

Projekt ÜLG28 & ÜLG35

**Geophysikalische Untertagemessungen
im Stollen Arzberg (Stmk)**

Bericht 2006

von

K. MOTSCHKA, R. SUPPER, A. RÖMER, G. BIEBER

38 S., 24 Abb., 4 Tab.

Wien, November 2007

PROJEKTLEITUNG:

MAG. R. SUPPER, MAG. K. MOTSCHKA

MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER:

MAG. A. RÖMER	GEOPHYSIK
MAG. B. JOCHUM	GEOPHYSIK
MAG. A. ITA	GEOPHYSIK
MAG. G. BIEBER	GEOLOGIE
DR. I. WIMMER-FREY	GESAMTMINERALOGIE
DR. P. KLEIN	RÖTGENFLUORESZENZANALYSE

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

*Besonderer Dank gilt Hr. Friedrich Pucher für
die unbürokratische Zusammenarbeit und die gute Betreuung.*

Die Projektdurchführung erfolgt 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
2003A			
2003B			
2004			
2005A	DRAUTAL/GAILTAL 2		DRAUTAL/GAILTAL 2
2005B			
2005C			
2006A	DRAUTAL/GAILTAL 2	DRAUTAL/GAILTAL 2	DRAUTAL/GAILTAL 2
2006B	ULLRICHBERG	ARZBERG 06	JAHRESBERICHT 06
2006C	EFERDING		

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

INHALT

1	Einleitung und Aufgabenstellung	4
2	Überblick Untersuchungen Arzberg 2007	5
2.1	Geophysikalische Untersuchungen	5
2.2	Probennahme	5
3	Ergebnisse der Untersuchungen Arzberg 2007	9
3.1	Geophysik	9
3.1.1	Geophysikalische Messungen Erbstollen	9
3.1.2	Geophysikalische Messungen Raabstollen	13
3.1.3	Geoelektrisches Monitoring Raabstollen	18
3.2	Probennahme	22
3.2.1	Gesteinschemie	22
3.2.2	Röntgenfluoreszenzanalyse	22
3.3	Erste Interpretation der Ergebnisse	25
4	Ausblick und Empfehlungen	27
5	Literatur	28
6	Anhang (Probenserien)	29



Lage des Untersuchungsgebietes

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die im Jahre 2006 begonnenen geophysikalischen Untersuchungen im Schaustollen Arzberg wurden 2007 fortgesetzt. Auf den im letzten Bericht (Römer, Bieber, Supper, Motschka, 2006) definierten Fragestellungen, geophysikalische Messungen für die Problematik von aufgelockerten Zonen im Nahbereich von Bergwerksstollen zu evaluieren und darüber hinaus alle möglichen zusätzlichen Informationen aus den Ergebnissen abzuleiten, wurde eine weitere Messkampagne im Schaubergwerk Arzberg durchgeführt.

Ziel dieser zweiten Kampagne war es, im Bereich des Erbstollens ein weiteres Geoelektrikprofil zu legen. Begleitend zu den geoelektrischen Messungen wurden elektromagnetische (EM), radiometrische und magnetische Punktemessungen an der Ulmenwand durchgeführt. Des Weiteren wurde ein Test für ein geoelektrisches Monitoring im Raabstollen initiiert. Zusätzlich wurden Probenstücke an ausgewählten Positionen aus der Stollenwand genommen und einer geochemischen und gesamtmineralogischen Analyse unterworfen.

Die Messungen und Probennahmen fanden im Februar 2007 statt. Das geoelektrische Testmonitoring lief 11 Tage lang im Raabstollen.

2 Überblick Untersuchungen Arzberg 2007

2.1 Geophysikalische Untersuchungen

Die geoelektrischen Messungen 2007 wurden im Februar 2007 mit einem Multielektrodenmessgerät Sting R1 der Fa. AGI und dem von der FA. Geophysik entwickelten Messgerät Geomon4D durchgeführt. Die zusätzlichen geophysikalischen Untersuchungen umfassen, geomagnetische, radiometrische und elektromagnetische Messungen im Erbstollen. Diese werden zusammen mit dem Geoelektrikprofil Erbstollen dargestellt.

Abb. 1 zeigt einen Überblick der Lage der geoelektrischen Profile im Erbstollen (Profil Erbstollen) und im Raabstollen (Profil Raabstollen 2007) auf der Übersichtskarte. Eine detaillierte Darstellung der Lage der Profile und der Probennahmepunkte wird in Abb. 2 gegeben. Abb. 3 zeigt die Situation der geoelektrische Vermessung im Erbstollen.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Spezifikationen der geoelektrischen Profile.

Nr.	Profil Nr.	Auslage	Messgerät	Datum	Länge	Verlauf	Elektroden abstand
		ERBSTOLLEN					
1	1	Wenner/Schlumberger	STING	13.02.2007	84 m	N – S	2 m
2	1	Mixed array	GEOMON	14.02.2007	96 m	N - S	2 m
		RAABSTOLLEN					
3	2	Mixed array	GEOMON	14.02.2006	128m	W - E	2 m

Tab. 1: Spezifikationen der geoelektrischen Profile 2007

Am Profil im Raabstollen wurde ein geoelektrisches Testmonitoring mit einem Messintervall von 6 Stunden (d.h. alle 6 Stunden wurde eine geoelektrische Messung gemacht) 11 Tage lang (vom 14.02.2007 bis 25.02.2007) durchgeführt.

2.2 Probennahme

An ausgewählten Punkten im Erbstollen und im Raabstollen wurde mittels eines Hammermeisels Probenstücke aus der Wand entnommen, um sie im Labor untersuchen zu lassen. In Abb. 2 ist die Lage der Probennahmepunkte eingetragen. Im Anhang findet sich eine Liste der Probennahmepunkte.

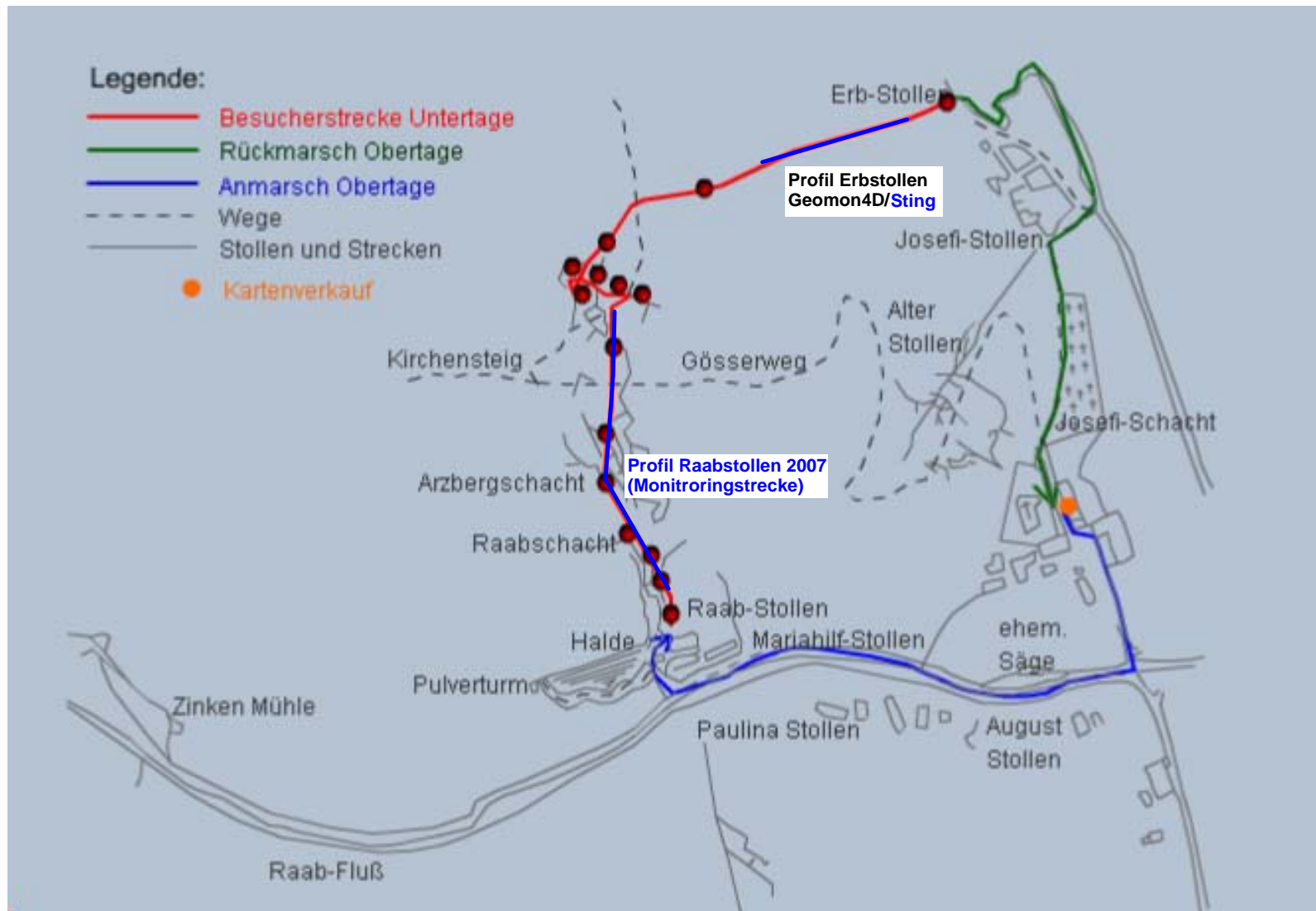


Abb. 1: Überblick über die Lage der geoelektrischen Profile 2007 im Schautollen Arzberg (Kartengrundlage entnommen von <http://www.arzberg.at/>)

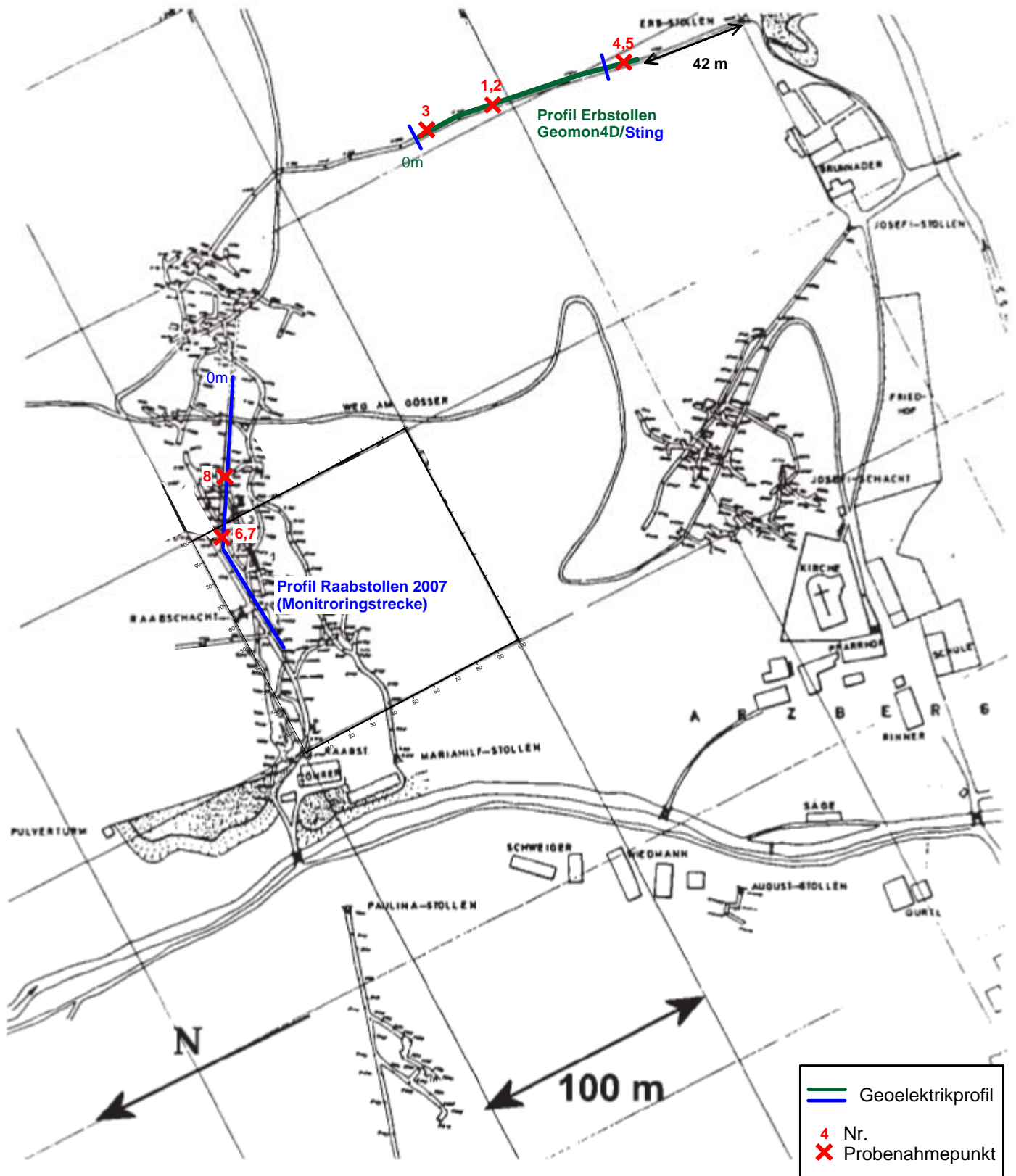


Abb. 2: Detaillageplan der geoelektrischen Profile 2007 und der Probenahmepunkte im Schaustollen Arzberg (Kartengrundlage aus: Reiter, Weber, 2005)



Abb. 3: geoelektrisches Profil im Erbstollen 2007 (Blickrichtung Ausgang)

3 Ergebnisse der Untersuchungen Arzberg 2007

3.1 Geophysik

3.1.1 Geophysikalische Messungen Erbstollen

Bei der Aussage der geoelektrischen Ergebnisse muss dem Umstand Rechnung getragen werden, dass die Messung in einem sog. Vollraum (Untertage) stattfindet, entsprechende Inversionsroutinen aber von einem sog. Halbraum ausgehen (d.h. dass die geoelektrischen Messungen an der Geländeoberkante durchgeführt werden). Dies ist bei der Interpretation der Inversionsergebnisse zu berücksichtigen, d.h. sowohl die Größenordnung der elektrischen Widerstände, als auch die beim Profilschnitt angegebenen Teufen entsprechen nicht den tatsächlichen Werten. Dies gilt im speziellen für die „tiefer“-liegenden Bereiche - tiefer ist hier im Sinne der Richtung der Tiefenskala zu verstehen, die normal auf die Ulmenwand liegt. Neben der angesprochenen Vollraumproblematik treten zusätzliche 3-D Effekte durch in der Nähe (seitlich und/oder tiefer liegende Stockwerke) befindliche weitere Stollenbereiche auf, die bei einer Interpretation zu berücksichtigen sind.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des geoelektrischen Profils und der magnetischen, radiometrischen und elektromagnetischen Messungen präsentiert. In Kapitel 3.3. wird eine erste Interpretation der Ergebnisse dargestellt.

Das Geoelektrikprofil Erbstollen 2007 wurde an der östlichen Ulmenwand mit einem Elektrodenabstand von 2 m vermessen. Abb. 4 zeigt die Ergebnisse der Messung mittels Sting/AGI und GEOMON 4D. Man beachte, dass die Messung mittels GEOMON4D um 12m länger ist, wobei der Anfangspunkt der beiden Messungen gleich ist.

In Abb. 5 ist ein Vergleich der Messungen im Erbstollen 2007 und der Messung im Raabstollen 2006 dargestellt. Man sieht sehr deutlich, dass die elektr. Widerstandswerte im Raabstollen um einiges höher liegen als im Erbstollen.

Abb. 6 zeigt das geoelektrische Profil Erbstollen 2007 und lagebezogen die zusätzlichen Messung (Radiometrie, Magnetik und Elektromagnetik).

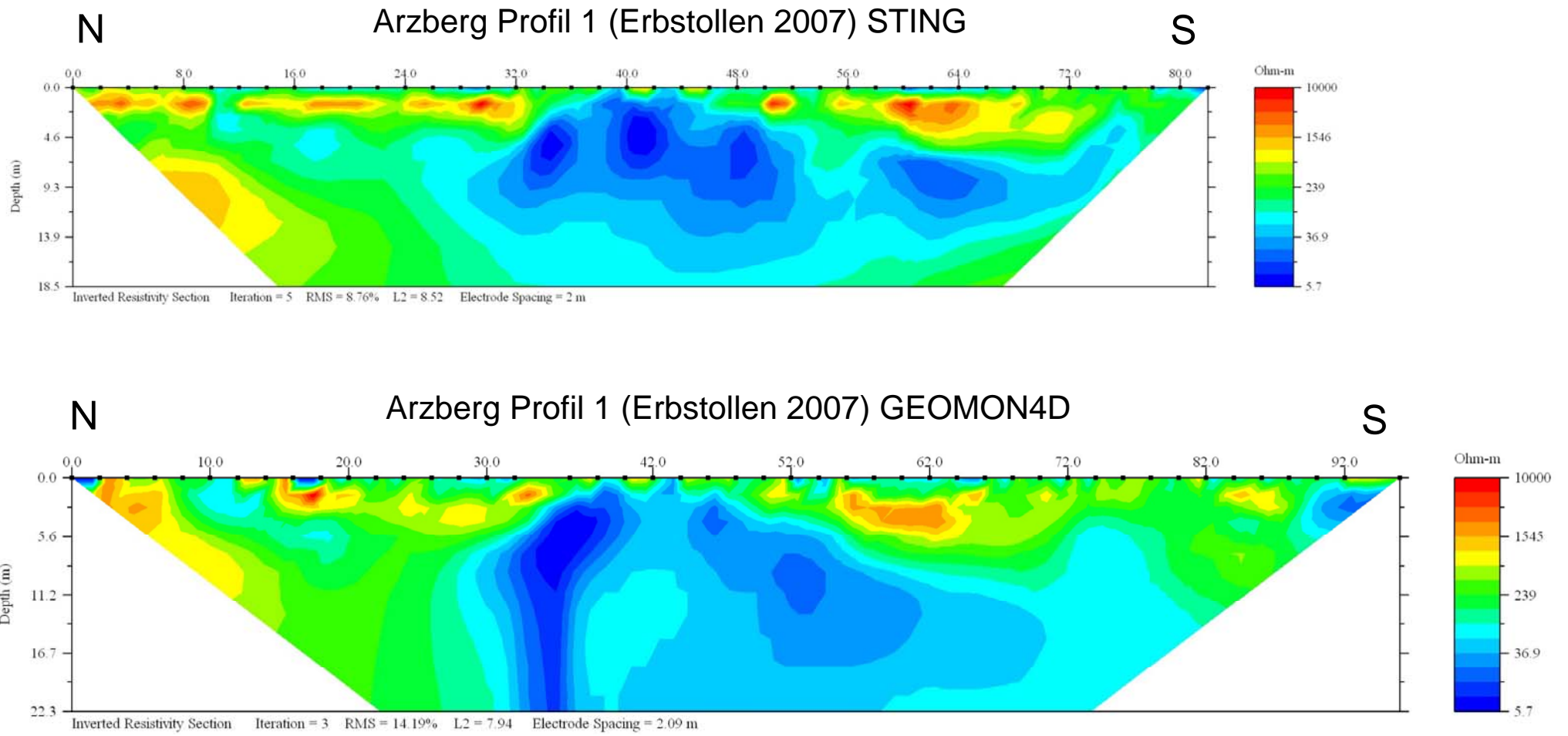


Abb. 4: geoelektrisches Profil Erzstollen 2007, Vergleich Sting zu Geomon4D

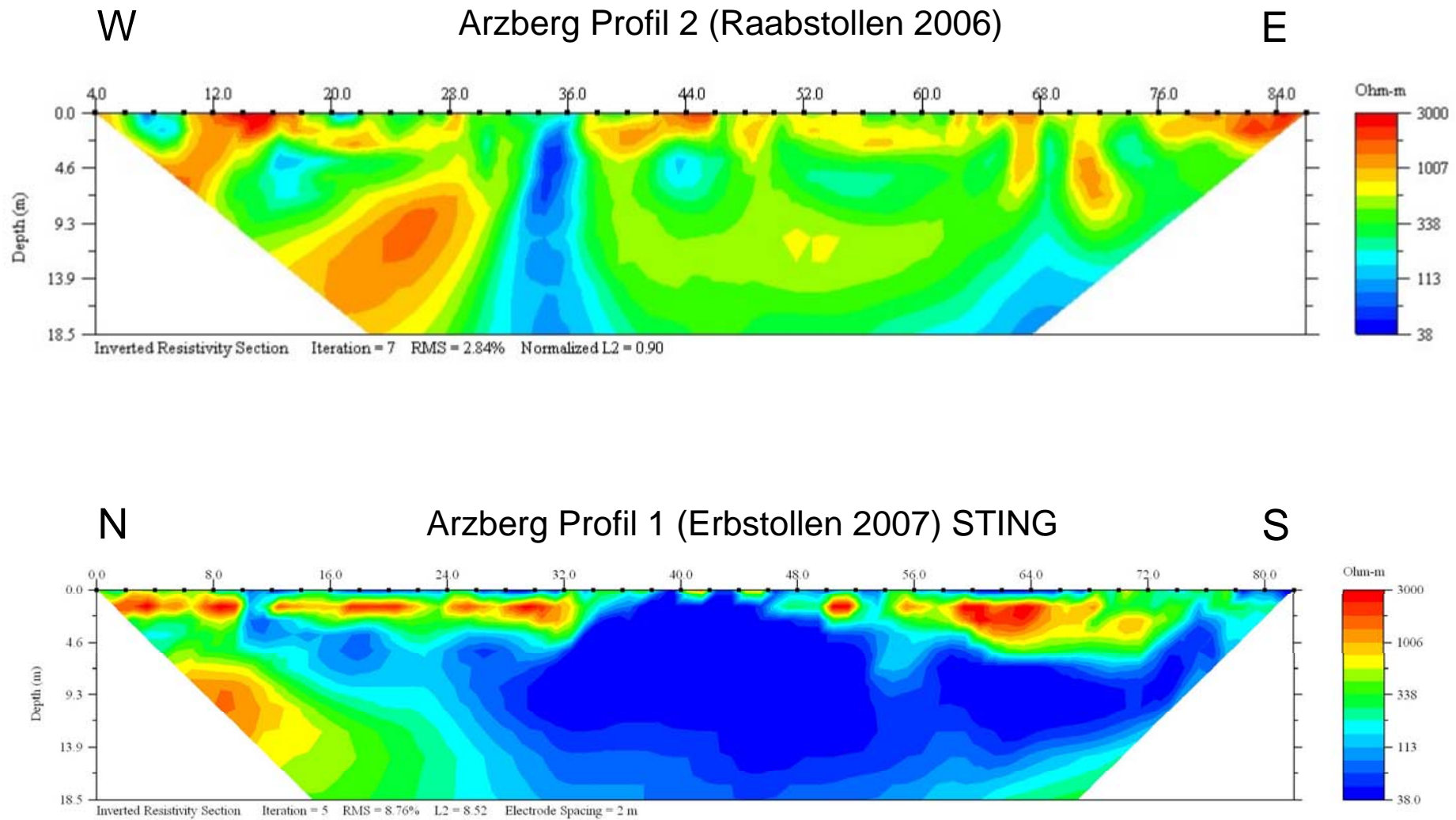


Abb. 5: Vergleich der geoelektrischen Profile Raabstollen, Profil 2 2006 (STING) mit Geoelektrk Profil Erbstollen 2007 (Sting)

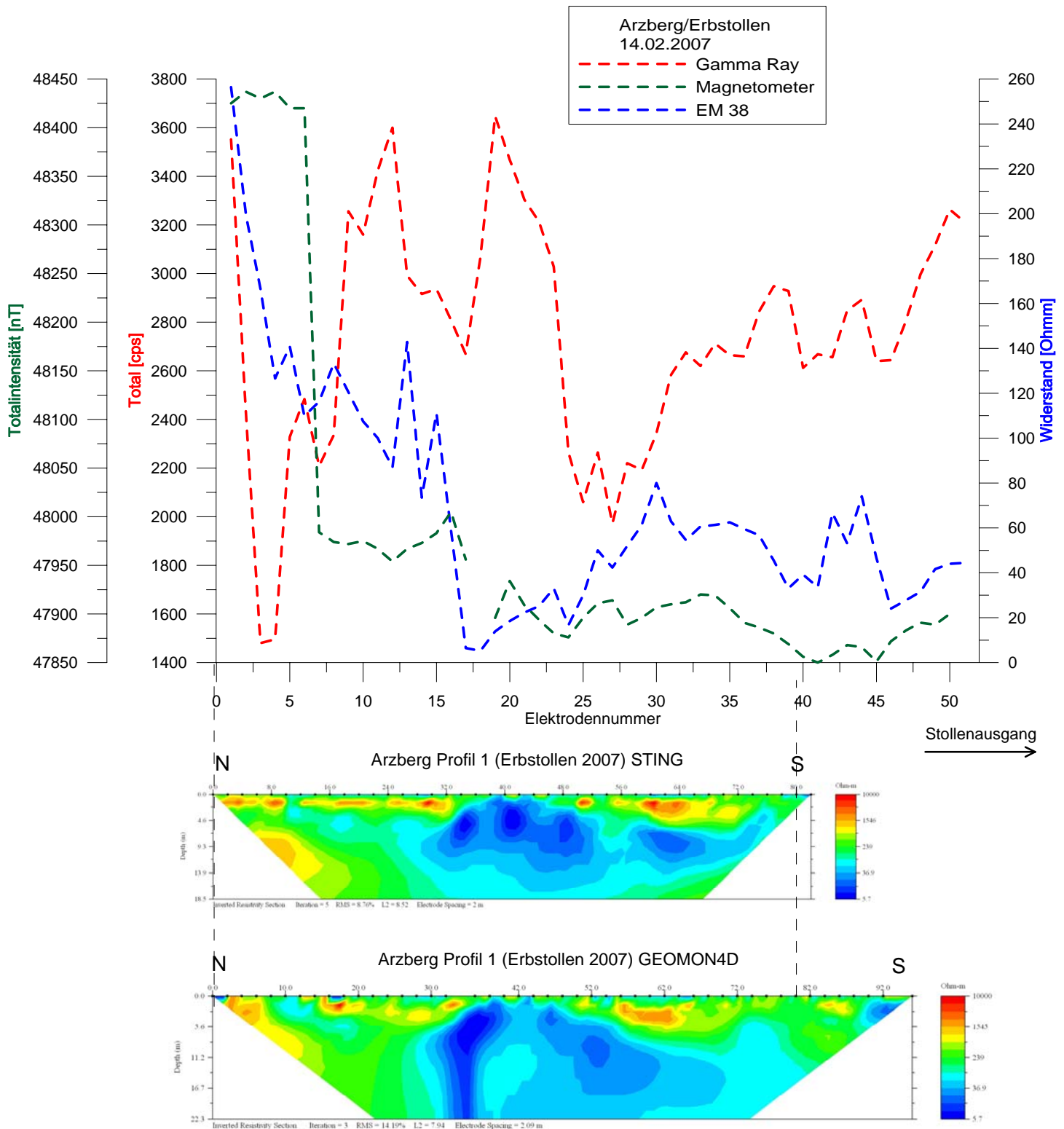


Abb. 6: geoelektrisches Profil Erzstollen 2007 Sting und GEOMON4D mit Ergebnissen der zusätzlichen Messmethoden (Magnetik, EM, Radiometrie)

3.1.2 Geophysikalische Messungen Raabstollen

Das Geoelektrikprofil Raabstollen 2007 wurde an der südlichen Ulmenwand mit einem Elektrodenabstand von 2 m, mit einer Gesamtauslage von 120m vermessen. Abb. 7 zeigt die Ergebnisse der Messung mittels GEOMON 4D. Die roten Kreise zeigen die Lage der Stromeinspeisepunkte. Die Auswertung und Darstellung wurde mit einer (aus den Stollenplänen geschätzten) Topographie durchgeführt. Oberflächennah erkennt man deutlich höhere elektr. Widerstände am Profilanfang bis zum Arzbergstollen. Eine niederohmige Struktur tritt bei Profilmeter 84-86 bis an die Ulmenwand zutage. Damit lässt sich auch die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zum Jahr 2006 gut dokumentieren (vgl. Abb. 8), wobei 2006 die einzelnen Stollenabschnitte in 2 separaten Profilen vermessen wurden.

Abb. 9 zeigt die Ergebnisse der geoelektrischen und der radiometrischen Vermessung der Kampagne 2006 lagemäßig im Bezug zu Stollenplan. Die Ergebnisse der Radiometrie und die dabei deutlich sichtbare Zunahme der radiometrischen Messwerte (Profilmeter 64-88) wurden nochmals in Abb. 10 im Bezug zum Geoelektrikprofil Raabstollen 2007 dargestellt und im geoelektrischen Profil schraffiert markiert.

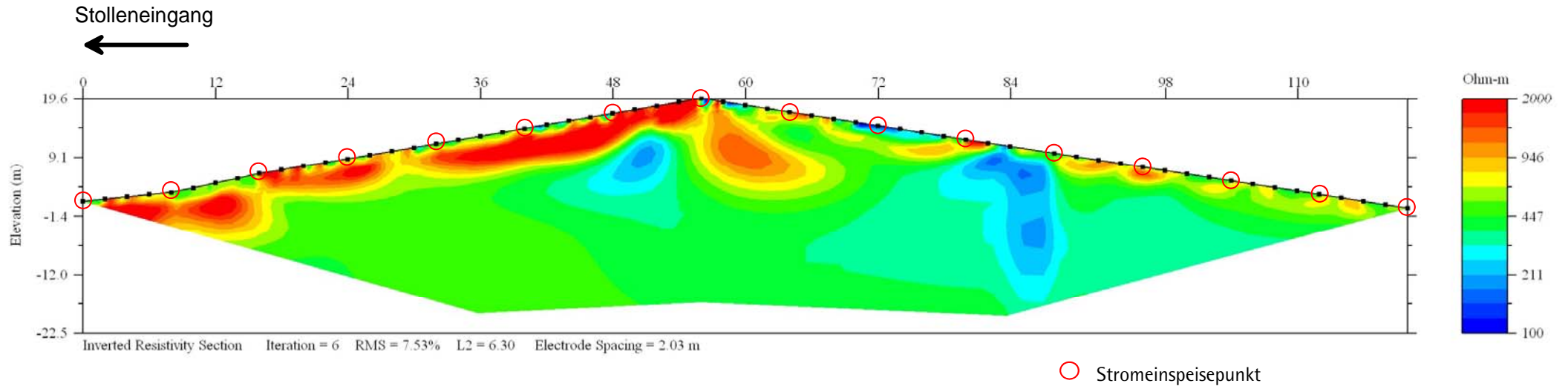


Abb. 7: geoelektrisches Profil Raabstollen 2007 GEOMON4D

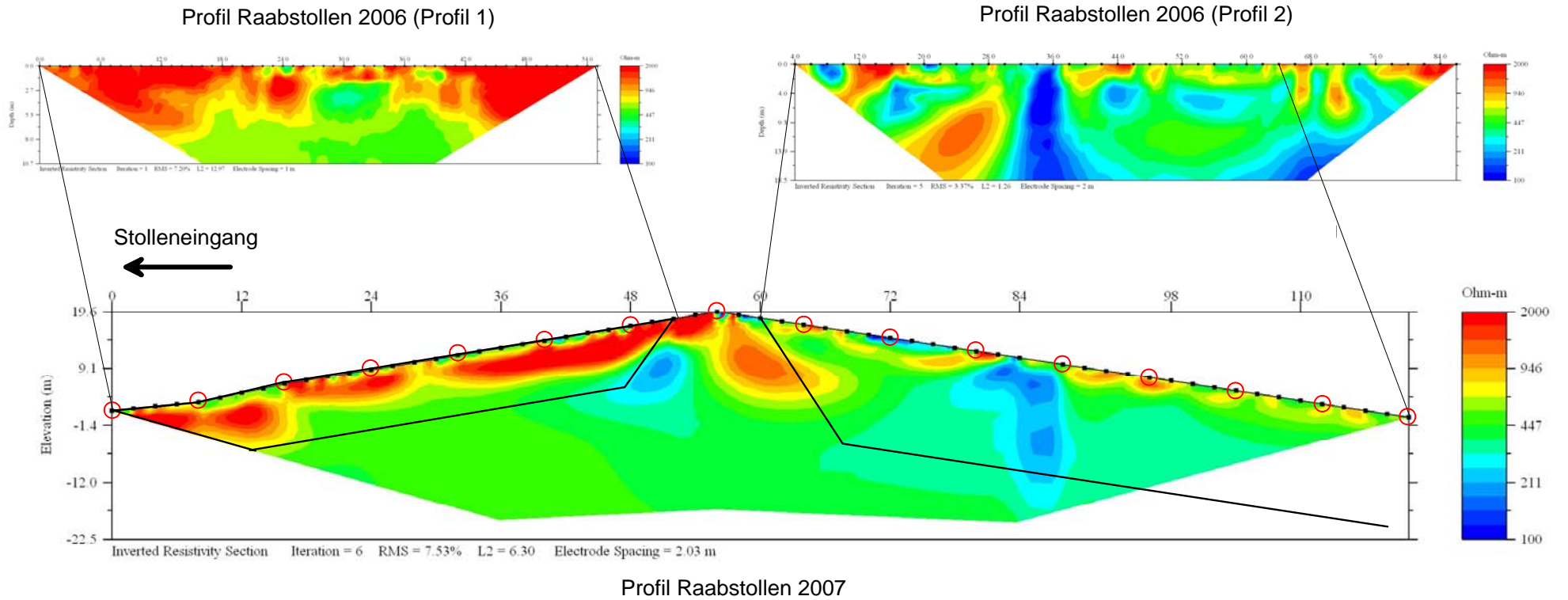


Abb. 8: geoelektrisches Profil Raabstollen 2007 GEOMON4D und geoelektrische Einzelprofile Raabstollen 2006

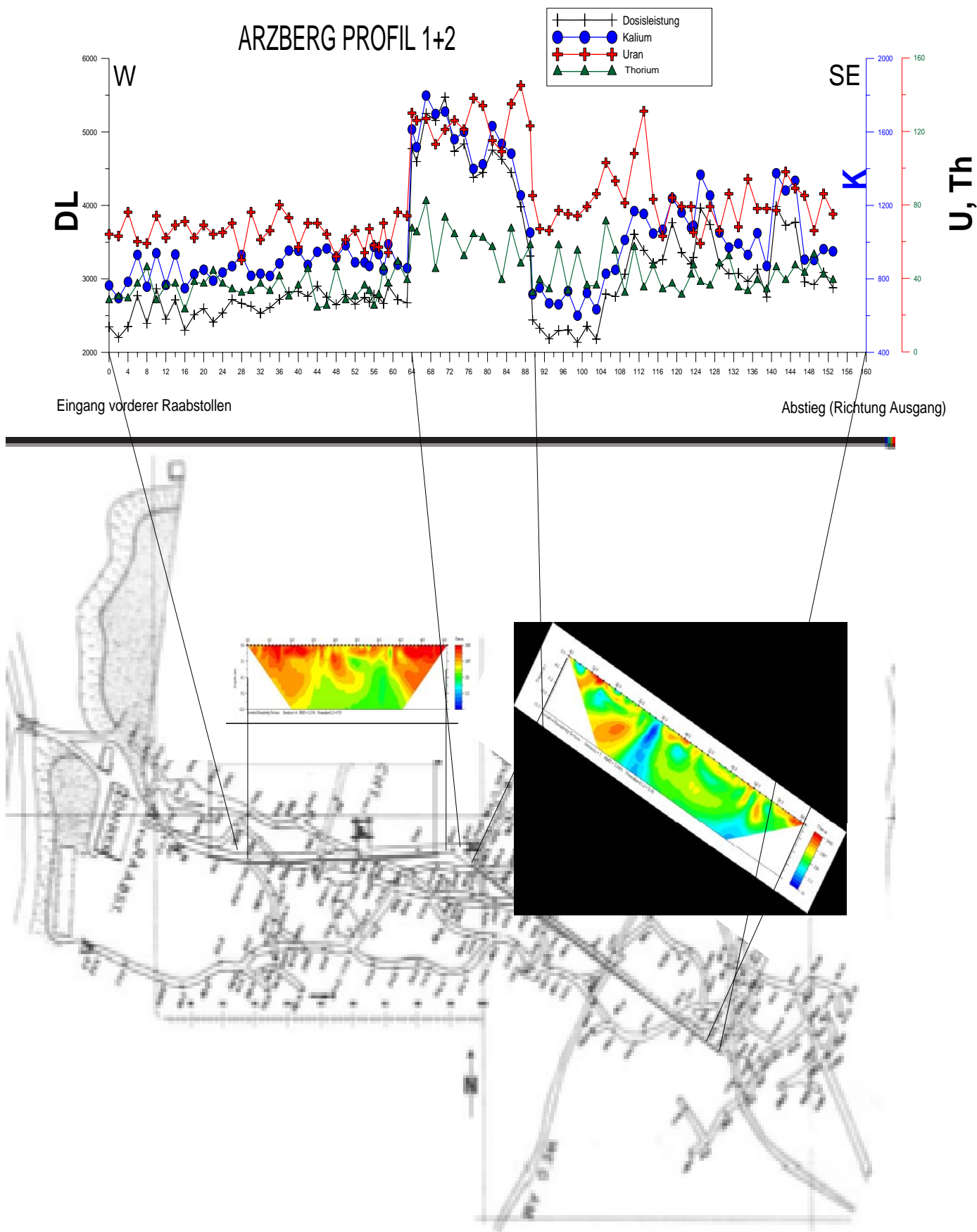


Abb. 9: Ergebnis des Radiometrie Profils und der Goelektrikprofile Raabstollen 2006 1 und 2 im Stollenplan

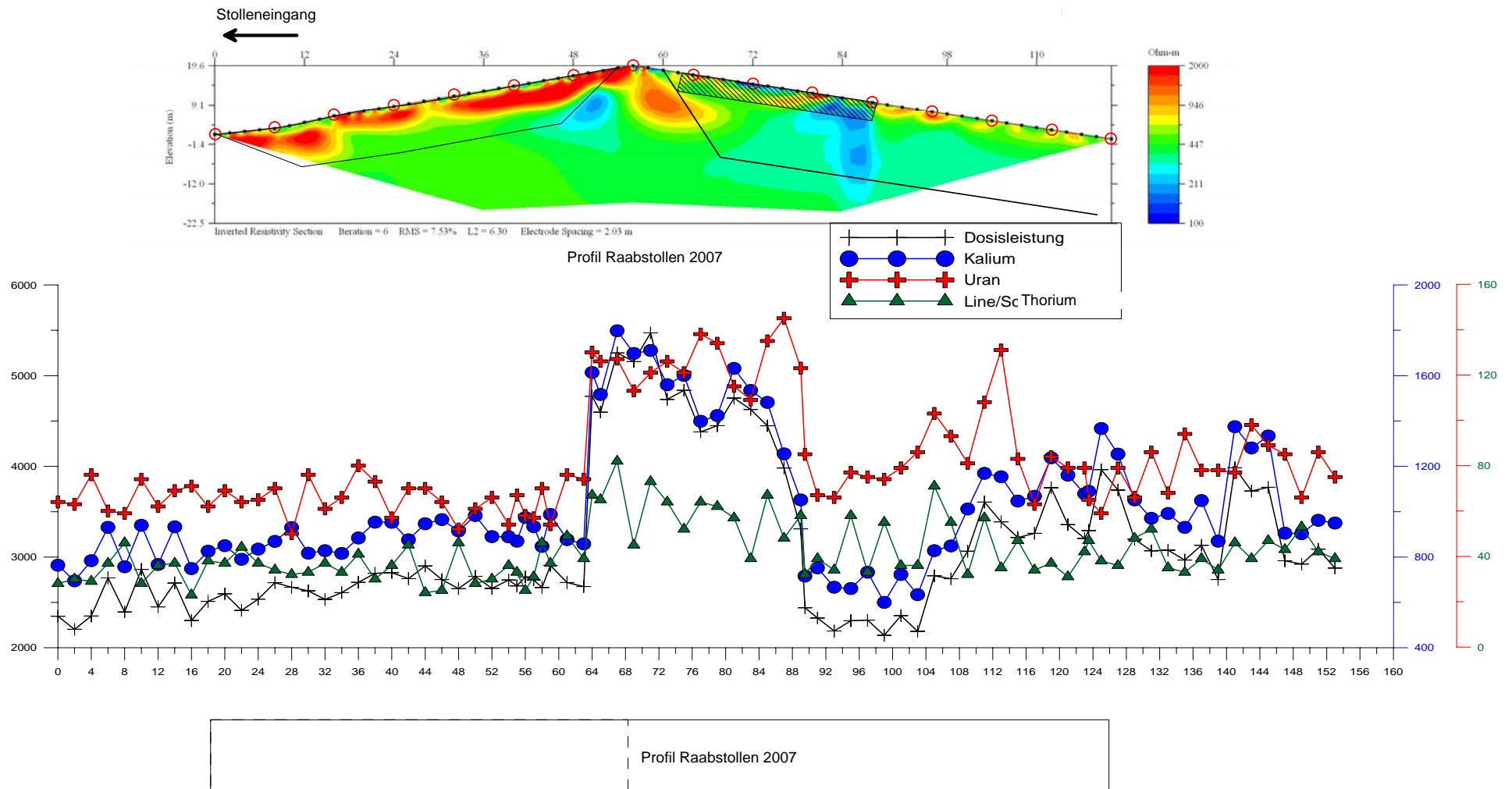


Abb. 10: Ergebnis des Radiometrieprofiles 2006 und der Geoelektrikprofile Raabstollen 2007

3.1.3 Geoelektrisches Monitoring Raabstollen

Das an der FA Geophysik der Geologischen Bundesanstalt entwickelte geoelektrische Messgerät GEOMON4D kann für ein permanentes geoelektrisches Monitoring eingesetzt werden. D.h., dass das Messgerät auf ein voreingestelltes Messintervall für Wiederholungsmessung programmiert werden kann. Der Vorteil gegenüber kommerziellen Messgeräten liegt in der kurzen Messzeit für das gesamte Profil. Benötigen kommerzielle Messgeräte für ein Profil mit 84 Elektroden (Wenner/Schlumbergerkonfiguration mit ca. 2700 Messwerten) 5–6 Stunden, so kann das GEOMON4D ca. 3000 Messpunkte (in general array Konfiguration) in 30 Minuten abarbeiten. Dies hat den Vorteil, dass zeitliche Veränderungen der elektrischen Widerstände während eines kurzen Messintervalls eher nicht zu erwarten sind.

Am Profil im Raabstollen wurde ein geoelektrisches Testmonitoring mit einem Messintervall von 6 Stunden (d.h. alle 6 Stunden wurde eine geoelektrische Messung gemacht) 11 Tage lang (vom 14.02.2007 bis 25.02.2007) durchgeführt.

Abb. 11 zeigt 2 Differenzenplots zweier Messungen an aufeinanderfolgenden Tagen. Zu beachten ist hier, dass hier die Differenzen der elektr. Leitfähigkeiten (Kehrwerte des elektr. Widerstand) dargestellt sind. Die Unterschiede bewegen sich bis auf eine Stelle bei Profilmeter 26–28 um ± 0 mSiemens Differenz der elektr. Leitfähigkeit.

In Abb. 12 sind die Inversionsergebnisse der einzelnen Sektionen (rechts) und die jeweiligen Differenzen der einzelnen Messungen, (links) jeweils zur ersten Messung (0-Messung) dargestellt. Hier werden nur die Messergebnisse präsentiert, die ein eindeutiges Inversionsergebnis geliefert haben. Die zwei Sektionen, die etwas herausgerückt dargestellt sind, zeigen Inversionsergebnisse, die eine geringere Ergebnisqualität aufweisen. Die nicht dargestellten Sektionen liefern keine verwertbaren Inversionsergebnisse (der Messzeitpunkte - Datum, Uhrzeit - wurde eingetragen). Als Ursache für diese schlechten Messergebnisse werden natürliche/künstliche Eigenpotentialspannungen vermutet, die den eigentlichen Messeffekt überlagern.

Die einzelnen Sektionen wurden nicht bearbeitet, um ev. Änderungen des elektr. Widerstandes nicht durch individuelles Editieren der Profildaten zu verfälschen.

Für eine erste Analyse der Ergebnisse wurden die Rohdaten von 2 Sektionen in Form der elektr. Pseudowiderstände gegeneinander geplottet (siehe Abb. 13). Die Messung vom 19.02.07 06–00 liefert ein mit der Ausgangssektion vergleichbares Ergebnis, während die Messung vom 19.02.07 12–04 eine ziemlich chaotische Widerstandsverteilung ergibt. Trägt man aber die elektr. Pseudowiderstände gegeneinander auf, so erkennt man, dass nur einzelne

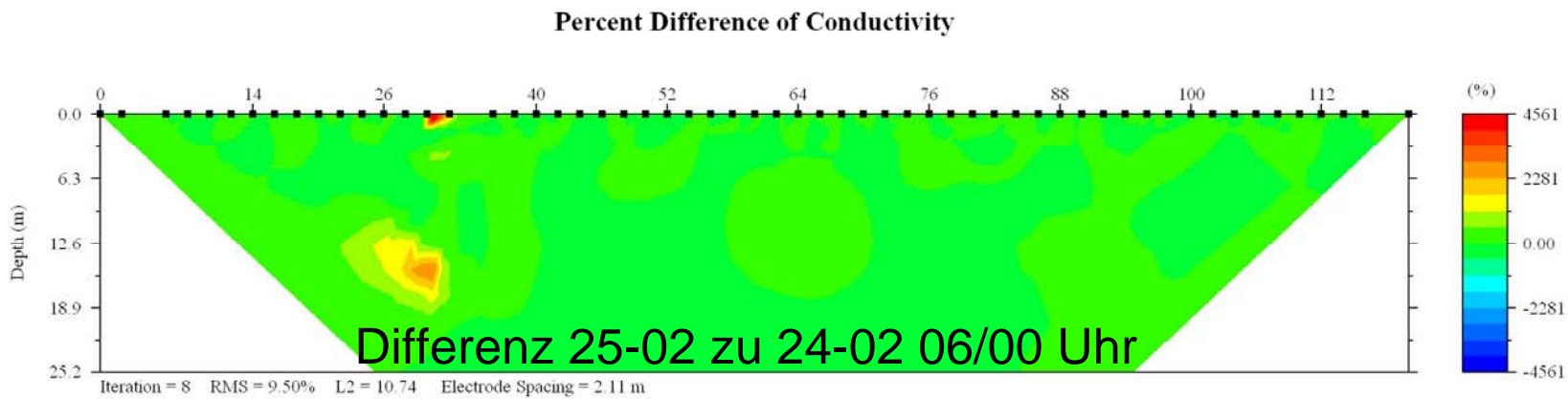
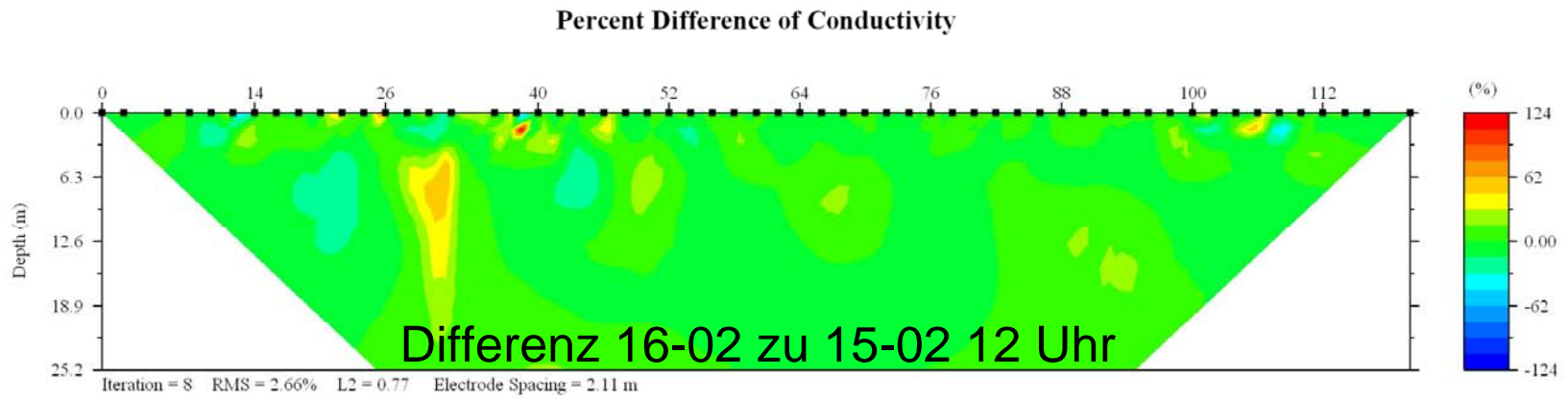


Abb. 11: Differenzenplots zu bestimmten Zeitpunkten (beachte: Differenzen hier Leitfähigkeiten!)

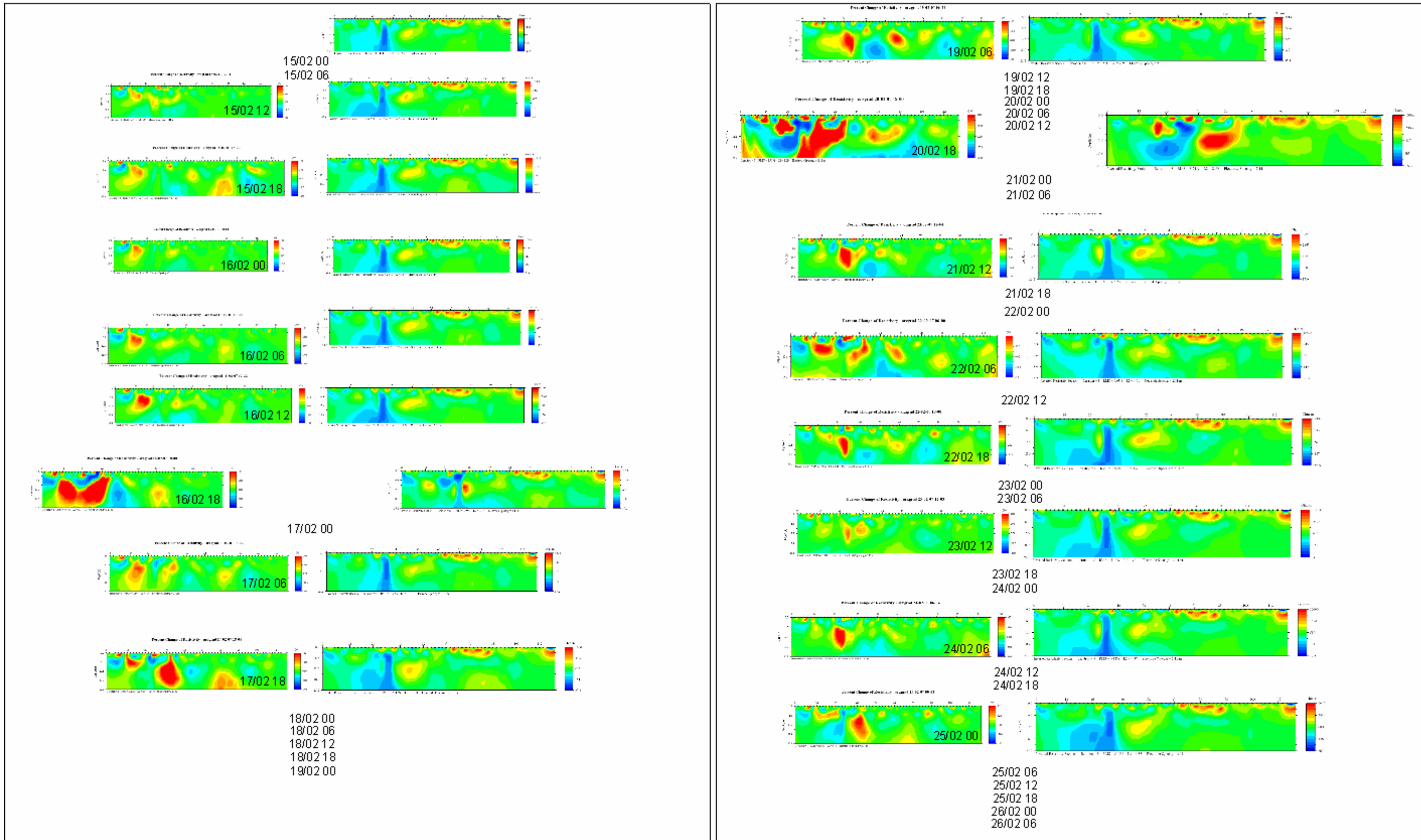


Abb. 12: Differenzenplot Monitoringprofil Raabstollen 2007

Messpunkte stark voneinander abweichen. Das bedeutet, dass das Inversionsergebnis stark von den „Ausreißern“ dominiert ist und so eine mehr oder weniger schlechte Widerstandssektion liefert. Durch eine umfangreichere Analyse der Daten soll geklärt werden, ob es sich bei diesen großen Abweichungen eventuell um einzelne Elektrodenkonfigurationen handelt, die im Zuge einer Neuauswertung eliminiert werden müssen.

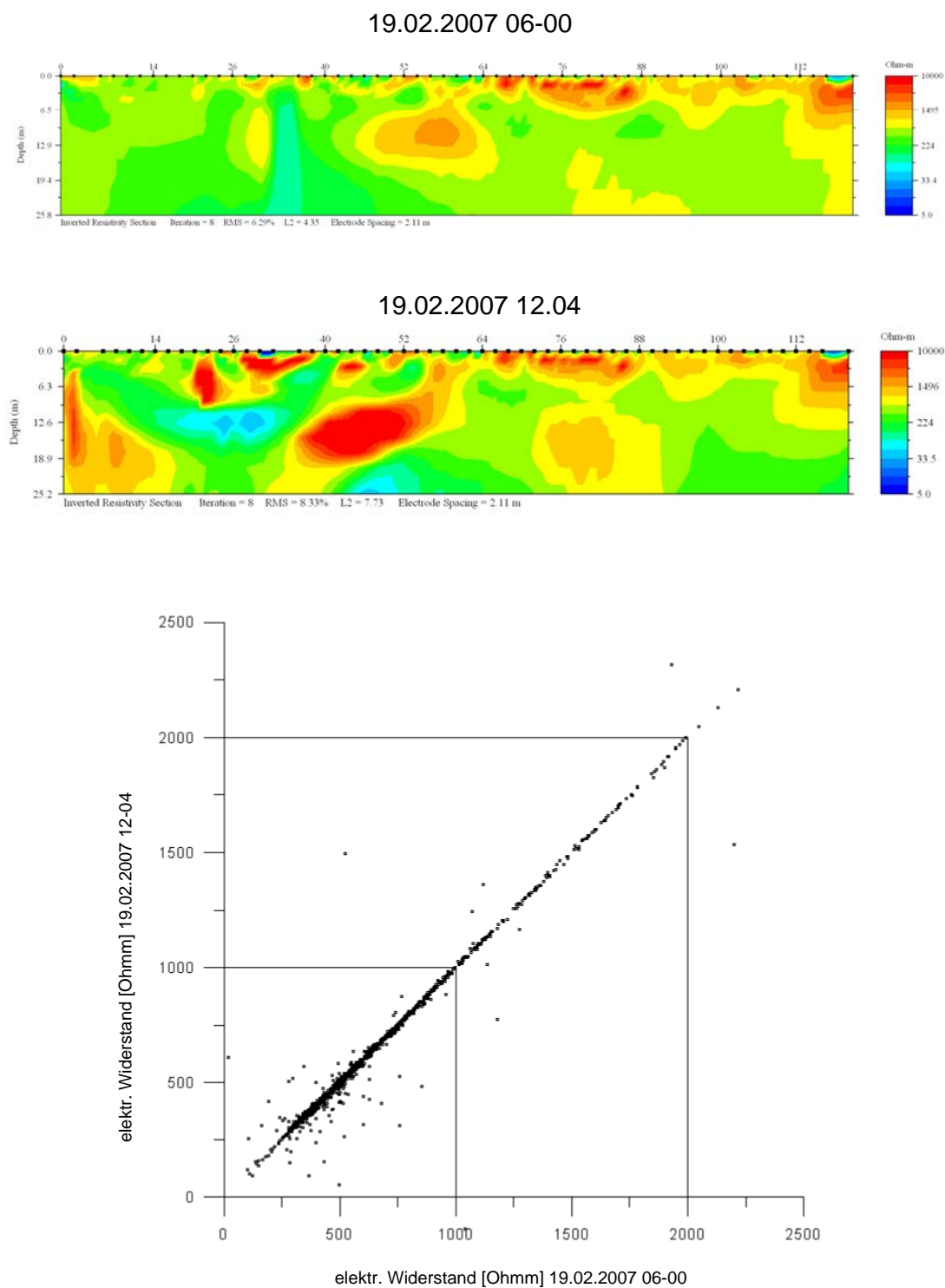


Abb. 13: Ergebnis von zwei geoelektrischen Messungen und Vergleich der gemessenen elektr. Pseudowiderstände

3.2 Probennahme

3.2.1 Gesteinschemie

Als Ergebnis einer ersten Analyse der geochemischen Auswertung der Bodenproben konnte ein Unterschied in den beiden Stollenabschnitten, Erbstollen/Raabstollen, festgestellt werden. Als Beispiel zeigt Abb. 14 die Spurenelemente SiO_2 und Na_2O , wobei die Werte im Erbstollen deutlich höher als im Raabstollen sind.

3.2.2 Röntgenfluoreszenzanalyse

Bei der ersten Bewertung der röntgenographischen Phasenanalyse konnten ebenfalls in den Mineralphasen Albit und Calcit entsprechende Differenzen in den beiden Stollen festgestellt werden (siehe Abb. 15). Die Daten, die mit „ x „ bezeichnet sind, wurden mit diesem Grenzwert x dargestellt.

Die gesamten Analysedaten der geochemischen Auswertung und der röntgenographischen Phasenanalyse befinden sich im Anhang (Tab. 2 bis Tab. 4).

Weiter sind im Anhang die einzelnen Phasendiagramme der röntgenographischen Analyse dargestellt (Abb. 17- Abb. 24).

Eine weitergehende Interpretation der geochemischen Analyse und der röntgenographischen Phasenanalyse im Verschnitt mit der geologischen Situation und den Ergebnissen der geophysikalischen Vermessung soll in den nächsten Monaten durchgeführt werden.

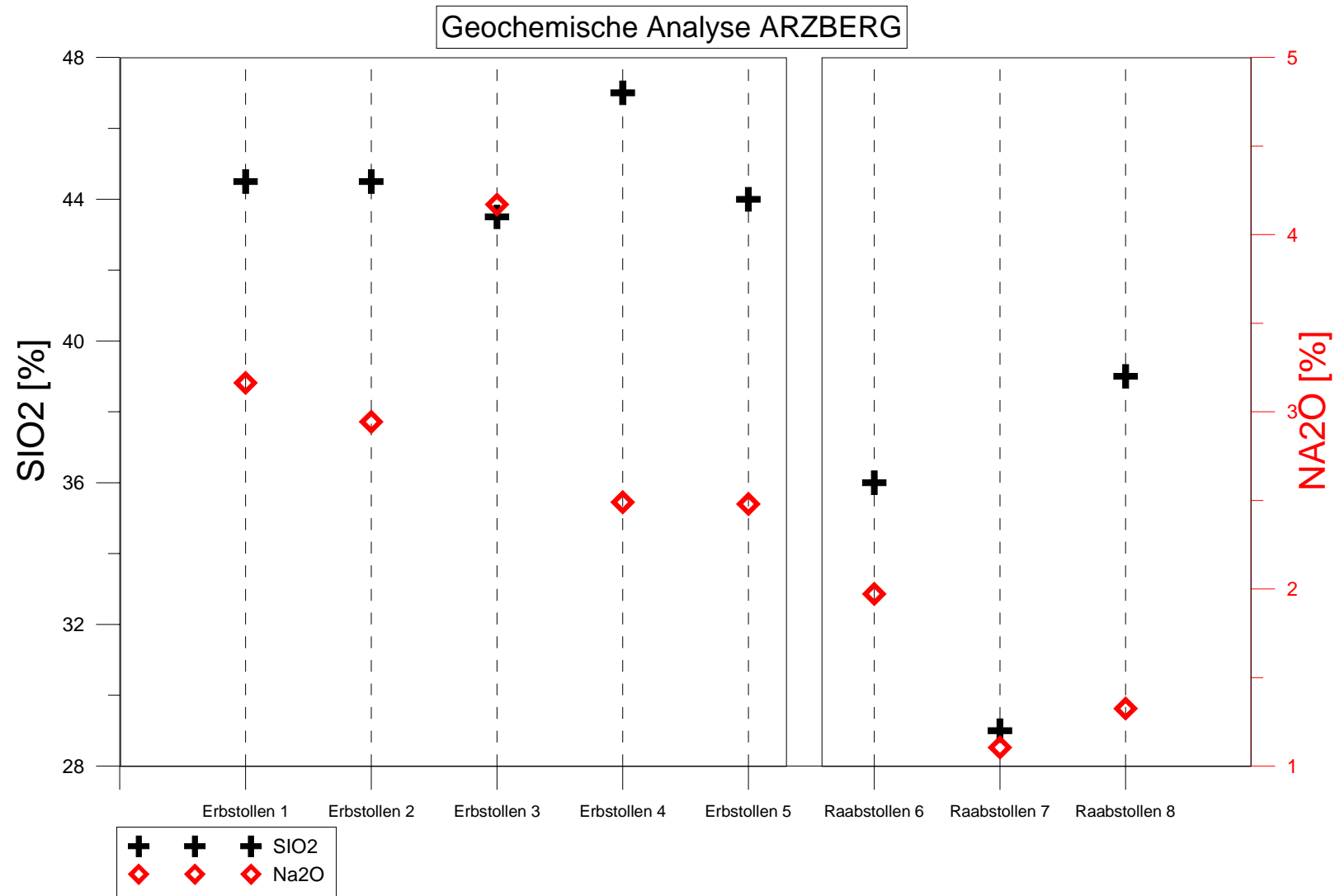


Abb. 14: ausgewählte Ergebnisse der geochemischen Analyse Arzberg 2007

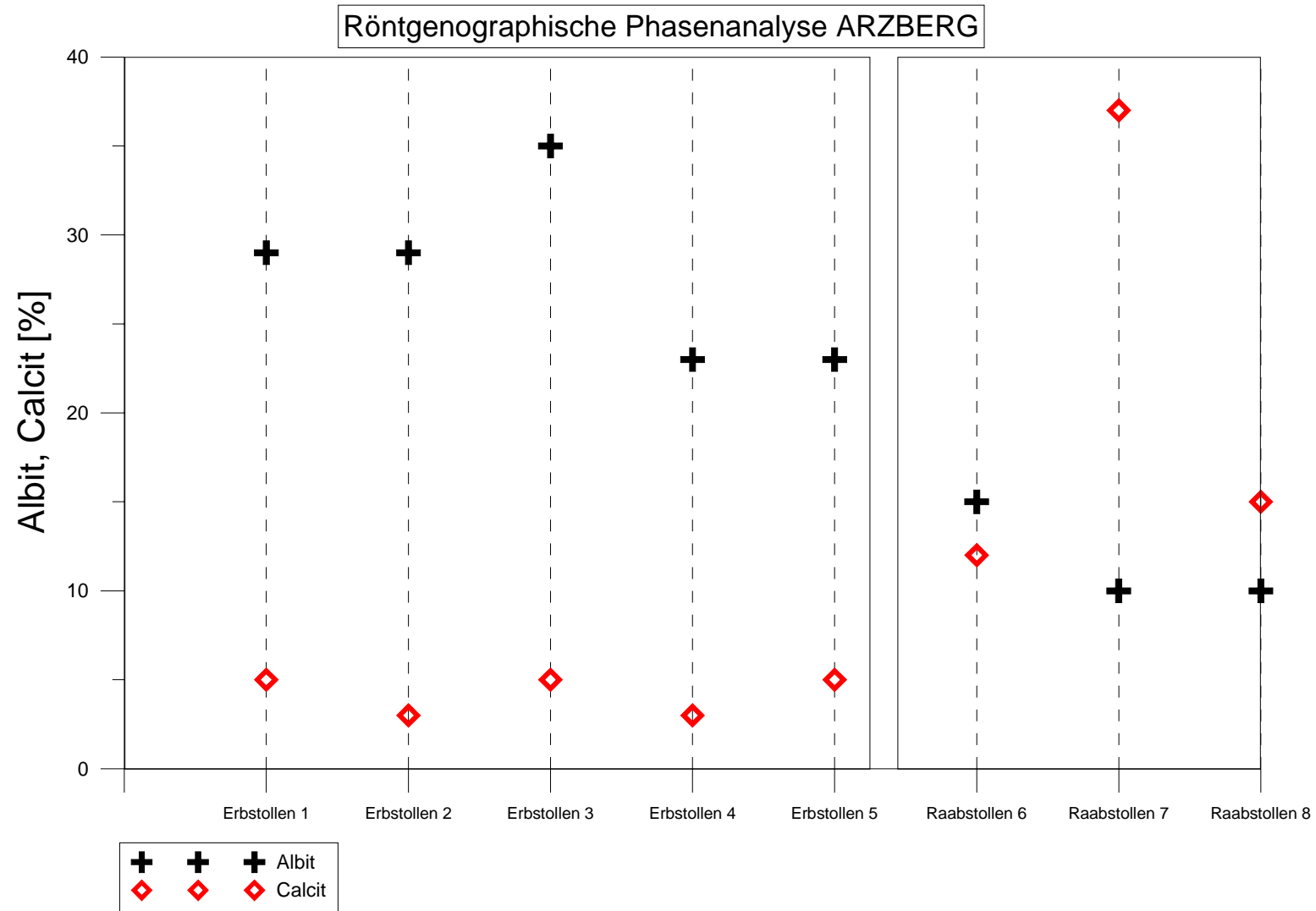


Abb. 15: ausgewählte Ergebnisse der röntgenographischen Phasenanalyse Arzberg 2007

3.3 Erste Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Einzelprofile im Raabstollen und im Erbstollen sind in Abb. 16 nochmals lagerichtig auf dem Grubenplan eingetragen und mit dem schematischen Schnitt durch die Lagerstätte Arzberg verschnitten (Abbildung des Grubenplan und des schematischen Schnitt entnommen aus Weber, 2005). Sehr schön ist die niederohmige Anomalie im hinteren Teil des Profils Raabstollen zu erkennen, die sich genau mit der Lage der Abschiebung des Hangendlagers deckt. Außerdem sind die unterschiedlichen Widerstandsbereiche, die eine 3 Teilung anzeigen, zu erkennen:

- Vorderer Teil des Raabstollens bis zum Arzbergschacht
- hinterer Teil des Raabstollens vom Arzbergschacht beginnend (Bereich der Abschiebung)
- Erbstollen

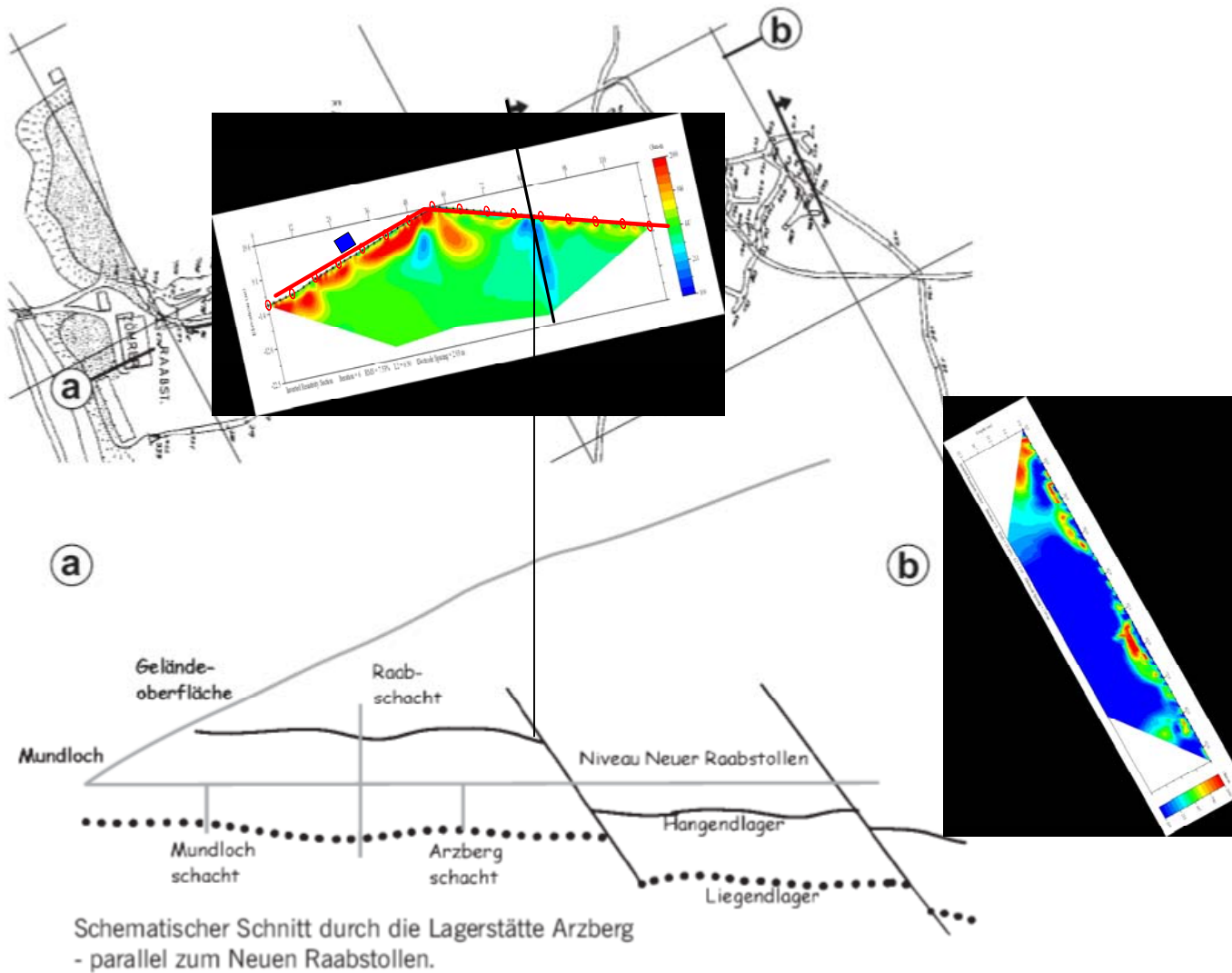


Abb. 16: Darstellung der geoelektrischen Profile 2007 auf Grubenplan und zum schematischen Schnitt durch die Lagerstätte Arzberg (Kartengrundlage aus: Weber, 2005)

4 Ausblick und Empfehlungen

Für das kommende Projektjahr 2007/2008 sind weitere Auswertungen, v.a. des geoelektrischen Monitorings geplant. Dazu gehört die Klärung der Ursache der gestörten geoelektrischen Sektionen durch Analyse der Samples der Einzelmessungen (Strom, Potentialverlauf während des Messintervalls). Außerdem gilt es zu klären, ob bestimmte Elektrodenkonfigurationen die Ursache für die teilweise schlechten Inversionsergebnisse darstellen. Weiters sollen die zeitlichen Änderungen der einzelnen Strom/Potentialkonfigurationen analysiert werden.

Eine weitergehende Interpretation der geochemischen Analysen und der röntgenographischen Phasenanalyse im Verschnitt mit der geologischen Situation und den Ergebnissen der geophysikalischen Vermessung soll in den nächsten Monaten durchgeführt werden.

Weitere geophysikalische Untersuchungen werden sich nach diesen Auswertergebnissen richten.

Die Ergebnisse der Geoelektrik sollen natürlich auch nach ihrer Aussagemöglichkeiten hinsichtlich der Fragestellung der Auflockerungsbereiche in den Stollenwänden bewertet werden. Dafür muss in diesem Zusammenhang die Möglichkeit, Bohrungen an ausgewählten Stellen im Stollenbereich durchzuführen, ins Auge gefasst werden.

5 Literatur

Reiter, Daniela, Weber, Leopold, 2005: Zur Charakterisierung primärer und sekundärer Vererzungen der Blei-Zinkerzlagerstätte von Arzberg (Steiermark), *Joannea Geol. Paläont.* 7: 25-42 (2005)

Weber, Leopold, 2005: Die silberführende Blei-Zinkerzlagerstätte von Arzberg (Oststeiermark), *Joannea Geol. Paläont.* 7: 9-23 (2005)

Römer, Bieber, Supper, Motschka, 2007: Geophysikalische Untertagemessungen im Stollen Arzberg (Stmk); unveröffentl. Bericht der geologischen Bundesanstalt, Wien (2006)

6 Anhang (Probenserien)

Probenserie Arzberg-Erbstollen (Stmk)_14/26.02.2007

Bezeichnung	Probennahme-Datum	Probenehmer	Probenort	Tiefe der Probenahme
Arzberg 1_140207	14.02.2007	Jochum/Römer	Arzberg	Erbstollen-108 m v Ausgang / rechter Ulm
Arzberg 2_140207	14.02.2007	Jochum/Römer	Arzberg	Erbstollen-108 m v Ausgang / untere Seitenwand / 0,5 m
Arzberg 3_140207	14.02.2007	Jochum/Römer	Arzberg	Erbstollen-138 m v Ausgang / rechte Wand, 1,5 m
Arzberg 4_140207	14.02.2007	Jochum/Römer	Arzberg	Erbstollen-50 m v Ausgang / rechte Wand, 1,5 m
Arzberg 5_140207	14.02.2007	Jochum/Römer	Arzberg	Erbstollen-50 m v Ausgang / linke Wand, 1,5 m
Arzberg 6_260207	26.02.2007	Bieber/Römer	Arzberg	Raabstollen Höhe Arzbergschacht - rechte Wand
Arzberg 7_260207	26.02.2007	Bieber/Römer	Arzberg	Raabstollen Höhe Arzbergschacht - rechte Wand
Arzberg 8_260207	26.02.2007	Bieber/Römer	Arzberg	Raabstollen, 25 m vom Arzbergschacht in den Berg (E), rechte Wand

Tab. 2: Übersicht über die Probennahmepunkte Arzberg 2007

ANALYSENERGEBNISSE

CH-10/07	1	2	3	4	5	6	7	8
Probe	Erbstollen 1	Erbstollen 2	Erbstollen 3	Erbstollen 4	Erbstollen 5	Raabstollen 6	Raabstollen 7	Raabstollen 8
%								
SiO2	44.5	44.5	43.5	47.0	44.0	36.0	29.0	39.0
TiO2	2.32	2.87	1.69	2.22	2.22	3.25	2.28	3.14
Al2O3	15.5	18.0	17.5	14.7	16.5	13.0	12.3	14.0
Fe2O3	12.5	9.5	12.7	6.4	9.9	12.0	7.8	14.2
MnO	0.20	0.19	0.09	0.30	0.23	0.14	0.18	0.08
MgO	3.80	2.48	10.13	2.88	2.47	11.80	3.81	10.20
CaO	7.06	7.32	3.82	9.32	8.29	9.20	22.00	6.49
Na2O	3.16	2.94	4.17	2.49	2.48	1.97	1.11	1.33
K2O	1.32	2.76	0.45	2.61	2.81	1.60	3.30	2.95
H2O _{110° C}	0.19	0.18	0.14	0.15	0.28	0.21	0.16	0.10
H2O+	0.10	0.10	2.50	0.10	0.10	3.30	0.10	0.50
P2O5	0.64	0.74	1.05	0.52	0.55	0.43	0.33	0.46
CO2	7.8	6.0	1.9	11.2	7.5	6.9	17.0	7.0
S _{tot.}	1.00	2.50	0.25	0.20	2.60	0.10	0.80	0.40
Summe	100.10	100.08	99.88	100.10	99.93	99.92	100.16	99.84
GV _{1000° C}	$H2O+ = GV_{1000° C} - H2O_{110° C} - CO2 - SO3$							

Tab. 3: Ergebnis der geochemischen Analyse der Proben Arzberg 2007

ANALYSENERGEBNISSE

CH-10/07	1	2	3	4	5	6	7	8
Probe	Erbstollen 1	Erbstollen 2	Erbstollen 3	Erbstollen 4	Erbstollen 5	Raabstollen 6	Raabstollen 7	Raabstollen 8
ppm								
Ba	225	314	267	335	415	390	670	593
Ce	81	67	132	44	58	37	22	39
Co	11	9	7	9	11	10	9	9
Cr	65	37	14	272	121	64	84	25
Cs	2	<1,5	2	<1,5	4	2	<1,5	4
Cu	28	40	20	20	73	34	49	35
Ga	24	26	30	19	21	22	19	24
Ge	1	1	1	2	1	1	1	1
Hf	6	7	9	5	6	6	5	4
La	33	24	58	15	26	12	6	9
Mo	3	4	2	3	5	1	2	2
Nb	43	49	75	36	40	35	25	29
Ni	90	45	20	76	81	51	33	36
Pb	13	23	5	6	16	7	26	5
Rb	32	60	8	60	63	22	41	38
Sr	156	212	177	244	247	251	313	127
Th	7	7	7	5	7	3	5	3
U	3	4	4	3	5	3	5	3

Tab. 3: Ergebnis der geochemischen Analyse der Proben Arzberg 2007 (Fortsetzung)

V	299	307	219	273	223	360	245	454
W	38	16	4	34	20	5	4	5
Y	30	31	35	25	29	24	31	27
Zn	181	90	187	66	65	113	103	139
Zr	295	311	500	242	269	223	165	205
Summe	1668	1685	1783	1792	1805	1675	1862	1817

Tab. 3: Ergebnis der geochemischen Analyse der Proben Arzberg 2007 (Fortsetzung)

Röntgenographische Phasenanalyse an 8 Gesteinsproben aus der Probenserie Arzberg-Erbstollen										
	Labor-Nr.	Quarz	Albit	Calcit	Dolomit Fe-reich bzw. Ankerit	Hellglimmer	Biotit	Chlorit	Ti-Phase	Pyrit
	Erbstollen 1	<i>Ch10_07_01_G</i>	25	29	<5	15	12		10	#
Erbstollen 2	<i>Ch10_07_02_G</i>	15	29	<3	10	25		18	#	#
Erbstollen 3	<i>Ch10_07_03_G</i>	10	35	<5	0	<5		45		
Erbstollen 4	<i>Ch10_07_04_G</i>	19	23	<3	20	24		10	#	
Erbstollen 5	<i>Ch10_07_05_G</i>	15	23	<5	13	25		20	#	#
Raabstollen 6	<i>Ch10_07_06_G</i>	15	15	12	<5		15	35	##	
Raabstollen 7	<i>Ch10_07_07_G</i>	10	<10	37	0	30		15	#	
Raabstollen 8	<i>Ch10_07_08_G</i>	<15	<10	15	0		25	30	##	

Tab. 4: Ergebnis der röntgenographischen Phasenanalyse der Proben Arzberg 2007

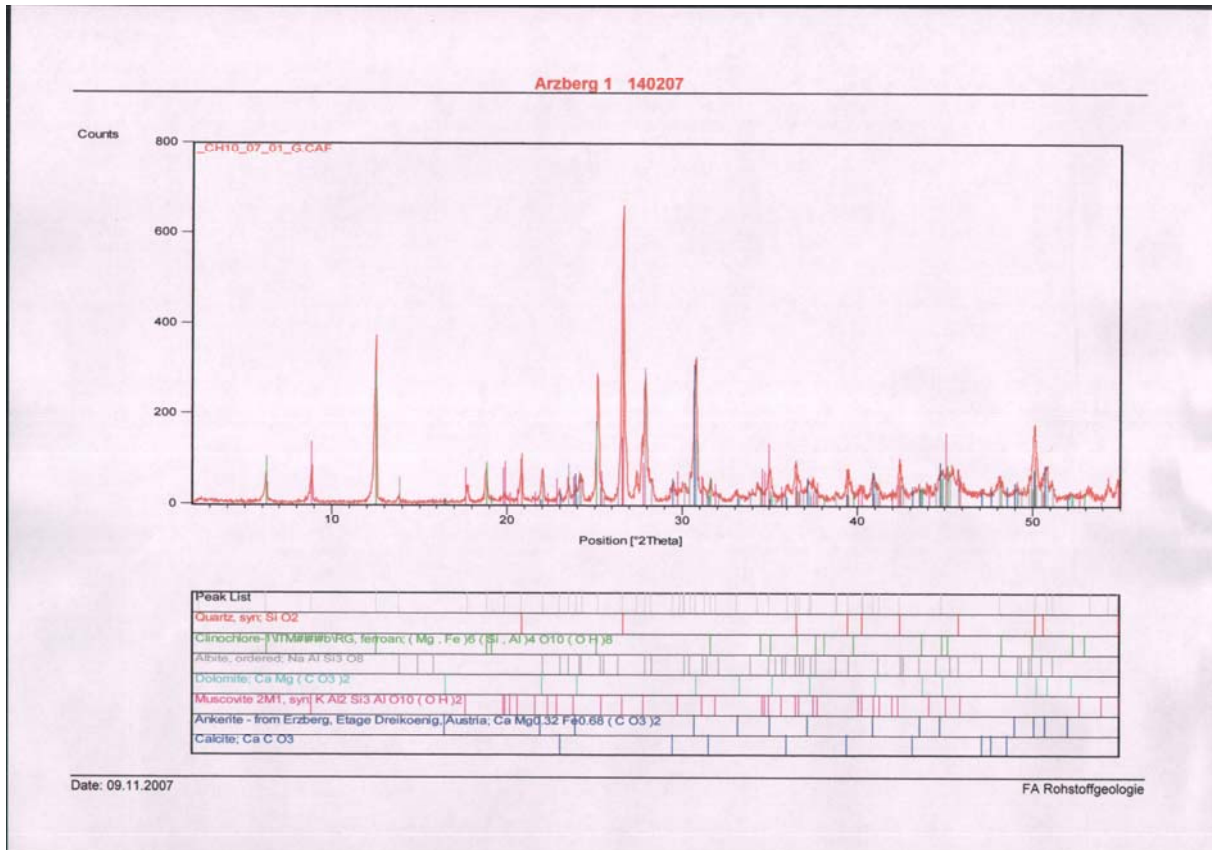


Abb. 17: röntgenographische Phasenanalyse der Probe Erbstollen 1

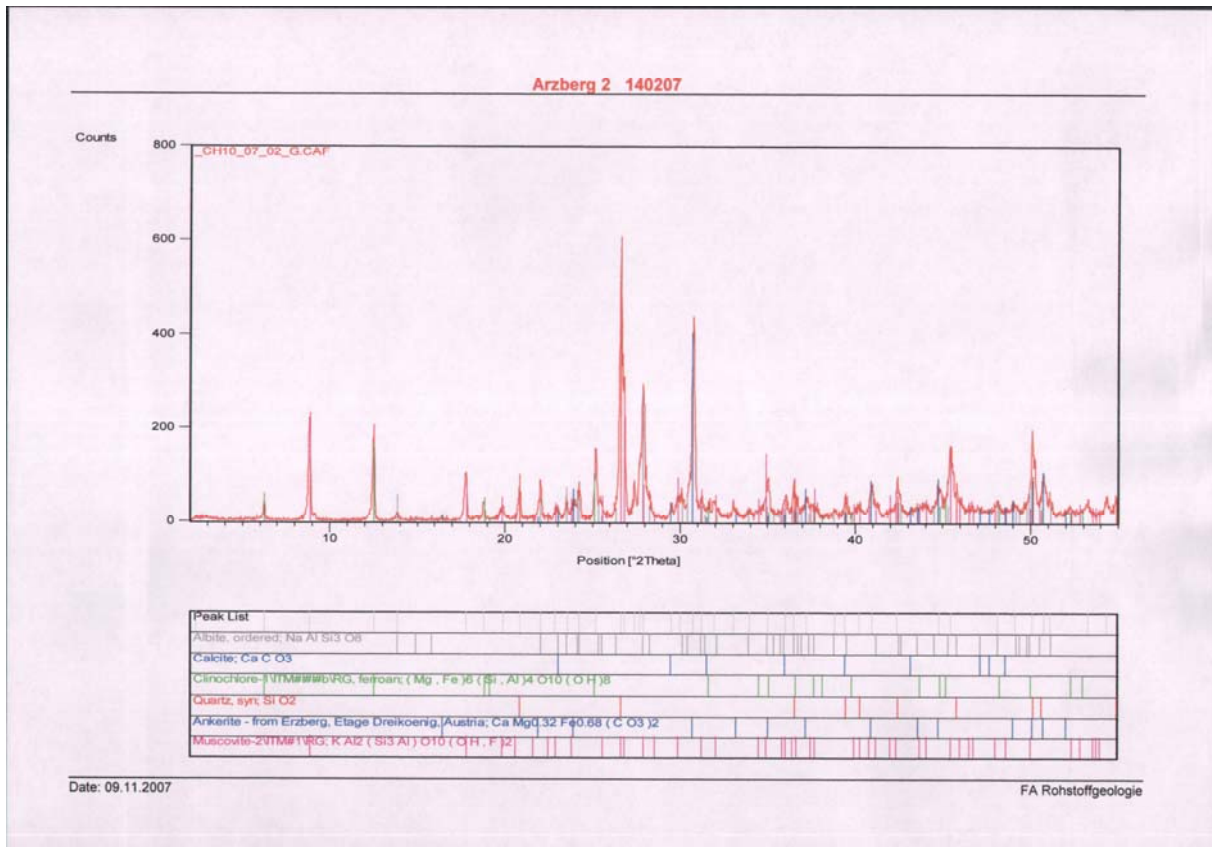


Abb. 18: röntgenographische Phasenanalyse der Probe Erbstollen 2

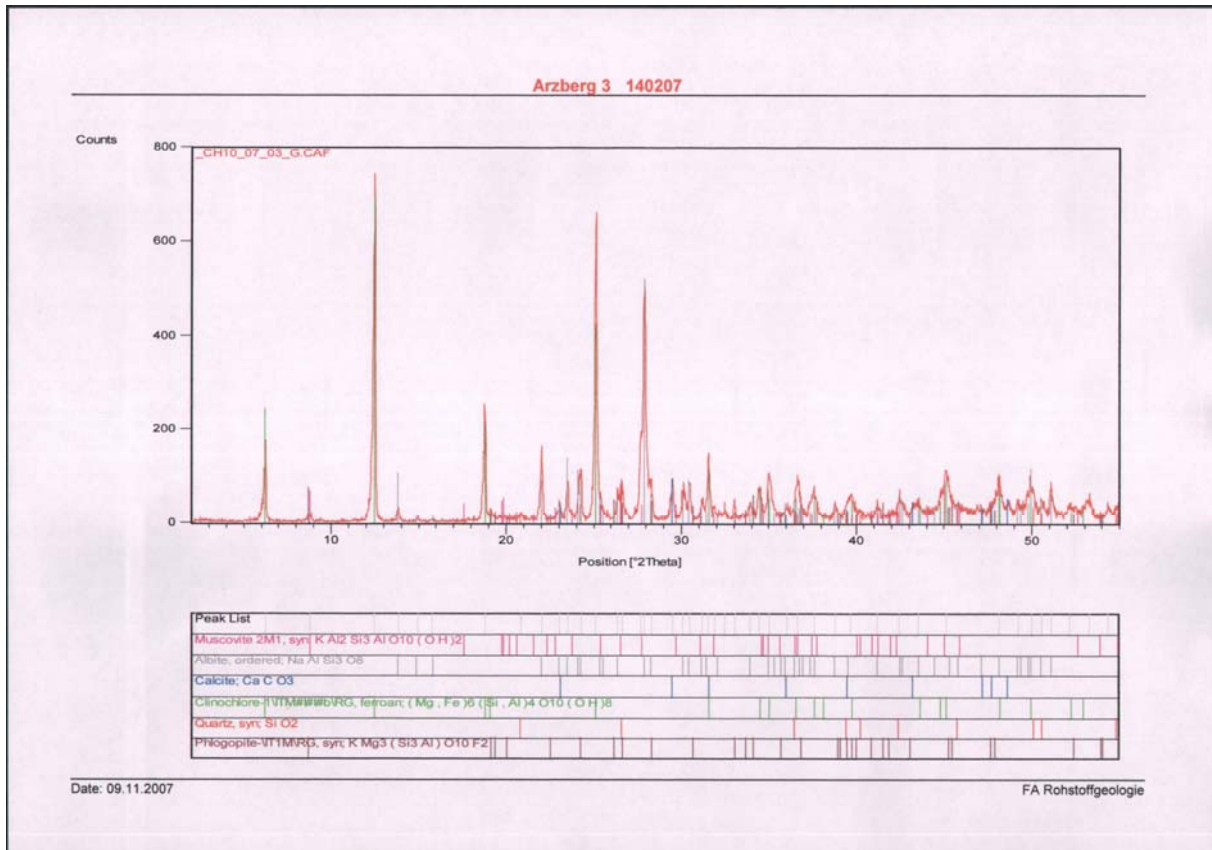


Abb. 19: röntgenographische Phasenanalyse der Probe Erbstollen 3

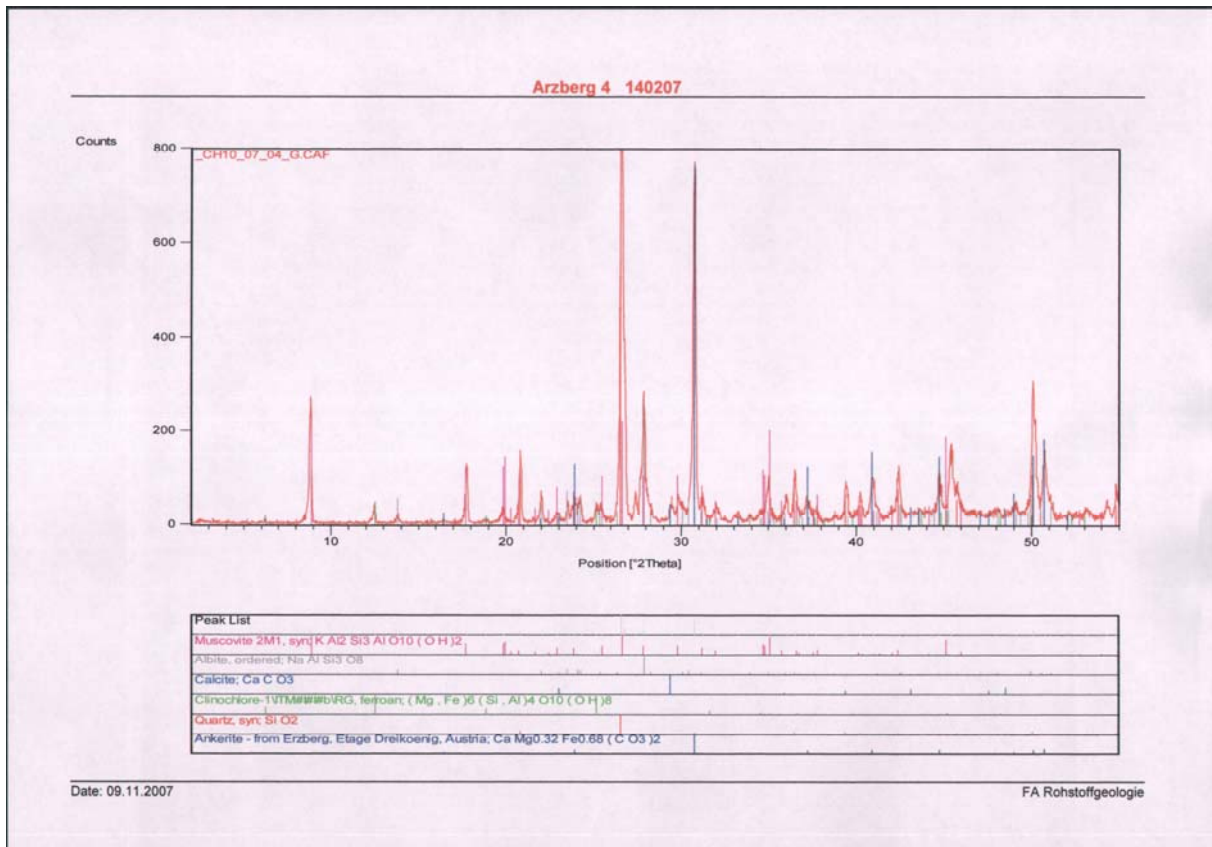


Abb. 20: röntgenographische Phasenanalyse der Probe Erbstollen 4

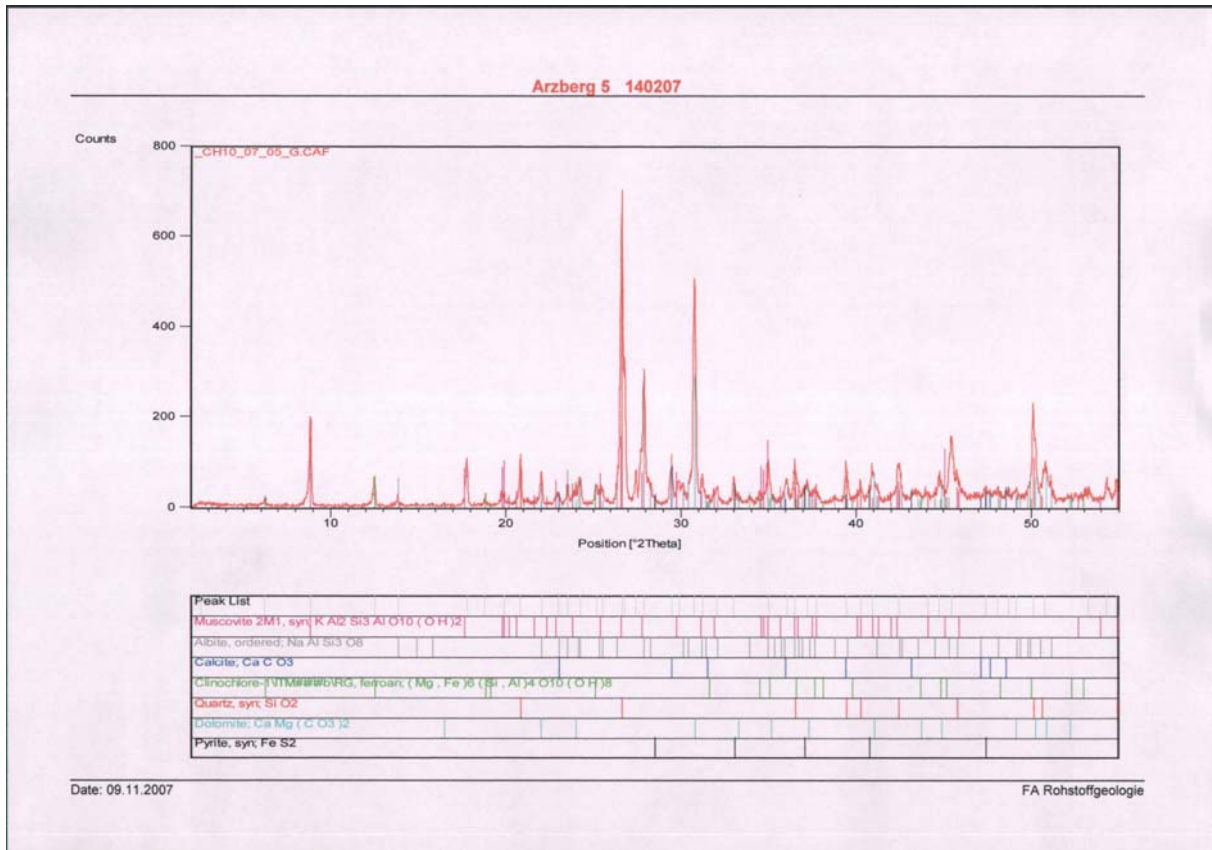


Abb. 21: röntgenographische Phasenanalyse der Probe Erbstollen 5

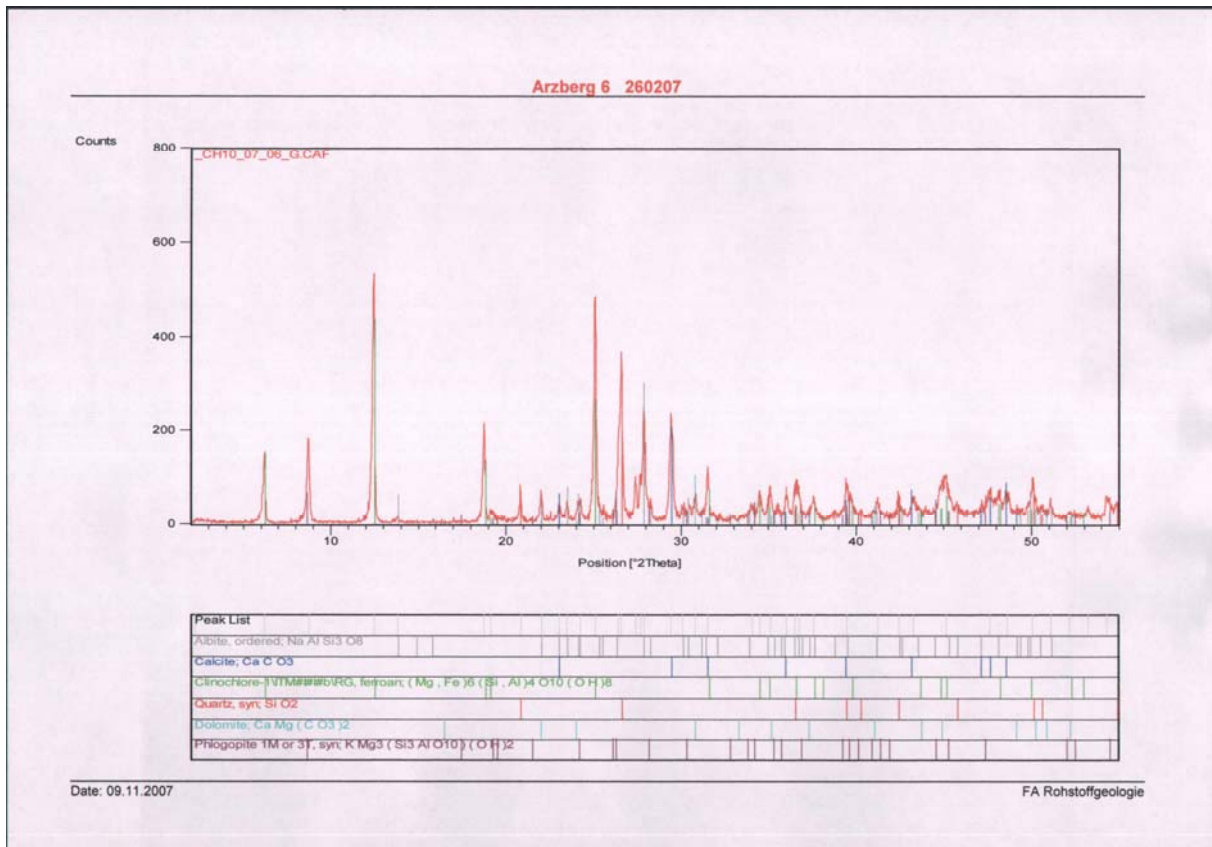


Abb. 22: röntgenographische Phasenanalyse der Probe Raabstollen 6

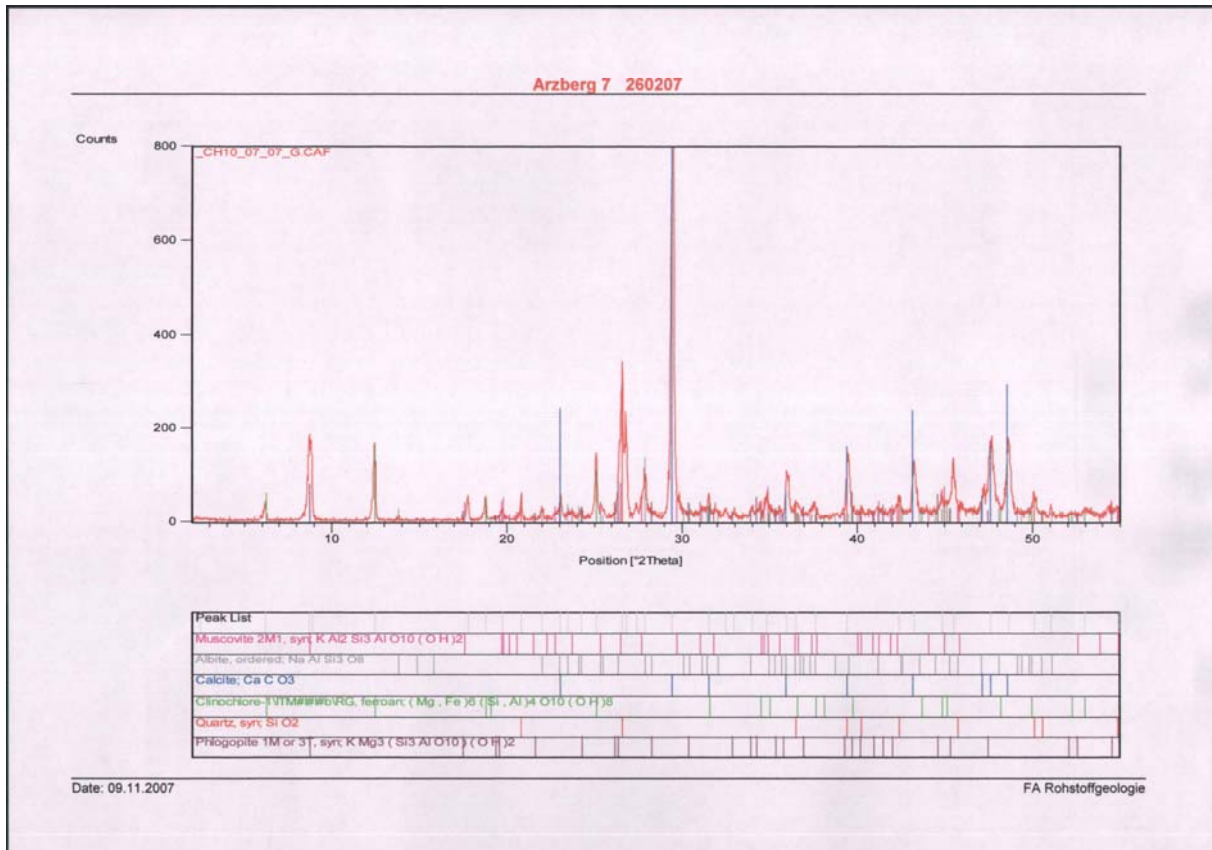


Abb. 23: röntgenographische Phasenanalyse der Probe Raabstollen 7

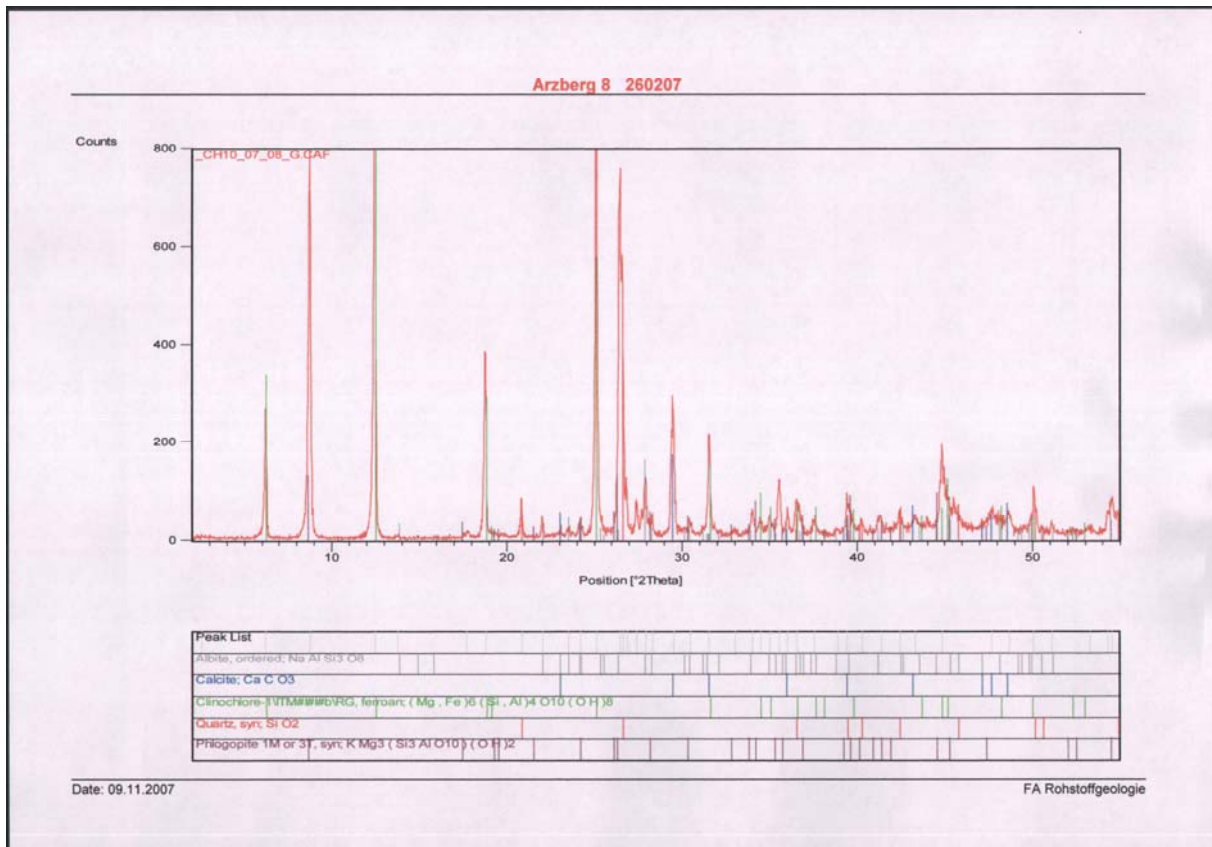


Abb. 24: röntgenographische Phasenanalyse der Probe Raabstollen 8