

*Weiterentwicklung geophysikalischer
Prospektionsmethoden für Lockersedimentvorkommen
unter*

*besonderer Berücksichtigung begleitender
rohstoffspezifischer Untersuchungen in ausgewählten
Testgebieten*

Projekt ÜLG-077/2020

(Projektdauer: 01.07.2017-31.12.2022)

Zwischenbericht 2020

(01.01.2020 bis 31.12.2020)

von

G. BIEBER, C. BENOLD, B. JOCHUM, M. PERESSON, K. MOTSCHKA,
D. OTTOWITZ, S. PFEILER, J. RABEDER & A. RÖMER

32 S., 37 Abb., 6 Tab.

Wien, März 2021

PROJEKTLEITUNG 1: MAG. G. BIEBER (gerhard.bieber@geologie.ac.at)

PROJEKTLEITUNG 2: MAG. K. MOTSCHKA (klaus.motschka@geologie.ac.at)

PROJEKTDAUER: RAHMENVERTRAG 2017 - 2022

MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER:

DI CHRISTIAN BENOLD	GEOCHEMIE
MARTIN HEIDOVITSCH	TECHNIKER
MAG. BIRGIT JOCHUM	GEOPHYSIK
MAG. PIOTR LIPIARSKI	ROHSTOFFGEOLOGIE
DR. MANDANA PERESSON	ROHSTOFFGEOLOGIE
DR. SEBASTIAN PFLEIDERER	ROHSTOFFGEOLOGIE
MAG. JULIA RABEDER	ROHSTOFFGEOLOGIE
HEINZ REITNER	GIS-BEARBEITUNG
MAG. ALEXANDER RÖMER	GEOPHYSIK
MAG. INGRID SCHATTAUER	GEOPHYSIK
DR. ALBERT SCHEDL	ROHSTOFFGEOLOGIE
DR. PETER SLAPANSKY	GEOLOGIE
MAG. BARBARA TRÄXLER	ROHSTOFFGEOLOGIE
DR. INGEBORG WIMMER-FREY	TONMINERALOGIE

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sei herzlich für die gute Zusammenarbeit gedankt!
Die Projektdurchführung erfolgte im Rahmen des Lagerstättengesetzes im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung und des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	3
2.	Zusammenfassung.....	5
3.	Aufgabenstellung	6
4.	Geologischer Überblick	6
5.	Charakterisierung von hochreinen Quarzsanden im Tagbaugebiet Karlstetten	8
5.1	Methodische Umsetzung.....	8
5.2	Geophysikalische Auswertungen.....	12
5.2.1	Grafische Zusammenführung der Ergebnisse / Erstauswertung.....	25
5.3	Erhebung, Aufbereitung und Auswertung von Aufschlusdaten	27
5.3.1	Korngrößenanalytik	28
5.3.2	Mineralogie und Geochemie	30
6.	Vorschau.....	31
7.	Literaturverzeichnis.....	32

1. EINLEITUNG

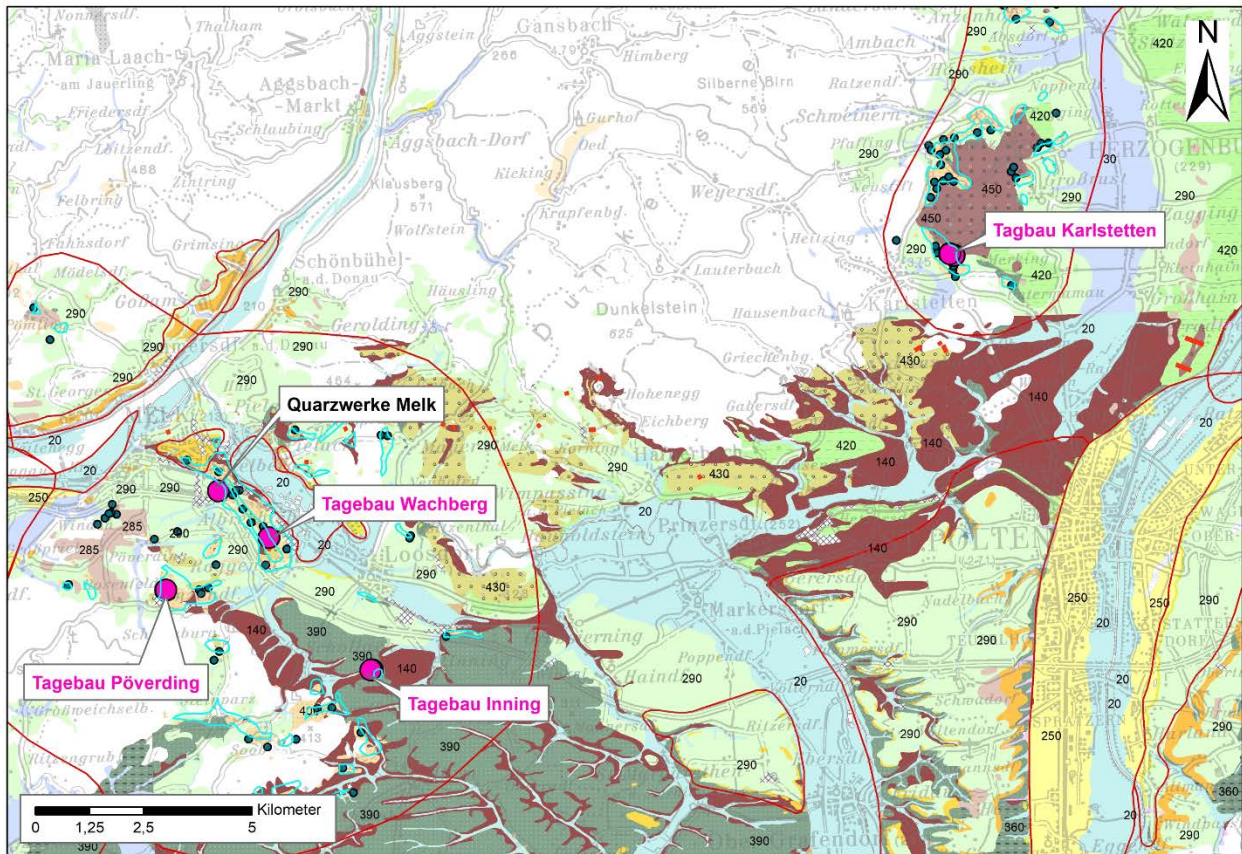
Die Rahmenprojektdauer des Forschungsprojektes UELG-077 beträgt 5 Jahre, sodass nach Erhebung und Konzeptionierung jährlich ein thematischer Schwerpunkt abgearbeitet wird. Die Geländearbeiten und Auswertungen mit dem Schwerpunkt: **A) Lockergesteine/Regenerat im Gebiet Wörgl/Tirol** sind abgeschlossen.

Das weitere Bestreben liegt nun darin, alle diese Ergebnisse standardisiert, systematisch und wenn möglich statistisch für die rohstoffrelevante geophysikalische Methodenentwicklung auszuwerten um damit eine Methodenabfolge zur geophysikalischen Charakterisierung von Lockergesteinen für rohstoffspezifische Fragestellungen zu entwickeln.

Für die **B) rohstoffspezifische Charakterisierung von hochreinen Quarzsanden** konnten die Quarzwerke Österreich GmbH gewonnen werden. Mittels einer ersten gemeinsamen Geländebegehung von ausgewählten Abbaustätten im Juli 2019 wurden die Möglichkeiten für sinnvolle Testmessungen erörtert und die dazugehörigen Erkundungsauswertungen ausgehoben, ausgewertet und GIS basiert zusammengeführt. In der Abbildung 1 sind auf Basis der Lockergesteinskarte der FA Rohstoffgeologie die ausgewählten Standorte für den Methodentest als rosa Standorte eingezeichnet. Entsprechende Erkundungsdokumente von den Gewinnungsgebieten Karlstetten und Inning wurden dankenswerterweise von der Quarzwerke Österreich GmbH in Melk zur Verfügung gestellt.

Nach entsprechenden Vorarbeiten und Auswertungen der zur Verfügung gestellten Unterlagen wurden für die rohstoffspezifische Charakterisierung von hochreinen Quarzsanden in den Tagebaugebieten der Quarzwerke Österreich GmbH in Melk konkret die Abbaugebiete **Karlstetten** und **Inning** ausgewählt. Am 21.09.2020 erfolgte eine weitere Geländebegehung mit Festlegung von geophysikalischen Test- und Mess- und Detailuntersuchungsgebieten. Tatkräftig und mit Interesse wurden wir hier und auch während der ganzen Untersuchungen von Herrn **Michael Pemmer** (Betriebsleiter) und Herrn **Alexander Pfeiffer** (Production Manager) der Quarzwerke Österreich GmbH unterstützt.

Im Jahr 2020 lag der Arbeitsschwerpunkt in der **rohstoffspezifischen Charakterisierung von hochreinen Quarzsanden** im Gebiet **Karlstetten (NÖ)**.



Lockergesteinskarte: lithologisch-fazielle Legende

10, Anthropogene Aufschüttung (Holozän)	Abfall, Bauschutt, Gesteinsbruchstücke variabler Zusammensetzung, Bergbauhalden
20, Alluviale Ablagerung in breiten Tälern (Holozän)	Grobkorn, gerundet; z.T. Sand, meist gut sortiert, regional Feinkornbedeckung (Aulehme)
30, Alluviale Ablagerung in schmalen Tälern (Holozän)	vorw. Grobkorn, variable Rundung und Sortierung; z.T. Sand; regional Feinkornbedeckung (Aulehme), z.T. Wildbachschutt
40, Vernässung/Sumpff/Moor (Würm bis Holozän)	Vernässung/Sumpff/Moor
70, Schwemmfächer, Schwemmkegel (Pleistozän bis Holozän)	vorw. Grobkorn, Sand- und Feinkornlagen, variable Rundung und Sortierung
80, Schuttkegel (Würm bis Holozän)	vorw. Grobkorn, meist kantig
100, Hangschutt, z.T. mit Moränenmaterial (Pleistozän bis Holozän)	Fein- bis Grobkorn, oft Blöcke, meist kantig, unsortiert
140, Blockgletscher-Ablagerung (Würm bis Holozän)	Blockschutt, kantig
160, Holozäne Terrasse (Holozän), Spätglaziale Terrasse (Würm bis Holozän)	vorw. Grobkorn und Sand, gut sortiert
170, Moränen-Ablagerung, Moränenstreu (Pleistozän bis Holozän)	Fein- bis Grobkorn, meist kantengerundet, unsortiert, Diarmikt, z.T. überkonsolidiert
250, Niederterrasse (Würm)	vorw. Grobkorn und Sand, gut sortiert, regional verfestigte Lagen
270, Hochterrassenschotter, Hochterrasse, meist mit Löss/Lehmbedeckung (Riss)	vorw. Grobkorn, gerundet; Sand; mit oft mächtigerer Löss- oder Staublehmbedeckung, sortiert, Mürbkornanteil
280, Deckenschotter (Günz, Mindel)	vorw. Grobkorn, gerundet, Sand, z.T. verfestigt, sortiert, Mürbkornanteil
281, Deckenschotter mit Löss/Lehm (Günz, Mindel)	vorw. Grobkorn, gerundet; Sand, z.T. verfestigt; mit oft mächtigerer Löss- oder Staublehmbedeckung, sortiert, Mürbkornanteil
285, Höhere Terrassensedimente (Pliozän bis Unteres Pleistozän)	vorw. Grobkorn und Sand, gut sortiert, Mürbkornanteil
290, Löss, Lösslehm (Pleistozän)	überwiegend Feinkorn, meist ungeschichtet
360, Feinklastische Sedimente, Mergel (Paläogen bis Neogen)	vorw. Feinkorn, geschichtet, sortiert, z.T. kalkig
390, Feinklastische Sedimente und Sand, teilweise mit Kalk und/oder Kohle (Paläogen bis Neogen)	vorw. Feinkorn und Sand, z.T. mit Kalk und/oder Kohle, häufig Wechsellagerungen, meist gut sortiert
400, Sand (Paläogen bis Neogen)	Sand
420, Fein- bis grobklastische Sedimente, teilweise mit Kalk und/oder Kohle (Paläogen bis Neogen)	Fein- bis Grobkorn, z.T. mit Kalk und/oder Kohle, häufig Wechsellagerungen, meist gut sortiert
430, Grobklastische Sedimente (Paläogen bis Neogen)	vorw. Grobkorn, gerundet
450, Konglomerat (Paläogen bis Neogen)	Grobkorn, gerundet, verfestigt





-  : Verortung mit Aufschlussbeschreibung Melker Sand / Linzer Sand (FA Rohstoffgeologie)
-  : Melker Sand / Linzer Sand (Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000, GBA 2002)
-  : Beschreibung von Rohstoffprovinzen / Bezirke IRIS (FA Rohstoffgeologie)
-  : Gewinnungsgebiete Quarzwerke Österreich GmbH in Melk / avisierte Methodentestgebiete

Abb. 1: Lage der avisierten Testgebiete in den Abbaugebieten (Gewinnungsgebieten) der Quarzwerke Österreich GmbH in Melk; Kartengrundlage: Lockergesteinskarte FA Rohstoffgeologie

2 ZUSAMMENFASSUNG

Nach Vorarbeiten und Planungen 2019 begannen 2020 geophysikalische Arbeiten um die Prospektionsmethoden für die rohstoffspezifische Charakterisierung von hochreinen Quarzsanden und Tonlagerstätten weiterzuentwickeln.

Mit dem Tagebaugebiet Karlstetten lagen ideale Bedingungen vor, da einerseits umfangreiche Aufschlussdaten vorlagen, andererseits, weil hier aktuell Quarzsandabbau betrieben wird und damit die Ergebnisse aus den geophysikalischen Messungen auch validiert werden können.

Für die Verfeinerung quarzsandspezifischer geophysikalischer Parameter wurden unter den gleichen Abbaubedingungen, direkt auf der Abbaufäche, unterschiedliche geophysikalische Verfahren eingesetzt. Parallel dazu wurden Sedimentproben gezogen um die Ergebnisse der begleitenden labortechnischen Analysen in Beziehung zu den geophysikalischen Ergebnissen zu interpretieren.

Darauf aufbauend erfolgten prospektive geophysikalische Messungen mit unterschiedlichen geophysikalischen Methoden in Bereichen i) die durch Aufschlussbohrungen geologisch/lithologisch bestens dokumentiert, aber noch nicht abgebaut sind ii) in Bereichen vermuteter Verbreitung hochreiner Quarzsande, abgestimmt mit dem Interesse der Quarzwerke Österreich GmbH, um gegebenenfalls an Hand der Ergebnisse weitere Explorationsbohrungen festzulegen.

Alle geophysikalischen Messungen sind ausgewertet, einzeln dargestellt, zueinander in Beziehung gesetzt und mit lithologischen und granulometrischen Ergebnissen aus den Explorationsbohrungen verglichen. Daraus wurde eine 3D Ansicht der Ergebnisse der geoelektrischen Messungen als Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes mit den Korngrößenanalysen aus den Explorationsbohrungen erstellt. Diese visualisierten Informationen werden als Basis für weitere Untersuchungen herangezogen.

Es zeigt sich, dass kleinmaßstäblich geringfügige Unterschiede in der Ausbildung des Quarzsandes geophysikalisch erfasst und interpretiert werden können. Im Sinne einer geophysikalischen Prospektion zeigt sich, dass eine gute Übereinstimmung von höheren, grobkornbetonten Quarzsandgehalten mit höheren Widerstandswerten aus der Geoelektrik und aus der Elektromagnetik vorliegt, sodass die Platznahme und Ausdehnung des Quarzsandes gut verfolgt werden kann. Damit ist auch die Abtrennung zu feinklastischen Sedimenten gegeben. Erste Ergebnisse zeigen zudem, dass Inhomogenitäten des Quarzsandes geophysikalisch, sowohl mit der Gleichstromgeoelektrik als auch mit bodengebunden elektromagnetischen Verfahren zu erfassen sind.

Damit hier eine fundierte Aussage möglich ist, werden diese Parameter systematisch erfasst, statistisch ausgewertet und eine Bewertungsmatrix erstellt.

3 AUFGABENSTELLUNG

In diesem mehrjährigen Forschungsprojekt ist vorgesehen, geophysikalische Prospektionsmethoden für die rohstoffspezifische Charakterisierung von hochreinen Quarzsanden und Tonlagerstätten weiterzuentwickeln.

Die wesentlichen Projektziele sind dabei

- Erarbeitung und Bewertung der Aussagenmöglichkeiten bestimmter geophysikalischer Parameter/Methoden für eine Beurteilung der Quantität und Qualität von Lockersedimenten
- Methodische Weiterentwicklung und Verfeinerung integrierter Prospektionsstrategien (Geophysik, Mineralogie, Geochemie, Sedimentpetrologie) für eine rohstoffspezifische Charakterisierung ausgewählter Lockersedimentvorkommen
- Zuordnung von geophysikalischen Messparametern (Flächen-, Linien- und Punktinformationen) zu geologisch/lithologischen Geländeaufnahmen (z.B. Bohrprofilen, Abbaufschlüssen) und begleitenden labortechnischen Analysen (Mineralogie, Tonmineralogie, Granulometrie, Geochemie)

Der Methodentest soll an 3 ausgewählten Lockergesteinsgebieten (Kies/Sand-, Quarzsand-, Tonlagerstätte) durchgeführt werden, wobei zur besseren Kalibrierung die Nähe zu bestehenden Abbaubetrieben gesucht wird (mit eventuell vorhandenen Explorationsbohrungen und Materialuntersuchungen). Für das Untersuchungsprogramm wird wegen der Wien-Nähe ein Quarzsandabbau in der Gegend von Melk angestrebt.

4 GEOLOGISCHER ÜBERBLICK

(nach WESSELY, 2006, SCHNABEL et al., 2002, aus: POSCH-TRÖZMÜLLER, 2009)

Über der Granulitaufragung der Böhmisches Masse wird das Untersuchungsgebiet in Karlstetten durch mächtige Melker Sande eingenommen. Entsprechend der geologischen Karten ÖK 37 (MATURA et al., 1983) und ÖK 38 (FUCHS et al., 1984) lassen sich diese Sande in einen liegenden, älteren Anteil und einen hangenden, jüngeren Anteil gliedern.

Dabei handelt es sich um hellgraue bis weiße, manchmal hellgelbe Quarzsande, die Korngrößen reichen von Feinsand bis Feinkies. Eine Schichtung und Sortierung (gröbere und feinere Lagen wechseln ab) ist erkennbar. An den Feinsanden kann man eine Schichtung erkennen, auch Schrägschichtung ist vorhanden. Aufgeschlossen sind diese Feinsande jeweils im Liegenden der betreffenden Abbaubereiche (Schmalek, Bachner, Quarzwerke).

Eingeschaltet im Melker Sand sind auch geringmächtige Tonlagen. Diese werden auch bei MATURA (1989) erwähnt. Er beschreibt in den hangenden Bereichen der Jüngeren Melker Sande bis zu 30 cm dicke, hellgrau-grüne Tonlagen.

Stellenweise sind die Sande sehr fest und kaum mit dem Hammer abzugraben, stellenweise wiederum erweisen sich die Sande als sehr mürbe, das bedeutet, sie sind zwar standfest, können aber leicht mit dem Hammer abgegraben werden. Zeitweise findet man rote Lagen im Sand. Innerhalb der Sande sind limonitisch braun gefärbte Schichten mit Limonitkonkretionen vorhanden. Zum Teil liegt auch ein

intensives Störungsbild vor. Detailaufnahmen von beobachteten Störungen in diesem Bereich dürften auf „deformation bands“ (AYDIN, 1978) hinweisen. Überlagert wird der Melker Sand von dunkelgrauen Tonen. Diese sind nicht kalkhaltig und zerfallen kleinstückig in plattigen Klufftkörpern. Bei diesen Tonen handelt es sich wahrscheinlich um „Älteren Schlier“ (Obereger), bei MATURA (1989) wird dieser als „schwarze, kohlschwarze, violettschwarze oder dunkelgrauviolette Tone und Tonschiefer, die oberflächlich schokoladebraune, seltener asch- bis violettgraue Verwitterungsfarben führen“, beschrieben. Er beschreibt diese Tone weiters als fest, dünnplattig, schiefrig oder dünnplattig, feinsandig-glimmig, vereinzelt geringfügig mergelig.

Am östlichen Ende des nicht mehr aufgeschlossenen Untersuchungsgebietes der Tagbaue treten Robulus Schlier (siltreicher Mergel, feinsandig, z.T. mit Sandsteinlagen) und Oncophora-Schichten zutage. Die Oncophora-Schichten können eine große Mächtigkeit erreichen und bestehen aus gelblichgrauen, geschichteten, glimmerigen Sanden und Schluffen mit Lagen kalkarmer Tonmergel. Aus Bohrkernen sind intensive Wechsellagerungen von feinkörnigen Sandsteinen und schluffigen laminierten Tonsteinen bekannt (Wessely 2006). In diesem östlichen Bereich des Untersuchungsgebietes wird der Melker Sand durch Löss überlagert.

Das Hollenburg-Karlstettener Konglomerat (Unterbaden), welches laut geologischer Karten ÖK 37 (MATURA et al., 1983) und ÖK 38 (FUCHS et al., 1984) etwas nördlich der Abbaue zu finden ist, wird als polymikt, v.a. aus kalkalpinen Elementen, aber auch mit eingeschalteten Flyschsandsteinen, beschrieben. Die Komponenten werden als kies- bis schottergroß beschrieben. Gerölle mit einem Durchmesser bis zu 20 cm sind selten. Die Rundung der Komponenten ist mäßig bis gut. Das Liegende der Konglomerate bilden bis zu mehreren Metern mächtige, hellgraue, teils feinstsandige Mergel.

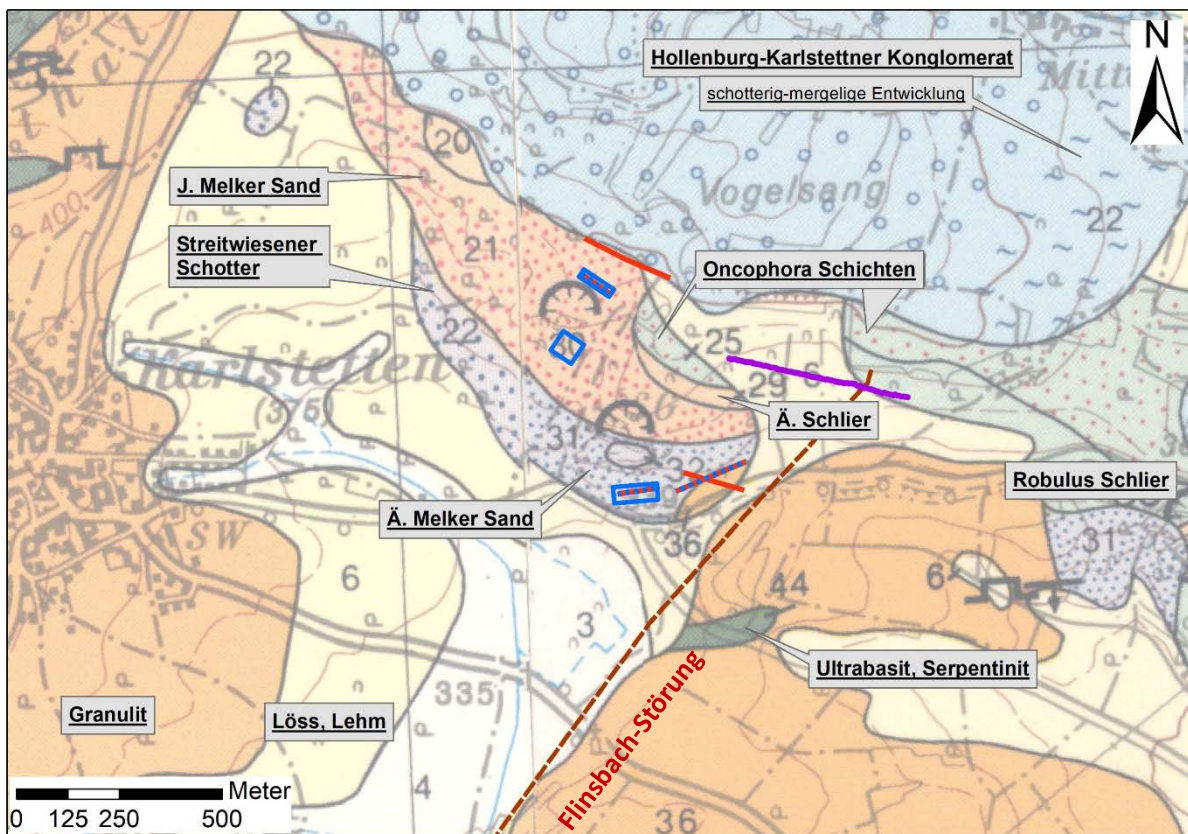


Abb. 2: Ausschnitt aus den geologischen Karten ÖK 37 (MATURA et al., 1983) und ÖK 38 (FUCHS et al., 1984); Eingetragen ist hier die Lage der geophysikalischen Messungen. Die blauen Markierungen kennzeichnen die Lage der Elektromagnetischen Messungen, die roten und violetten Linien sind geoelektrische Profilinien.

5 CHARAKTERISIERUNG VON HOCHREINEN QUARZSANDEN IM TAGBAUGEBIET KARLSTETTEN

Die rohstoffspezifische Charakterisierung und geophysikalische Bearbeitung von hochreinen Quarzsanden in den Tagebaugebieten der Quarzwerke Österreich GmbH in Melk gliedert sich in zwei Ansätze:

- **Methodischer Ansatz** für die Festlegung geophysikalischer Leit-Parameter für die rohstoffspezifische Charakterisierung von hochreinen Quarzsanden unter Verwendung von validen geologisch/lithologischen Aufschlussdaten (z.B. Bohrprofilen, Abbauaufschlüssen) und begleitenden labortechnischen Analysen (Mineralogie, Tonmineralogie, Granulometrie, Geochemie)
- **Methodischer Prospektionsansatz** mit unterschiedlichen geophysikalischen Methoden in Bereichen i) die durch Aufschlussbohrungen geologisch/lithologisch bestens dokumentiert, aber noch nicht abgebaut sind ii) in Bereichen vermuteter Verbreitung hochreiner Quarzsande, gepaart mit dem Interesse der Betreiberfirmen, um gegebenenfalls an Hand der Ergebnisse Aufschlussbohrungen lancieren zu können.

5.1 Methodische Umsetzung






Zu diesem Zweck wurden detaillierte geophysikalische Untersuchungen **direkt im Bereich der Tagebaue**, im anstehenden Melker Sand, vorgenommen. Diese Untersuchungsgebiete wurden so platziert, dass sie unterschiedliche Ausbildungsformen des Melker Sandes (Älterer Melker Sand / Jüngerer Melker Sand) betreffen (siehe Abb. 3). Zudem wurde einerseits an der Basis im bereits "ausgesandeten Bereich", im Übergang zum feinklastischen Liegenden, andererseits auf direktem Abbaugbiet, auf grobkörnigem Quarzsand, gemessen.


Im Sinn der Prospektion wurden zwei, durch Bohrungen geologisch gut dokumentierte Untersuchungsgebiete gewählt (siehe Abb. 3 und 4). Diese beschreiben einerseits eine mächtige, feinklastische Bedeckung - Abraum (Profil P7a) mit deutlich ausgebildetem Quarzsand im Liegenden. Andererseits eine geringmächtige, feinklastische Bedeckung mit einem geringmächtigen Quarzsandkörper (Profil Karl P2a/P2c). Die nachfolgende Legende beschreibt die Abbildungen 3 und 4.

Legende:

Grubenmasse

Bergbauberechtigter

-  QUARZWERKE Ges.m.b.H.
-  Quarzwerke Österreich GmbH
-  BACHNER Wilhelm Ges.m.b.H. & Co. KG
-  SCHMALEK Siegfried
-  SCHMALEK Günter u. Maria


-  Bohrung/Bohrprofil Quarzwerke
Bezeichnung: **K05/12**

10m Mächtigkeit Feinklastika (Bedeckung)

14m Mächtigkeit Quarzsand

20m Mächtigkeit Schluff/Ton (Liegendes)

ab 17m Kristallin


-  Bohrung/Bohrprofil FA Rohstoffgeologie
(HADES)


Geophysikalische

Untersuchungsmethoden

- 
Geoelektrikprofile

- 
Elektromagnetik Fläche (EM-CMD-Explorer)

- 
Geoelektrikprofil & Elektromagnetik
Profile (EM-CMD-Explorer & CMD-Duo)
gemeinsam gemessen

-  Probenahmepunkte

Zum Einsatz kamen folgende, bodengebundene, geophysikalische Verfahren:

- **Gleichstromgeoelektrik**
 - **Zwei Eigenentwicklungen der Geologischen Bundesanstalt**
- **Elektromagnetische Messverfahren**
 - **Gerät: EM – CMD – Explorer**
 - **Gerät: EM – CMD - DUO**

In ausgewählten Gebieten wurde mittels Gleichstromgeoelektrik (2D Tiefenwiderstandsplot), mit zwei von der Geologischen Bundesanstalt entwickelten Messgeräten, die Widerstandsverteilung des Untergrundes entlang von Profillinien erfasst. Dabei wurden mit unterschiedlichen Messkonfigurationen, unterschiedlichen Auflösungsoptionen für unterschiedliche Tiefenbereiche bis zu 60 Meter die Untergrundverhältnisse erfasst.

In denselben Gebieten wurden mit bodengebundenen elektromagnetischen Messverfahren (1D Tiefenwiderstandsplot / Flächen- und Profilauswertung) die Widerstandsverhältnisse des Untergrundes gemessen. Dieses Verfahren ergänzt optimal die Gleichstromgeoelektrik in der Hinsicht, dass hier grundsätzlich mit einer anderen Methode (Elektromagnetik) rasch die Verteilung des substratbezogenen, elektrischen Widerstandes, oberflächennahe detailliert erfasst werden kann und damit schnell vernünftige Ausgänge über die lithologische Zusammensetzung des Untergrundes auf Basis des elektrischen Widerstandes, getroffen werden können.

Dabei wurde das Messgerät CMD-Explorer der Firma GF Instruments (CZ) verwendet. Dieses Gerät besteht im Wesentlichen aus drei Spulenpaaren in unterschiedlicher Entfernung zueinander. An jedem Messpunkt wird von den Sendespulen ein elektromagnetisches Wechselfeld mit einer Frequenz von 10.000 Hz ausgesendet und das zeitgleich an den drei Empfangsspulen gemessene Signal wird direkt in drei scheinbare elektrische Leitfähigkeiten umgerechnet. Auf Grund der drei unterschiedlichen Spulenabstände, können diese Leitfähigkeiten auf unterschiedliche Tiefen unterhalb des Messgerätes bezogen werden. Mittels einer Inversion dieser Messdaten kann in Folge ein sogenannter 2-Schicht-Fall berechnet werden (Leitfähigkeit/Widerstand der 1. und 2. Schicht sowie Mächtigkeit der 1. Schicht). Die maximale Erkundungstiefe beträgt 6,7 m.

In Karlstetten wurden entlang eines bereits mit der Geoelektrik gemessenen Profils mit dem Gerät CMD-Duo der Firma GF-Instruments alle 2 Meter jeweils 6 Messungen durchgeführt. Für die drei Spulenabstände 10, 20 und 40 Meter und die beiden Spulenorientierungen vertikaler und horizontaler magnetischer Dipol erhält man somit 6 Werte für die scheinbare elektrische Leitfähigkeit in verschiedenen Tiefenbereichen. Damit wird eine maximale Erkundungstiefe von 60 Metern erreicht.

Diese scheinbaren Leitfähigkeiten dienen als Input für das Inversionsprogramm IX1D der Firma Interpex und als Output erhält man pro Messpunkt einen horizontalen Mehrschichtfall mit wahren elektrischen Leitfähigkeiten. Durch das variieren mehrerer Inversionsparameter (vor allem der Anzahl der Schichten) kann der Fehler des Inversionsergebnisses verkleinert werden.

Beide Verfahren wurden in Bereichen, in denen bereits geoelektrische Profile gemessen und ausgewertet wurden, eingesetzt um hier die beiden Methoden miteinander zu vergleichen und jeweils den Mehrwert für die Charakterisierung der Lockersedimente herauszuarbeiten.

Die geophysikalischen Messparameter in Karlstetten sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

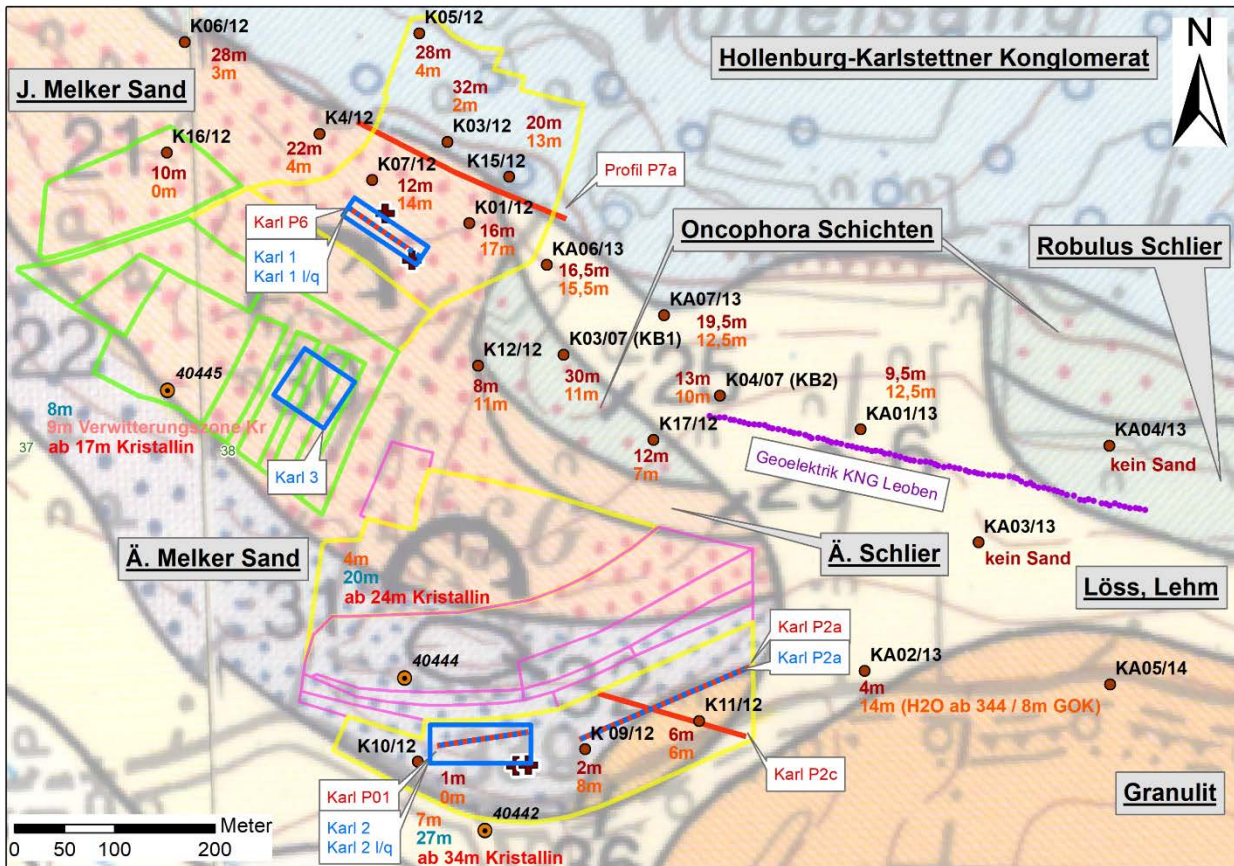


Abb. 3: Detaillage der geophysikalischen Messungen und Aufschlussdokumentation auf geologischer Karte ÖK 37 (MATURA et al., 1983) und ÖK 38 (FUCHS et al., 1984)

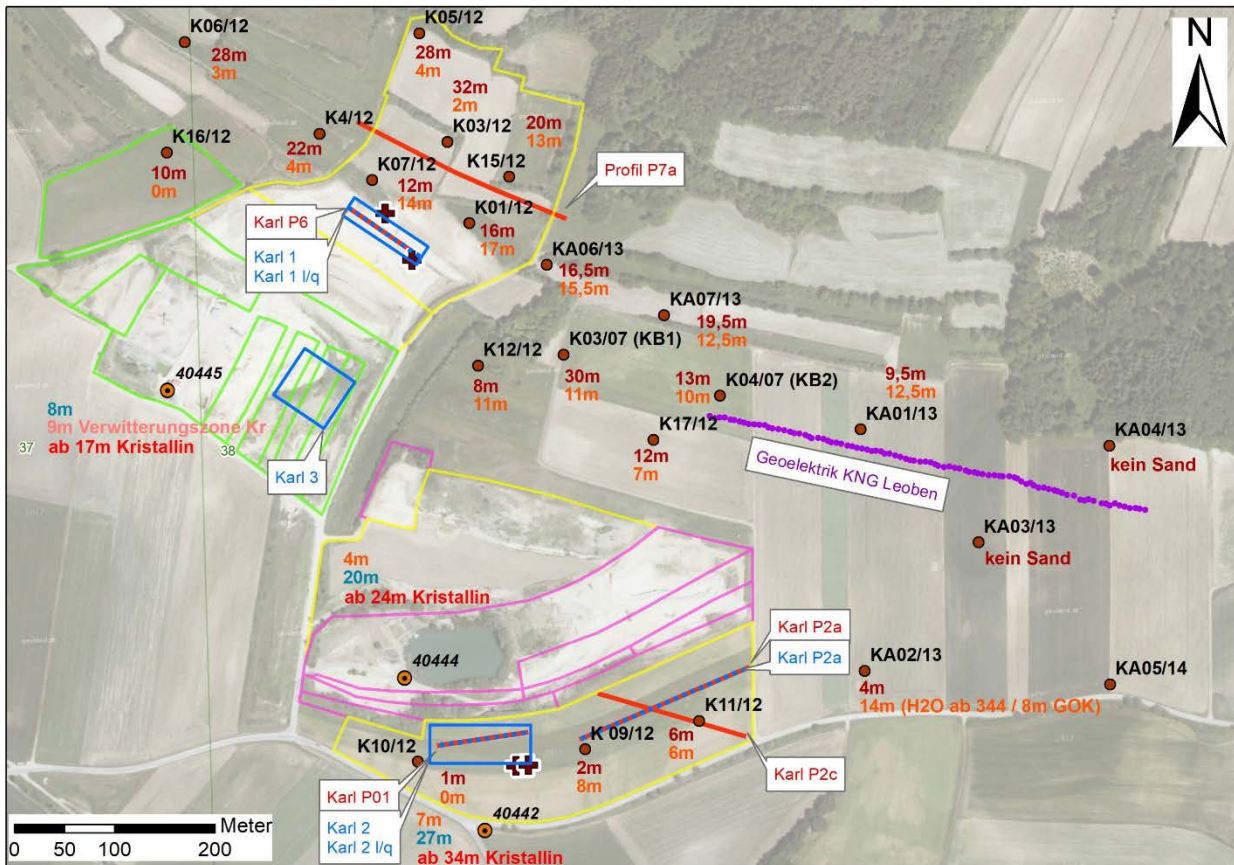


Abb. 4: Detaillage der geophysikalischen Messungen und Aufschlussdokumentation auf Orthofoto

Bezeichnung	Methode Profillänge (m)	max. Erkundungs- tiefe [m]	Fläche / Profil	Geologische Situation (Anstehend)	Abbausituation	Aufschluss Bohrungen / Proben	Stand der Auswertung	Abbildung	
Karl P7a	Gleichstromgeoelektrik 230	40	1 Profil	Jüngerer Melker Sand / Hollenb.- Karlstet. Kongl.	noch kein Abbau	K01/12 K07/12 K03/12 K15/12	fertig	Abb. 5, 32, 33, 34	Messegebiet 1
Karl P6	Gleichstromgeoelektrik 80	18	1 Profil	Jüngerer Melker Sand	an der Basis / ausgesandet	Karl-P6a Karl-P6b	fertig	Abb. 15, 32, 33, 34	
Karl 1	Elektromagnetik CMD - Explorer	2,2/4,25/6,7	3 Flächen	Jüngerer Melker Sand	an der Basis / ausgesandet		fertig	Abb. 6 - 14	
Karl 1 längs/quer	Elektromagnetik CMD - Explorer	6,5	2 Profile	Jüngerer Melker Sand	an der Basis / ausgesandet		fertig	Abb. 16, 17	
Karl 3	Elektromagnetik CMD - Explorer	2,2/4,25/6,7	3 Flächen	Jüngerer Melker Sand	an der Basis / ausgesandet		fertig	Abb. 6 - 11	
Karl P01	Gleichstromgeoelektrik 92	20	1 Profil	Jüngerer Melker Sand	an der Basis während Abbau	Karl-P1a Karl-P1b Karl-P1c	fertig	Abb. 18, 32, 33, 34	Messegebiet 2
Karl 2	Elektromagnetik CMD - Explorer	2,2/4,25/6,7	3 Flächen	Älterer Melker Sand	an der Basis während Abbau		fertig	Abb. 6 - 11	
Karl 2 längs/quer	Elektromagnetik CMD - Explorer	6,5	2 Profile	Älterer Melker Sand	an der Basis während Abbau		fertig	Abb. 19, 20	
Karl P2a	Gleichstromgeoelektrik 184	38	1 Profil	Älterer Melker Sand / Kristallin	noch kein Abbau	K 09/12 K 11/12	fertig	Abb. 21, 32, 33, 34	Messegebiet 3
Karl P2c	Gleichstromgeoelektrik 152	30	1 Profil	Älterer Melker Sand / Kristallin	noch kein Abbau		fertig	Abb. 22, 32, 33, 34	
Karl P2a	Elektromagnetik CMD - Duo	60	1 Profil	Älterer Melker Sand / Kristallin	noch kein Abbau		fertig	Abb. 23	
KNG_Leoben	Gleichstromgeoelektrik 445	70	1 Profil	Oncophora Schichten, Robulus Schlier	noch kein Abbau	KA04/13 KA01/13 K04/07	fertig	Abb. 32, 33, 34	Mg. 4

Tab. 1: Geophysikalische und geologische Parameter der geoelektrischen Messkampagne Karlstetten 2020

5.2 Geophysikalische Auswertungen

Bei der Auswertung der Ergebnisse wurde so vorgegangen, dass in der Reihenfolge der Messgebiete, von Norden gegen Südosten (vgl. Abb. 3 und Tab. 1), die Ergebnisse der unterschiedlichen Verfahren zueinander dargestellt werden. In den Abbildungen 5 bis 23 sind die Auswertungen sämtlicher geophysikalischen Messungen grafisch, jeweils als Widerstandsplot mit der Tiefe, dargestellt.

In den Abbildungen 32 bis 34 wurden erste Ergebnisse als 3D Plot zusammengefasst und beispielhaft den lithologischen / Korngrößenanalytischen / granulometrischen Parametern aus den Explorationsbohrungen gegenübergestellt.

Die Erhebung und Aufbereitung von geologisch-lithologischen Aufschlussdaten ist in den Tabellen 2 bis 6 sowie in den Abbildungen 35 bis 37 ersichtlich.

Eine geologisch-lithologische Interpretation für die rohstoffspezifische Charakterisierung von hochreinen Quarzsanden erfolgt nach Auswertung und Zusammenführung zusätzlich durchgeführter neuer Messungen 2021 samt geologischer Informationen.

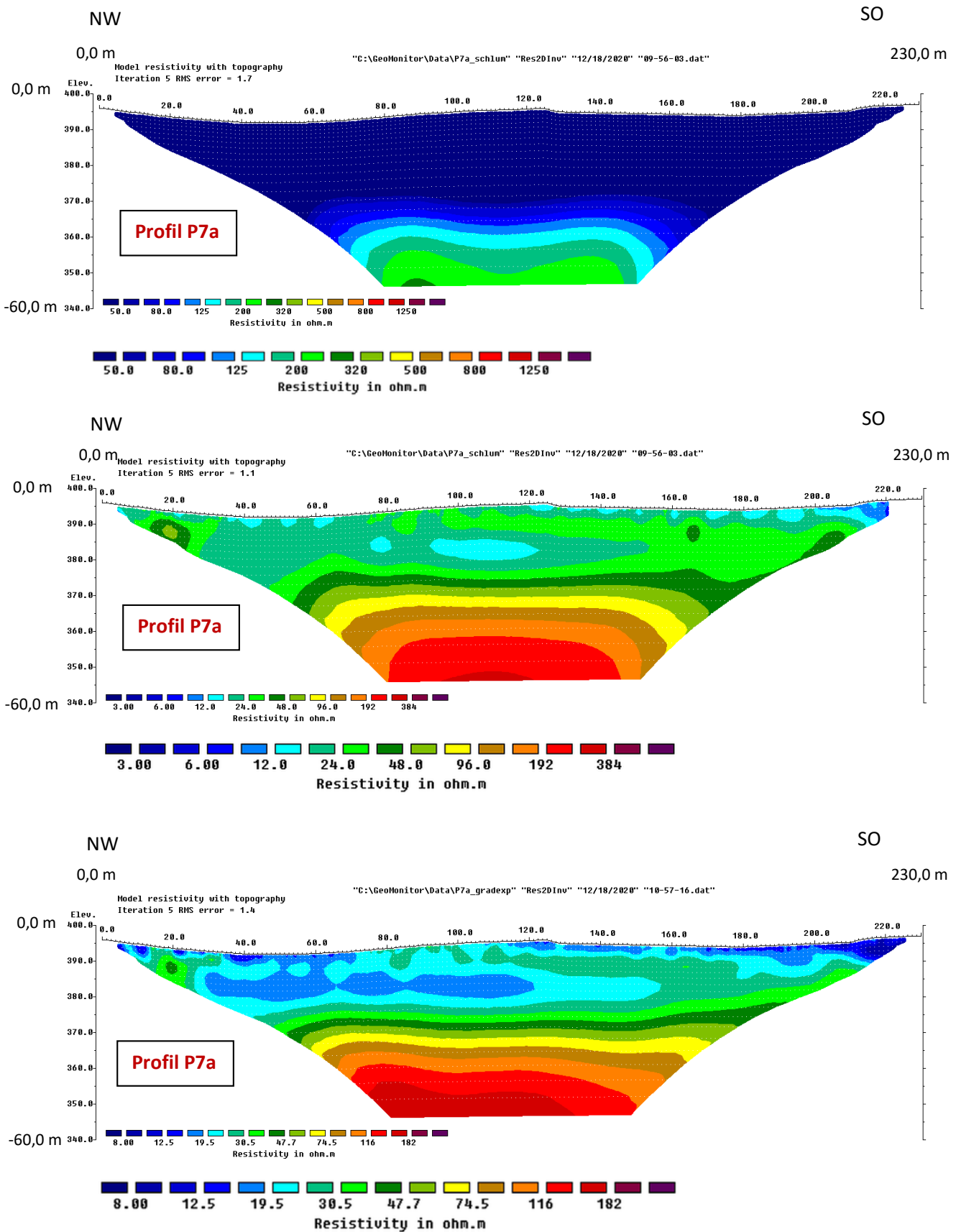


Abb. 5: Inversionsergebnis Geoelektrikprofil Karl P7a. Gegenüberstellung/Vergleich unterschiedlicher Inversionsalgorithmen mit unterschiedlichen Einteilungen der spezifischen elektrischen Widerstandswerte (Farbskala)

Legende:

Probenahmepunkte	
+	EM
ms/m	ohm.m
0,2 - 0,5	5000 - 2000
0,5 - 2,0	2000 - 500
2,1 - 4,0	500 - 250
4,1 - 6,0	250 - 167
6,1 - 8,0	167 - 125
8,1 - 10,0	125 - 100
10,1 - 12,0	100 - 83
12,1 - 14,0	83 - 71
14,1 - 16,0	71 - 63
16,1 - 18,0	63 - 56
18,1 - 20,0	56 - 50
20,1 - 22,0	50 - 45
22,1 - 24,0	45 - 42
24,1 - 26,0	42 - 38
26,1 - 28,0	38 - 36
28,1 - 30,0	36 - 33

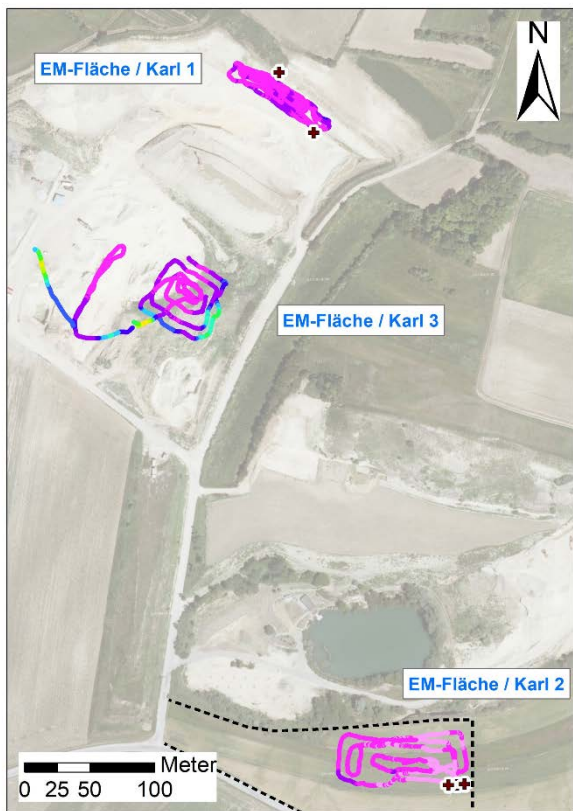


Abb. 6: EM CMD - Leitfähigkeit/Widerstand
 Spulenabstand 1,48 m
 max. Erkundungstiefe: 2,2m
 einheitliche Farbskala

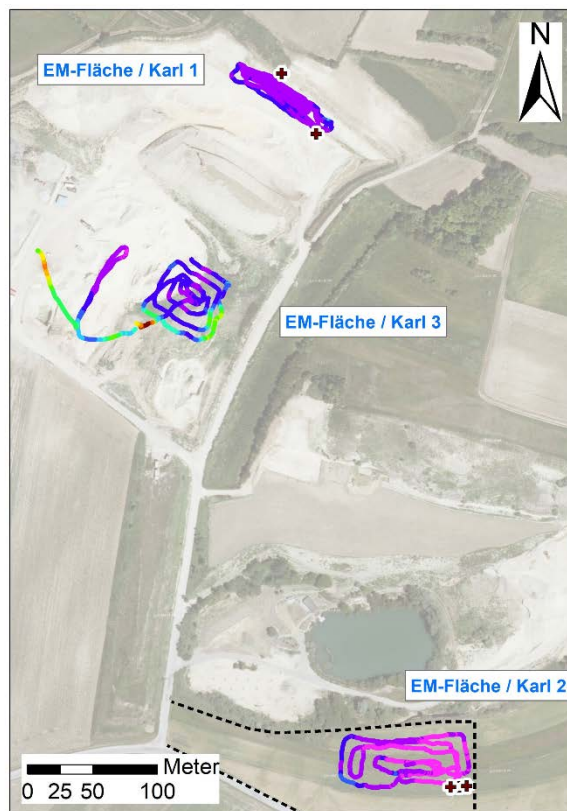


Abb. 7: EM CMD - Leitfähigkeit/Widerstand
 Spulenabstand 2,82 m
 max. Erkundungstiefe: 4,25m
 einheitliche Farbskala

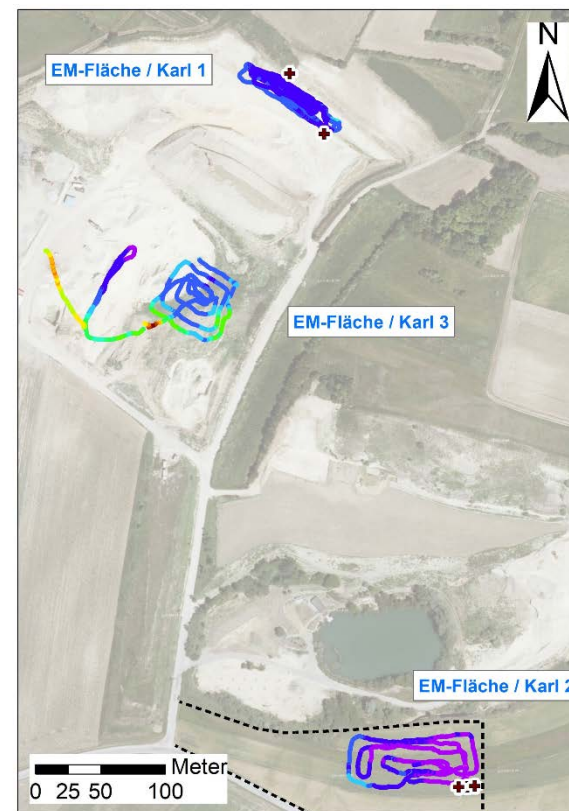


Abb. 8: EM CMD - Leitfähigkeit/Widerstand
 Spulenabstand 4,49 m
 max. Erkundungstiefe: 6,7m
 einheitliche Farbskala

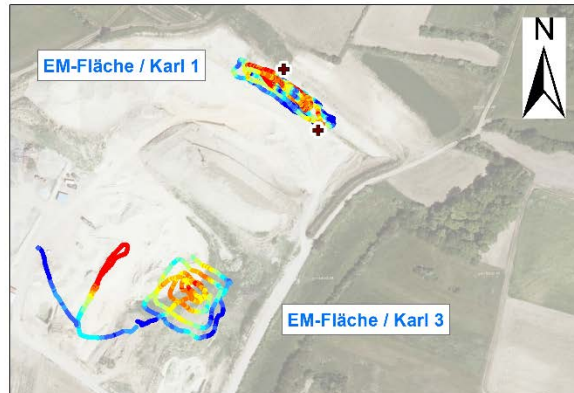
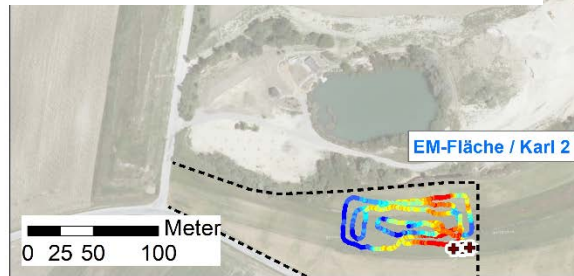


Abb. 9: EM CMD - Leitfähigkeit/Widerstand
Spulenabstand 1,48 m
max. Erkundungstiefe: 2,2m
individuelle Farbskala



Legende:		
EM 1-48 / Karl 1 ms/m	EM 1-48 / Karl 2 ms/m	EM 1-48 / Karl 3 ms/m
● 2,81 - 3,12	● 1,07 - 1,58	● 2,53 - 3,37
● 3,13 - 3,21	● 1,59 - 1,78	● 3,38 - 3,65
● 3,22 - 3,30	● 1,79 - 1,95	● 3,66 - 3,81
● 3,31 - 3,46	● 1,96 - 2,06	● 3,82 - 4,03
● 3,47 - 3,61	● 2,07 - 2,16	● 4,04 - 4,39
● 3,62 - 3,76	● 2,17 - 2,29	● 4,40 - 4,98
● 3,77 - 3,90	● 2,30 - 2,48	● 4,99 - 6,13
● 3,91 - 4,06	● 2,49 - 2,71	● 6,14 - 8,73
● 4,07 - 4,31	● 2,72 - 3,28	● 8,74 - 12,98
● 4,32 - 7,98	● 3,29 - 6,04	● 12,99 - 21,16

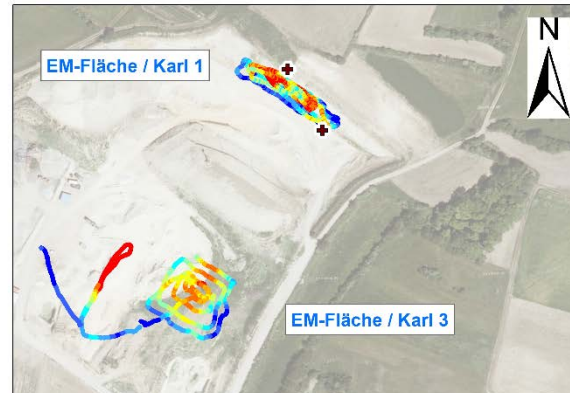
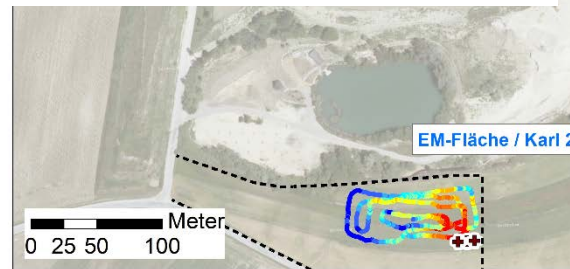


Abb. 10: EM CMD - Leitfähigkeit/Widerstand
Spulenabstand 2,82 m
max. Erkundungstiefe: 4,25m
individuelle Farbskala



Legende:		
EM 2-82 / Karl 1 ms/m	EM 2-82 / Karl 2 ms/m	EM 2-82 / Karl 3 ms/m
● 4,47 - 4,90	● 2,59 - 3,04	● 3,90 - 5,46
● 4,91 - 5,04	● 3,05 - 3,32	● 5,47 - 5,94
● 5,05 - 5,18	● 3,33 - 3,62	● 5,95 - 6,24
● 5,19 - 5,33	● 3,63 - 3,82	● 6,25 - 6,58
● 5,34 - 5,48	● 3,83 - 4,00	● 6,59 - 7,04
● 5,49 - 5,63	● 4,01 - 4,16	● 7,05 - 7,91
● 5,64 - 5,83	● 4,17 - 4,34	● 7,92 - 9,73
● 5,84 - 6,14	● 4,35 - 4,71	● 9,74 - 13,62
● 6,15 - 6,46	● 4,72 - 5,81	● 13,63 - 16,88
● 6,47 - 10,34	● 5,82 - 9,80	● 16,89 - 29,15

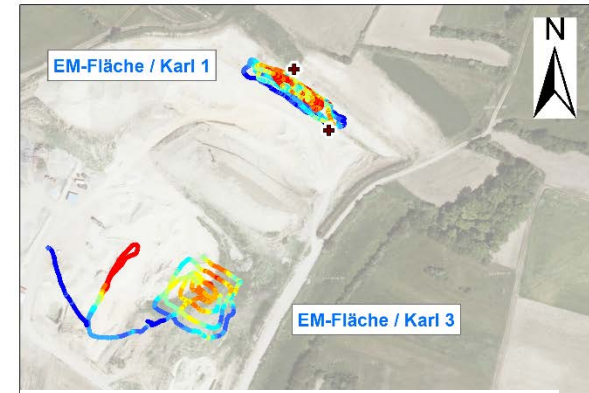
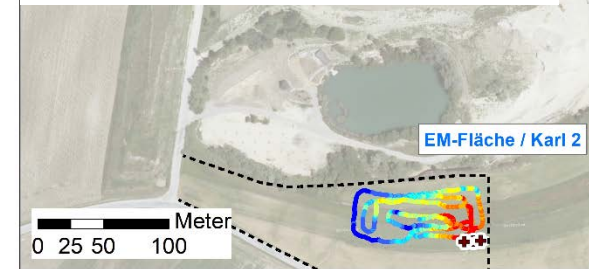


Abb. 11: EM CMD - Leitfähigkeit/Widerstand
Spulenabstand 4,49 m
max. Erkundungstiefe: 6,7m
individuelle Farbskala



Legende:		
EM 4-49 / Karl 1 ms/m	EM 4-49 / Karl 2 ms/m	EM 4-49 / Karl 3 ms/m
● 6,65 - 7,06	● 3,91 - 4,60	● 5,41 - 7,83
● 7,07 - 7,20	● 4,61 - 4,88	● 7,84 - 8,51
● 7,21 - 7,33	● 4,89 - 5,29	● 8,52 - 8,86
● 7,34 - 7,44	● 5,30 - 5,63	● 8,87 - 9,27
● 7,45 - 7,57	● 5,64 - 5,84	● 9,28 - 9,77
● 7,58 - 7,78	● 5,85 - 6,07	● 9,78 - 10,53
● 7,79 - 8,04	● 6,08 - 6,32	● 10,54 - 12,67
● 8,05 - 8,48	● 6,33 - 6,72	● 12,68 - 15,83
● 8,49 - 8,98	● 6,73 - 7,82	● 15,84 - 18,96
● 8,99 - 12,4	● 7,83 - 11,64	● 18,97 - 28,62

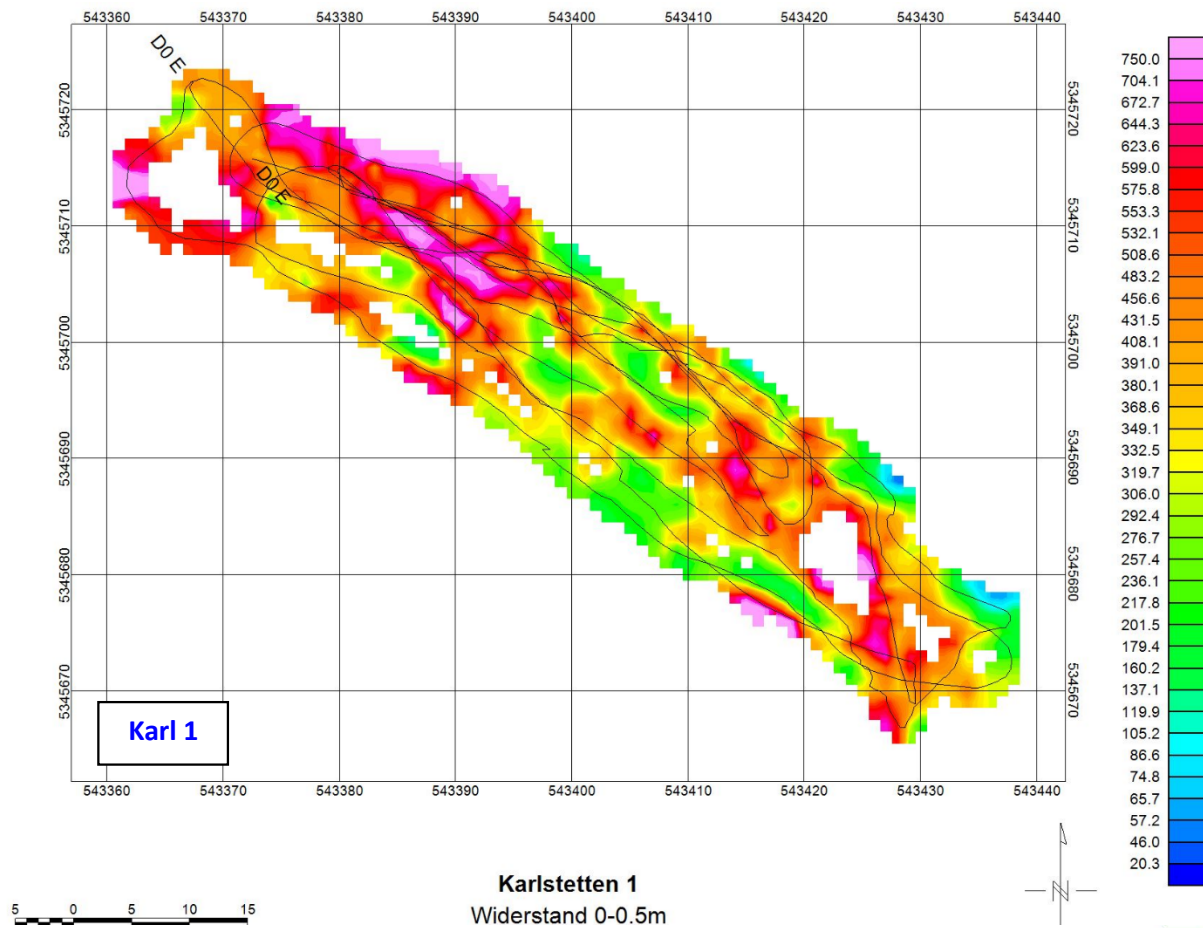


Abb. 12:
EM-CMD Messung Karl1,
Spezifischer elektrischer
Widerstand aus der
Boden-EM als
Horizontalschnitt in der
Tiefe von 0-0.5m

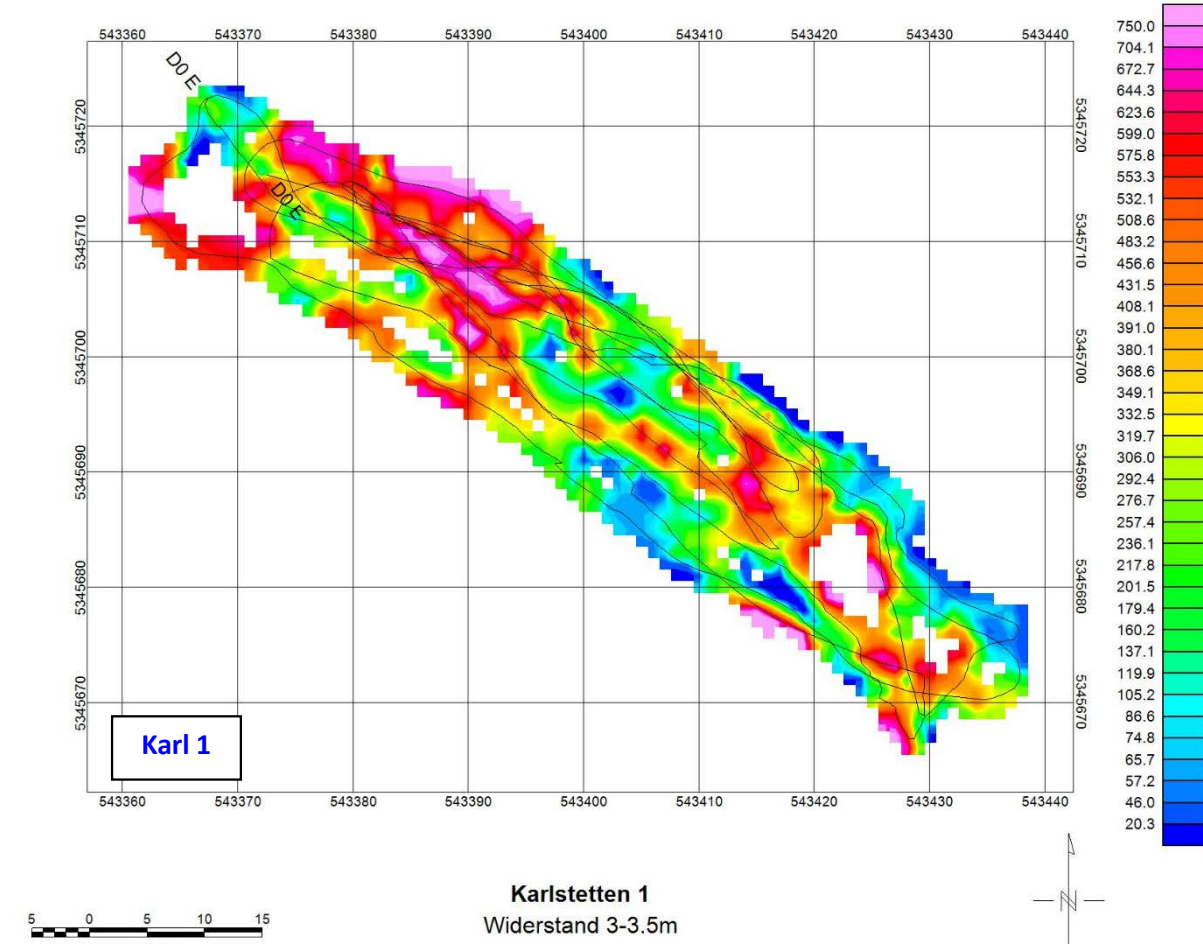


Abb. 13:
EM-CMD Messung Karl1,
Spezifischer elektrischer
Widerstand aus der
Boden-EM als
Horizontalschnitt in der
Tiefe von 3-3,5m

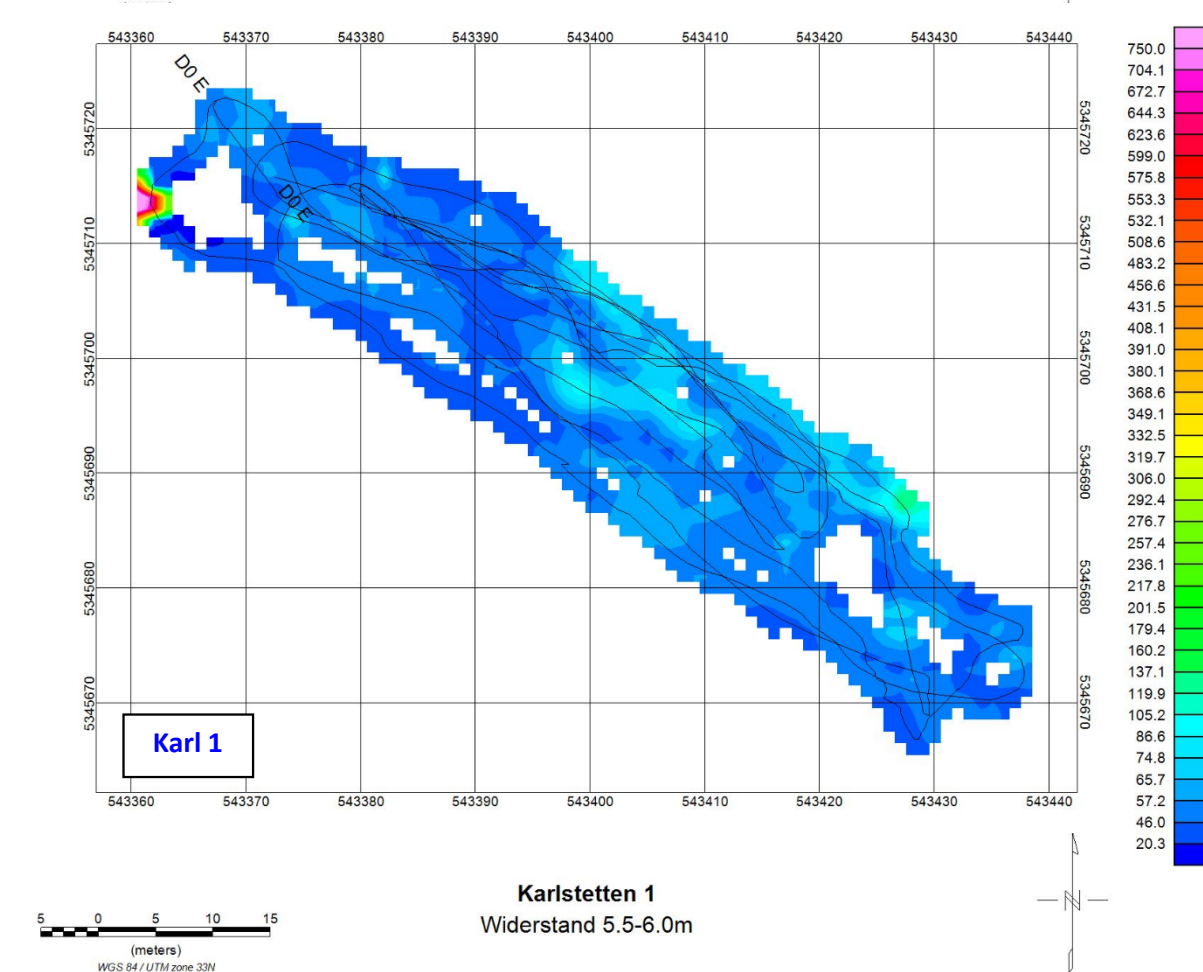


Abb. 14:
EM-CMD Messung Karl1,
Spezifischer elektrischer
Widerstand aus der
Boden-EM als
Horizontalschnitt in der
Tiefe von 5-5,6m

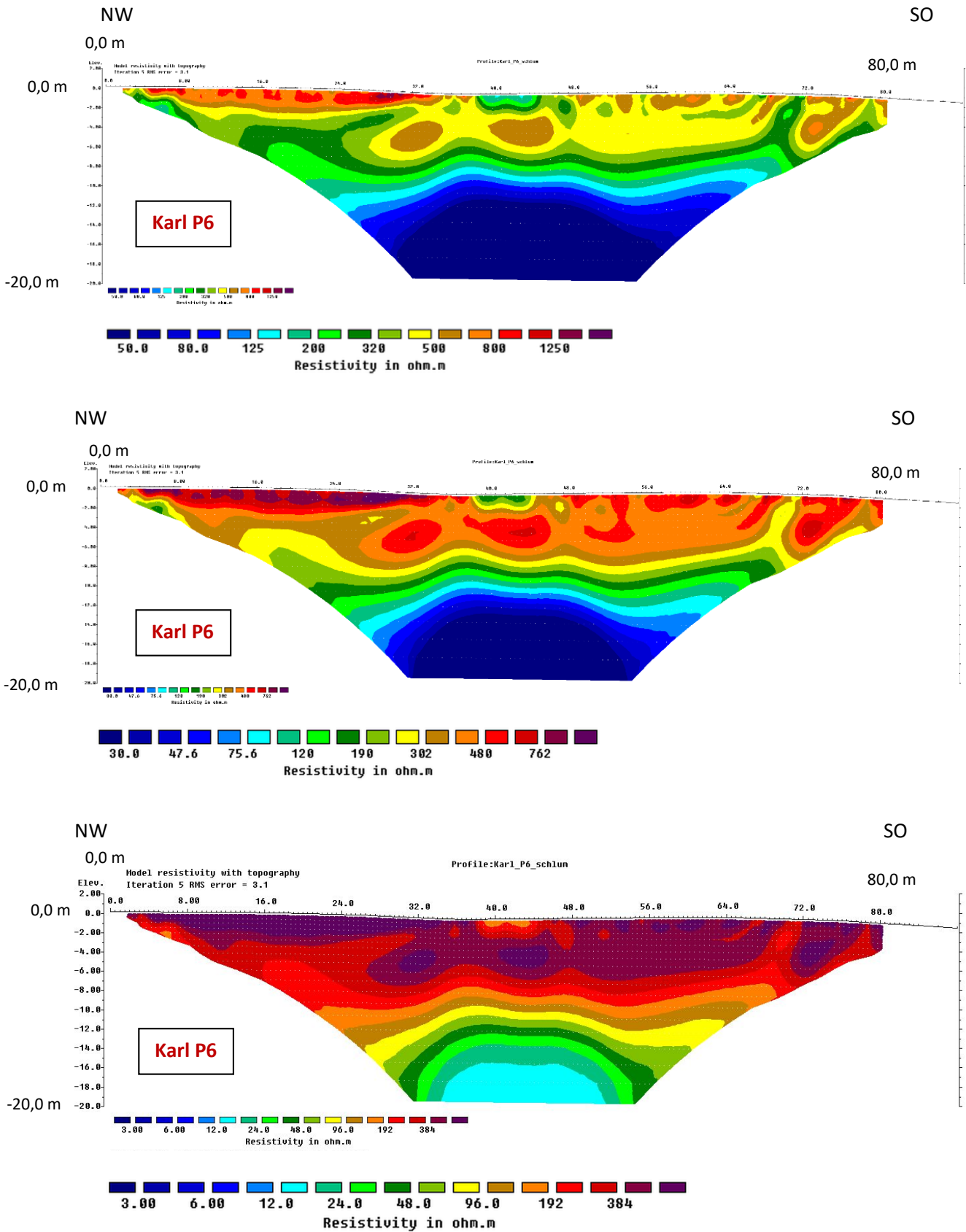


Abb. 15: Inversionsergebnis Geoelektrikprofil Karl P6. Gegenüberstellung/Vergleich der selben Inversionsergebnisse mit unterschiedlichen Einteilungen der spezifischen elektrischen Widerstandswerte (Farbskala)

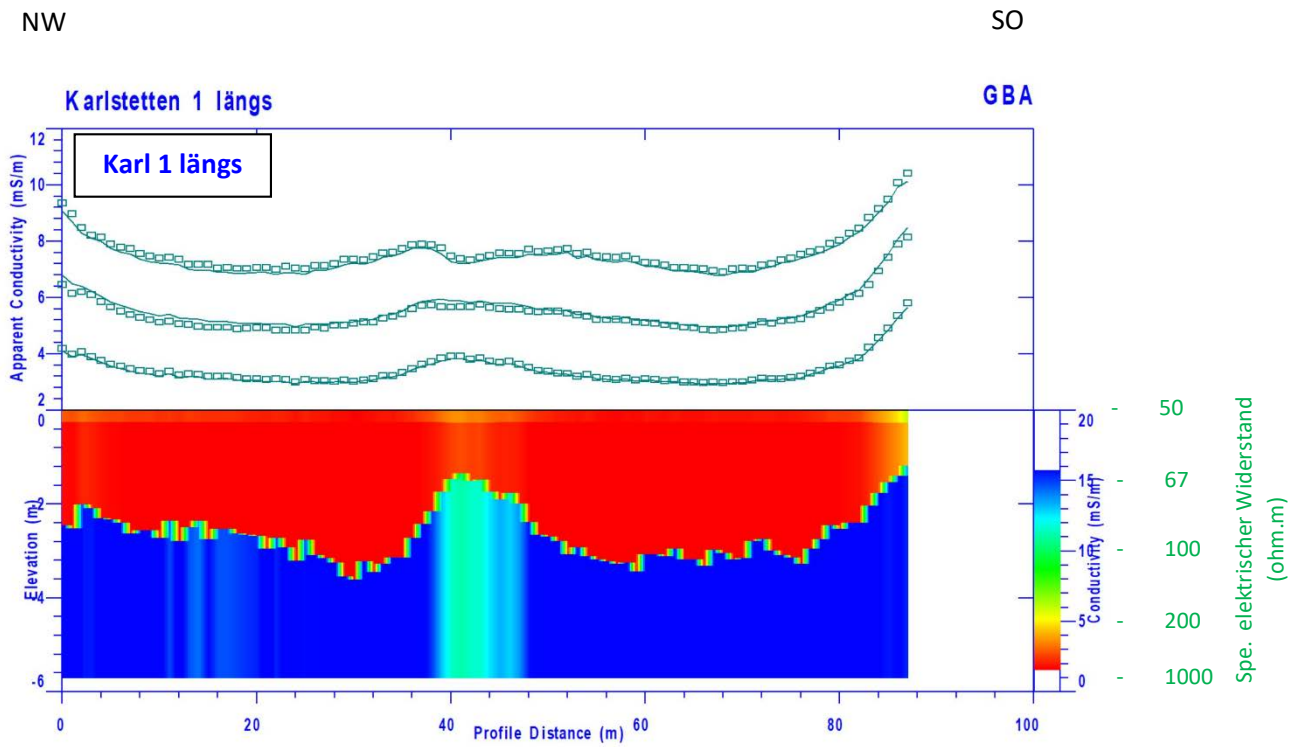


Abb. 16: 1D Inversion (2-Schicht-Fall) der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit/Widerstand der Boden-EM-CMD-Explorer Messung am Profil Karl 1 quer. Die Ausrichtung der Spulenabstände ist längs (entlang) der Profillinie

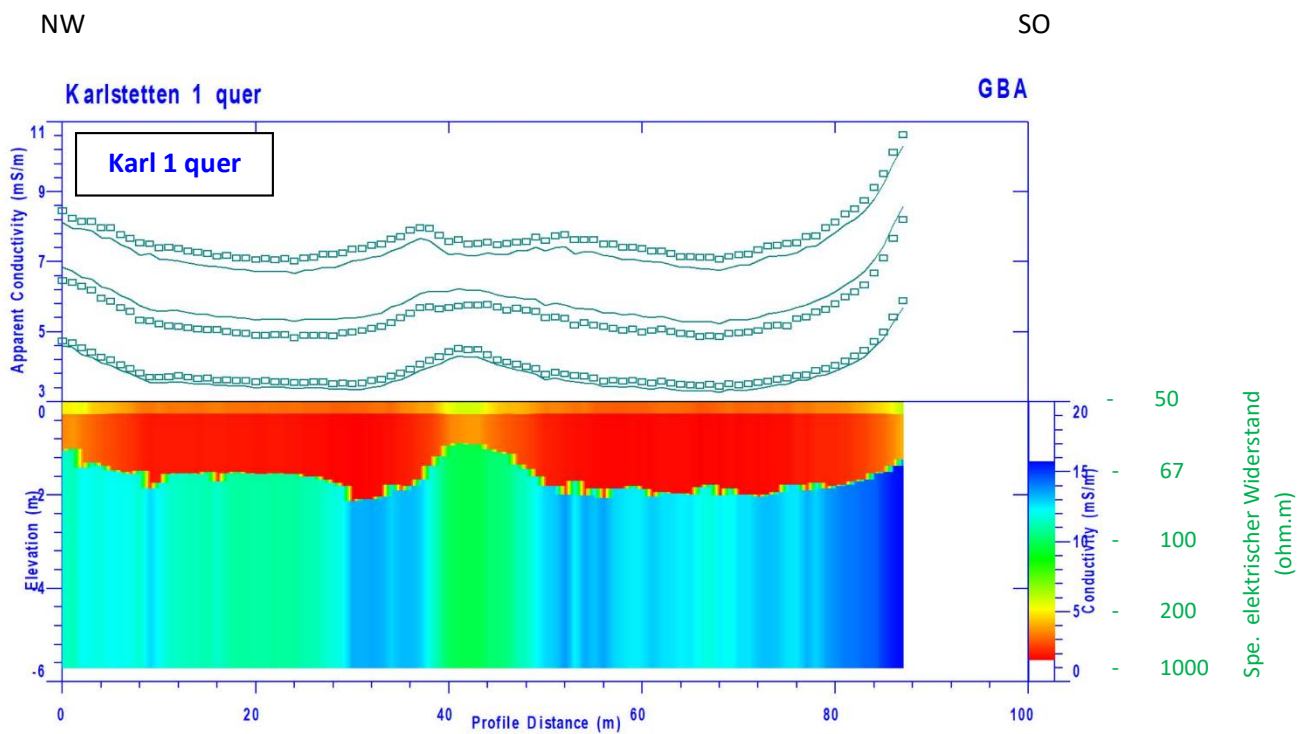


Abb. 17: 1D Inversion (2-Schicht-Fall) der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit/Widerstand der Boden-EM-CMD-Explorer Messung am Profil Karl 1 quer. Die Ausrichtung der Spulenabstände ist quer zur Profillinie

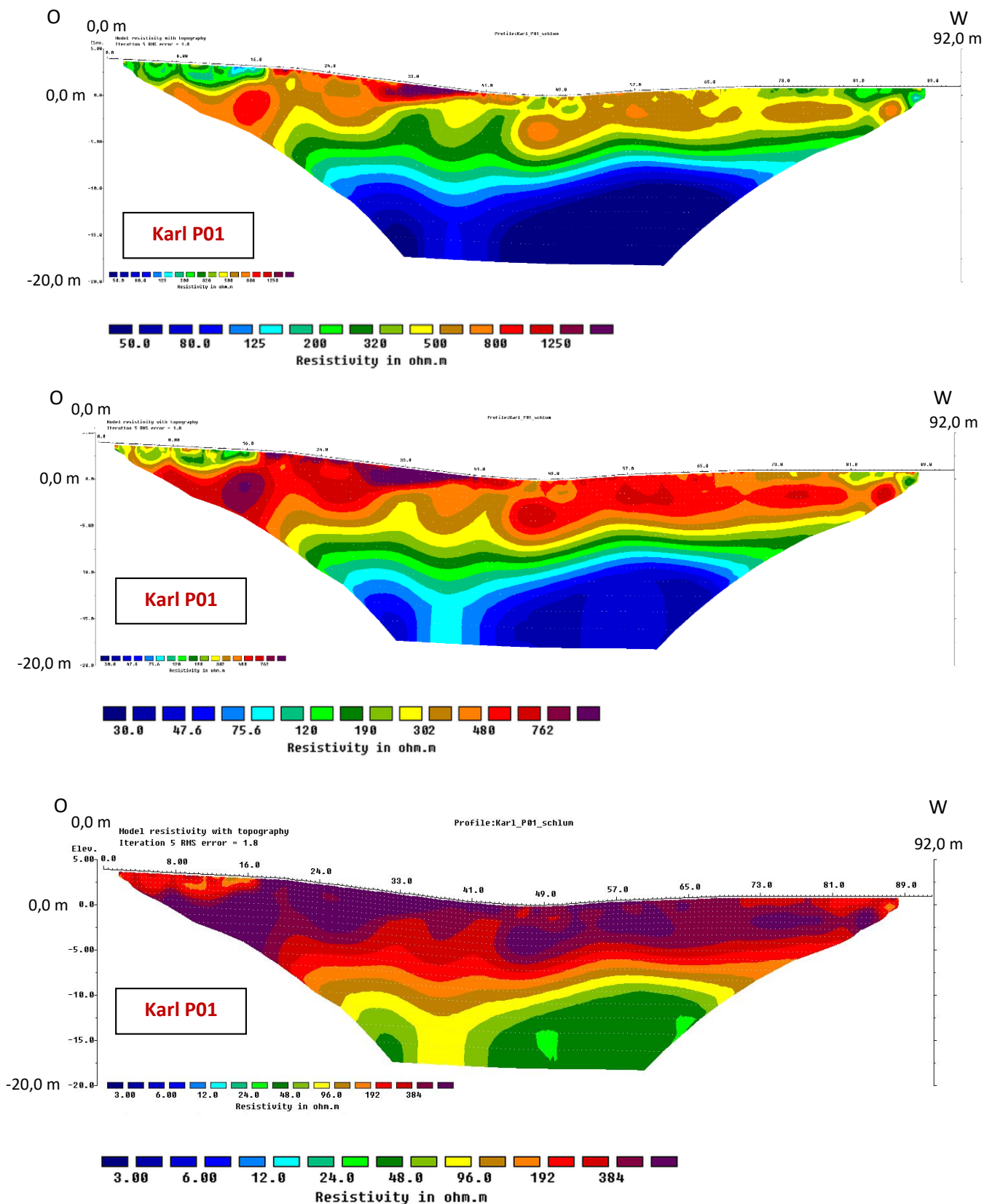


Abb.18: Inversionsergebnis Geoelektrikprofil Karl P01. Gegenüberstellung/Vergleich derselben Inversionsergebnisse mit unterschiedlichen Einteilungen der spezifischen elektrischen Widerstandswerte (Farbskala)

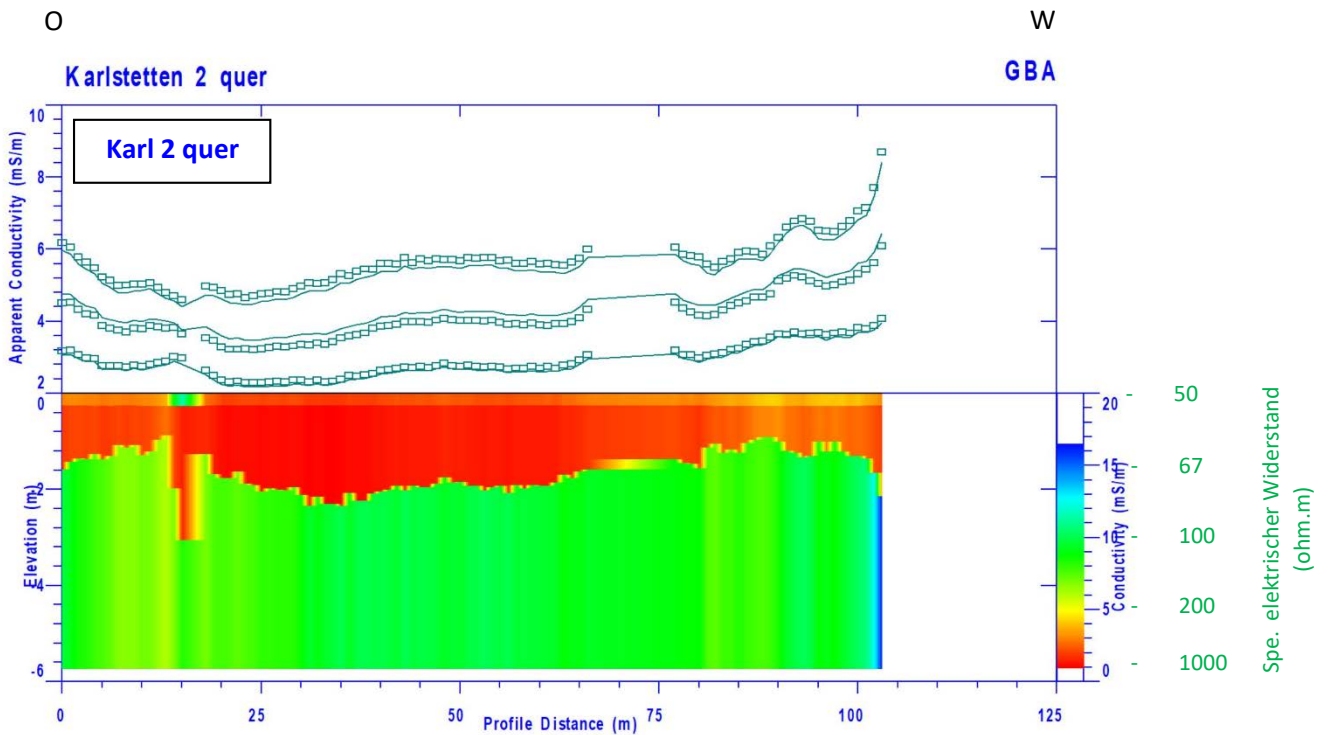


Abb. 19: 1D Inversion (2-Schicht-Fall) der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit/Widerstand der Boden-EM-CMD-Explorer Messung am Profil Karl 2 quer. Die Ausrichtung der Spulenabstände ist quer zur Profillinie

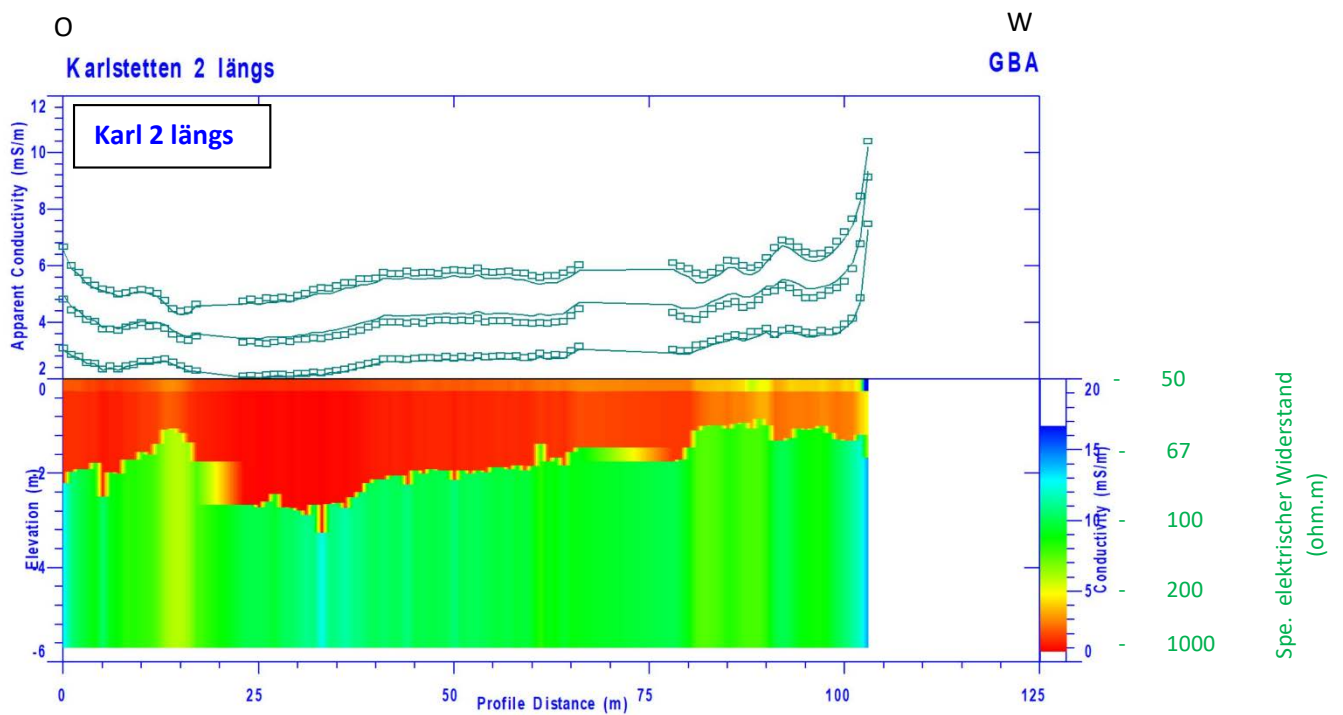


Abb. 20: 1D Inversion (2-Schicht-Fall) der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit/Widerstand der Boden-EM-CMD-Explorer Messung am Profil Karl 2 quer. Die Ausrichtung der Spulenabstände ist längs (entlang) der Profillinie

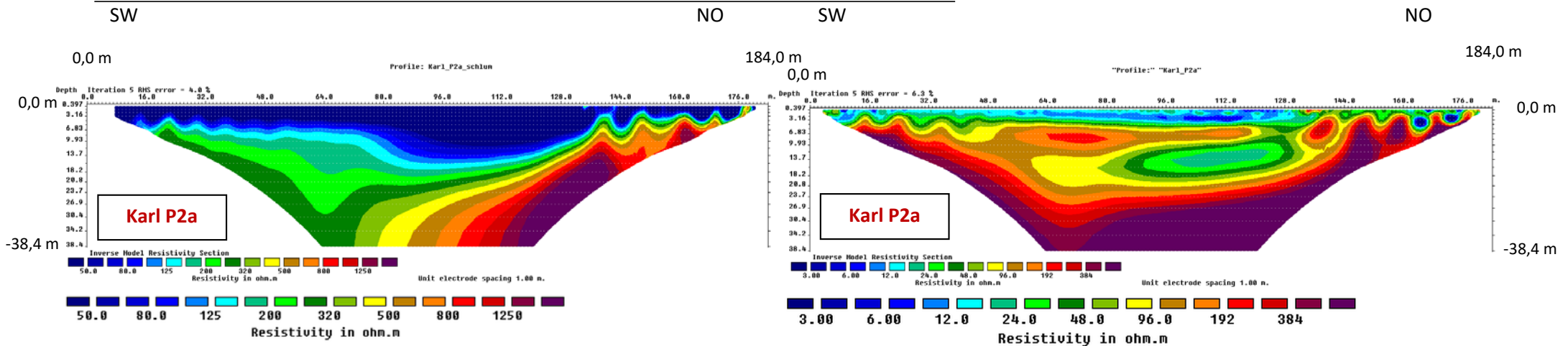


Abb. 21: Inversionsergebnis Geoelektrikprofil Karl P2a. Gegenüberstellung/Vergleich unterschiedlicher Inversionsalgorithmen mit unterschiedlichen Einteilungen der spezifischen elektrischen Widerstandswerte (Farbskala)

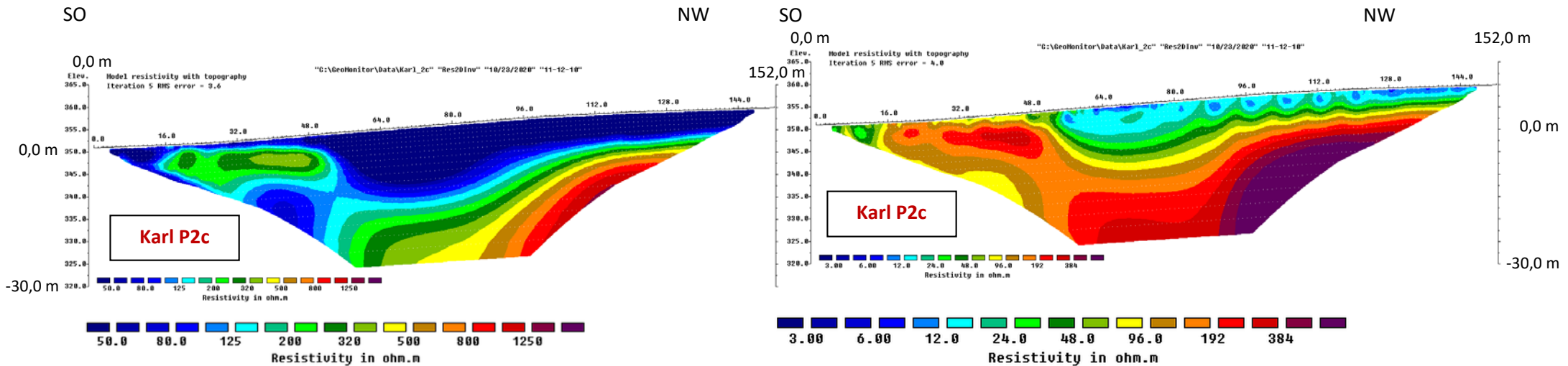


Abb. 22: Inversionsergebnis Geoelektrikprofil Karl P2c. Gegenüberstellung/Vergleich unterschiedlicher Inversionsalgorithmen mit unterschiedlichen Einteilungen der spezifischen elektrischen Widerstandswerte (Farbskala)

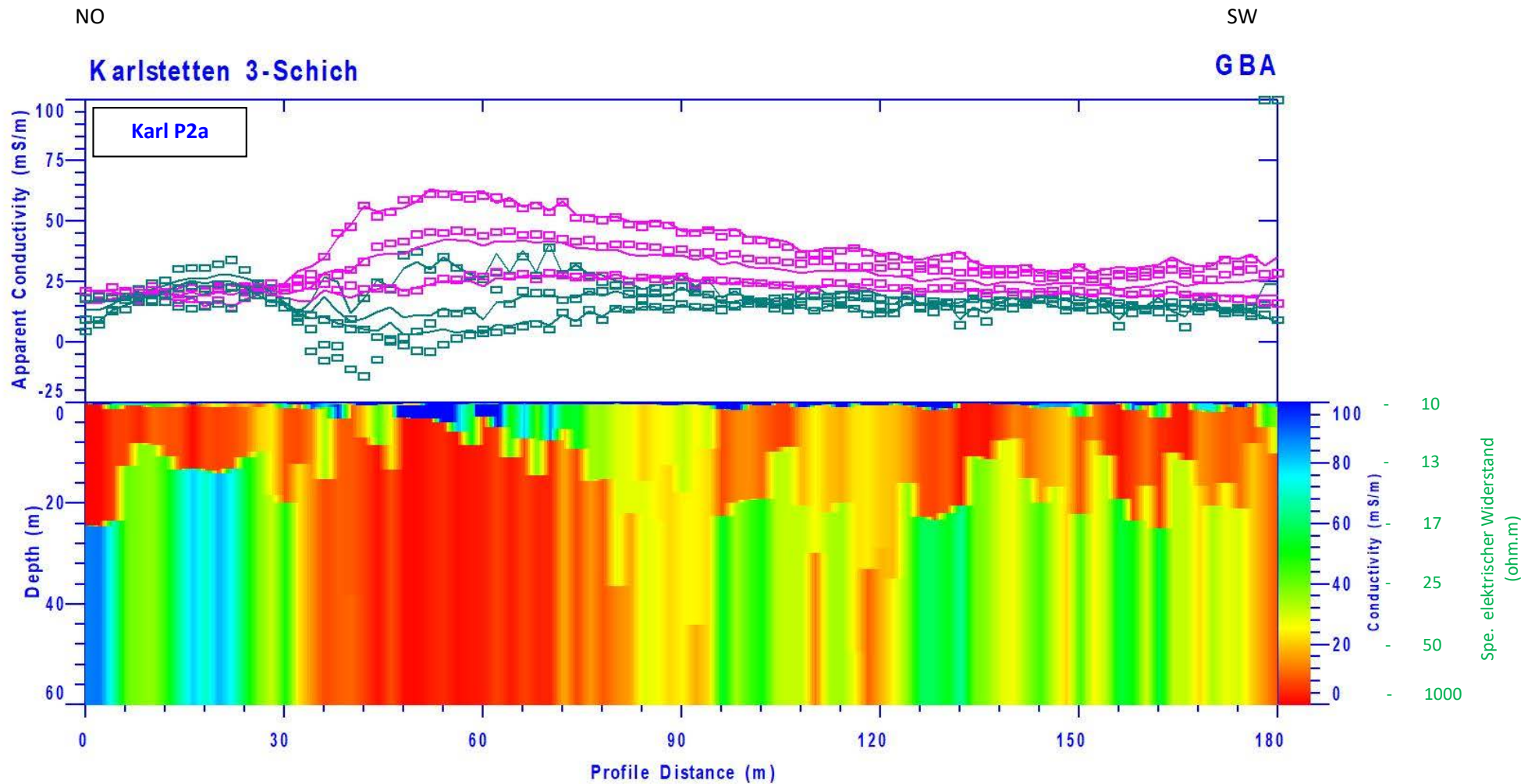


Abb. 23: 1D Inversion (Mehrschichtfall) der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit/Widerstand der Boden-EM-CMD-DUO Messung am Profil Karl P2a.

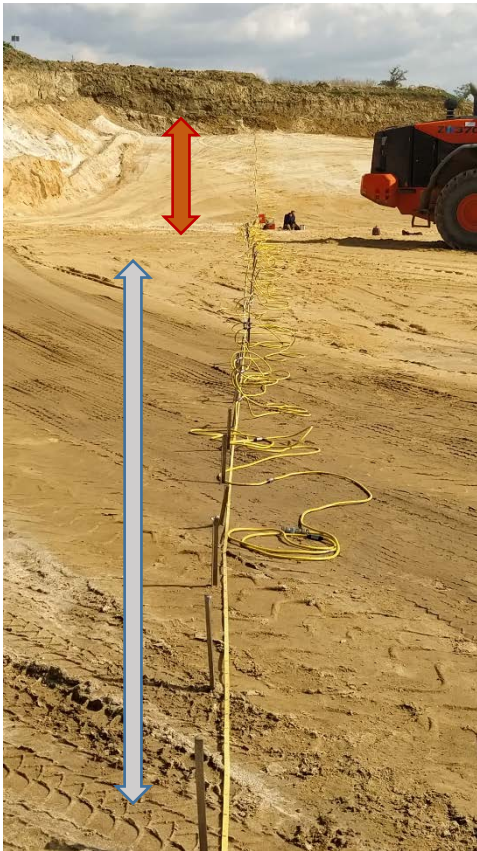


Abb. 24: Lage Geoelektrikprofil Karl P01, Blickrichtung gegen Osten, roter Blockpfeil kennzeichnet noch abzubauenen Quarzsand, grauer Blockpfeil kennzeichnet den bereits ausgesandeten Bereich, Geoelektrikprofil P01 erstreckt sich über beide Bereiche

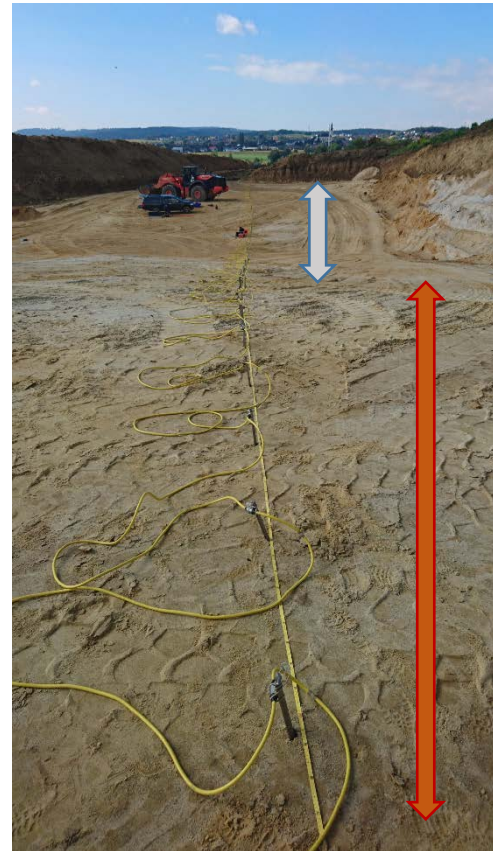


Abb. 25: Lage Geoelektrikprofil Karl P01, Blickrichtung gegen Westen, roter Blockpfeil kennzeichnet noch abzubauenen Quarzsand, grauer Blockpfeil kennzeichnet den bereits ausgesandeten Bereich, Geoelektrikprofil P01 erstreckt sich über beide Bereiche



Abb. 26: EM-CMD-Explorer Messung entlang Geoelektrik- profil Karl P01, Blickrichtung gegen Osten, roter Blockpfeil kennzeichnet noch abzubauenen Quarzsand, grauer Blockpfeil kennzeichnet den bereits ausgesandeten Bereich

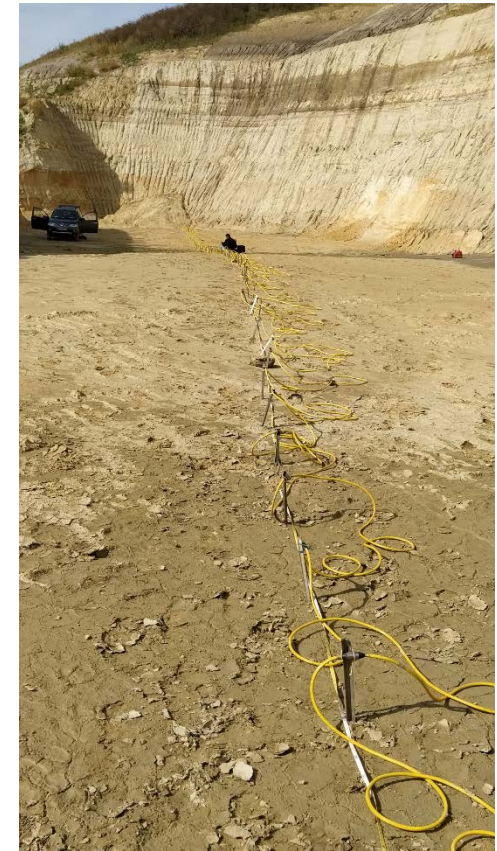


Abb. 27: Lage Geoelektrikprofil Karl P6 an der Basis des bereits ausgesandeten Bereichs, Blickrichtung gegen NW



Abb. 28: Lage Goelektrikprofil Karl P2a im geplanten Abbauggebiet, Blickrichtung gegen SW in Richtung Goelektrikprofil P01, gelbe Linie kennzeichnet die Lage von Goelektrikprofil Karl P2c (siehe Abb. 29)



Abb. 29: Lage Goelektrikprofil Karl P2c im geplanten Abbauggebiet, Blickrichtung gegen NW; gelbe Linie kennzeichnet die Lage von Goelektrikprofil Karl P2a (siehe Abb. 28)



Abb. 30: EM-CMD-DUO Messung entlang Goelektrikprofil Karl P2a, Blickrichtung gegen Osten



Abb. 31: Lage Goelektrikprofil P7a, Blickrichtung gegen NW, 10er Meter mächtiger feinklastischer Abraum

5.2.1 Grafische Zusammenführung der Ergebnisse / Erstauswertung

Versuchsweise wurden in einem ersten Schritt, ersichtlich in den nachfolgenden Abbildungen 32 bis 34, in einer 3D Ansicht die Ergebnisse der geoelektrischen Messungen als Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes mit den Korngrößenanalysen aus den Aufschlussbohrungen zusammengeführt (Abb. 32 und Abb. 34). Damit wird auf grafischem Weg die Beziehung des spezifischen elektrischen Widerstandes (ohm.m) mit der lithologischen/granulometrischen Charakteristik des Untergrundes quantitativ in Beziehung gesetzt.

Die Legende der lithologischen Bohrkernberschreibungen (Abb. 33 und Abb 34) entspricht farblich den Widerstandswerten aus den Inversionsergebnissen der geoelektrischen Messungen. Eine höherohmige (gelbe, orange bis ziegelrote) Farbverteilung in den Widerstandswerten wird dem Quarzsand mit höherem Grobkornanteil zugeordnet. Grünliche Farbtöne in der Widerstandsverteilung werden als Sand mit etwas höherem Feinsand/Schluffanteil angesprochen. Die in einem blauen Farbton dargestellten, niederohmigen Widerstandswerte, entsprechen sehr feinklastischen Sedimenten in Form von Schluff und Ton. Damit wird dieser niederohmige Widerstandsbereich (< 100 ohm.m) nicht als Quarzsand klassifiziert.

Interessant ist der Widerstandsvergleich von hochreinem, grobkornbetontem Quarzsand mit Granulit an der Basis der sedimentären Ablagerungen. Diese entscheidende Fragestellungen wird mit weiteren vergleichenden geophysikalischen Messungen an repräsentiven Standorten untersucht.

In der Abbildung 34 wird dann versucht, quantitativ anhand der Ausdehnung der Ringe, die Verteilung (Gehalt an) der Kornfraktion darzustellen. Dabei zeigt sich eine gute Übereinstimmung von höheren, grobkornbetonten Quarzsandgehalten mit höheren Widerstandswerten aus der Geoelektrik, sodass die Platznahme und Ausdehnung des Quarzsandes im Sinne einer geophysikalischen Prospektion gut verfolgt werden kann.

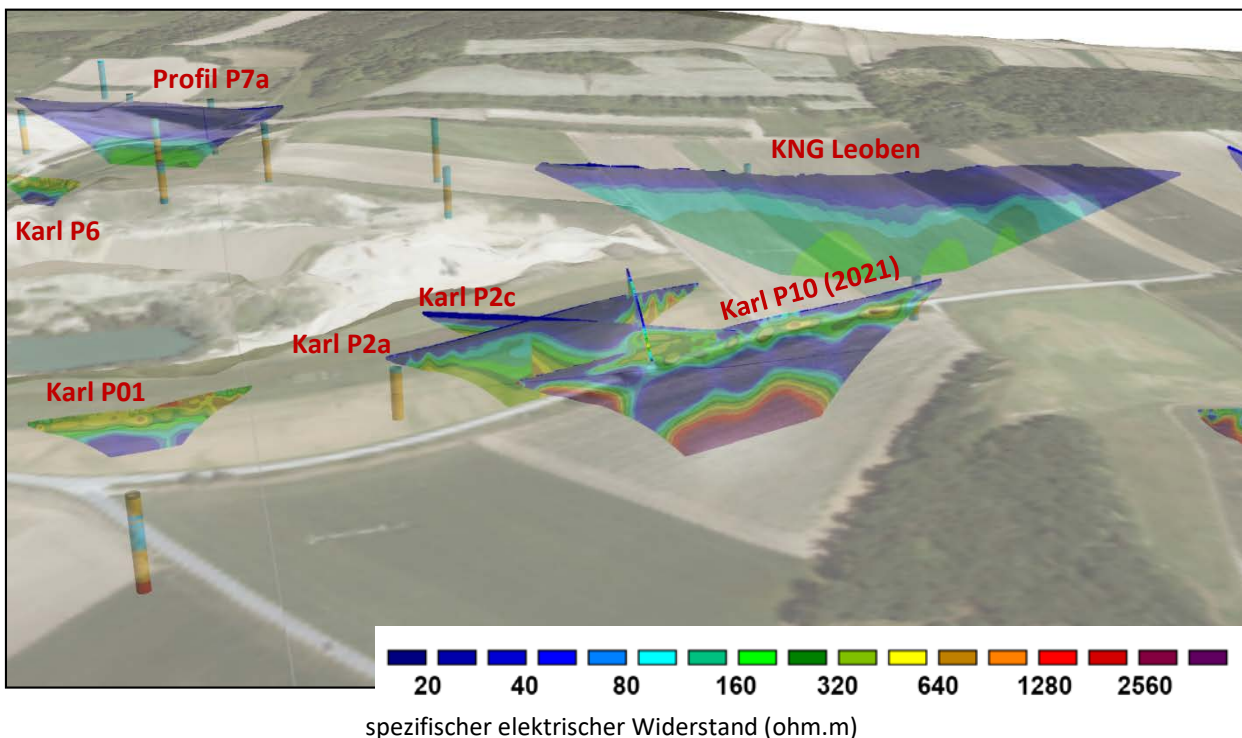


Abb. 32: 3D Ansicht der Ergebnisse der geoelektrischen Messungen als Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes im Abbaubereich Karlstetten

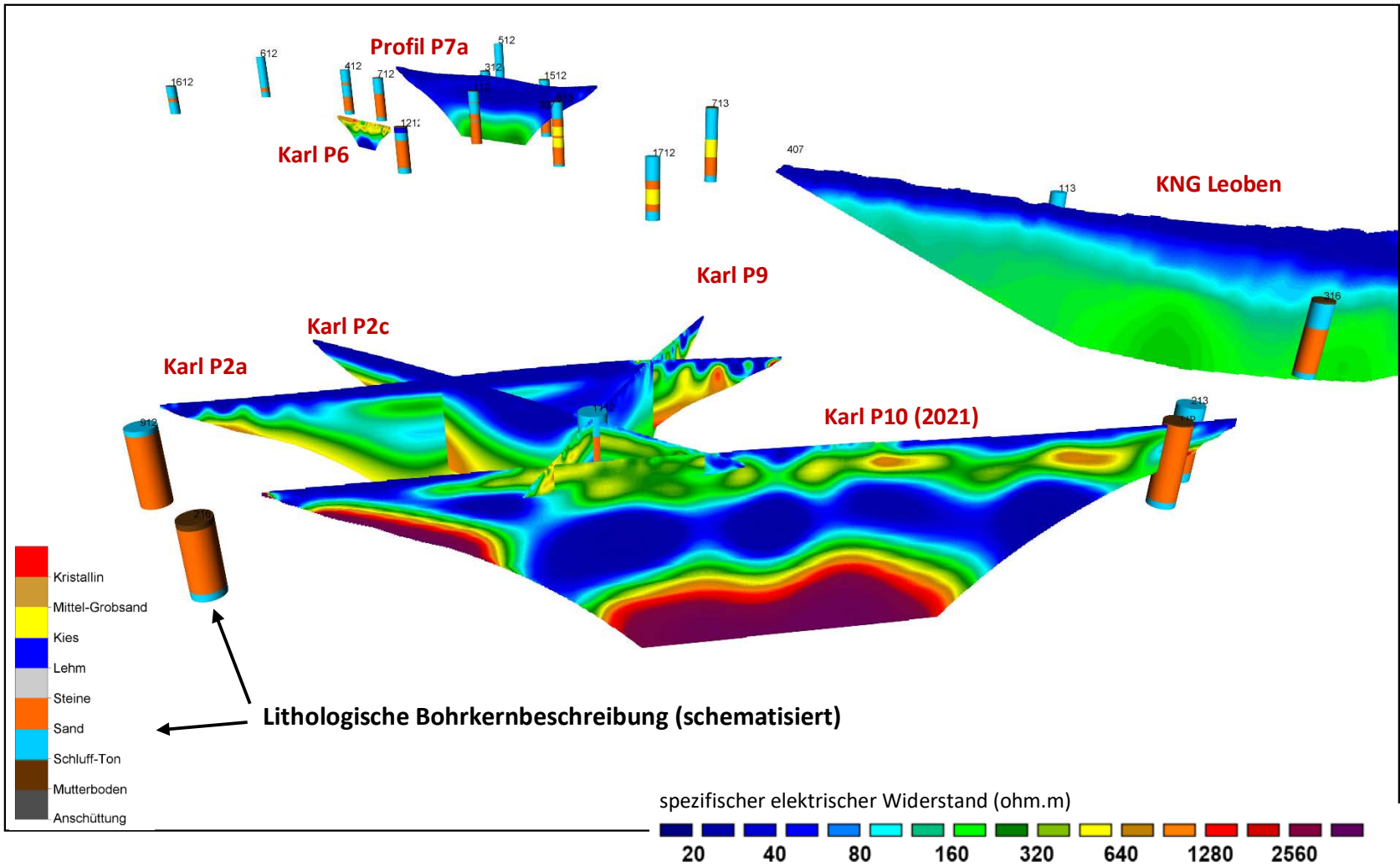


Abb. 33: 3D Ansicht der Ergebnisse der geoelektrischen Messungen als Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes im Vergleich mit der lithologischen Beschreibung aus den Bohrkernaufnahmen im Abbaugbiet Karlstetten

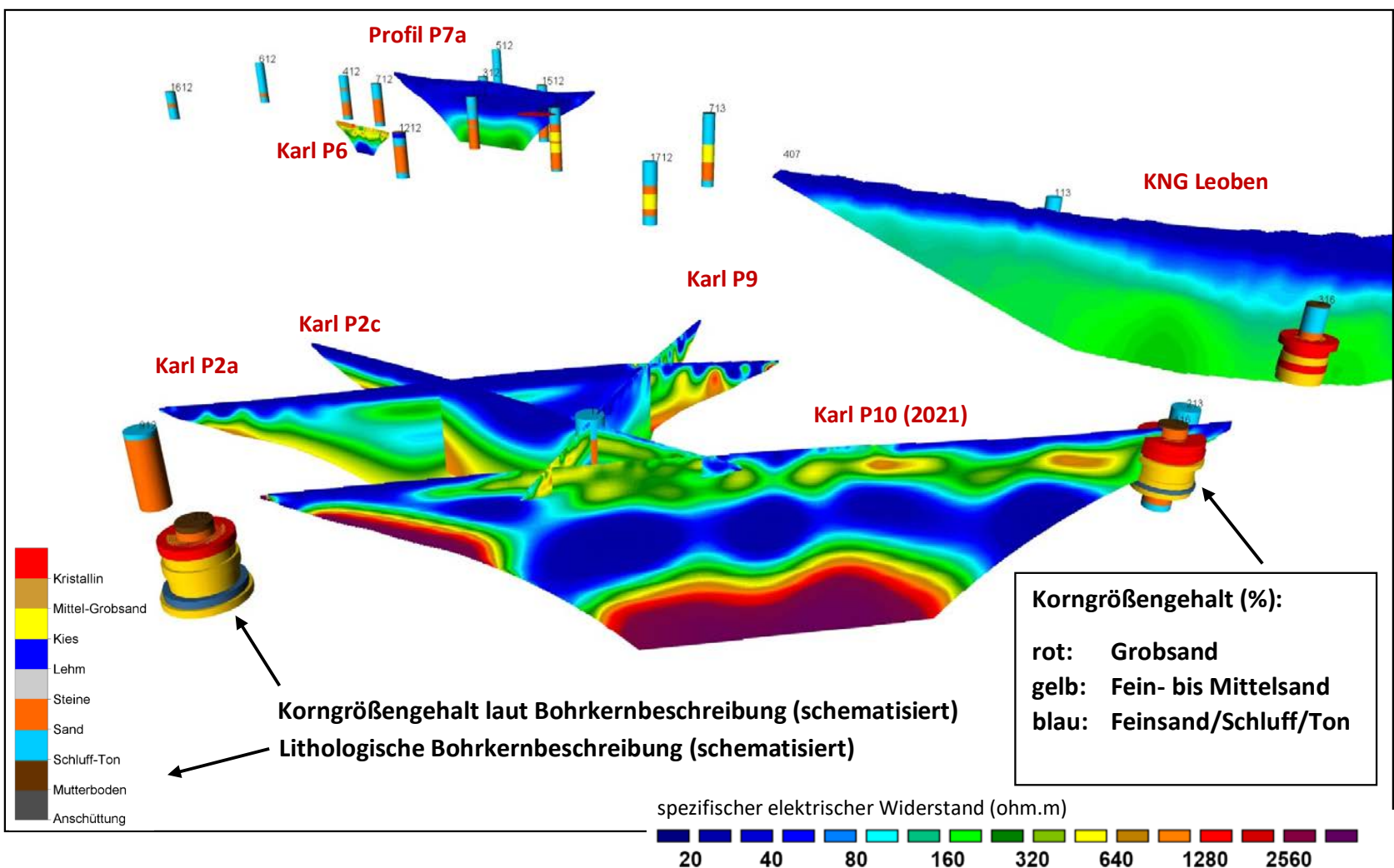


Abb. 34: 3D Ansicht der Ergebnisse der geoelektrischen Messungen als Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes im Vergleich mit der lithologischen Beschreibung aus den Bohrkernaufnahmen im Abbaugbiet Karlstetten. Die Ausdehnung der Ringe um die lithologische Beschreibung beschreibt den Anteil der Korngröße in Prozent. – rot: Grobsand; gelb: Fein- bis Mittelsand; blau: Feinsand/Schluff/Ton

5.3 Erhebung, Aufbereitung und Auswertung von Aufschlussdaten

Im Abbaugbiet Karlstetten sind umfangreiche systematisch erhobene Aufschlussdaten in Form von Erkundungsbohrungen und Schürfen vorhanden. Diese Aufschlussdaten (Erkundungsbohrungen) enthalten im Meterbereich Korngrößenanalysen und geochemische Analytik und sind daher bestens für die Interpretation geophysikalischer Messergebnisse geeignet (siehe Abb. 3).

Für die detaillierte Bewertung und Charakterisierung potenzieller Quarzsand Rohstofflagerstätten unter Verwendung geophysikalischer Prospektionsmethoden wurden 2020 zusätzlich 5 Sedimentproben genommen. Diese liegen exakt im Bereich aktueller geophysikalischer Untergrunderkundungen.

Die Proben liegen im Messgebiet Karl P6 / Karl 1 und Karl P01 / Karl 2 (Abb. 3 und 4) und wurden einer geochemischen und granulometrischen Analytik unterzogen. In der Tabelle 2 ist die geochemische und granulometrische Analytik ersichtlich.

Datum	Probenbezeichnung	Koordinaten BMN 34	Probenart	Widerstandsbereich AEM	Geologie (ÖK 37 & ÖK 38)
01.10.2020	Karl-P1a	x: 694629,19 y: 346918,10	Sediment	hoch	Älterer Melker Sand
01.10.2020	Karl-P1b	x: 694622,43 y: 346918,06	Sediment	hoch	Älterer Melker Sand
01.10.2020	Karl-P1c	x: 694634,84 y: 346918,38	Sediment	hoch	Jüngerer Melker Sand
02.10.2020	Karl-P6a	x: 694513,65 y: 347472,48	Sediment	hoch	Jüngerer Melker Sand
02.10.2020	Karl-P6b	x: 694538,43 y: 347424,86	Sediment	hoch	Jüngerer Melker Sand

Tab. 2: Sedimentprobenahme Karlstetten - Metadaten Probenahme (Oktober 2020).

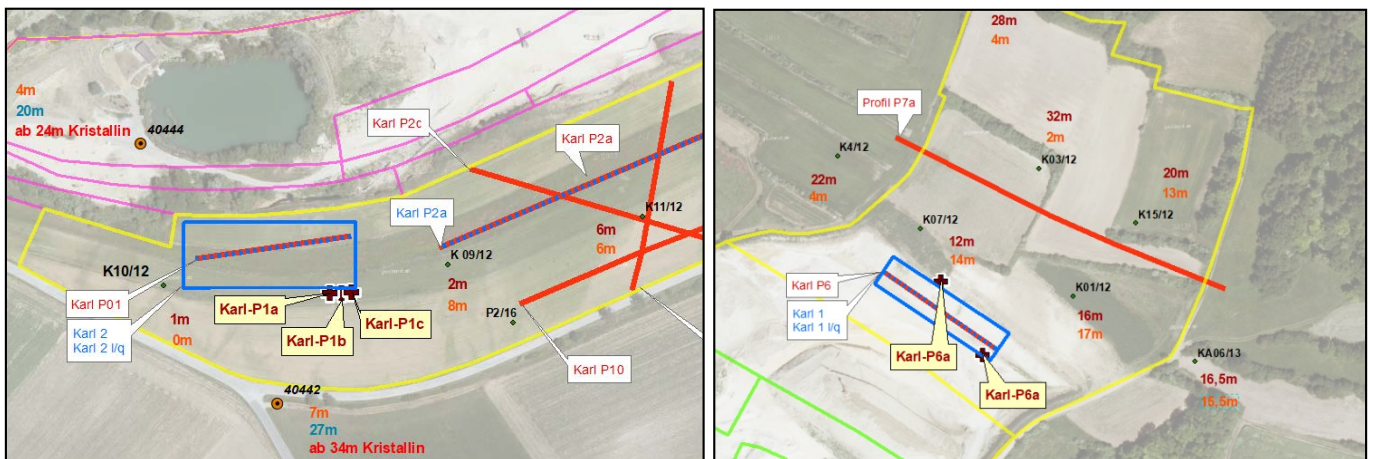


Abb. 35: Skizzierte Lage der Sedimentprobenahmestellen Karlstetten im Bereich der geophysikalischen Messungen Karl P01 / Karl 2 und Karl P6 / Karl 1 und (siehe auch Abb. 3 und 4) auf Orthofoto

5.3.1 Korngrößenanalytik

In den Siebfraktionen dominiert Quarz. In den Proben Karl-P1a und Karl-P1b finden sich ganz vereinzelt auch schwarze, kohlige Partikel, in den übrigen Proben sehr selten auch Gesteinsbruchstückchen (Gneis) und verkrustete Partikel.

Die Komponenten in den Fraktionen > 2 mm sind meist eckig bis kantengerundet, gerundete Partikel sind eher selten. In den gröberen Fraktionen > 2 mm nehmen die gerundeten bis gut gerundeten Komponenten zu.

Ebenfalls mit zunehmender Korngröße treten vermehrt auch Kristallinkomponenten auf (in der Regel relativ heller Gneis mit Biotit). Die sind zum Teil zerbrochen/eckig. Mitunter sieht man an den Quarzen der gröberen Fraktionen auch Korrosionserscheinungen.

Auffallend ist die Färbung: in den Proben Karl-P1b, Karl-P6a und Karl-P6b weisen die meisten Komponenten rostig-orange (oxidierte) Überzüge bzw. Verfärbungen auf. Die Proben Karl-P1a und Karl-P1c zeigen dieses Phänomen nicht (sind hellgrau).

In den folgenden Tabellen 3 und 4 sind die Ergebnisse der Korngrößenuntersuchungen zu den Quarzsandproben aus Karlstetten dargestellt. Die Abbildungen 36 und 37 stellen diese Ergebnisse grafisch dar.

Probe	Benennung	Müller, G. (1959) & Füchtbauer, H. (1961)												Winkler, H.G.F. (1954)			
		Gewichtsprozent												Ton < 2 µm	2-20 µm	> 20 µm	
		Kies-Sand-Silt				Kies			Sand			Silt					
Kies	Sand	Silt	Ton	Gkies	Mkies	Fkies	Gsand	Msand	Fsand	Gsilt	Msilt	Fsilt					
Karl-P1a	kiesiger Sand	17,1	78,0	3,8	1,2		2,1	15,0	45,0	20,5	12,5	2,1	0,7	0,9	1,2	1,7	97,2
Karl-P1b	kiesiger Sand	21,7	72,1	3,7	2,5		2,9	18,8	44,2	18,2	9,7	1,6	1,0	1,0	2,5	2,1	95,4
Karl-P1c	kiesiger Sand	22,9	69,7	4,1	3,3		4,4	18,5	38,6	20,4	10,7	2,2	0,9	1,0	3,3	1,9	94,8
Karl-P6a	Sand	6,7	86,9	2,9	3,5		0,7	6,0	48,6	26,4	12,0	1,5	0,8	0,6	3,5	1,4	95,2
Karl-P6b	Sand	4,5	89,9	2,2	3,4		0,6	3,8	46,5	32,5	10,9	1,3	0,4	0,5	3,4	0,9	95,7

Tab. 3: Korngrößenanalyse der Sedimentproben im Abbaugbiet Karlstetten

Probe	Sortierung	Statistische Parameter							U	k-Werte (m/s)	
		Momentverfahren			Folk, R.L. & Ward, W. (1957)					Beyer	Bialas
		Arithmet. Mittelwert	Standard-Abweichung	Schiefe	Arithmet. Mittelwert	Standard-Abweichung	Schiefe				
Karl-P1a	sehr schlecht sortiert	0,62	2,02	1,21	0,56	1,78	0,27	9,54	9,80E-05	1,40E-04	
Karl-P1b	sehr schlecht sortiert	0,52	2,27	1,59	0,36	1,91	0,33	11,54	8,20E-05	2,20E-04	
Karl-P1c	sehr schlecht sortiert	0,66	2,56	1,47	0,44	2,24	0,29	12,05	6,80E-05	1,30E-04	
Karl-P6a	sehr schlecht sortiert	0,94	2,35	2,06	0,70	1,76	0,55	9,41	1,00E-04	1,10E-04	
Karl-P6b	sehr schlecht sortiert	1,12	2,43	2,48	0,85	1,49	0,31	7,45	1,20E-04	1,40E-04	

Tab. 4: Statistische Parameter der Siebfraktionen der Sedimentproben im Abbaugbiet Karlstetten

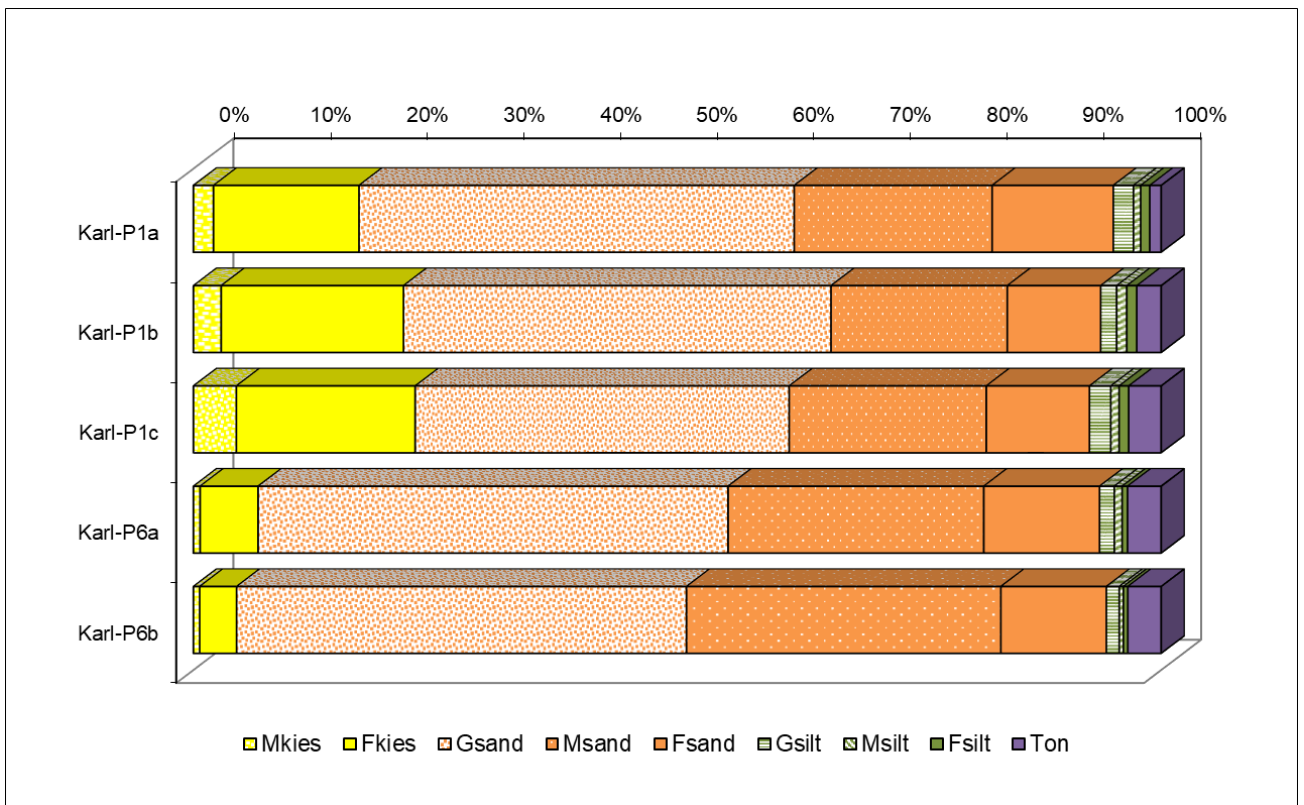


Abb. 36: Grafische Darstellung der Korngrößenanalyse der Sedimentproben im Abbaugbiet Karlstetten

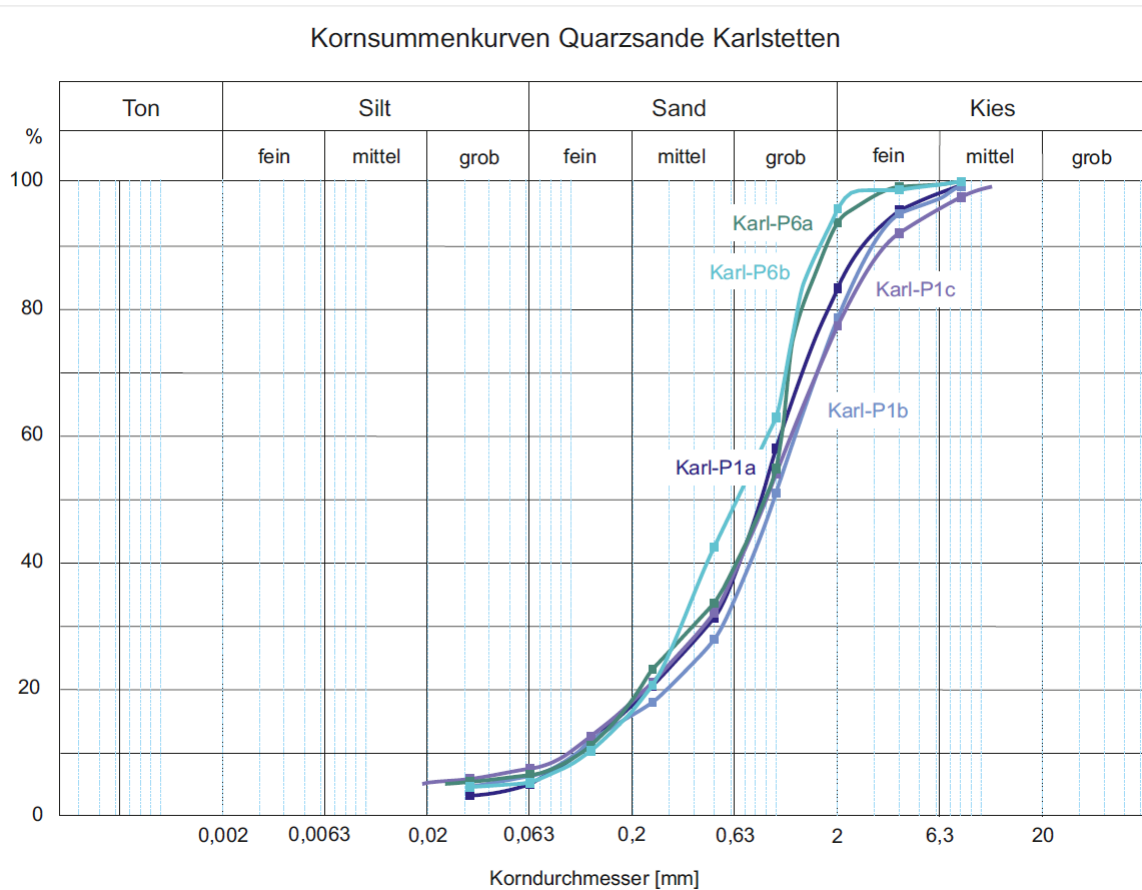
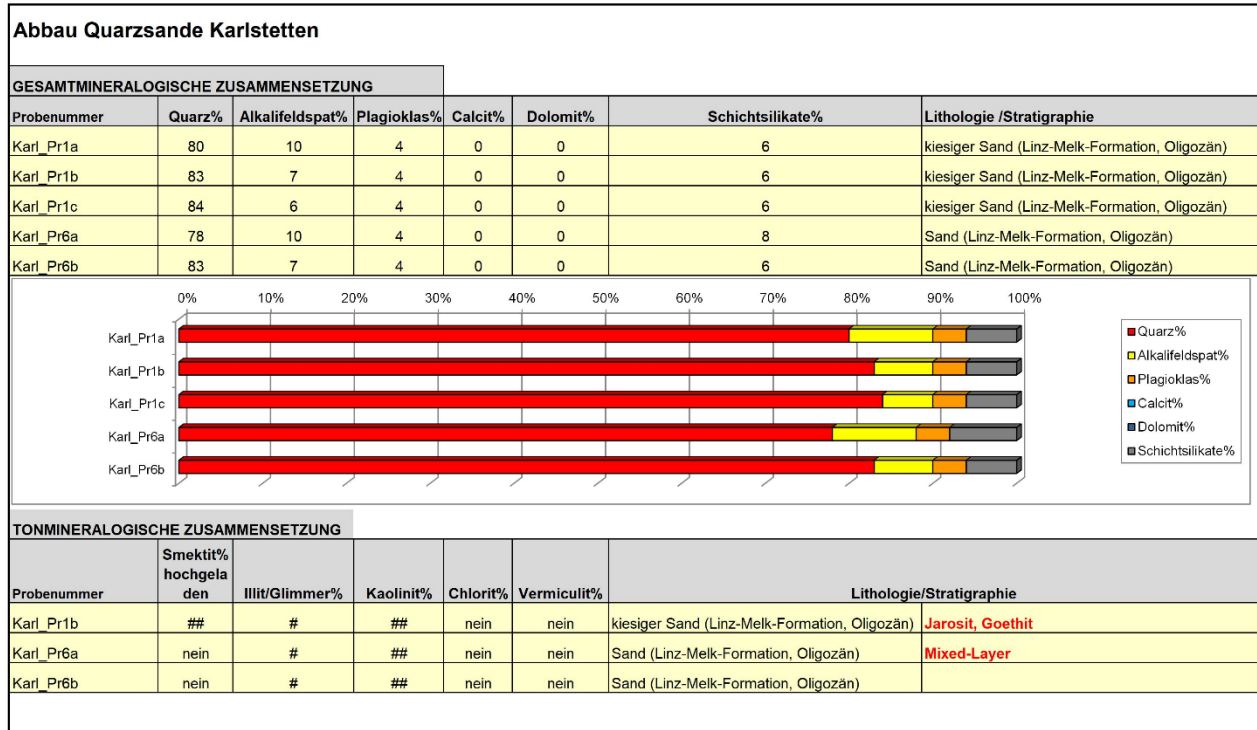


Abb. 37: Kornsummenkurven der Sedimentproben im Abbaugbiet Karlstetten

5.3.2 Mineralogie und Geochemie

In der gesamtmineralogischen Betrachtung der Zusammensetzung der Proben aus Karlstetten dominiert Quarz das Spektrum mit geringen Anteilen an Feldspäten und Schichtsilikaten (Tab. 5).

Tonmineralogisch konnten aufgrund der zu geringen Tonfraktion nur von 3 Proben Analysen durchgeführt werden. Die Reflexe sind aufgrund der schlechten Belegung nur für eine qualitative Beurteilung zu verwenden, quantifizieren war nicht möglich. Im Wesentlichen sind Illit/Hellglimmer und Kaolinit im Spektrum vorhanden, teilweise auch Spuren von quellfähigen Mineralen (Smektit).



Tab. 5: Gesamt- und tonmineralogische Zusammensetzung der Sedimentproben im Abbaugbiet Karlstetten

ANALYSENERGEBNIS						ANALYSENERGEBNIS							
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
GCH-2020-027		GCH-2020-027-001	GCH-2020-027-002	GCH-2020-027-003	GCH-2020-027-004	GCH-2020-027-005	GCH-2020-027		GCH-2020-027-001	GCH-2020-027-002	GCH-2020-027-003	GCH-2020-027-004	GCH-2020-027-005
Bezeichnung	Einheit	Karl-P1a	Karl-P1b	Karl-P1c	Karl-P6a	Karl-P6b	Bezeichnung	Einheit	Karl-P1a	Karl-P1b	Karl-P1c	Karl-P6a	Karl-P6b
SiO ₂	%	93.0	92.0	94.0	91.0	93.0	As	ppm	1	11	1	6	7
TiO ₂	%	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	Ba	ppm	572	467	531	509	510
Al ₂ O ₃	%	2.9	2.6	2.7	3.7	2.6	Cd	ppm	<1	<1	<1	<1	<1
FeO	%	0.2	1.6	0.1	0.8	0.7	Ce	ppm	16	14	15	25	44
MnO	%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	Co	ppm	<1	6	<1	3	2
MgO	%	<1	<1	<1	<1	<1	Cr	ppm	38	30	34	32	32
CaO	%	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	Cs	ppm	4	3	4	3	4
Na ₂ O	%	0.5	0.4	0.3	0.4	0.5	Cu	ppm	6	9	6	6	6
K ₂ O	%	2.4	2.0	2.4	2.3	2.2	Ga	ppm	<1	<1	<1	<1	<1
P ₂ O ₅	%	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	La	ppm	8	6	9	12	23
SO ₃	%	0.10	0.18	0.03	0.03	0.03	Mo	ppm	<1	<1	<1	<1	<1
H ₂ O ^{110°C}	%	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	Nb	ppm	5	4	5	6	8
H ₂ O+	%	0.2	0.5	0.2	0.7	0.3	Nd	ppm	11	10	11	14	23
CO ₂	%	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	Ni	ppm	1	11	<1	10	3
Summe	%	99.6	99.6	100.1	99.3	99.8	Pb	ppm	22	13	23	15	13
							Rb	ppm	57	50	56	58	53
							Sb	ppm	<1	<1	<1	<1	<1
							Sc	ppm	5	4	5	5	6
							Sr	ppm	73	63	66	66	63
							Th	ppm	5	7	5	8	10
							U	ppm	3	3	3	4	4
							V	ppm	29	28	25	24	17
							Y	ppm	16	16	19	17	20
							Zn	ppm	10	19	10	18	21
							Zr	ppm	238	160	288	222	276
							Summe	ppm	1121	935	1116	1064	1145
							Summe	%	0.11	0.09	0.11	0.11	0.11
							Gesamtsumme	%	99.7	99.7	100.2	99.4	99.9

Tab. 6: Geochemische Analysenergebnisse der Sedimentprobenahme Oktober 2020.

6 VORSCHAU

Im Berichtsjahr 2020 lag der Schwerpunkt der Arbeiten in der Planung und Durchführung von geophysikalischen und rohstoffspezifischen Geländearbeiten mit dem Schwerpunkt „Rohstoffspezifische Charakterisierung von hochreinen Quarzsanden“ in Karlstetten. Diese Untersuchungen waren meist an den jeweiligen Fortschritt des aktuellen Quarzsandabbaus gebunden. Zudem folgten sie dem methodischen Prospektionsansatz mit unterschiedlichen geophysikalischen Methoden in Bereichen i) die durch Explorationsbohrungen geologisch/lithologisch bestens dokumentiert, aber noch nicht abgebaut sind ii) in Bereichen vermuteter Verbreitung hochreiner Quarzsande, gepaart mit dem Interesse der Betreiberfirmen, die Bewertung und Beurteilung der Quantität und Qualität von Lockersedimenten zu verbessern.

Diese geophysikalischen Untersuchungen in Karlstetten erstrecken sich auch in das Jahr 2021 und müssen zur besseren Kalibrierung von Materialuntersuchungen begleitet werden. Damit werden Untersuchungslücken geschlossen, sodass in Abstimmung mit den zahlreich vorhandenen Explorationsbohrungen eine Verfeinerung dieser integrierten Prospektionsstrategie zu erwarten ist. Dazu wird es vor allem notwendig sein, diesen Datenschatz statistisch aufzuarbeiten und zu interpretieren.

Parallel dazu werden diese geophysikalischen Prospektionsmethoden auch auf den Tagebau Inning ausgedehnt. Im Vergleich zum Tagebau Karlstetten wird hier der Quarzsandkörper generell von feinkörnigeren Sedimenten mit einem höherem Feinsand- Schluffanteil aufgebaut. Daher eignet sich dieser Standort bestens, um die Sensibilität der eingesetzten geophysikalischen Verfahren, auch im Vergleich zu Karlstetten, mit einer gröberkörnigen Fazies, zu bewerten. Die geophysikalisch bereits gut erkundeten, und geologisch-lithologisch gut dokumentierte Abschnitte werden gezielt durch weitere Untersuchungen ergänzt.

Das vornehmliche Ziel in der zweiten Jahreshälfte wird darin liegen, alle diese Untersuchungsergebnisse zu bündeln, statistisch auszuwerten, sodass die Aussagemöglichkeit bestimmter geophysikalischer Parameter/Methoden für eine Beurteilung der Quantität und Qualität von Lockersedimenten verbessert wird.

7 LITERATURVERZEICHNIS

BIEBER, G., DIPPENAAR, E., RÖMER, A., SCHATTAUER, I., JOCHUM, B. (2018): Weiterentwicklung geophysikalischer Prospektionsmethoden für Lockersedimentvorkommen unter besonderer Berücksichtigung begleitender rohstoffspezifischer Untersuchungen in ausgewählten Testgebieten.- Jahresbericht 2018, Projekt ÜLG77/2017, 17 S., 14 Abb., Wien.

BIEBER, G., MOTSCHKA, K., RÖMER, A., JOCHUM, B. (2020): Weiterentwicklung geophysikalischer Prospektionsmethoden für Lockersedimentvorkommen unter besonderer Berücksichtigung begleitender rohstoffspezifischer Untersuchungen in ausgewählten Testgebieten.- Jahresbericht 2019, Projekt ÜLG77/2017, 25 S., 28 Abb., 7 Tab., Wien.

FUCHS, W. (Bearb.), GRILL, R. (Bearb.), MATURA, A. & VASICEK, W.: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 38 Krems. – Geol. B.-A., 1 Bl., Wien, 1984.

MATURA, A. m. Beitr. v. HEINZ, H.: Erläuterungen zu Blatt 37 Mautern. – Geol. B.-A., 65 S., 8 Abb., 1 Taf., 1 Tab., Wien, 1989.

MATURA, A., FUCHS, W. & GRILL, R.: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 37 Mautern. – Geol. B.-A., 1 Bl., Wien, 1983.

POSCH-TRÖZMÜLLER, G., PERESSON, M., m. Beitr. v. ATZENHOFER, B., CORIC, St., EGGER, J., HASLINGER, E., HEINRICH, M., KOLLARS B., LIPIARSKI, P., MOSHAMMER, B., RABEDER, J., ROETZEL, R.: Begleitende geowissenschaftliche Dokumentation und Probennahme an Bauvorhaben in den niederösterreichischen Voralpen und in der Molassezone mit Schwerpunkt auf rohstoffwissenschaftliche, umweltrelevante und grundlagenorientierte Auswertungen. Unveröff. Jahresendbericht Bund/Bundesländer-Rohstoffprojekt N-C-063/2006-2008, Bibl. Geol. B.-A. / Wiss. Archiv, 139 Bl., 140 Abb., 7 Tab., 5 Taf., 6 Beil., Wien 2009.

SCHNABEL, W. (Koord.) und reg. Mitarb. FUCHS, G., MATURA, A., BRYDA, G., EGGER, J., KRENMAYER, H.G., MANDL, G.W., NOWOTNY, A., ROETZEL, R., SCHNABEL, W. & SCHARBERT, S.: Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000 mit Legende und Kurzerläuterung. – Geol. B.-A. – Land Niederösterreich, 3 Bl., Wien, 2002.

WESSELY, G. mit Beitr. v. DRAXLER, I., GANGL, P., GOTTSCHLING, P., HEINRICH, M., HOFMANN, Th., LENHARDT, W., MATURA, A., PAVUZA, R., PERESSON, H. & SAUER, R.: Niederösterreich. Geologie der österreichischen Bundesländer. – Geol. Bundesanstalt, 416 S., ill., Wien, 2006.