-11-21

Supper R., Ottowitz D., Jochum B., Römer A., Pfeiler S., Kauer S., Keuschnig M. and Ita A. Geoelectrical monitoring of frozen ground and permafrost in alpine areas: field studies and considerations towards an improved measuring technology. *Near Surface Geophysics*, 2014, 12, 93-115

Time Lapse Data Inversion and Modelling

20

Simultaneous optimization of resistivity structure and electrode locations in ERT

Kim Jung-Ho¹, Yi Myeong-Jong¹, Supper Robert², Ottowitz David²

¹Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon 305-350, Korea

²Geological Survey of Austria

Electric Resistivity Tomography (ERT) is to visualize subsurface structure in terms of electric conductivity, and is categorized as a geometric sounding using the variations of measured potentials associated with the changes of the locations of current and potential electrodes. Accordingly, accurate coordinates of electrodes are essential in ERT, and electrode mislocation or inaccurate information on electrode positions inescapably results in crucial distortions of the subsurface images. These problems caused by the discrepancy between known coordinates and the true ones of electrodes are much more probable in an ERT monitoring especially performed in an area where ground deformations are expected, such as in landslide monitoring. Without careful considerations of possible movements of electrodes over time, in this case, interpretations may fail to evaluate the ground condition changes. To address these problems, we develop an inversion algorithm that resistivity distribution and electrode coordinates are simultaneously optimized. Using the developed algorithm, we performed numerical experiments based on several scenarios. Firstly, we tested a special case that the subsurface resistivity distribution was known, and almost exact electrode coordinates were calculated. When electrode positions and a resistivity structure are completely unknown and simultaneously inverted, the calculated electrode coordinates are much more erroneous compared to the case when the resistivity distribution is known, but they are reasonably close to the true positions. Furthermore, the reconstructed resistivity image well resembles the ground truth even though the inverted electrode coordinates are still erroneous to some extents. All the numerical experiments show that even with erroneous information on electrode locations, we are able to reconstruct a subsurface image that is close to the ground truth. The developed algorithm will be further combined with a 4-dimensional inversion scheme to precisely evaluate ground condition changes over time particularly when ground deformations cannot be ignored.

16. Geoforum Umhausen Tirol
16. bis 17. Oktober 2014



Freitag 17. Oktober 2014

12:30-13:00

Erkundung des Untergrundes bei Weißenbach (Lechtal, Bezirk Reutte) im Umfeld der Gips-führenden Raibler Schichten mittels (aero)geophysikalischer Methoden – erste Ergebnisse

Nils Tilch, Alexander Römer, Alfred Gruber, Michael Lotter, Edmund Winkler, & Ingrid Schattauer

Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien

Zusammenfassung

In drei Untersuchungsgebieten des Außerferns (Tirol, Österreich) wurden in Ergänzung zu den dort durchgeführten und durchzuführenden geologischen Feldkartierungen geophysikalische Methoden (terrestrische Geoelektrik und Hubschrauber-geophysik) eingesetzt, um über die oberflächennahen Geländekenntnisse hinaus flächendeckende und möglichst flächendetaillierte Informationen zur räumlich variablen Beschaffenheit des Untergrundes zu erhalten.

Ferner wurde im Untersuchungsgebiet „Weißenbach“ angestrebt, möglichst detaillierte Informationen zur räumlich variablen Mächtigkeit der Lockergesteine bzw. der Tiefenlage der Felsoberfläche zu erhalten. Vor dem Hintergrund der im Außerfern bekannten Gipskarst-Problematik im Zusammenhang mit der Genehmigung von Bauvorhaben besteht ein weiteres Ziel darin zu prüfen, inwiefern Gips-führende Untergrundbereiche identifiziert und räumlich abgegrenzt werden können.

Im Rahmen dieses Tagungsbeitrages sollen die im Untersuchungsgebiet „Weißenbach“ bisher erzielten Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden.

Abstract

In three study areas of the region Außerfern (Tyrol, Austria) geophysical methods (terrestrial geoelectric and aerial geophysical measurements) were used in addition to the geological field work, to get more area-wide and spatial-detailed information regard to the heterogeneity of the geological subsurface.

In the study area "Weissbach" was a further objective to get more detailed and quantitative information on the spatial variable thickness of sediment cover or the depth of the rock surface.

Given the known gypsum karst problems in the region Außerfern in connection with the approval of construction projects it is interesting to examine in which wise gypsum-containing environments of the geological underground can be identified.

In the course of this conference paper the previous results in the study area "Weißenbach" and the next steps will be presented and discussed.

1 Einleitung

Im Zuge der Geologischen Landesaufnahme seitens der Geologischen Bundesanstalt (GBA) wurden in den letzten Jahren umfangreiche Kartierungen im Bereich des westlichen Außerferns (insbesondere im Bereich der ÖK 114 HOLZGAU, siehe hierzu Lotter et al. 2014, Gruber et al. 2012) durchgeführt.

Im Rahmen solcher geologischen Feldkartierungen sind im Allgemeinen nur oberflächennahe Informationen zu erzielen. Um darüber hinaus auch Informationen zur geologischen Beschaffenheit und Anisotropie des tieferen Untergrundes zu erhalten wurden und werden seitens der GBA auch bereichsweise geophysikalische Methoden eingesetzt. Für eine realistische Interpretation der erzielten geophysikalischen Meßdaten sind jedoch zumeist fundierte geologische Gebietskenntnisse und geophysikalischer Sachverstand unerlässlich.

2 Zielsetzung der Untersuchungen und des Vortrages

In drei Untersuchungsgebieten des Außerferns („Schwarzwassertal“ „Weißenbach“ und „Vilsalpsee“; vgl. Abb. 1 und 2) wurden in Ergänzung zu den dort bisher durchgeführten und noch durchzuführenden geologischen Feldkartierungen geophysikalische Methoden (terrestrische Geoelektrik und Hubschrauber-geophysik) eingesetzt, um über die oberflächennahen Geländekenntnisse hinaus flächendeckende und möglichst flächendetaillierte Informationen zur räumlich variablen Beschaffenheit des Untergrundes zu erhalten.

Insbesondere in den Untersuchungsgebieten „Schwarzwassertal“ und „Weißenbach“ wurde angestrebt, möglichst detaillierte Informationen zur räumlich variablen Mächtigkeit der Lockergesteinsauflage bzw. der Tiefenlage der Felsoberfläche zu erhalten.

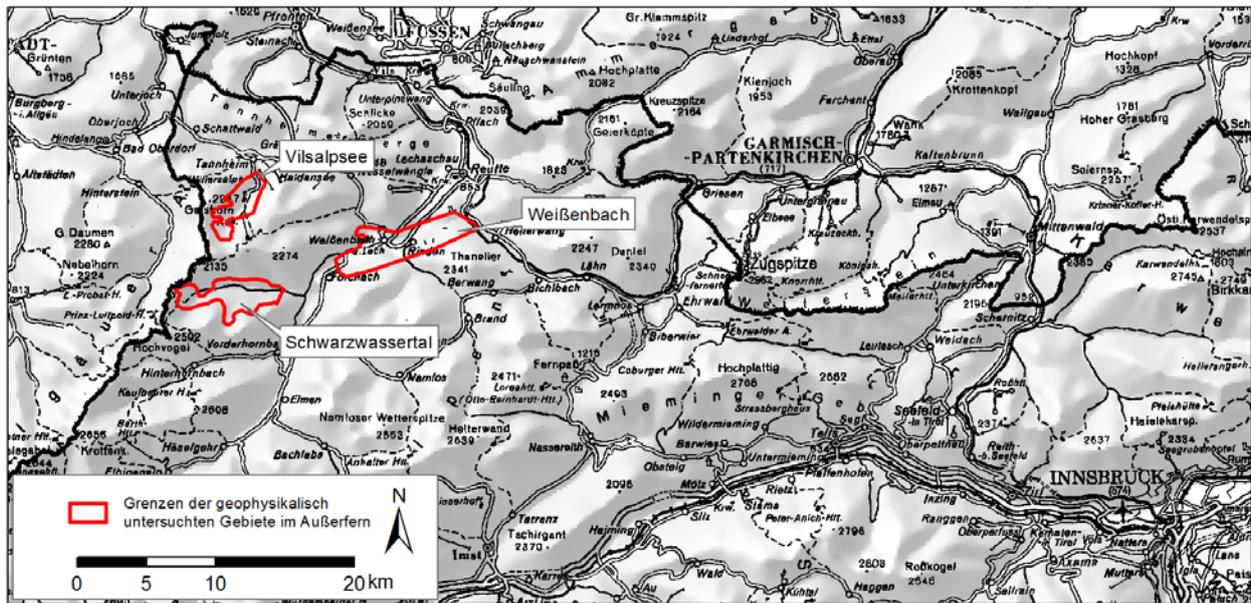


Abbildung 1: Lage und Abgrenzung der drei geophysikalischen Untersuchungsgebiete Schwarzwassertal, Weißenbach und Vilsalpsee im Außerfern. ÖK500: © BEV.

Vor dem Hintergrund der im Außerfern bekannten Gipskarst-Problematik im Zusammenhang mit der Genehmigung von Bauvorhaben besteht ein weiteres Ziel darin zu prüfen, inwiefern Gips-führende Bereiche mittels der eingesetzten geophysikalischen Methoden identifiziert werden können.

Im Rahmen des Vortrages soll eine Auswahl der bisher im Untersuchungsgebiet „Weißenbach“ erzielten Ergebnisse und die weitere Vorgehensweise vorgestellt und diskutiert werden

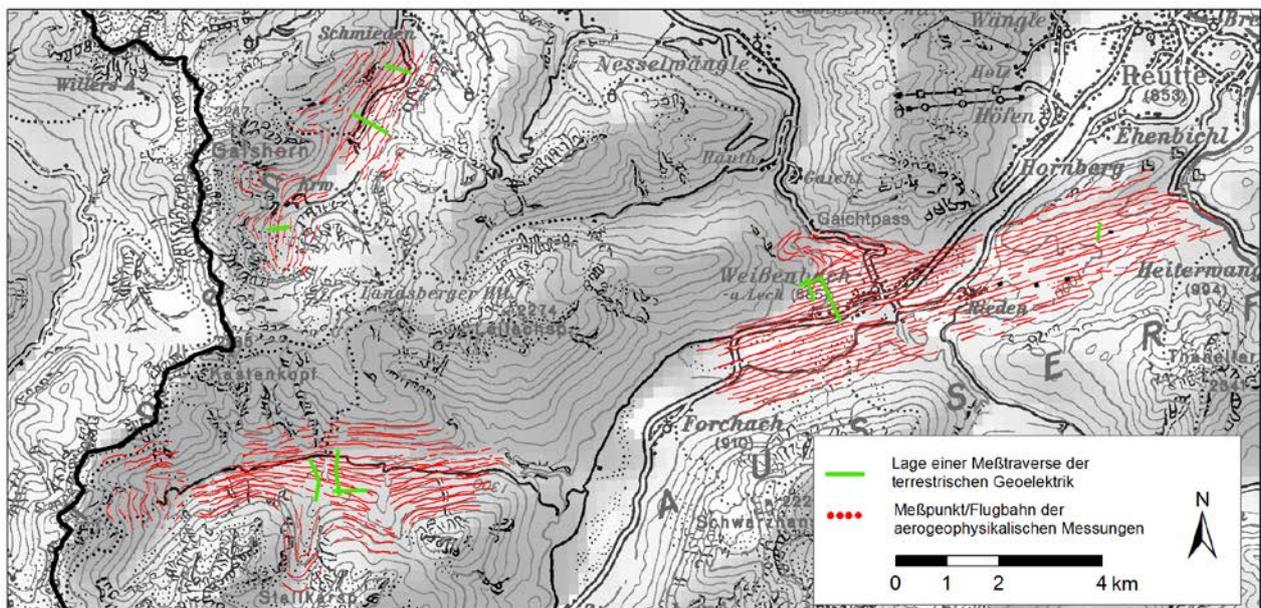


Abbildung 2: Lage der Meßpunkte/Flugbahnen der aerogeophysikalischen Messungen und der Meßtraversen der terrestrischen Geoelektrik in den drei Untersuchungsgebieten. ÖK200: © BEV.

3 Das Untersuchungsgebiet „Weissenbach“

Kleinmaßstäbig, regional betrachtet besteht das Grundgebirge im Untersuchungsgebiet „Weissenbach“ von Süd nach Nord (vom Liegenden in das Hangende) aus Hauptdolomit, Raibler Schichten und Wettersteinkalk (vgl. Abb. 3). Im Allgemeinen dominieren im westlichen Bereich NW/SE-Streichrichtungen und im östlichen Bereich NE-SW-Streichrichtungen bei etwa südlichen Einfallsrichtungen. Kleinräumig sind jedoch infolge der tektonischen Verlagerung und Verformung sehr variable Lagerungsverhältnisse festzustellen. So haben beispielsweise Gefügemessungen an der SE-Flanke der Rauhköpfe ergeben, dass eine nach Südwesten abtauchende Antiklinalstruktur vorliegt (vgl. Abb. 4). An den SW- und NE-Hängen der Rauhköpfe sind deren Flanken aufgeschlossen. Diese Antiklinalstruktur ist jedoch wiederum intern durch zahlreiche kleinere Synklinal- und Antiklinalstrukturen (Flexuren) gekennzeichnet, so dass sich durch den Verschnitt mit der Topographie für den Ausstrich der Gips-führenden Raibler Schichten ein unregelmäßiger Verlauf ergibt. Mit der übergeordneten Antiklinalstruktur mit nach Süden abtauchender Achse läßt sich auch die Verbreitung der mittels ALS-Daten identifizierten Geländesenken (potentielle Gipsdolinien) im Umfeld des Ausstrichs der Gips-führenden Raibler Schichten gut erklären (vgl. Abb. 4).

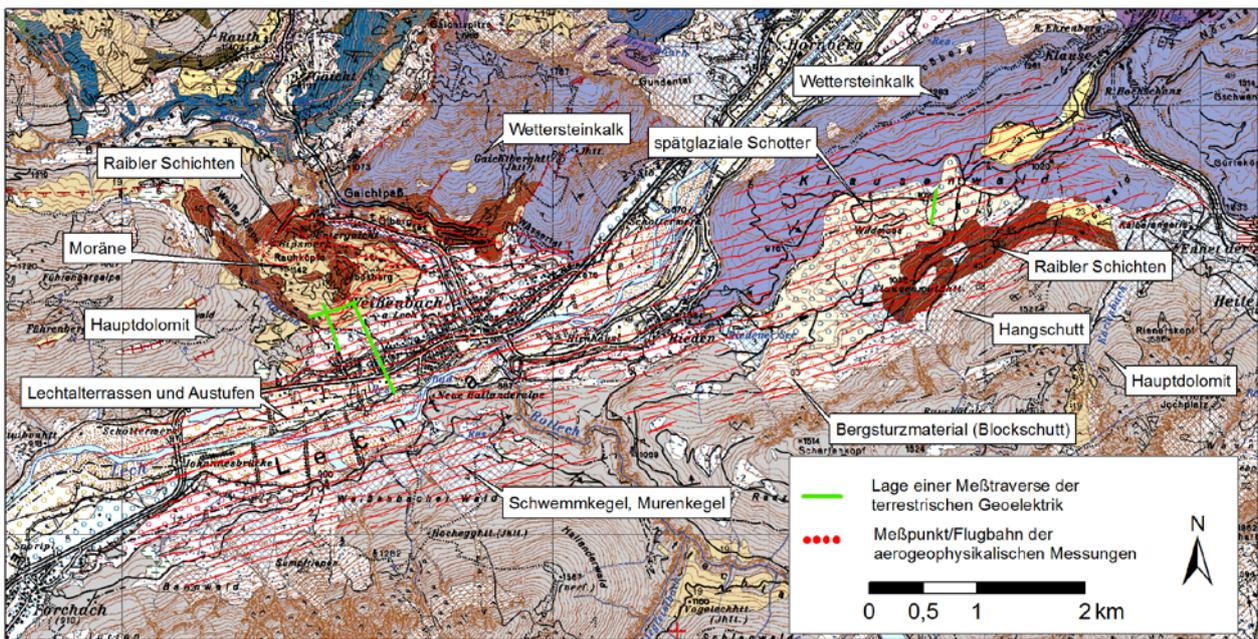


Abbildung 3: Ausschnitt der verfügbaren Geologischen Karte (Geofast-Karte, nach Kreuss et al. 2009; © GBA) und Lage der Meßpunkte/Flugbahnen der aerogeophysikalischen Messungen und der Meßtraverse der terrestrischen Geoelektrik im Bereich des Untersuchungsgebietes „Weißbach“. ÖK50: © BEV.

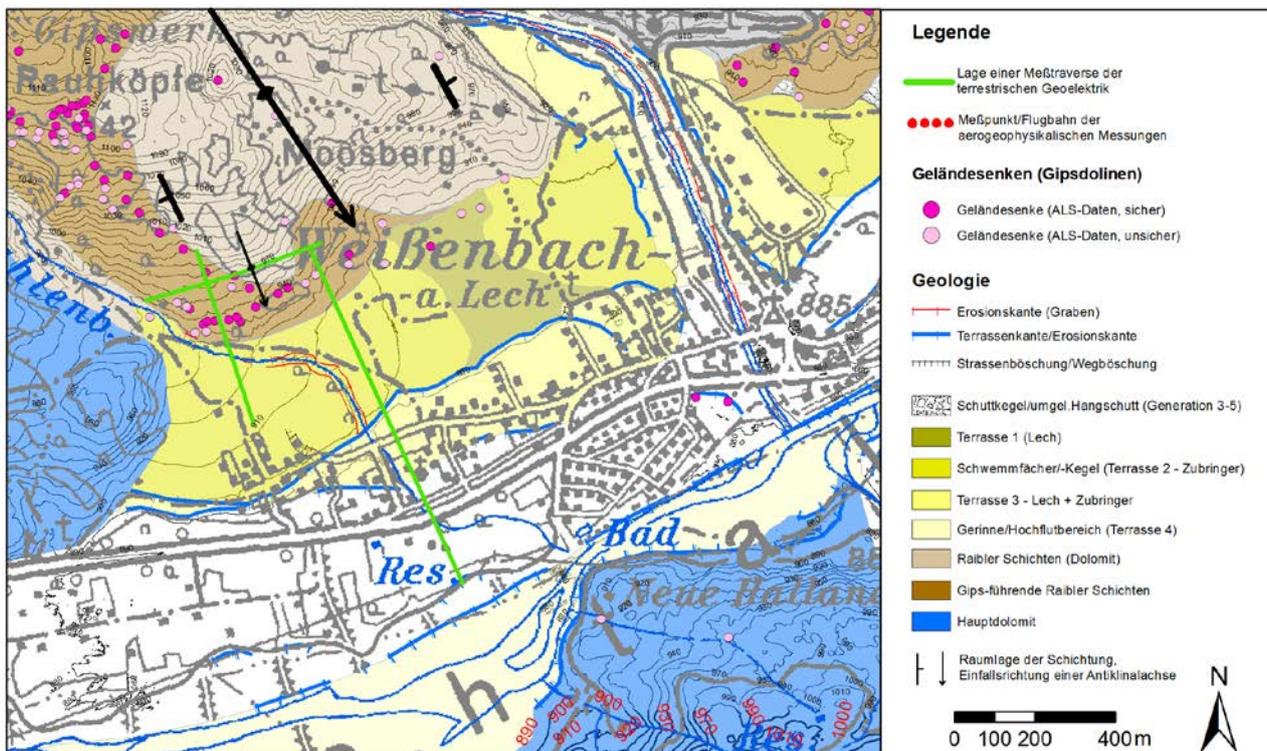


Abbildung 4: Ausschnitt der basierend auf den geologischen Geländeerhebungen, ALS-Daten und Luftbildern erstellten geologischen Karte im Umfeld der Rauhköpfe bei Weißenbach.

Bei den Gips-führenden Raibler Schichten handelt es sich im Allgemeinen ausschließlich um recht lokale Einzelvorkommen, die in stratigraphischer Hinsicht nicht horizontbeständig sind. Die einzelnen Gipslager befinden sich teilweise im ursprünglichen Schichtverband, teilweise wurden diese durch tektonische Vorgänge aber auch verlagert und ausgequetscht (Jerz 1966). Die Evaporite (Anhydrit und Gips) konzentrieren sich in den hangenden Raibler Schichten, wo diese von Dolomiten der Raibler Schichten (oft Rauhwacke) unter- und überlagert werden. Die liegenden Dolomite sind partiell durch hohe Bitumengehalte gekennzeichnet. Der Gips tritt im Untersuchungsbereich häufig in der Form von sogenannten Gipsmergeln und/oder als unreine, tonige Gipspartien auf.

Im Bereich Klausenwald-Wildmoos östlich von Rieden besteht das Grundgebirge im Norden aus Wettersteinkalk (Klausenwald) und im Süden aus Hauptdolomit. Im zentralen Bereich „Wildmoos“ wird das Grundgebirge von mächtigen spätglazialen Schottern überdeckt. (vgl. Abb. 3 und Abb. 5). Zahlreiche Geländesenken im Bereich der spätglazialen Schotter sind ein Indiz dafür, dass diese entsprechend der stratigraphischen Abfolge vom liegenden Hauptdolomit im Süden bis zum hangenden Wettersteinkalk im Norden von Gips-führenden Raibler Schichten unterlagert werden. Allerdings sprechen diverse Geländeindizien dafür, dass es sich bei den Geländesenken bereichsweise nicht um Gipskarstdolinen, sondern um Todeislöcher (siehe Abb. 4: Todeissedimente) handelt. Bemerkenswert ist auch, dass einige Geländesenken in den Bereichen recht großer Schottermächtigkeit (bis zu 50 Meter) zu kleine Durchmesser (wenige Meter bis einen Dekameter) haben, um diese als Gipskarstdolinen zu interpretieren. Hierbei könnte es sich um Geländesenken handelt, die aufgrund spätglazialer subterranean Erosion entstanden sind.

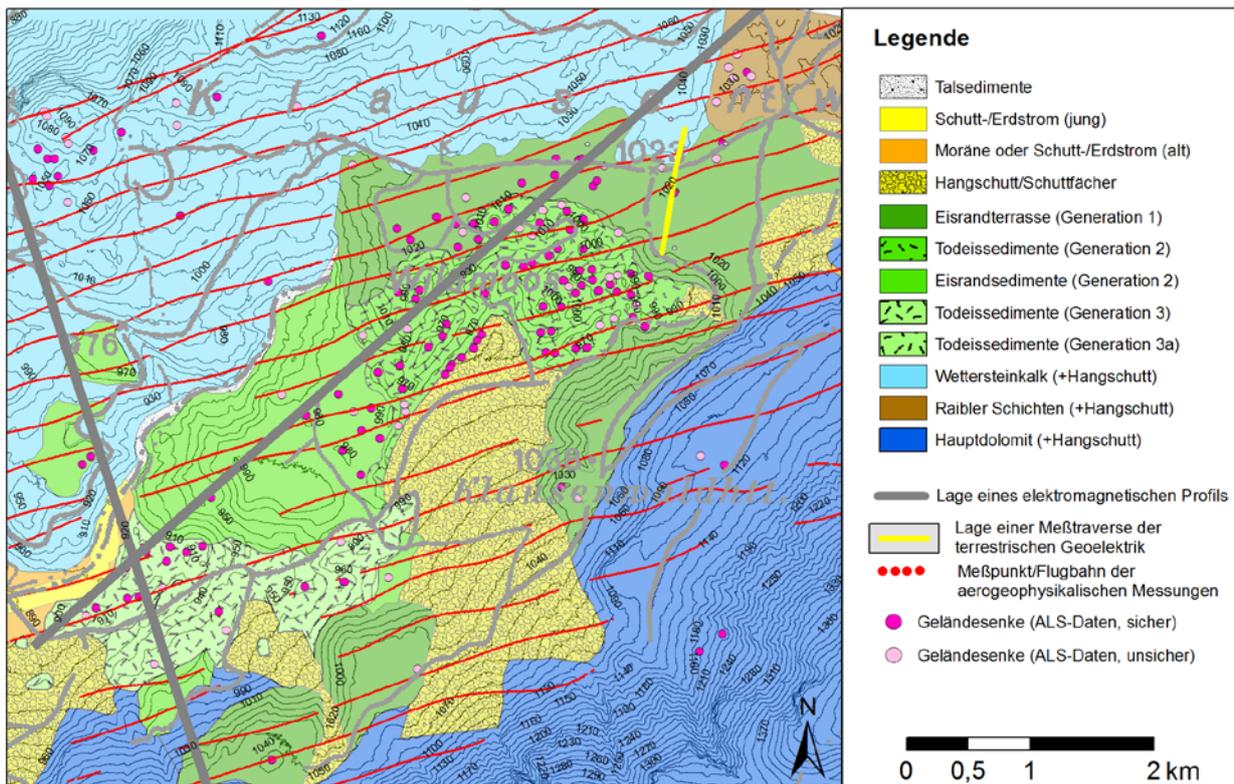


Abbildung 4: Ausschnitt der basierend auf den geologischen Geländeerhebungen, ALS-Daten und Luftbildern erstellten geologischen Karte im Bereich Klausenwald-Wildmoos bei Rieden.

4 Grundlagen der geophysikalischen Methoden

4.1 Geoelektrik

Aus den mittels geoelektrischen Multielektrodensystemen gewonnen Messergebnissen (Pseudowiderständen) wird mit einem Inversionsverfahren (Methoden der finiten Differenzen) ein Modell der Widerstands- Tiefenverteilung berechnet und iterativ den Messergebnissen angepasst. So erhält man als Ergebnis die Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes des Untergrundes in Form von Profilschnitten, wobei die Topographie entlang der Profile berücksichtigt wird.

4.2 Aerogeophysikalische Methoden

Zu den wichtigsten für aerogeophysikalische Messungen relevanten physikalischen Eigenschaften von Mineralien bzw. Gesteinen zählt unter anderem die elektrische Leitfähigkeit, die magnetische Suszeptibilität (Gehalt an magnetischen Mineralien) und die natürliche Radioaktivität (Funktion des Gehalts an radioaktiven Mineralien). Weist nun eine Gesteinsserie einen signifikanten Unterschied bezüglich der eben erwähnten physikalischen Eigenschaften gegenüber den sie umgebenden Gesteinen auf, so kann die Anwendung

aerogeophysikalischer Messverfahren zur Identifizierung von Homogen- und Anomaliebereichen der unterschiedlichen Parameter dienen. Für eine ausführliche Darstellung des Messsystems siehe Ahl, et. al., 2012. Die genaue Kenntnis des Auflösungsvermögens des verwendeten Messverfahrens ist bei der Interpretation entscheidend. Eine zu untersuchende Gesteinsabfolge muss eine Mindestgröße bzw. Position aufweisen, die ein noch nutzbares Messsignal erzeugt. Aerogeophysikalische Messverfahren sind bei vielen Untersuchungen gut geeignet, entsprechende geowissenschaftliche Grundlagen zu erstellen, da sie schnell flächendeckende Informationen über größere Gebiete liefern können. Darauf aufbauend können gezielt Bohrungen, geologische Geländeaufnahmen, Bodengeophysik, etc. geplant werden.

Im Einzelnen sind die Ergebnisse und Auflösungsverhältnisse der verschiedenen Messverfahren wie folgt:

Aeromagnetik (AEM)

Als Ergebnis einer Inversion (Modellierung) der elektromagnetischen Daten werden Verteilungen des elektrischen Widerstandes als Mehrschichtfall (bis 8 Schichten) berechnet. Die Ergebnisparameter im Einzelnen sind:

- elektr. Widerstände der Schichten [Ohm]
- Mächtigkeit der einzelnen Schicht [m]

Laterale Auflösung: Der Messpunktabstand entlang eines Profils beträgt etwa 3m. Zu beachten ist, dass die EM einen Einflusskreis von ca. 75-100 m um den Messpunkt hat. D.h. man erhält eine gewichtete Flächeninformation, deren Schwerpunkt am Messpunkt liegt.

Vertikale Auflösung: Die vertikale Auflösungsgenauigkeit hängt von den jeweiligen vorherrschenden Verhältnissen der elektr. Widerstände ab. Die vertikale Auflösungsgenauigkeit kann mit $\pm 5-10$ Meter erwartet werden.

Die Auswertung für eine Beurteilung der Deckschichtencharakteristik kann u.U. infolge der oftmals geringen Deckschichtmächtigkeiten (<5m) an die Auflösungsgrenzen des Messsystems stoßen. Die Ergebnisse können jedoch als Interpretationshilfen verwendet werden.

Gammastrahlenspektrometrie:

Als Ergebnis der radiometrischen Daten werden die Verteilungen der verschiedenen natürlichen radioaktiven Isotope, die in höheren geochemischen Gehalten auftreten, ausgewertet. Somit erhält man eine flächenhafte Verteilung folgender Ergebnisparameter:

- Gesamtstrahlung (total count)
- Kalium (%)
- Uran (ppm)
- Thorium (ppm)

Die Erkundungstiefe dieses Messsystems beträgt 50 cm. Dies bedeutet, dass damit eine laterale Kartierung radiometrisch unterschiedlicher Körper erfolgt.

Laterale Auflösung: Der Messpunktabstand entlang eines Profils beträgt etwa 30m. Zu beachten ist, dass die Gammastrahlenspektrometrie einen Einflusskreis von ca. 75-100 m um den Messpunkt hat. D.h. man erhält eine gewichtete Flächeninformation, deren Schwerpunkt am Messpunkt liegt.

Vertikale Auflösung: Eine Aussage über Mächtigkeiten ist nicht möglich.

5 Bisherige Ergebnisse im Untersuchungsbereich Weißenbach (eine Auswahl)

Für den Untersuchungsbereich Weißenbach wurde basierend auf den zahlreichen Messungen entlang der Flugbahnen flächendeckende und -detaillierte Karten des elektrischen Widerstandes [Ohmm] für Flurabstände im 5 Meter - Intervall (0, 5, 10.....75 m) berechnet. Hierbei zeigt sich, dass die Widerstände in allen Flurabständen kleinräumig (lateral und vertikal) sehr variabel sind (vgl. Abb. 5 und 6). Hohe oberflächennahe Widerstände (vgl. Abb. 5) sind insbesondere im Ausstrichbereich des Hauptdolomits, des Wettersteinkalks und der Karbonate des Raibler Schichten sowie den jüngeren Schottern des Lechtales festzustellen, wo das auflagernde Lockergestein durch vergleichsweise hohe Steinanteile und geringe Feinkornanteile gekennzeichnet ist. Geringe und intermediäre Widerstände konnten vorzugsweise im Ausstrichbereich der Gips-führenden Raibler Schichten sowie der Schwemmkegel der Seitenbäche und der älteren Terrassenschotter des Lechtales nachgewiesen werden. Dies lässt sich gut mit vergleichsweise höheren Feinkornanteilen (und einhergehenden höheren Bodenfeuchtigkeiten und Wasserspeicherkapazitäten) erklären, die u.a. den Raibler Schichten entstammen. Mit größeren Flurabständen sind auch bereichsweise unterhalb der jüngeren Lechtalschotter relativ geringe Widerstände festzustellen, die auf Grundwasser-führende Bereiche innerhalb der Lechtalschotter schließen lassen. Ebenso sind in größere Tiefe im Bereich der Rauhköpfe und im Klausenwald-Wildmoos verbreiteter geringere Widerstände nachgewiesen worden, die dort weitestgehend nur auf tonig-schluffige Raibler Schichten zurückgeführt werden können, die potentiell Gips-führend sind.

Basierend auf den erzielten Flurabstand-spezifischen Widerstandskarten wurden entlang von mehreren Traversen Profile des elektromagnetischen Widerstandes modelliert (vgl. Abb. 7: Profil Rauhköpfe-Lechtal; Profil EM-W1 in Abb. 6).

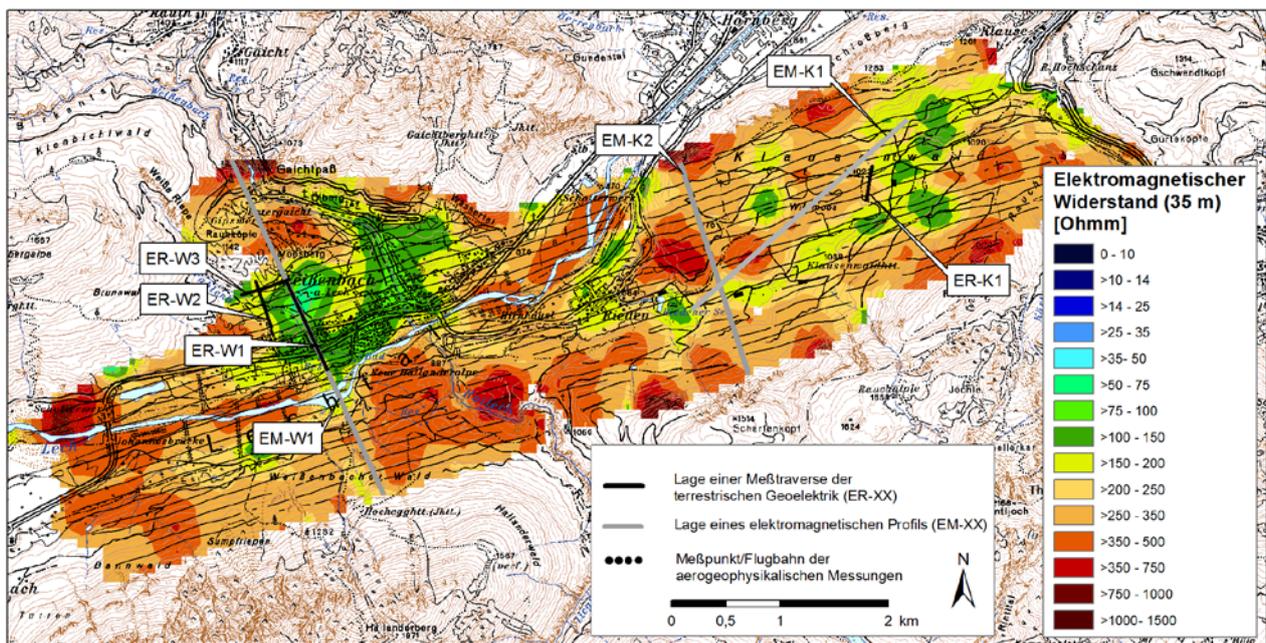


Abbildung 5: Mittels Aerogeophysik erzielte Verteilung des elektromagnetischen Widerstandes in 5 m Tiefe sowie Lage der Meßpunkte/Flugbahnen der aerogeophysikalischen Messungen, der Meßtraversen der terrestrischen Geoelektrik und des modellierten elektromagnetischen Profils im Bereich des Untersuchungsgebietes „Weißenbach“.

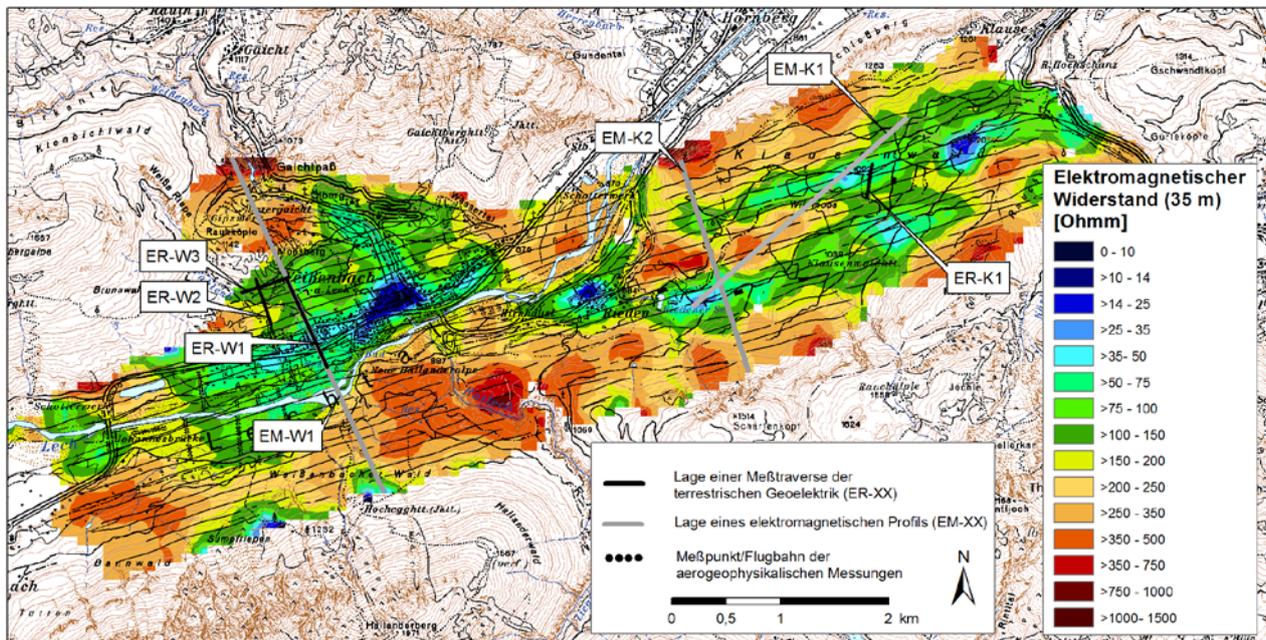


Abbildung 6: Mittels Aerogeophysik erzielte Verteilung des elektromagnetischen Widerstandes in 35 m Tiefe sowie Lage der Meßpunkte/Flugbahnen der aerogeophysikalischen Messungen, der Meßtraversen der terrestrischen Geoelektrik und des modellierten elektromagnetischen Profils im Bereich des Untersuchungsgebietes „Weißenbach“.

Für jede Traverse wurden mehrere Profile modelliert, die jeweils Datenmengen unterschiedlicher Entfernung zur Profillinie („Search-Radien“) berücksichtigen. Hierbei gehen die Daten bei zunehmender Entfernung zum Profil zunehmend schwächer in die Modellierung ein. Größere Search-Radien haben den Vorteil, dass ein stärker generalisiertes Profil erzeugt wird. Hingegen liefern kleinere Search-Radien eher Informationen zur tatsächlichen Widerstandverteilung entlang des Profils, so dass stark interpolierte Widerstandsbereiche eliminiert werden. Ferner wurden unterschiedliche Werteklassifikationen angewendet, mittels derer eine bessere Identifizierung von Lockergesteins- und Festgesteinseinheiten möglich ist.

Unter der Einbeziehung von Informationen geologischer Geländeerhebungen und terrestrischer geoelektrischer Messungen wurden die elektromagnetischen Profile geologisch interpretiert. Auch wenn geoelektrische und elektromagnetische Widerstände quantitativ nicht direkt vergleichbar sind, so können dennoch die räumlichen Variabilitäten und Trends der Werte durchaus verglichen werden. So wurde beispielsweise mittels terrestrischer Geoelektrik entlang des elektromagnetischen Profils im Talboden des Lechtals eine durchaus vergleichbare Widerstandverteilung erzielt (vgl. Abb. 6 und 8). So ist beispielsweise in beiden Profilen im Bereich der älteren Terrassenschotter (NW` Talboden) eine Abfolge von hangenden Sedimenten mit geringen Widerständen und liegenden Sedimenten mit höheren Widerständen festzustellen. Im Tieferen Untergrund folgt das hochohmige Grundgebirge, welches allerdings aufgrund der großen Tiefenlage mittels aerogeophysikalischer Elektromagnetik nur andeutungsweise erfasst werden konnte. Ebenso wurden mittels beider Methoden festgestellt, dass im Nahbereich des Lechs Sedimente mit recht hohen Widerständen Sedimenten mit sehr geringen Widerständen auflagern. Letzteres ist vor allem auf Grundwasserkörper zurückzuführen.

Mittels Elektromagnetik konnte im Gegensatz zum nordwestlichen am südöstlichen Rand des Lechtales außerhalb des geoelektrischen Profils sehr gut das unter dem fluviatilen Lechschotter lagernde Grundgebirge identifiziert werden. Dies liegt darin begründet, dass einerseits das Grundgebirge nicht so steil in zu große Tiefen abtaucht und andererseits deutliche Widerstandsunterschiede zwischen Lechschotter (geringe Widerstände) und Grundgebirge (Hauptdolomit: hohe Widerstände) vorliegen.

Ähnliche Auswertungen erfolgten bislang vorzugsweise entlang aller geoelektrischen Messtraversen (vgl. Abb. 6), um sowohl eine gebietsweite und Methoden-übergreifend schlüssige Gesamtinterpretation zu erzielen, als auch Formations-spezifische Wertebereiche und deren räumlichen Variabilität identifizieren zu können. Im Rahmen des Vortrages werden deshalb auch Teile jener Ergebnisse vorgestellt, die im Bereich Klausenwald-Wildmoos bei Rieden erzielt wurden.

6 Schlussfolgerungen und geplante weitere Vorgehensweise

Bisherige geologisch-geophysikalische Untersuchungen im Außerfern haben ergeben, dass mittels aerogeophysikalischer Elektromagnetik vielerorts die unterirdische Topographie des Grundgebirges gut erfasst werden kann, sofern deren Flurabstand unwesentlich größer als 50 m ist und signifikante Widerstandkontraste zum auflagernden Lockergestein vorhanden sind.

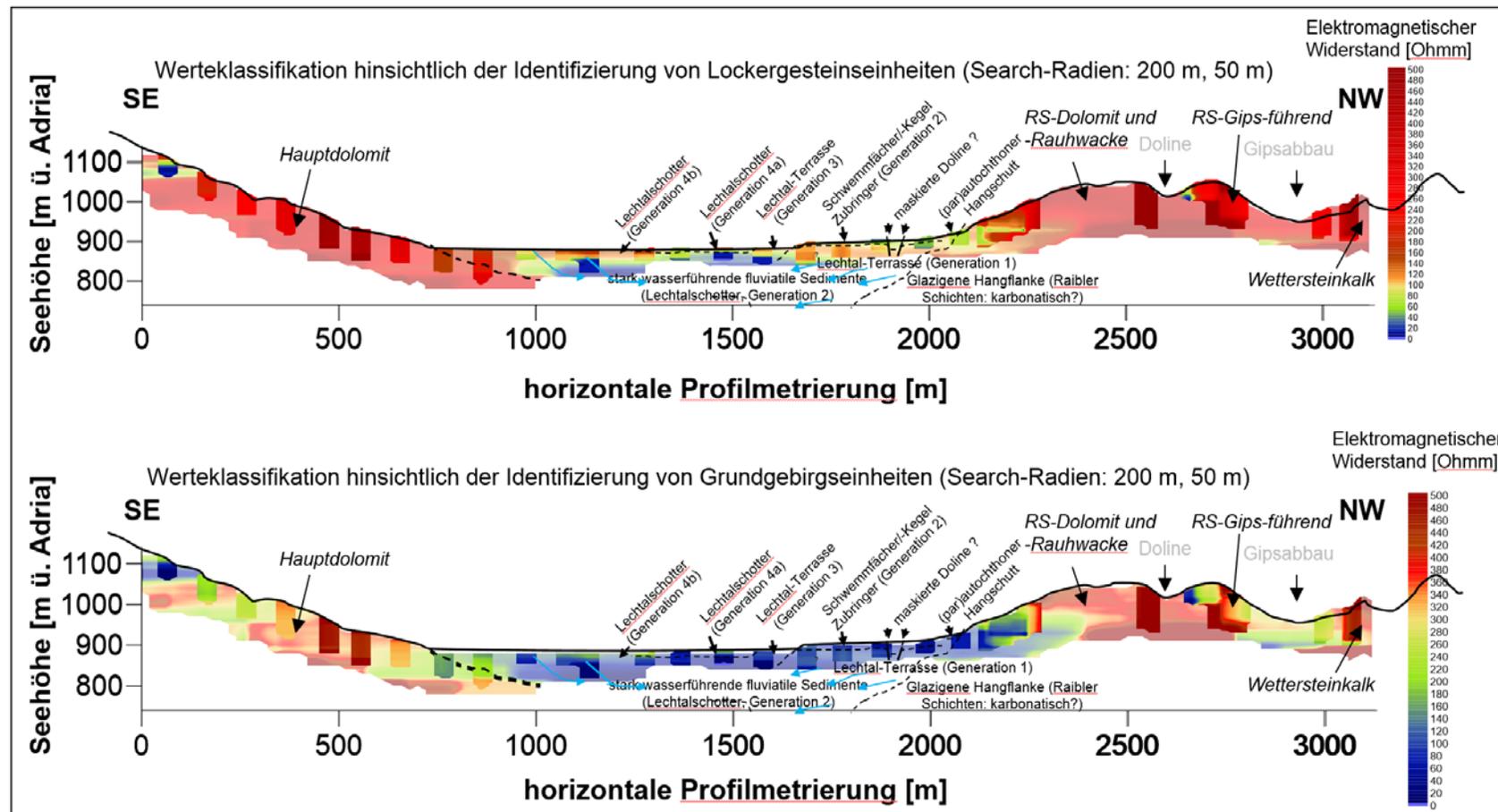


Abbildung 7: Mittels unterschiedlicher Meßdatenteilmengen, unter Verwendung unterschiedlicher „Search-Radien“ (vgl. Text), modellierte elektromagnetische Profile entlang der Traverse EM-W1 bei Weißenbach (vgl. Abb. 5). Hinsichtlich der besseren Identifizierung von Lockergesteinseinheiten (Abb. oben) und Festgesteinseinheiten (Abb. unten) wurden die modellierten Werte des elektromagnetischen Widerstandes in der bisher bewährten Weise zielgerichtet klassifiziert. Ferner sind die bereits mittels Geoelektrik erzielten Informationen (kleine Beschriftung; vgl. Abb. 8) und die mittels Elektromagnetik zusätzlich erzielten Informationen (große Beschriftung) hinsichtlich der Beschaffenheit des Untergrundes und signifikanter Wertebereiche für verschiedener geologische Einheiten dargestellt (RS: Raibler Schichten).

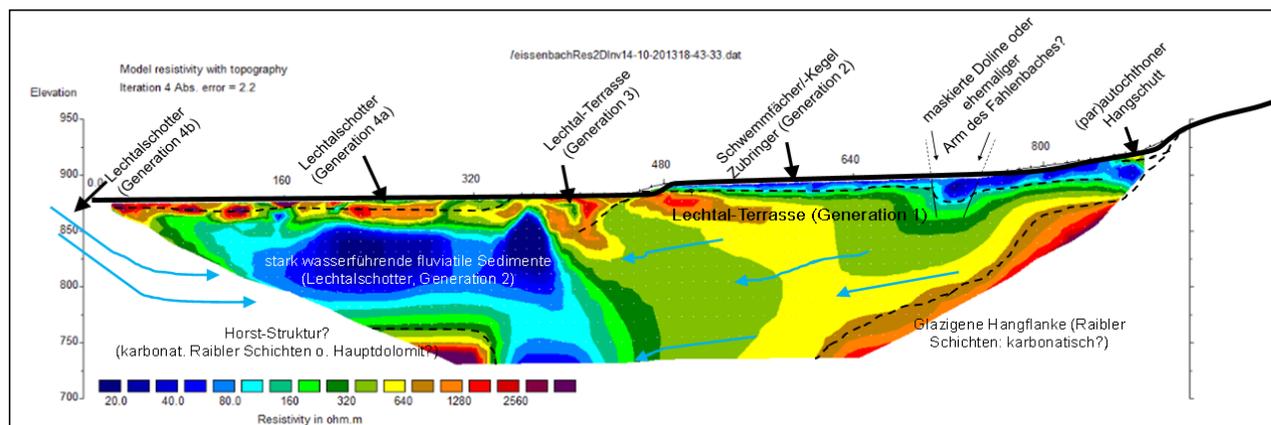


Abbildung 8: Erzieltes geoelektrisches Profil entlang der Meßtraverse ER-W1 und dessen Interpretation.

Innerhalb des erfassbaren Grundgebirges lassen sich mittels aerogeophysikalischer Elektromagnetik insbesondere die tonig-schluffig-mergeligen Festgesteinspartien (geringere bis intermediäre Widerstände) räumlich abgrenzen, in denen potentiell der Gips der Raibler Schichten anzusiedeln ist. Hingegen haben alle anderen im Gebiet vorkommenden karbonatischen Festgesteinseinheiten (Karbonate der Raibler Schichten, der Hauptdolomit und der Wettersteinkalk) zumeist deutlich höhere Widerstandswerte. Eine Unterscheidung dieser karbonatischen Einheiten ist mittels Elektromagnetik im Untersuchungsbereich bisher nicht möglich gewesen.

Ebenso ist insbesondere in jenen Bereichen, wo die Widerstandswerte der auflagernden Lockergesteine ähnlich jenen der potentiell Gips-führenden Raibler Schichten (GRS) sind, eine Unterscheidung dieser Einheiten nicht möglich. Neben der räumlichen Variabilität des elektromagnetischen Widerstandes des Lockergesteine kommt erschwerend hinzu, dass auch die Beschaffenheit und somit das Wertespektrum des elektromagnetischen Widerstandes der potentiellen GRS variiert.

Vor diesem Hintergrund ist es in weiterer Folge zunächst erforderlich, Karten mit Informationen zur räumlichen Variabilität des elektromagnetischen Wertespektrums der GRS (lokaler Maximal- und Minimalwert) zu erstellen (vgl. Abb. 9).

Dies soll erfolgen, in dem zunächst die Messergebnisse der terrestrischen Geoelektrik entlang ausgewählter Meßtraversen zusammen mit geologischen Gebietskenntnissen möglichst realistisch interpretiert werden, um möglichst umfassende und verlässliche Informationen zum Wertespektrum des Geoelektrischen Widerstandes der geologischen Einheiten zu erhalten. Darauf aufbauend werden für dieselben Profilstrecken verlässliche Wertespektren des elektromagnetischen Widerstandes für die geologischen Einheiten (insbesondere für die GRS) abgeleitet. In weiterer Folge werden im gesamten Untersuchungsbereich Gitter-artig zahlreiche Profile des elektromagnetischen Widerstandes modelliert und Profil-spezifische, gut erklärbare und signifikante Wertespektren der Grundgebirgseinheiten

abgeleitet. Aus den gesamthaft erzielten verlässlichen, räumlich variablen Wertespektren wird dann versucht möglichst flächendetaillierte und –deckende Karten mit Informationen zur räumlichen Variabilität des Wertespektrums der Grundgebirgseinheiten (insbesondere der GRS) zu erzeugen.

Parallel dazu werden die Messwerte der Elektromagnetik an den zahlreichen aerogeophysikalischen Meßpunkten (Summe: 46.394) hinsichtlich markanter teufenabhängiger Wertesprünge bzw. Widerstandkontakte analysiert. Im Fall markanter Wertesprünge wird anschließend anhand des abgeleiteten räumlich variablen Wertespektrums einer Grundgebirgseinheit überprüft, inwiefern es sich um einen Wertesprung handelt, der hinsichtlich der Identifikation der jeweiligen Grundgebirgseinheit (insbesondere der GRS) von Relevanz ist.

Abschließend werden aus den so extrahierten Daten mit markanten und relevanten Wertesprüngen Tiefenlinienpläne der Grundgebirgsoberfläche (und somit auch der Gips-führenden Raibler Schichten).

Insgesamt sind die bisher erzielten Ergebnisse und der Umfang der zur Verfügung stehenden Daten dahingehend recht vielversprechend, dass eine fundierte Entscheidungsgrundlage mit quantitativen Informationen zur Tiefenlage des Grundgebirges (u.a. Gips-führender Raibler Schichten) erzeugt werden kann.

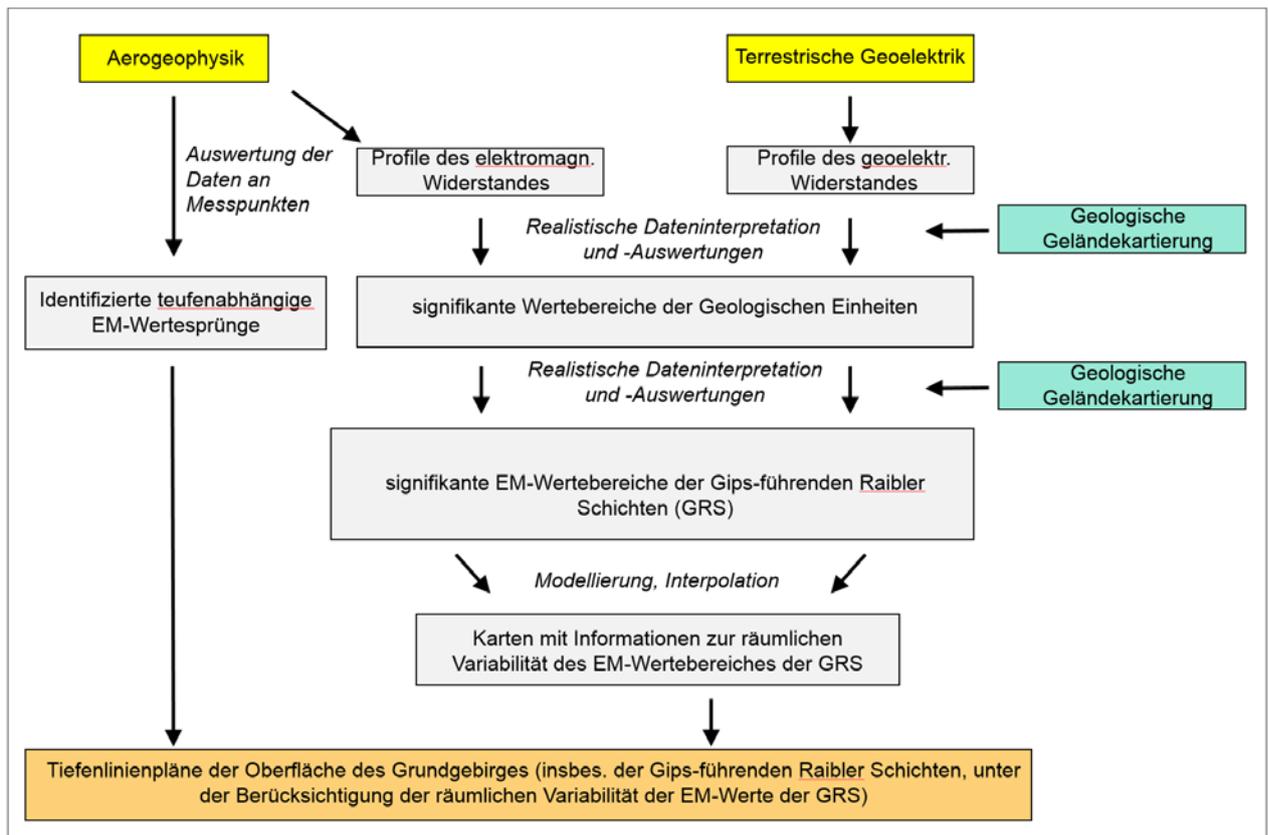


Abbildung 9: Schematische Darstellung der weiteren Vorgehensweise zwecks Ableitung von Tiefenlinienplänen hinsichtlich der Oberfläche des Grundgebirges (insbesondere der Gips-führenden Raibler Schichten (GRS)).

Da es sich hinsichtlich der o.a. Fragestellungen und Zielsetzungen um eine Pilotstudie handelt ist jedoch unklar, wie viele Tiefeninformationen hoher Qualität (Quantifizierung der Tiefenlage des Grundgebirges, welche Grundgebirgseinheit) extrahiert werden können und wie deren räumliche Verteilung sein wird. In jedem Fall ist davon auszugehen, dass die Qualität der Tiefenlinienpläne (auch naturgemäß) räumlich variabel sein wird. Diesem Sachverhalt soll Ausdruck verliehen werden, in dem Bereiche mit vergleichbarer/unterschiedlicher Unsicherheit bzw. Qualität ausgewiesen werden.

7 Referenzen

Ahl, A., Bieber, G., Motschka, K., Römer, A., Slapansky, P., Supper, R. (2012): Aerogeophysikalische Vermessung im Bereich Leithagebirge (Bgl.).- Bericht der Geologischen Bundesanstalt im Rahmen der ÜLG-Projekte: 150 S; Geol. B.A., Wien.

Gruber, A., Lotter, M., Büsel, K., Gruber, J., Brandstätter, S. (2012): Prozessanalyse und Disposition tiefgreifender gravitativer Massenbewegungen zwischen Allgäuer Hauptkamm und Lechtal (ÖK 114 Holzgau) - Ergebnisse der Landesaufnahme der GBA und des vom Land Tirol geförderten Projekts „Beschleunigte Kartierung Holzgau.- 13. Geoforum Umhausen, Tagungsband: 3 S. ; Niederthai.

Jerz, H. (1966): Untersuchungen über Stoffbestand, Bildungsbedingungen und Paläogeographie der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn (Nördliche Kalkalpen), *Geologica Bavarica*, 56: ;200 S., München.

Kreuss, O. (2009): Zusammenstellung ausgewählter Archivunterlagen im Rahmen des Geofast-Projektes der Geologischen Bundesanstalt im Maßstab 1:50.000 – ÖK 115 Reutte.- Geol. B.A., Wien.

Lotter, M., Gruber, A., Römer, A., Tilch, N. (2014): Geologische und geoelektrische Untersuchungen im Schwarzwassertal (Bezirk Reutte) zwecks Erkundung des quartären Untergrundes im Umfeld der Gips-führenden Raibler Schichten – erste Ergebnisse.- 16. Geoforum Umhausen, dieser Tagungsband; Niederthai.