



Feldkalibrierung geophysikalischer Daten auf kontaminierten Flächen



www.geosum3d.de

Markus Perk, B. Tezkan, H.-G. Sobisch

perk@geo.uni-koeln.de

Einführung

Im Rahmen des EU Projektes NORISC ("Network-Oriented Risk-assessment by In-Situ screening of Contaminated sites"; www.norisc.com) wurde ein Ansatz zur effizienteren Untersuchung kontaminierter Flächen erstellt. Dieser beinhaltet u.a. ein Software-Modul (GSI3D: Geological Surveying and Investigation in 3D) zur sofortigen Visualisierung aller im Feld gesammelten Daten aus den Disziplinen Geo-Chemie, (Hydro-) Geologie, Geophysik und Biologie.

Da dieses Modul erst relativ spät in das Projekt eingebunden werden konnte, wurden Ergebnisse aus der Geophysik zunächst als Bilder in das Programm eingebunden. Abb. 1 zeigt ein Bildschirmfoto des Programms GSI3D mit einem Beispiel aus den Untersuchungen einer Testfläche in Ungarn.

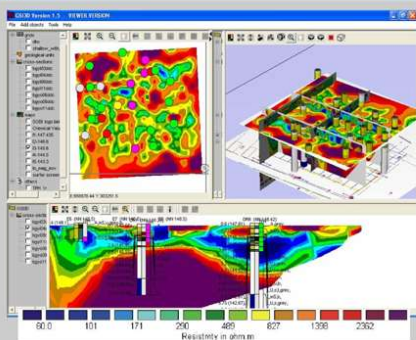


Abb. 1. Bildschirmfoto GSI3D: oben links: horizontale Widerstandsverteilung in 3 m Tiefe mit chemischen Konzentrationen (farbige Kreise; grün-gelb: unterhalb Schwellenwert; rot-lila: oberhalb des Schwellenwertes); unten: vertikale Sektion einer 2D-Geoelektrik-Inversion mit darauf projizierten Bohrungen. Linke, mittlere Säule einer Bohrung: schwarz, dunkel-grün: Tone; beige: Sande; blau: Kies; rot: Steine; chemische Werte: rechte Säule der Bohrung; oben rechts: 3D-Ansicht

Oben links ist eine horizontale Widerstandsverteilung in 3m Tiefe dargestellt. Grün-blau zeigen gute Leiter, rot schlechte Leiter. Darauf projiziert sind Ergebnisse von Kohlenwasserstoff (KW)-Konzentrationen, die aus Bohrungen gewonnen wurden. Grün-gelb: unterhalb des Schwellenwertes; rot-lila: oberhalb des Schwellenwertes. Unten ist ein Inversionsergebnis als vertikale Sektion einer Widerstandsmessung (Dipol-Dipol-Konfiguration) dargestellt. Darüber projiziert sind Bohrlochdaten in Form geologischer Schichten (linke und mittlere Säule; dunkle Farben: Tone; beige: Sande; blau: Kies; rot: Steine) und chemischen KW-Konzentrationen (rechte Säule; Farbverteilung: s. oben). Die Geoelektrikmessungen für größere Auslagen sind auf Grund schlechter Ankopplung der Elektroden an den trockenen Boden mit großen Fehlern behaftet. Daher nimmt die Übereinstimmung zwischen Widerstandswerten des 2D Modells und Geologie nimmt aber mit zunehmender Tiefe ab.

Oben rechts ist eine 3D-Ansicht einiger vertikaler und horizontaler Widerstandsdaten und geologischen Bohrprofilen dargestellt.

Iterative Anpassung

Der große Nachteil während der Test-Untersuchungen war, dass die geophysikalischen Daten nicht direkt anhand der vorliegenden Bohr-Informationen innerhalb des Programms bearbeitet werden konnten, um so ein genaueres geologisches Untergrundmodell zu erstellen.

Im Rahmen meiner Doktorarbeit werden für RMT und Widerstands-Geoelektrik u.a. Routinen für eine iterative Anpassung der Daten an bestehende a-priori Informationen in das Programm implementiert. Abb. 2 a) und b) zeigen die Masken für die Darstellung und Inversion für RMT-Daten.



Abb. 2 a) zeigt die Einlese-Maske für RMT-Inversionsergebnisse. Neben der frei belegbaren Farbvergabe und deren Intervallgrenzen kann der räumlich darzustellende Bereich (Intervallbreiten in x und z) ebenfalls frei gewählt werden. Aktuell können für RMT- und Widerstandsinversionen bereits im Feld 2D-Inversionen unter Einbeziehung der a-priori Informationen durchgeführt werden. Dadurch können mögliche Bohrlokalisationen direkt vor Ort geplant und besprochen werden.

Die Implementierung ermöglicht eine schnelle und einfache Bearbeitung der Daten im Feld, wodurch eine Visualisierung innerhalb weniger Minuten möglich wird.

Abb. 3 zeigt einen Vergleich zwischen einem RMT-Ergebnis und Bohrlochinformationen. Bei der vertikalen Ansicht (Abb. 3 unten) ist zu erkennen, dass der tonige oberflächennahe Anteil in den Bohrungen (dunkelgrün-schwarz, linke Bohrung) farblich im RMT-Ergebnis (blau-grün) wiedergegeben wird, wohingegen der sandige Anteil (beige) mit Auffüllungen und Steinen (braun, rot; rechte Bohrung) sich in höheren Widerständen (grün) widerspiegelt.

Durch die Vorgabe eines z.B. aus Bohrungsdaten abgeleiteten Startmodells soll die Untergrundstruktur besser angepasst werden, um in diesem Fall eine bessere Vorhersage von Kohlenwasserstoff-Fahnen im Grundwasser zu ermöglichen.



Abb. 2 b) zeigt die Inversions-Maske für RMT-Daten. U.a. können Rauschniveau, fixe Blöcke, Abbruchkriterium und Glättungsparameter angegeben werden.

Nach Einbeziehung aller an den Bohrlochinformationen kalibrierten Daten können kreuzende Widerstandsprofile untereinander korreliert werden, um Hinweise auf eine 2D- oder 3D-Struktur des Untergrundes zu erhalten.

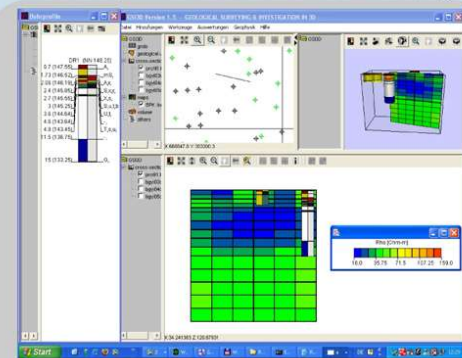


Abb. 3 zeigt einen Vergleich zwischen einem RMT-Profil und vorhandenen Bohrlochinformationen. Links: Bohrloch-Beschreibung (braun (A-Auffüllung), beige (m. S-Sande), schwarz-dunkel grün (LT-Tone), rot (N-Steine), blau (G-Kies)); mitte oben: Lage des RMT-Profiles in Kartenansicht; oben rechts: 3D-Ansicht des RMT-Profiles mit Bohrlochern; unten: vertikale RMT-Sektion mit darauf projizierten Bohrlochern.

Abb. 4 zeigt im unteren Teil ein Ergebnis einer Widerstands-inversion des Programms DC2DInvRes von Thomas Günther (Günther, 2004), welches ähnlich dem RMT-Programm angesteuert werden kann. Darauf projiziert sind einerseits geologische Informationen (linke & mittlere Säulen der Bohrlicher Schichtverteilung; s. Abb. 1) und chemische Konzentration (rechte Säule; Farbverteilung; s. Abb. 1). Im 3D-Fenster sind ausgewählte Ergebnisse der Widerstands-Geoelektrik und RMT zusehen. Die Farbskalen sind gleich. Man erkennt, dass der tiefere Untergrund von den Methoden unterschiedlich aufgelöst wird, welches mit der schlechten Ankopplung der Elektroden durch die starke Trockenheit während der Messung begründet werden kann.

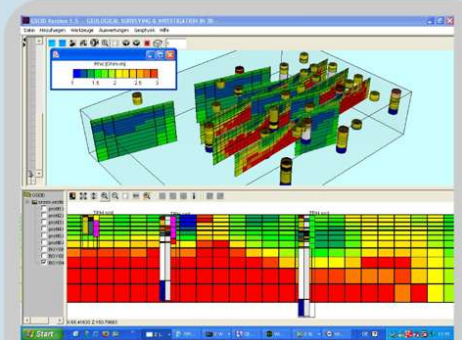


Abb. 4 zeigt oben mehrere vertikale Geoelektrik- und RMT-Schnitte in der 3D-Ansicht. Im unteren Teil sind auf einen vertikale Geoelektrik-Schnitt Bohr-Informationen (Geologie und chemische Konzentrationen) eingebildet. Die Bohrlochinformationen entsprechen denen wie in Abb. 1.

Fazit & Ausblick

Durch die Kalibrierung geophysikalischer Daten mit geologischen und chemischen Informationen soll schon im Feld ein genaueres Untergrundmodell erstellt werden als es mit einer Methode allein möglich ist, um z.B. die genauere Vorhersage von Kontaminationsfahnen zu ermöglichen.

Als Nächstes ist der Einbau von 3D-Isokörpern aus den 2D-Schnitten geplant. Weiterhin werden DC-Direct-Push-Ergebnisse eingebaut, visuell dargestellt und rechnerisch mit geoelektrischen Widerstandsprofilen korreliert.

Referenzen:

Günther, Thomas (Doktorarbeit, 2004): Programm DC2DInvRes—Direct Current 2d Inversion and Resolution; www.geophys.tu-freiberg.de/~guenther/dc2dinvres