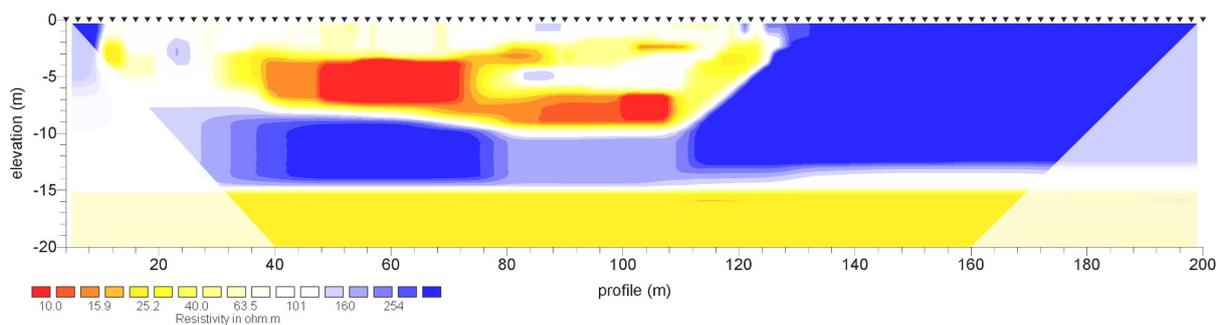


GeoTest Benutzerhandbuch



► Aktuelle GeoTest Version:

www.geophysik-dr-rauen.de/download/geotest/GeoTest_Setup.exe

► Aktuelles GeoTest Benutzerhandbuch:

www.geophysik-dr-rauen.de/download/geotest/Handbuch_GeoTest.pdf

► Aktuelle Versionen auf der Download Seite von Schwartech.de:

<https://download.schwartech.de/> > Geotest

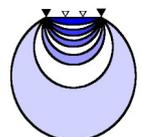
► Geotest Aktivierungsseite auf Schwartech.de:

<https://activation.schwartech.de/>

► Tutorial video: geoelectrical data aquisition [4point light 10W & GeoTest]:

https://youtu.be/BXbd-95Gj_s

Geophysik - Dr. Rauen



Inhaltsverzeichnis

0 Vorbemerkungen.....	3
1 Einführung - Was ist GeoTest?.....	5
2 Unterstützte Hard- und Software.....	6
2.1 Rechner.....	6
2.1.1 Wie findet man im Rechner installierte COM Anschlüsse?.....	6
2.2 Geoelektrische Messausrüstung.....	6
2.3 GPS Empfänger.....	9
3 Installation des Programms GeoTest.....	10
3.1 Installation.....	10
3.2 Registrierung.....	10
3.3 Hardwareschlüssel (USB dongle).....	11
4 Verwendung des Programms GeoTest.....	12
4.1 Der Hauptbildschirm.....	12
4.1.1 Das Hauptmenü.....	13
4.1.1.1 Datei.....	13
4.1.1.2 Einstellen.....	15
4.1.1.2.1 Kabel / Elektrodenketten einstellen.....	15
4.1.1.2.2 Elektroden und Daten einstellen.....	17
4.1.1.2.2.1 Kopfdaten.....	17
4.1.1.2.2.2 Profilmessung.....	18
4.1.1.2.2.3 Mapping (Kartierungsmessung).....	23
4.1.1.2.2.4 Wandernde Elektroden und GPS.....	25
4.1.1.2.2.5 Elektroden-Positionen.....	27
4.1.1.2.2.6 Positionen der entfernten Elektroden.....	29
4.1.1.2.2.7 Benutzerdefinierte Elektrodenkonfigurationen.....	30
4.1.1.2.2.8 Elektroden und Daten setzen.....	30
4.1.1.2.3 Messparameter einstellen.....	31
4.1.1.2.4 Programm-Optionen einstellen.....	34
4.1.1.3 Messen.....	37
4.1.1.3.1 Übergangswiderstände messen.....	37
4.1.1.3.2 Messen Start / Stop.....	39
4.1.1.4 Daten.....	40
4.1.1.5 Hardware.....	41
4.1.1.6 Extra.....	44
4.1.1.6.1 Monitoring.....	44
4.1.1.6.1.1 Monitoring - Start / stop.....	44
4.1.1.6.1.2 Monitoring - Einlesen.....	45
4.1.1.6.1.3 Monitoring - Speichern.....	46
4.1.1.6.1.4 Monitoring - Status.....	46
4.1.1.6.1.5 Monitoring - Liste.....	46
4.1.1.6.2 Simulationsmodus.....	47
4.1.1.6.3 Registrierung.....	47
4.1.1.6.4 Sprachauswahl.....	47
4.1.1.7 Hilfe.....	47
4.1.2 Pseudosektionen.....	48
4.1.2.1 Profilmessungen: Pseudo-Tiefen-Sektionen.....	48
4.1.2.2 Mapping-Modus (Kartierungsmessungen): Horizontalschnitte.....	49
4.1.3 Datentabelle.....	50
4.1.4 Elektrodenschaltkästchen.....	52
4.1.5 Frequenzeinstellungen.....	52
4.1.6 Sender.....	52
4.1.7 Empfänger.....	52
4.1.8 Status der Messungen.....	53
4.1.9 Batteriespannung und COM Status.....	53
4.2 Roll-on Messungen.....	54
4.3 Die GeoTest-Kommandozeilenparameter.....	57
5 Über das Programm GeoTest.....	58
5.1 Vereinbarungen zur Nutzung dieses Programms.....	58
5.2 Programm- und Benutzerhandbuchversion.....	58
5.3 Programmautor.....	58
6 Literaturverzeichnis.....	58

0 Vorbemerkungen

GeoTest ist ein leistungsfähiges Programmpaket zur Datenerfassung und Steuerung von **geoelektrischen Messsystemen** mit **vielen Elektroden**, der so genannten **Multielektroden-Geoelektrik**. Es können sowohl Profilmessungen wie auch Kartierungsmessungen durchgeführt werden, ebenso sind benutzerdefinierte Konfigurationen möglich. Das Programm unterstützt auch sich bewegende Elektrodenanordnungen mit GPS Ortsbestimmungen und automatisch arbeitende Monitoringmessungen.

Für **geoelektrische Tomographie** wird eine zusätzliche Inversionssoftware (in GeoTest nicht enthalten) verwendet.

Weitere Erläuterungen folgen im Kapitel 1 "Einführung".

Sicherheitshinweise

Wenden Sie besondere Vorsicht beim Einsatz der Geoelektrikausrüstungen an. Die geoelektrischen Geräte können Hochspannungen von 200 Volt und mehr erzeugen.

Stellen Sie in jedem Fall sicher, dass die Speisespannung abgeschaltet ist, wenn Sie die Elektroden oder stromführenden Anschlüsse berühren, um Verletzungen zu verhindern.

Lesen Sie die Bedienungsanleitungen der Hersteller ihrer geoelektrischen Geräte sorgfältig.

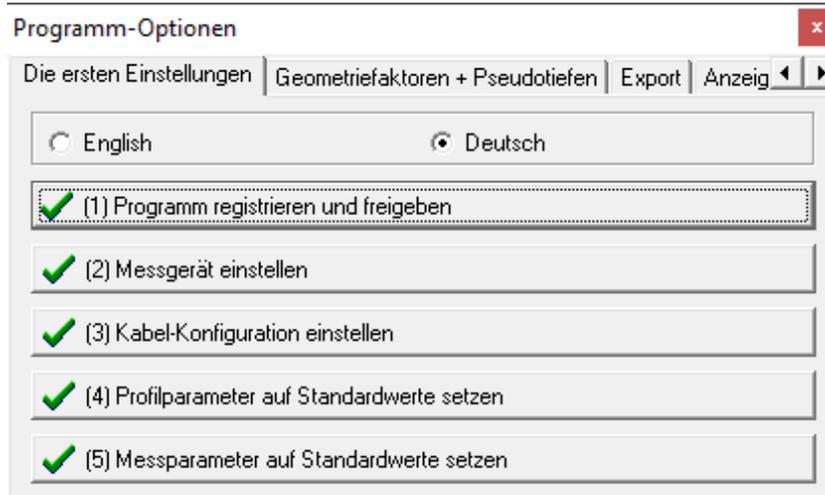
Die ersten Schritte zum Arbeiten mit dem Programm GeoTest

★ Schritt 1 • GeoTest laden und installieren

Laden Sie zunächst die aktuellste GeoTest Version mit dem Link, der auf der Titelseite gezeigt ist. Nach dem Download installieren Sie das Programm auf ihrem Computer. Die erforderlichen Gerätevoraussetzungen des Computers finden Sie in Kapitel 2.1. In Kapitel 3.1 finden Sie weitere Details zum Installationsvorgang.



★ Schritt 2 • GeoTest starten und die wichtigsten Einstellungen vornehmen



Beim ersten Start von GeoTest erscheint ein Bildschirmfenster mit den Programm-Optionen. Der Benutzer wird hier durch die Haupteinstellungen und Programmanpassungen geführt. Siehe hierzu auch Kapitel 4.1.1.2.4.

★ Schritt 2.1 • GeoTest registrieren und freigeben

Nach der Installation läuft das GeoTest Programm im eingeschränkten Modus ("locked mode"). In diesem Fall ist Anzahl der verwendbaren Elektroden begrenzt. Der Benutzer muss eine gültige Lizenz erwerben, um alle Funktionen des Programms nutzen zu können. Der Hersteller (Geophysik – Dr. Rauen) stellt dann einen Registrierungsschlüssel zur Verfügung. In Kapitel 3.2 wird der Registrierungs- und Aktivierungsvorgang beschrieben.

Wahlweise kann das Programm auch mit einem hardware-basierten Geräteschlüssel in Form eines USB Sticks freigeschaltet werden.



★ Schritt 2.2 • Messgerät einstellen

Jetzt kann der Benutzer die angeschlossenen Geräte konfigurieren. Zunächst sind die Computer-Schnittstellen einzustellen, um den Datenaustausch zwischen der Software und den Geräten zu ermöglichen. Siehe hierzu auch Kapitel 2.2 (Geoelektrische Messausrüstung) und Kapitel 2.3 (GPS Geräte). **Bis zu diesem Schritt sind alle Einstellungen nur einmal nach der Installation von GeoTest auf einem neuen Computer vorzunehmen.**

★ Schritt 2.3 • Kabel-Konfiguration einstellen

Der letzte wichtige Schritt zur Einstellung der Geräte ist die Konfiguration der Kabel (Elektrodenketten). Der Benutzer wählt die Anzahl der jeweils zu verwendenden Elektrodenketten. Es können bis zu zehn Elektrodenkabel angesteuert werden. Weiterhin werden die einzelnen Elektroden des jeweiligen Kabels adressiert. Die Einstellungen können im Fenster "Kabel / Elektrodenketten einstellen" vorgenommen werden (siehe hierzu Kapitel 4.1.1.2.1).

★ Schritt 2.4 • Profilparameter auf Standardwerte setzen

Die Kopfdaten und Profilparameter werden auf Standardwerte gesetzt. Erläuterungen hierzu in Kapitel 4.1.1.2.2.

★ Schritt 2.5 • Messparameter auf Standardwerte setzen

Die Messparameter werden auf Standardwerte gesetzt. Erläuterungen hierzu in Kapitel 4.1.1.2.3.

1 Einführung - Was ist GeoTest?

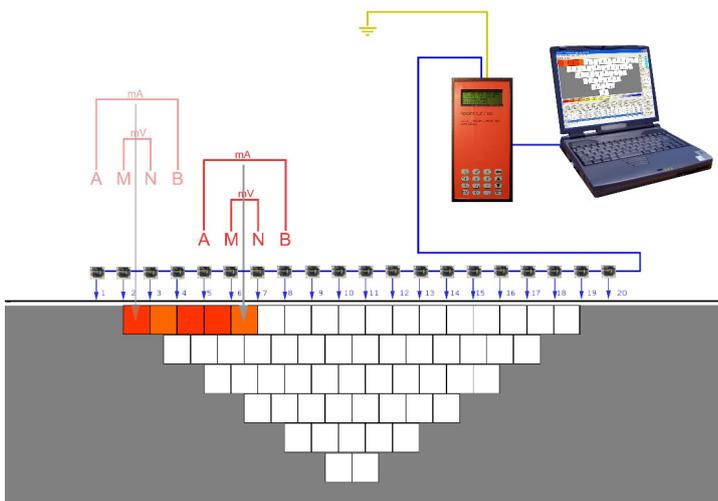
GeoTest ist ein Programm zur Steuerung von geoelektrischen Messgeräten mit vielen Elektroden. Diese Art der Messmethode wird auch als **"Multielektroden- Geoelektrik"** bezeichnet. Bei Anwendung von zweidimensionalen oder dreidimensionalen Inversionstechniken wird das Verfahren auch **"Geoelektrische Tomographie"** oder **"Electrical Resistivity Tomography (ERT)"** genannt.

Geoelektrische Tomographie ist eine Erweiterung der Vier-Punkt-Geoelektrik. Mit "Vier-Punkt-Geoelektrik" werden alle Verfahren bezeichnet, bei denen 4 Elektroden für eine Messung verwendet werden: Zwei Elektroden dienen als Stromspeisendelektroden, diese werden üblicherweise mit **A** und **B** (oder C1 und C2) benannt. Die beiden anderen Elektroden werden zur Potentialdifferenzmessung (= Spannungsmessung) verwendet und mit **M** und **N** (oder P1 und P2) benannt.

Die Messungen können in zwei prinzipiellen Varianten durchgeführt werden, beide werden von GeoTest unterstützt:

- **Profilmessungen:** Die Elektroden werden entlang eines Profils auf der Erdoberfläche angeordnet. Das Messprofil ist eindimensional ausgerichtet, z. B. in x-Richtung eines Koordinatensystems. Die Messergebnisse (z. B. Werte des scheinbaren spezifischen Widerstandes ρ_a) werden zweidimensional als Profil-Tiefen-Sektion dargestellt, zum Beispiel in einer x-z-Ebene.
- **Kartierungen:** Die Elektroden werden entlang eines zweidimensionalen Netzes an der Erdoberfläche (oder in Form von mehreren parallelen Profilen) aufgestellt. Die Messungen werden in einer zweidimensionalen Ebene, zum Beispiel in x- und y-Richtung, durchgeführt. Die Ergebnisse werden in einem dreidimensionalen Block dargestellt, zu den Messrichtungen x und y wird die Tiefe z als dritte Achse eingefügt.

Die folgenden Abbildungen erläutern die Durchführung von geoelektrischen Profilmessungen ("Profiling").

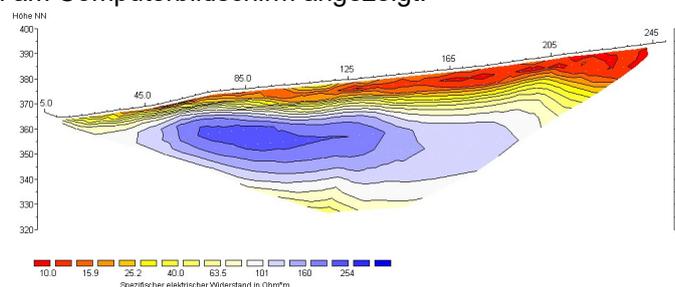


Die Abbildung links skizziert das Prinzip der Multielektrodenmessungen am Beispiel einer sog. Wenner-Konfiguration. Alle Elektrodenentfernungen sind ganzzahlige Vielfache des kleinsten Elektrodenabstandes. Die zunehmende Erweiterung der Auslage (= Entfernung der stromspeisenden Elektroden **A** und **B**) erreicht eine entsprechend zunehmende Untersuchungstiefe.

Die graphische Darstellung der gemessenen Widerstände erfolgt in Relation zu den Messabständen und wird als "Pseudosektion" bezeichnet. Die Phrase "Pseudo" weist darauf hin, dass die scheinbaren spezifischen Widerstände hier noch ohne realen Tiefenbezug abgebildet werden.

Die Pseudosektion wird während der Messungen am Computerbildschirm angezeigt.

Um von der Pseudosektion zu einer tiefengetreuen Darstellung (= Tiefensektion) zu gelangen, ist eine zweidimensionale Inversion erforderlich. Bei diesen Berechnungen werden auch topographische Korrekturen sowie Kalibrierungen vorgenommen. Die hier dargestellte Widerstands-Tiefensektion ist das Ergebnis einer Berechnung mit dem Geoelektrik-Inversionsprogramm [Res2DInv](#).



Detaillierte Erläuterungen zur ERT, insbesondere zu den Standard-Konfigurationen wie Wenner oder Dipol-Dipol, finden sich bei Berkoldt et al. (1997) und Friedel (1997). Die in GeoTest verwendete Definition der Untersuchungstiefe wird bei Roy and Apparao (1971) und Barker (1989) beschrieben. Edwards (1977) führte eine andere Definition der Untersuchungstiefe ein. In neuerer Zeit eingeführte Konfigurationen wie Multiple Gradient Array MGA oder Full-Range Gradient Array FRG finden sich in Dahlin & Zhou (2006) and in Zhou et al. (2020). Siehe Literaturverzeichnis.

2 Unterstützte Hard- und Software

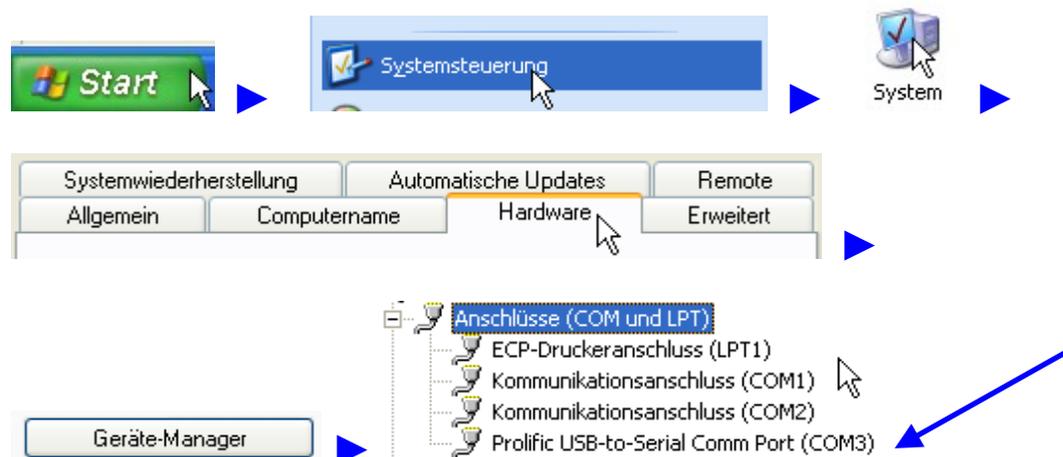
2.1 Rechner

GeoTest kann auf Standard-Personalcomputern und Notebooks mit Microsoft Windows Betriebssystemen ab Windows 95 (™) oder jüngeren Entwicklungsstandes betrieben werden. **GeoTest läuft auch auf 64-bit-Betriebssystemen wie Windows 11.** Die Verbindung mit dem Messgerät erfolgt über eine serielle Schnittstelle nach dem RS232-Standard. Diese RS232-Schnittstelle kann ein geräteseitiger Original COM1-Anschluss sein oder auch eine über entsprechende Treiber emulierte COM-Schnittstelle, die mit einem USB-Seriell-Adapter betrieben wird. Bitte stellen Sie in diesem Fall sicher, dass die Gerätetreiber vor Inbetriebnahme des Adapters installiert sind. Die sonstigen Computer Hardware Spezifikationen sind unkritisch. Wir empfehlen:

- einen RS232 seriellen Anschluss oder einen USB-Anschluss in Kombination mit einem Adapter von USB auf seriellen Anschluss (USB Standard 1.1 oder höher).
- falls zusätzlich GPS Messungen einbezogen werden: einen zweiten RS232-Anschluss oder USB-Anschluss mit USB-Seriell-Adapter.

2.1.1 Wie findet man im Rechner installierte COM Anschlüsse?

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf das Betriebssystem Windows XP (™) von Microsoft. Öffnen Sie, beginnend bei "Start" und den blauen Pfeilen folgend, die nächsten Fenster:



In diesem Beispiel sind drei COM Anschlüsse installiert: COM1 und COM2 sind Standard COM-Anschlüsse am Desktop-Computer. COM3 ist ein zusätzlich installierter USB-Seriell-Adapter.

Geotest bietet eine automatische Suchfunktion nach dem COM Port mit angeschlossenem Messgerät und einen direkten Zugang zum Windows Geräte-Manager (siehe nächstes Kapitel).

2.2 Geoelektrische Messausrüstung

Das Geoelektrik-Messgerät "LGM 4-Point-Light" wurde von Erich Lippmann (LGM) entwickelt. Es besteht aus den Komponenten:

- "4-Point-Light hp" oder "4-Point-Light 10W", ein leistungsfähiges und relativ preiswertes Erdwiderstandsmessgerät mit Messung der induzierten Polarisation (IP). Es ist geeignet für Schlumberger-Sondierungen mit Auslagelängen bis zu $L/2 = 1000$ m, Kartierungen, Monitoring, geoelektrische Tomographie, Labormessungen, Messungen der Induzierten Polarisation sowie archäologische Fragestellungen.
- "ActEle", aktive Elektroden für elektrische Widerstandstomographie mit direkter Schnittstelle für das Gerät "4-Point-Light". Mit diesen Elektroden können vorhandene Erdwiderstandsmessgeräte zu einem Tomographie-Messsystem nach Stand der Technik aufgerüstet werden. Es können bis zu 255 Elektroden (65535 Elektroden bei neuer Hardware) verwendet werden.

Die geoelektrische Hardware wird betreut von:

Arne Schwab

SchwaRTech - Schwab Research Technology
Applied Geophysics and Development
Steuben-Allee 29, D-28832 Achim, Germany
Tel: +49 4202 7655563
mobile Tel: +49 176 20730352
eMail: aschwab@schwartech.de
web: www.schwartech.de



Erdungselektrode GND

Für die Potentialmessungen ist eine Erdungselektrode zur Festlegung des Referenzpotentials **unbedingt notwendig**. Die Erdungselektrode ist kein Bestandteil des Messprofils oder Messnetzes. Sie wird in der Nähe des Messgeräts platziert, jedoch nicht unmittelbar neben einer Profilelektrode, in **mindestens ca. 10 m Abstand**. Der Mindestabstand ist besonders wichtig in hochohmigen Umgebungsbedingungen. Stellen Sie sicher, dass die Erdungselektrode einen geringen Übergangswiderstand zum Boden aufweist. Schließen Sie die Erdungselektrode an der mit "GND" gekennzeichneten Eingangsbuchse des Instruments an. *In einer Laborumgebung ohne Zugang zur Erdoberfläche sollte der GND Anschluss mit der Anschluss für die Elektrode A verbunden werden.*

Rechnerschnittstelle

Dieses Geoelektrikmessgerät benötigt eine serielle Schnittstelle am steuernden Rechner (RS232). Diese kann ein Standard COM1-Anschluss (sofern am Rechner vorhanden) oder eine über Treiber emulierte COM-Schnittstelle sein, die mit einem USB-Seriell-Adapter verbunden wird. Nach unseren Erfahrungen funktioniert die Standard COM1 problemlos. Bei der Verwendung eines USB-Seriell-Adapters können fallweise Kommunikationsschwierigkeiten auftreten, die sehr wahrscheinlich in einer nicht korrekten Funktion des USB-Seriell-Adapters begründet sind. Sie können diese Schwierigkeiten lösen, indem Sie entweder (1) die USB-Seriell-Adapter Treibersoftware aktualisieren oder (2) einen anderen Konverter verwenden.

Konfiguration der Rechnerschnittstelle und Einstellungen des Geräts

Gehen Sie in das GeoTest Hauptmenü und klicken Sie mit der Maus → *Einstellen* → *Optionen* → *Erste Einstellungen* → *Messgerät einstellen*.

Messgerät einstellen

Hardware Version



4 point light hp 4 point light 10W

Frequenzeinstellung optimiert für Netzfrequenz

50 Hz (Europe) 60 Hz (USA)

Serielle Schnittstelle COM

port number baudrate

verbunden trennen Check COM

Automatische Suche Windows Geräte-Manager

Automatische Überwachung COM Device RMT

Elektroden-Schalt-Kästchen



1 Kanal (standard) Mehr Kanal

Mehr Kanal 2 byte

Zurücksetzen Setzen Schließen

Hardware Version: Die Geräteversion "4 point light hp" (ältere Version bis Baujahr 2007, graues Gehäuse, linke Abbildung) benutzt eine feste serielle Datenübertragungsgeschwindigkeit von 1200. Die Geräteversion "4 point light 10W" (hergestellt ab 2007, rot-schwarzes Gehäuse, rechte Abbildung) ermöglicht eine Wahl der Frequenzeinstellung für 50 Hz oder 60 Hz Netzfrequenz und eine maximale serielle Datenübertragungsgeschwindigkeit bis zu 38400.

Frequenzeinstellung: Diese ist wichtig zur optimalen Unterdrückung von unerwünschten elektromagnetischen Kopplungen, die durch die Hauptfrequenz der öffentlichen Stromnetze verursacht werden. Stellen Sie sicher, dass diese Länder-einstellung auch im Steuerungsmenü des Gerätes entsprechend unter „mains frequency“ gesetzt ist (betrifft nur das Gerät "4 point light 10W").

Serielle Schnittstelle COM: Für die Datenverbindung zwischen Computer mit Geotest und Messgerät sind drei Dinge entscheidend:

(1) COM Port Nummer: Falls Ihr Rechner über keinen geräteseitigen COM-Anschluss, aber einen USB-Anschluss, verfügt, müssen Sie zuerst einen COM-Anschluss mittels eines Treibers emulieren und einen USB-Seriell-Adapter verwenden.

(2) COM Baudrate (Datenübertragungsrate): Stellen Sie sicher, dass diese Datenübertragungsgeschwindigkeit auch im Steuerungsmenü des Gerätes korrekt gesetzt ist.

(3) Das Messgerät muss im RMT Modus operieren. Schalten Sie das Messgerät ein und wählen RMT im Hauptmenü (falls diese Einstellung nicht automatisch nach dem Einschalten erfolgt).

Die aktuelle COM Verbindung kann mit "Check COM" überprüft werden. Mit "Automatische Suche" kann der korrekte COM Port ermittelt werden. Wenn "automatische Überwachung" aktiv ist, wird der COM Port überwacht und gegebenenfalls nach einer Unterbrechung neu verbunden. Diese Option ist nur empfohlen bei Monitoring mit instabiler COM Verbindung.

Elektroden-Schalt-Kästchen: "1 Kanal" = Standard Schaltkästchen am Kabel, die direkt mit den Elektroden verbunden sind. Alle Elektroden-Adressen werden mit 1 byte programmiert, wodurch die maximale Zahl an Elektroden auf 255 limitiert ist. "Mehr Kanal" = kombinierte Schaltkästchen mit 16 Kanälen für 16 Elektroden (maximal 255 Elektroden). "Mehr Kanal 2 byte" = Diese Option ist nur bei neueren Hardware Versionen verfügbar und erlaubt 2-byte Elektroden Adressen (maximale Zahl an Elektroden = 65535). Stellen Sie die korrekte Einstellung sicher. Standard 1-Kanal Schaltkästchen können nicht mit der Einstellung "Mehr Kanal" betrieben werden.

Testen des Datenaustausches: Verbinden Sie das Messgerät mit dem Rechner. Bereiten Sie das Messgerät folgendermaßen vor: (1) Schalten Sie das Messgerät ein indem Sie die "RET"- und "7"-Taste an der Gerätetastatur drücken. (2) *Nur beim Gerät "4 Punkt light 10W":* Stellen Sie die korrekte Frequenzeinstellung und die korrekte Datenübertragungsrate am Menü des Messgeräts ein. (3) Schalten Sie in den Fernbetrieb ("RMT") um, indem Sie die Pfeiltasten benutzen. Drücken Sie erneut "RET". Wenn der COM-Anschluss und die COM-Datenübertragungsgeschwindigkeit korrekt eingestellt sind, dann sollte

die Datenkommunikation funktionieren. Die Datenkommunikation kann folgendermaßen geprüft werden: Öffnen Sie das GeoTest-Hauptmenü → *Hardware* → *Messgerät*. Klicken Sie mit der Maus auf → *Initialize form*. Wenn keine Fehlermeldungen erscheinen und die Firmware-Version angezeigt wird, kann die Verbindung genutzt werden.

Eine detaillierte Beschreibung der COM Einstellungen kann hier geladen werden:

www.geophysik-dr-rauen.de/download/geotest/Geotest_FAQ_How_to_setup_4PL_serial_interface.pdf

2.3 GPS Empfänger

GeoTest unterstützt Positionsmessungen mittels GPS Empfangsgeräten, die mit einer der seriellen Schnittstellen des Rechners verbunden sind. Das GPS Gerät muss hierzu Signale entsprechend den "NMEA-0183" Protokollen GGA, GLL, RMC oder LLQ zur Übertragung anbieten. Ein NMEA-0183 GGA Datensatz lautet beispielsweise wie folgt:

```
char position:
      1           2           3           4           5           6           7           8
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012
string:
$GPGGA,121357.00,5226.316328,N,01300.878187,E,2,07,1.1,35.59,M,45.19,M,5.2,0100*75
```

```
pos. contents
 8 UTC of position fix in HHMMSS.SS format
18 Latitude in DD MM,MMM format(0-7decimal places)
30 Direction of latitude N or S
32 Longitude in DDD MM,MMM format(0-7decimal places)
45 Direction of longitude E or W
47 GPS Quality indicator; 0= fix not valid; 1=GPS fix; 2=DGPS fix
49 Number of SVs in use, 00-12
52 HDOP
56 Antenna hight, MSL reference
62 M indicates that the altitude is in meters
64 Geoidal separation
70 M indicates that the geoidal separation is in meters
72 Age of differential GPS data record, Type 1. Null when DGPS not used
76 Base station ID, 0000-1023
```

Die Einstellung der GPS Rechnerschnittstelle

Gehen Sie in das GeoTest Hauptmenü und klicken Sie mit der Maus → *Hardware* → *GPS*.

GPS verwenden: Wenn Sie das Häkchen bei "GPS verwenden" setzen, dann werden die GPS Positionsdaten aufgezeichnet und im Hauptbildschirm angezeigt. Siehe hierzu Kapitel 4.1.1.2.2.4.

Serielle Schnittstelle: Setzen Sie die korrekten COM-Schnittstellenparameter (Nummer des Anschlusses, Datenübertragungsrate). Falls Ihr Rechner über keinen geräteseitigen COM-Anschluss, aber einen USB-Anschluss, verfügt, müssen Sie zuerst einen COM-Anschluss mittels eines Treibers emulieren und einen USB-Seriell-Adapter verwenden.



NMEA Datensatzprotokoll: GGA, GLL und RMC enthalten die Positionsdaten in Form von geographischen Breiten und Längen. GGA enthält zusätzlich auch Höhendaten. LLQ ist ein Datenformat, das Positions- und Höhendaten in Metern angibt.

Systemzeit: Die Systemzeit des Rechners kann mit der GPS Zeit synchronisiert werden. Diese entspricht UTC (Universal Time Coordinated). Das Programm GeoTest verwendet die Windows Zeitoneninformation zur Synchronisation.

Einlesen ... (Messwertanzeige): Es werden die aktuelle Position, die Höhe und die Zeit angezeigt. Geographische Breite und Länge werden im Original NMEA Datenformat dar-

gestellt, welches kein dezimales Format ist: "ggmm.mmmm". Das im Bild dargestellte Beispiel für eine Breitenangabe ("Northing") bedeutet: 4840.8662 = 48 Grad 40.8662 Minuten. GeoTest wandelt dieses Format in Gradzahlen mit dezimalen Nachkommastellen um (Beispiel = 48.68110 Grad). Mit dem Timeout-Wert wird die Wartezeit bis zur Abschaltung bei Fehlersituationen eingestellt. Bei Benutzung des GPS Gerätes wird das GeoTest Datenformat entsprechend angepasst: An Stelle von X- und Y-Werten in Metern werden geographische Breiten- und Längenangaben angegeben. Weitere Informationen über das verwendete Datenformat finden sich in Kapitel 4.1.3.

Testen des Datenaustausches: Verbinden Sie das GPS Gerät mit dem Rechner. Schalten Sie das GPS Gerät ein und stellen Sie die korrekten Parameter für die COM-Schnittstelle und die NMEA-Werte ein. Stellen Sie das GPS Gerät so ein, dass kontinuierlich Daten zum seriellen Anschluss gesendet werden. Wenn die COM-Schnittstellenparameter richtig gesetzt sind, dann sollten im Feld "Einlesen" kontinuierlich aktualisierte Positionsdaten erscheinen.

3 Installation des Programms GeoTest

3.1 Installation

Vollständige Installation: Der Benutzer sollte das Programm und alle seine Komponenten mit den Standardeinstellungen installieren. Diese Standardeinstellungen sind:

- Programmordner = <Windows-Ordner Programme>\GeoTest
- Ordner für das Benutzerhandbuch = <Windows-Ordner Programme>\GeoTest\Manual

Aktualisierung: Zur Aktualisierung eines bereits installierten Programms ist es ausreichend die neuen Dateien in den Programmordner <Windows-Ordner Programme>\GeoTest zu kopieren. Bereits installierte Dateien werden dann mit den aktuellen überschrieben.

Die jeweils letzten Einstellungen werden in der Datei "GeoTest.ini" automatisch gespeichert. Diese befindet sich in dem Ordner <Dokumente und Einstellungen\Benutzer>\Anwendungsdaten\GeoTest>.

3.2 Registrierung

Nach der ersten Installation läuft das Programm im eingeschränkten (Demo-) Modus, zum Beispiel ist die Anzahl der Elektroden begrenzt.

Um das Programm im vollen Umfang nutzen zu können, ist es notwendig, das Programm nach der Installation zu registrieren und zu aktivieren. Damit wird eine legale Lizenz erworben. Als Benutzer gehen Sie bitte wie folgt vor:

Hauptmenü "Extra" → "Registrierung"



Nach Betätigen von "<https://activation.schwartech.de/>" erscheint ein Online-Formular. Übertragen Sie Ihre "Computer ID" Nummer und den mitgelieferten "Activation Code". Ein Schlüssel wird automatisch berechnet. Diesen Schlüssel geben Sie in das Feld "Schlüssel" ein.

Nach Anklicken des Feldes "OK" wird der Schlüssel in der INI-Datei gesichert. Danach besteht keine Notwendigkeit mehr den Schlüssel beim erneuten Starten des Programms noch einmal einzugeben, auch nicht bei späteren Aktualisierungen des Programms. Es wird jedoch empfohlen den Schlüssel zusätzlich auf einer Papierkopie zu archivieren.

Soll GeoTest auf einem anderen Rechner installiert werden, dann ist eine erneute Registrierung erforderlich.

3.3 Hardwareschlüssel (USB dongle)

Als Alternative zum Registrierungsvorgang mit Software-Schlüssel, wie im Kapitel 3.2 zuvor beschrieben, kann auf Wunsch auch ein USB Hardwareschlüssel (sog. USB Dongle) verwendet werden. Dieser Schlüssel kann auf Anfrage vom Hersteller von GeoTest bereitgestellt werden.



4 Verwendung des Programms GeoTest

Das Programm GeoTest wird durch Doppelklicken mit der linken Maustaste auf das GeoTest-Symbol am Rechnerbildschirm gestartet. Es erscheint der Hauptbildschirm, der in Kapitel 4.1 erläutert wird. Alternativ kann GeoTest auch mit Kommandozeilen gestartet werden, siehe hierzu Kapitel 4.3.



4.1 Der Hauptbildschirm

Hauptmenü

Pseudo-sektion

Elektrodenschaltkästchen

Frequenzeinstellungen

Sender

Empfänger

Status der Messungen

Batterie-spannung

Daten-tabelle

Durch Anklicken der "mV" Beschriftung können Sie die Anzeige der Spannung zwischen Einzelwert oder Auflistung wechseln.

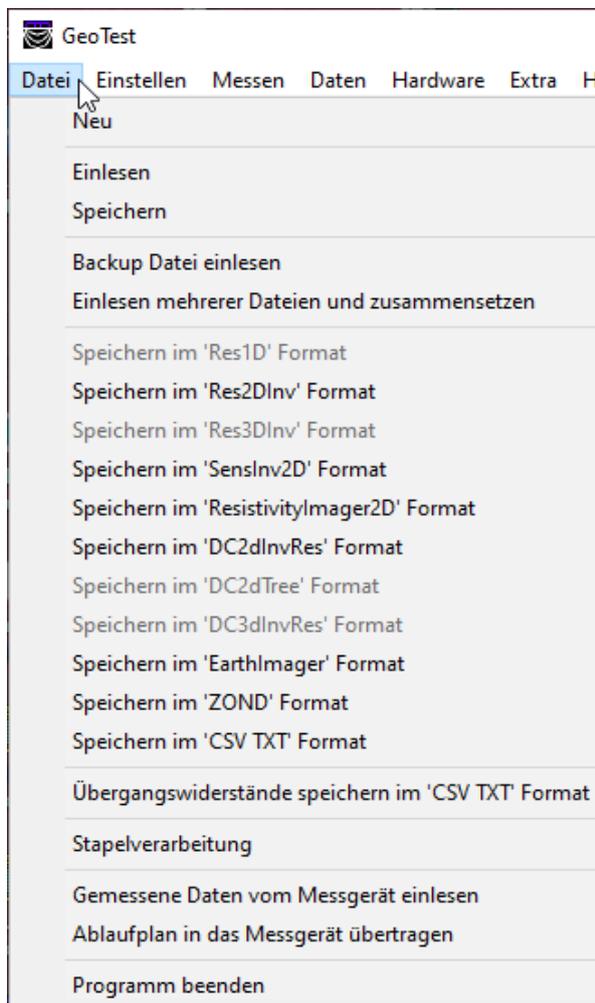
Anzeige des Batteriezustandes von

- Geoelektrik-Messgerät
- externer 12 Volt Batterie
- Notebook (geräteabhängig)

num	A	B	M	N	I	U	dU	U90	dU90	rho	phi	f
					mA	mV	%	mV	%	Ohmm	mrad	Hz
390	21	51	31	41	15.0000	1.84327	0.33	0.00707	130.50	30.884	3.83	4.16
391	22	52	32	42	15.0000	1.80010	0.07	0.00087	345.50	30.161	0.48	4.16
392	23	53	33	43	15.0000	1.74960	0.08	-0.01467	79.90	29.315	-8.38	4.16
393	24	54	34	44	15.0000	1.75793	0.31	0.00733	115.80	29.454	4.17	4.16
394	25	55	35	45	15.0000	1.72037	0.36	0.01120	141.60	28.825	6.51	4.16
395	26	56	36	46	15.0000	1.69773	0.33	0.00413	244.90	28.446	4.16	4.16
396	1	34	12	23	15.0000	6.34043	0.10	0.00507	200.70	11.127	0.80	4.16
397	2	35	13	24	15.0000	4.51027	0.06	0.05347	26.10	11.127	11.85	4.16
398	3	36	14	25	15.0000	2.68247	0.05	-0.00445	26.10	49.440	-1.52	4.16

4.1.1 Das Hauptmenü

4.1.1.1 Datei



Neu: Durch Anwählen wird eine neue Datendatei erstellt. Es werden alle gemessenen Daten gelöscht. Auch die Elektroden- und Profileinstellungen müssen, falls bereits gesetzt, neu eingegeben werden.

Einlesen: Eine vorher gemessene Datendatei wird eingelesen und angezeigt.

Speichern: Die aktuelle Datendatei wird im GeoTest-Datenformat als ASCII-Datei mit der Dateinamenerweiterung *.tx0 gespeichert. Es werden alle Elektroden- und Kabelparameter, Einstellungen, gemessene Übergangswiderstände, Fehlermeldungen und Messdaten einschließlich Strom- und Frequenzeinstellungen gesichert. Das Datenformat wird im Kapitel 4.1.3 erläutert.

Backup Datei einlesen: Mit dieser Auswahl werden früher gesicherte Backup-Daten wiederhergestellt. Die Backup-Daten können automatisch in bestimmten Zeitintervallen (zum Beispiel eine Minute) sowie zusätzlich nach Abschluss der Messungen gesichert werden. Die Eigenschaften der Datensicherungen können in dem Menü "*Einstellen* → *Programm-Optionen* → *mehr*" vorgenommen werden (siehe hierzu Kapitel 4.1.1.2.4). Diese Datensicherungsfunktion ist besonders wertvoll um zum Beispiel die Messdaten nach einem zwangsweisen Herunterfahren des Notebooks infolge erschöpfter Batterie wieder herstellen zu können. *Diese Auswahl ist jedoch funktionslos, wenn die automatische Datensicherung im "Einstellen → Optionen → Programm-Optionen → mehr..."-Menü deaktiviert wird.*

Einlesen mehrerer Dateien und zusammensetzen: Mit dieser Auswahl können mehrere Dateien eingelesen und zu einer einzigen Datei zusammengefügt werden. Diese Funktion ist hilfreich, wenn: (a) Datendateien einer "Roll-on"-Messkampagne zusammengeführt werden sollen oder (b) Datendateien, die auf demselben Profil mit verschiedenen Elektrodenkonfigurationen (zum Beispiel in Wenner- und zusätzlich Dipol-Dipol-Anordnung) gemessen wurden, kombiniert werden sollen.

Speichern im 'Res1D' Format: Die Daten werden im Format des 'Res1D' geoelektrischen Inversionsprogramms von 'GeoTomo Software', M. H. Loke, Malaysia <www.geoelectrical.com> abgespeichert. Dieses Programm ermöglicht eindimensionale Inversionen für die Auswertung von Schlumberger- oder Wennersondierungen.

Speichern im 'Res2DInv' Format: Die Daten werden im Format des 'Res2DInv' geoelektrischen Inversionsprogramms von 'GeoTomo Software', M. H. Loke, Malaysia <www.geoelectrical.com> abgespeichert. Dieses Programm ermöglicht zweidimensionale Inversionen für die Auswertung von Widerstands-Profilmessungen (Messdurchführung entlang eines linearen Profils).

Speichern im 'Res3DInv' Format: Die Daten werden im Format des 'Res3DInv' geoelektrischen Inversionsprogramms von 'GeoTomo Software', M. H. Loke, Malaysia <www.geoelectrical.com> abgespeichert. Dieses Programm ermöglicht dreidimensionale Inversionen von geoelektrischen Messungen, deren Daten auf zweidimensionalen x-y-Netzen gewonnen wurden.

Speichern im 'SensInv2D' Format: Die Daten werden im Format des 'SensInv2D' Programms von Geotomographie, Dr. Th. Fechner, Deutschland <www.geotomographie.de> abgespeichert. Dieses Programm ermöglicht zweidimensionale Inversionen für die Auswertung von Widerstands-Profilmessungen (Messdurchführung entlang eines linearen Profil).

Speichern im 'ResistivityImager2D' Format: Die Daten werden im Format des 'ResistivityImager2D' Programms von Geotomographie, Dr. Th. Fechner, Deutschland <www.geotomographie.de> abgespeichert. Dieses Programm ermöglicht zweidimensionale Inversionen für die Auswertung von Widerstands-Profilmessungen (Messdurchführung entlang eines linearen Profil). Es ist die Nachfolgeversion des Programms 'SensInv2D'.

Speichern im 'DC2dInvRes' Format: Die Daten werden im Format des 'DC2dInvRes' Programms abgespeichert, einem 2D Inversionsprogramm von Thomas Günther <<http://www.resistivity.net/dc2dinvres/>>.

Speichern im 'DC2dTree' Format: Die Daten werden im Format des 'DC2dTree' Programms abgespeichert, einem 2D Inversionsprogramm von Thomas Günther und Carsten Rucker <<http://www.resistivity.net/dc2dtree/>>. Dieses Programm ermöglicht die Darstellung von Impedanz-Widerstandsmessungen an zylindrischen Geometrien wie Bäumen, Bohrkernen und Bodenproben.

Speichern im 'DC3dInvRes' Format: Die Daten werden im Format des 'DC3dInvRes' Programms abgespeichert, einem 3D Inversionsprogramm von Thomas Günther <<http://www.resistivity.net/dc3dinvres/>>.

Speichern im 'EarthImager' Format: Die Daten werden im Format der 'EarthImager' 2D bzw. 3D Inversionssoftware von Advanced Geosciences Inc., USA <www.agiusa.com> abgespeichert. Es werden zwei Dateien erstellt: eine *.URF-Datei enthält die Messdaten und eine *.TRN-Datei ("terrain file") enthält die topographischen Informationen.

Speichern im 'ZOND' Format: Die Daten werden im Format der Inversionsprogramme 'ZondRes2D' und 'ZondRes3D' von Alex Kaminsky gespeichert <www.zond-geo.com/english>, mit der Erweiterung 'z2d' bzw. 'z3d'.

Speichern im 'CSV TXT' Format: Bei diesem Format werden die Daten im CSV-Schema (= comma separated values) als ASCII-Textdatei gespeichert mit der Erweiterung *.txt oder *.csv. Diese Datei kann für selbst erstellte Rechenroutinen benutzt werden, zum Beispiel mit dem Programm EXCEL. CSV Einstellungen können in Programm-Optionen > Export angepasst werden.

Übergangswiderstände speichern im 'CSV TXT' Format: Speichern der Übergangswiderstandsmessungen im CSV Format, siehe oben.

Stapelverarbeitung: Diese Option erlaubt das automatisierte Einlesen von mehreren *.tx0 Messdaten mit automatisierter Ausgabe als *.dat Datei für ResXDInv oder als *.csv Datei.

Gemessene Daten vom Messgerät einlesen: Daten, die im autonomen Modus des geoelektrischen Messgeräts (MON, TOM) ohne externe Rechnersteuerung gemessen werden, können von GeoTest eingelesen und dargestellt werden.

Ablaufplan in das Messgerät übertragen: Mit dieser Option wird eine Tabelle der gegenwärtig eingestellten Parameter (Elektrodenkonfigurationen und Messeinstellungen) zum Geoelektrik-Messgerät übertragen. Anschließend kann das Messgerät tomographische Daten im autonomen Modus messen, unter Anwendung des übertragenen Parameterdatensatzes, ohne dass ein Rechner für die Steuerung der Messungen erforderlich ist.

Diese beiden letzten Auswahlmöglichkeiten bestehen nur bei Verwendung des "4 Point Light 10W" Geoelektrik Messgeräts. Für Einzelheiten siehe hierzu die entsprechende Betriebsanleitung des Messgeräts.

Programm beenden: Mit diesem Auswahlfeld wird das Programm GeoTest beendet. Falls sich im Speicher noch ungesicherte Daten befinden, wird der Benutzer aufgefordert diese zu sichern bevor das Programm abschaltet.

4.1.1.2 Einstellen

4.1.1.2.1 Kabel / Elektrodenketten einstellen

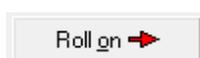
Elektrodenketten (Elektroden-Adressen): An dieser Stelle können Ketten von aktiven und mit Adressen versehenen Elektroden, die von einem Bussystem gesteuert werden, konfiguriert werden. Jede Elektrodenadresse wird nur einmal vergeben und ist technisch auf ein Schaltkästchen und eine Elektrode festgelegt. Die Adressen können sowohl in aufsteigender wie auch in absteigender Reihenfolge gewählt werden. Der Benutzer kann die Elektrodenketten durch Markieren der entsprechenden Felder auswählen. Die aktuellen Elektrodennummern jedes verwendeten Kabels werden angezeigt und können bearbeitet werden.



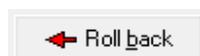
Es können bis zu 12 Kabel angesteuert werden. Die Anzahl der angezeigten Kabel ist von den Kabelkonfigurationseinstellungen abhängig. Wenn der Benutzer eine andere Anzahl von Kabeln verwenden möchte, dann müssen die Kabelkonfigurationen neu gesetzt werden. Die Schaltfläche "Neue User-Voreinstellungen" dient dazu. Siehe auch Kapitel "0 - Vorbemerkungen" und dort "Schritt 5 - Kabel-Konfiguration einstellen".

Verwendete Elektroden (transformierte Nummern): Nach Anklicken des Schaltfeldes "Einstellen" berechnet GeoTest eine Serie von Elektrodennummern aus den aktiven Elektrodenadressen. Die Anzahl der aktiven Elektroden wird im Feld "Elektroden" angezeigt. Die Elektrodennummerierung beginnt mit der Zahl im Feld "Erste" (diese kann gewählt werden) und endet mit der Zahl im Feld "Letzte".

Elektroden-Konstanten: In den gelb unterlegten Feldern können die Kenndaten für die Start-Elektrode eines Profils, bzw. für die Startelektrode eines Mapping-Grids eingegeben werden. Diese Eingaben bleiben konstant erhalten, auch während "Roll-on"-Messungen.



Bei Anklicken des **Roll on**-Knopfes wird die Kabelreihenfolge derart geändert, dass das vormals erste Kabel nach dem vormals letzten Kabel folgt und das Profil dadurch verlängert wird. GeoTest berechnet die Profilelektroden-Nummern danach neu. Siehe das Kapitel "4.2. Roll-on Messungen".



Der **Roll-back** Knopf ändert die Kabelreihenfolge in der anderen Richtung: Das vormals letzte Kabel wird vor das ehemals erste Kabel gesetzt. Das Profil wird über die erste Elektrode hinaus nach vorne verlängert. GeoTest berechnet die Profilelektroden-Nummern neu.

Neues Kabel Setup: Neue Voreinstellungen werden abgefragt und als aktuelle User-spezifische Voreinstellungen gespeichert. Die Voreinstellungen beziehen sich auf folgende Angaben: Die Elektrodenketten (Adressen) und die Elektroden-Konstanten (gelb unterlegte Felder).

Ergänze ein Kabel: Ein zusätzliches Kabel wird dem User Kabel-Setup angefügt.

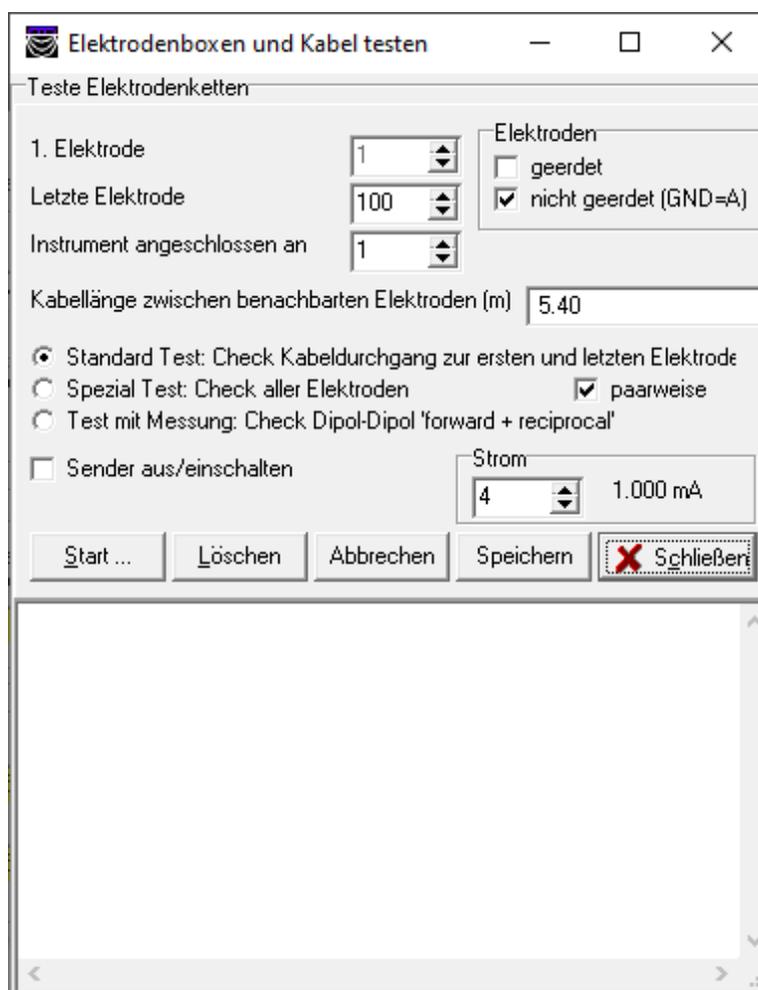
Zurücksetzen: Die aktuellen Werte werden auf die User Voreinstellungen zurück gesetzt.

Setzen: Die aktuell angezeigten Werte werden übernommen.

Beispiel: Im oben beschriebenen Beispiel werden drei Ketten verwendet (Nummer 1, 3 und 5) mit den korrespondierenden Elektrodenadressen: 1...20, 41...60 und 81...100. In der Summe sind damit 60 Adressen vorhanden und GeoTest kann diese für 60 Profilelektroden verwenden. Die Nummer der ersten aktiven Elektrode ist 1. Damit sind die Profilelektroden von 1 bis 60 nummeriert. Die erste Profilelektrode mit der Nummer 1 korrespondiert mit der Elektrodenadresse 1. Die letzte Profilelektrode 60 erhält die Elektrodenadresse 60. Der Elektrodenanstand ist auf 5 Meter eingestellt. Die Start-Elektrode mit der Nummer 1 befindet sich im Profil auf der Position $1 * 5 \text{ m} = 5 \text{ m}$. Die erste aktive Elektrode im Profil ist die Start-Elektrode und befindet sich bei $1 * 5 \text{ m} = 5 \text{ m}$. Die letzte aktive Elektrode im Profil befindet sich dann bei $60 * 5 \text{ m} = 300 \text{ m}$.

Teste Elektrodenketten: Das Programm testet die Kabelverbindung zu den Elektroden und misst den mittleren Kabelwiderstand. Ein eventueller Kabel-bruch würde gemeldet werden. Während des Tests können alle Elektroden ganz normal in die Erde gesteckt sein (= geerdet) oder auch nur das Multi-Ader Kabel angesteckt sein. Im letzten Fall müssen die Anschlüsse "A" und "GND" verbunden werden.

Die Ergebnisse des Tests werden mit in das Datenfile *.tx0 abgespeichert.



4.1.1.2.2 Elektroden und Daten einstellen

4.1.1.2.2.1 Kopfdaten

Daten	Ordner für Daten
Test	Dateiname
parallel zur Straße	Kommentar
Name des Registrierers	Anwender
	Kommentar

Daten: Die Datenbezeichnung wird als Voreinstellung für den Namen der Datendatei verwendet. Es können zusätzlich Informationen und Kommentare zur Beschreibung der Messungen in die Felder eingetragen werden.

Ordner für Daten: Hier können Festplatte und Verzeichnispfad des Ordners voreingestellt werden, in dem die Daten gespeichert werden sollen. Der Anwender kann Ordner und Dateinamen ändern.

4.1.1.2.2 Profilmessung

Diese Registerkarte ermöglicht es, alle Einstellungen für Profilmessungen vorzunehmen. Als Profil wird eine lineare Folge von an der Erdoberfläche gesetzten Elektroden bezeichnet. Alle Elektroden müssen äquidistant angeordnet sein.

Ein Beispiel: eine Reihe von 50 Elektroden im 5-Meter-Abstand ergibt eine Profillänge von $250\text{ m} - 5\text{ m} = 245\text{ m}$. Wenn die erste Elektrode in 5 m Entfernung vom Profilanfang gelegen ist, dann umfasst das Profil eine gesamte Länge von 5 m bis 250 m. Die Profilausrichtung ist als X-Richtung voreingestellt. Rechtwinklig zum Profil ist die Y-Richtung und vertikal zu beiden ist die Z-Richtung definiert. Weitere Erläuterungen finden sich in Kapitel "4.1.3 Datentabelle".

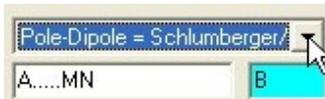
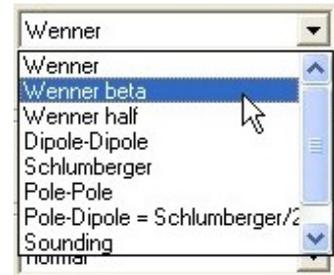
Elektroden

Elektroden-Konstanten: Diese Parameter bleiben stets konstant, auch bei Anwendung des "Roll-On"-Messverfahrens und auch bei Profilverlängerungen. Die Nummerierung und Positionsangabe der Start-Elektrode sowie der Elektrodenabstand werden nicht verändert, wenn das "Roll-On"-Messverfahren verwendet wird. Der Elektrodenabstand bezeichnet die Entfernung zwischen zwei benachbarten Elektroden. Das Auswahlfeld "äquidistant" zeigt an, ob die Elektroden gleichabständig sind oder nicht. Standard-Profilmessungen sind äquidistant, vom Benutzer gewählte Konfigurationen können davon abweichen.

Aktuelle Messung: Hier kann die erste und letzte aktive Elektrode eingestellt werden. **Bitte beachten Sie:** Das Programm verwendet eine aufsteigende Nummerierung für die Elektroden, auch wenn die Folge der Elektroden in der benutzten Elektrodenkette dem nicht entspricht. Beispiel: Es werden zwei Elektrodenketten benutzt. Kette 1 umfasst die Elektrodenadressen 26 bis 50 und Kette 2 die Elektrodenadressen 1 bis 25. Das Programm errechnet 50 Elektroden von 1 bis 50. Die Elektrode Nummer 1 besitzt die ursprüngliche Adresse 26, während die Elektrode Nummer 50 die ursprüngliche Adresse 25 hat. Wenn das Feld "Roll-On" Technik verwenden" aktiviert ist, wird die Nummer der ersten "neuen" Elektrode eingelesen. Sehen Sie in den Kapiteln "Setup cables and electrode chains" und "Example 2: Wenner tomography using Roll-on technique" des separaten Dokuments [Manual_GeoTest_Tutorial.pdf](#) nach, um detaillierte Erläuterungen zu erhalten.

Konfiguration

Typ: Auf dieser Schaltfläche kann die aktuelle Messkonfiguration (Elektroden-Konfiguration) eingestellt werden. Für eine Erklärung der häufig verwendeten Konfigurationen siehe z.B. Berkold et al. (1997). Dahlin & Zhou (2006) erläutern das "Multiple Gradient Array" und Zhou et al. (2020) das "Full-Range-Gradient (FRG) Array". Prinzipskizzen der gängigen Elektroden-Konfigurationen sind weiter unten abgebildet. Bei einigen Elektroden-Konfigurationen werden entfernte Elektroden verwendet. Eine solche Fernelektrode ist nicht Bestandteil der adressierten Elektroden in der Elektrodenkette. Die Fernelektrode wird direkt mit dem



entsprechenden Anschluss des Geoelektrik-Messgeräts verbunden. Idealerweise beträgt die Entfernung zwischen einer Fernelektrode und der nächsten Elektrode in der Kette das Zehnfache der Elektrodenauslage. Im Fall von "Pol-Dipol"- oder "Wenner-Halb"-Konfigurationen sind sowohl die stromaussendende Elektrode "B" wie auch die potentialmessende Elektrode "N" Fernelektroden. Im Fall von Eigenpotentialmessungen (SP) werden nur die Potentialelektroden "M" und "N" verwendet. Abhängig vom Messaufbau kann die Elektrode "N" auch eine Fernelektrode sein. Die Gradienten-Anordnung verwendet ebenfalls zwei Potentialelektroden ("M" und "N") in Verbindung mit zwei stromeinspeisenden Fernelektroden "A" und "B". Unterhalb des Auswahlfeldes wird die jeweils gewählte Konfiguration in einer Skizze angezeigt. Im weißen Feld sind die prinzipiell zur Messung verwendeten Elektroden zu sehen, während im blauen Feld die Fernelektrode(n) angezeigt wird. Als Beispiel wird hier links die Pol-Dipol-Anordnung (= Halb-Schlumberger) dargestellt. Mit der Auswahl "custom made" können vom Benutzer erstellte Konfigurationen eingestellt werden, siehe hierzu Kapitel 4.1.1.2.2.7.

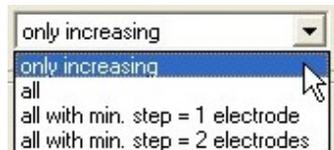


Hinweis: Für Eigenpotentialmessungen (SP) sind unpolarisierbare Elektroden erforderlich. SP Messungen können nicht mit Edelmetallelektroden ausgeführt werden.



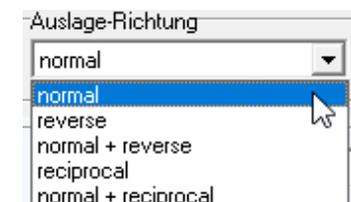
Hinweis: Gradienten-Messungen mit den Fernelektroden A und B liefern keine Werte des elektrischen Widerstandes, wenn angenommen werden kann, dass die Fernelektroden "quasi unendlich" weit entfernt platziert sind. In so einem Fall kann kein Geometriefaktor K errechnet werden. GeoTest kann jedoch die Widerstände berechnen, wenn die exakten Positionen der Fernelektroden bekannt sind.

Verwendete Auslagen: Dieses Auswahlfeld ist nur aktiviert, wenn eine Dipol-Dipol- oder Schlumberger-Konfiguration gewählt wird. Die Auslage ist die Entfernung der Elektrodenanordnung von der ersten zur letzten Elektrode entlang des Profils. Die Auslage ist abhängig von den aktuellen Einstellungen der Dipolabstände und der Dipollängen. Das Programm vergrößert die Auslage mit zunehmenden Dipolabständen und Dipollängen gleichzeitig in verschiedener Art und Weise:



- nur zunehmende Abstände werden verwendet (= Abstände, die größer sind wie die zuvor verwendeten Abstände). Dies ist die Standardauswahl.
- alle möglichen Abstände werden verwendet (= alle Dipolabstands- und Dipollängen-kombinationen). Diese Auswahl ermöglicht einen höheren Grad der Überdeckung.
- alle Abstände, die sich in mindestens einem Elektrodenabstand unterscheiden.
- alle Abstände, die sich in mindestens zwei Elektrodenabständen unterscheiden.

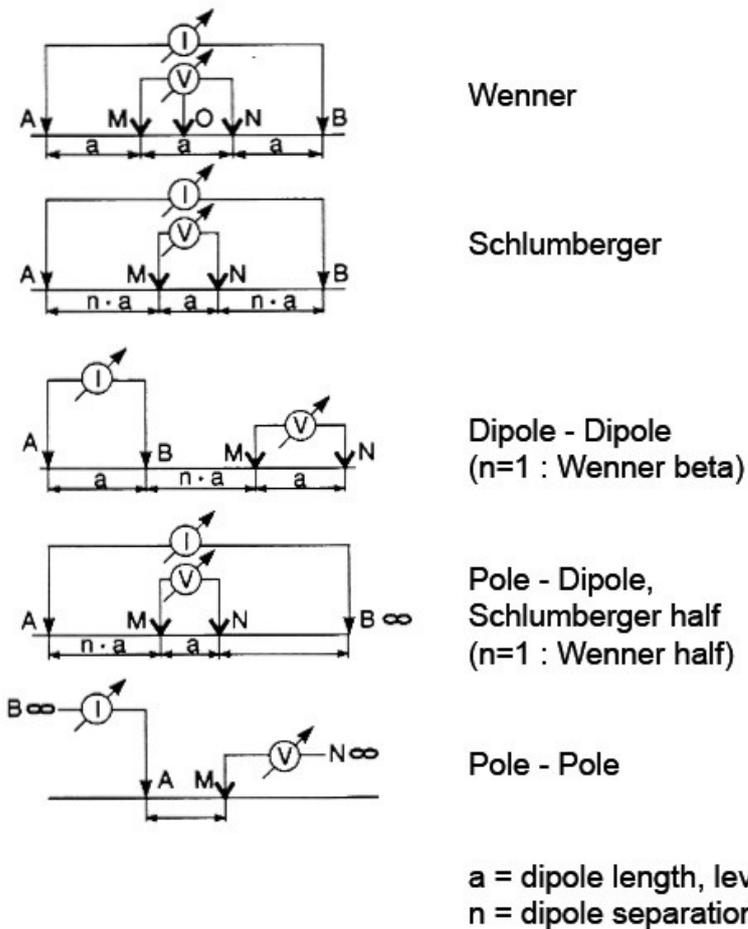
Auslage-Richtung: Im Fall der Wenner-Konfiguration bedeutet die "normale" Ausrichtung AMNB, "reverse" dreht die Auslagerichtung um zu BNMA und "reciprocal" tauscht Strom- und Spannungsdipole zu MABN.



Dipol-Längen, Levels: Die Dipol-Länge bezeichnet den Abstand zwischen den Potentialelektroden M und N und/oder den Stromelektroden A und B in Einheiten der Elektrodennummern. Im Fall der Wenner-Anordnung wird dieser Abstand häufig "level" genannt (siehe die folgenden Skizzen). Die Dipol-Länge entspricht der Strecke "a" in den folgenden Bildern.

Dipol-Abstände: Damit wird der Abstand zwischen dem stromeinspeisenden Dipol (A – B) oder der nächstgelegenen Stromelektrode (A oder B) und dem die Potentialdifferenz messenden Dipol (M – N) in Einheiten von ganzzahlige Vielfachen der Dipollänge angegeben. *Im Falle der "Multiple Gradient Array" Konfiguration ist dieser Faktor gleichzusetzen mit dem "s-Faktor" nach Dahlin & Zhou (2006) und ist ein Maß für den Abstand zwischen dem Potentialdipol (M- N) und der Stromelektrode A oder B, welche weiter entfernt ist.* Der Dipol-Abstand entspricht dem Faktor "n" in den folgenden Bildern.

Die am häufigsten verwendeten Elektrodenkonfigurationen mit 4 Profilelektroden (Wenner, Schlumberger, Dipol-Dipol), 3 Profilelektroden und 1 entfernten Elektrode (Pol-Dipol) oder 2 Profilelektroden mit 2 entfernten Elektroden (Pol-Pol):



Berktold et al (1997): Geoelektrik.
 In Knödel K., Krummel H. & Lange G. (Herausg.): Geophysik. Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Band 3, 65-367, Springer-Verlag.

Geoelectrical 4-point configurations (4 profile electrodes)

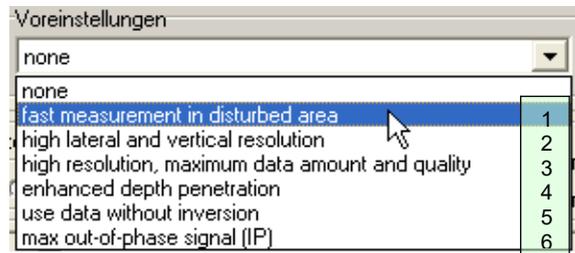
A,B = current electrodes
 M,N = potential electrodes
 a = electrode separation, level or dipole length
 n = dipole separation
 x = profile position (m)
 L = spread = longest distance(A,B,M,N)
 z = pseudo depth (m)
 fac = pseudo depth factor
 U = voltage measured (V)
 I = current applied (A)
 R = resistance (Ω) = U/I
 K = geometry factor (m)
 rho = resistivity (Ωm) = R · K = U/I · K

Geoelectric profiling configurations

name	A B M N configuration	pseudo section coordinates Reference	geometry faktor K rho = U/I · K
Wenner			
	A---M---N---B ←a→ ←a→ ←a→	$x = (x_M + x_N) / 2$ $z = L \cdot \text{fac} = (x_B - x_A) \cdot \text{fac}$ fac = 0.11 Berkold et al. (1997)	$K = 2 \cdot \Pi \cdot a$
Schlumberger = Sounding			
	A-----M---N-----B ←n·a→ ←a→ ←n·a→	$x = (x_M + x_N) / 2$ $z = L \cdot \text{fac} = (x_B - x_A) \cdot \text{fac}$ fac = 0.125 Berkold et al. (1997)	$K = \Pi \cdot n(n+1) \cdot a$ $n > 3$
Dipole-Dipole = Wenner beta for n=1			
	A---B-----N---M ←a→ ←n·a→ ←a→	$x = (x_B + x_N) / 2$ $z = L \cdot \text{fac} = (x_M - x_A) \cdot \text{fac}$ fac = 0.195 Berkold et al. (1997)	$K = \Pi \cdot n(n+1) \cdot (n+2) \cdot a$
Multiple Gradient Array (GD, MG)			
	A---M---N-----B ←a→ ←a→ ←n·a→ ← (n+2) · a →	$x = (x_M + x_N) / 2$ $z = \min[(x_B - x), (x - x_A)] \cdot \text{fac}$ fac = 0.333	$K = f(x_A, x_B, x_M, x_N)$
	A-----M---N---B ←n·a→ ←a→ ←a→ ← (n+2) · a →	Dahlin & Zhou (2006)	
Full Range Gradient Array (FRG)			
	N---M-----A-----B ←a→ ←n·a→ ← (n+2) · a →	$x = (x_M + x_N) / 2$ $z = (x_A - x) \cdot \text{fac}$	$K = f(x_A, x_B, x_M, x_N)$
	A---M---N-----B ←a→ ←a→ ←n·a→ ← (n+2) · a →	$x = (x_M + x_N) / 2$ $z = \min[(x_B - x), (x - x_A)] \cdot \text{fac}$	
	A-----B-----N---M ← (n+2) · a → ←n·a→ ←a→	$x = (x_M + x_N) / 2$ $z = (x - x_B) \cdot \text{fac}$ fac = 0.75 (optional: 0.333) Zhou et al. (2020) Essayeh et al. (2023a,b)	
Custom made (arbitrary)			
	A-----M---B--N	$x = ((x_A + x_B) / 2 + (x_M + x_N) / 2) / 2$ $z = L \cdot \text{fac}$ example: L = xN - xA fac = 0.143	$K = f(x_A, x_B, x_M, x_N)$
Geometry factor K for all configurations			
$K = 2 \cdot \Pi / (1/AM - 1/AN - 1/BM + 1/BN)$		with $AM = x_A - x_M $, $AN = x_A - x_N $, $BM = x_B - x_M $, $BN = x_B - x_N $ Berkold et al. (1997)	

Die Schaltfläche **Voreinstellungen** setzt Levels und Dipolabstände auf voreingestellte Werte, abhängig vom verwendeten Konfigurationstyp. Die Schaltfläche **Maximum** berechnet den größtmöglichen Level aus dem gegebenen Dipolabstand, der Anzahl der verfügbaren Elektroden und dem verwendeten Konfigurationstyp. Die Schaltfläche mit dem Fragezeichen "?" zeigt die Skizzen der am häufigsten verwendeten Konfigurationen an (siehe Abbildung oben).

Voreinstellungen (dunkelgrau hinterlegtes Auswahlfeld): In diesem Auswahlfeld sind einige vordefinierte Aufbaukonfigurationen verfügbar. Bei Wahl einer dieser Varianten werden die Elektrodenkonfiguration sowie die korrespondierenden Dipolabstandsängen und Level auf voreingestellte Werte gesetzt. Die Messparameter werden ebenfalls auf vorbestimmte Werte eingestellt.



(1) Diese Auswahl legt eine Wenner-Konfiguration (A.M.N.B) fest. Dieser Konfigurationstyp ermöglicht relativ hohe Messspannungen und ergibt verwertbare Ergebnisse auch in gestörten Messgebieten.

(2) Diese Auswahl bestimmt eine Dipol-Dipol-Konfiguration (A.B.....N.M). Diese Konfiguration besitzt einige Vorteile gegenüber der Wenner-Konfiguration: bessere horizontale Auflösung und eine größere Datenmenge, die für die Modellrechnung zur Verfügung steht. Ein Haupt-Nachteil sind jedoch die relativ kleinen Messspannungen, die in gestörten (städtischen) Messgebieten problematisch werden können. In der Standardeinstellung werden nur ansteigende Auslagenlängen verwendet (siehe hierzu den Abschnitt "Verwendete Auslagen" weiter oben in diesem Kapitel).

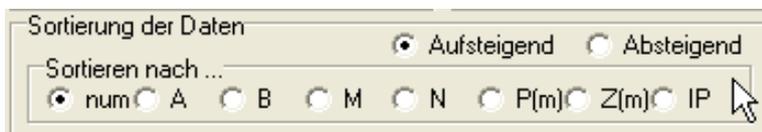
(3) Diese Auswahl basiert auf der gleichen Konfiguration wie unter (2) beschrieben, jedoch unter Nutzung weiterer, auch nicht ansteigender Auslagen (Verwendung aller Abstände, die sich mindestens um einen Elektrodenabstand unterscheiden, siehe hierzu den Abschnitt "Verwendete Auslagen" weiter oben in diesem Kapitel). Im Ergebnis werden mehr Daten wie im Fall (2) generiert.

(4) Diese Auswahl ist die "Halb-Schlumberger-Konfiguration" (A.....M.N) mit einer weit entfernten Elektrode (B). Diese Konfiguration ermöglicht eine höhere Tiefeneindringung verglichen mit Vier-Elektroden-Konfigurationen wie einer symmetrische Schlumberger-Auslage (A.....M.N.....B).

(5) Diese Auswahl stellt eine "gemittelte Halb-Wenner-Anordnung" ein. Damit werden zwei vollständige Messzyklen in normaler und umgekehrter Richtung durchgeführt. Die Elektrodenkonfigurationen lautet A...M...N und N...M...A mit einer Elektrode B in großer Entfernung. Die Elektrode M bleibt in der Auslagenmitte fixiert und die zwei Messungen werden gemittelt und auf diesen Punkt bezogen. Die Widerstände werden geometrisch gemittelt $[\sqrt{(a*b)}]$ und die Phasenwinkel werden mit dem arithmetischen Mittel berechnet $[(a+b)/2]$. Die berechneten Mittelwerte werden in den Pseudosektionen dargestellt. Diese Konfiguration erzeugt eine Pseudosektion sehr ähnlich der invertierten Datensektion. Daher ist diese Option in den Fällen nützlich, in denen keine Inversion möglich ist oder nicht gewünscht wird. Siehe hierzu Hennig et al. (2005).

(6) Diese Auswahl ist die am besten geeignete Einstellung für IP-Messungen (Induzierte Polarisation) Es wird eine spezielle Wenner-IP-Reihenfolge verwendet. Mit dieser Elektrodenkonfiguration wird ein größtmögliches Signal-Rausch-Verhältnis erreicht, welches dann am besten geeignet ist, wenn niedrige Phasenverschiebungsspannungen erwartet werden.

Sortierung der Daten



In der Standardeinstellung werden die Daten nach der Datennummer sortiert. Der Benutzer kann die Art der Sortierung und Sortierungsrichtung ändern.



Anmerkung: Die Sortierung nach ansteigendem "A" kann sehr nützlich bei Roll-On-Messungen sein. Sehen Sie im Handbuch [Manual_GeoTest_Tutorial.pdf](#) für eine Erläuterung des Roll-On-Verfahrens



nach. Bei dieser Art der Sortierung erscheint eine Nachricht unterhalb des jeweiligen Elektroden-Schaltkästchen-Symbols, sobald das erste verwendete Kabel (oder die Elektrodenkette) abgesteckt werden kann. Der Registrierer kann dann das erste Kabel mit den angeschlossenen Elektroden demontieren und anschließend unter Verwendung des nun freien Kabels die neuen

Elektroden der Auslage entsprechend weiter aufbauen. Diese Tätigkeit kann auch während der laufenden Messung durchgeführt werden und spart somit Messzeit.



Anmerkung: Die Sortierung nach "IP" – Auswahl (6), wie oben beschrieben – bedeutet eine spezielle Art der Sortierung, die für IP-Messungen optimiert ist. Die Stromelektroden werden nicht unmittelbar nach der Stromeinspeisung als Potentialelektroden verwendet. Während der Stromeinspeisung werden an den Kontaktflächen hohe Eigenpotentiale generiert. Diese können die Datenqualität der folgenden Potentialmessungen beeinträchtigen.

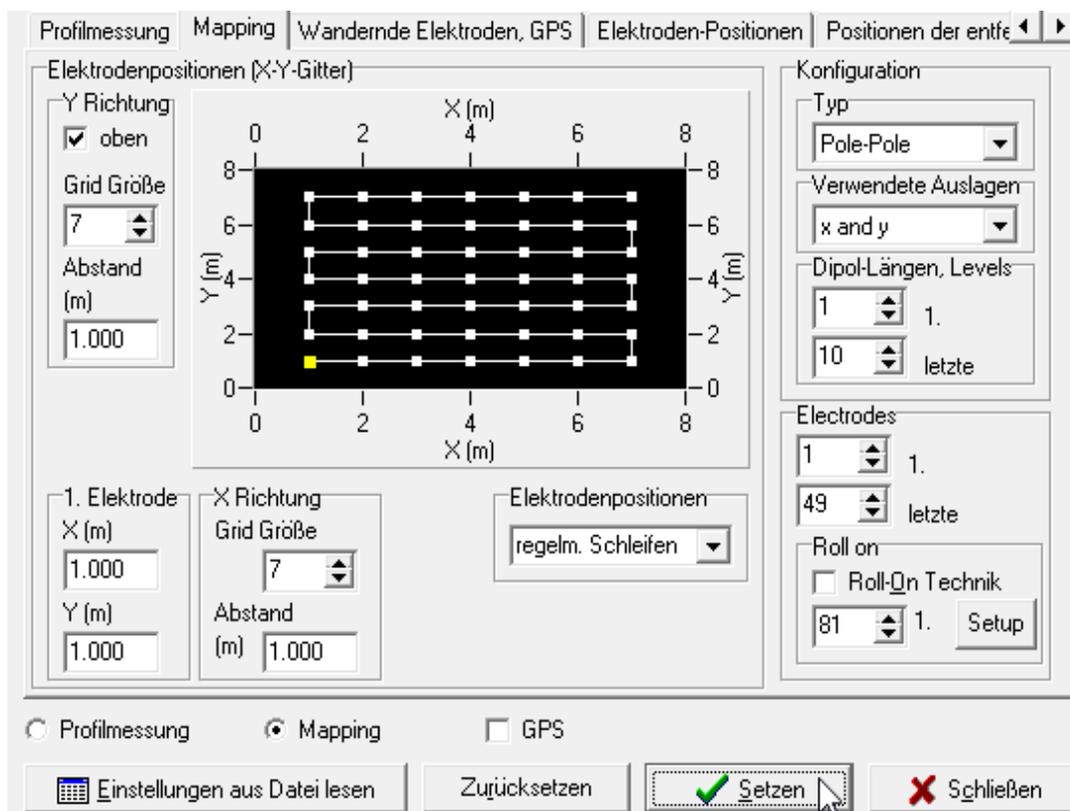
Pseudotiefen reduzieren

Der Benutzer kann die Pseudotiefendaten einschränken. Bei Einschalten dieser Option werden die Daten innerhalb oder außerhalb des gewählten Tiefenintervalls begrenzt. Beispiel: Die Daten zwischen 10 Meter und 20 Meter Pseudotiefe werden auf 40% der ursprünglichen Datenmenge reduziert.



4.1.1.2.2.3 Mapping (Kartierungsmessung)

In dieser Registerkarte können die Kartierungsmessungen konfiguriert werden. Kartierung bedeutet: Die Elektroden sind entlang eines zweidimensionalen Rasters an der Erdoberfläche angeordnet. Das Raster kann regelmäßig und rechtwinklig aufgebaut sein mit gegebenen X- und Y-Punktabständen und X- und Y-Gitterausmaßen. Es kann auch Teil eines regelmäßigen Netzes (zum Beispiel in U-Form) oder ein ringförmiges Netz sein.



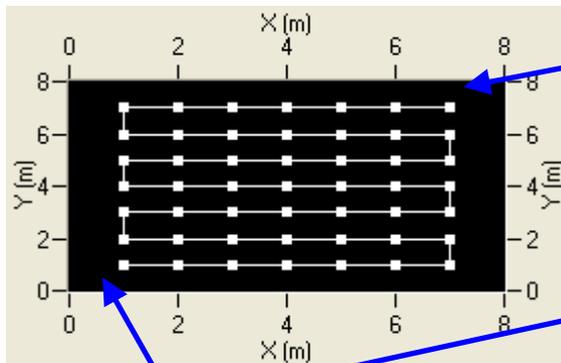
Elektrodenpositionen (X-Y-Gitter)

Diese Schaltfläche kontrolliert die Einstellungen des Messnetzes. In die gelb hinterlegten Felder unter **Start Elektrode [1,1]** werden die Koordinaten der Start-Elektrode eingetragen. Die Gitterabmessungen und –abstände können für die X- und Y-Richtungen jeweils separat angegeben werden.

Unter der Schaltfläche **Elektrodenpositionen** ist eine Auswahl der Arten der Messnetze zugänglich.

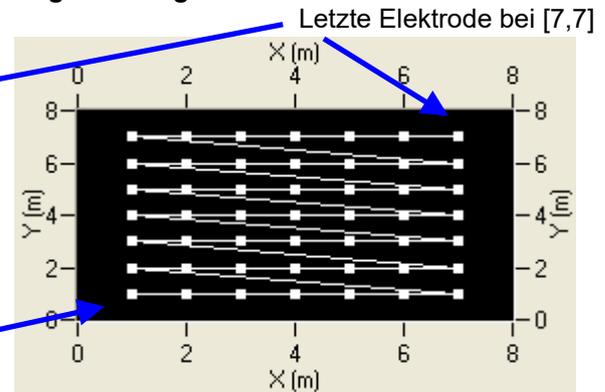
Regelmäßige Schleifen und **regelmäßiges Zick-Zack** bezeichnen regelmäßig und rechteckig angeordnete Gitternetze von Elektrodenpositionen. Das Gitterausmaß sowie die Gitterabstände für die X- und Y-Richtungen können hier eingestellt werden. Das Beispiel zeigt ein Gitternetz von 7 x 7 Elektroden im Ausmaß, einen X-Gitterindex zwischen 1 und 7 und einen Y-Gitterindex zwischen 1 und 7. Die Start-Elektrode [1,1] ist bei [X = 1 m, Y = 1 m] positioniert. Die letzte Elektrode [7,7] steht am Gitterpunkt [X = 7 m, Y = 7 m].

Regelmäßige Schleifen



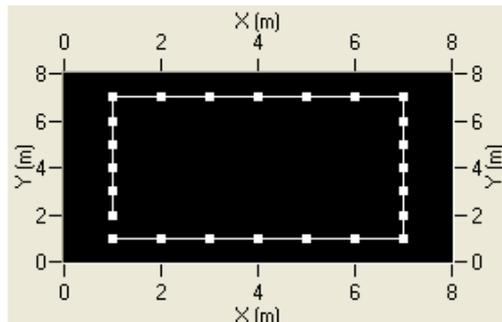
Start-Elektrode bei [1,1]

Regelmäßiges Zick-Zack

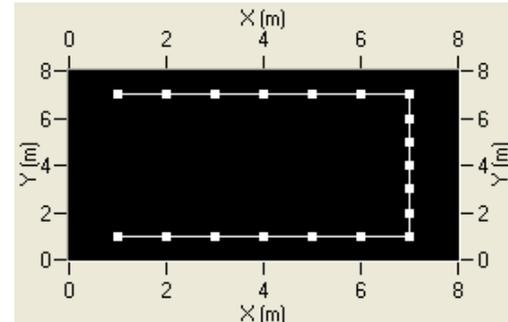


Letzte Elektrode bei [7,7]

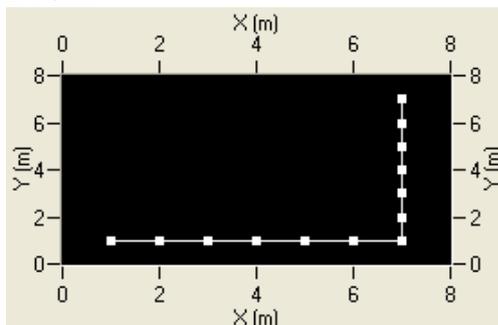
Rechteck



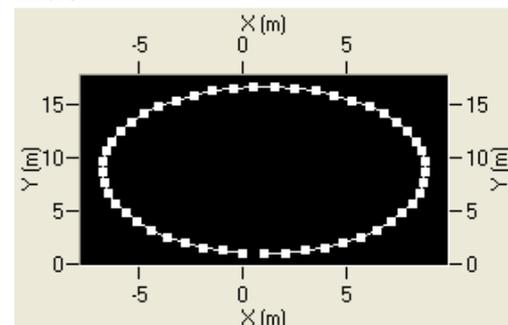
U-Form



L-Form



Kreis

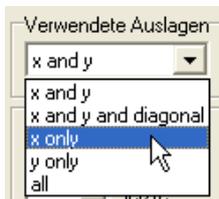
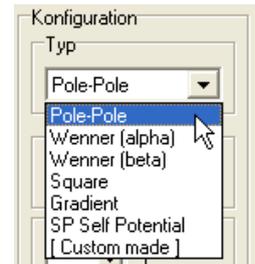


aus Elektrodentabelle: Diese Auswahl liest die Elektrodenpositionen aus der Liste innerhalb der Registerkarte "Elektroden-Positionen" ein. Mit dieser Option können benutzerdefinierte und unregelmäßige Gitternetze konfiguriert werden.

★ Anmerkung: Das 3D-Inversionsprogramm Res3DInv unterstützt nicht alle in GeoTest möglichen Elektrodenkonfigurationen.

Konfiguration

Unter **Typ** kann die Elektrodenkonfiguration ausgewählt werden. **Pole-Pole** verwendet zwei wandernde Elektroden (A und M) sowie dazu zwei fest installierte Fernelektroden (N und B). Die Positionen der jeweiligen Fernelektroden können in der Tabelle "Elektroden-Positionen" festgelegt werden. Wenn die Koordinaten bekannt sind, lassen sich genaue Geometriefaktoren berechnen. Siehe hierzu *Hauptmenü* → *Einstellen* → *Optionen* → *Programm-Optionen* → *Geometriefaktoren*. **Wenner (alpha)** und **Wenner (beta)** sind lineare Konfigurationen, die ebenfalls bei Kartierungsmessungen angewendet werden. **Square** benutzt vier wandernde Elektroden in einer viereckigen Anordnung. **Gradient** verwendet zwei wandernde Potentialelektroden (M und N) sowie zwei fern gelegene Stromelektroden (A und B). Bei dieser Einstellung können die elektrischen Widerstände nur dann berechnet werden, wenn zuvor die genauen Geometriefaktoren (K-Faktoren) aus den bekannten Positionen der Fernelektroden A und B kalkuliert werden können. **SP Self Potential** (Eigenpotential) verwendet nur eine wandernde Elektrode (M), die die vorhandene Spannungsdifferenz zu einer festgelegten Basiselektrode misst, ohne dass Strom in den Untergrund eingespeist wird. **[Custom made]** ermöglicht es, selbst erstellte Elektrodenlisten einzubeziehen, siehe hierzu Kapitel 4.1.1.2.2.7 "Benutzerdefinierte Elektrodenkonfigurationen".



Verwendete Auslagen: Die Richtung der Feld-Elektrodenanordnung wird hier vorgegeben. Die Feldanordnung kann in X-, Y- oder diagonaler Richtung ausgedehnt werden. Die Auswahl "all" berechnet alle verfügbaren Auslagen.

Dipol-Längen, Levels: In diesem Feld können die Abstände innerhalb des Elektroden-Arrays gewählt werden.



Zurücksetzen: Mit dieser Schaltfläche werden alle Änderungen auf die im Programm implementierten Voreinstellungen zurückgesetzt. Mit dem Klicken auf die Schaltfläche **"Setzen"** werden zwei Vorgänge ausgelöst: (a) das Gitternetz wird berechnet und (b) alle Elektrodenkonfigurationen werden berechnet und die Werte und Inhalte der Pseudosektionen gelöscht.



4.1.1.2.4 Wandernde Elektroden und GPS

Diese Registerkarte ermöglicht die Einstellung von Messungen mit wandernden / mobilen Elektrodenarrays. Diese Auswahl besteht nur im Modus Profilmessung.



Mit dieser Schaltfläche kann die Auswahl für wandernde Elektroden und GPS aktiviert werden. Wenn das Häkchen gesetzt ist, sichert das Programm die Positionsdaten, die vom GPS Gerät eingelesen werden und nicht die Profilkordinaten (siehe Kapitel 4.1.3 für weitere Erläuterungen).

Ein typisches **Beispiel** ist eine Anordnung von 20 Elektroden, die an einem Fahrzeug montiert sind. Der Wagen transportiert die Elektroden von einer Position zur nächsten. An jeder Position wird eine Schlumberger-Sondierung mit neun Messungen durchgeführt. Die Positionen werden mit einem GPS Gerät eingemessen. Die nun folgenden Erläuterungen beziehen sich auf dieses Beispiel.

Diese Option verwenden: Wanderelektroden und GPS Messungen

Positionsbestimmungen

messen ...

continuously

one per geoelectric cycle

Messungen durch ...

GPS

Antennenhöhe (m) =

Z Koordinate

Z(measured) - antenna height

Z(measured) - antenna height - pseudodepth

Vor der geoelektrischen Messung

Übergangswiderstände messen

Nach der geoelektrischen Messung

Neustart

Dateien automatisch speichern

Alle Dateien automatisch zusammenfassen

Stop and Go: Messung muss an jeder neuen Position gestartet werden

Kontinuierlich: Messungen werden automatisch fortlaufend ausgeführt

Positionsbestimmungen

messen ...

continuously

one per geoelectric cycle

Der Benutzer kann das GeoTest Programm anweisen die GPS Daten kontinuierlich zu messen oder alternativ eine Positionsmessung je geoelektrischem Messzyklus (Standardeinstellung) durchzuführen.

Vor der geoelektrischen Messung

Übergangswiderstände messen

Vor dem Beginn einer neuen geoelektrischen Messung kann der Benutzer zusätzlich die Auswahl zur Messung der Übergangswiderstände aktivieren.

Messungen durch ...

GPS

Antennenhöhe (m) =

Die Schaltfläche "GPS setup" ermöglicht es weitere Einstellungen bezüglich des GPS Geräts vorzunehmen, wie die Konfiguration der seriellen Schnittstelle, der Baudrate oder dem NMEA Datensatz. Die Antennenhöhe ist der vertikale Abstand zwischen der GPS Antenne und dem Erdboden.

Z Koordinate

Z(measured) - antenna height

Z(measured) - antenna height - pseudodepth

Der Benutzer kann wählen, wie die Z-Koordinate bestimmt wird. In der Standardeinstellung werden die Höhendaten wie folgt berechnet: $Z [m] = \text{GPS Höhenablesung} [m] - \text{Antennenhöhe} [m] - \text{Untersuchungstiefe} [m]$. Die so berechnete Z-Koordinate entspricht dann der Pseudotiefe des jeweiligen Messwertes.

Nach der geoelektrischen Messung

Neustart

Dateien automatisch speichern

Alle Dateien automatisch zusammenfassen

Stop and Go: Messung muss an jeder neuen Position gestartet werden

Kontinuierlich: Messungen werden automatisch fortlaufend ausgeführt

Diese Schaltfläche ermöglicht den automatischen Start eines neuen geoelektrischen Messzyklus nachdem der vorherige Zyklus an seiner Position abgeschlossen wurde. Wenn "Dateien automatisch speichern" ausgewählt wird, dann erzeugt das Programm einen Dateinamen aus den aktuellen Daten und Zeitablesungen und speichert die Daten in dieser Datei ab. Alle Sondierungen von allen Positionen können in einer einzigen, kombinierten Datei gespeichert werden, wenn "Alle Dateien automatisch zusammenfassen" gewählt wird. "Stop and Go" bedeutet, dass der Benutzer eine neue Sondierung manuell starten muss, nachdem die vorherige Sondierung abgeschlossen ist. Diese Funktion ist ideal für die Abfolge: Ende der Messung – Elektroden anschließen – Messen – Elektroden vom Kabel trennen – Auslage weiter aufbauen – und so weiter. "Kontinuierlich" bedeutet, dass hierzu keine Handlung des Benutzers erforderlich ist. Das Programm führt eine Sondierung nach der anderen durch, ideal für bewegliche Geräte und Messungen während dem Fahren.

Diese Schaltfläche ermöglicht den automatischen Start eines neuen geoelektrischen Messzyklus nachdem der vorherige Zyklus an seiner Position abgeschlossen wurde. Wenn "Dateien automatisch speichern" ausgewählt wird, dann erzeugt das Programm einen Dateinamen aus den aktuellen Daten und Zeitablesungen und speichert die Daten in dieser Datei ab. Alle Sondierungen von allen Positionen können in einer einzigen, kombinierten Datei gespeichert werden, wenn "Alle Dateien automatisch zusammenfassen" gewählt wird. "Stop and Go" bedeutet, dass der Benutzer eine neue Sondierung manuell starten muss, nachdem die vorherige Sondierung abgeschlossen ist. Diese Funktion ist ideal für die Abfolge: Ende der Messung – Elektroden anschließen – Messen – Elektroden vom Kabel trennen – Auslage weiter aufbauen – und so weiter. "Kontinuierlich" bedeutet, dass hierzu keine Handlung des Benutzers erforderlich ist. Das Programm führt eine Sondierung nach der anderen durch, ideal für bewegliche Geräte und Messungen während dem Fahren.

4.1.1.2.2.5 Elektroden-Positionen

Diese Registerkarte stellt die Koordinaten aller verwendeten Feldelektroden in drei Dimensionen dar. Bei Profilmessungen sind es die äquidistanten Profilelektroden und bei Kartierungsmessungen die Elektroden an den Gitter-Knotenpunkten. Falls Fernelektroden eingesetzt werden, so können deren Koordinaten in der nächsten Registerkarte "Positionen der entfernten Elektroden" eingegeben werden.



Das **Koordinatensystem** ist gleich für Profilelektroden, Gitterelektroden und Fernelektroden. Die Einheiten werden in Metern angegeben (es können zum Beispiel Gauß-Krüger-Koordinaten sein). Standardmäßig ist die X-Richtung identisch mit der Profilrichtung. Die Y-Richtung zeigt rechtwinklig links vom Profil weg und die Z-Richtung zeigt positiv nach oben. Folgerichtig wird die Tiefe unterhalb der Erdoberfläche mit negativen Werten angegeben.

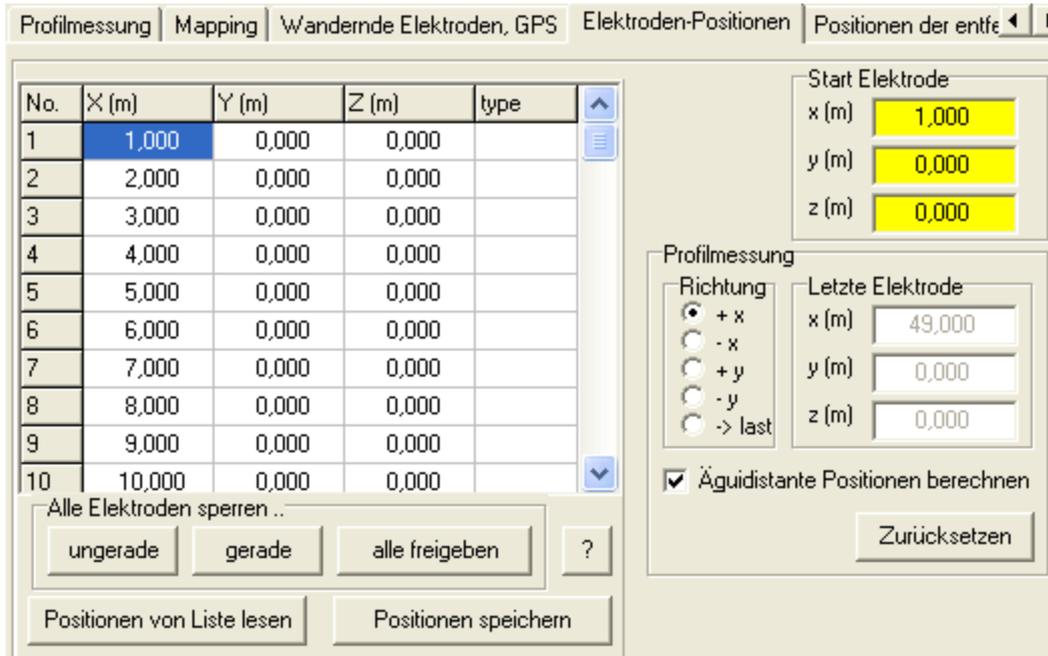


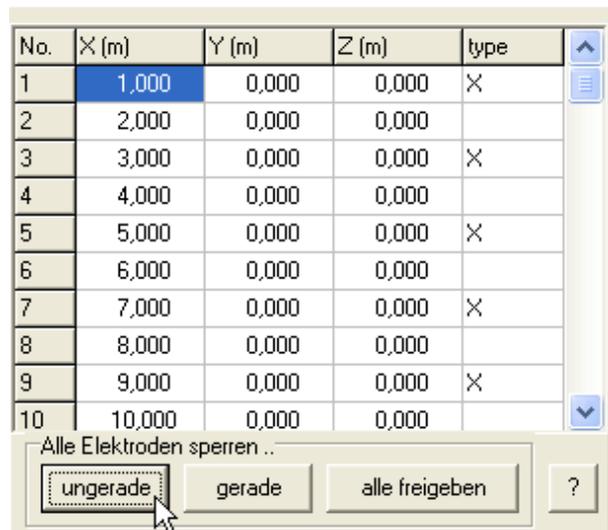
Tabelle der Elektroden-Koordinaten

Die Tabelle zeigt zu jeder Elektrodennummer die jeweiligen X-, Y- und Z-Koordinaten an. Das oben abgebildete Beispiel gibt die Elektroden-Positionen einer Profillinie wieder. Diese Linie erstreckt sich in positiver X-Richtung von 1 m (erste Elektrode) bis 49 m (letzte Elektrode). Die Y-Koordinaten sind rechtwinklig zur Profilrichtung ausgerichtet und betragen Null. Die Z-Koordinaten geben die Höhe jeder Elektrode an und sind in diesem Beispiel ebenfalls Null.

In der Spalte **type** der Tabelle kann der Elektrodentyp durch Kürzel benannt werden. Gesperrte Elektroden werden mit "X" gekennzeichnet. Bohrlochelektroden erhalten die Bezeichnung "Bx" mit x = Nummer des Bohrlochs.

Gesperrte Elektroden

Wenn in der Spalte **type** der Tabelle ein "x" oder "X" eingetragen ist, wird die betreffende Elektrode vom Programm nicht benutzt (gesperrte Elektrode). Diese Auswahl kann nützlich sein um zum Beispiel Elektroden mit mangelhaftem Bodenkontakt auszuschließen.



Der Benutzer kann alle Elektroden mit entweder geraden oder ungeraden Nummern sperren um die Menge der zu messenden Datenmenge zu reduzieren (siehe Beispiel im Bild).

Bohrlochelektroden

No.	X (m)	Y (m)	Z (m)	type
10	5,000	0,000	0,000	
11	5,500	0,000	-0,200	B1
12	5,500	0,000	-0,500	B1
13	5,500	0,000	-0,800	B1
14	5,500	0,000	-1,100	B1
15	5,500	0,000	-1,400	B1
16	5,500	0,000	-1,700	B1
17	5,500	0,000	-2,000	B1
18	5,500	0,000	-2,300	B1
19	6,000	0,000	0,000	

Die Spalte **type** in der Tabelle dient auch zur Kennzeichnung von Bohrlochelektroden. Die Elektroden des ersten Bohrlochs werden mit "B1", die für das zweite Bohrloch mit "B2" und so weiter gekennzeichnet. Das Bild zeigt ein Beispiel bei dem die Elektroden mit den Nummern 11 bis 18 als Bohrlochelektroden markiert sind. Diese Elektroden besitzen die gleichen x- und y-Koordinaten, jedoch verschiedene z-Koordinaten.

Positionen von Liste lesen

Durch Anklicken dieser Schaltfläche wird eine zusätzliche Tabelle geöffnet in der alle Elektrodenkoordinaten angezeigt werden. Diese Tabelle kann bearbeitet werden, zum Beispiel auch in der Art und Weise, dass Daten aus einem Excel Arbeitsblatt mit den Windows-Funktionen "Kopieren" und "Einfügen" in die Tabelle übernommen werden können.

Positionen speichern

Diese Schaltfläche sichert alle in der Tabelle angezeigten Elektrodenkoordinaten. Der Benutzer kann die Elektrodenpositionstabelle auch selbst bearbeiten, zum Beispiel im Falle von selbst konfigurierten Elektrodenrastern oder zur Eintragung von individuellen Höhen für einzelne Elektrodenpositionen. Anschließend muss die Schaltfläche angeklickt werden, um diese Eingaben zu übernehmen.

Start Elektrode

In den gelb hinterlegten Fenstern sind die Koordinaten der Start-Elektrode wiedergegeben. Bei Profilmessungen ist die Start-Elektrode gleichzeitig die erste Elektrode des Profils, bei Kartiermessungen wird die Start-Elektrode auf den ersten Punkt [1,1] des Gitters gesetzt.

Profilmessung

Diese Auswahlfläche wird nur im Modus "Profilmessungen" angezeigt. Im Feld "Letzte Elektrode" werden die Koordinaten der letzten Elektrode dieses Elektrodenaufbaus angezeigt.

Äquidistante Positionen berechnen

Bei Auswahl dieser Option berechnet das Programm automatisch ein äquidistantes Gitter, beginnend an der Start-Elektrode. Der Benutzer kann die Richtung des Profils innerhalb des x-y-z-Koordinatensystems frei wählen.

- Die Auswahl der Richtung "+x", "-x", "+y" und "-y" ermöglicht die Berechnung aller Elektrodenpositionen (einschließlich der letzten Elektrodenposition) aus der Position der ersten Elektrode, der Profilrichtung und dem Elektrodenabstand.
- Die Auswahl "-> last" berechnet die Elektrodenpositionen wie auch den Elektrodenabstand aus den Positionen der ersten und der letzten Elektrode.

Die Tabelle der Elektrodenpositionen wird automatisch aktualisiert, sobald der Knopf "Setzen" angeklickt wird, nachdem die Profil- bzw. Kartierungsmessparameter ausgewählt wurden.

4.1.1.2.6 Positionen der entfernten Elektroden

Diese Registerkarte zeigt Informationen über die Fernelektroden (remote electrodes) an. Fernelektroden liegen in großer Entfernung abseits vom Profil oder Messnetz. Einige Elektrodenkonfigurationen, wie die Pol-Pol-Anordnung, verwenden Fernelektroden, einige andere, wie zum Beispiel die Wenner-Anordnung, dagegen nicht.

A	B	M	N
x (m)	10.000	-	-
y (m)	1000.000	-	-
z (m)	0.000	-	-
Num	103	1	1
<input checked="" type="checkbox"/> Direkter Anschluss	<input type="checkbox"/> Direkter Anschluss	<input checked="" type="checkbox"/> Direkter Anschluss	<input checked="" type="checkbox"/> Direkter Anschluss
<input type="checkbox"/> aktiv	<input checked="" type="checkbox"/> aktiv	<input type="checkbox"/> aktiv	<input type="checkbox"/> aktiv

Berechnung der Geometriefaktoren bei entfernten Elektroden

angenähert = Elektroden im "Unendlichen"

exakt = Position der entfernten Elektroden

Speichern

Die Felder **A**, **B**, **M** und **N** zeigen die Position der jeweiligen Fernelektrode an und geben an, ob diese in Benutzung sind (Häkchen bei "aktiv" gesetzt) oder nicht. Üblicherweise werden diese direkt mit dem Geoelektrikmessgerät verbunden, z.B. über den Anschluss "B". Die Fernelektrode kann auch über eine adressierte Elektrode realisiert werden.

Das abgebildete Beispiel weist B als Fernelektrode einer Pol-Dipol-Konfiguration aus. B liegt an der Profilposition $x = 10$ m, mit einer Entfernung von $y = 1000$ m rechtwinklig zum Profil. Im Beispiel ist die Fernelektrode nicht direkt mit dem Messgerät über den Anschluss "B" verbunden, sondern als adressierte Elektrode mit der Adresse 103 realisiert.

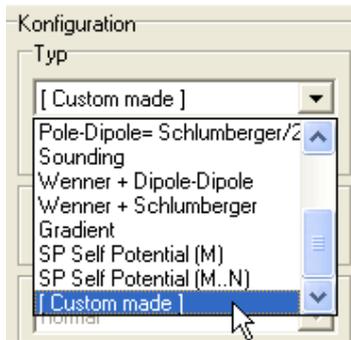
Berechnung der Geometriefaktoren bei entfernten Elektroden: Der Benutzer kann zwischen einer exakten oder angenäherten Berechnung wählen.

- Angenähert bedeutet, dass die Lage der Fernelektroden in unendlicher Entfernung angenommen wird.
- Exakt bedeutet, dass die realen Positionen der Fernelektroden dazu verwendet werden einen Geometriefaktor zu berechnen. Im Fall von Gradientenmessungen (A und B sind Fernelektroden, M und N wandern innerhalb des Messnetzes) können die Widerstandswerte nur dann bestimmt werden, wenn die Option "exakt" ausgewählt wird.

Wenn die Fernelektroden ohne Angabe der Position verwendet werden, sind nur angenäherte Berechnungen möglich. Wenn keine Fernelektroden verwendet werden, ergeben angenäherte und exakte Berechnungen die gleichen Werte. Diese Auswahl kann auch im Menü "Programm-Optionen" eingestellt werden, siehe Kapitel 4.1.1.2.4.

Speichern: Diese Schaltfläche ermöglicht es, die Daten der entfernten Elektroden zu bearbeiten und zu speichern. Das Programm berechnet die Geometriefaktoren und spezifischen Widerstände neu. Die anderen Profil- oder Mapping-Parameter werden beibehalten.

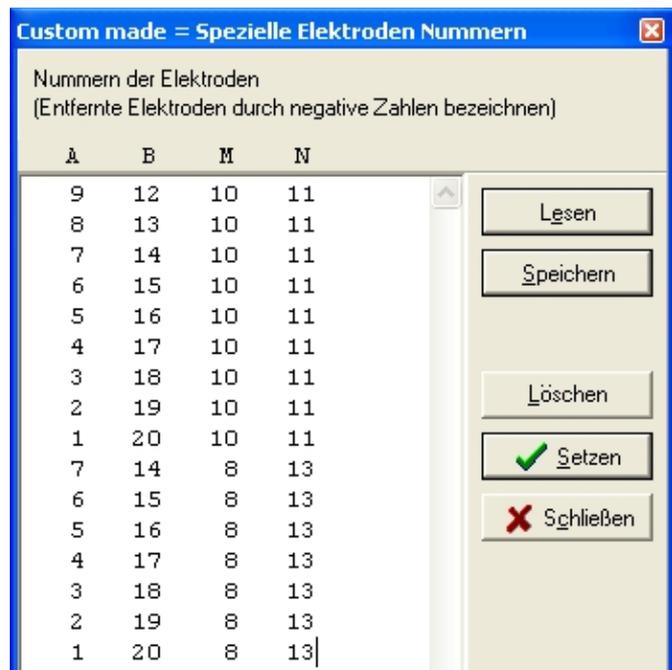
4.1.1.2.7 Benutzerdefinierte Elektrodenkonfigurationen



Der Benutzer kann die Elektrodenkonfiguration auch selbst individuell anpassen. Der Zugang zur benutzerdefinierten Elektrodenkonfiguration ist über die Registerkarten "Profilmessung" oder "Mapping" gleichermaßen möglich.

Nach der Auswahl **[Custom made]** und betätigen des Schaltknopfes **Setzen** wird ein neues Fenster geöffnet. In diesem Fenster können die Nummern für die Elektroden A, B, M und N vom Benutzer gesetzt werden. Das Bild zeigt das Beispiel einer Schlumberger-Sondierung mit den Potentialelektroden M = 10 und N = 11. Der Benutzer hat in diesem Beispiel die Sondierungskonfiguration um die Werte M = 8 und N = 13 erweitert.

Durch Anklicken von **Setzen** wird die eingegebene Konfiguration in die momentane Messdatendatei übernommen. Die jeweiligen Elektrodenpositionen (X-, Y- und Z-Koordinaten) bleiben unverändert. Der Benutzer kann diese entsprechend den Anweisungen im Kapitel 4.1.1.2.2.5 "Elektroden-Positionen" ändern.



Mit dem Anklicken von **Lesen** kann eine bestehende Messdatendatei (wahlweise: Programmdatei) eingelesen werden. Die Elektrodennummern werden daraus übernommen. Alternativ kann eine Datei, die nur eine Auflistung von A B M N Werten (wahlweise: A B M N Tabelle) enthält ebenfalls eingelesen werden.

Mit Betätigen des Schaltknopfes **Speichern** können die Elektrodenkonfigurationen in eine Messdatendatei (wahlweise: Programmdatei) oder in eine Datentabelle (wahlweise: A B M N Tabelle) gesichert werden.

4.1.1.2.8 Elektroden und Daten setzen



Zurücksetzen: Mit dieser Schaltfläche werden alle Änderungen auf die im Programm implementierten Voreinstellungen zurückgesetzt.



Einstellungen aus Datei lesen ermöglicht es Einstellungen aus einer zuvor gespeicherten Datendatei zu übernehmen. Diese Datei dient als Schablone für die gewünschten Einstellungen.



Mit **Setzen** werden alle Änderungen übernommen. Bitte stellen Sie sicher, diesen Schaltknopf zu betätigen, um alle Änderungen anzunehmen.

4.1.1.2.3 Messparameter einstellen

Strom (mA)		
min	aktuell	max
<input type="radio"/> 0.001	<input type="radio"/> 0.001	<input type="radio"/> 0.001
<input type="radio"/> 0.010	<input type="radio"/> 0.010	<input type="radio"/> 0.010
<input checked="" type="radio"/> 0.100	<input type="radio"/> 0.100	<input type="radio"/> 0.100
<input type="radio"/> 1.000	<input checked="" type="radio"/> 1.000	<input type="radio"/> 1.000
<input type="radio"/> 5.000	<input type="radio"/> 5.000	<input type="radio"/> 5.000
<input type="radio"/> 15.000	<input type="radio"/> 15.000	<input type="radio"/> 15.000
<input type="radio"/> 50.000	<input type="radio"/> 50.000	<input type="radio"/> 50.000
<input type="radio"/> 100.000	<input type="radio"/> 100.000	<input checked="" type="radio"/> 100.000

Frequenz (Hz)		
Standard	Sondierung	
<input checked="" type="checkbox"/>	start	stop
<input type="radio"/> 0.26	<input checked="" type="radio"/> 0.26	<input type="radio"/> 0.26
<input type="radio"/> 0.52	<input type="radio"/> 0.52	<input type="radio"/> 0.52
<input type="radio"/> 1.04	<input type="radio"/> 1.04	<input type="radio"/> 1.04
<input type="radio"/> 2.08	<input type="radio"/> 2.08	<input type="radio"/> 2.08
<input checked="" type="radio"/> 4.16	<input type="radio"/> 4.16	<input type="radio"/> 4.16
<input type="radio"/> 8.33	<input type="radio"/> 8.33	<input type="radio"/> 8.33
<input type="radio"/> 12.50	<input type="radio"/> 12.50	<input type="radio"/> 12.50
<input type="radio"/> 25.00	<input type="radio"/> 25.00	<input checked="" type="radio"/> 25.00

Wie soll der Strom kontrolliert werden:

Auswahl 1 = Die Messspannung soll in einem definierten Bereich zwischen einem minimalen und maximalen Wert liegen. Diese können in den Feldern "Spannung U/U90 Grenzeinstellungen (mV)" eingestellt werden. Dieser vorgegebene Messwertpegel wird durch Anpassen des eingespeisten Stroms angesteuert.

Auswahl 2 = Es wird der maximal mögliche Strom eingespeist. Der maximale Strom hängt von der Einstellung unter "Strom (mA) - max", den Übergangswiderständen und der maximal verfügbaren Senderleistung ab und wird automatisch eingestellt. Diese Option ist nur verfügbar, wenn Übergangswiderstände gemessen wurden.

Abfolge:

Auswahl 1 = Durchführen einer Messung, prüfen der gemessenen Spannung, kontrollieren des Stroms (falls erforderlich) bis die Messspannung ausreichend ist. Danach wird die nächste Messung für eine Mittelwertbildung ausgeführt.

Auswahl 2 = Durchführen aller Messungen für eine Mittelwertbildung, überprüfen der mittleren Messwertspannung, ob diese innerhalb der minimalen und maximalen Grenzwerte liegt, und kontrollieren des Stroms. Diese Option wird bei Messgebieten empfohlen, wo mit stark verrauschten Daten zu rechnen ist.

Spannung, die zur Überwachung verwendet wird:

U = Bei dieser Einstellung wird der gleichphasige Anteil (ohmscher Anteil) der komplexen Spannung verwendet. Dies die Standardeinstellung.

U90 = Bei dieser Einstellung wird der gegenphasige Anteil der komplexen Spannung verwendet. Diese Auswahl ist nützlich für Messungen von hoch qualitativen IP Daten.

Spannung U/U90 Grenzeinstellungen (mV):

In diesen Feldern können die minimalen und maximalen Werte der Messspannungen für die Stromsteuerung eingestellt werden. Abhängig von den Benutzervorgaben wird entweder der gleichphasige (ohmsche) oder der gegenphasige Anteil der Spannung zur Steuerung verwendet. Diese beiden Felder sind nur dann aktiviert, wenn unter "Wie soll der Strom kontrolliert werden" die erste Auswahl "Messspannung zwischen [Umin ... Umax]" ausgewählt wird.

Messungen und Mittelwerte:

Diese Auswahlfelder ermöglichen die Einstellung der Parameter für die Mittelwertbildung. Die Messungen werden so lange wiederholt bis die Abweichungen der Messwertreihe einen definierten Grenzwert "Limit (%)" erreichen oder eine festgelegte Anzahl von Messungen durchgeführt ist. Die Mittelwertbildung erfolgt nur, wenn "n min" > 1 ist. Wenn "n min" = 1 ist, dann wird die Messserie nach der ersten Messung beendet. Die Mittelwertbildung wird nur durchgeführt, wenn mindestens eine der zwei Bedingungen erfüllt ist:

- die Anzahl der Messungen ist \geq "n max" oder
- die Abweichung der Messungen ist \leq "Limit (%)".

"n min" = minimale Anzahl der Messungen für eine Mittelwertbildung.

"n max" = maximale Anzahl der Messungen für eine Mittelwertbildung.

"Limit (%)" = maximal zulässige Abweichung der Messungen. Diese Messwertabweichung ist folgendermaßen definiert: $ABS(\text{Standardabweichung} / (\sqrt{n} * U_{\text{mittel}})) * 100$

mit n = Anzahl der Messungen und U_{mittel} = arithmetisches Mittel der gemessenen Spannungen U oder U90.

"Mittelungsmethode – messen bis ... ": Mit den vier verschiedenen Wahlmöglichkeiten legen Sie die Methode der Mittelwertbildung fest.

Auswahl 1 = die Messungen werden solange durchgeführt, bis der Fehler aller Messungen den eingestellten Grenzwert unterschreitet.

Auswahl 2 = die minimale Anzahl der Spannungsmessungen (n min) wird ausgeführt und daraus werden Mittelwerte berechnet. Die jeweils nächste Spannungsmessung wird eingelesen und der Mittelwert aus den letzten n-min-Werten wird berechnet. Die Mittelwertbildung erfolgt in gleitender Abfolge in Schritten von jeweils einer Messung.

Auswahl 3 = wie Auswahl 2, jedoch sind die Stufen des gleitenden Mittelwerts jetzt gleich der Länge des gleitenden Mittels = n min.

Auswahl 4 = es erfolgt keine Mittelwertbildung.

An jeder ABMN Aufstellung ... :

"Elektroden zurücksetzen": Bei dieser Option wird zwischen dem Gebrauch von Einzelkanalelektroden und Multikanalelektroden unterschieden. In der Standardeinstellung werden Einzelkanal-Elektrodenkästchen vor der Einstellung der Elektroden zurückgesetzt, bei Multikanal-Elektrodenkästchen jedoch nicht. Erläuterungen finden Sie im Kapitel 2.2.1.

"Sender einschalten": vor jeder Messung wird der Sender eingeschaltet. Diese Auswahl wird nicht für Standardmessungen empfohlen, bei denen der Sender nur einmal am Beginn der Messungen eingeschaltet wird.

"A und B schalten": Bei jeder neuen Messung werden auch die Stromelektroden A und B geschaltet. Das ist der voreingestellte Standard. Im Falle von "Multiple Gradient" oder "Full-Range-Gradient FRG" Messungen wird diese Option automatisch deaktiviert, um die Messgeschwindigkeit zu erhöhen. In diesen Fällen bleibt der Stromdipol AB aktiv, während die Spannungsdipole MN geschaltet werden.

"RPSU einschalten": Die externe Spannungsquelle (RPSU (Remote Power Supply Unit, "booster") wird vor jeder Messung eingeschaltet. Abhängig von der Art der Elektrodenausrüstung kann ein RPSU bei Kabellängen über 300 bis 400 Metern erforderlich sein. Es wird empfohlen, diese Option einzuschalten.

"Senderspannung messen": Die Ausgangsspannung des Senders wird zusätzlich gemessen. Die Senderspannung gibt Aufschluss über die elektrische Leistung, die der Sender in den Boden einspeist. Dieser Parameter kann zur Überprüfung der aktuellen Übergangswiderstände nützlich sein. Abhängig von der gesetzten Auswahl, Sender - Stromstufe oder Sender – Spannung, wird die Senderspannung in dem Anzeigefeld "Sender" des Hauptbildschirms dargestellt, siehe Kapitel 4.1.6. Es wird empfohlen, diese Option einzuschalten.

Der Wert für "n max" gibt die maximale Anzahl der Messversuche für eine Messposition an. Damit wird verhindert, dass die Messungen unkontrolliert lange andauern, wenn im Messgebiet sehr verrauschte Daten zu erwarten sind. Sobald diese Anzahl überschritten wird, werden die Messungen angehalten und die Werte abgespeichert, auch wenn der Fehlergrenzwert noch nicht erreicht ist.

Voreinstellungen:

In diesem Fenster können vordefinierte Aufbaukonfigurationen ausgewählt werden.





Anmerkung: Wir empfehlen die Standardeinstellungen zu verwenden.

Strom (mA):

Mit der Auswahl in diesem Feld werden die Grenzwerte der Messströme gesetzt. In den Spalten "min" bzw. "max" werden jeweils die minimalen und maximalen Speiseströme eingestellt. Die Spalte "aktuell" gibt den Startwert vor. Im Allgemeinen zeigt diese Auswahl die real verfügbaren minimalen und maximalen Speisestromeinstellungen an. "Kein Strom (Eigenpotential-Mess. SP)": Wenn diese Auswahl aktiviert ist, wird während der Messung kein Strom eingespeist. Es wird nur das Eigenpotential gemessen. Bitte beachten Sie: Einwandfreie Eigenpotentialmessungen erfordern die Verwendung von unpolarisierbaren Elektroden (keine Stahlelektroden). Diese Option funktioniert nicht bei allen Geräteversionen.

Frequenz (Hz):

In diesem Feld kann die Auswahl getroffen werden zwischen Standardmessungen mit nur einer einzigen Frequenz oder der Verwendung mehrerer, schaltbarer Frequenzen.



Messgerät "4-point light hp": Der Benutzer sollte auf die korrekte Frequenzeinstellung sorgfältig achten. **Verwendung innerhalb Europas:** Wir empfehlen die Verwendung der Frequenzen 1,04 Hz, 2,08 Hz, 4,16 Hz oder 8,33 Hz. Diese ermöglichen eine maximale Unterdrückung der störenden 50 Hz Hauptfrequenz des öffentlichen Stromnetzes wie auch der 16.7 Hz Frequenz der elektrischen Eisenbahnen.

Verwendung in den Vereinigten Staaten von Amerika: Wir empfehlen die Verwendung der Frequenzen 1,25 Hz, 2,5 Hz, 5,0 Hz oder 10,0 Hz. Damit kann die landesübliche Hauptfrequenz von 60 Hz des öffentlichen Stromnetzes maximal unterdrückt werden.



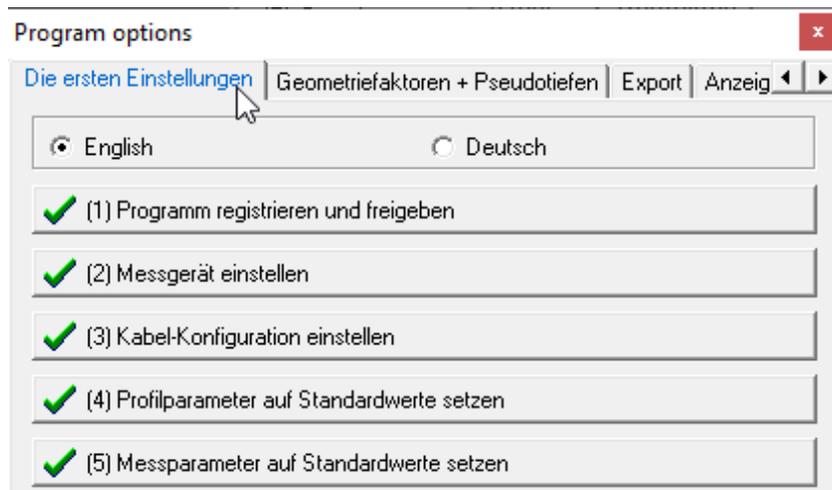
Messgerät "4-point light 10 W": Dieses Messgerät ist auf eine der zwei Frequenzeinstellungen voreingestellt. Die eine Einstellung ist für Messungen in Europa geeignet (50 Hz Netzfrequenz), die andere für Messungen in den Vereinigten Staaten von Amerika (60 Hz Netzfrequenz). Bitte beachten Sie: Die Gerätefrequenz-Voreinstellungen (im Geräte-Bedienfeld) müssen identisch mit den im GeoTest-Programm angezeigten sein, siehe hierzu im Kapitel 2.2.1 für Einzelheiten.



Mit Anklicken des **Setzen**-Feldes werden alle Einstellungen übernommen.

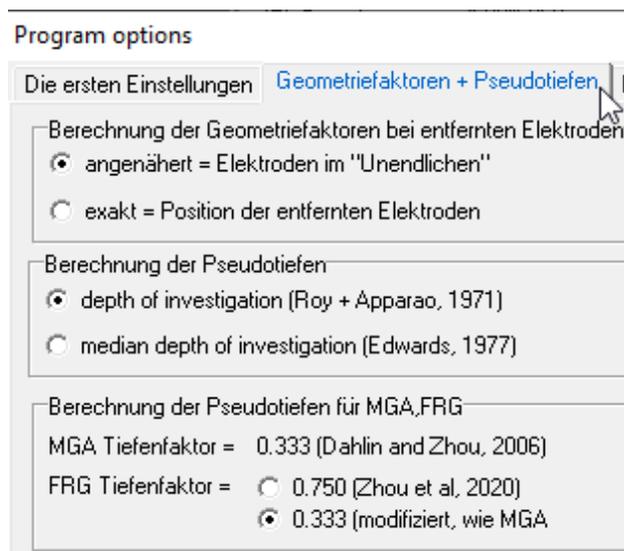
4.1.1.2.4 Programm-Optionen einstellen

Die ersten Einstellungen



Hier können grundlegende Einstellungen gesetzt werden, die für folgende Arbeiten mit dem Programm gültig bleiben. Nach der Wahl der Sprache wird der Benutzer durch die Menüs mit den Haupteinstellungen des Programms geführt. Es wird empfohlen, bei den Schritten von (1) bis (5) die voreingestellten Standardeinstellungen zu übernehmen. In der Regel sind diese Einstellungen nur einmal beim Beginn der Nutzung des Programms vorzunehmen, siehe hierzu auch das Kapitel 0 "Vorbemerkungen".

Geometriefaktoren + Pseudotiefen



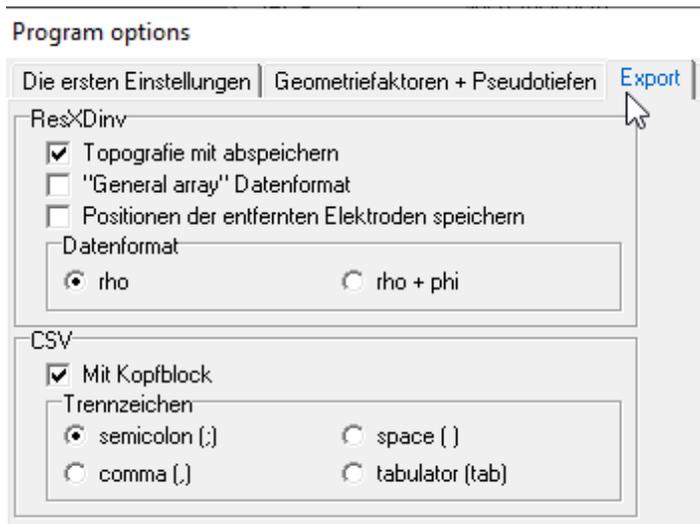
Berechnung der Geometriefaktoren bei entfernten Elektroden: Der Benutzer kann zwischen genauen oder angenäherten Berechnungen der Geometriefaktoren wählen. **Angenähert** bedeutet, die Fernelektroden werden als im Unendlichen gelegen angenommen. Bei Verwendung von Gradienten-Anordnungen und der Auswahl "angenähert" für die Lokationen der Fernelektroden können keine Geometriefaktoren und keine elektrischen Widerstände berechnet werden. In diesen Fällen werden nur die gemessenen Spannungen angezeigt. **Exakt** bedeutet, dass die genauen Positionen der Fernelektroden bekannt sind und somit die Geometriefaktoren berechnet werden können. In diesem Fall können für Gradientenmessungen auch die Widerstandswerte berechnet werden. Wenn keine Fernelektroden verwendet werden, ergeben exakte und angenäherte Berechnung die gleichen

Ergebnisse, siehe auch Kapitel 4.1.1.2.2.5.

Die **Pseudotiefen** werden standardmäßig nach der Definition von Roy & Apparao (1971) berechnet. Der Benutzer kann aber auch die alternative Berechnung nach Edwards (1977) wählen. Diese Berechnung wird ebenfalls in Res2DInv und Res3DInv angewendet.

Pseudotiefen in MGA und FRG Messungen werden mit anderen Formeln berechnet (siehe Kapitel 4.1.1.2.2.2. Profilmessungen und die originalen Veröffentlichungen Dahlin & Zhou, 2006 und Zhou et al, 2020). Es besteht die Möglichkeit, den FRG Tiefenfaktor nach Zhou zu verwenden oder einen angepassten Tiefenfaktor wie in MGA Messungen.

Export



Res2DInv und Res3DInv: Topografie mit abspeichern: Wenn diese Auswahl eingeschaltet ist, überträgt GeoTest die genauen Topografieinformationen in die ResXDInv-Datendatei. Die Topografie entspricht den Z-Koordinaten im Abschnitt "Elektroden-Positionen" (Höhe = Z-Koordinate).

General array Datenformat: Mit dieser Einstellung werden ResXDInv-Daten in das so genannte "General array"-Datenformat gewandelt und gespeichert. Diese Option ist nützlich bei gemischten Messaufstellungen. Damit sind Messungen gemeint, die mit verschiedenen Aufstellungsarten wie Wenner- und Dipol-Dipol-Anordnungen innerhalb einer einzelnen Messung ausgeführt werden.

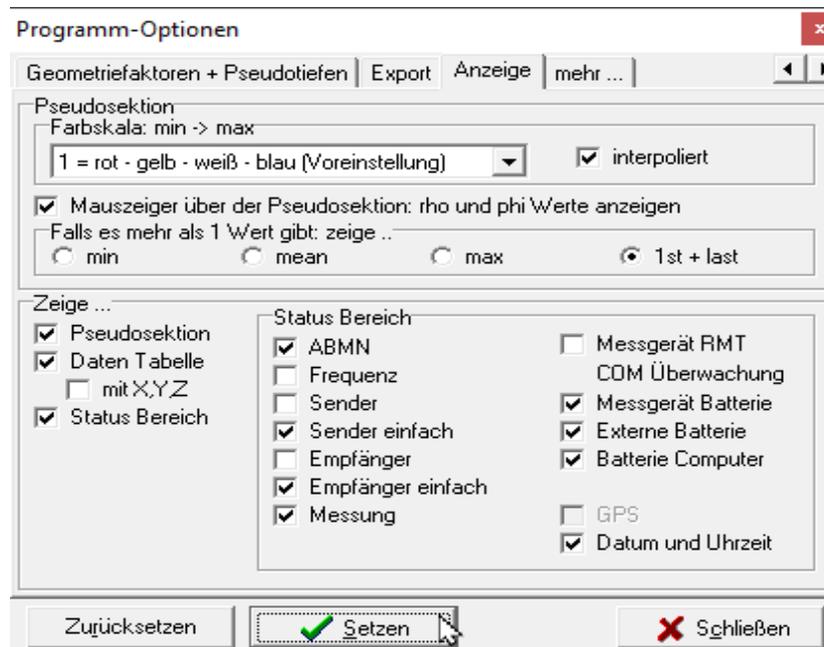
Wenn **Positionen der entfernten**

Elektroden speichern ausgewählt wird, werden diese Daten ebenfalls gespeichert. Diese Auswahl ist nur sinnvoll, wenn zusätzlich genaue Geometriefaktoren verwendet werden.

Datenformat: Der Benutzer kann zwischen rho = nur Widerstandswerte oder rho + phi = Widerstandswerte und Phasenwinkel auswählen, die in der ResXDInv-Datendatei gespeichert werden. Für weitere Details sehen Sie bitte in der Res2DInv- und Res3DInv-Dokumentation nach ('GeoTomo software', M. H. Loke, Malaysia, www.geoelectrical.com).

CSV: Hier können Optionen zum Export in eine CSV (Comma Separated Value) Datei angegeben werden.

Anzeige



Pseudosektion: Die Farbauswahl steht auch für die Anzeige der Widerstände (rho) und Phasenwinkel (phi) bereit. Die Farben können interpoliert werden, um eine detaillierte Darstellung zu ermöglichen.



Wenn der Schaltknopf "Mauszeiger

über Pseudosektion: rho und phi Werte anzeigen" ausgewählt ist, zeigt das Programm die Rho- und Phi-Werte in der Nähe des Mauszeigers an. Auf diese Art und Weise erhält der Benutzer eine erste Sicht auf die Messdaten. Die Anzeige von Messdaten, deren Positionen in der Pseudosektion mehrfach belegt sind, kann angepasst werden. Bei der Option

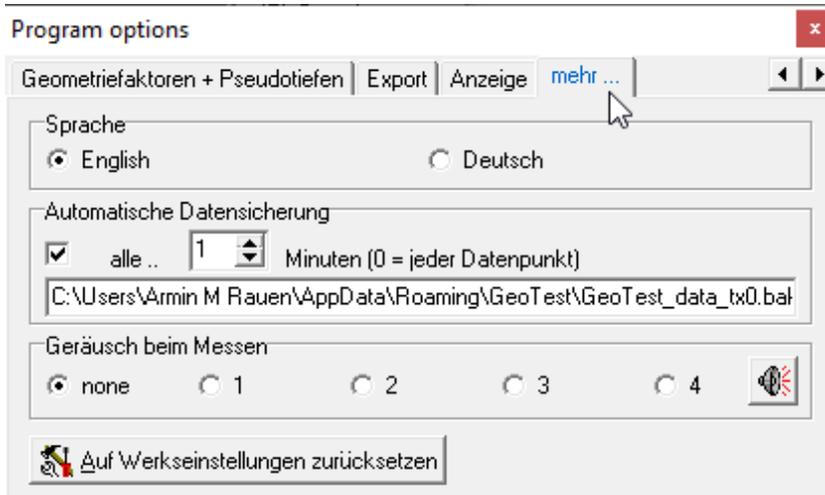
"1st + last" (= Voreinstellung) wird der Mittelwert aus erstem und letzten Datenpunkt angezeigt, wählbar sind auch min, mean und max.

Zeige ... Der Benutzer kann die Haupt-Anzeigebereiche (Pseudosektion, Daten Tabelle 16.01.2013 16:00:00 und Status Bereich) an- oder abwählen. Der Statusbereich umfasst die Übersichtsanzeigen am rechten Bildschirmrand, dieser kann speziell konfiguriert werden. Zum Beispiel wird mit der Auswahl des Schaltfeldes "Datum und Uhrzeit" das aktuelle Datum und die Uhrzeit in der rechten unteren Ecke des Hauptbildschirmfensters angezeigt.

Wenn die Einstellung "Messgerät RMT COM Überwachung" ausgewählt ist, wird automatisch in Zeitabständen zwischen 10 s und 30 s der COM Verbindungszustand überwacht. Im Falle einer Unterbrechung wird die COM Schnittstelle automatisch neu verbunden. Diese Option wird nur empfohlen für Monitoring mit einer instabilen COM Verbindung.



mehr ...



Sprache: Bevorzugte Sprache, wahlweise Englisch oder Deutsch.

Automatische Datensicherung: Die Daten werden in der angezeigten Datei im <Windows Benutzer Anwendungsdaten\GeoTest> - Ordner gespeichert. Diese Datensicherungsfunktion kann besonders nützlich sein, um Datenverlust zu vermeiden, zum Beispiel, wenn das Notebook infolge erschöpfter Batterie unerwartet herunterfährt. Die Sicherungskopie kann über das Hauptmenü *Datei -> Backup Datei einlesen* wieder eingelesen

werden.

Geräusch beim Messen: Mit dieser Auswahl kann nach jeder Messung ein Klang abgespielt werden oder auch nicht.

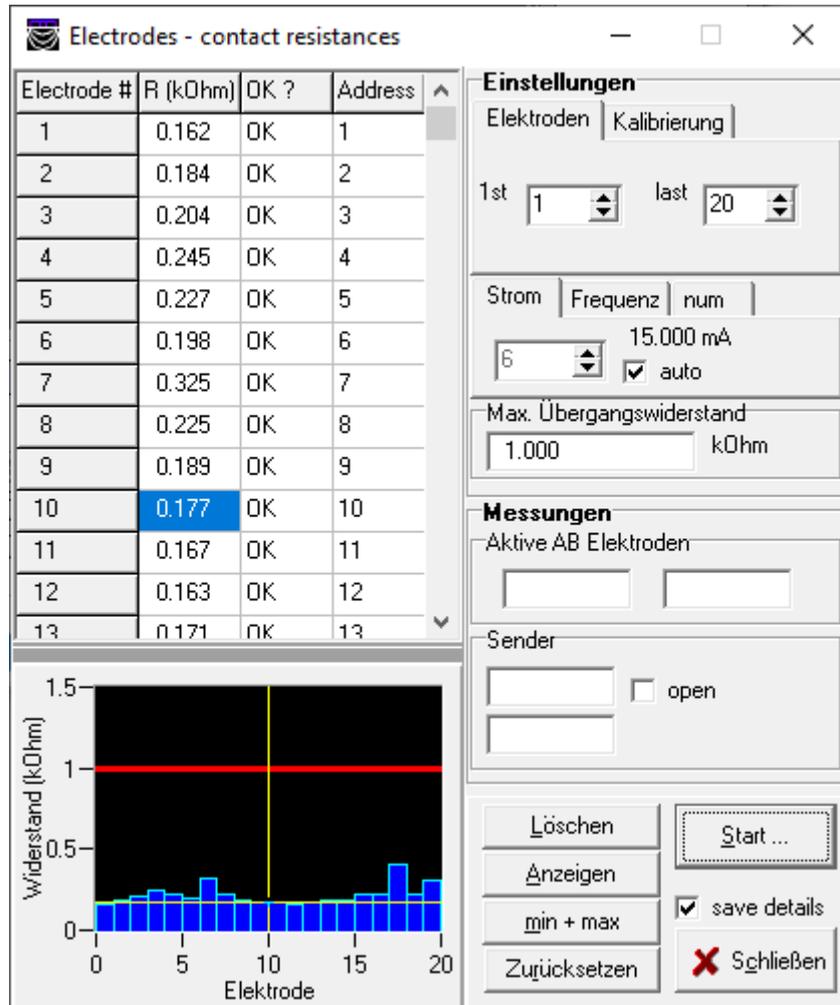
Auf Werkseinstellungen zurücksetzen: Alle benutzerdefinierten Einstellungen (außer Software-Schlüssel) werden gelöscht, indem die *.ini-Datei gelöscht wird. Ein eventuell vorhandener Software-Schlüssel für die Freischaltung bleibt erhalten. Der Benutzer muss diese Aktion bestätigen und das Programm erneut starten. Während des Neustarts werden alle Parameter auf die Standardeinstellungen gesetzt.

Der Benutzer muss mit dem Schaltknopf **Setzen** die Eingaben bestätigen, damit diese vom Programm verwendet werden können.



4.1.1.3 Messen

4.1.1.3.1 Übergangswiderstände messen



In diesem Bildschirmfenster können die Messungen der **Übergangswiderstände** kontrolliert werden. Der Übergangswiderstand ist der Widerstand (= Impedanz, gemessen in Ohm [Ω]) zwischen der Elektrode und dem Untergrund. Obgleich die Messungen zwischen Elektrodenpaaren durchgeführt werden, wird der Übergangswiderstand für die jeweils gemessene Elektrode berechnet und mit deren Nummer dargestellt. Die zugehörige Elektrodenadresse wird ebenfalls angezeigt.

Je niedriger die Übergangswiderstände sind, umso mehr Strom kann in den Untergrund eingespeist werden. Geoelektrische Messungen von hoher Qualität benötigen niedrige Übergangswiderstände. Optimale Werte für die Übergangswiderstände liegen unter 600 Ω. Dennoch können auch mit Übergangswiderständen, die deutlich höher liegen (> 50.000 Ω = 50 kΩ), brauchbare geoelektrische Messungen durchgeführt werden.

Die gemessenen Übergangswiderstände werden in einer Datenliste und Grafik abgebildet. In der Grafik zeigt eine horizontale rote Linie den maximal erlaubten Übergangswiderstand an, im dargestellten Beispiel 10 kΩ.

Einstellungen

Elektroden: Im ersten Feld können die Nummern der ersten und letzten Elektrode, die gemessen werden sollen, eingestellt werden. Standardmäßig sind die ersten und letzten verfügbaren Elektrodennummern, die zuvor in dem Menü "Elektroden und Daten setzen" (Kapitel 4.1.1.2.2.1) ausgewählt wurden, hierfür vorgesehen. Der Benutzer kann einen Teil der verfügbaren Elektroden auswählen.

Kalibrierung: Für die Kalibrierungsmessungen werden drei Elektroden verwendet. In der Standardeinstellung sind dies die ersten drei Elektroden. Der Benutzer kann andere Elektroden für die Kalibrierung auswählen, wenn eine der drei Elektroden einen schlechten Kontakt zum Untergrund hat oder gesperrt ist. Die erste Kalibrierelektrode (Ref = Cal 1) dient als Referenzelektrode für alle folgenden Übergangswiderstandsmessungen.



Strom: Das Programm benutzt den eingestellten Teststrom für den Messzyklus. Sofern das Häkchen bei "auto" gesetzt ist, wird der Teststrom automatisch an eine optimale Senderspannung angepasst.

Frequenz: In diesem Feld kann die Testfrequenz für den Messzyklus gewählt werden.

Num: In diesem Feld wird die Anzahl der Messungen eingestellt, die für eine Mittelwertbildung verwendet werden.

Maximaler Übergangswiderstand: An dieser Stelle kann der Benutzer den maximal erlaubten Übergangswiderstand vorgeben (im Beispiel 10 kΩ).

Messungen

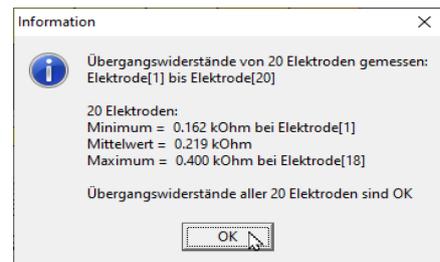
Die jeweils aktiven A und B Elektroden werden angezeigt, ebenso wie die aktuelle Spannung des Senders.

Weitere Schaltflächen

Löschen stellt alle angezeigten Werte auf Null. Die Inhalte von Tabelle und Grafik werden gelöscht und die Übergangswiderstände zurückgesetzt.

Anzeigen stellt alle gemessenen Übergangswiderstandsdaten dar. Diese Auswahl kann nach der Messung von nur wenigen Elektroden nützlich sein.

min + max zeigt einige statistische Informationen über die gemessenen Übergangswiderstände an, wie im Bild hier neben rechts dargestellt.



Zurücksetzen setzt alle Einstellungen auf Standardwerte zurück und löscht die bisher gemessenen Übergangswiderstände.

Start ... startet die Messungen (alternativ zum Betätigen der Returnntaste <RET>). Die Beschriftung des Schaltknopfes wechselt dann auf " ... **Stop**". Wird der Schaltknopf jetzt betätigt (alternativ zum Betätigen der Returnntaste <RET> oder der <ESC>-Taste), dann werden die aktuellen Messungen beendet.

Schließen schließt das Bildschirmfenster.

Automatische Übergangswiderstandsmessungen

- **Kalibrierung:** Für die Kalibrierung des Messvorgangs werden drei Elektroden benutzt. In der Standardeinstellung sind dies die ersten drei Elektroden. Eine dieser drei Elektroden dient als Referenzelektrode für die zukünftigen Sequenzen. Der Kalibrierungsvorgang ermittelt den Übergangswiderstand dieser Referenzelektrode.
- **Messung:** Nach der automatischen Kalibrierung werden die Widerstände zwischen der Referenzelektrode und einer zweiten Elektrode bestimmt. Diese zweite Elektrode wird vom Beginn bis ans Ende aller verfügbaren Elektroden bewegt. Die Referenzelektrode und die zweite Elektrode werden als Strom einspeisende Elektroden **A** und **B** gewählt. Der Teststrom wird ausgesendet und die Senderspannung gemessen. Der Übergangswiderstand der zweiten Elektrode wird ermittelt, indem die gemessene Senderspannung durch den Senderstrom dividiert wird und der bereits bekannte Übergangswiderstand der Referenzelektrode von diesem Ergebnis abgezogen wird.
- **Darstellung:** Die gemessenen Übergangswiderstände werden in der Datentabelle und der Grafik angezeigt. Wenn der gemessene Übergangswiderstand kleiner ist wie der maximal erlaubte Wert, erscheint ein "OK" in der Datentabelle.

Wiederholte Messung der Elektroden

Der Benutzer kann Teile der verfügbaren Elektroden wiederholt messen (zum Beispiel nach Veränderung des Teststroms). Der Benutzer kann auch einzelne Elektroden wiederholt messen (zum Beispiel nach Verbesserung der Bodenankopplung dieser Elektrode). Diese Aktion wird durch einen Klick mit der rechten Maustaste in das entsprechende Feld der Datentabelle ausgelöst. Alternativ kann der gelbe Zeiger in der Grafik bewegt werden und an der betreffenden Position mit der rechten Maustaste geklickt werden

4.1.1.3.2 Messen Start / Stop



Nach Betätigen des Schaltknopfes "Start ...", erscheint das Auswahlfenster "Start und stop #". Hier werden die niedrigste und die höchste Nummer der Messungen eingegeben. In der vorgegebenen Standardeinstellung werden die niedrigste und höchste verfügbare Nummer der Messung angezeigt. Der Benutzer kann diese Vorgaben verändern, zum Beispiel um den Messbereich einzuschränken.

Mit Anklicken der Schaltfläche "OK" werden die Messungen gestartet. Alternativ kann auch die Returntaste <RET> betätigt werden.

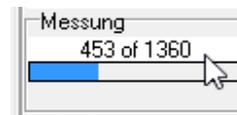
Während der Messungen wird der Hauptbildschirm dargestellt.



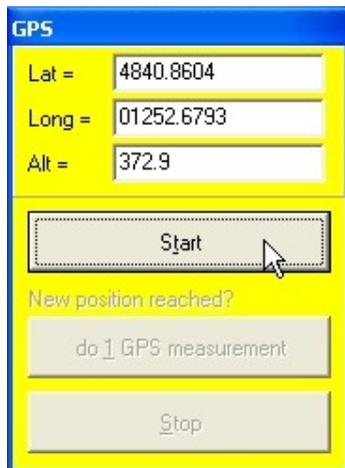
Mit Anklicken von "... Stop" werden die aktuell laufenden Messungen unterbrochen. Bei einem erneuten Start verwendet das Programm die nächste, noch nicht gemessene Nummer (Standardeinstellung).

Mit Betätigen der Returntaste <RET> oder der Escape-Taste <ESC> wird das Programm beendet.

Als Alternative zum Start/Stop der Messung über das Hauptmenu kann der User auch die "Messung" Box anklicken:



Aktive GPS Messung: Wenn GPS als aktiv ausgewählt ist, dann wird der Benutzer aufgefordert, die GPS Positionsmessungen sofort zu starten, ohne dass die Start- und Stop-Nummern abgefragt werden. Die GPS Messungen werden durch Betätigen des Schaltknopfes "Stop" beendet.



4.1.1.4 Daten



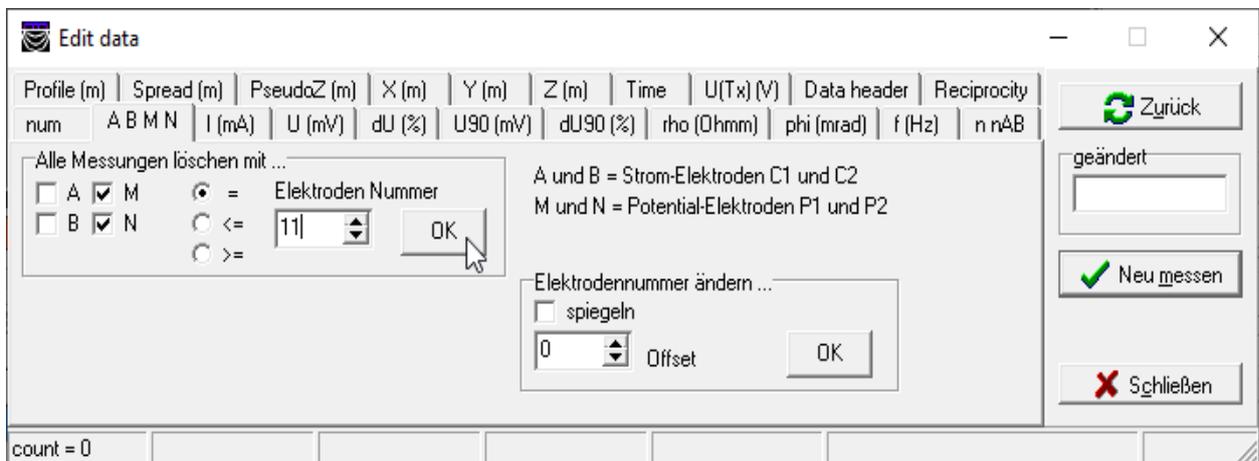
Unter dem Auswahlfeld "Daten" wird der Zugang zu den gemessenen Daten ermöglicht.

Die Auswahl **Details zeigen** öffnet ein Fenster, in dem alle verfügbaren Informationen über den aktuellen Datensatz und die bereits gemessenen Datensätze angezeigt werden.

Die Auswahl **Überblick zeigen** stellt eine Übersicht der gemessenen Daten bereit. Es werden nicht alle verfügbaren Daten angezeigt. Die dargestellte Übersicht ist die gleiche wie im Fenster "Datentabelle" des Hauptbildschirmfensters (siehe Kapitel 4.1.3 "Datentabelle").

Fehlermeldungen zeigen öffnet ein Fenster, in dem die Fehlermeldungen angezeigt werden, zum Beispiel "voltage too low" oder "overload" oder "open".

Editieren öffnet ein Fenster, welches mehrere Bearbeitungsmöglichkeiten bereitstellt.



Das hier dargestellte Beispiel ermöglicht es dem Benutzer alle Daten, die die angezeigte Elektrodennummer 11 als eine der Potentialelektroden enthalten, zu löschen und anschließend erneut zu messen.

4.1.1.5 Hardware



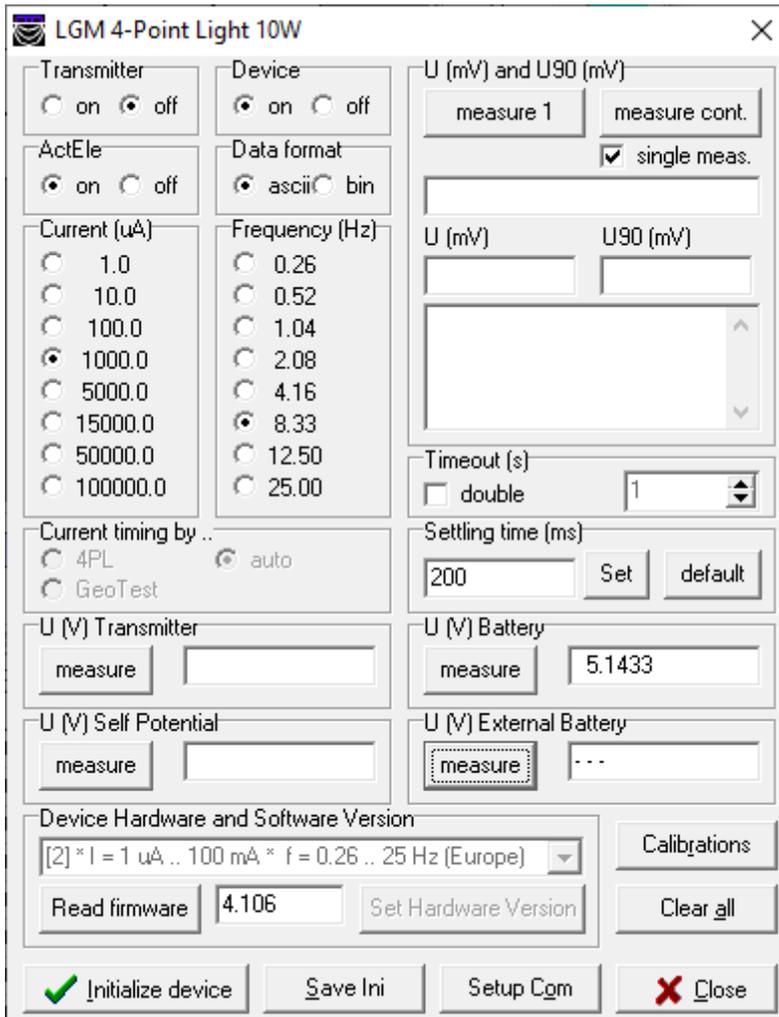
In diesem Auswahlmönü werden die Geräte eingestellt, die am Rechner angeschlossen sind.

Messgerät ist das geoelektrische Messgerät, das den Sendestrom steuert und die Messspannungen aufnimmt.

ABMN bezeichnet die Elektrodenschaltkästchen.

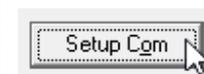
GPS ist das GPS Positionsmessgerät, falls angeschlossen. GPS = Global Positioning System oder generell GNSS = Global Navigation Satellite System.

Messgerät

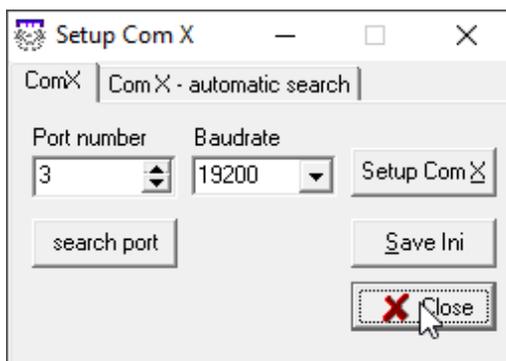


Dieses Formular ermöglicht die manuelle Kontrolle des geoelektrischen Messgerät 4-Punkt-Light. Der User kann beispielsweise den Strom einstellen, Spannungen messen, das serielle Interface konfigurieren und mehr.

Timeout (s): Hier gibt es die Möglichkeit, die aktuellen Timeout Limits zu verdoppeln. Die Verdopplung kann hilfreich sein in Umgebungen mit gestörter serieller COM Verbindung, um die Anzahl der Timeouts zu reduzieren.



Über **Setup Com** können die Parameter der seriellen Schnittstelle konfiguriert werden: COM Port und COM Baudrate.



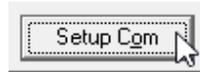
Bitte sicherstellen, dass auch am Messgerät die richtige Baudrate eingestellt ist: 4-Punkt-Light Hauptmenü > settings > communication > serial > baudrate.

Es besteht auch die Möglichkeit, den korrekten COM Port automatisch suchen zu lassen (ComX - automatic search). Dazu muss sichergestellt sein:

- das Messgerät 4-Punkt-Light ist eingeschaltet
- das Messgerät ist auf die korrekte Baudrate eingestellt (siehe oben)
- Auf dem Messgerät muss der Remote Modus aktiviert sein: 4-Punkt-Light Hauptmenü > RMT.

ABMN

Dieses Formular ermöglicht den direkten Zugriff auf die Schaltzustände der aktiven Elektroden (ActEle): A,B,M,N oder aus. Dabei sind A und B die stromzuführenden Elektroden, M und N die Spannungsmessenden Elektroden.



Über **Setup Com** können die Parameter der seriellen Schnittstelle konfiguriert werden: COM Port und COM Baudrate, siehe oben.

ABMN - Adressen

Hier können ActEle Adressen direkt geändert werden.

Eine spezielle Anwendung kann dieses Szenario sein: Der Anwender möchte eine defekte Elektrode mit der Adresse 1 ersetzen. Dazu hat er eine Ersatzelektrode verfügbar. Die Ersatzelektrode hat ab Werk die Adresse 255.

- (1) Der Anwender verbindet die Ersatzelektrode mit dem Messgerät. Er muss sicherstellen, dass nur diese eine Ersatzelektrode verbunden ist, um auszuschließen, dass auch andere Adressen verändert werden.
- (2) Der Anwender ändert die Adresse der Ersatzelektrode von 255 nach 1 durch Betätigen des Knopfs "Set 1 address".
- (3) Nach Ändern der Adresse baut der Anwender die neue Elektrode in das ActEle Kabel ein.

Maximale Zahl an Elektroden

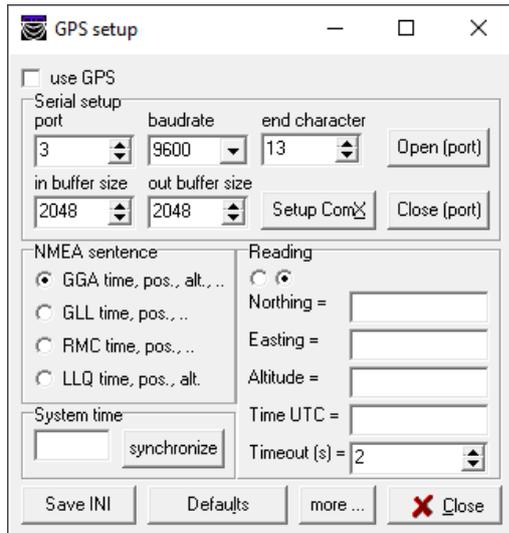
Mit Standard ActEle Hardware sind wegen der 1 byte Codierung der Adressen maximal 255 Elektroden verwendbar mit Adressen von 0 bis 254. Die Adresse 255 ist reserviert für den Booster (= RPSU = Remote Power Supply Unit).

Auf Anfrage beim Hersteller ist eine neuere Hardware der ActEle Elektroden verfügbar, die einen erweiterten Adressraum unterstützt. Durch die Verwendung von 2-byte kodierten Adressen sind maximal 65535

Elektroden programmierbar (Adressen 0 .. 65534).

Die Adresse des RPSU (Remote Power Supply Unit, "Booster") ist auf die maximal verfügbare Adresse festgelegt (255 im 1-byte Modus, 65535 im 2-byte Modus).

GPS

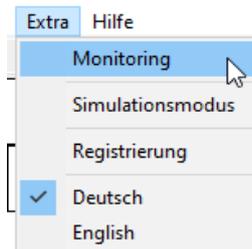


Hier können alle Einstellungen für das verbundene Positionierungssystem getätigt werden.

GPS = Global Positioning System oder generell GNSS = Global Navigation Satellite System.

4.1.1.6 Extra

4.1.1.6.1 Monitoring



Diese Auswahl ermöglicht automatisierte zeitabhängige Messungen ("Monitoring"). Die Messungen werden automatisch ausgelöst, abhängig von der Systemzeit. Das Abspeichern der Daten erfolgt ebenfalls automatisch. Zwei Optionen stehen zur Verfügung:

(1) Alle aktuellen Einstellungen (Kabel, Profil, Messparameter) werden verwendet
(2) Die Einstellungen (Kabel, Profil, Messparameter) werden aus einer Vorlage oder mehreren Vorlagen gelesen und verwendet.

Beide Optionen können mit zusätzlichen Messungen der Übergangswiderstände kombiniert werden. Die folgenden Auswahlfenster ermöglichen den Zugang zu

allen Einstellungen.

4.1.1.6.1.1 Monitoring - Start / stop

A screenshot of a dialog box titled 'Monitoring nicht aktiv'. It has a close button (red X) in the top right corner. The dialog contains several input fields and buttons. At the top, there are tabs: 'Start / stop', 'Einlesen', 'Speichern', 'Status', and 'Liste'. The 'Startzeit' section has two date/time inputs: 'dd.mm.yyyy' (15.05.2024) and 'hh:mm:ss' (14:35:36), with a checked checkbox 'sofort'. The 'Schrittweite' section has five spinners for 'years', 'days', 'hours', 'minutes', and 'seconds', with values 0, 0, 0, 1, and 0 respectively. The 'Stopzeit' section has two date/time inputs: 'dd.mm.yyyy' (31.12.2999) and 'hh:mm:ss' (00:00:00), with a checked checkbox 'endlos'. At the bottom left, there is a checkbox 'Gerät ein/aus- schalten'. On the right side, there are two buttons: 'Start' (with a green checkmark) and 'Stop' (with a red X). Below these are buttons for 'Voreinstellungen' and 'Schließen' (with a red X).

Startzeit: Datum und Zeit des Beginns der ersten Messung. Wenn das Häkchen bei "sofort" gesetzt ist, dann beginnen die Messungen sofort nach dem Anklicken des "Start"-Schaltknopfes.

Schrittweite: In diesen Feldern kann das Zeitintervall zwischen zwei Messungen eingestellt werden. Das hier dargestellte Beispiel zeigt eine Schrittweite von einer Stunde an.

Stopzeit: In diesem Feld können Datum und Zeit der letzten Messung eingegeben werden. Wenn das Häkchen bei "endlos" gesetzt ist, werden die Messungen so lange fortgesetzt, bis der Benutzer den Schaltknopf "Stop" anklickt.

Gerät an/ausschalten: Vor jedem neuen Messzyklus wird das Messgerät eingeschaltet und nach vollendetem Zyklus ausgeschaltet.

Start startet die Monitoring- Messung.

Stop beendet die Monitoring- Messung.

Voreinstellungen überschreibt die gegenwärtigen Einstellungen und stellt diese auf die Standard-einstellungen zurück.

Schließen schließt dieses Auswahlfenster.

4.1.1.6.1.2 Monitoring - Einlesen

Hier können die aktuellen Einstellungen oder die Einstellungen aus maximal 12 Vorlagedateien eingestellt werden.

Aktuelle Einstellungen (keine Vorlagen): die aktuellen Einstellungen (Kabel, Profil, Messparameter) werden übernommen. Übergangswiderstände können optional gemessen werden.

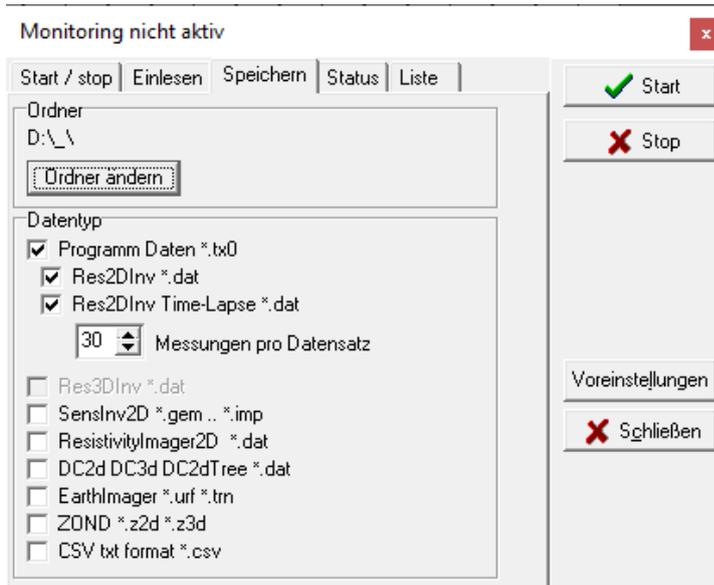
Vorlage(n): bis zu 12 Vorlagen (in Form von *.tx0 Datenfiles) können nacheinander abgearbeitet werden. Alle Einstellungen (Kabel, Profil, Messparameter) werden aus der Vorlage gelesen. Eine Vorlage kann ein Datenfile ohne enthaltene Messungen sein oder auch ein Datenfile mit Messungen.

Laden: Hiermit kann ein Datenfile lokalisiert werden. Datenfiles können in verschiedenen Ordnern gespeichert sein.

Übergangswiderstände messen: Zu jeder Vorlage kann individuell die Messung der Übergangswiderstände aktiviert werden.

4.1.1.6.1.3 Monitoring – Speichern

In diesem Auswahlfeld kann der Benutzer die Dateien auswählen, die gesichert werden sollen.



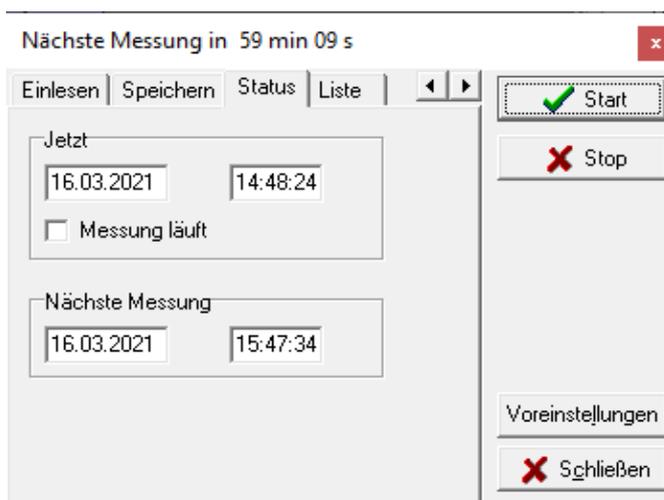
Ordner: Hier wird der zuletzt zum Speichern verwendete Ordner angezeigt. Der Ordner kann individuell geändert werden.

Datentyp: Hier werden die Datensätze zum Speichern/Exportieren angegeben.

Programm-Daten *.tx0: Original GeoTest-Datendatei einschließlich aller Einstellungen und Messdaten.

Für die anderen Datenformate sei auf das Kapitel "4.1.1.1 Datei" verwiesen.

4.1.1.6.1.4 Monitoring - Status

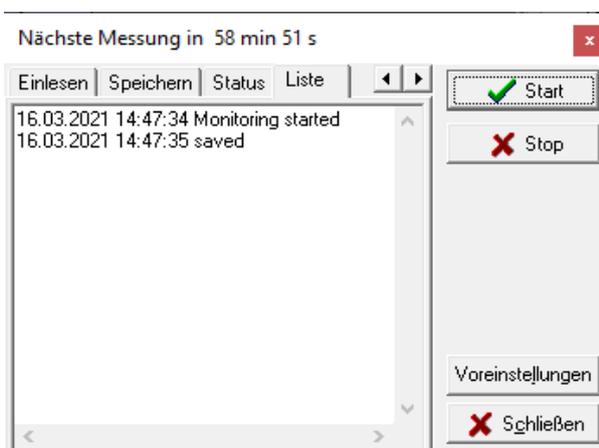


Jetzt: In diesem Fenster werden aktuelles Datum und Uhrzeit angezeigt.

Sobald eine Monitoring-Messung läuft, erscheint im Feld "Messung läuft" das Häkchen.

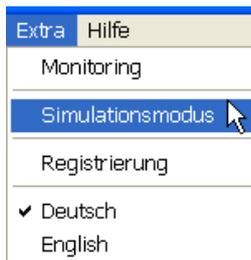
Nächste Messung: Hier werden Datum und Uhrzeit der nächsten geplanten Messung angezeigt.

4.1.1.6.1.5 Monitoring - Liste

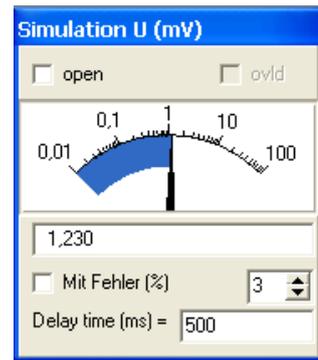


Diese Registerkarte zeigt eine Liste der Monitoring Ereignisse, z.B. die Startzeit (Datum und Uhrzeit) jeder Messung. Gegebenenfalls werden hier auch Fehlermeldungen angezeigt, zum Beispiel wenn eine Datendatei nicht auffindbar ist etc.

4.1.1.6.2 Simulationsmodus



Der Simulationsmodus wird verwendet, um die Elektrodenkästchen und die Abfolge der Messungen zu testen. Während des Simulationsmodus werden alle Einstellungen und Messwerte nachgebildet und nicht tatsächlich ausgeführt. Mit dieser Funktion können zum Beispiel komplexe Messanordnungen vorab ausgetestet werden.



Beim Simulationsmodus wird ein Bildschirfenster geöffnet, in dem die simulierten Spannungen angezeigt werden. Dieses Bildschirfenster bleibt stets im Vordergrund des Bildschirms bestehen, um den Simulationsmodus zu kennzeichnen.



Bitte beachten Sie: Im aktiven Simulationsmodus können keine "echten" Messungen durchgeführt werden.

4.1.1.6.3 Registrierung



Mit dieser Bildschirmauswahl kann das Programm registriert werden.

Ohne Registrierung läuft das Programm im eingeschränkten Modus. Im eingeschränkten Modus können maximal 20 Elektroden angesteuert werden. Damit soll interessierten Benutzern die Möglichkeit gegeben werden, das Programm in einem Demonstrationsmodus auszuprobieren.

Das Verfahren zur Registrierung ist in Kapitel 3.2 dieses Benutzerhandbuchs beschrieben. Nach Registrierung (oder der optionalen Verwendung eines Hardwareschlüssels "USB dongles") läuft das Programm ohne Einschränkungen.

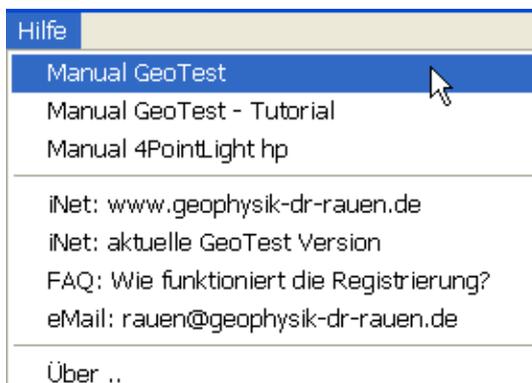
Die Registrierungsdaten werden auf dem Rechner in der INI Datei abgespeichert.

4.1.1.6.4 Sprachauswahl

Das Programm bietet die Sprachen "**Deutsch**" und "**English**" zur Auswahl an. Die meisten Beschriftungen innerhalb des Programms (in Bildschirfenstern und Kästchen sowie auf Schaltflächen) wechseln unmittelbar zur gewählten Sprache, nachdem die Wahl erfolgt ist.



4.1.1.7 Hilfe



Die Schaltfläche **Manual GeoTest** zeigt das Benutzerhandbuch als PDF-Dokument an. Für die Anzeige muss ein externes Programm auf dem Rechner installiert sein, das PDF-Dateien darstellen kann. Das geöffnete Dokument ist identisch mit diesem Benutzerhandbuch, das Sie gerade lesen. Abhängig von der aktuellen Spracheinstellung, wird das deutsche Handbuch oder das englische Manual geöffnet.

Das **Manual GeoTest – Tutorial** gibt eine Einführung in die Praxis der tomografischen Messungen an Hand von Schritt-für-Schritt Beispielen (nur in englischer Sprache verfügbar).

Die nächste Auswahl (zum Beispiel **Manual 4PointLight**) öffnet die Gerätedokumentation der angeschlossenen geoelektrischen Messausrüstung.

Die weiteren Schaltflächen bedeuten:

iNet: ... öffnet den Standard-Internetbrowser und lädt die Internetseite des Geotest-Programms beim Hersteller.

FAQ: ... öffnet den Standard-Internetbrowser und lädt eine Internetseite des Geotest-Programms beim Hersteller, die den Vorgang der Registrierung erläutert.

eMail: ... öffnet das Standard-E-Mail-Programm und erstellt eine E-Mail-Vorlage, mit der eine E-Mail an den Hersteller des Geotest-Programms gesandt werden kann.

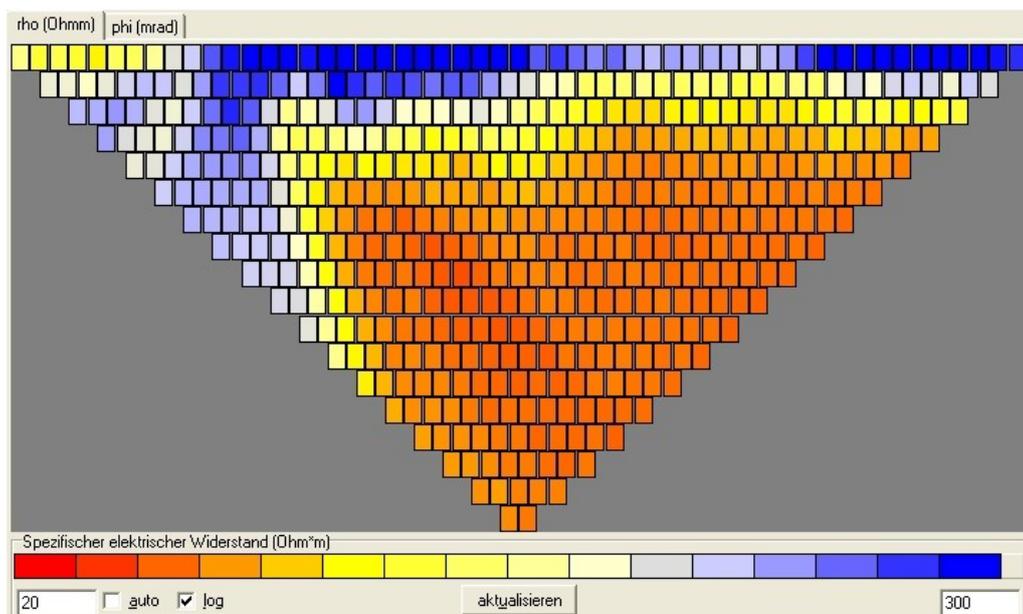
Über .. zeigt Informationen über das Programm, die vorliegende Version und den Autor an.

4.1.2 Pseudosektionen

Die am Bildschirm dargestellten Sektionen sind vom aktuell gewählten Mess-Modus abhängig:

- Im Fall der Profilmessungen wird eine Tiefensektion in Form eines x-z- Schnitts dargestellt.
- Im Fall von Kartierungsmessungen (Mapping) werden x-y-Schnitte angezeigt. Die Pseudotiefe wird hier verschlüsselt in Form von rechteckigen Rahmen verschiedener Größe innerhalb der Felder erkennbar. Je kleiner dieser Rahmen ist, desto tiefer ist das Feld einer Pseudotiefe zugeordnet.

4.1.2.1 Profilmessungen: Pseudo-Tiefen-Sektionen



Die Pseudosektion stellt die Messdaten in Form von farbcodierten Feldern dar. Die Felder sind tabellenförmig angeordnet in Bezug zu der horizontalen und vertikalen Lage der jeweiligen Messung. Diese Sektionen haben einen Pseudo- Charakter, da die vertikale Position nicht der wahren Lage des jeweiligen Datenpunktes entsprechen kann. Für quasi reale Vertikalpositionen ist eine weitere Datenbearbeitung nötig (Inversions-Modellrechnung).

Abhängig vom Gerätemodell und des durchgeführten Messverfahrens kann der Benutzer zwischen verschiedenen Anzeigemodi wechseln.

rho (Ohmm) zeigt die gemessenen Widerstände in $[\text{Ohm} \cdot \text{m}] = [\Omega \text{m}]$ an. Diese werden aus der In-Phase-Komponente der gemessenen Spannungen berechnet.

phi (mrad) zeigt die Werte aus der phasenverschobenen Komponente der gemessenen Spannungen an. Phi in $[\text{mrad}]$ ist definiert als: $U_{90} [\text{mV}] / U [\text{mV}] \cdot 1000$. Diese Auswahl ist nicht für alle Gerätetypen verfügbar.

U (mV) stellt die gemessenen Spannungen dar (U und U₀ oder Eigenpotential). Diese Auswahl ist nur bei einigen Messkonfigurationen – Eigenpotential (SP) oder Gradientenmethode – möglich und nicht bei allen Gerätetypen verfügbar.

Wenn frequenzabhängige Messungen ausgeführt werden, können zwei zusätzliche Optionen gewählt werden:



rho (f) zeigt die Information zum Frequenzeffekt, der nach folgender Formel berechnet wird: $\rho(f_1) / \rho(f_2)$.

phi (f) zeigt den phasenverschobenen Frequenzeffekt an, berechnet nach der Formel: $\phi(f_1) - \phi(f_2)$.

Der Benutzer kann die Pseudosektionen mit der Maus des Rechners folgendermaßen beeinflussen:



<Klick links>: Aus der Datentabelle wird die Datenzeile ausgewählt, die zum jeweils ausgewählten Feld gehört (siehe Kapitel 4.1.3). Die Daten werden vom Beginn an durchsucht (num = 1). Bei überlappenden Feldern wird das erste unterste Feld verwendet.

<Doppelklick links> oder **<Umschalttaste> + <Klick links>**: Aus der Datentabelle wird die Datenzeile ausgewählt, die zum jeweils ausgewählten Feld gehört (siehe Kapitel 4.1.3). Die Datentabelle wird in umgekehrter Richtung durchsucht. Wenn überlappende Felder vorhanden sind, wird das letzte obere Feld verwendet.

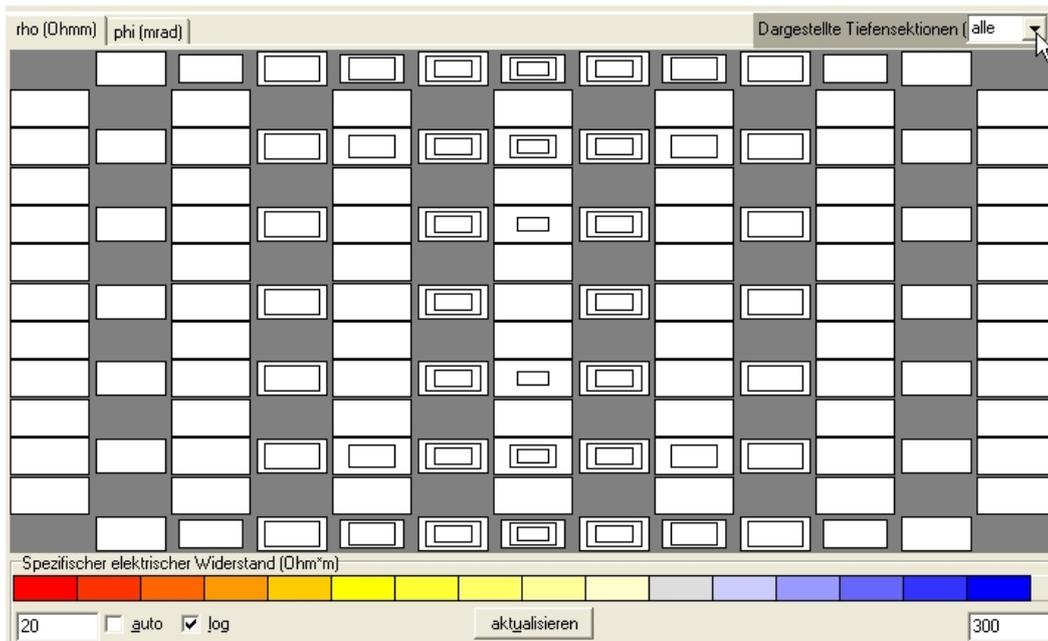
<Klick rechts>: die Messungen können wiederholt werden. Die Datentabelle wird vom Beginn an durchsucht.

<Umschalttaste> + <Klick rechts>: die Messungen können wiederholt werden. Die Datentabelle wird vom Ende aus durchsucht.



4.1.2.2 Mapping-Modus (Kartierungsmessungen): Horizontalschnitte

Im Mapping-Modus werden die gemessenen Daten mit farbcodierten Feldern dargestellt. Die Felder werden in der horizontalen Position der jeweiligen Messung, entsprechend den X- und Y-Koordinaten, tabellenförmig angeordnet. Die Größe der Rahmen innerhalb eines Feldes ist mit der jeweiligen Pseudotiefe verknüpft: Je kleiner dieser Rahmen ist, desto tiefer ist die Pseudotiefe gelegen, der das Feld zugeordnet ist. Der Begriff Pseudotiefe wird hier verwendet, da keine wahre Tiefe angezeigt werden kann.



Das hier gezeigte Beispiel zeigt ein vorbereitetes Raster für eine Pol-Pol-Messanordnung. Die Felder sind leer, da noch keine Messdaten vorhanden sind.

Das Auswahlfeld am Kopf des dargestellten Bildschirmfeldes "Dargestellte Tiefensektionen" ermöglicht es, die jeweilige Tiefe der Schnitte festzulegen. Der Benutzer kann alle Schnitte oder Schnitte einer bestimmten Tiefe wählen.



Wie bei den Pseudosektionen der Profilmessungen kann der Benutzer zwischen der Darstellung der Widerstände (ρ [Ohmm]) oder der Phasenwinkel (ϕ [mrad]) wählen. Bei frequenzabhängigen Messungen stehen auch die Frequenzfunktionen $\rho(f)$ und $\phi(f)$ zur Auswahl (siehe vorhergehendes Kapitel).

Einzelne Messungen können wiederholt werden, indem der Mauszeiger auf das entsprechende Feld innerhalb der Pseudosektion geführt und dann mit der **rechten Maustaste** geklickt wird.



4.1.3 Datentabelle

num	A	B	M	N	I	U	dU	U90	dU90	ρ	ϕ	f	n	nAB	Profile	Spread	PseudoZ
					[mA]	[mV]	[%]	[mV]	[%]	[Ohmm]	[mrad]	[Hz]			[m]	[m]	[m]
394	25	55	35	45	15.0000	1.72037	0.36	0.01120	141.60	28.825	6.51	4.16	3	1	160.000	120.000	13.2000
395	26	56	36	46	15.0000	1.69773	0.33	0.00413	244.90	28.446	2.43	4.16	3	1	164.000	120.000	13.2000
396	1	34	12	23	15.0000	6.34043	0.10	0.00507	200.70	116.858	0.80	4.16	3	1	70.000	132.000	14.5200
397	2	35	13	24	15.0000	4.51027	0.06	0.05347	26.10	83.127	11.85	4.16	3	1	74.000	132.000	14.5200
398	3	36	14	25	15.0000	2.68247	0.05	-0.00407	140.20	49.440	-1.52	4.16	3	1	78.000	132.000	14.5200

In der Datentabelle sind die Messdaten zusammengefasst. Darin sind dieselben Daten enthalten, die mit der Auswahl "**Daten**" → "**Überblick zeigen**" im Hauptmenü verfügbar und in der Datendatei gespeichert sind. Die Tabelle gibt die Ergebnisse für eine einzelne Frequenzeinstellung wieder. Bei Messungen mit mehr als einer Frequenz kann der Benutzer eine andere Frequenz aufrufen, indem die Auswahl "Frequenzeinstellungen" angeklickt wird.

Erläuterung der Daten:

num = Nummer der Messung.

A, B, M, N = Nummern der Elektroden A, B, M und N.

I [mA] = Messstrom in [mA].

U [mV] = gemessene Spannung (In-Phase-Anteil = ohmscher Anteil) in [mV].

dU [%] = Fehler der Spannungsmessung in %.

Dieser Fehler ist definiert: $dU = \text{ABS}(\text{Standardabweichung} / (\sqrt{n} * U_{\text{mittel}})) * 100$

mit n = Anzahl der Messungen, U_{mittel} = arithmetisches Mittel aller gemessenen Spannungen U .

U90 [mV] = gemessene Spannung (phasenverschobener Anteil) in [mV].

dU90 [%] = Fehler der gemessenen Spannungen $U90$ in %.

Dieser Fehler ist definiert: $dU90 = \text{ABS}(\text{Standardabweichung} / (\sqrt{n} * U90_{\text{mittel}})) * 100$

mit n = Anzahl der Messungen, $U90_{\text{mittel}}$ = arithmetisches Mittel aller gemessenen Spannungen $U90$.

ρ [Ohmm] = spezifischer elektrischer Widerstand in [Ohm*m].

ϕ [mrad] = Phasenwinkel in [mrad]. Dieser Parameter ist definiert aus dem $U90$ -zu- U -Verhältnis und wird in der Einheit mrad (= Milli-Radian, siehe wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Radian>) angegeben:

$\phi = U90 \text{ [mV]} / U \text{ [mV]} * 1000$.

Der Phasenwinkel kann mit folgender Formel in die Einheit Grad umgerechnet werden:

$\phi[\text{deg}] = \phi[\text{mrad}] * 0.0572958$.

f [Hz] = Messfrequenz in [Hz].

n = Anzahl der einzelnen Messungen, die zur Berechnung des gegenwärtigen Spannungsmittelwertes herangezogen werden.

nAB = Anzahl der Mittelwertmessungen, die an der gegenwärtigen ABMN-Position durchgeführt wurden. Diese Zahl enthält unter Umständen auch Messungen, die nur zur Stromregelung durchgeführt wurden.

Profile [m] = Profilposition in [m]. Diese Position bezieht sich auf den Mittelpunkt der gegenwärtig benutzten Elektrodenkonfiguration. Dieser Parameter wird nur bei Profilmessungen verwendet. Definitionen siehe Kapitel "4.1.1.2.2.2. Profilmessungen".

Spread [m] = Auslagelänge in [m] der gegenwärtig benutzten Elektrodenkonfiguration. Die Auslagelänge beschreibt den Abstand zwischen der ersten und der letzten Elektrode bei Profilmessungen oder den maximalen Abstand zwischen zwei Elektroden eines x-y-Rasters bei Kartierungsmessungen (Mapping-Modus).

PseudoZ [m] = Pseudotiefe in [m]. Damit wird die "Erkundungstiefe" bezeichnet, wie in der Publikation von Roy und Apparao (1971) beschrieben. Da es sich nicht um eine wahre, sondern scheinbare Tiefe handelt, wird diese als Pseudotiefe bezeichnet. Wahre Tiefen können anderweitig mit 2-D- oder 3-D-Inversionsrechenprogrammen berechnet werden, siehe Barker (1989). Diese Inversionsprogramme sind nicht Bestandteil des Programms GeoTest.

Bitte beachten Sie: Es existieren unterschiedliche Definitionen der Tiefen, die aus Tomographiemessungen erschlossen werden. Edwards (1977) führte eine "effektive Tiefe" ein. Diese ist anders definiert als die "Erkundungstiefe" nach Roy und Apparao (1971). Das ResXDivn-Inversionsprogramm verwendet die "effektive Tiefe" nach Edwards (1977).

Koordinaten = X [m], Y [m], Z [m] oder Lo [deg], La [deg], Z [m]. Die Art der Anzeige der Positionskordinaten kann entweder als X, Y und Z in kartesischen Koordinaten mit metrischen Einheiten oder geographische Länge (Lo), geographische Breite (La), beide in Grad, und Tiefe Z (in Meter) erfolgen. Die zweite Auswahl wird bei aktiven GPS Messungen verwendet. Diese 3 Spalten können angezeigt oder versteckt werden. Geotest Hauptmenu > Einstellen > Optionen > Anzeige > Datentabelle > mit X,Y,Z.



- **X [m], Y [m] und Z [m]:** Dieses Koordinatensystem ist die Standardeinstellung. Die drei Raumkoordinaten des Messpunkts werden mit einem rechtwinkligen (kartesischen) und rechtshändig orientierten Koordinatensystem mit metrischen Einheiten (zum Beispiel im Gauß-Krüger-System) beschrieben.
Bei Profilmessungen sind die Standardeinstellungen:
X = Profilabstand in [m] mit positiven Werten in Profiltrichtung,
Y = Abstand in [m] in der Richtung senkrecht zum Messprofil mit positiven Werten nach links,
Z = Höhe in [m] = Höhe berechnet aus der Lage der jeweils aktiven Elektroden minus der Pseudotiefe mit positiven Werten nach oben.
- **Lo [deg], La [deg] und Z [m]:** Im Fall von aktivierten GPS Messungen werden die drei Raumkoordinaten des Messpunktes in geographischen Koordinaten angegeben. Die Koordinatendaten werden vom GPS Gerät unter Verwendung des NMEA-0183-Standards eingelesen. Das originale NMEA-Datenformat der geographischen Länge (Lo) und Breite (La) ist wie folgt aufgebaut: Lo [dddmm.m] und La [ddmm.m] mit d = Gradzahl und m = Minuten und Minutenbruchteilen. Das Programm GeoTest wandelt dieses Format in Gradzahlen mit Dezimalbruchteilen um. Westliche Längen oder südliche Breiten werden als negative Werte angegeben und gespeichert. Die dritte Dimension Z wird in Metern angegeben und gespeichert.
Lo = geographische Länge in [deg], östliche Längen sind positiv und westliche Längen negativ,
La = geographische Breite in [deg], nördliche Breiten sind positiv und südliche Breiten negativ,
Z = Höhe in [m], entspricht der GPS Messung Z in [m] minus der Antennenhöhe in [m] (wahlweise minus der Pseudotiefe in [m]), siehe auch Kapitel 4.1.1.2.2.4. Positive Höhenwerte zeigen nach oben.

Time [hh:mm:ss.ss] = In dieser Spalte ist der jeweilige Zeitpunkt der Messung im Format Stunden, Minuten und Sekunden mit Dezimalbruchteilen der Sekunde dokumentiert. Diese Zeit entspricht der Systemzeit des Rechners und wird von dort übernommen.

U (Tx) [V] = Hier wird die gemessene Senderspannung in [V] angegeben.

Wie bei den Pseudosektionen kann auch in der Datenliste eine einzelne Messung wiederholt werden, indem der Mauszeiger in dem betreffenden Feld positioniert und die **rechte Maustaste** betätigt wird.

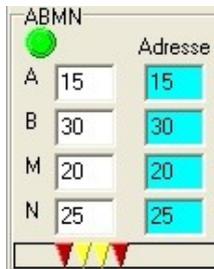
Wenn die **linke Maustaste** angeklickt wird, dann blinkt der Mauszeiger in dem entsprechenden Datenfeld der Pseudosektion. Das vereinfacht die Zuordnung des Eintrages der Datenliste zum entsprechenden Feld der Pseudosektion.





Anmerkung: Über die Schaltflächen des Hauptmenüs "Daten → Editieren" erhält man direkten Zugang zu den Daten (siehe Kapitel 4.1.1.4). In diesem Menü werden einige statistische Angaben angezeigt und der Benutzer kann jeden einzelnen Parameter bearbeiten.

4.1.4 Elektrodenschaltkästchen



In diesem Anzeigefeld rechts oben auf dem Hauptbildschirm werden die gegenwärtig aktiven Elektrodennummern angezeigt. In den weißen Feldern stehen die vom Programm berechneten Elektrodennummern. In den blau hinterlegten Feldern der Spalte "Adresse" sind die realen Elektrodenadressen angegeben, falls aktive Elektroden verwendet werden. Die aktuelle Nummer und die aktuelle Adresse sind nicht notwendigerweise identisch. In dem Feld unterhalb der Elektrodennummernanzeige zeigen die roten und gelben Reiter die Elektrodenpositionen schematisch an. **A** und **B** (rot) sind die stromaussendenden Elektroden. **M** und **N** (gelb) sind die Potentialelektroden.

Im Fall von Profilmessungen und entsprechender Daten- des Messablaufs erscheint unter der Elektrodennummern- Hinweis, sobald das erste oder letzte benutzte Kabel (oder die vom Messgerät getrennt werden kann (zum Beispiel: Kabel 1 ist frei). Siehe hierzu auch das Kapitel 4.1.1.2.2.2.



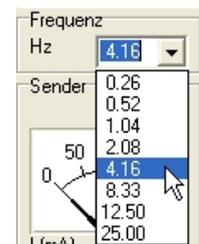
sortierung: Während anzeige dann ein Elektrodenkette)

4.1.5 Frequenzeinstellungen

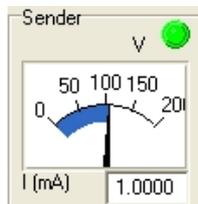


In diesem Feld wird die aktuelle Frequenzeinstellung angezeigt.

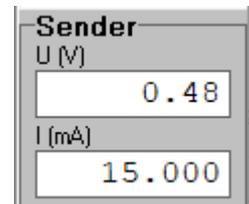
Während die Messungen ablaufen kann die Frequenzeinstellung vom Benutzer nicht verändert werden. Nachdem die Messung beendet ist wird das Feld zur Frequenzeinstellung aktiviert. Der Benutzer kann nun zwischen verschiedenen Messfrequenzen wählen. Die Datentabelle wird danach unverzüglich aktualisiert.



4.1.6 Sender

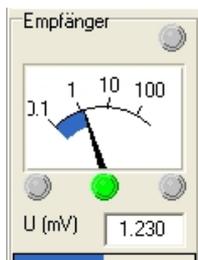


Dieses Feld zeigt die aktuellen Stromeinstellungen des Senders. Der Messzeiger zeigt die Stromstufe oder die Senderspannung an, abhängig von den Einstellungen (siehe Kapitel 4.1.1.2.3). In dem Datenfeld wird der Strom in [mA] angegeben. Das grüne Punktsymbol signalisiert die einwandfreie Funktion des Senders. Bei Störungen, zum Beispiel einer offenen A-B-Kabelverbindung, verschwindet das grüne Symbol und es

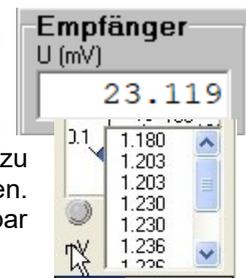


erscheint an dieser Stelle ein graues Punktsymbol. Wenn in dem Auswahlmenü "Messparameter einstellen" das Häkchen im Feld "Senderspannung messen" gesetzt ist (siehe Kapitel 4.1.1.2.3), zeigt der Messzeiger die Senderspannung (in Volt) an und nicht die Sender-Stromstufen. In diesem Fall ist eine zusätzliche Messung erforderlich und zwar die Senderspannung. Ein vereinfachtes Display des Senders ist ebenfalls verfügbar (Einstellungen > Optionen > Anzeige).

4.1.7 Empfänger



In diesem Feld wird die aktuelle Spannungsmessung dargestellt. Abhängig von der aktuellen Einstellung wird der normale in-phase-Anteil der Spannung (U) oder der out-of-phase Anteil (U90) angezeigt. Das mittlere grüne Symbol signalisiert einwandfreie Spannungsmesswerte. Zu hohe oder zu niedrige Messwerte führen zu einer Anzeige mit roten Symbolen. Ein vereinfachtes Display des Empfängers ist ebenfalls verfügbar (Einstellungen > Optionen > Anzeige).



Ein Doppelklick mit der linken Maustaste im Feld "(mV)" öffnet ein neues Fenster mit einer Liste der gemessenen Spannungen.

4.1.8 Status der Messungen

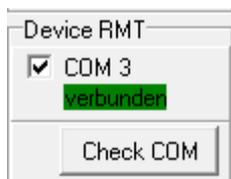
In diesem Feld wird der momentane Stand der ausgeführten Messungen dargestellt. Die extrapolierte verbleibende Messzeit wird ebenfalls angegeben.



4.1.9 Batteriespannung und COM Status



In diesem Feld wird die Batteriespannung des geoelektrischen Messgeräts angezeigt. Abhängig von den verwendeten Geräten können auch die Spannungen der externen 12-Volt-Batterie und die Kapazität der Notebook-Batterie angezeigt werden. Die Anzeige wird alle 30 Sekunden automatisch aktualisiert.



Der aktuelle Status der Verbindung zum Messgerät wird angezeigt. Durch Drücken von "Check COM" wird der aktuelle Verbindungszustand manuell überprüft und angezeigt. Im Falle eines Verlusts der Verbindung wird automatisch versucht, eine neue Verbindung aufzubauen. Bitte beachten: Das Messgerät muss im Fernsteuerungsmodus "RMT" arbeiten.



Eine automatische Überwachung des COM RMT Verbindungszustands kann aktiviert werden durch: Geotest Hauptmenu > Einstellen > Optionen > (2) Messgerät einstellen > [x] Automatische Überwachung COM Device RMT (siehe Kapitel 2.2).

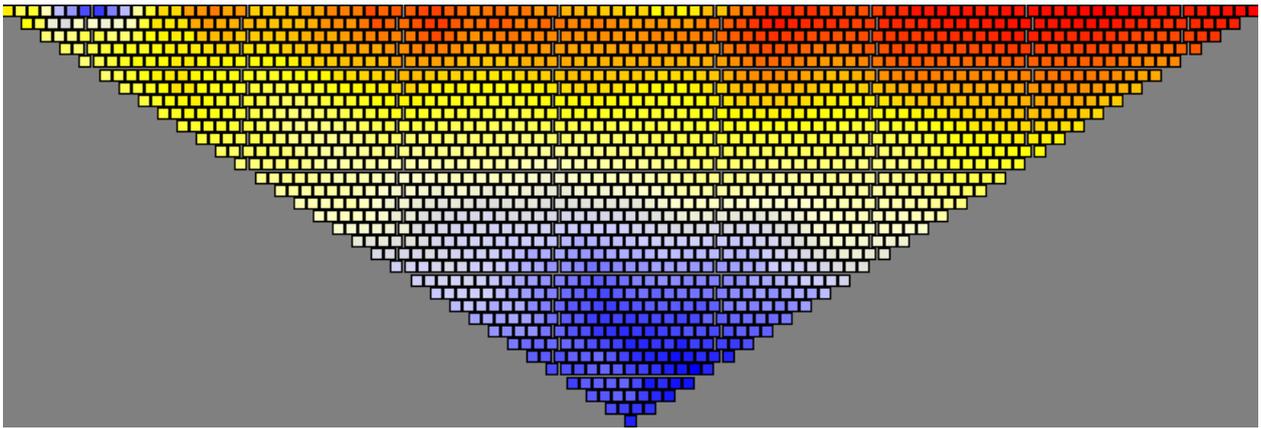
4.2 Roll-on Messungen

Mit "Roll-on" oder "Roll-along" wird die Prozedur bezeichnet, die verwendet wird, um ein Profil schrittweise zu verlängern. Roll-on funktioniert analog auch bei Mapping Konfigurationen. Im Folgenden wird die Roll-on Prozedur am Beispiel einer Profiling (Profil-) Messung erläutert:

- Zunächst werden die Elektroden wie bei einem Standard-Setup definiert.
- Danach wird eine Standard-Messung durchgeführt.
- Danach werden die Messdaten gespeichert.
- Nun folgt das Roll-on. Die Kabelaufstellung wird modifiziert, indem das erste Kabel abgebaut wird und am Ende des Profils wieder angebaut wird. Das Profil wird dadurch um die Kabellänge des ersten Kabels, welches nun das letzte Kabel im Profil ist, verlängert.
- Die nächste Messung wird mit der modifizierten Kabelaufstellung durchgeführt. Dabei werden nur die Messungen realisiert, welche die neuen Elektroden betreffen.
- Auch diese Messung wird gespeichert.
- Diese Prozedur kann solange wie nötig wiederholt werden..
- ...
- Nachdem alle einzelnen Messungen fertig sind, werden sie zusammengesetzt. Die zusammengesetzte Messung kann gespeichert werden und z.B. für eine Inversionsrechnung in Res2DInv exportiert werden.

Das folgende Beispiel erklärt die Roll-on Prozedur im Detail. Angenommen, der Benutzer möchte eine 695 m lange Messung realisieren, bestehend aus einer Standard-Messung bis 495 m und 2 Roll-on Messungen. Er verwendet 5 Ketten zu je 20 Elektroden bei 5 m Elektrodenabstand und die Wenner Konfiguration. Zunächst wird die Elektrodenaufstellung konfiguriert: Hauptmenu > Einstellen > Kabel / Elektrodenketten (siehe Kapitel "4.1.1.2.1. Kabel / Elektrodenketten einstellen"):

Diese Einstellung zeigt insgesamt 5 mal 20 = 100 Elektroden. Die erste Elektrode (mit der Adresse 1) befindet sich an Profilposition 0 m, die letzte Elektrode (Adresse 100) bei Profilposition 495 m. Mit "Setzen" wird diese Einstellung übernommen. Anschließend werden die Profileinstellungen vereinbart (Hauptmenu > Einstellen > Elektroden und Daten) und schließlich wird die Messung gestartet (Hauptmenu > Messen > Start ..). Die resultierende Pseudosektion sieht beispielhaft so aus:



Die Messung wird gespeichert ((Hauptmenu > Datei > Speichern). Danach wird das Kabel-Setup Fenster erneut geöffnet (Hauptmenu > Einstellen > Kabel / Elektrodenketten). Mit dem "Roll-on" Knopf wird das Kabel-Setup modifiziert:

Kabel / Elektrodenketten einstellen

Elektrodenketten (Elektroden-Adressen #)

2 Elektroden Nr. 21 40 <input checked="" type="checkbox"/> verwenden	3 Elektroden Nr. 41 60 <input checked="" type="checkbox"/> verwenden	4 Elektroden Nr. 61 80 <input checked="" type="checkbox"/> verwenden	5 Elektroden Nr. 81 100 <input checked="" type="checkbox"/> verwenden	1 Elektroden Nr. 1 20 <input checked="" type="checkbox"/> verwenden
---	---	---	--	--

Verwendete Elektroden (transformierte Nummern)

Elektroden: 100 Erste: 21 Letzte: 120

Profilmessung

Elektroden-Konstanten

Start Elektrode Numer	Profil (m)	Elektroden- abstand (m)
1	0.000	5.000

1. Elektrode Profil (m): 100.000 Letzte Elektrode Profil (m): 595.000

Roll on

Mapping

Elektroden-
abstand (m)

X (m)	Y (m)
0.000	5.000

1. Elektrode X (m): -99.99 Y (m): -99.99

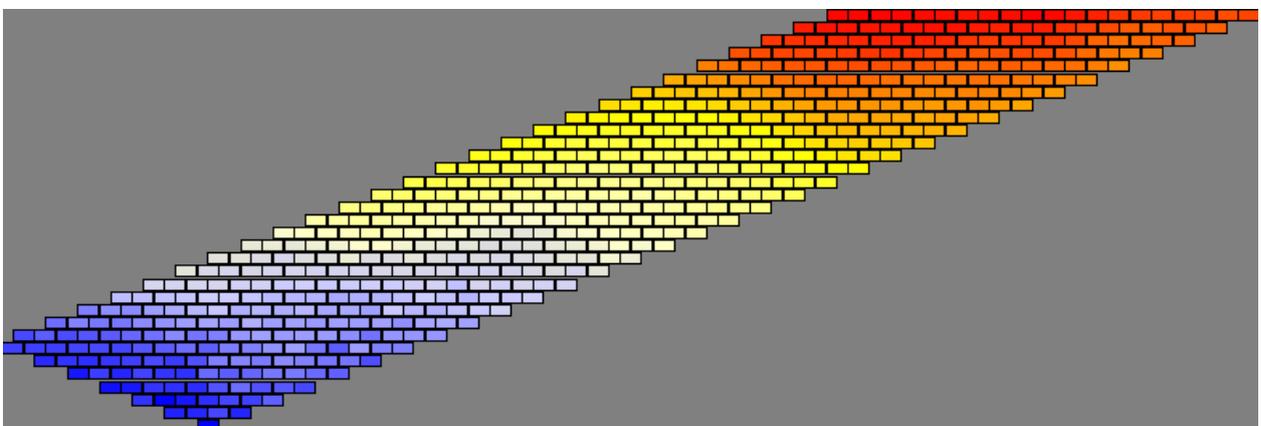
Roll on

Neue User Voreinstellungen

Zurücksetzen

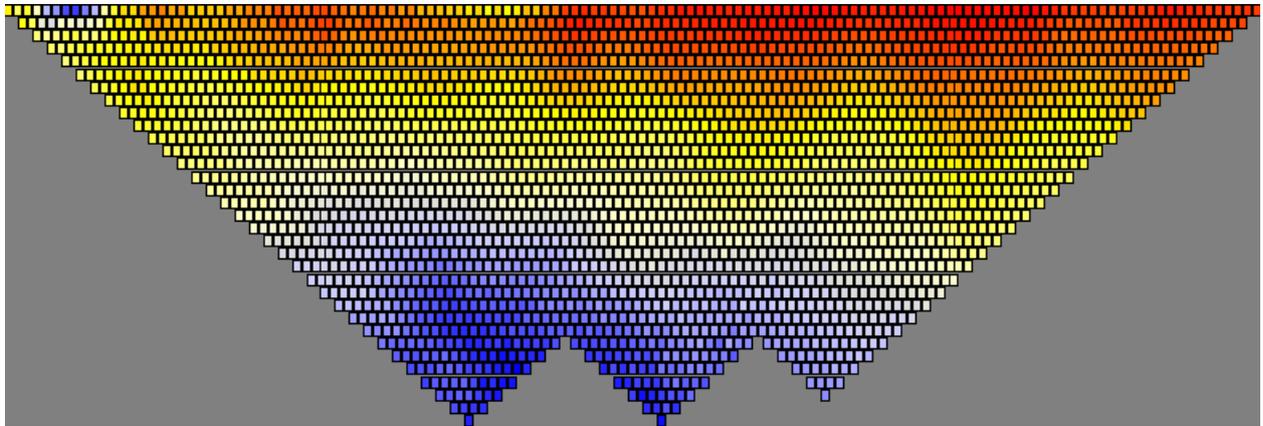
Teste Elektrodenketten

Die neue erste Elektrode ist nun die Nummer 21 (Adresse 21) an Position 100 m. Die neue letzte Elektrode ist jetzt die Nummer 120 (Adresse 20) an Profilposition 595 m. Diese Einstellung wird für die nächste Messung verwendet. Nach der zweiten Messung sieht die resultierende Pseudosektion im Beispiel so aus:



Auch dieser Datensatz wird gespeichert. Die beschriebene Beispielprozedur wird ein weiteres Mal wiederholt: Roll-on + Messen + Speichern. Nach der zweiten Roll-on Messung (der dritten Messung insgesamt) reicht das Profil jetzt bis zur Elektrode 140 bei Profilposition 695 m.

Im letzten Schritt werden die drei Einzelmessungen zusammen gesetzt mit der Option Hauptmenu > Datei > Einlesen mehrerer Dateien und zusammensetzen. Das kombinierte Profil reicht nun von Elektrode 1 = 0 m bis Elektrode 140 = 695 m. Die resultierende kombinierte Pseudosektion sieht im Beispiel so aus:



4.3 Die GeoTest-Kommandozeilenparameter

Das Programm GeoTest kann auch unter Anwendung von Kommandozeilenparametern ausgeführt werden. GeoTest liest die Kommandozeilenparameter unmittelbar nach dem Start des Programms ein. Die folgenden Kommandozeilenparameter können eingegeben werden (siehe das folgende Beispiel):

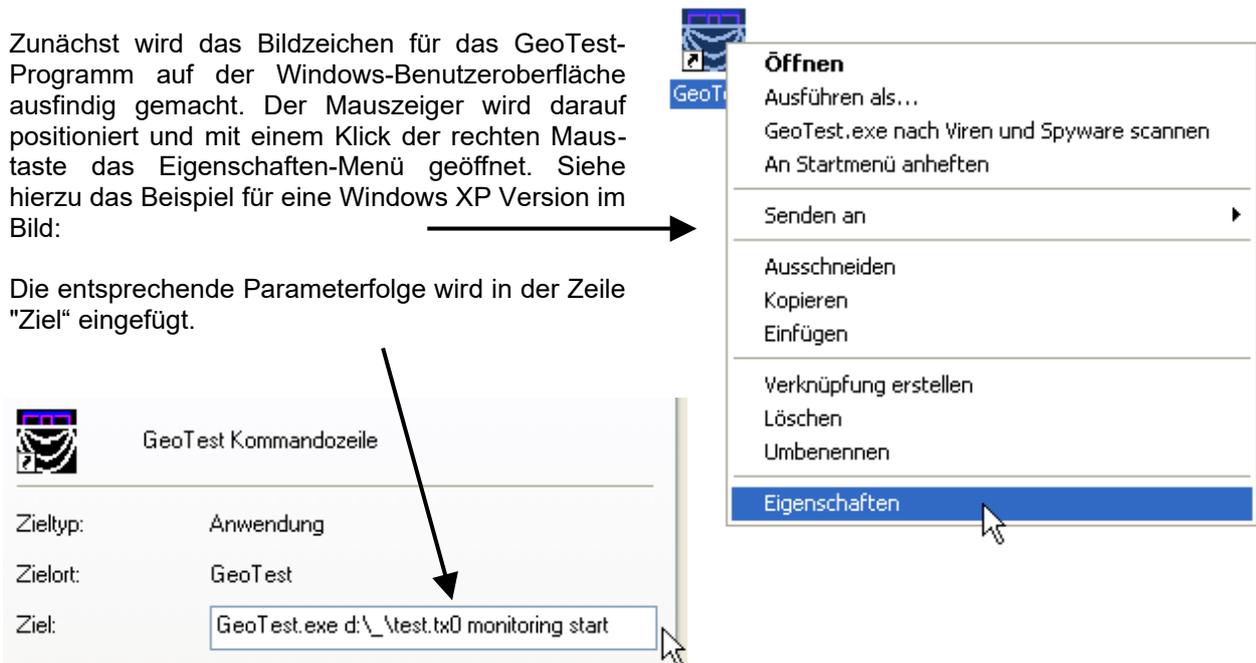
- Der erste Parameter: Name und Ordner der Datendatei, die einzulesen ist (Beispiel: d:_test.tx0). Die Datendatei, die alle Einstellungen, einschließlich Elektroden und Datenkopf, Messparameter, Monitoring-Einstellungen und alle Folgen der ABMN-Einstellungen enthält, wird automatisch eingelesen. Die Datendatei kann bereits Messdaten enthalten oder leer sein.
- Der zweite Parameter (= "Monitoring"): Dieser Parameter ermöglicht es, automatisch in den Monitoring-Modus zu wechseln.
- Der dritte Parameter (= "Start"): Mit diesem Parameter können die Messungen im Monitoring-Modus automatisch gestartet werden.

Wenn der Benutzer den GeoTest-Programmaufruf mit der entsprechenden Reihung der Parameter in den Auto-Start-Ordner des Windows-Betriebssystems kopiert, dann startet das Programm GeoTest nach dem nächsten Start (oder Neu-Start) von Windows automatisch. Diese Funktion kann für vollständig automatische und autonome Monitoring-Messungen benutzt werden, ohne dass eine Bedienung durch den Benutzer nötig ist.

Wie wird die Parameter-Reihung eingesetzt?

Zunächst wird das Bildzeichen für das GeoTest-Programm auf der Windows-Benutzeroberfläche ausfindig gemacht. Der Mauszeiger wird darauf positioniert und mit einem Klick der rechten Maustaste das Eigenschaften-Menü geöffnet. Siehe hierzu das Beispiel für eine Windows XP Version im Bild:

Die entsprechende Parameterfolge wird in der Zeile "Ziel" eingefügt.



5 Über das Programm GeoTest

5.1 Vereinbarungen zur Nutzung dieses Programms

Lizenzvereinbarung

Der Benutzer akzeptiert folgende Bedingungen.

Dem Benutzer ist gestattet:

- das Programm auf einem einzigen Rechner zu installieren und zu nutzen.
- eine Kopie des Programms als Sicherungskopie anzufertigen.
- das Programm einer dritten Person nur nach schriftlicher Zustimmung des Herstellers zu übergeben.

Dem Benutzer ist nicht gestattet:

- das Programm oder Teile davon an Dritte zu verkaufen oder zu verleihen oder Unterlizenzen zu vergeben.
- zu versuchen, auf den Quellcode des Programms zuzugreifen, weder durch Nachbau noch durch Dekompilieren und auch nicht durch andere Methoden.
- eine frühere Version des Programms mit dem Ziel zu verwenden, eine Aufrüstung des Programms zu erhalten.

Erweiterte Lizenzvereinbarung

Der Benutzer hat die Verpflichtung ergänzende Lizenzvereinbarungen einzuhalten, die für zusätzlich ausgelieferte Programmprodukte ausgegeben werden, wenn diese erfolgen.

Garantiebedingungen

Der Autor versichert, dass das Programm sorgfältig entwickelt ist. Das Programm ist sehr komplex, daher kann der Autor keine Garantie dafür übernehmen, dass das Programm fehlerfrei ist.

Haftung

Der Autor übernimmt keine Haftung für die Nutzung dieses Programms, auch nicht für Folgeschäden.

5.2 Programm- und Benutzerhandbuchversion

Dieses Benutzerhandbuch (Version 29.3.2025) bezieht sich auf GeoTest in der Version 3.40 (03.2025).

5.3 Programmautor

Dieses Programm und das Benutzerhandbuch wurden erstellt von:

Geophysik - Dr. Rauen

Dr. Armin Rauen

Ödgarten 12

94574 Wallerfing

Germany

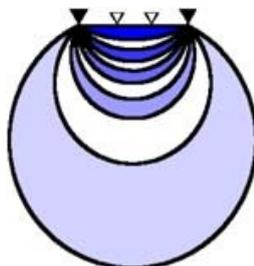
Tel: +49 (0) 9936 902026

Mobil: +49 (0) 171 8210540

Fax: +49 (0) 9936 902027

eMail: rauen@geophysik-dr-rauen.de

iNet: www.geophysik-dr-rauen.de



Kommentare und Vorschläge sind stets willkommen.

6 Literaturverzeichnis

Barker R.D. (1989): Depth of investigation of collinear symmetrical four-electrode arrays. *Geophysics*, vol. 54, No. 8 (august 1989), 1031-1037.

Berkold & 21 Coautoren (1997): Geoelektrik. In Knödel K., Krummel H. & Lange G. (Herausg.): *Geophysik. Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten*, Band 3, 65-367, Springer-Verlag.

Dahlin & Zhou (2006): multiple gradient array measurements for multichannel 2D resistivity imaging. *Near Surface Geophysics*, 2006, 113-123.

Edwards (1977): A modified pseudosection for resistivity and IP. *Geophysics*, Vol. 42, No 5, 1020-1036.

Essayeh F., Rauen A. and Gabtni H. (2023a). Advantages of a modified FRG configuration in Electrical Resistivity Tomography. 4TH Atlas Georesources International Congress (AGIC 2023).

Essayeh F., Gabtni H. and Rauen A. (2023b). Using new unconventional Electrical Resistivity Protocol (advantages and disadvantages) . 4TH Atlas Georesources International Congress (AGIC 2023).

Friedel S. (1997): Hoचाuflösende Geoelektrik - Geoelektrische Tomographie. In: M. Beblo (Herausg.): *Umweltgeophysik*, 131-151, Berlin.

Hennig Th., Weller A., Canh T. (2005): The effect of dike geometry on different resistivity configurations. *Journal of Applied Geophysics* 57, 278-292.

Roy and Apparao (1971): Depth of investigation in direct current methods. *Geophysics*, Vol. 36, No. 5, P. 943-959

Trimble (1999): AgGPSTM 124/132 operation manual. Trimble Navigations Ltd. www.trimble.com.

Zhou et al. (2020): A full-range gradient survey for 2D electrical resistivity tomography. *Near Surface Geophysics*, 2020, 18, 609-626.