



Erdungs Analyzer
MI 3290
Bedienungsanleitung
Version 1.4.6, Bestellnr. 20 752 755

Händler:

METREL GmbH
Orchideenstraße 24
DE-90542 Eckental
Germany
<https://www.metrel.de>
info@metrel.de

Hersteller:

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
SI-1354 Horjul
Slovenia
<https://www.metrel.si>
info@metrel.si



Die Kennzeichnung auf Ihrem Gerät bestätigt, dass es den Anforderungen aller geltenden EU-Vorschriften entspricht.



Hiermit erklärt Metrel d.d., dass der MI 3290 der Richtlinie 2014/53/EU (RED) und allen anderen geltenden EU-Richtlinien entspricht. Der vollständige Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse <https://www.metrel.si/DoC> verfügbar.

© 2021 METREL

Die Handelsnamen Metrel®, Smartec®, Eurotest® und Auto Sequence® sind in Europa und anderen Ländern eingetragene oder angemeldete Warenzeichen.

Dieses Dokument darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung von METREL weder vervielfältigt noch in irgendeiner anderen Form genutzt werden.

Hinweis:

Dieses Dokument ist keine Ergänzung zum Benutzerhandbuch.

I. Über das Benutzerhandbuch

- Das Benutzerhandbuch beinhaltet ausführliche Informationen über den Erdungs Analyzer, seine Hauptmerkmale, Funktionen und dessen Nutzung
- Er ist ausschließlich für technisch qualifiziertes Personal gedacht, die für das Produkt und deren Nutzung verantwortlich sind.
- Bitte beachten Sie, dass sich die LCD Screenshots in diesem Dokument von der eigentlichen ausführlichen Anzeige des Geräts durch Firmware-Variationen und Änderungen abweichen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	7
1.1	Merkmale.....	7
2	SICHERHEITS- UND BETRIEBSHINWEISE	9
2.1	Warnungen und Hinweise.....	9
2.2	Batterie und Aufladen der Li-Ionen-Batterien	11
2.2.1	Vorladung	12
2.2.2	Li – Ion Batteriesatz-Richtlinien.....	14
2.3	Geltende Normen	15
3	BEGRIFFE UND DEFINITIONEN.....	16
4	GERÄTEBESCHREIBUNG.....	18
4.1	Gerätegehäuse.....	18
4.2	Bedienfeld	18
5	ZUBEHÖR.....	20
5.1	Standardausführung:	20
5.2	Optionales Zubehör	21
6	BEDIENUNG DES MESSGERÄTS.....	22
6.1	Allgemeine Bedeutung der Tasten.....	22
6.2	Allgemeine Bedeutung der Touch-Gesten	22
6.3	Virtuelle Tastatur	23
6.4	Anzeige und Signaltöne	24
6.4.1	Batterie- und Zeitanzeige	24
6.4.2	Meldungen	24
6.4.3	Ton anzeige	29
6.4.4	Anschlussspannungsmonitor	30
7	HAUPTMENÜ.....	31
7.1	Messgeräte Hauptmenü.....	31
8	ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN	32
8.1	Sprache.....	33
8.2	Energiesparmodus.....	33
8.3	Datum und Uhrzeit.....	34
8.4	Geräteprofile.....	34
8.5	Einstellungen	35
8.6	Grundeinstellungen.....	36
8.7	Messgeräte Information	36
8.8	Auto Sequence® Gruppen.....	37
8.8.1	Menü Auto Sequence® Gruppen	37
8.8.2	Arbeiten mit dem Menü Auto Sequence® Gruppen.....	37
8.8.3	Auswahl einer Auto Sequences® Liste	38
8.8.4	Löschen einer Auto Sequences® Liste	38
8.9	Workspace Manager (Arbeitsbereichsverwaltung).....	39
8.9.1	Workspaces (Arbeitsbereiche) und Exporte	39
8.9.2	Hauptmenü Workspace Manager (Arbeitsbereichsverwaltung).....	39
8.9.3	Arbeiten mit Workspaces	40
8.9.4	Arbeiten mit Exporten.....	40
8.9.5	Einen neuen Workspace(Arbeitsbereich) hinzufügen.....	41
8.9.6	Einen Workspace(Arbeitsbereich) öffnen	42
8.9.7	Einen Workspace(Arbeitsbereich) / Export löschen.....	42
8.9.8	Einen Workspace(Arbeitsbereich) importieren	43
8.9.9	Einen Workspace (Arbeitsbereich) exportieren	43

9	MEMORY ORGANIZER	49
9.1	Menü Memory Organizer	49
9.1.1	Messung und Bewertungen.....	49
9.1.2	Strukturelemente.....	50
9.1.3	Statusanzeige der Messung unter dem Strukturelement	50
9.1.4	Arbeiten mit dem Baum Menü	51
10	EINZELPRÜFUNGEN	65
10.1	Auswahl- Modus	65
10.1.1	Einzelprüfung Bildschirmanzeigen	66
10.1.2	Einstellung der Parameter und Grenzwerte für Einzelprüfungen	67
10.1.3	Einzelprüfung Ergebnis-Bildschirm.....	68
10.1.4	Grafische Darstellung.....	69
10.1.5	Abgerufene Einzelprüfung Ergebnis-Bildschirm	70
10.1.6	Einzelprüfung (Sichtprüfung) Bildschirmanzeigen	71
10.1.7	Einzelprüfung (Sichtprüfung) Startbildschirm	71
10.1.8	Einzelprüfung (Sichtprüfung) Bildschirm während der Prüfung.....	72
10.1.9	Einzelprüfungen (Sichtprüfung) Ergebnisbildschirm	73
10.1.10	Einzelprüfungen (Sichtprüfung) Speicherbildschirm	74
11	PRÜFUNGEN UND MESSUNGEN	75
11.1	Sichtprüfungen	75
11.2	Erdungsmessungen [Ze und Re]	77
11.2.1	2 – polige Messung	78
11.2.2	3 – polige Messung	81
11.2.3	4 – polige Messung	84
11.2.4	Selektive Messung (Metallklemme).....	87
11.2.5	2 Stromzangen Messung	90
11.2.6	HF - Erdungswiderstand (25 kHz); Messung.....	92
11.2.7	Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4) Messung	95
11.2.8	Passive (Stromzangen) Messung.....	98
11.3	Spezifischer Erdungswiderstand [p] Messung.....	101
11.3.1	Allgemeines zum spezifischen Erdungswiderstand	101
11.3.2	Wenner - Messverfahren.....	102
11.3.3	Schlumberger - Messverfahren	104
11.4	Impulsimpedanz [Zp]	106
11.4.1	Impulsmessung.....	106
11.5	DC Widerstand [R].....	108
11.5.1	Ohm - Meter (200 mA) Messung	108
11.5.2	Ohm - Meter (7 mA) Messung.....	109
11.6	AC Impedanz [Z].....	112
11.6.1	Impedanz - Meter Messung.....	112
11.7	Erdpotenzial [Us]	114
11.7.1	Potentialmessung	115
11.7.2	Theorie der Schritt- und Berührungsspannungen.....	119
11.8	Hochspannungsmast Erdleitungsprüfung (PWGT).....	121
11.8.1	PGWT Messung.....	121
11.9	Strom [I].....	124
11.9.1	Metallklemmen-Meter RMS Messung	125
11.9.2	Flexible Stromzangen-Meter RMS Messung	126
11.10	Checkbox (Kontrollkasten).....	128
11.10.1	Volt - Meter Prüfung	129
11.10.2	Ampere - Meter Prüfung.....	130
11.10.3	Metallklemmen, flexible Stromzangen Prüfung.....	131

12 AUTO SEQUENCES®	132
12.1 Auswahl der Auto Sequence®	132
12.2 Aufbau einer Auto Sequence®	133
12.2.1 Menü Auto Sequence® Gruppen Anzeige	133
12.2.2 Schrittweise Durchführung des Auto Sequence®	135
12.2.3 Auto Sequence® Ergebnis Bildschirm	136
12.2.4 Auto Sequence® Speicher Bildschirm	138
13 KOMMUNIKATION	139
14 WARTUNG	140
14.1 Reinigung	140
14.2 Regelmäßige Kalibrierung	140
14.3 Kundendienst	140
14.4 Aktualisieren des Messgeräts	140
15 TECHNISCHE DATEN	141
15.1 Erdimpedanz [Ze]	141
15.1.1 2, 3, 4 -polig	141
15.1.2 Selektive (Metallklemme)	143
15.1.3 2 Stromzangen	145
15.1.4 Passive (flexible Stromzangen 1 - 4);	145
15.1.5 HF - Erdungswiderstand (25 kHz);	146
15.1.6 Selektive (flexible Stromzangen 1 - 4)	147
15.2 Spezifischer Erdungswiderstand [p] Messung	149
15.2.1 Wenner - und Schlumberger - Verfahren	149
15.3 Erdpotenzial [Us]	151
15.3.1 Potential	151
15.3.2 S&T Stromquelle	151
15.4 Impulsimpedanz [Zp]	153
15.4.1 Impulsmessung	153
15.5 DC Widerstand [R]	154
15.5.1 Ohm - Meter (200mA)	154
15.5.2 Ohm - Meter (7mA)	155
15.6 AC Impedanz [Z]	156
15.6.1 Impedanz - Meter	156
15.7 Strom [I]	156
15.7.1 Stromzangen-Meter RMS	156
15.7.2 flexibles Stromzangen-Meter RMS	157
15.8 Einfluss der Hilfselektroden	158
15.9 Einfluss des niedrigen Prüfstroms durch die Stromzangen	160
15.10 Einfluss durch Rauschen	161
15.10.1 Digitale Filtertechnik	162
15.11 Untergebnisse in Messfunktionen	163
15.12 Allgemeine Daten	164
ANHANG A. -STRUKTUROBJEKTE	165
ANHANG B. -PROFIL AUSWAHL TABELLE	166
ANHANG C. -FUNKTIONALITÄT UND PLATZIERUNG VON PRÜFSPITZEN	167
ANHANG D. -BEISPIEL FÜR IMPULS UND 3-POLIG	171
ANHANG E. -PROGRAMMIERUNG VON AUTO SEQUENCES® MIT DEM METREL ES-MANAGER	172

1 Allgemeine Beschreibung

1.1 Merkmale

Der **Erdungs Analyzer (MI 3290)** ist ein Multifunktionsgerät, mit einer tragbaren Batterie (Li-Ion) **oder** ein netzbetriebenes Messgerät mit ausgezeichnete IP-Schutzart: **IP65** (geschlossenes Gehäuse), **IP54** (geöffnetes Gehäuse), die für die Diagnose von: Erdungswiderstand, Erdimpedanz, selektive Erdimpedanz, spezifischer Erdungswiderstand, Erdpotential, Gleichstromwiderstand, Wechselstromimpedanz und Impulsimpedanz vorgesehen ist. Es wurde mit dem umfangreichen Wissen und der Erfahrung, die über viele Jahre durch die Arbeit in diesem Bereich erworben wurde, entwickelt und produziert.

Verfügbare Funktionen und Leistungsmerkmale des **Erdungs Analyzers**:

- Erdimpedanz oder Widerstand 2, 3, 4 - polig;
- Selektive Erdimpedanz (Stromzange und bis zu 4 flexible Stromzangen);
- 2 Zangen Messung
- HF - Erdungswiderstand (25 kHz);
- Passives (1 - 4 flexible Stromzangen) Verfahren;
- Spezifischer Erdungswiderstand ρ (Wenner -, Schlumberger - Verfahren);
- Ω - Meter (7 mA und 200 mA);
- AC Impedanz Meter (55 Hz – 15 kHz);
- Impulsimpedanz (10/350 μ s);
- Erdpotential und Schritt- & Berührungs- Stromquelle (200 mA);
- Hochspannungsmast Erdseilprüfung;
- Strom RMS Messungen (Metallklemme, flexible Stromzange);
- Spannungs-RMS-Messung (Rauschen)
- Checkbox (Kontrollkasten);
- Auto Sequence®;
- Sichtprüfung;
- Memory Organizer.

Ein **4.3" (10.9 cm) Farb - LCD Display mit Touchscreen** zeigt die einfach zu lesenden Ergebnisse und alle zugehörigen Parameter an. Die Bedienung ist einfach und übersichtlich, damit der Benutzer das Gerät ohne die Notwendigkeit einer speziellen Schulung (außer Lesen und Verstehen dieser Betriebsanleitung) bedienen kann.

Die Prüfergebnisse können im Messgerät gespeichert werden. Die PC-Software, die mit dem Standard-Set geliefert wird, ermöglicht die Übertragung der Messergebnisse zum PC, wo sie analysiert oder gedruckt werden können.

Erdungs Analyzer	entsprechend
2 – polig 3 – polig 4 – polig	EN 61557 – 5 [Erdungswiderstand] IEEE Std 81 – 2012 [Zweipunktmethode, Dreipunktmethode, Spannungsabfall-Methode]
2 Stromzangen	IEEE Std 81 – 2012 [Widerstandsmessung mit 2 Zangen Methode]
Selektive (1 - 4 flexible Stromzangen); Selektive (Metallklemme)	IEEE Std 81 – 2012 [Widerstandsmessungen über Spannungsfall/ selektive Methode] CIGRE Working Group C4.2.02 [Verfahren zur Messung des Erdungswiderstandes von mit Erddrähten ausgestatteten Übertragungstürmen]
HF - Erdungswiderstand (25 kHz);	IEEE Std 81 – 1983 [Hochfrequenz-Erdungswiderstandsmessgerät] CIGRE Working Group C4.2.02 [Verfahren zur Messung des Erdungswiderstandes von Sendemasten die mit Erdleitungen versehen sind]
Wenner - Verfahren, Schlumberger - Vefahren	IEEE Std 81 – 2012 [Vier-Punkt-Methode (in regelmäßigen Abständen bzw. Wenner-Verfahren); (in unregelmäßigen Abständen bzw. Schlumberger- Palmer-Verfahren)]
Ohm - Meter (200mA)	EN 61557 – 4 [Widerstand der Erdverbindung und Potentialausgleich]

2 Sicherheits- und Betriebshinweise

2.1 Warnungen und Hinweise

Um bei der Durchführung verschiedener Prüfungen und Messungen das höchste Sicherheitsniveau für den Bediener zu erreichen, empfiehlt Metrel, Ihren **Erdungs Analyzer** in gutem Zustand und unbeschädigt zu halten. Beim Einsatz des Messgeräts sind folgende allgemeine Warnhinweise zu beachten:

- Das Symbol  am Messgerät bedeutet „Lesen Sie das Handbuch besonders sorgfältig durch“. Das Symbol erfordert eine Handlung!
- Wenn das Prüfgerät nicht in der Art und Weise benutzt wird, wie in dieser Bedienungsanleitung vorgeschrieben, kann der durch das Prüfgerät bereitgestellte Schutz beeinträchtigt werden!
- Lesen Sie dieses Benutzerhandbuch sorgfältig durch, sonst kann der Gebrauch des Messgeräts sowohl für den Bediener als auch für das Messgerät oder den Prüfling gefährlich sein!
- Es kann eine tödliche Spannung zwischen der Prüf - Masselektrode und einer separaten Erdung bestehen!
- Benutzen Sie das Messgerät oder das Zubehör nicht, wenn Sie eine Beschädigung erkannt haben!
- Beachten Sie alle allgemein bekannten Vorsichtsmaßnahmen, um das Risiko eines Stromschlags beim Umgang mit gefährlichen Spannungen zu vermeiden!
- Verbinden Sie das Prüfgerät nicht mit einer Netzspannung, die sich von der auf dem Etikett angegebenen Netzspannung unterscheidet. Andernfalls kann es beschädigt werden.
- Service, Reparaturen oder die Einstellung der Geräte und des Zubehörs dürfen nur von kompetentem Fachpersonal durchgeführt werden!
- Alle standardmäßigen Sicherheitsmaßnahmen müssen ergriffen werden, um die Gefahr eines Stromschlags bei der Arbeit an elektrischen Anlagen zu vermeiden!
- Verwenden Sie das Gerät nicht in nasser Umgebung, in der Nähe von explosiven Gasen, bei Dampf oder Staub.
- Nur ausreichend geschulte und kompetente Personen dürfen das Gerät bedienen.
- Schließen Sie keine Spannungsquelle an die Anschlussbuchse der STROMZANGEN an. Er ist nur für den Anschluss der Stromzangen vorgesehen. Die maximale Eingangsspannung beträgt 3 V!

Kennzeichnungen auf dem Messgerät:



Lesen Sie die Bedienungsanleitung für einen sicheren Betrieb sorgfältig durch«. Das Symbol erfordert eine Handlung!



Das Kennzeichen auf Ihrem Messgerät bescheinigt, dass es die Anforderungen der Europäischen Union für EMV, NSR, und ROHS erfüllt.



Das Messgerät ist gemäß dem Elektroggesetz (ElektroG) zu entsorgen..

**Warnungen bezüglich der Messfunktionen:****Arbeit mit dem Prüfgerät**

- Verwenden Sie nur standardmäßiges oder optionales Zubehör, das von Ihrem Händler geliefert wird!
- Schließen Sie immer das Zubehör an das Messgerät und an das Testobjekt an, bevor Sie mit der Messung beginnen. Berühren Sie nicht die Messleitungen und Krokodilklemmen während der Messung.
- Berühren Sie keine leitenden Teile des Testobjekts, während die Prüfung durchgeführt wird, da sonst das Risiko eines Stromschlags besteht!
- Stellen Sie sicher, dass das Testobjekt getrennt (Netzspannung getrennt) und stromlos ist, bevor Sie die Messleitungen anschließen und mit der Messung beginnen!
- Schließen Sie Prüfklemmen (H, S, ES, E) nicht an externe Spannungen über 300 V DC oder AC (CAT IV Umgebung) an, damit das Prüfinstrument nicht beschädigt wird.
- Verwenden Sie keine Strommessung als Hinweis darauf, dass eine Schaltung sicher zum Berühren ist. Eine Spannungsmessung ist notwendig, um festzustellen, ob eine Schaltung gefährlich ist.

**Warnhinweise bezüglich der Batterien:**

- Verwenden Sie nur Batterien die vom Hersteller mitgeliefert werden.**
- Entsorgen Sie die Batterien niemals in einem Feuer, sonst können diese explodieren oder giftige Gase erzeugen.**
- Zerlegen, zerdrücken oder durchbohren Sie eine Batterie in keinsten Weise.**
- Schließen Sie die Batterie nicht kurz oder vertauschen Sie nicht die Polarität an den Kontakten einer Batterie.**
- Halten Sie die Batterien von Kindern fern.**
- Setzen Sie die Batterien keinen starken Erschütterungen / Stößen oder Vibrationen aus.**
- Verwenden Sie keine beschädigten Batterien.**
- Die Li-Ion - Batterie enthält eine Sicherheits- und Schutzschaltung die, wenn diese beschädigt sind, die Batterie überhitzen, auseinanderbrechen oder brennen kann.**
- Lassen Sie den Batterie nicht anhaltend laden, wenn sie nicht benutzt wird.**
- Wenn aus der Batterie Flüssigkeiten auslaufen, berühren Sie diese nicht.**
- Bei Augenkontakt mit der Flüssigkeit, nicht die Augen reiben. Spülen Sie sofort für mindestens 15 Minuten die Augen gründlich mit Wasser. Heben Sie das obere und untere Augenlid bis keine Anzeichen von Überresten der Flüssigkeit mehr zu sehen sind. Suchen Sie einen Arzt auf.**

2.2 Batterie und Aufladen der Li-Ionen-Batterie

Das Gerät wurde entwickelt, um von einer Lithium-Ionen Batterie oder mit dem Netzteil versorgt zu werden. Der LCD-Display enthält die Anzeige für den Batterieladezustand und der Energiequelle (links oben auf dem LCD-Display). Falls die Batterieladung zu schwach ist, zeigt dies das Gerät wie in **Abbildung 2.1** dargestellt an.

Symbol:



Anzeige niedriger Batteriezustand.



Abbildung 2.1: Batterie Test

Die Batterien werden immer dann geladen, wenn das Netzteil an das Messgerät angeschlossen ist. Die Stromversorgungsbuchse ist in Abbildung 2.2 dargestellt. Eine interne Schaltung steuert (CC, CV) den Ladevorgang und sorgt für eine maximale Batterielebensdauer. Die Nennbetriebszeit ist für Zellen mit einer Nennkapazität von 4,4 mAh angegeben.



Abbildung 2.2: Stromversorgungsbuchse (C7)

Das Messgerät erkennt den angeschlossenen Netzadapter automatisch und beginnt mit dem Laden.

Symbol:



Anzeige der Batterieladung



Abbildung 2.3: Ladeanzeige (Animation)

Batterie und Ladecharakteristik	Werte
Batterietyp	VB 18650
Lademodus	CC / CV
Nennspannung	14,8 V
Nennkapazität	4,4 Ah
Maximale Ladespannung	16,0 V
Maximaler Ladestrom	1,9 A
Maximaler Entladestrom	2,5 A
Reguläre Aufladezeit	3 Stunden

Das typische Ladeprofil, das in diesem Messgerät verwendet wird, ist in **Abbildung 2.4** dargestellt.

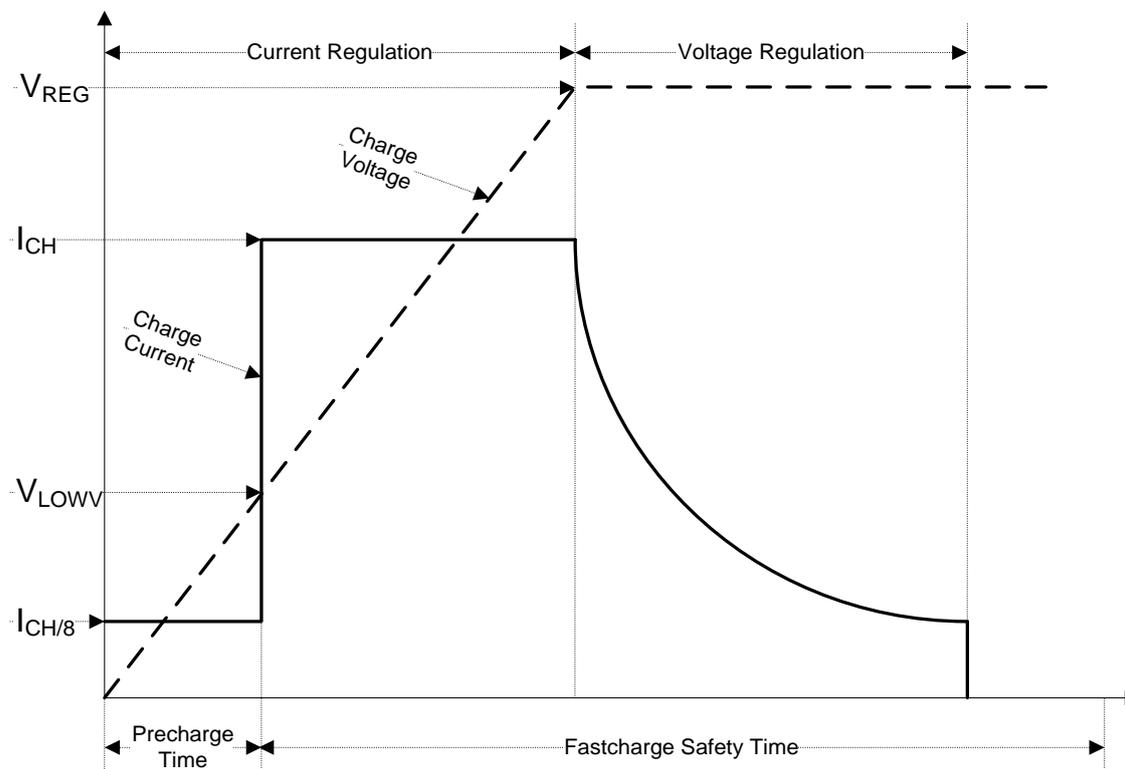


Abbildung 2.4: Typisches Ladeprofil

Dabei sind:

V_{REG}	Batterie - Ladespannung
V_{LOWV}	Vorlade - Schwellenspannung
I_{CH}	Akku - Ladestrom
$I_{CH/8}$	1/8 des Ladestroms

2.2.1 Vorladung

Wenn beim Einschalten die Batteriespannung unter dem Schwellenwert V_{LOWV} liegt, wendet das Ladegerät 1/8 des Ladestroms an. Die Vorlade-Funktion soll stark entladene Batterien wiederaufladen. Wenn die V_{LOWV} Schwelle nicht innerhalb von 30 Minuten nach dem gestarteten Vorladen erreicht wird, schaltet das Ladegerät ab und ein Fehler wird angezeigt.



Abbildung 2.5: Batterie - Fehleranzeige
(Ladevorgang unterbrochen, Timer - Störung
Batterie fehlt)



Abbildung 2.6: Anzeige Batterie voll
aufgeladen
(Aufladung abgeschlossen)

Hinweis:

- Als Sicherheits-Backup bietet das Ladegerät auch einen internen 5-Stunden Lade-Timer für Schnellladung.

Die typische Ladezeit beträgt 3 Stunden im Temperaturbereich von 5 ° C bis 60 ° C.

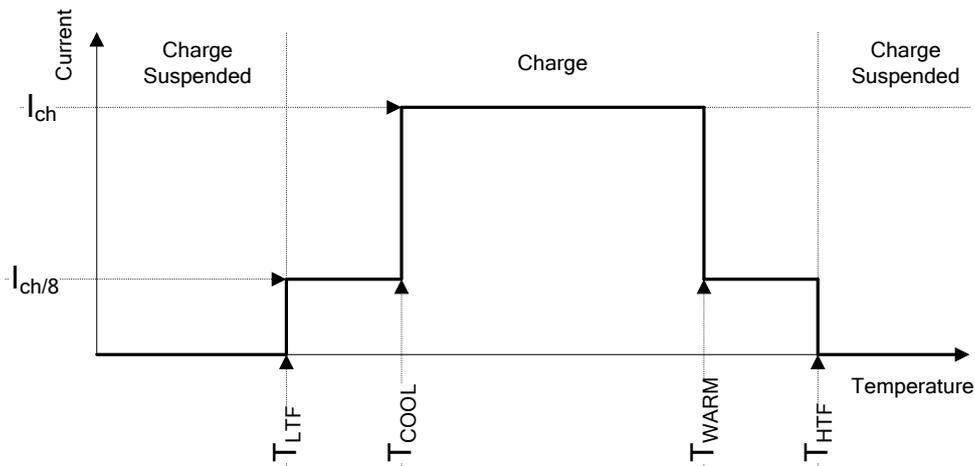


Abbildung 2.7: Typisches Ladestrom- /Temperaturprofil

Dabei sind:

- T_{LTF} Temperaturschwelle kalt (typ. -15°C)
- T_{COOL} Kühle-Temperaturschwelle kühl (typ. 0°C)
- T_{WARM} Temperaturschwelle warm (typ. $+60^{\circ}\text{C}$)
- T_{HTF} Temperaturschwelle heiß (typ. $+75^{\circ}\text{C}$)

Das Ladegerät überwacht die Batterietemperatur. Um einen Ladevorgang zu starten, muss die Batterietemperatur zwischen den Schwellen T_{LTF} und T_{HTF} liegen. Wenn die Batterietemperatur außerhalb dieses Bereichs ist, hält das Steuergerät das Laden an und wartet bis die Batterietemperatur im Bereich von T_{LTF} und T_{HTF} ist.

Wenn die Batterietemperatur zwischen den T_{LTF} und T_{COOL} Schwellenwerten oder zwischen dem T_{WARM} und T_{HTW} Schwellenwerten liegt, wird die Ladung automatisch auf $I_{ch/8}$ (1/8 des Ladestrom) reduziert.

2.2.2 Li – Ion Batteriesatz-Richtlinien

Li - Ion Batterien erfordern in ihrer Verwendung und Handhabung routinemäßige Wartung und Pflege. Lesen und befolgen Sie die Anweisungen in diesem Handbuch, um den Li - Ionen-Batterien sicher zu benutzen und die maximale Batterielebensdauer zu erreichen.

Lassen Sie die Batterien nicht für längere Zeit unbenutzt - mehr als 6 Monate (Selbstentladung). Wenn eine Batterie seit 6 Monaten nicht benutzt wurde, überprüfen Sie bitte den Ladezustand. (Siehe Kapitel **6.4.1 Batterie- und Zeitanzeige**. Li – Ionen Batterien haben eine begrenzte Lebensdauer und verlieren allmählich ihre Fähigkeit, eine Ladung zu halten. Wenn die Batterie an Kapazität verliert, nimmt die Betriebsdauer des Gerätes ab.

Lagerung

- Laden oder Entladen Sie die Gerätebatterie auf ca. 50% der Kapazität bevor Sie sie lagern.
- Laden Sie die Gerätebatterie mindestens einmal alle 6 Monate auf etwa 50% der Kapazität.

Transport

- Überprüfen Sie immer vor dem Transport einer Li - Ionen Batterie alle geltenden lokalen, nationalen und internationalen Vorschriften.



Warnungen zur Handhabung:

- Zerlegen, zerdrücken oder durchbohren Sie eine Batterie in keinsten Weise.**
- Schließen Sie die Batterie nicht kurz oder vertauschen Sie nicht die Polarität an den Kontakten einer Batterie.**
- Entsorgen Sie eine Batterie nicht in Feuer oder Wasser.**
- Halten Sie die Batterien von Kindern fern.**
- Setzen Sie den Batterien keinen starken Erschütterungen / Stößen oder Vibrationen aus.**
- Verwenden Sie keine beschädigten Batterien.**
- Die Li - Ion Batterie enthält eine Sicherheits- und Schutzschaltung, die, wenn sie beschädigt sind, die Batterie überhitzen , auseinanderbrechen oder brennen kann.**
- Lassen Sie die Batterie nicht anhaltend laden, wenn er nicht benutzt wird.**
- Wenn aus der Batterie Flüssigkeiten auslaufen, berühren Sie diesen nicht.**
- Bei Augenkontakt mit der Flüssigkeit, nicht die Augen reiben. Spülen Sie sofort für mindestens 15 Minuten die Augen gründlich mit Wasser. Heben Sie das obere und untere Augenlid bis keine Anzeichen von Überresten der Flüssigkeit mehr zu sehen sind. Suchen Sie einen Arzt auf.**

2.3 Geltende Normen

Der Erdungs Analyzer ist gemäß den folgenden Vorschriften gebaut und geprüft:

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

EN 61326 Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 1:

Sicherheit (Niederspannungsrichtlinie)

EN 61010 Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

EN 61010 - 2 - 030 Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 2-030: Besondere Anforderungen an Prüf- und Messstromkreise

EN 61010 - 2 - 032 Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 2-032: Besondere Anforderungen für handgehaltene und handbediente Stromsonden für elektrische Prüfungen und Messungen

EN 61010 - 031 Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum Messen und Prüfen.

Einige weitere Empfehlungen

EN 61557 - 5 Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1000 V und DC 1500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen Teil 5: Erdungswiderstand.

IEEE 80 – 2000 IEEE-Leitfaden für die Sicherheit in AC-Umspannwerk Erdung

IEEE 81 – 2012 IEEE Richtlinie für die Messung des spezifischen Erdungswiderstands, der Impedanz gegen Erde und Erdoberflächenpotentiale einer Erdungsanlage.

EN 50522 - 2010 Erdung der Starkstromanlagen über 1.000 V AC

IEEE 142 IEEE Empfohlene Praxis für die Erdung von industriellen und kommerziellen Stromversorgungen (US).

IEEE 367 – 2012 IEEE Empfohlene Praxis für die Bestimmung des Erdpotentialanstiegs und der induzierten Spannung durch einen Netzausfall in einem Kraftwerk

CIGRE Working Group C4.2.02 Verfahren zur Messung des Erdungswiderstandes von Sendemasten, die mit Erdleitungen versehen sind.

Li – Ion Batteriesatz

IEC 62133 Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nicht-sauren Elektrolyten - Sicherheitsanforderungen für abgedichtete Akkumulatoren und daraus hergestellte Batterien für den Einsatz in tragbaren Anwendungen.

Hinweis zu EN- und IEC-Normen:

□ Der Text dieses Handbuchs enthält Verweise auf europäische Normen. Alle Normen der Serie EN 6XXXX (z. B. EN 61010) entsprechen den IEC-Normen mit der gleichen Nummer (z. B. IEC 61010) und unterscheiden sich nur durch die ergänzten Teile, welche durch die europäische Harmonisierung der Normen notwendig sind.

3 Begriffe und Definitionen

Für den Gebrauch dieses Dokuments und des Erdungs Analyzers gelten die folgenden Definitionen.

Index:	Einheit:	Beschreibung:
Re	[Ω]	Erdungswiderstand des gesamten Systems.
Ze	[Ω]	Erdimpedanz des gesamten Systems.
Rp	[Ω]	Hilfspotential Prüfspitzen Impedanz.
Rc	[Ω]	Hilfsstrom Prüfspitzen Impedanz.
le	[A]	Systemstrom oder Generatorstrom.
f	[Hz]	Prüffrequenz.
lc	[A]	Metallklemmenstrom
Zsel	[Ω]	Erdimpedanz des gemessenen Zweiges.
Ztot	[Ω]	Gesamt-Erdimpedanz des gemessenen Zweiges.
If1	[A]	flexible Stromzange 1 Strom [F1 – Anschluss].
If2	[A]	flexible Stromzange 2 Strom [F2 – Anschluss].
If3	[A]	flexible Stromzange 3 Strom [F3 – Anschluss].
If4	[A]	flexible Stromzange 4 Strom [F4 – Anschluss].
Zsel1	[Ω]	Erdimpedanz des gemessenen Zweiges [F1 – Anschluss].
Zsel2	[Ω]	Erdimpedanz des gemessenen Zweiges [F2 – Anschluss].
Zsel3	[Ω]	Erdimpedanz des gemessenen Zweiges [F3 – Anschluss].
Zsel4	[Ω]	Erdimpedanz des gemessenen Zweiges [F4 – Anschluss].
ρ	[Ω m/ft]	Spezifischer Erdungswiderstand [Widerstand].
R	[Ω]	Widerstand [DC Strom].
Idc	[A]	DC Strom.
Z	[Ω]	Impedanz [AC Strom].
lac	[A]	AC Strom.
R	[m/ft]	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H.
r	[m/ft]	Abstand zwischen E und S Prüfspitze.
ϕ	[°]	Richtung der Potentialmessung oder Winkel [0 ° - 360 °].
Igen	[A]	Generatorstrom.
If_sum	[A]	Strom flexible Stromzange [If_sum = If1 + If2 + If3 + If4].
Uhn	[V]	Uh Spannung [H – Anschluss].
Us	[V]	Us Spannung [S – Anschluss].
Ues	[V]	Ues Spannung [ES – Anschluss].
Ig_w	[A]	Strom oberliegende Hochspannungsleitung [Ig_w = Igen - If_sum].
R	[Ω]	komplexe Zahl [reale Zahl].
X	[Ω]	komplexe Zahl [imaginäre Zahl].
ϕ	[°]	Phasenwinkel zwischen u und i.
Zp	[Ω]	Impulsimpedanz [ist definiert als die Spitzenspannung dividiert durch den Spitzenstrom].
Up	[V]	Spitzenspannung
Ip	[A]	Spitzenstrom.
d	[m/ft]	Summe der Schritte oder Gesamtstrecke [d = Schrittgröße × (Anzahl der Messungen - 1)].
Schrittgröße	[m/ft]	Abstand zwischen benachbarten Messpunkten [Festwert].
Ifault	[A]	Erwartete Maximal-Fehlerstrom

Bezeichnung der Anschlüsse:

- E** - Anschluss für die Erdelektrode;
- ES** - Anschluss für die Prüfspitze, die der Erdelektrode am nächsten ist;
- S** - Anschluss für eine Prüfspitze;
- H** - Anschluss für die Hilfserdelektrode;

Hinweise (gemäß EN 50522-2010):

- Erdungswiderstand
- **R_E – Realteil der Erdimpedanz.**
- **Erdimpedanz Z_E** – Impedanz der angegebenen Frequenz zwischen einem spezifischen Punkt in einem System oder einer Installation oder einer Ausstattung und der Bezugsmasse. Die Erdungsimpedanz wird durch die direkt angeschlossenen Erdungselektroden sowie durch die angeschlossenen Erdungsleitungen und erdverlegten Leitungen von Freileitungen, durch die angeschlossenen Kabel mit Erdungseffekt und durch andere Erdungssysteme bestimmt, die leitend mit dem jeweiligen Erdungssystem und der entfernten Erde verbunden sind. durch leitfähige Kabelmäntel, Abschirmungen, PEN-Leiter oder auf andere Weise.

4 Gerätebeschreibung

4.1 Gerätegehäuse

Das Messgerät ist in einem Kunststoffgehäuse untergebracht, das die Schutzklasse, die in den allgemeinen Spezifikationen definiert ist, einhält.

4.2 Bedienfeld

Das Bedienfeld ist unten in Abbildung 4.1 dargestellt.

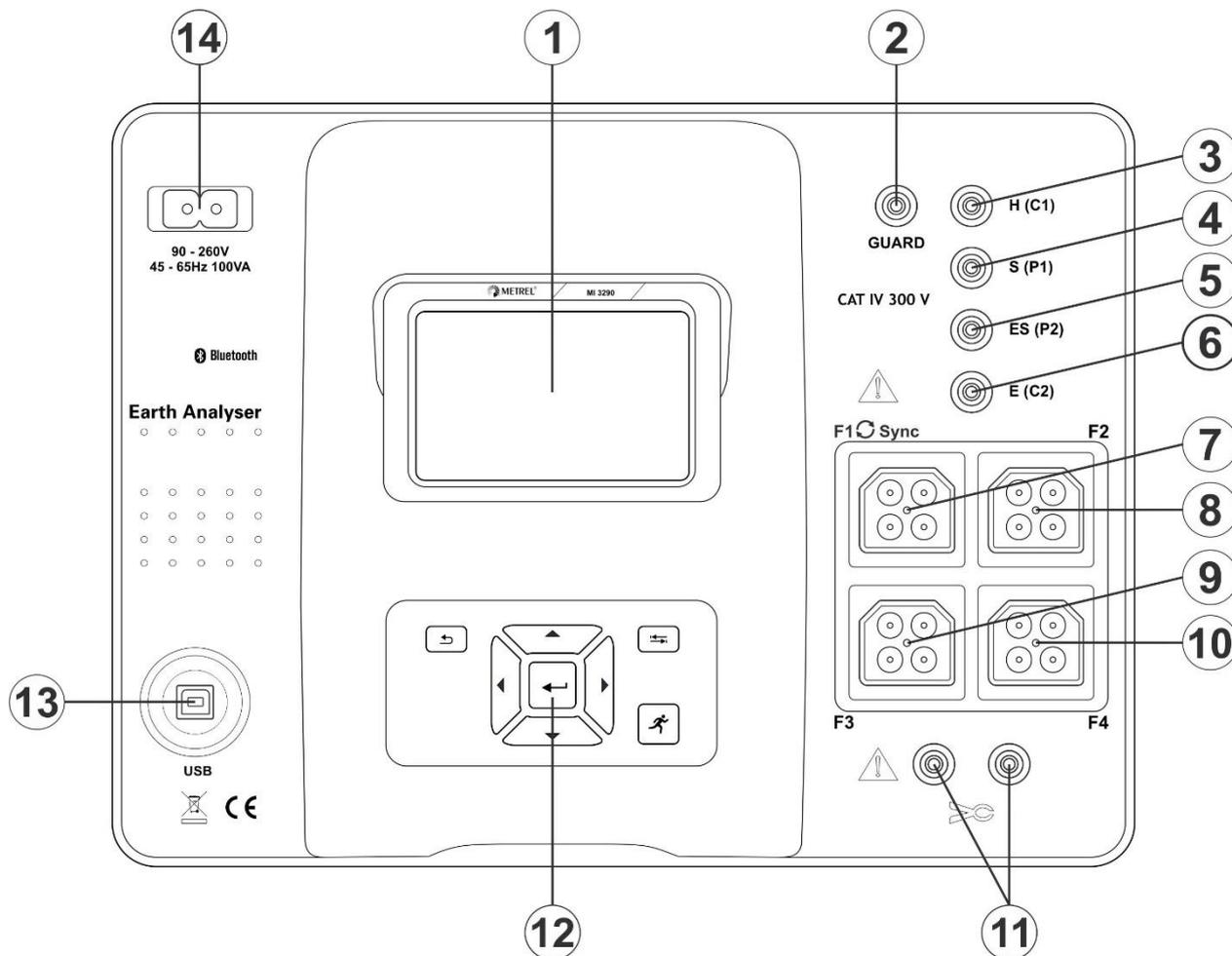


Abbildung 4.1: Das Bedienfeld

1	Farbdisplay mit Touchscreen
2	SCHUTZ Geschützte Anschlussbuchsen
3	H (C1) Ausgangsbuchse für die Hilfserdelektrode
4	S (P1) Ausgangsbuchse für eine Prüfspitze
5	ES (P2) Ausgangsbuchse für die Prüfspitze, die der Erdelektrode am nächsten ist
6	E (C2) Ausgangsbuchse für die zu messende Erd- / Masselektrode
7	F1 (Sync) Anschlussbuchse für flexible Stromzange 1 (Synchronisationsanschluss)
8	F2 Anschlussbuchse für flexible Stromzange 2
9	F3 Anschlussbuchse für flexible Stromzange 3

10	F4	Anschlussbuchse für flexible Stromzange 4
11	STROMZA NGE	Anschlussbuchse für Stromzange
12		Tastatur (siehe Abschnitt 6.1 Allgemeine Bedeutung der Tasten)
13	USB	USB-Kommunikationsport (Standard-USB-Anschluss - Typ B)
14		Stromversorgungsbuchse (C7)

Warnhinweise!

- ❑ **Schließen Sie die Prüfanschlüsse (H, S, ES, E) nicht an externe Spannungen über 300 V DC oder AC (CAT IV Umgebung) an, damit das Prüfgerät nicht beschädigt wird.**
- ❑ **Schließen Sie keine Spannungsquelle an die Anschlussbuchse für STROMZANGEN an. Diese ist nur für den Anschluss der Stromzangen vorgesehen. Die maximale Eingangsspannung beträgt 3 V!**
- ❑ **Verwenden Sie nur Original-Prüfzubehör!**

5 Zubehör

Das Zubehör besteht aus Standard- und Sonderzubehör. Optionales Zubehör kann auf Anfrage geliefert werden. Sehen Sie in der beigefügten Liste für Standardkonfigurationen und Optionen nach oder kontaktieren Sie Ihren Händler oder finden Sie weiteres Zubehör auf der METREL-Homepage: <http://www.metrel.de>.

Der MI 3290 Erdungs Analyzer ist in mehreren Sets mit einer Kombination aus verschiedenem Zubehör und Messfunktionen erhältlich. Die Funktionalität eines bestehenden Sets kann durch die Bestellung von zusätzlichem Zubehör- und Lizenzen erweitert werden.

Folgende Messfunktionen sind zur Verfügung	Profil-Code	ARAB	ARAA	ARAC	ARAD
	Name	MI 3290 GF	MI 3290 GL	MI 3290 GP	MI 3290 GX
	Symbol				  
2, 3, 4 -polig		•	•	•	•
selektive (Metallklemme)			•		•
2 Stromzangen			•		•
HF - Erdungswiderstand (25 kHz);			•		•
selektive und passive(1 - 4 flexible Stromzangen);				•	•
Wenner - und Schlumberger - Verfahren		•	•	•	•
Impulsmessung			•		•
Ω - Meter (200 mA und 7 mA);		•			•
Impedanz - Meter		•			•
Potential und S & T Stromquelle		•			•
Erd-Leitungsprüfung Hochspannungsmast				•	•
Metallklemmen-Meter RMS			•		•
flexibles Stromzangen-Meter				•	•
RMS				•	•
Sichtprüfung;		•	•	•	•
Spannungs-Meter RMS					

5.1 STANDARDAUSFÜHRUNG:

- MI 3290 Erdungs Analyzer
- Prüf-Erdungsstab 42 cm, 2 Stück
- Prüf-Erdungsstab 90 cm, 2 Stück
- Prüflleitung, 2 m, 1 Stück (schwarz)
- Prüflleitung 5 m, 2 Stück (rot, blau)
- Prüflleitung 50 m auf Rolle, 3 Stück (grün, schwarz, blau)
- Geschirmte Prüflleitung auf Rolle 75m
- G-Klemme, 1 Stück
- Krokodilklemmen, 4 Stück (schwarz, rot, grün, blau)
- Prüfspitzen, 4 Stück (schwarz, rot, grün, blau)
- Prüflleitungsset (S 2009) 2m, 4 Stück (schwarz, rot, grün, blau)
- Netzkabel
- USB Kabel
- Tasche für Zubehör
- PC SW Metrel ES Manager
- Bedienungsanleitung
- Kalibrierzertifikat

5.2 Optionales Zubehör

Eine Liste des optionalen Zubehörs und der Lizenzen, dass auf Anfrage bei Ihrem Händler erhältlich ist, finden Sie auf einem beigefügten Blatt.

6 Bedienung des Messgeräts

Die Bedienung des Erdungs Analyzers kann über eine Tastatur oder den Touchscreen erfolgen.

6.1 Allgemeine Bedeutung der Tasten



Die Cursortasten werden verwendet um:

- geeignete Option auszuwählen;
- ausgewählte Parameter zu verringern, erhöhen.



Die Enter- Taste wird verwendet für:

- Bestätigen der ausgewählten Option.

Die Escape-Taste wird verwendet für:

- Rückkehr zum vorherigen Menü ohne Änderungen vorzunehmen
- Abbruch der Messung.

Zweite Funktion:

- schaltet das Gerät ein oder aus (Taste auf dem Bestätigungsbildschirm für 2 Sek. gedrückt halten);



- Messgerät vollständig ausschalten (die Taste länger als 10 Sek. gedrückt halten).

Das Gerät schaltet sich automatisch 10 Minuten nach dem letzten Tastendruck aus.



Die TAB Taste wird verwendet für:

- Erweitern der Spalten in der Systemsteuerung



Die Start /Stopp (Run)-Taste wird verwendet für:

- Start und Stopp der Messungen.

6.2 Allgemeine Bedeutung der Touch-Gesten



Tippen (kurz mit der Fingerspitze auf den Touchscreen) wird verwendet, um:

- geeignete Option auszuwählen;
- Bestätigen der ausgewählten Option
- Start und Stopp der Messungen.



Streichen / Wischen (Berühren, Bewegen) hoch /runter:

- im Inhalt auf der gleichen Ebene blättern
- Zwischen den Ansichten auf der gleichen Ebene navigieren



lang

Langes Gedrückhalten (mit der Fingerspitze min. 1 Sek. auf den Touchscreen tippen)

- Auswahl zusätzlicher Tasten (virtuelle Tastatur)
- Prüfung oder Messung mit Steuerkreuz auswählen.



Escape Symbol antippen:

- Rückkehr zum vorherigen Menü ohne Änderungen vorzunehmen
- Abbruch der Messungen

6.3 Virtuelle Tastatur



Abbildung 6.1: Virtuelle Tastatur

	Umschaltung zwischen Groß- und Kleinschreibung Nur aktiv, wenn Buchstaben Tastaturlayout ausgewählt ist.
	Rück-Taste Löscht letztes Zeichen oder alle ausgewählten Zeichen. (Falls 2 Sek. lang gedrückt, werden alle Zeichen ausgewählt).
	Enter bestätigt den neuen Text.
	Aktiviert numerische / Symbol - Tastaturlayout
	Aktiviert Buchstaben - Tastaturlayout
	Englisches Tastaturlayout
	Griechisches Tastaturlayout
	Russisches Tastaturlayout
	Zurück zum vorherigen Menü ohne Änderungen vorzunehmen.

6.4 Anzeige und Signaltöne

6.4.1 Batterie- und Zeitanzeige

Die Batterieanzeige zeigt den Ladezustand der Batterie und den Anschluss des externen Ladegeräts an.



Batteriekapazitätsanzeige



Geringer Ladestand. Aufladen der Batteriezellen.



Batterie ist voll aufgeladen



Batteriefehleranzeige.



Ladeprozess läuft (wenn der Netzteiladapter angeschlossen ist).

08:26

Zeitanzeige (hh:mm)

6.4.2 Meldungen

Im Meldungsfenster werden Warnungen und Meldungen angezeigt.



Die Bedingungen an den Anschlussbuchsen erlauben den Start der Messung; Beachten Sie die angezeigten Warnungen und Meldungen.



Die Bedingungen an den Anschlussbuchsen erlauben den Start der Messung nicht; Beachten Sie die angezeigten Warnungen und Meldungen



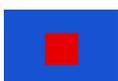
Startet den ausgewählten Schritt der Messung (Potential)



Weiter zum nächsten Schritt.



Wiederholung der Messung.
Angezeigte Ergebnisse einer Einzelprüfung werden nicht gespeichert.



Stoppt die Messung.



Ergebnisse können gespeichert werden.



Öffnet das Menü zum Bearbeiten der Parameter und Grenzwerte.



Vorherige Bildschirmansicht.



Nächste Bildschirmansicht.



Vorheriges Bildschirm – Ergebnis oder Erhöhung des Parameters.



Nächstes Bildschirm – Ergebnis oder Verringerung des Parameters.



Diagramm bearbeiten (Vergrößern oder Verkleinern und Cursor bewegen).



Öffnet den Hilfe-Bildschirm.



Anzeige der Messergebnisse.



Startet die Kompensation der Prüflleitung in der Ω - Meter (200 mA und 7 mA) Messung.

Startet das Ausgleichsverfahren der selektiven (flexiblen Stromzange 1-4) Messung



Erweitert das Bedienfeld und öffnet weitere Optionen.



Warnung! An den Prüfanschlüssen liegt Hochspannung an. Die Messungen werden nicht gestartet. *Grenzwert [> 50 Vrms H-E, S-E, ES-E, H-Schirmungsanschluss, S-Schirmungsanschluss, ES-Schirmungsanschluss].*



Der Messbereich des Gerätes wird überschritten. Die Messungen werden nicht gestartet oder angezeigt.



Während der Messung wurde hohes Störrauschen festgestellt. Messergebnisse sind möglicherweise beeinträchtigt. *Grenzwert [Rauschfrequenz ist nahe (\pm 6%) bei der Prüffrequenz].*



Messung läuft, beachten Sie die angezeigten Warnungen.

Hohe Erdimpedanz der Prüfspitzen.
 Siehe Kapitel 9 Spannung [V]

6.4.3 Volt-Meter RMS

Messprinzip: Spannung (RMS) / Frequenzmessung



Spannung RMS	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* Siehe I
Uh, Us, Ues	0,00 V ... 9,99 V	10 mV	$\pm(1\% \text{ des Ablesens} + 3 \text{ z})$
	10,00 V ... 55,00 V	100 mV	

Frequenz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
f	40 Hz ... 999 Hz	1 Hz	$\pm(0,2\% \text{ des Ablesens} + 1)$

	1,00 kHz ... 4,50 kHz	10 Hz	
--	-----------------------	-------	--

Testverfahren..... kontinuierlich
 Eingangswiderstand (H - E) 1,2 MΩ
 Eingangswiderstand (S- E) 1,2 MΩ
 Eingangswiderstand (ES - E) 1,2 MΩ
 Messwiederholrate typical 1 s
 Automatische Bereichsauswahl yes

** Hinweis:*

- ❑ Schließen Sie die Prüfklemmen (H, S, ES, E) nicht an eine externe Spannung von mehr als 300 V DC oder AC an.

(CAT IV-Umgebung), um Schäden an den Prüfmitteln zu vermeiden!

	Der Messbereich des Gerätes wird überschritten. Die Messung konnte nicht gestartet oder angezeigt werden!
---	--

15.9 Einfluss der Hilfselektroden.

Hohe Impedanz der Stromprüfspitze Rc.

Siehe Kapitel 9 Spannung [V]

6.4.4 Volt-Meter RMS

Messprinzip: Spannung (RMS) / Frequenzmessung



Spannung RMS	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* Siehe I
Uh, Us, Ues	0,00 V ... 9,99 V	10 mV	±(1 % des Ablesens + 3 z
	10,00 V ... 55,00 V	100 mV	

Frequenz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
f	40 Hz ... 999 Hz	1 Hz	±(0,2 % des Ablesens + 1
	1,00 kHz ... 4,50 kHz	10 Hz	

Testverfahren..... kontinuierlich
 Eingangswiderstand (H - E) 1,2 MΩ
 Eingangswiderstand (S- E) 1,2 MΩ
 Eingangswiderstand (ES - E) 1,2 MΩ
 Messwiederholrate typical 1 s
 Automatische Bereichsauswahl yes

** Hinweis:*

- Schließen Sie die Prüfklemmen (H, S, ES, E) nicht an eine externe Spannung von mehr als 300 V DC oder AC an.

(CAT IV-Umgebung), um Schäden an den Prüfmitteln zu vermeiden!

	Der Messbereich des Gerätes wird überschritten. Die Messung konnte nicht gestartet oder angezeigt werden!
---	--

15.9 Einfluss der Hilfselektroden.

Hohe Impedanz der Stromprüfspitze Rp.
 Siehe Kapitel **15.8 Spannung [V]**

6.4.5 Volt-Meter RMS

Messprinzip: Spannung (RMS) / Frequenzmessung



Spannung RMS	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* Siehe I
Uh, Us, Ues	0,00 V ... 9,99 V	10 mV	±(1 % des Ablesens + 3 z
	10,00 V ... 55,00 V	100 mV	

Frequenz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
f	40 Hz ... 999 Hz	1 Hz	±(0,2 % des Ablesens + 1
	1,00 kHz ... 4,50 kHz	10 Hz	

Testverfahren..... kontinuierlich
 Eingangswiderstand (H - E) 1,2 MΩ

Eingangswiderstand (S- E) 1,2 MΩ
 Eingangswiderstand (ES - E) 1,2 MΩ
 Messwiederholrate typical 1 s
 Automatische Bereichsauswahl yes

* Hinweis:

- ❑ Schließen Sie die Prüfklemmen (H, S, ES, E) nicht an eine externe Spannung von mehr als 300 V DC oder AC an.

(CAT IV-Umgebung), um Schäden an den Prüfmitteln zu vermeiden!



Der Messbereich des Gerätes wird überschritten.
 Die Messung konnte nicht gestartet oder angezeigt werden!

15.9 Einfluss der Hilfselektroden.



Die Prüfleitungswiderstände in der Ω - Meter (200 mA und 7 mA) Messung sind nicht kompensiert. *Grenzwert [Prüfleitungskompensation <math>< 5 \Omega</math>].*



Die Prüfleitungswiderstände in der Ω - Meter (200 mA und 7 mA) Messung sind kompensiert.



Niedriger Prüfstrom durch Metallklemmen oder flexible Stromzangen. Messergebnisse sind *möglicherweise* beeinträchtigt.
Siehe Kapitel 10 15.10 Einfluss des niedrigen Prüfstroms durch die Stromzangen.



Negativer Strom durch flexible Stromzangen, die richtige Richtung der flexiblen Stromzangen [↑ ↓] prüfen.



H(C1), S(P1), ES(P2) oder E(C2) sind nicht am Messgerät angeschlossen oder ein zu hoher Widerstand wurde festgestellt. *Grenzwert [$I_{gen} > 100 \mu A$].*



F1 - flexible Stromzange 1 Anschlussbuchse (Synchronisationsanschluss) ist nicht an das Gerät angeschlossen. Verbinden Sie immer die flexible Stromzange zuerst mit der F1 - Buchse.

Grenzwert

Ermöglicht dem Benutzer den unteren Grenzwert für Widerstand, Strom und Spannung einzustellen. Der gemessene Widerstand, Strom oder Spannung wird mit dem Grenzwert verglichen. Es wird nur geprüft, ob er innerhalb des vorgegebenen Grenzwerts liegt. Die Grenzwertanzeige erscheint im Fenster für die Prüfparameter.

Meldungsfenster



Das Messergebnis liegt innerhalb der voreingestellten Grenzwerte (BESTANDEN).



Das Messergebnis liegt außerhalb der voreingestellten Grenzwerte (NICHT BESTANDEN).



Die Messung wurde abgebrochen. Beachten Sie angezeigte Warnungen und Meldungen.

Hinweis:

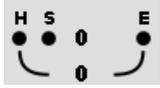
□ Die Anzeige **BESTANDEN / NICHT BESTANDEN** ist aktiviert, wenn der Grenzwert eingestellt ist.

6.4.6 Signalton

Zwei Signaltöne	BESTANDEN! Bedeutet, dass die Messergebnis innerhalb des erwarteten Grenzwerts liegt.
Ein langer Signaltöne	NICHT BESTANDEN! Bedeutet, dass die Messergebnis außerhalb des vorgegebenen Grenzwerts liegt.
Dauerhafter Signaltöne	Warnung! An den Prüfanschlüssen liegt Hochspannung an. Die Messungen werden nicht gestartet. Grenzwert [> 50 Vrms H-E, S-E, ES-E, H-Schirmungsanschluss, S-Schirmungsanschluss, ES-Schirmungsanschluss]. Messwert mit Ω - Messgerät (7 mA) Messung ist unterhalb des eingestellten Grenzwerts.

6.4.7 Monitor Anschlussspannung

Der Anschlussspannungs-Monitor zeigt die jeweiligen Spannungen der Testanschlüsse H – E und S – E an.



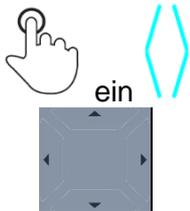
Testanschluss-Anzeige.

6.4.5 Hilfe Bildschirme



Öffnet den Hilfe-Bildschirm.

Zu allen Funktionen gibt es Hilfe-Menüs. Das Hilfe-Menü enthält schematische Schaltpläne zur Veranschaulichung, wie das Messgerät richtig an die verschiedenen Prüfobjekte angeschlossen wird. Nach der Auswahl der Messung, die Sie ausführen möchten, drücken Sie die Hilfe - Taste (HELP), um das zugehörige Hilfemenü anzuzeigen.

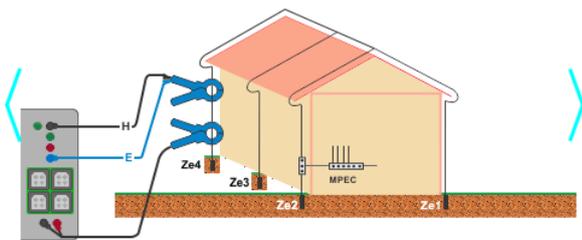


Wählt den nächsten / vorherigen Hilfe-Bildschirm.

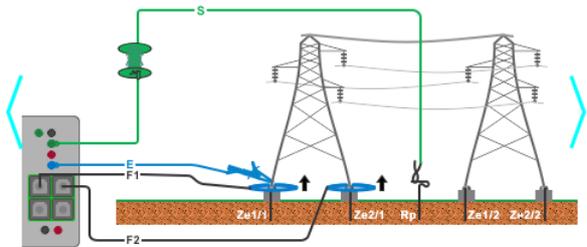


Zugriff auf die Hilfe-Menüs.

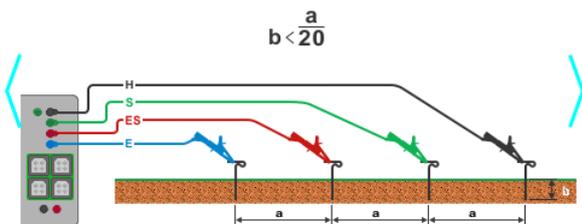
HELP 1/20: 2 Clamps 09:58



HELP 10/20: Passive Flex C. 09:58



HELP 15/20: Wenner Method 09:58



HELP 4/20: 4 - pole 09:58

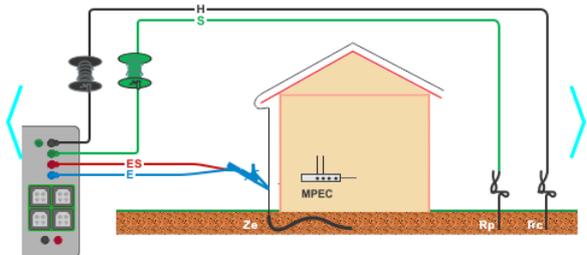


Abbildung 6.2: Beispiele für Hilfe-Bildschirme

7 Hauptmenü

7.1 Messgeräte Hauptmenü

Im Hauptmenü können verschiedene Hauptbedienmenüs ausgewählt werden.

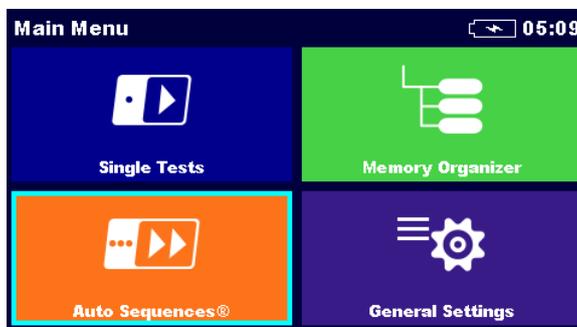


Abbildung 7.1: Hauptmenü

Auswahl im Hauptmenü



Einzelprüfungen

Menü für Einzelprüfungen, für weitere Informationen siehe Kapitel **11 Prüfungen und Messungen**.



Auto Sequences®

Menü für kundenspezifische Prüfungen, für weitere Informationen siehe Kapitel **12 Auto Sequences®**.



Memory Organizer

Menü für das Arbeiten und Verwalten der Prüfdaten, für weitere Informationen siehe Kapitel **9 Memory Organizer**.



Allgemeine Einstellungen

Menü für das Einrichten des Messgerätes, für weitere Informationen siehe Kapitel **8 Allgemeine Einstellungen**.

8 Allgemeine Einstellungen

In den allgemeinen Einstellungen können die allgemeinen Parameter und Einstellungen eingestellt oder angezeigt werden.

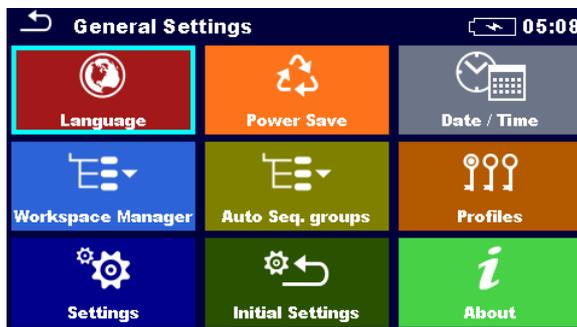


Abbildung 8.1: Menü allgemeine Einstellungen

Auswahl bei allgemeinen Einstellungen:



Sprache

Auswahl der Gerätesprache. Für weitere Informationen siehe Kapitel 8.1

Sprache.



Energiesparmodus

Helligkeit des LCD, Aktivieren / Deaktivieren der Bluetooth Kommunikation. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.2 Energiesparmodus**.



Datum / Uhrzeit

Datum und Uhrzeit des Geräts. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.3 Datum und Uhrzeit**.



Workspace Manager (Arbeitsbereichsverwaltung)

Verwalten der Projektdateien. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.9 Workspace Manager** (Arbeitsbereichsverwaltung).



Auto Sequence® Gruppen

Handhabung der Auto Sequences® Listen. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.8 Auto Sequence® Gruppen**.



Benutzerprofile

Benutzerprofileinstellungen. Siehe Kapitel *Error! Reference source not found*. **Benutzerprofile** für weitere Informationen.



Geräte Profil

Auswahl der verfügbaren Geräteprofile. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.4 Geräteprofile**.



Einstellungen

Einstellungen der verschiedenen System- / Messparameter. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.5 Einstellungen**.



Grundeinstellungen

Werkzeugeinstellungen. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.6 Grundeinstellungen**.



Messgeräte Information

Angaben zum Gerät. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.7 Messgeräte-Information**.

8.1 Sprache

In diesem Menü kann die Gerätesprache eingestellt werden.



Abbildung 8.2: Sprachenmenü

8.2 Energiesparmodus

In diesem Menü können verschiedene Optionen zur Verringerung des Stromverbrauchs eingestellt werden.



Abbildung 8.3: Energiesparmodusmenü

Helligkeit	Einstellung der LCD-Helligkeit.
Zeit LCD-aus	Einstellen des Zeitintervalls für den Stand-by Modus des LCD-Bildschirms. Das LCD-Display wird nach dem Drücken einer beliebigen Taste oder durch Berühren des LCD-Displays eingeschaltet.
Bluetooth	Immer ein: Bluetooth-Modul ist kommunikationsbereit. Spar-Modus: Das Bluetooth-Modul ist in den Ruhemodus versetzt und funktioniert nicht.

8.3 Datum und Uhrzeit

In diesem Menü kann das Datum und die Uhrzeit eingestellt werden.



Abbildung 8.4: Einstellung Datum und Uhrzeit

8.4 Geräteprofile

In diesem Menü kann ein Geräteprofil aus den verfügbaren Profilen ausgewählt werden.

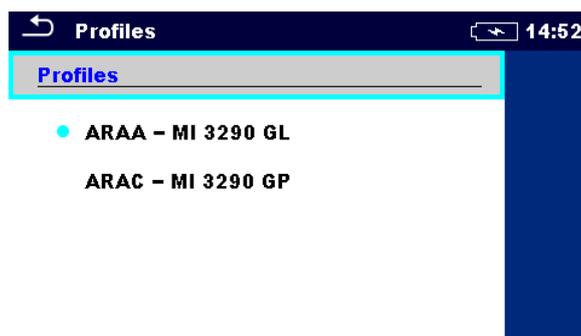


Abbildung 8.5: Menü Geräteprofile

Das Messgerät verwendet unterschiedliche spezifische System- und Messeinstellungen in Bezug auf den Umfang der Tätigkeit oder dem Land, in welchem es verwendet wird. Diese spezifischen Einstellungen werden in Geräteprofilen gespeichert.

Standardmäßig ist in jedem Gerät mindestens ein Profil aktiviert. Um weitere Profile dem Messgerät hinzufügen zu können, ist der richtige Lizenzschlüssel erforderlich.

Wenn verschiedene Profile vorhanden sind, können sie in diesem Menü ausgewählt werden. Für weitere Informationen siehe Kapitel **Anhang B - Profil Auswahl Tabelle**.

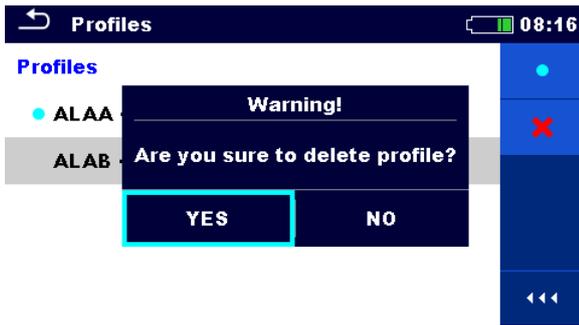
Auswahl



Lädt das ausgewählte Profil. Das Messgerät startet wieder automatisch mit einem neu geladenen Profil.



Löscht das ausgewählte Profil.



Vor dem Löschen des ausgewählten Profils wird zur Bestätigung aufgefordert.



Erweitert das Bedienfeld und öffnet weitere Optionen.

8.5 Einstellungen

In diesem Menü können verschiedene allgemeine Parameter eingestellt werden.

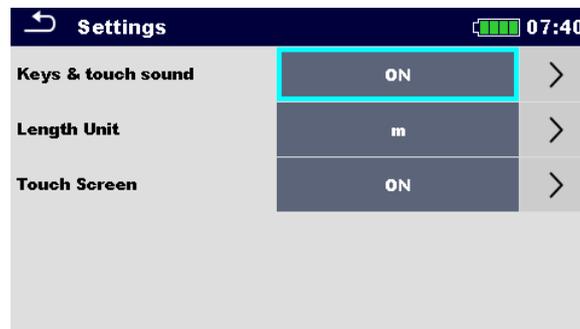


Abbildung 8.6: Einstellungsmenü

	Verfügbare Auswahl	Beschreibung
Tasten & Tastenton	[EIN / AUS]	Aktiviert / deaktiviert den Ton bei Verwendung der Tasten und beim Berühren des Bildschirms.
Längeneinheit	[m/ft]	Längeneinheit für den spezifischen Erdungswiderstand und die Potentialmessung
Touchscreen	[EIN / AUS]	Aktiviert / deaktiviert die Bedienung mit Touchscreen.

8.6 Grundeinstellungen

In diesem Menü können die Geräteeinstellungen, Messparameter und Grenzwerte auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt werden.

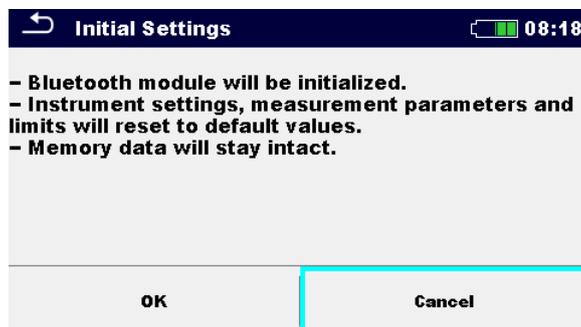


Abbildung 8.7: Grundeinstellungsmenü

Warnhinweis:

Folgende kundenspezifische Einstellungen gehen verloren, wenn das Gerät auf die Grundeinstellungen zurückgesetzt wird:

- Messgrenzwerte und Parameter
- Parameter und Einstellungen im Menü „Allgemeine Einstellungen“.
- Die Anwendung der Grundeinstellungen führt zum Neustart des Messgeräts.

Hinweise:

Folgende kundenspezifischen Einstellungen bleiben:

- Profileinstellungen
- Daten im Speicher

8.7 Messgeräte-Information

In diesem Menü können die Gerätedaten (Benennung, Seriennummer, Version und Kalibrierdatum) angezeigt werden.

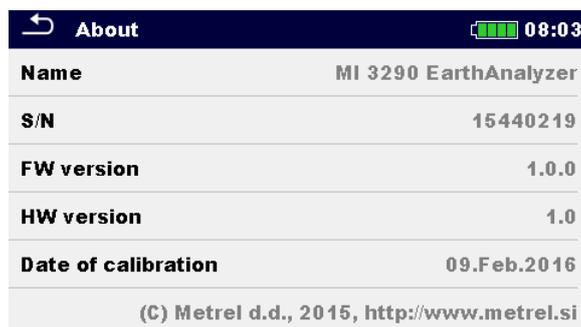


Abbildung 8.8: Bildschirm mit den Geräteinformationen

8.8 Auto Sequence® Gruppen

Die Auto Sequences® im Erdungs Analyzer kann in Listen von Auto Sequences® organisiert werden. In einer Liste ist eine Gruppe ähnlicher Auto Sequences® gespeichert. Das Auto Sequence® Gruppenmenü ist für die Verwaltung der verschiedenen Listen der Auto Sequence®, die auf der microSD-Karte gespeichert sind, vorgesehen.

8.8.1 Menü Auto Sequence® Gruppen

Im Menü „Auto Sequence® Gruppen“ werden die Listen der Auto Sequence® angezeigt. Im Messgerät kann immer nur ein Projekt zur selben Zeit geöffnet werden. Die ausgewählte Liste im Menü „Auto Sequence® Gruppen“ wird im Auto Sequence®-Hauptmenü geöffnet.

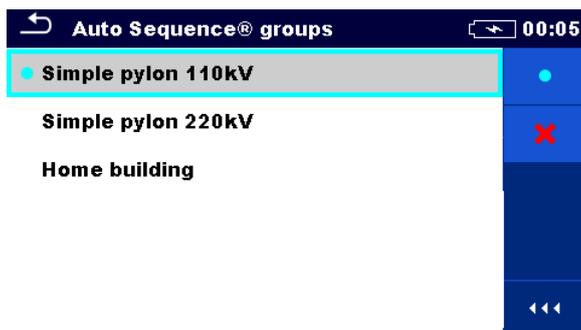


Abbildung 8.9: Menü Auto Sequence® Gruppen

8.8.2 Arbeiten mit dem Menü Auto Sequence® Gruppen

Auswahl



Öffnet die ausgewählte Liste der Auto Sequences®. Die zuvor ausgewählte Auto Sequences® Liste wird automatisch geschlossen.
Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.8.3 Auswahl einer Auto Sequences® Liste**.

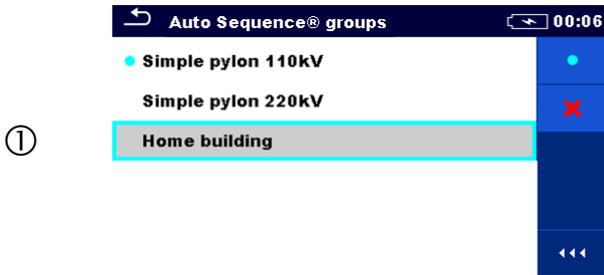


Löscht die ausgewählte Auto Sequence® Liste.
Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.8.4 Löschen einer Auto Sequences® Liste**.



Öffnet Optionen im Bedienfeld/ erweitert Spalten.

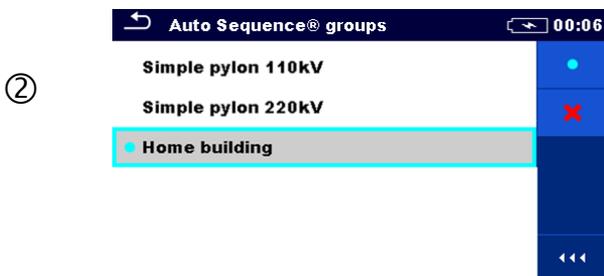
8.8.3 Auswahl einer Auto Sequences® Liste Vorgehensweise



Eine Auto Sequences® Liste kann im Menü „Auto Sequence® Gruppen“ ausgewählt werden.



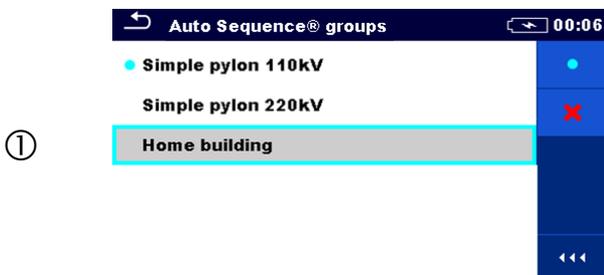
Option für die Auswahl einer Liste



Die ausgewählte Auto Sequences® Liste ist mit einem blauen Punkt markiert.

Hinweis:
Die zuvor ausgewählte Auto Sequences® Liste wird automatisch geschlossen.

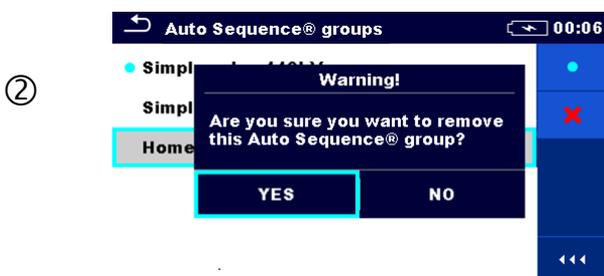
8.8.4 Löschen einer Auto Sequences® Liste Vorgehensweise



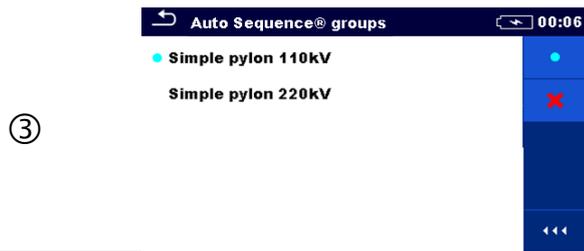
Auswahl der Auto Sequences® Liste im Menü Auto Sequence® Gruppen die gelöscht werden soll.



Option eine Liste zu löschen



Vor dem Löschen der ausgewählten Auto Sequences® Liste wird der Benutzer zur Bestätigung aufgefordert.



Die Auto Sequences® Liste ist gelöscht.

8.9 Workspace Manager (Arbeitsbereichsverwaltung)

Mit dem Workspace Manager werden die verschiedenen Workspaces und Exporte, die im internen Datenspeicher gespeichert sind, verwaltet.

8.9.1 Workspaces (Arbeitsbereiche) und Exports

Das Arbeiten mit dem MI 3290 kann mit Hilfe der Workspaces und Exporte organisiert und strukturiert werden. Die Workspaces und Exporte enthalten alle relevanten Daten (Messwerte, Parameter, Grenzwerte, Strukturobjekte) der einzelnen Tätigkeit.

Workspaces werden im internen Datenspeicher im Verzeichnis WORKSPACES gespeichert, während Exporte im Verzeichnis EXPORTS gespeichert werden. Export-Dateien können von Metrel-Anwendungen, die auf anderen Geräten laufen, gelesen werden. Exporte sind geeignet für die Erstellung von Backups wichtiger Arbeiten. Um auf dem Messgerät bearbeitet zu werden, muss zuerst ein Export aus der Liste der Exporte importiert und in einen Workspace umgewandelt werden. Um als Export-Datei gespeichert zu werden, muss sie zuerst aus der Liste der Workspaces exportiert und in einen Export umgewandelt werden.

8.9.2 Hauptmenü Workspace Manager (Arbeitsbereichsverwaltung)

Im Workspace Manager werden Workspaces und Exporte in zwei getrennten Listen angezeigt.

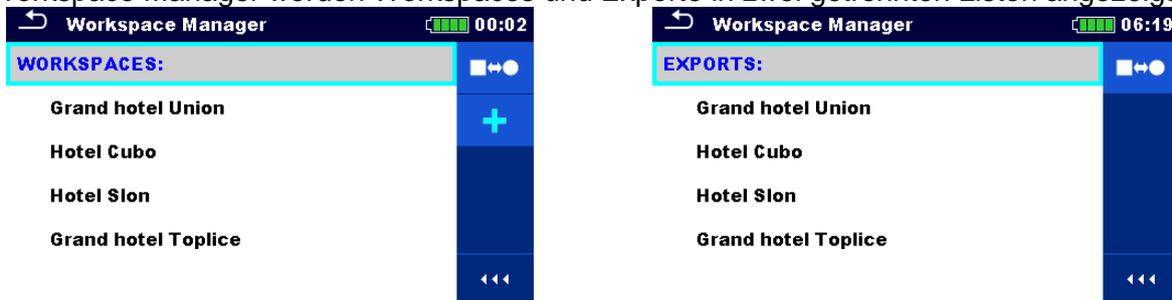


Abbildung 8.10: Menü Workspace Manager

Auswahl

WORKSPACES:

Liste Workspaces



Zeigt eine Liste der Exporte.



Fügt einen neuen Workspace (Arbeitsbereich) hinzu. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.9.5 Einen neuen Workspace (Arbeitsbereich) hinzufügen..**

EXPORTS:

Liste der Exporte



Zeigt eine Liste der Workspaces.

8.9.3 Arbeiten mit Workspaces

Im Messgerät kann immer nur ein Workspace zur selben Zeit geöffnet sein. Der im Workspace Manager ausgewählte Workspace wird im Memory Organizer geöffnet.

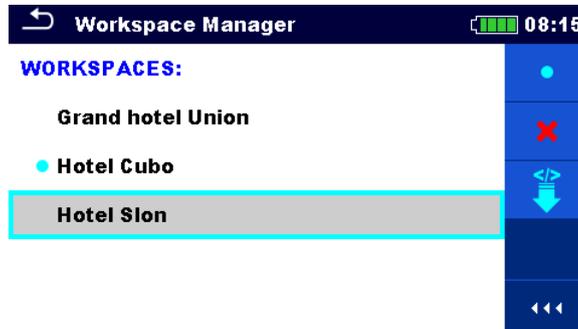


Abbildung 8.11: Menü Workspace (Arbeitsbereich)

Auswahl



Markiert den geöffneten Workspace (Arbeitsbereich) im Memory Organizer. Öffnet den ausgewählten Workspace im Memory Organizer. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.9.6 Einen Workspace (Arbeitsbereich) öffnen**.



Löscht den ausgewählten Workspace. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.9.7 Einen Workspace (Arbeitsbereich) / Export löschen**.



Fügt einen neuen Workspace (Arbeitsbereich) hinzu. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.9.5 Einen neuen Workspace (Arbeitsbereich) hinzufügen**.



Exportiert einen Workspace (Arbeitsbereich) zu einem Export. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.9.9 Einen Workspace (Arbeitsbereich) exportieren**.

8.9.4 Arbeiten mit Exports



Abbildung 8.12: Menü Workspace Manager Exporte

Auswahl



Löscht den ausgewählten Export. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.9.7 Einen Workspace (Arbeitsbereich) / Export löschen**.

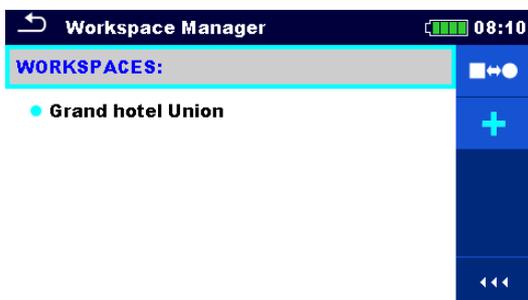


Importiert einen neuen Workspace von Export.
Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.9.8 Einen Workspace (Arbeitsbereich) importieren**.

8.9.5 Einen neuen Workspace (Arbeitsbereich) hinzufügen.

Vorgehensweise

①

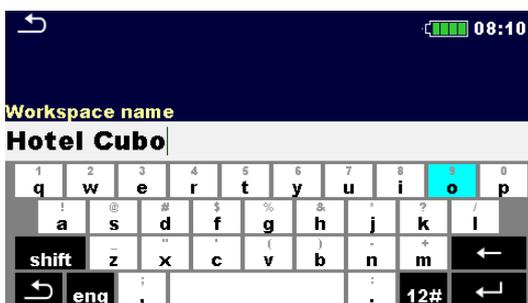


Neue Workspaces können aus dem Workspace Manager Bildschirm hinzugefügt werden.



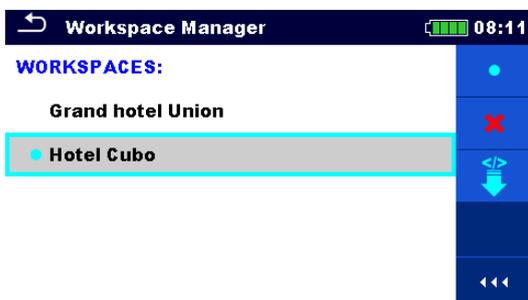
Neuen Workspace hinzufügen.

②



Nach der Auswahl des neuen Workspace wird eine Tastatur zur Eingabe des Namens des neuen Workspace angezeigt.

③



Nach Eingabe der Bestätigung wird der neue Workspace im Workspace Manager Hauptmenü hinzugefügt.

8.9.6 Einen Workspace (Arbeitsbereich) öffnen

Vorgehensweise



Der Workspace kann aus einer Liste im Workspace Manager-Bildschirm ausgewählt werden.



Öffnet einen Workspace im Workspace Manager.



Der geöffnete Workspace ist mit einem blauen Punkt markiert. Der zuvor im Memory Organizer geöffnete Workspace wird automatisch geschlossen.

8.9.7 Einen Workspace (Arbeitsbereich) / Export löschen

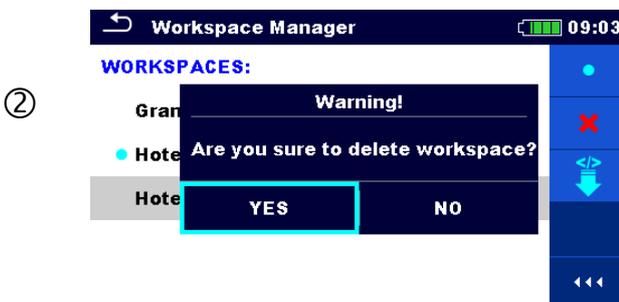
Vorgehensweise



Auswahl Workspace / Export, der aus der Liste der Workspaces / Exporte gelöscht werden soll. Geöffneter Workspace kann nicht gelöscht werden.



Workspace / Export löschen.



Vor dem Löschen des ausgewählten Workspace / Export wird der Benutzer zur Bestätigung aufgefordert.

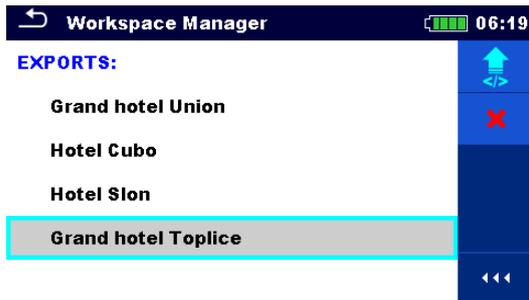
③



Workspace / Export ist aus der Liste Workspace / Export gelöscht.

8.9.8 Einen Workspace (Arbeitsbereich) importieren

①



Wählen Sie eine Export-Datei, die aus der Workspace Manager Export-Liste importiert werden soll.



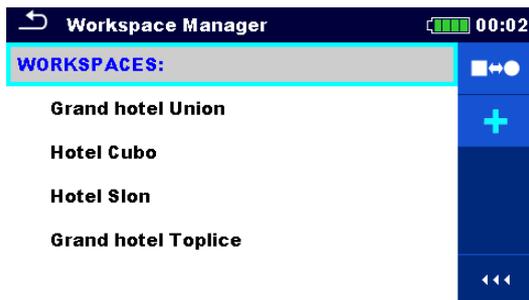
Import.

②



Vor dem Importieren der ausgewählten Datei wird der Benutzer zur Bestätigung aufgefordert.

③



Die importierte Export - Datei ist zu der Liste der Workspaces hinzugefügt.

Hinweis:

Falls bereits ein Workspace mit dem gleichen Namen in der Liste eingetragen ist, wird der Name des importierten Workspace wie folgt geändert: (Name_001, Name_002, Name_003, ...).

8.9.9 Einen Workspace (Arbeitsbereich) exportieren

①



Wählen Sie einen Workspace aus der Workspace-Manager-Liste, zu der eine Export-Datei exportiert werden soll.



Export.

②



Vor dem Exportieren des ausgewählten Workspace wird der Benutzer zur Bestätigung aufgefordert.

③



Der Workspace ist zur Export - Datei exportiert und ist zu der Liste der Exporte hinzugefügt.

Hinweis:

☐ Falls bereits eine Export - Datei mit dem gleichen Namen in der Liste eingetragen ist, wird der Name der exportierten Export - Datei wie folgt geändert: (Name_001, Name_002, Name_003, ...).



8.10 Benutzerprofile

Die Aufforderung zur Anmeldung kann verhindern, dass Unbefugte mit dem Gerät arbeiten. In diesem Menü können Benutzerkonten verwaltet werden:

- Einstellung, ob eine Anmeldung für die Arbeit mit dem Gerät erforderlich ist oder nicht.
- Hinzufügen und Löschen neuer Benutzer, Festlegen ihrer Benutzernamen und Passwörter.

Die Benutzerkonten können vom Administrator verwaltet werden.

Werkseitig eingestelltes Administrator-Passwort: ADMIN

Es wird empfohlen, das werkseitig eingestellte Administratorkennwort nach der ersten Verwendung zu ändern. Wenn das benutzerdefinierte Passwort vergessen wird, kann das zweite Administratorpasswort verwendet werden. Dieses Passwort entsperrt immer den Account Manager und wird mit dem Gerät mitgeliefert.

Wenn ein Benutzerkonto eingerichtet ist und der Benutzer angemeldet ist, wird der Name des Benutzers für jede Messung im Speicher gespeichert.

Einzelne Benutzer können ihre Passwörter ändern.

8.10.1 Anmeldung

Wenn eine Anmeldung erforderlich ist, muss der Benutzer das Passwort eingeben, um mit dem Gerät arbeiten zu können.

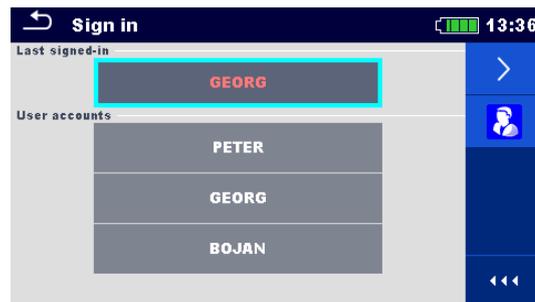


Abb. 8.13: Registrierungs Menü

Optionen

Benutzerregistrierung

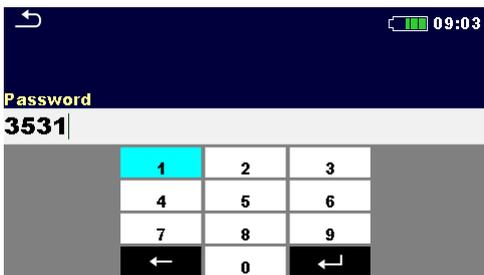


Zuerst sollte der Nutzer ausgewählt werden.

Der letzte Nutzer wird als erstes angezeigt.



Mit den ausgewählten Namen registrieren.



Password eingeben und bestätigen
Das Passwort besteht aus vier Ziffern..

Administratorregistrierung



Das Menü Account-Manager wird aufgerufen, indem Sie Account Manager im Menü Anmelden oder im Menü Benutzerprofil wählen.



Das Passwort des Account Managers muss zuerst eingegeben und bestätigt werden.

8.10.2 Änderung des Benutzerpassworts, Ausloggen



Abb. 8.14: Benutzerprofilmenü

Optionen



Loggt den Benutzer aus



Bestätigt den Änderungsvorgang des Passworts.



Der Benutzer kann das Passwort ändern. Das vorherige Passwort muss eingegeben werden bevor ein neues Passwort eingegeben wird.



Zugang zum Accountmanager Menü

8.10.3 Verwaltungsprofile

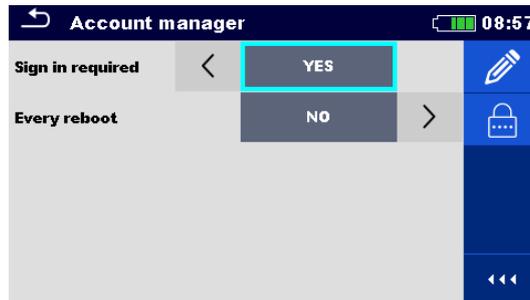


Abb. 8.15: Accountmanager Menü

Optionen



Das Menü Account-Manager wird aufgerufen, indem Sie Account Manager im Menü Anmelden oder im Menü Benutzerprofil wählen.



Das Passwort des Account Managers muss zuerst eingegeben und bestätigt werden.

Das standardmäßige Passwort lautet ADMIN.

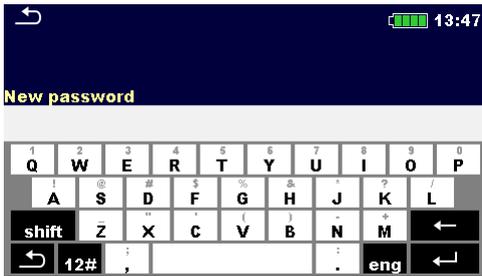


Feld zur Einstellung, ob eine Anmeldung erforderlich ist, um mit dem Gerät zu arbeiten.

Feld zur Einstellung, ob eine Unterschrift einmalig oder bei jedem Einschalten des Gerätes erforderlich ist.



Hiermit wird die Vorgehensweise zum Ändern des Passworts für den Account Manager (Administrator) eingeleitet.



Um das Passwort zu ändern, sollte das aktuelle und dann das neue Passwort eingegeben und bestätigt werden.



Menü für die Änderung des Benutzerprofils.

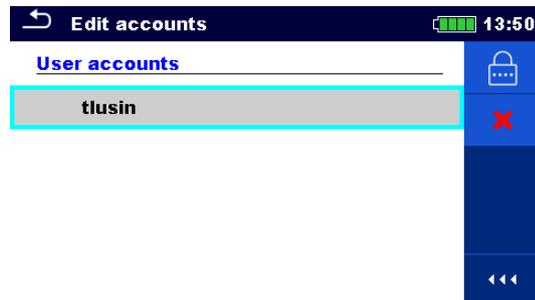
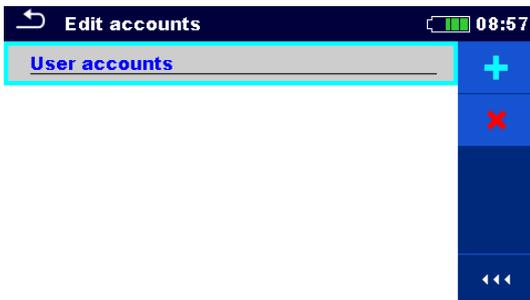
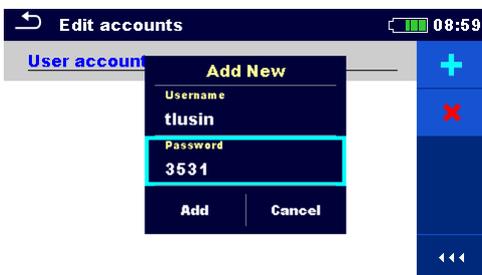


Abb. 8.13: Menü Profiländerung

Optionen



Öffnet das Fenster für da Hinzufügen eines neuen Benutzers.

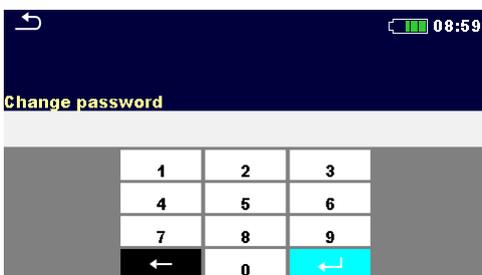


Im Fenster „Neu hinzufügen“ sind der Name und das Initialpasswort des neuen Benutzerkontos einzustellen.

Mit 'Hinzufügen' werden die neuen Benutzerdaten bestätigt.



Ändert das Passwort des ausgewählten Benutzerprofils.



Löscht alle Benutzerprofile.

Löscht alle ausgewählten Benutzerprofile.

9 Memory Organizer

Der Memory Organizer ist ein Tool zum Speichern und Arbeiten mit Testdaten.

9.1 Menü Memory Organizer

Der Erdungs Analyzer verfügt über eine mehrstufige Struktur. Die Hierarchie des Memory Organizers ist als Baumstruktur in **Abbildung 9.1** dargestellt. Die Daten werden nach Projekt, Objekt (Gebäude, Kraftwerk, Unterstation, Sendemast, ...) und dem zu prüfenden Gerät (Blitzableiter, Erdungsstab, Transformator, Netz, Zaun, ...) organisiert. Für weitere Informationen siehe Kapitel **Anhang A – Strukturobjekte**.

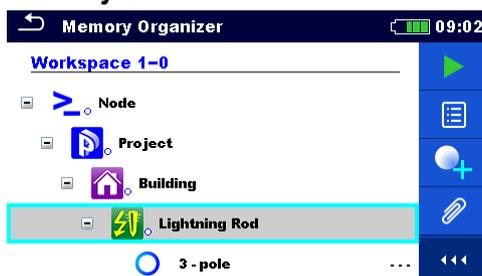


Abbildung 9.1: Baumstruktur und ihre Hierarchie

9.1.1 Messung und Bewertungen

Jede Messung hat:

- eine Bewertung (bestanden, nicht bestanden, keine Bewertung)
- einen Namen
- Ergebnisse
- Grenzwerte und Parameter

Eine Messung kann eine Einzelprüfung oder eine Auto Sequence® sein.

Für weiter Informationen siehe Kapitel **10 Einzelprüfungen** und **12 Auto Sequences®**.

Bewertung der Einzelprüfungen:

- Einzelprüfung bestanden, abgeschlossen mit Prüfergebnis
- Einzelprüfung nicht bestanden, abgeschlossen mit Prüfergebnis
- Einzelprüfung abgeschlossen mit Prüfergebnis ohne Status.
- leere Einzelprüfung ohne Prüfergebnis

Gesamtstatus der Auto Sequence® Prüfungen:

- oder  Mindestens eine Einzelprüfung in der Auto Sequence® bestanden und keine Einzelprüfung fehlgeschlagen
- oder  Mindestens eine Einzelprüfung in der Auto Sequence® nicht bestanden

<input checked="" type="radio"/> oder		Mindestens eine Einzelprüfung wurde in der Auto Sequence® durchgeführt, und es gab keine anderen bestandenen oder nicht bestandenen Einzeltests.
<input type="radio"/> oder		Leere Auto Sequence® mit leerer Einzelprüfung

9.1.2 Strukturelemente

Jedes Strukturelement hat:

- ein Symbol
- ein Name und
- Parameter

Optional:

- eine Angabe des Status der Messungen innerhalb der Struktur und ein Kommentar oder eine Datei beigefügt.



Abbildung 9.2: Strukturelement im Baum-Menü

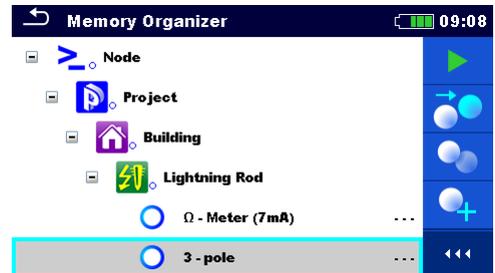
9.1.3 Statusanzeige der Messung unter dem Strukturelement

Der Gesamtstatus der Messungen unter jedem Strukturelement / Unterelement kann ohne Erweiterung des Baummenüs angezeigt werden. Diese Funktion eignet sich zur schnellen Auswertung des Teststatus und zur Orientierung für Messungen.

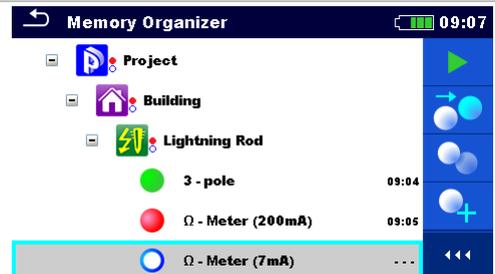
Auswahl



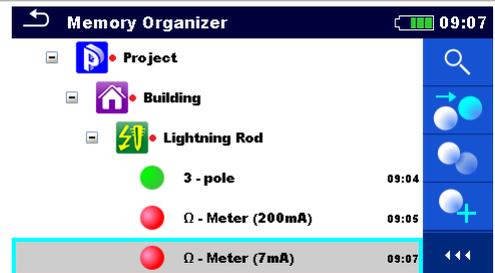
Es gibt keine Messergebnisse unter dem ausgewählten Strukturelement. Messungen sollten vorgenommen werden.



Ein oder mehrere Messergebnisse unter dem ausgewählten Strukturelement sind fehlgeschlagen. Nicht alle Messungen unter ausgewähltem Strukturelement wurden bisher gemacht.



Alle Messungen des ausgewählten Strukturelements sind abgeschlossen, aber eine oder mehrere Messungen sind fehlgeschlagen.



Hinweis:

□ Es gibt keine Zustandsanzeige, wenn alle Messergebnisse in jedem Strukturelement/Teilelement durchgeführt sind oder wenn es leere Strukturelemente/Teilelemente (ohne Messungen) gibt.

9.1.4 Arbeiten mit dem Baum - Menü

Im Memory Organizer können mit Hilfe der Systemsteuerung, auf der rechten Seite des Displays, verschiedene Aktionen ausgeführt werden. Die möglichen Aktionen sind abhängig vom ausgewählten Element.

9.1.4.1 Arbeiten mit Messwerten (abgeschlossene oder leere Messungen)



Abbildung 9.3: Eine Messung im Baum-Menü ist ausgewählt

Auswahl



Anzeige der Messergebnisse.
Das Messgerät wechselt in den Messwertspeicher-Bildschirm.



Startet eine neue Messung.
Das Messgerät wechselt in den Messwertspeicher-Bildschirm.



Klont die Messung.
Die ausgewählte Messung kann als leere Messung unter demselben Strukturelement kopiert werden. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.7 Eine Messung klonen**.



Eine Messung kopieren & einfügen
Die ausgewählte Messung kann kopiert und als leere Messung an beliebige Stellen im Strukturbaum eingefügt werden. Mehrfaches "Einfügen" ist möglich. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.11 Ausschneiden und Einfügen eines Strukturelements** mit Subelementen.



Fügt eine neue Messung hinzu.
Das Messgerät wechselt in das Menü Messungen hinzufügen. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.5 Eine neue Messung hinzufügen..**



Löscht eine Messung.
Die ausgewählte Messung kann gelöscht werden. Vor dem Löschen wird der Benutzer zur Bestätigung aufgefordert. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.13 Ein Strukturelement löschen**.

9.1.4.2 Arbeiten mit Strukturelementen

Zuerst muss eine Struktur ausgewählt werden.



Abbildung 9.4: Ein Strukturelement im Baum-Menü ist ausgewählt

Auswahl



Startet eine neue Messung.

Zuerst muss die Art der Messung (Einzelprüfung oder Auto Sequence®) ausgewählt werden. Nach der entsprechenden Auswahl wechselt der Bildschirm in die Anzeige für Einzelprüfung oder Auto Sequence®. Siehe Kapitel **10.1 Auswahl- Modus**.



Speichert die Messung (Messwerte).

Speichern der Messung im ausgewählten Strukturprojekt.



Anzeigen / Bearbeiten der Parameter und Anhänge.

Parameter und Anhänge des Strukturelements können angezeigt oder bearbeitet werden.

Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.3 Anzeigen / Bearbeiten der Parameter und Anhänge einer Struktur**.



Fügt eine neue Messung hinzu.

Das Messgerät wechselt in das Menü Messungen in die Struktur hinzufügen. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.5 Eine neue Messung hinzufügen..**



Fügt ein neues Strukturelement hinzu

Ein neues Strukturelement kann hinzugefügt werden. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.4 Ein neues Strukturelement hinzufügen**.



Kommentare.

Kommentar wird angezeigt.



Anhänge.

Name und Link des Anhangs werden angezeigt.



Klont ein Strukturobjekt.

Die ausgewählte Struktur kann im Strukturbaum auf dieselbe Ebene kopiert (geklont) werden. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.6 Ein Strukturelement klonen**.



Benennt ein Strukturelement um.

Ausgewähltes Strukturelement kann über die Tastatur umbenannt werden. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.14 Umbenennen eines Strukturelements**.



Kopieren und Einfügen einer Struktur

Die ausgewählte Struktur kann in jeden zugänglichen Ort des Strukturbaums kopiert und eingefügt werden. Mehrmaliges „Einfügen“ ist möglich. Siehe Kapitel **9.1.4.8 Kopieren und Einfügen eines Strukturelements** für weitere Informationen

Eine Struktur ausschneiden und einfügen.

Ausgewählte Struktur mit untergeordneten Elementen (Unterstrukturen und



Messungen) kann an jede beliebige Stelle im Strukturbaum verschoben werden. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.10 Ausschneiden & Einfügen eines Strukturelements mit Unterpositionen.**



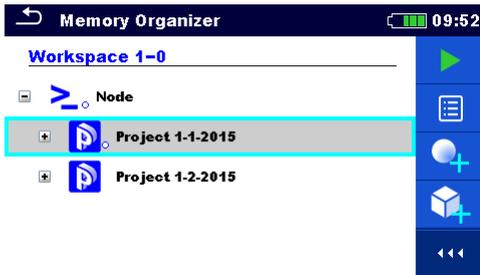
Löscht ein Strukturelement.
Das ausgewählte Strukturelement und Unterelemente können gelöscht werden. Vor dem Löschen wird der Benutzer zur Bestätigung aufgefordert. Für weitere Informationen siehe Kapitel *Error! Reference source not found. Error! Reference source not found.* .

9.1.4.3 Anzeigen / Bearbeiten der Parameter und Anhänge einer Struktur

Die Parameter und deren Inhalt werden in diesem Menü angezeigt. Um den ausgewählten Parameter zu bearbeiten tippen Sie darauf oder drücken Sie die Enter-Taste, um das Menü zum Bearbeiten der Parameter zu öffnen.

Vorgehensweise

①



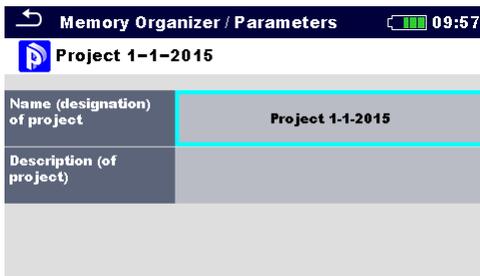
Wählen Sie das Strukturelement aus, das bearbeitet werden soll.

②



Wählen Sie die Parameter in der Menüsteuerung aus.

③



Beispiel für eine Baum Menü

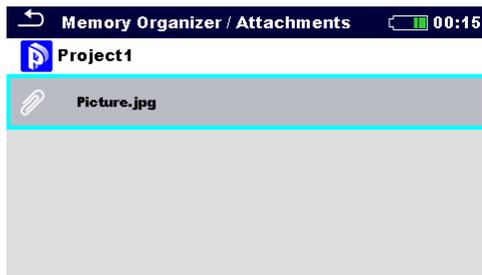
Im Bearbeitungs Menü der Parameter können die Parameterwerte von einer Auswahlliste ausgewählt oder mit der Tastatur eingegeben werden. Für weitere Informationen zur Tastaturbedienung siehe Kapitel **6 Bedienung des Messgeräts.**

②a



Wählen Sie die Anhänge in der Systemsteuerung aus.

③a



Anhänge.
Der Name für den Anhang kann angesehen werden. Der Umgang mit Anhängen wird im Messgerät nicht unterstützt.

②b



Wählen Sie die Parameter in der Menüsteuerung aus.

③b



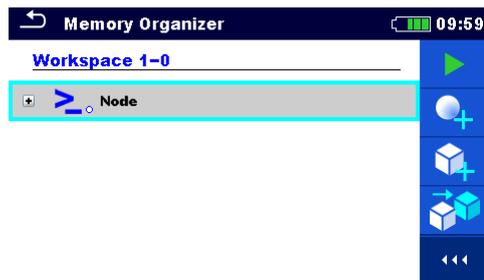
Kommentare.
Der ausführliche Kommentar (ungekürzt), der dem Strukturobjekt beigefügt ist, kann auf diesem Bildschirm angezeigt werden.

9.1.4.4 Ein neues Strukturelement hinzufügen

Dieses Menü ist vorgesehen, um ein neues Strukturelement im Baum-Menü hinzuzufügen. Ein neues Strukturelement kann ausgewählt und im Baum-Menü hinzugefügt werden.

Vorgehensweise

①



Standard-Ausgangsstruktur

②



Wählen Sie die Anhänge in der Systemsteuerung aus.

③



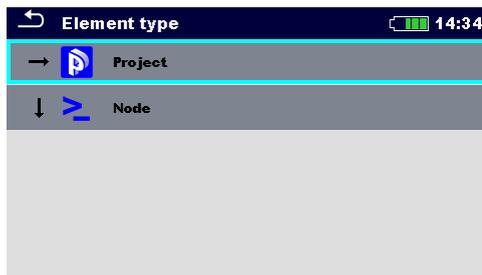
Menü für neues Strukturprojekt hinzufügen

④a



Tippen Sie auf ein Auswahlfenster für einen Strukturtyp.

④b



Eine Liste zugänglicher Strukturelemente wird angezeigt. Wählen Sie eines aus. Der Pfeil zeigt die Position an, in welche das Strukturelement eingefügt wird.

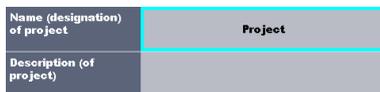


Unterobjekt zum aktuell ausgewählten Strukturelement



Strukturelement in der selben Ebene.

④c



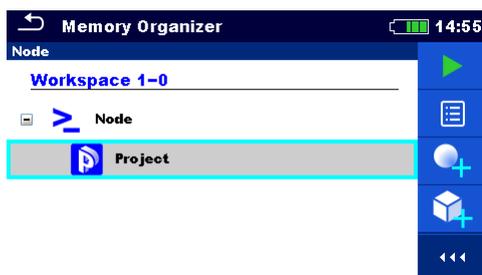
Im Menü zur Bearbeitung von Namen und Parametern kann der Wert des Parameters aus einer Dropdown-Liste ausgewählt oder über die Tastatur eingegeben werden. Weitere Informationen zur Bedienung der Tastatur finden Sie in Kapitel 6 Gerätebedienung.

⑤



Erstellt neues Strukturelement.

⑥



Neues Objekt wird hinzugefügt.

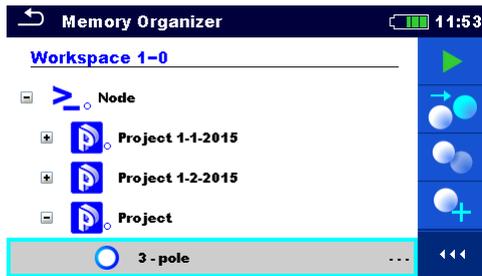
9.1.4.5 Eine neue Messung hinzufügen.

In diesem Menü können neue leere Messungen festgelegt und dann im Strukturbaum hinzugefügt werden. Die Art der Messung, die Messfunktion und ihre Parameter werden zuerst ausgewählt und dann unter dem ausgewählten Strukturelement hinzugefügt.

Vorgehensweise

①		<p>Wählen Sie die Ebene in der Struktur, in der Messung hinzugefügt werden soll.</p>
②		<p>Wählen Sie in der Menüsteuerung „Hinzufügen“ aus.</p>
③		<p>Fügt eine neue Messung im Menü hinzu.</p>
④ a		<p>Die Art der Prüfung kann aus diesem Bereich ausgewählt werden. Auswahl: Einzelprüfungen, Auto Sequence®. Zum Ändern tippen Sie auf das Feld, oder drücken Sie die Enter-Taste</p>
④ b		<p>Die zuletzt hinzugefügte Messung wird standardmäßig angezeigt. Für die Auswahl einer weiteren Messung tippen Sie auf das Feld oder drücken Sie die Enter-Taste, um das Menü zur Auswahl der Messungen zu öffnen.</p>
④ c		<p>Wählen Sie die Parameter aus und bearbeiten Sie sie wie oben beschrieben. Für weitere Informationen siehe Kapitel 10.1.2 Einstellung der Parameter und Grenzwerte für Einzelprüfungen.</p>
⑤		<p>Fügt die Messung im ausgewählten Strukturprojekt im Baum-Menü ein. Zurück zum Strukturbaum Menü ohne Änderungsvorzunehmen.</p>

⑥



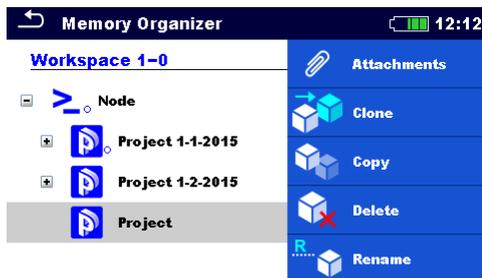
Speichern der Messung im ausgewählten Strukturprojekt.

9.1.4.6 Ein Strukturelement klonen

Das in diesem Menü ausgewählte Strukturelement kann auf derselben Ebene in der Baumstruktur kopiert (geklont) werden. Das geklonte Strukturelement hat denselben Namen wie das Original.

Vorgehensweise

①



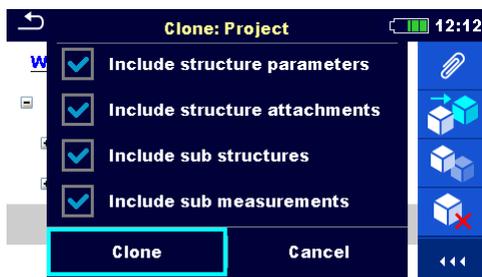
Wählen Sie das Strukturelement aus, dass geklont werden soll.

②



Wählen Sie „Klonen“ in der Systemsteuerung aus.

③



Das Menü „Struktur klonen“ wird angezeigt. Die Unterelemente des ausgewählten Strukturelements können für das Klonen markiert oder nicht markiert werden. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.9 Kopieren und Einfügen der Unterelemente eines ausgewählten Strukturelements**.

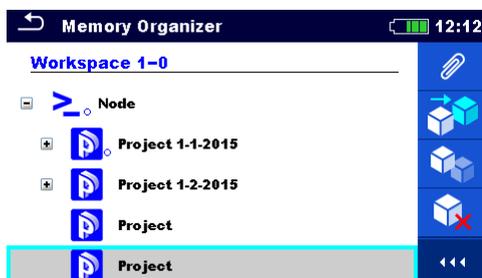
④



Das ausgewählte Strukturelement ist auf derselben Ebene in der Baumstruktur kopiert

Das Kopieren wird abgebrochen. Keine Änderungen im Strukturbaum.

⑤

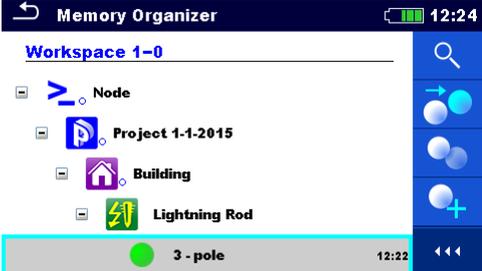


Das neue Strukturelement wird angezeigt.

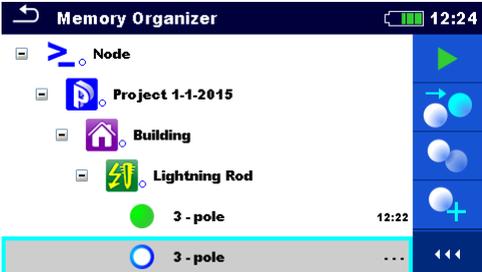
9.1.4.7 Eine Messung klonen

Durch die Verwendung dieser Funktion kann eine ausgewählte leere oder abgeschlossene Messung als leere Messung auf derselben Ebene im Strukturbaum kopiert werden.

Vorgehensweise

①  Wählen Sie die Messung aus, die geklont werden soll.

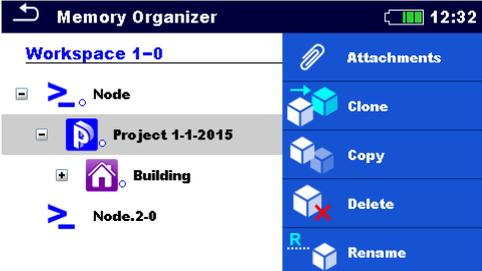
②  Wählen Sie „Klonen“ im Bedienfeld aus.

③  Die neue leere Messung wird angezeigt.

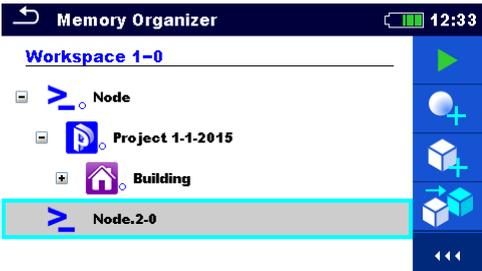
9.1.4.8 Ein Strukturelement Kopieren & Einfügen

Das in diesem Menü ausgewählte Strukturelement kann an jede erlaubte Stelle im Strukturbaum kopiert und eingefügt werden.

Vorgehensweise

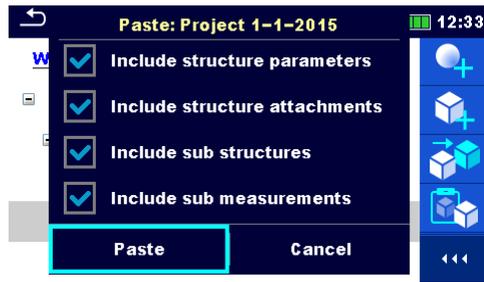
①  Wählen Sie das Strukturelement aus, dass kopiert werden soll.

②  Wählen Sie „Kopieren“ in der Systemsteuerung aus.

③  Wählen Sie die Stelle, an die das Strukturelement kopiert werden soll.

④  Wählen Sie im Bedienfeld „Einfügen“.

⑤



Das Menü „Strukturobjekt Einfügen“ wird angezeigt. Vor dem Kopieren kann eingestellt werden, welche Unterelemente des ausgewählten Strukturelements auch kopiert werden sollen. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.9 Kopieren und Einfügen der Unterelemente eines ausgewählten Strukturelements**.

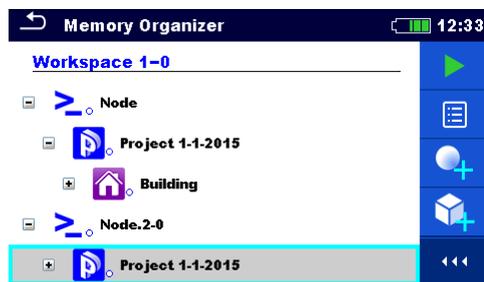
⑥



Das ausgewählte Strukturelement und weitere Unterelemente werden in die ausgewählte Position in der Baumstruktur kopiert (eingefügt).

Zurück zum Strukturbaum Menü ohne Änderungsvorzunehmen.

⑦



Das neue Strukturelement wird angezeigt.

Hinweis:

- Der Befehl „Einfügen“ kann ein oder mehrere Male ausgeführt werden.

9.1.4.9 Kopieren und Einfügen der Unterelemente eines ausgewählten Strukturelements

Wenn ein Strukturobjekt ausgewählt ist, um geklont oder kopiert und eingefügt zu werden, müssen die benötigten Unterelemente zusätzlich ausgewählt werden. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

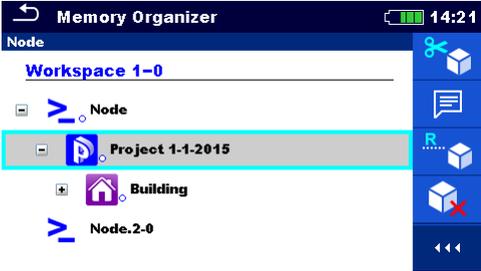
Auswahl

<input checked="" type="checkbox"/> Include structure parameters	Die Parameter des gewählten Strukturelements werden mitkopiert / eingefügt.
<input checked="" type="checkbox"/> Include structure attachments	Die Anhänge des gewählten Strukturelements werden mitkopiert / eingefügt.
<input checked="" type="checkbox"/> Include sub structures	Strukturelement in den Unterebenen des gewählten Strukturelements werden mitkopiert / eingefügt.
<input checked="" type="checkbox"/> Include sub measurements	Die Messungen in den gewählten Strukturelementen und Unterstrukturen werden mitkopiert / eingefügt.

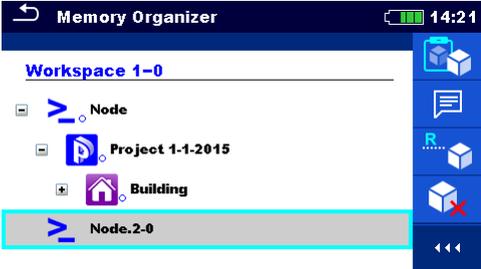
9.1.4.10 Ausschneiden und Einfügen eines Strukturelements mit Subelementen

In diesem Menü sind Strukturelemente mit Substrukturen ausgewählt (Substrukturen und Messungen). Sie können an jedem zugänglichen Ort des Strukturbaums ausgeschnitten und eingefügt (bewegt) werden.

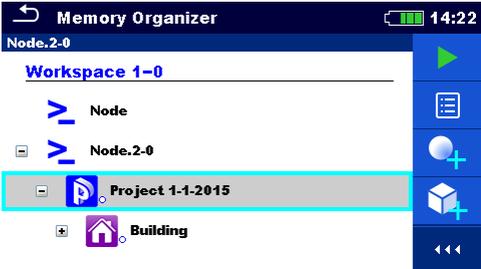
Vorgehensweise

①  Wählen Sie das Element aus, das bewegt werden soll.

②  Wählen Sie „Ausschneiden“ in der Menüsteuerung .

③  Wählen Sie einen neuen Ort aus, in welchen das Strukturelement (mit Subelementen und Messungen) bewegt werden soll.

④  Wählen Sie in der Menüsteuerung „Einfügen“.

⑤  □ Das Strukturelement (mit Substruktur und Messungen) ist zum ausgewählten neuen Ort hinzugefügt worden und vom vorherigen Ort im Strukturbaum gelöscht worden.

9.1.4.11 Kopieren und Einfügen einer Messung

In diesem Menü kann eine ausgewählte Messung kopiert und in jeden zugänglichen Ort im Strukturbaum eingefügt werden

Vorgehensweise

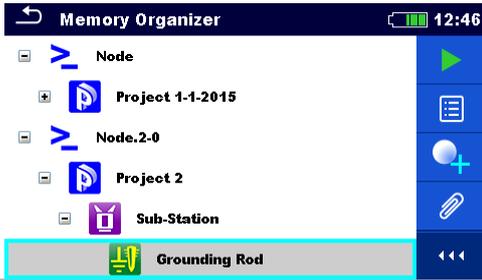
①  Wählen Sie die Messung, die kopiert werden soll.

②



Wählen Sie in der Menüsteuerung „Kopieren“.

③



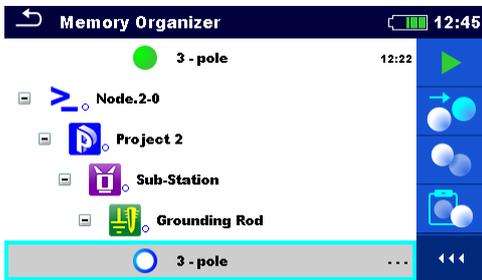
Wählen Sie den Ort, an welchem die Messung eingefügt werden soll.

④



Wählen Sie „Einfügen“ in der Menüsteuerung.

⑤



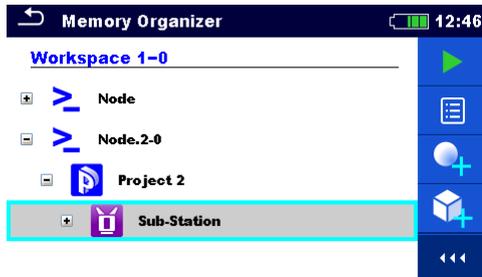
Eine neue (leere) Messung wird im ausgewählten Strukturelement angezeigt.
Hinweis:
Der Befehl Einfügen kann ein- oder mehrmals ausgeführt werden.

9.1.4.12 Ein Strukturelement löschen

In diesem Menü kann ein ausgewähltes Strukturelement gelöscht werden.

Vorgehensweise

①



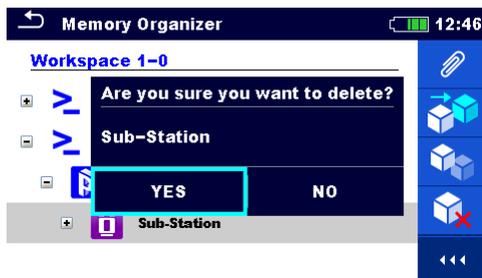
Wählen Sie das Strukturelement aus, die gelöscht werden soll.

②



Wählen Sie im Bedienfeld „Löschen“.

③



Ein Bestätigungsfenster wird angezeigt.

④

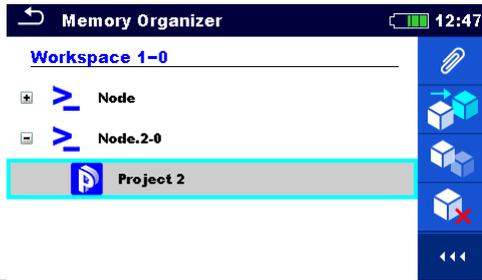


Das ausgewählte Strukturelement und seine Substruktur wird gelöscht.

NO

Zurück zum Strukturbaum - Menü ohne Änderungsvorzunehmen.

⑤



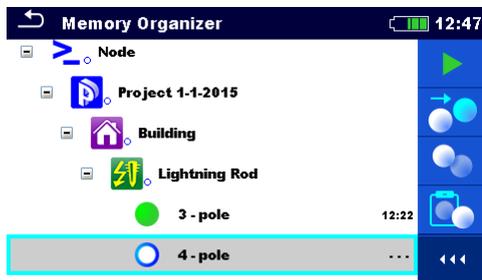
Struktur ohne gelöscht Strukturelement.

9.1.4.13 Eine Messung löschen.

In diesem Menü kann eine ausgewählte Messung gelöscht werden.

Vorgehensweise

①



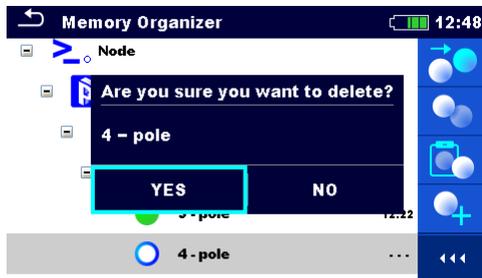
Wählen Sie die Messung aus, dass umbenannt werden soll.

②



Wählen Sie in der Menüsteuerung „Löschen“.

③



Bestätigungsfenster wird geöffnet.

④

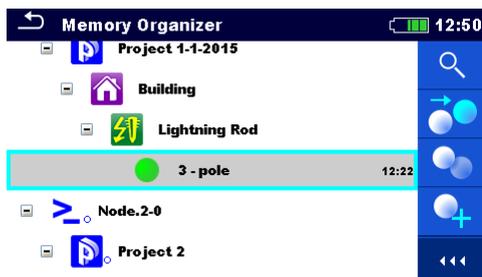
YES

Die ausgewählte Messung ist gelöscht.

NO

Zurück zum Baumenü ohne Änderungen.

⑤

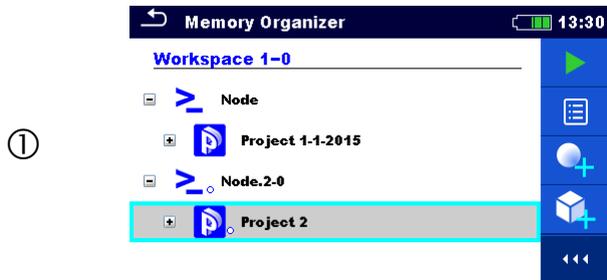


Struktur ohne gelöschte Messung.

9.1.4.14 Ein Strukturelement umbenennen

In diesem Menü können Sie ein Strukturelement umbenennen

Vorgehensweise



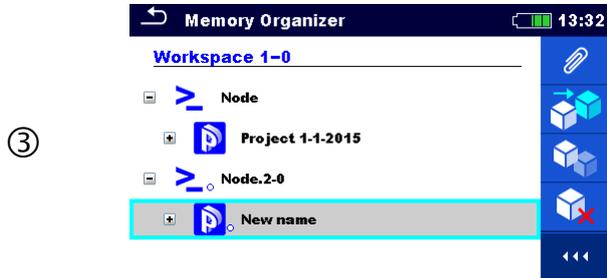
①

Wählen Sie das Strukturelement, dass umbenannt werden soll.

②



Wählen Sie Umbenennen in der Systemsteuerung. Die virtuelle Tastatur wird auf dem Bildschirm angezeigt. Neuen Text eingeben und bestätigen. Siehe Kapitel 6.3 Virtuelle Tastatur für die Bedienung der Tastatur.

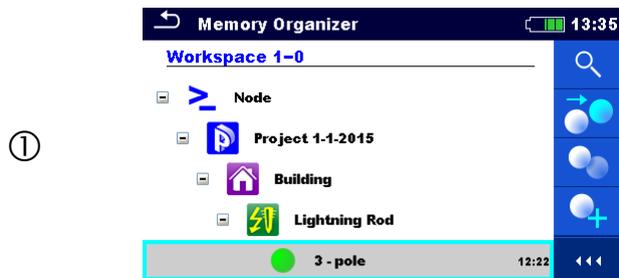


③

Strukturelement mit dem geänderten Namen.

9.1.4.15 Wiederrufen und Neuprüfung der ausgewählten Messung

Vorgehensweise



①

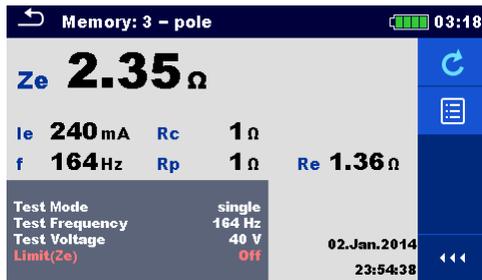
Wählen Sie die zu wiederrufende Messung..

②



Wählen "Wiederrufen" in der Menüsteuerung.

③



Die Messung wird abgerufen.

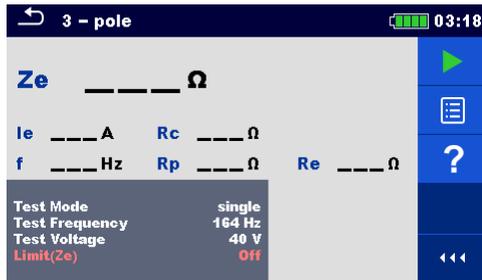
Parameter und Grenzwerte können eingesehen, aber nicht bearbeitet werden.

④



Wählen Sie “Neuprüfung” in der Menüsteuerung.

⑤



Der Startbildschirm für den Messwiederholtest wird angezeigt.

⑤ a



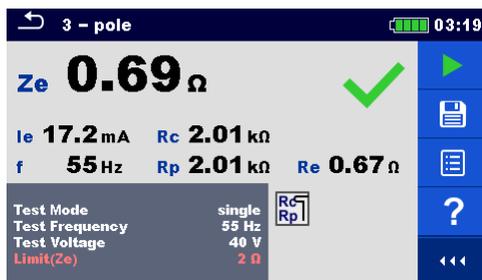
Parameter und Grenzwerte können angesehen and bearbeitet werden.

⑥



Wählen Sie “Start” in der Menüsteuerung, um die Messung neu zu starten.

⑦

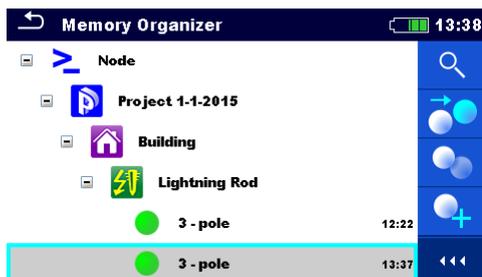


Ergebnisse / Teilergebnisse nach erneutem Ausführen der abgerufenen Messung.



Wählen Sie “Speichern” in der Menüsteuerung.

⑧



Wiederholte Messungen werden unter dem gleichen Strukturelement gespeichert wie das ursprüngliche.

Die aktualisierte Speicherstruktur mit der neu durchgeführten Messung wird angezeigt.

10 Einzelprüfungen

Die Einzelprüfungen können im Hauptmenü „Einzelprüfungen“ oder im Memory Organizer im Haupt- und in den Untermenüs ausgewählt werden.

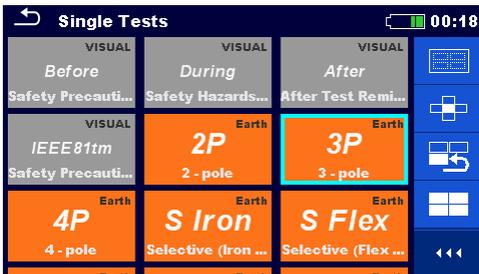
10.1 Auswahl- Modus

Im Hauptmenü Einzelprüfungen gibt es vier Modi zur Auswahl von Prüfungen.

Auswahl



Alle



Eine Einzelprüfung kann aus einer Liste aller Einzelprüfungen ausgewählt werden. Die Einzelprüfungen werden immer in der gleichen Reihenfolge (Standard) angezeigt.



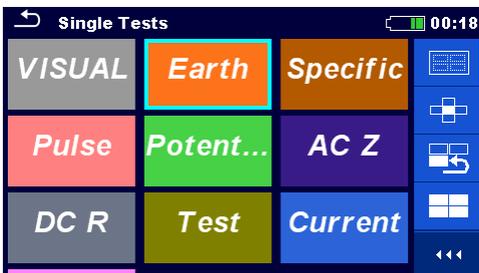
Zuletzt verwendet



Die letzten 9 durchgeführten, unterschiedlichen Einzelprüfungen werden angezeigt.



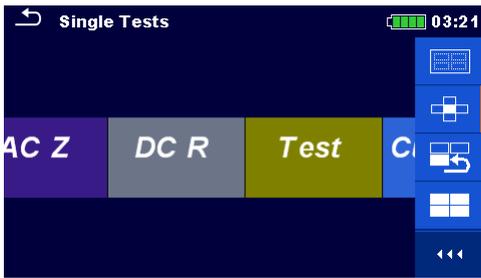
Gruppen



Die Einzelprüfungen sind in Gruppen gleichartiger Prüfungen eingeteilt.



Steuerkreuz



Dieser Auswahl-Modus ist der schnellste Weg, um mit der Tastatur zu arbeiten. Die Gruppen der Einzelprüfungen sind in einer Reihe angezeigt.



Für die ausgewählte Gruppe werden alle Einzelprüfungen angezeigt, sie sind mit den auf / ab Tasten auswählbar.

10.1.1 Einzelprüfungsbildschirmanzeigen

In den Einzelprüfungs-Bildschirmanzeigen werden Messergebnisse, Teilergebnisse, Grenzwerte und Parameter der Messung angezeigt. Neben der Online-Bewertung werden auch Warnungen und andere Informationen angezeigt.



Abbildung 10.1: Aufbau Einzelprüfungs-Bildschirm, beispielsweise von einer 4 – poligen Messung

Aufbau Einzelprüfungsbildschirm



Kopfzeile:

- Escape-Touchtaste
- Funktionsbezeichnung
- Batteriestatus
- Uhrzeit



Menüsteuerung (verfügbare Optionen)



Parameter (weiß) oder Grenzwert (rot).



Ergebnisfeld:

- Hauptergebnisse
- Untergebnisse
- BESTANDEN / NICHT-BESTANDEN

Anzeige

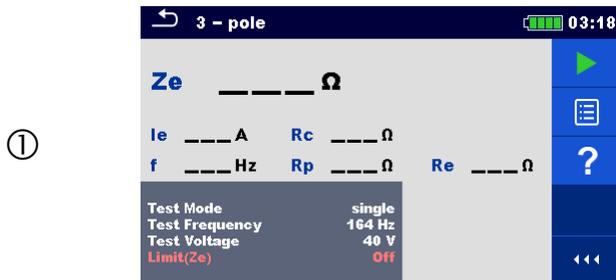
- Anzahl der Bildschirme



Feld für Warnsymbole und Meldungen

10.1.2 Einstellung der Parameter und Grenzwerte für Einzelprüfungen

Vorgehensweise



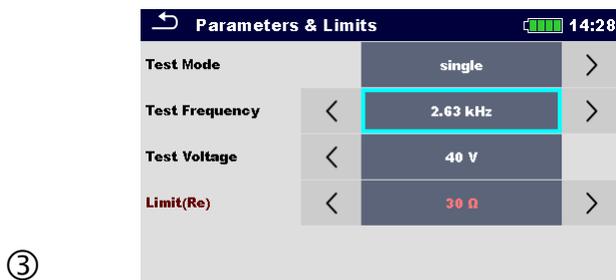
Wählen Sie die Prüfung oder Messung.

Die Prüfung kann eingegeben werden:

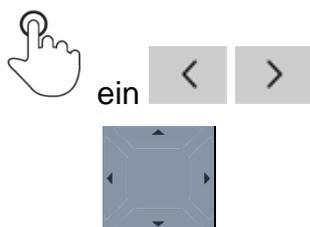
- in den Menü Einzelprüfungen
- im Menü Memory Organizer, wenn einmal eine leere Messung in der ausgewählten Struktur erstellt wurde.



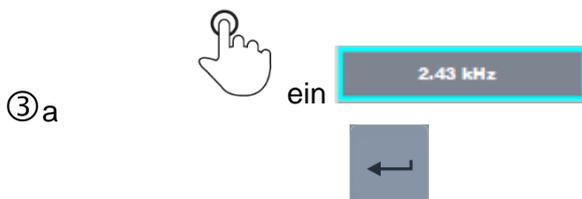
Wählen Sie die Parameter in der Menüsteuerung aus.



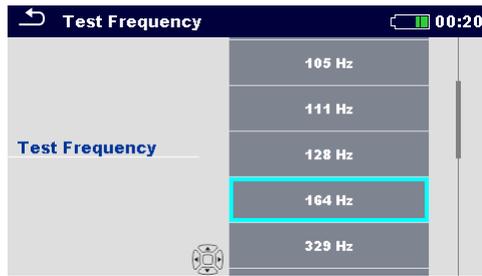
Wählen Sie den Parameter aus, der bearbeitet, oder bei dem der Grenzwert eingestellt werden soll.



Stellen Sie die Prüfparameter / Grenzwerte ein.



Öffnen Sie das Menü „Werte eintragen“.



Tragen Sie die Werte im Menü ein.



Übernimmt einen neuen Parameter oder beendet das Grenzwert – Menü.

④



Übernimmt die neuen Parameter und Grenzwerte und wird beendet.

10.1.3 Einzelprüfungsergebnisbildschirm



Abbildung 10.2: Aufbau Einzelprüfungs-Bildschirm, beispielsweise von einer 4 – poligen Messung

Auswahl (nachdem die Messung abgeschlossen ist)



Startet eine neue Messung.



Speichert die Ergebnisse.

Eine neue Messung wurde ausgewählt und von einem Strukturobjekt im Strukturbaum gestartet:

- Die Messung wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.

Eine neue Messung wurde im Hauptmenü „Einzelprüfungen“ gestartet:

- Das Speichern unter dem zuletzt gewählten Strukturobjekt wird standardmäßig angeboten. Der Benutzer kann ein anderes Strukturobjekt auswählen oder ein neues Strukturobjekt anlegen.

- Durch Drücken der  -Taste im Menü „Memory-Organizer“ wird die Messung unter ausgewählten Speicherort gespeichert.

Eine leere Messung wurde in Strukturbaum ausgewählt und gestartet:

- Das Ergebnis wird der Messung hinzugefügt. Der Status der Messung wird von “leer” in “abgeschlossen”

geändert.

Eine bereits durchgeführte Messung wurde im Strukturbaum ausgewählt, angezeigt und neu gestartet:

- Die neue Messung wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.



Öffnet die Hilfe - Bildschirme.



Öffnet das Menü zum Bearbeiten von Parametern und Grenzwerten der ausgewählten Messungen. Für weitere Informationen zum Bearbeiten der Prüfparameter und Grenzwerte, siehe Kapitel: **10.1.2 Einstellung der Parameter und Grenzwerte für Einzelprüfungen**



ein



lang ein



Ruft das Steuerkreuz auf, um eine Prüfung oder Messung auszuwählen.

10.1.4 Grafische Darstellung

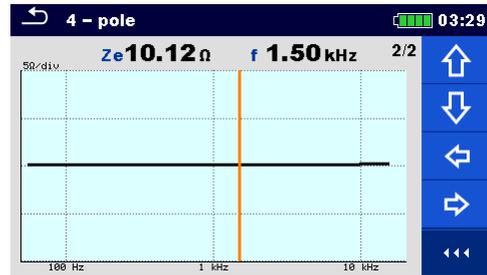
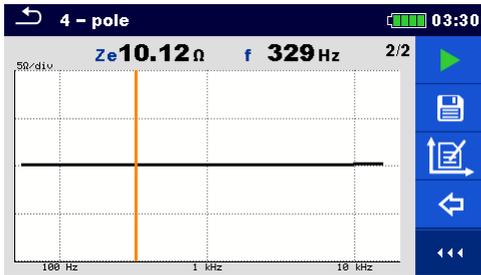


Abbildung 10.3: Grafik Ergebnisbildschirm (Beispiel der 4 - polige Messung, variabel)

Auswahl



Plan bearbeiten. Öffnet Bedienfeld zum Bearbeiten der Diagramme.



Skalier Faktor (y-Achse) erhöhen / verringern.



Bewegt den Cursor zum vorherigen / nächsten Wert (x-Achse).



Wählt die Cursorposition (x-Achse) aus.



Beendet die Bearbeitung des Diagramms.

10.1.5 Abgerufenener Einzelprüfungsergebnisbildschirm

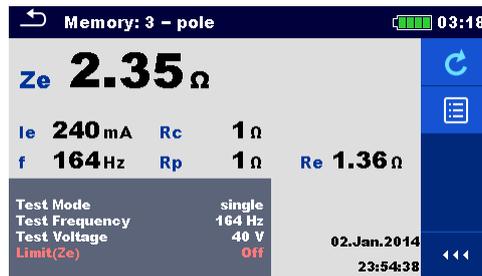


Abbildung 10.4: Abgerufene Ergebnisse der ausgewählten Messung, Beispiel abgerufene Ergebnisse einer 4 – poligen Messung

Auswahl



Wiederholungsprüfung

Aktiviert den Startbildschirm für eine neue Messung.



Öffnet das Menü zum Bearbeiten von Parametern und Grenzwerten der ausgewählten Messungen. Für weitere Informationen zum Bearbeiten der Prüfparameter und Grenzwerte, siehe Kapitel: **10.1.2 Einstellung der Parameter und Grenzwerte für Einzelprüfungen**



ein



Wählt den vorherigen / nächsten Ergebnisbildschirm aus.



Wählt die Ansicht der Ergebnisse bei verschiedenen Prüffrequenzen (Variabel-Modus) aus.



10.1.6 Einzelprüfung (Sichtprüfung) Bildschirmanzeigen

Sichtprüfungen können als eine spezielle Kategorie von Prüfungen behandelt werden. Elemente, die optisch geprüft werden sollen, werden angezeigt. Neben der Online-Bewertung werden auch andere Informationen angezeigt.

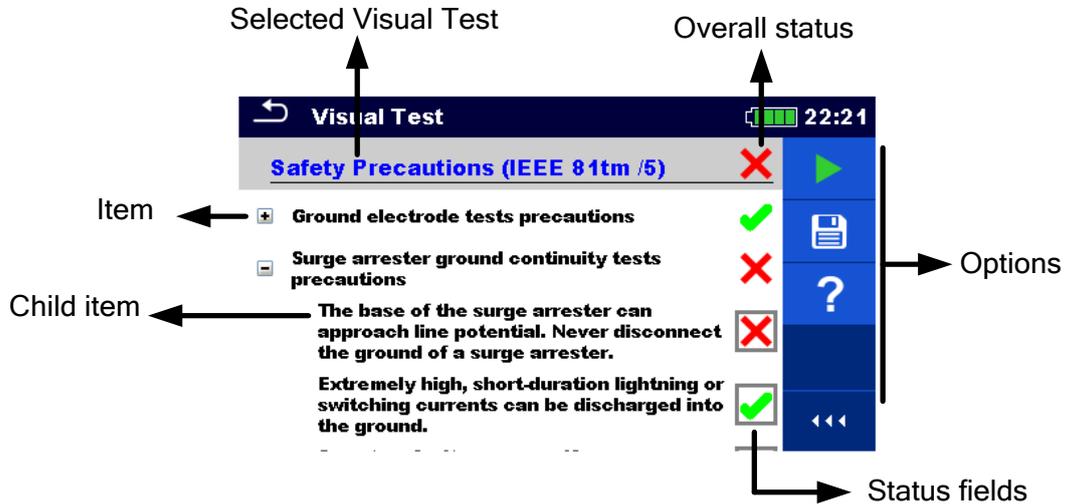


Abbildung 10.5: Aufbau Bildschirm Sichtprüfung

10.1.7 Einzelprüfung (Sichtprüfung) Startbildschirm

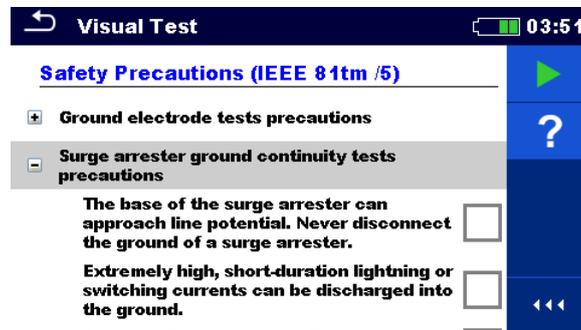


Abbildung 10.6: Aufbau Bildschirm Sichtprüfung

Auswahl (vor der Sichtprüfung wurde der Bildschirm im Memory Organizer oder im Hauptmenü Einzelprüfungen geöffnet).



Startet die Sichtprüfung



Öffnet die Hilfe-Bildschirme.

10.1.8 Einzelprüfung (Sichtprüfung) Bildschirm während der Prüfung

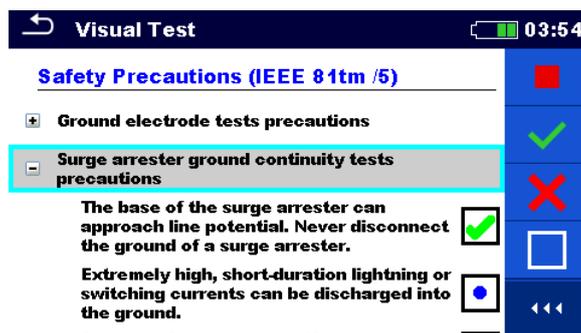


Abbildung 10.7: Bildschirm während der Sichtprüfung

Auswahl (während der Prüfung)

	Wählt das Element aus.
	Setzt „Bestanden“ für das ausgewählte Element oder eine Gruppe von Elementen ein.
	Setzt „Nicht-Bestanden“ für das ausgewählte Element oder eine Gruppe von Elementen ein.
	Löscht den Status im ausgewähltem Element oder Elementgruppe.
	Setzt den Status für das Element oder die Gruppe von Elementen, die überprüft wurden, ein.
ein	Ein Status kann eingesetzt werden.
	Wechselt zum Ergebnisbildschirm.

10.1.9 Einzelprüfungen (Sichtprüfung) Ergebnisbildschirm

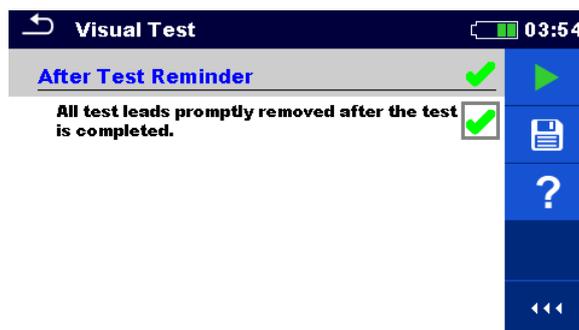


Abbildung 10.8: Ergebnisbildschirm Sichtprüfung

Auswahl (nach Beendigung der Sichtprüfung)



Startet eine neue Sichtprüfung.

Speichert die Ergebnisse.

Eine neue Sichtprüfung wurde ausgewählt und von einem Strukturobjekt im Strukturbaum gestartet:

- Die Sichtprüfung wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.

Eine neue Sichtprüfung wurde im Hauptmenü der Einzelprüfungen gestartet:

- Das Speichern unter dem zuletzt gewählten Strukturobjekt wird standardmäßig angeboten. Der Benutzer kann ein anderes Strukturobjekt



auswählen oder ein neues Strukturobjekt anlegen. Durch Drücken der -Taste im Menü „Memory-Organizer“ wird die Sichtprüfung unter dem ausgewählten Speicherort gespeichert.

Eine leere Sichtprüfung wurde im Strukturbaum ausgewählt und gestartet:

- Das Ergebnis wird der Sichtprüfung hinzugefügt. Der Status der Sichtprüfung wird von „leer“ in „abgeschlossen“ geändert.

Eine bereits durchgeführte Sichtprüfung wurde im Strukturbaum ausgewählt, angezeigt und neu gestartet:

Die Messung wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.

10.1.10 Einzelprüfungen (Sichtprüfung) Speicherbildschirm

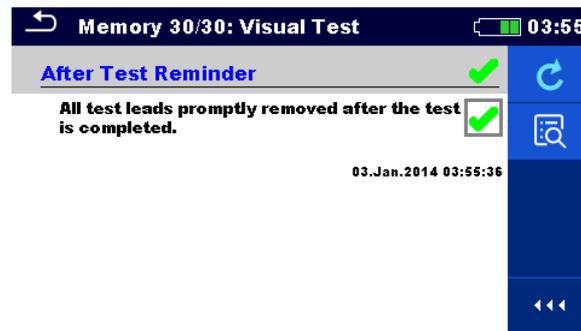


Abbildung 10.9: Sichtprüfung Speicherbildschirm

Auswahl



Wiederholungsprüfung

Öffnet den Startbildschirm und startet die neue Sichtprüfung.



Setzt den Cursor für die Anzeige von Daten auf mehreren Seiten.

11 Prüfungen und Messungen



11.1 Sichtprüfungen

Sichtprüfungen werden als Richtlinien zur Einhaltung der Sicherheitsstandards vor den Prüfungen durchgeführt. Um diese Sichtprüfungen zu verwenden, wählen Sie bitte unter Einzelprüfungen „VISUAL“. Sichtprüfungen sind vorbereitet, um alle Sicherheitskontrollen zu machen, bevor mit der Prüfung begonnen wird.

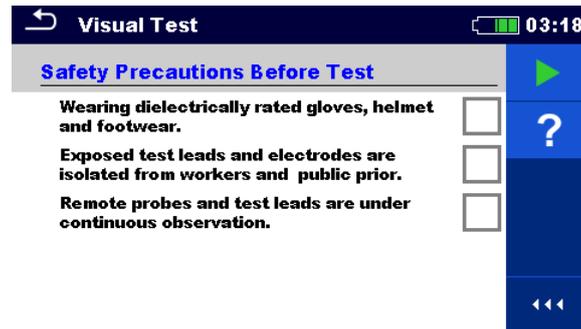


Abbildung 11.1: Menü Sichtprüfung

Auswahl

	Bestanden
	Nicht-Bestanden
	Leer
	Geprüft

Sicherheitsvorkehrungen vor der Prüfung

Nr.	Beschreibung	Werte
1	Das Tragen von nichtleitenden Handschuhen, Helm und Schuhen.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
2	Frei liegende Prüflleitungen und Elektroden sind von Arbeitnehmern und Umgebung isoliert.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
3	Fernfühler und Prüflleitungen werden kontinuierlich überwacht.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft

Tabelle 11.2: Sichtprüfung - Sicherheitsmaßnahmen vor der elektrischen Prüfung

Sicherheitsrisiken während der Prüfung

Nr.	Beschreibung	Werte
1	Vermeiden Sie ungeerdete Enden der Prüflleitungen.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
2	Überspannungsableiter können sich dem Leitungspotential nähern.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
3	Trennen Sie niemals die Erdleitung ab.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
4	Blitz- oder Schaltströme können zur Erdung abgeleitet werden.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft

5	Ein Systemfehler kann auftreten, wenn ein Überspannungsableiter während der Prüfung ausfällt.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
6	Bei Trennung von Neutral- und Schutzleitern kann es zu Gefährdungen kommen.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
7	Gefährdungen können aufgrund des Stromflusses durch die miteinander verbundenen Schutzleiter auftreten.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
8	Hohe Spannungen können auftreten, wenn Neutralleiter von unter Spannung stehenden Geräten getrennt werden.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft

Tabelle 11.3: Sichtprüfung - Gefahren während der Prüfung

Erinnerung nach Abschluss der Prüfung

Nr.	Beschreibung	Werte
1	Alle Prüfleitungen werden nach Abschluss der Prüfung sofort entfernt.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft

Tabelle 11.4: Sichtprüfung - Erinnerung nach Abschluss der Prüfung

Sicherheitsmaßnahmen (IEEE 81tm /5)

Nr.	Beschreibung	Werte
1	Vorsichtsmaßnahmen bei Erdelektroden - Prüfung. <ul style="list-style-type: none"> • Verringert werden die Gefahren bei der Handhabung von Prüfleitungen durch das Tragen von Handschuhen und nichtleitenden Schuhen. • Freiliegende Messleitungen und Elektroden werden vorab gegen Berührung/Kontakt von Arbeitern und Umgebung isoliert. • Kurze Prüfzeiträume gesichert und alle Prüfleitungen werden nach Abschluss der Prüfung sofort entfernt. • Fernfühler und Prüfleitungen werden kontinuierlich überwacht. • In ungeerdeten Leitern können hohe Spannungen durch hohe Ströme in parallelen energieführenden Leitern induziert werden. 	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
2	Vorsichtsmaßnahmen bei Überspannungsableiter Erddurchgangsprüfungen. <ul style="list-style-type: none"> • Die Basis des Überspannungsableiters kann sich dem Leitungspotential nähern. Trennen Sie niemals die Erdung von einem Überspannungsableiter. • Extrem hohe, kurzzeitige Blitz- oder Schaltströme können an die Erdung abgeleitet werden. • Ein Systemfehler kann auftreten, wenn ein Überspannungsableiter während der Prüfung ausfällt. 	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
3	Neutral- und Schutzleiter Erdprüfungsverfahren. <ul style="list-style-type: none"> • Das Trennen von Neutral- und Schutzleitern kann gefährliche Spannungen erzeugen. • Risiken können aufgrund des Stromflusses durch die miteinander verbundenen Schutzleiter auftreten. 	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
4	Vorsichtsmaßnahmen bei Neutralleiter- und Erdungsprüfungen der Anlage. <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Spannungen können auftreten, wenn Neutralleiter von unter Spannung stehenden Geräten getrennt werden. 	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft

Tabelle 11.5: Sichtprüfung - Sicherheitsmaßnahmen (IEEE 81tm /5)

Sichtprüfungsverfahren

<input type="checkbox"/>	Wählen Sie die Funktion „Sichtprüfung aus“.
<input type="checkbox"/>	Starten Sie die Sichtprüfung.
<input type="checkbox"/>	Führen Sie die Sichtprüfung durch.

- Tragen Sie die entsprechenden Kennzeichnungen für die Elemente ein.
- Beenden Sie die Sichtprüfung.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).



Abbildung 11.6: Beispiele für Sichtprüfungsergebnisse

11.2 Erdungsmessungen [Ze und Re]

Das Ergebnis der Erdungsmessung ist einer der wichtigsten Parameter zum Schutz gegen einen Stromschlag. Haupt-Erdungsanlagen, Blitzschutzanlagen, örtliche Erdungen, Bodenwiderstand, etc. können mit dem Erdungs-Tester überprüft werden.

Der MI 3290 Erdungs Analyzer ist in der Lage, die Erdmessung mit verschiedenen Methoden durchzuführen. Die geeignete Methode wird durch den Bediener, abhängig vom speziellen Erdungssystem, das geprüft werden soll, ausgewählt.

Erdung		Messung	Prüfmodus		Grafik	LF	HF	Filter	Prüfspannung
Impedanz	Widerstand								
Ze	Re	2 – polig	fix	Variabel	Ze (f)	55 Hz	15 kHz	FFT	20/40 V
		3 – polig	fix	Variabel	Ze (f)	55 Hz	15 kHz	FFT	20/40 V
		4 – polig	fix	Variabel	Ze (f)	55 Hz	15 kHz	FFT	20/40 V
Zsel	/	Selektive Metallklemme	fix	Variabel	Zsel (f)	55 Hz	1,50 kHz	FFT	40 V
Ze		2 Stromzangen	kont.	/	/	82 Hz	329 Hz	FFT	40 V
Ze	Re	HF - Erdungswiderstand (25 kHz);	fix	/	/	/	25 kHz	FFT	40 V
Ztot	/	Selektiv (1 - 4 flexible Stromzangen);	fix	Variabel	Ztot (f) Zsel1-4 (f)	55 Hz	6,59 kHz	FFT	40 V
	/	Passiv (1 - 4 flexible Stromzangen);	kont.	/	/	45 Hz	150 Hz	FFT	/

Tabelle 11.7: Verfügbare Erdungsmessungen mit dem MI 3290



11.2.1 2 – polige Messung

Die zweipolige Messung kann verwendet werden, wenn ein gut geerdeter Hilfsanschluss vorhanden ist (z.B. Quell- / Verteilungserdungen über den Neutralleiter, Wasserleitung ...). Der Hauptvorteil dieser Methode ist, dass keine Prüfspitzen für den Test benötigt werden. Die Methode ist schnell und relativ zuverlässig.

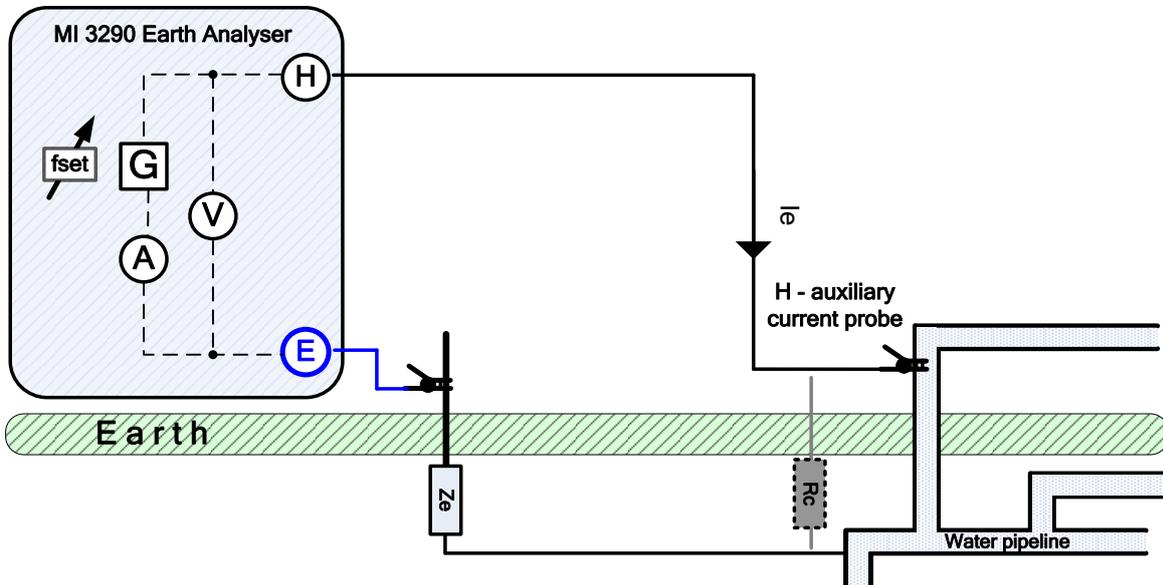


Abbildung 11.8: Beispiel 2 - polige-Messung

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom I_e durch eine Hilfssonde (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Hilfssonde (H) sollte so gering wie möglich sein. Die Impedanz R_c kann durch die Verwendung von mehreren parallelen Prüfspitzen, oder mit einem Hilfs-Erdungssystem als Hilfssonde, verringert werden. Ein höher eingeleiteter Strom verbessert die Störfestigkeit gegenüber störender Erdströme. Die Erdimpedanz Z_e wird aus dem Spannungs- / Strom-Verhältnis bestimmt. Normalerweise ist die Impedanz R_c viel geringer als Z_e . In diesem Fall kann das Ergebnis als $\approx Z_e$ betrachtet werden.

$$Z_e = \frac{U_{H-E}[V]}{I_e[A]} = [\Omega] \quad \text{where} \quad Z_e \gg R_c$$

Z_e	Erdimpedanz
R_e	Erdungswiderstand (ausgenommen Blindwiderstand)
R_c	Impedanz der Hilfsstromsonde (H)
I_e	Eingeleiteter Prüfstrom
U_{H-E}	Spannung zwischen dem H- und E-Anschluss
f_{set}	Prüffrequenz

Weitere Informationen zur Platzierung der Hilfsstromprüfsonde (H), siehe **Anhang C - Funktionalität und Platzierung von Prüfspitzen**.

Die Prüfung kann im Fenster für die 2 – polige Messung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Prüfmodus, Prüfspannung, Prüffrequenz, Abstand und Grenzwert (Ze)) bearbeitet werden.

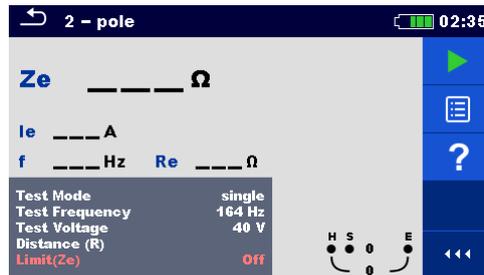


Abbildung 11.9: Menü 2 - polige-Messung

Prüfparameter für die 2 – polige Messung:

Prüfmodus	Prüfmodus einstellen: [fix, variabel]
Prüffrequenz*	Prüfparameter einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz, 2,63 kHz, 3,29 kHz, 6,59 kHz, 13,1 kHz, 15,0 kHz]
Prüfspannung	Prüfspannung einstellen: (20 V oder 40 V)
Entfernung (R)	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
Grenzwert (Ze)	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,01 Ω ... 5,00 kΩ]

*nur Einzelprüfungsmodus.

2 - poliges-Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion „2-polige Messung“.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Modus, Spannung, Frequenz, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Cursor-Taste, um zwischen der Grafiksicht und Ergebnisansicht (optional) umzuschalten.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).



Abbildung 11.10: Beispiel Messergebnis der 2 – poligen Messung

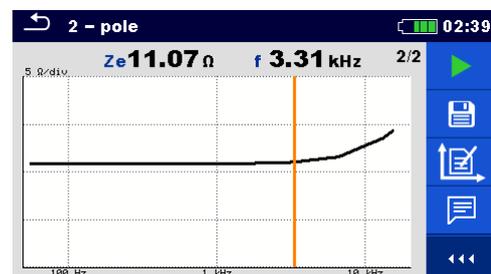


Abbildung 11.11: Beispiel Messergebnis grafische Darstellung der 2 - poligen Messung

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.

- Bei der Messung mit hohen Frequenzen den Schirmungsanschluss und abgeschirmte Leitungen (H) verwenden.

Hinweis bezüglich der Prüfspitzen:

- Hoher Widerstand der H-Prüfspitze könnte die Messergebnisse beeinflussen.
- Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt platziert werden.



11.2.23 – polige Messung

Die dreipolige Messung ist die Standardmethode für die Erdungsprüfung. Es ist die einzige Möglichkeit, wenn kein gut geerdeter Hilfsanschluss vorhanden ist. Die Messung erfolgt mit zwei Erdungssonden. Der Nachteil bei Verwendung von drei Leitungen ist, dass der Kontaktwiderstand des E-Anschlusses dem Ergebnis hinzugefügt wird.

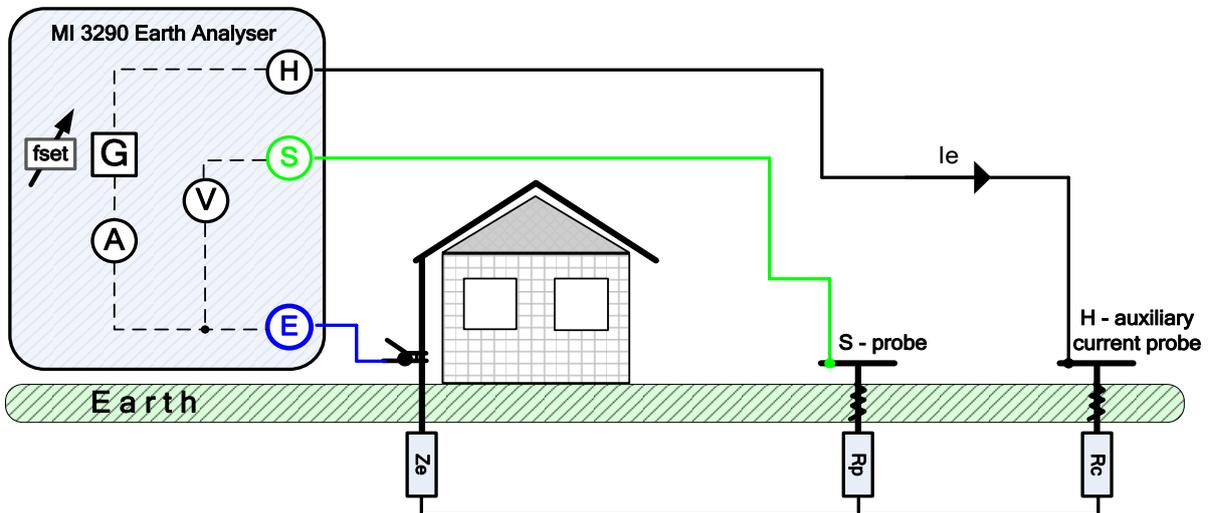


Abbildung 11.12: Beispiel 3 - polige-Messung

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom I_e durch eine Hilfsstrom-Prüfspitze (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Hilfsprüfspitze (H) sollte so gering wie möglich sein, damit ein hoher Prüfstrom eingeleitet werden kann. Die Impedanz R_c kann durch die Verwendung mehrerer paralleler Prüfspitzen verringert werden. Ein höher eingeleiteter Strom verbessert die Störfestigkeit gegen störende Erdströme. Der Spannungsabfall wird mit der Hilfspotential-Prüfspitze (S) gemessen. Die Erdimpedanz Z_e wird aus dem Spannungs- / Strom-Verhältnis bestimmt.

Im folgenden Beispiel wird die Erdimpedanz bei einer eingestellten Frequenz gemessen:

$$Z_e = \frac{U_{S-E} [V]}{I_e [A]} = [\Omega]$$

Dabei sind:

Z_e	Erdimpedanz
R_e	Erdungswiderstand (ausgenommen Blindwiderstand)
R_c	Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitze (H)
R_p	Impedanz der Hilfspotential-Prüfspitze (S)
I_e	Eingeleiteter Prüfstrom
U_{S-E}	Spannung zwischen S- und E-Anschluss
f_{set}	Prüffrequenz

Weitere Informationen zur Platzierung der Hilfsstrom-Prüfspitze (H) und Potential-Prüfspitze (S), siehe **Anhang C - Funktionalität und Platzierung von Prüfspitzen**.

Die Prüfung kann im Fenster für die 3 – polige Messung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Prüfmodus, Prüfspannung, Prüffrequenz, Abstand und Grenzwert (Ze)) bearbeitet werden.

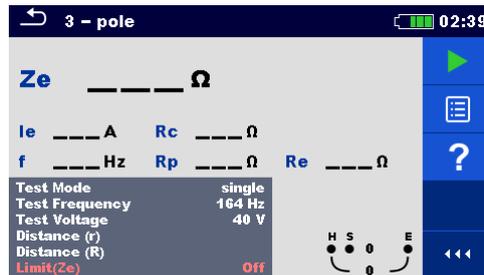


Abbildung 11.13: Menü 3 – polige Messung

Prüfparameter für die 3 – polige Messung:

Prüfmodus	Prüfmodus einstellen. [fix, variabel]
Prüffrequenz*	Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz, 2,63 kHz, 3,29 kHz, 6,59 kHz, 13,1 kHz, 15,0 kHz]
Prüfspannung	Prüfspannung einstellen: [20 V oder 40 V]
Entfernung (r)	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
Entfernung (R)	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
Grenzwert (Ze)	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 Ω - 5,00 kΩ]

*nur Einzelprüfungsmodus.

3 – poliges Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion „3-polige Messung“.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Modus, Spannung, Frequenz, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Cursor-Taste, um zwischen der Grafiksicht und Ergebnisansicht (optional) zu wechseln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

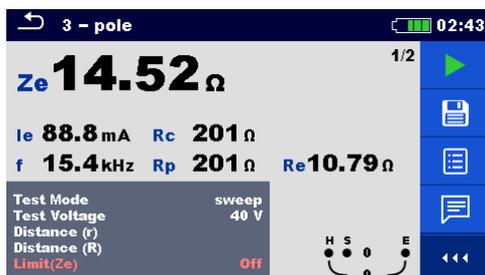


Abbildung 11.14: Beispiel Messergebnis der 3 - poligen Messung

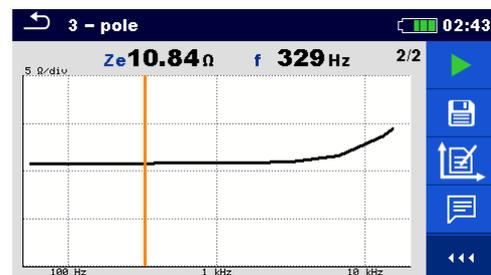


Abbildung 11.15: Beispiel Messergebnis grafische Darstellung der 3 – poligen Messung

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.
- Verwenden Sie bei der Messung mit hohen Frequenzen den Schirmungsanschluss und abgeschirmte Leitungen (H).

Hinweise (Prüfspitzen):

- Ein hoher Widerstand der S- und H-Prüfspitzen könnte die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt. Die BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige entfällt.
- Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt platziert werden.



11.2.34 – polige Messung

Der Vorteil für den Einsatz von vierpoligen Prüfungen besteht darin, dass die Leitungen und Kontaktwiderstände zwischen Messanschluss E und den Testobjekten die Messung nicht beeinflussen.

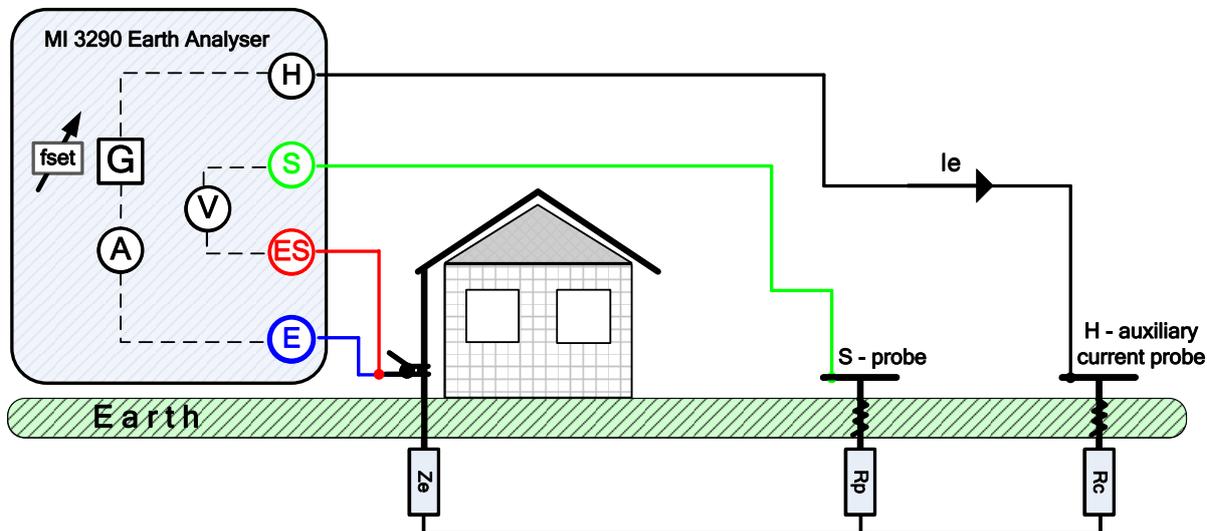


Abbildung 11.16: Beispiel 4 - polige-Messung

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom I_e durch eine Hilfsstrom-Prüfspitze (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Hilfsprüfspitze (H) sollte so gering wie möglich sein, damit ein hoher Prüfstrom eingeleitet werden kann. Die Impedanz R_c kann durch die Verwendung mehrerer paralleler Prüfspitzen verringert werden. Ein höher eingeleiteter Strom verbessert die Störfestigkeit gegen störende Erdströme. Der Spannungsabfall wird mit der Hilfspotential-Prüfspitze (S) und (ES) gemessen. Die Erdimpedanz Z_e wird aus dem Spannungs- / Strom-Verhältnis bestimmt.

Im folgenden Beispiel wird die Erdimpedanz gemessen:

$$Z_e = \frac{U_{S-ES} [V]}{I_e [A]} = [\Omega]$$

Dabei sind:

Z_e	Erdimpedanz
R_e	Erdungswiderstand (ausgenommen Blindwiderstand)
R_c	Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitze (H)
R_p	Impedanz der Hilfspotential-Prüfspitze (S)
I_e	Eingeleiteter Prüfstrom
U_{S-ES}	Spannung zwischen S- und ES-Anschluss
f_{set}	Prüffrequenz

Weitere Informationen zur Platzierung der Hilfsstrom-Prüfspitze (H) und Potential-Prüfspitze (S), siehe **Anhang C - Funktionalität und Platzierung von Prüfspitzen**.

Die Prüfung kann im Fenster für die 4 – polige Messung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Prüfmodus, Prüfspannung, Prüffrequenz, Abstand und Grenzwert (Ze)) bearbeitet werden.

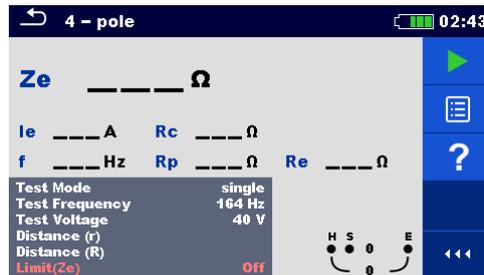


Abbildung 11.17: Menü 4 – polige - Messung

Prüfparameter für die 4 – polige Messung:

Prüfmodus	Prüfmodus einstellen: [fix, variabel]
Prüffrequenz*	Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz, 2,63 kHz, 3,29 kHz, 6,59 kHz, 13,1 kHz, 15,0 kHz]
Prüfspannung	Prüfspannung einstellen. (20 V oder 40 V)
Entfernung (r)	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
Entfernung (R)	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
Grenzwert (Ze)	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,01 Ω ... 5,00 kΩ]

*nur Einzelprüfungsmodus.

4 – poliges -Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion „4-polige Messung“.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Modus, Spannung, Frequenz, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Cursor-Taste, um zwischen den Grafikanzeige und Ergebnisansicht (optional) zu wechseln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

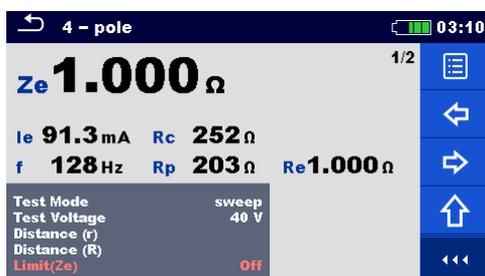


Abbildung 11.18: Beispiel Messergebnis der 4 – poligen Messung

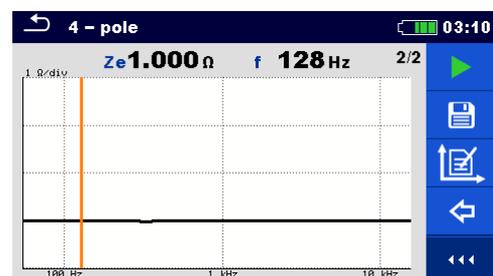


Abbildung 11.19: Beispiel Messergebnis grafische Darstellung der 4 – poligen Messung

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.

Verwenden Sie bei der Messung mit hohen Frequenzen den Schirmungsanschluss und abgeschirmte Leitungen (H).

Hinweise (Prüfspitzen):

Hoher Widerstand der S- und H-Prüfspitzen könnte die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt. Die BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige entfällt.

Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt platziert werden.



11.2.4 Selektive Messung (Stromzange)

Diese Messung gilt für das Messen von selektiven Erdungswiderständen einzelner Erdungspunkte in einem Erdungssystem. Die Erdstäbe dürfen während der Messung nicht getrennt werden. Für diese Messung wird eine 4-polige Verdrahtung verwendet.

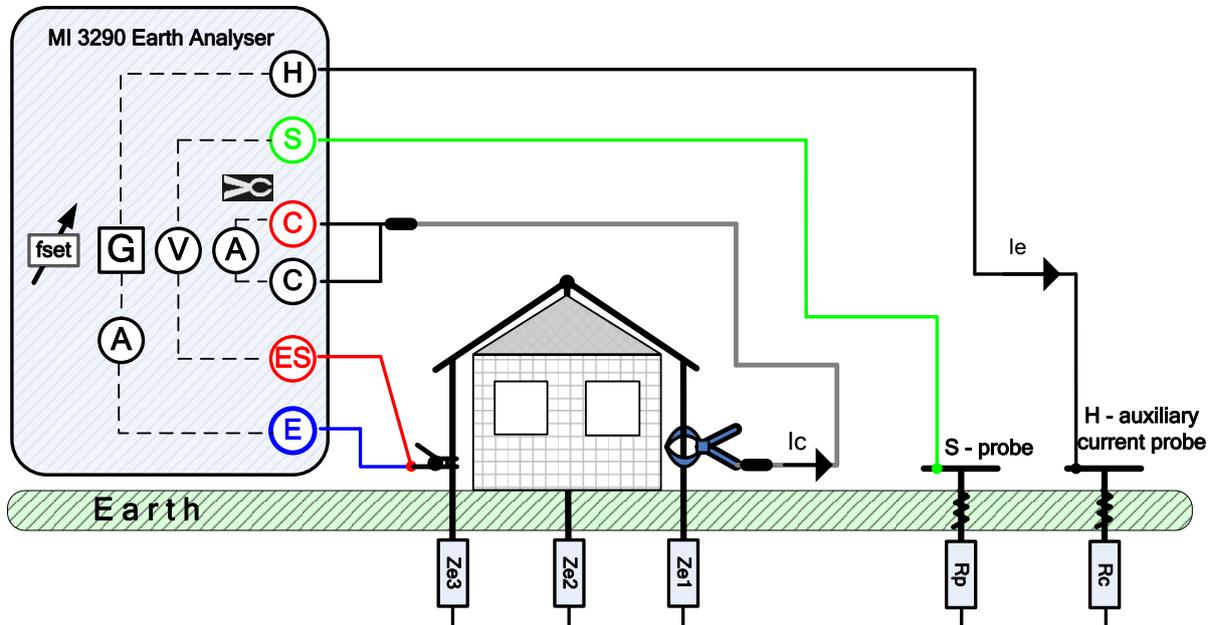


Abbildung 11.20: Beispiel selektive Metallklemme

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom I_e durch eine Hilfsstrom-Prüfspitze (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Hilfsprüfspitze (H) sollte so gering wie möglich sein, damit ein hoher Prüfstrom eingeleitet werden kann. Die Impedanz R_c kann durch die Verwendung mehrerer paralleler Prüfspitzen verringert werden. Ein höher eingeleiteter Strom verbessert die Störfestigkeit gegen störende Erdströme. Der Spannungsabfall wird mit der Hilfspotential-Prüfspitze (S) und (ES) gemessen. Der selektive Strom I_c wird durch die vom Benutzer gewählte Erdelektrode (Z_{e1}) gemessen. Die ausgewählte Erdimpedanz Z_{sel} wird aus dem Verhältnis von Spannung / Strom (externer Stromzange - I_e) bestimmt.

Die selektive (individuelle) Erdimpedanz wird, wie im Beispiel gezeigt, gemessen:

$$Z_{sel} = \frac{U_{S-ES}[V]}{I_c[A] \cdot N} = \frac{U_{S-ES}[V]}{I_{Ze1}[A]} = [\Omega] \quad I_c = \frac{Z_{e1} || Z_{e2} || Z_{e3}}{Z_{e1}} * I_e = [A]$$

Dabei sind:

- Z_{sel} Ausgewählte Erdimpedanz
- Z_{e1-3} Erdimpedanz
- R_c Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitze (H)
- R_p Impedanz der Hilfspotential-Prüfspitze (S)
- I_e Eingeleiteter Prüfstrom
- I_c Gemessener Strom mit der Stromzange
- U_{S-ES} Spannung zwischen S- und ES-Anschluss
- N Windungsverhältnis der Stromzangen (je nach Modell)
- f_{set} Prüffrequenz

Weitere Informationen zur Platzierung der Hilfsstrom-Prüfspitze (H) und Potential-Prüfspitze (S), siehe **Anhang C - Funktionalität und Platzierung von Prüfspitzen**.

Die Prüfung kann im Fenster für „selektive Stromzange“ gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Prüfmodus, Stromzangentyp, Prüffrequenz, Abstand und Grenzwert (Zsel)) bearbeitet werden.

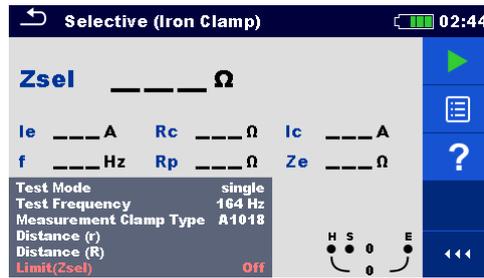


Abbildung 11.21: Menü selektive Messung (Metallklemme)

Prüfparameter für Selektive (Stromzange):

Prüfmodus	Prüfmodus einstellen: [fix, variabel]
Prüffrequenz*	Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz]
Stromzangen-Typ	Stromzangen-Typ einstellen: [A1018]
Entfernung (r)	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
Entfernung (R)	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
Grenzwert (Zsel)	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 Ω - 5,00 k Ω]

*nur Einzelprüfungsmodus.

Selektive Messung (Stromzange) Messverfahren

- Wählen Sie die Funktion „Messung selektive (Metallklemme)“.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Modus, Stromzangen-Typ, Frequenz, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Cursor-Taste, um zwischen den Grafikanzeige und Ergebnisansicht (optional) zu toggeln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).



Abbildung 11.22: Beispiel Messergebnis selektive (Stromzange) Messung

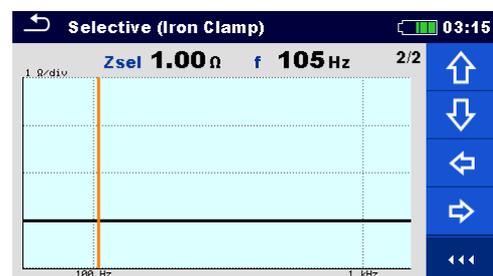


Abbildung 11.23: Beispiel Messergebnis grafische Darstellung selektive (Stromzange) Messung

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.
- Verwenden Sie bei der Messung mit hohen Frequenzen den Schirmungsanschluss und abgeschirmte Leitungen (H).

Hinweise (Prüfspitzen):

- Hoher Widerstand der S- und H-Prüfspitzen könnte die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt. Die BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige entfällt.
- Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt platziert werden.



11.2.5 2 Stromzangen Messung

Dieses Messsystem wird eingesetzt, wenn Erdimpedanzen von Erdungsstäben, Kabeln, unterirdische Verbindungen usw. gemessen werden. Die Messmethode benötigt eine geschlossene Schleife, um Prüfströme erzeugen zu können. Es eignet sich besonders für den Einsatz in städtischen Gebieten, da es in der Regel keine Möglichkeit gibt, die Prüfpitzen zu platzieren.

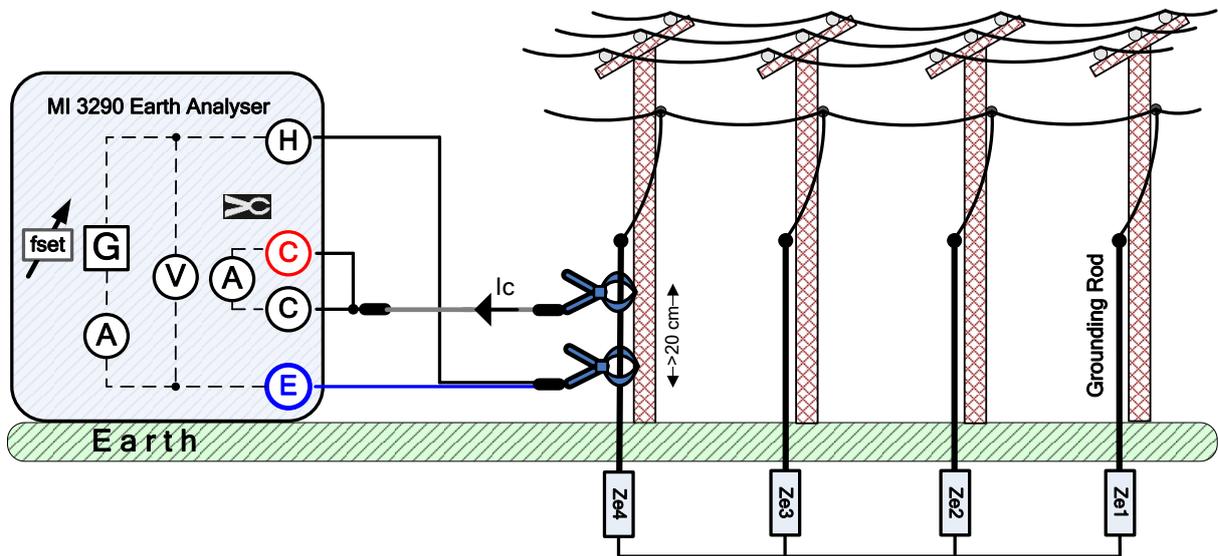


Abbildung 11.24: 2 Stromzangen Messung

Die Treiber- (Generator-) Stromzange leitet eine Spannung im Erdungssystem ein. Die eingespeiste Spannung erzeugt einen Prüfstrom in der Schleife. Ist die Gesamtschleifen-Erdimpedanz der parallel geschalteten Elektroden Z_{e1} , Z_{e2} , Z_{e3} und Z_{e4} viel geringer als die Impedanz der getesteten Elektrode Z_{e4} , so kann das Ergebnis als Z_{e4} betrachtet werden. $\approx Z_{e4}$. Eine andere individuelle Impedanz kann durch Anlegen der Stromzangen an andere Elektroden gemessen werden.

Die individuelle Erdimpedanz wird, wie im Beispiel gezeigt, gemessen:

$$Z_{e4} + (Z_{e1} || Z_{e2} || Z_{e3}) = \frac{U_{H-E} [V] * \frac{1}{N}}{I_c [A]} = [\Omega]$$

Dabei sind:

- Z_{e1-e4} Erdimpedanz
- I_c Gemessener Strom mit der Stromzange
- U_{H-E} Spannung zwischen H- und E-Anschluss
- N Treiber- (Generator-) Stromzange Transformations-Verhältnis
(abhängig vom Stromzangenmodell)
- f_{set} Prüffrequenz

Hinweis:

- Die 2 Stromzangen Erdungswiderstandsprüfung wird manchmal als „Schleifenwiderstandstest“ bezeichnet.

Die Prüfung kann im Fenster für die 2 Stromzangen Messung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Mess-Stromzangentyp, Prüffrequenz, Treiber- (Generator-) Stromzangentyp und Grenzwert (Ze)) bearbeitet werden.



Abbildung 11.25: Menü 2 Stromzangen Messung

Prüfparameter für die 2 Stromzangen Messung:

Mess-Stromzangentyp	Mess-Stromzangentyp einstellen: [A1018]
Prüffrequenz	Prüffrequenz einstellen: [82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz]
Treiber- (Generator-) Stromzangen-Typ	Treiber- (Generator-) Stromzangentyp einstellen: [A1019]
Grenzwert (Ze)	Grenzwert Auswahl (AUS, 0,1 MΩ – 40 Ω).

2 Stromzangen Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion „2 Stromzangen“.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Stromzangen-Typ, Frequenz und Grenzwert).
- Schließen Sie die Stromzangen an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu stoppen.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).



Abbildung 11.26: Beispiele für 2 Stromzangen Messung Messergebnis

Hinweise:

- **Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!**
- **Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.**

I_{gw}Strom im Erdseil

Hinweise:

- Automatische Kompensation induktiver Komponenten.

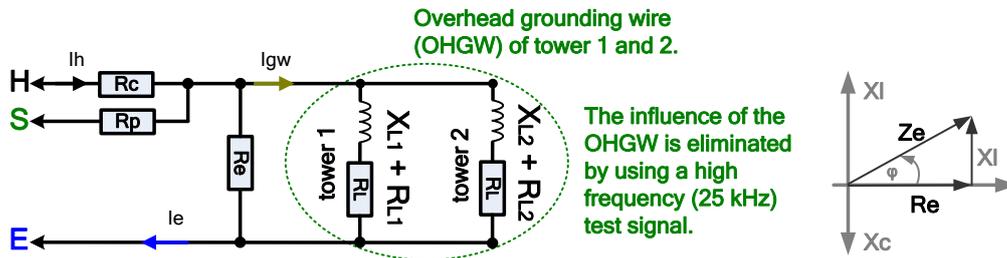


Abbildung 11.28: Kompensation mit der HF 25 kHz Methode

- Typische Erdleiterinduktivität in Stromleitungen 200 μ H – 800 μ H. Die Prüfung kann im Fenster für die HF - Erdungswiderstand (25 kHz) Messung gestartet werden. Die folgenden Parameter (SER/PAR Modell , Entfernung und Grenzwert (Re))können bearbeitet werden.

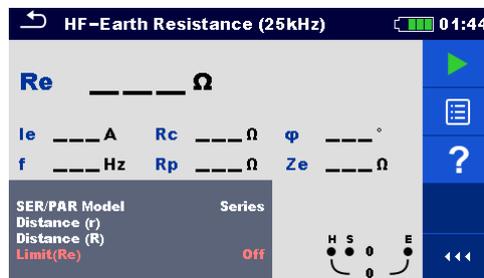


Abbildung 11.29: Menü HF - Erdungswiderstand (25 kHz) Messung

SER/PAR Modell : gewünschtes Modell einstellen [Serien oder Parallel]

Prüfparameter für HF - Erdungswiderstand (25 kHz)

- Entfernung (r)** Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
- Entfernung (R)** Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
- (R)**
- Grenzwert** Grenzwert Auswahl (AUS, 1 M Ω – 100 Ω).
- (Re)**

HF - Erdungswiderstand (25 kHz) Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion „HF - Erdungswiderstand (25 kHz) Messung“.
- Stellen Sie die Prüfparameter / Grenzwerte ein (Modell, Entfernung, Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an. Verwenden Sie ein geschirmtes Kabel (H) mit Schutzanschluss.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

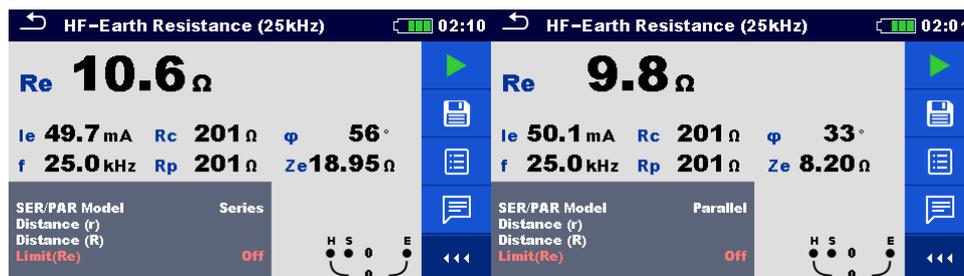


Abbildung 11.30: Beispiel für Ergebnisse der HF - Erdungswiderstand (25 kHz) Messung

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.

Hinweise (Prüfspitzen):

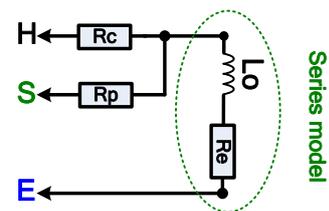
- Hoher Widerstand der S- und H-Prüfspitzen könnte die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt. Die BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige entfällt.
- Die Sonden müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt gesetzt werden.

Hinweis zum SER/PAR Modellparameter (Beispiel):

- Aktiviert das Serien-Ersatzschaltmodell. Der Wiederbeschaffungswert ist ein Derivat auf Basis des Serienmodells. Beschreibung der Prüflinge und Schaltplan Schaltplan

Testobjekt	Re	Lo	Rc	Rp
	10 Ω	100 μ H	200 Ω	200 Ω

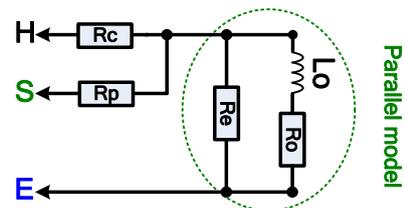
Testergenisse	Re	Ze	Rc	Rp	le	φ
Serienmodell	10,6 Ω	18,95 Ω	201 Ω	201 Ω	49,7 mA	56°



- Parallel - Aktiviert das Paralleläquivalenzschaltmodell. Der Wiederbeschaffungswert ist ein Derivat basierend auf dem Parallelmodell. Beschreibung der Testobjekte und Schaltplan des Schaltplans:

Testobjekt	Re	Lo	Ro	Rc	Rp
	10 Ω	100 μ H	1 Ω	200 Ω	200 Ω

Testergenisse	Re	Ze	Rc	Rp	le	φ
Parallelmodell	9,8 Ω	8,20 Ω	201 Ω	201 Ω	50,1 mA	33°





11.2.7 Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4) Messung

Diese Messung gilt für das Messen von selektiven Erdungswiderständen einzelner Erdungspunkte in einem Erdungssystem. Ein typisches Beispiel dafür ist eine Stromleitungssäule. Typisches Beispiel ist eine Säule der Stromleitung. Der Anschluss an die OHGW-Stäbe muss während der Messung nicht getrennt werden. Für diese Messung wird eine 4-polige Verdrahtung verwendet.

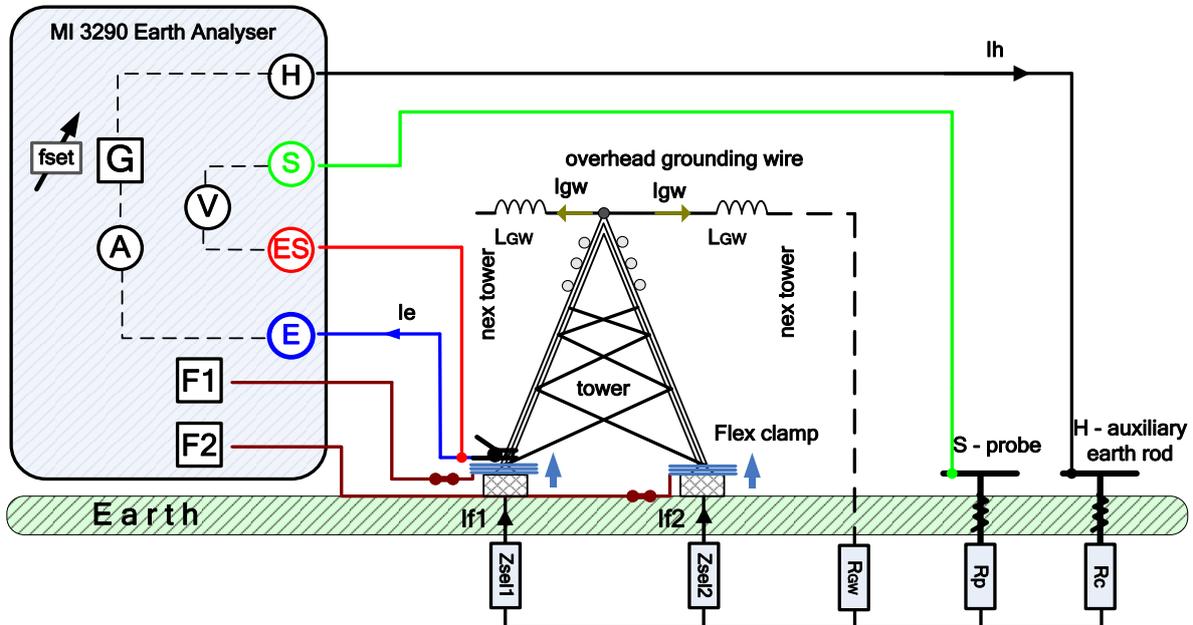


Abbildung 11.31: Beispiel Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4)

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom I_e durch eine Hilfssonde (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Hilfssonde (H) sollte so gering wie möglich sein, damit ein hoher Prüfstrom eingeleitet werden kann. Die Impedanz R_c kann durch die Verwendung mehrerer paralleler Prüfspitzen verringert werden. Ein höher eingeleiteter Strom verbessert die Störfestigkeit gegen störende Erdströme. Der Erdpotentialanstieg wird mit der Hilfspotential-Prüfspitze (S) und (ES) gemessen. Die selektiven Stromstärken I_{f1-4} werden durch die vom Benutzer gewählten Erdungselektroden (Z_{sel1-4}) gemessen. Die ausgewählte Erdimpedanz Z_{sel1-4} wird aus dem Verhältnis von Spannung / Strom (externer Stromzange - I_{f1-4}) bestimmt.

Die Gesamterdimpedanz wird gemessen:

$$\frac{1}{Z_{tot}} = \sum_{i=1}^4 \frac{1}{Z_{sel_i}} = \left[\frac{1}{\Omega} \right] \quad Z_{sel_i} = \frac{U_{S-ES}[V]}{I_{f_i}} = [\Omega] \quad \text{where:} \quad I_H = I_E = \sum_{i=1}^4 I_{f_i} + I_{GW}$$

$i = [1..4]$

Dabei sind:

Z_{tot}	Ausgewählte Gesamterdimpedanz
Z_{sel1-4}	Selektive Erdimpedanz
R_c	Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitze (H)
R_p	Impedanz der Hilfspotential-Prüfspitze (S)
I_h	Eingeleiteter Prüfstrom
I_e	Gemessener Prüfstrom
I_{f1-4}	Gemessener Strom mit der flexiblen Stromzange
U_{S-ES}	Spannung zwischen S- und ES-Anschluss
f_{set}	Prüffrequenz

Weitere Informationen zur Platzierung der Hilfsstrom-Prüfspitze (H) und Potential-Prüfspitze (S), siehe **Anhang C - Funktionalität und Platzierung von Prüfspitzen**.

Weitere Informationen zum Teilverfahren der selektiven Flex-Methode finden Sie in **Anhang F - Das Auswuchtverfahren**.

Die Prüfung kann im Fenster für das selektive Messmenü (flexible Stromzangen 1-4) gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Prüfmodus, Prüffrequenz, Anzahl der Windungen F1 - F4, Abstand und Grenzwert (Z_{tot})) bearbeitet werden.

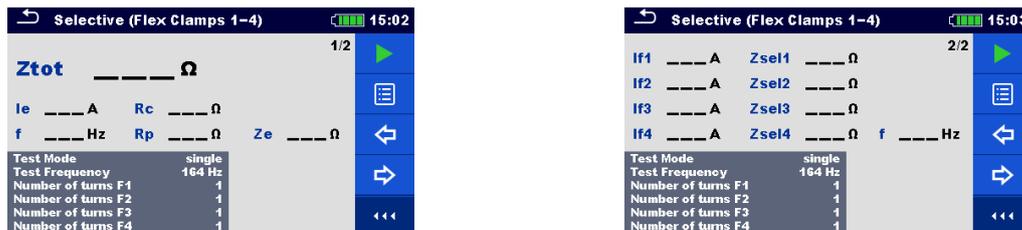


Abbildung 11.32: Menü Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4) Messung

Prüfparameter für Selektive (Flexible Stromzangen 1-4):

Prüfmodus	Prüfmodus einstellen: [fix, variabel]
Prüffrequenz*	Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1,50 kHz] , 2.63 kHz, 3.29 kHz, 6.59 kHz]
Anzahl der Windungen F1	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 1 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F2	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 2 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F3	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 3 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F4	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 4 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Entfernung (r)	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
Entfernung (R)	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
Grenzwert (Ztot)	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 Ω - 5,00 k Ω]

*nur Einzelprüfungsmodus.

Selektive (flexible Stromzangen 1 - 4) Messverfahren

- Wählen Sie die Funktion „Selektive Messung“ (flexible Stromzangen 1 - 4)
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Modus, Frequenz, Anzahl der Windungen und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen und die flexiblen Stromzangen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Cursor-Taste, um zwischen den Grafikanzeige und Ergebnisansicht (optional) zu wechseln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).



Abbildung 11.33: Beispiel selektives (flexible Stromzangen 1 - 4) Messergebnis - Z_{tot}



Abbildung 11.34: Beispiel selektive (flexible Stromzangen 1 - 4) Messergebnisse - Z_{sel1-4}

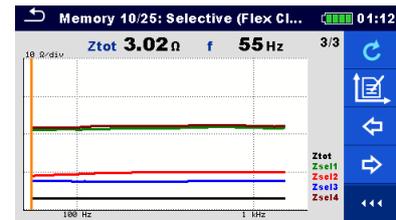


Abbildung 11.35: Beispiel selektives (flexible Stromzangen 1 - 4) Messergebnis grafische Darstellung

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.
- Bei der Messung mit hohen Frequenzen den Schirmungsanschluss und abgeschirmte Leitungen (H) verwenden.

Hinweise (Prüfspitzen und Auswuchtung):

- Hoher Widerstand der S- und H-Sonde könnte die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt.
- Die Sonden müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt gesetzt werden.
- Bei Verwendung von nur einer, zwei oder drei flexiblen Stromzangen, schließen Sie immer eine Stromzange am F1-Anschluss (Synchronisationsanschluss) an.
- Stellen Sie sicher, dass die Pfeilmarkierung auf der Zangenkupplung in die richtige Richtung für die richtige Phase zeigt.

Vergewissern Sie sich, dass die Anzahl der Windungen korrekt in das Prüfparameter-Fenster eingegeben wurde



11.2.8 Passive (Stromzangen) Messung

Das passive Messverfahren nutzt den "Induktionsstrom" oder den Erdleitungstrom I_{gw} der im Erdungssystem fließt, um die ausgewählten Erdwiderstände einzelner Erdungspunkte zu bestimmen. Das Messverfahren verwendet nur eine Hilfpotential-Prüfspitze (S).

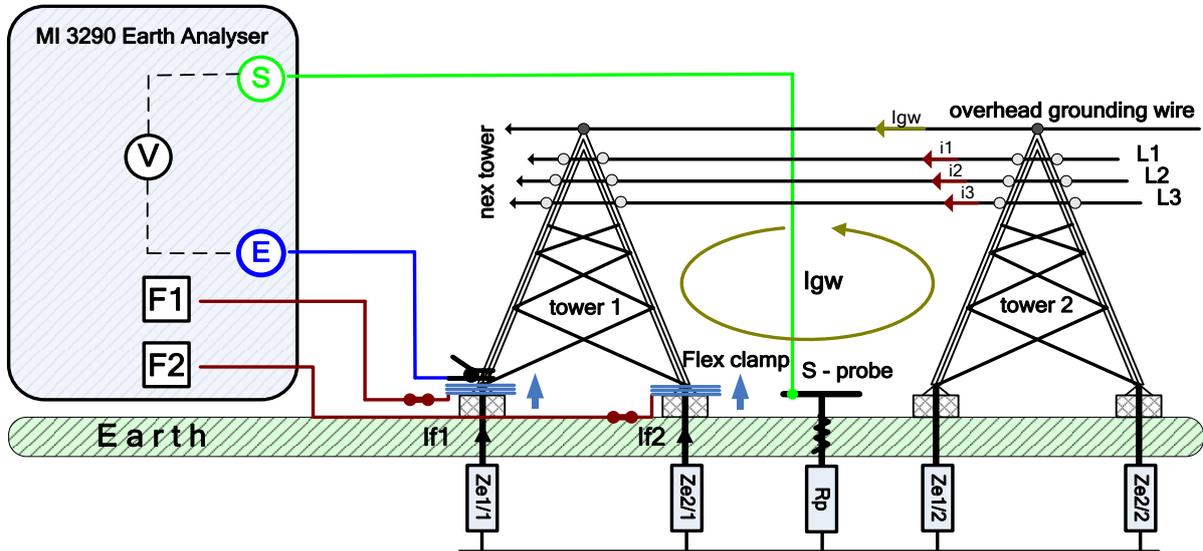


Abbildung 11.36: Beispiel passive (Stromzangen)

Während der Messung fließt ein "induktiver Strom" - I_{gw} durch $Z_{sel1/1}$, $Z_{sel2/1}$, $Z_{sel1/2}$ und $Z_{sel2/2}$ in die Erde. Ein höherer Rauschstrom verbessert das Gesamtmessergebnis. Der Spannungsabfall wird mit der Hilfpotential-Prüfspitze (S) gemessen. Der selektive Strom I_{f1-4} wird durch die vom Benutzer gewählten Erdselektroden ($Z_{sel1-4/1}$) gemessen. Die ausgewählte Erdimpedanz $Z_{sel1-4/1}$ wird aus dem Verhältnis von Spannung / Strom (externe Stromzangen - I_{f1-4}) bestimmt.

Die gesamte Erdimpedanz wird gemessen:

$$\frac{1}{Z_{tot}} = \sum_{i=1}^4 \frac{1}{Z_{sel_i/1}} = \left[\frac{1}{\Omega} \right] \quad Z_{sel_i/1} = \frac{U_{S-E}[V]}{I_{f_i}} = [\Omega] \quad \text{where: } i = [1..4]$$

Dabei sind:

- Z_{tot} Ausgewählte Gesamt- Erdimpedanz
- $Z_{sel1-4/1}$ Ausgewählte Erdimpedanz
- I_{gw} Induktiver Strom- oder Erdleiterstrom
- I_{f1-4} Gemessener Strom mit der flexiblen Stromzange
- U_{S-E} Spannung zwischen S- und E-Anschluss

Hinweis:

□ "Induktiver Strom" - I_{gw} im Beispiel ist tatsächlich ein induktiver Kopplungsstrom zwischen den Leitungen L1 (i_1), L2 (i_2), L3 (i_3) und der Erdseilschleife. Der Strom hat die gleiche Frequenz wie die L1, L2 und L3 Strom (in der Regel die Netzfrequenzen 50 Hz oder 60 Hz).

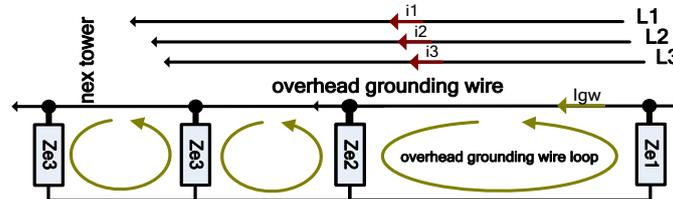


Abbildung 11.37: Ersatzschaltung für die passive (flexible Stromzangen) Messung

Die Prüfung kann im Fenster für die passive (flexible Stromzangen) Messung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Anzahl der Windungen F1 - F4, Entfernung und Grenzwert (Ztot)) bearbeitet werden.

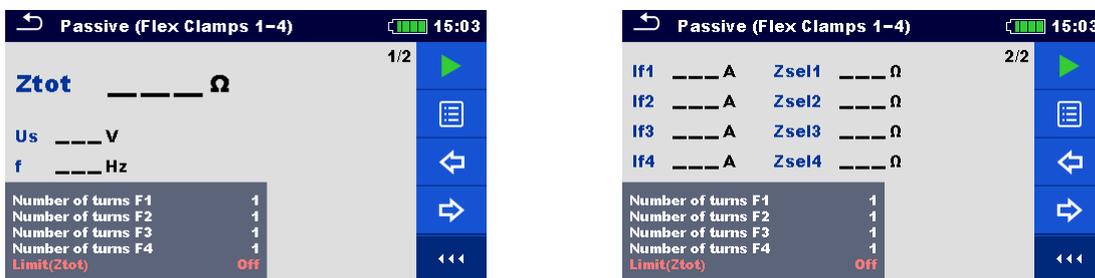


Abbildung 11.38: Menü passive (flexible Stromzangen) Messung

Prüfparameter für passive (flexible Stromzangen):

Anzahl der Windungen F1	der Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 1 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F2	der Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 2 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F3	der Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 3 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F4	der Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 4 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Entfernung (r)	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
Grenzwert (Ztot)	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 Ω - 5,00 kΩ]

Passives (flexible Stromzangen) Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion „passive (flexible Stromzangen) Messung“.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Anzahl der Windungen, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen und die flexiblen Stromzangen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu stoppen.
- Drücken Sie die Cursor-Taste, um zwischen den Grafikanzeige und Ergebnisansicht (optional) zu toggeln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).



Abbildung 11.39: Beispiel eines passiven (flexible Stromzangen) Messergebnisses - Z_{tot}



Abbildung 11.40: Beispiel der passiven (flexible Stromzangen) Messergebnisse - Z_{tot}

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.

Hinweise (Prüfspitzen):

- Die Sonden müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt gesetzt werden.

Hinweise (Flex):

- Bei Verwendung von nur einer, zwei oder drei flexiblen Stromzangen, immer eine Stromzange am F1-Anschluss (Synchronisationsanschluss) anschließen.
- Stellen Sie sicher, dass die Pfeilmarkierung auf der Zangenkupplung in die richtige Richtung für die richtige Phase zeigt.
- Vergewissern Sie sich, dass die Anzahl der Windungen korrekt in das Prüfparameter-Fenster eingegeben wurde

11.3 Spezifischer Erdungswiderstand [ρ] Messung

Die Messung wird durchgeführt, um eine genauere Berechnung von Erdungssystemen, z.B. für Hochspannungs-Verteilertürme, große Industrieanlagen, Blitzschutzanlagen usw. Für die Messung sollte eine Prüfwechselfspannung (AC) verwendet werden. Eine Prüfgleichspannung (DC) ist wegen möglicher elektrochemischer Prozesse im gemessenen Grundmaterial nicht geeignet. Der spezifische Erdungswiderstandswert wird in Ωm oder Ωft , ausgedrückt. Sein absoluter Wert hängt von der Struktur des Grundmaterials ab.

Spezifischer Erdungswiderstand	Messung	Prüfmodus	Entfernung	Grenzwert	Filter	Prüfung Spannung
ρ	Wenner - Verfahren	fix	m / ft	ja	FFT	20 / 40 V
	Schlumberger - Verfahren	fix	m / ft	ja	FFT	20 / 40 V

Tabelle 11.41: Verfügbare Messungen des spezifischen Erdungswiderstands im MI 3290

11.3.1 Allgemeines zu spezifischer Erde

Was ist der spezifische Erdungswiderstand?

Es ist der Widerstand des Erdmaterials, dass als Würfel $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m}$ geformt ist, wobei die Messelektroden an den gegenüberliegenden Seiten des Würfels angeordnet sind, siehe die folgende Abbildung.

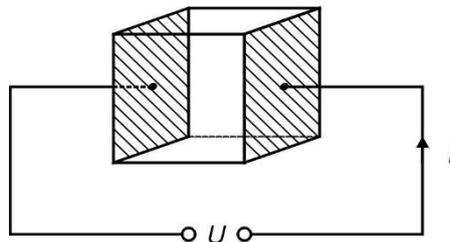


Abbildung 11.42: Darstellung des spezifischen Erdungswiderstands

Die nachfolgende Tabelle stellt die Richtwerte der spezifischen Erdungswiderstands für einige typische Grundmaterialien dar.

Art des Grundmaterials	Spezifischer Erdungswiderstand in Ωm	Spezifischer Erdungswiderstand in Ωft
Seewasser	0,5	1.6
Binnensee oder Flusswasser	10 – 100	32.8 – 328
gepflügte Erde	90 – 150	295 – 492
Beton	150 – 500	492 – 1640
nasser Kies	200 – 400	656 – 1312
feiner trockener Sand	500	1640
Kalk	500 – 1000	1640 – 3280
trockener Kies	1000 – 2000	3280 – 6562
steiniger Boden	100 – 3000	328 – 9842



11.3.2 Wenner - Verfahren

Platzieren Sie die vier Erdsonden in einer gerade Linie, in einem Abstand a voneinander und in einer Tiefe $b < a/20$. Abstand a muss zwischen 0.1 m und 49.9 m liegen. Verbinden Sie die Kabel mit den Sonden, dann mit den Anschlüssen H, S, ES und E.

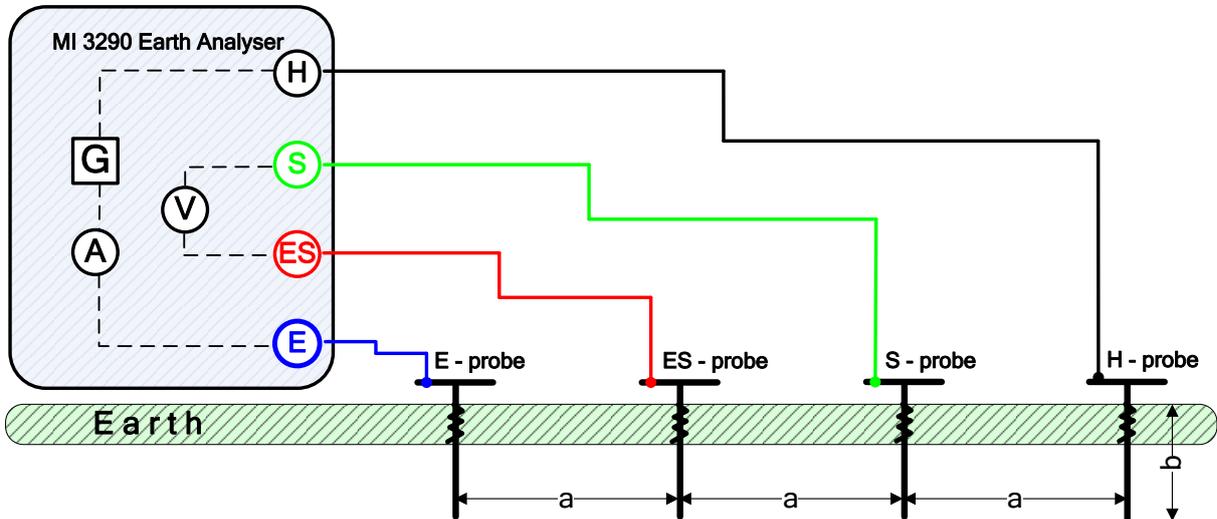


Abbildung 11.43: Beispiel Wenner - Messverfahren

Wenner - Verfahren mit gleichen Abständen zwischen Prüfspitzen:

$$b < \frac{a}{20}$$

$$\rho_{wenner} = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R_e = [\Omega m]$$

Dabei sind:

- R_e Gemessener Erdungswiderstand mit 4-poliger Methode
- a Abstand zwischen den Erdsonden
- b Tiefe der Erdsonden
- π Die Zahl π ist eine mathematische Konstante (3.14159)

Die Prüfung kann im Fenster für das Wenner - Verfahren gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Prüfspannung, Abstand a, und Grenzwert (ρ)) bearbeitet werden.

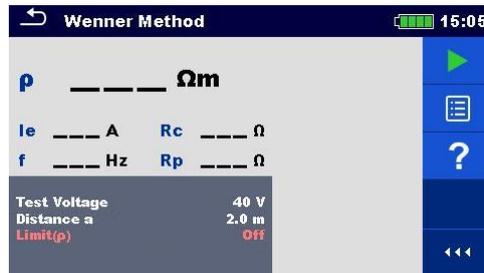


Abbildung 11.44: Menü Wenner - Messverfahren

Prüfparameter für Wenner - Methode:

Prüfspannung Prüfspannung einstellen. [20 V oder 40 V]

Längeneinheit Längeneinheit einstellen: [m oder ft]

Entfernung (a) Abstand zwischen den Erdsonden: [0.1 m – 49.9 m] or [1 ft – 200 ft]

Grenzwert (ρ) Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 Ω - 900 k Ω m]
Grenzwertauswahl: [AUS, 1 Ω ft - 900 k Ω ft]

Menü Wenner - Messverfahren

- Wählen Sie die Funktion „Wenner – Messverfahren“.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Spannung, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).



Abbildung 11.45: Beispiel Messergebnis Wenner - Verfahren

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.

Hinweise (Prüfspitzen):

- Hoher Widerstand der S- und H-Prüfspitzen könnte die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt. Die BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige entfällt.
- Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt platziert werden.



11.3.3 Schlumberger - Messverfahren

Platzieren Sie die beiden Erdsonden (ES und S) in einem Abstand d voneinander und platzieren Sie die zweiten Erdsonden (E und H) in einem Abstand a von ES und S Sonden. Alle Sonden müssen auf eine Gerade und auf eine Tiefe von b , unter Berücksichtigung der Bedingung $b \ll a, d$ eingestellt werden. Der Abstand d muss zwischen 0,1 m und 49.9 m liegen und der Abstand a muss $a > 2 \cdot d$ sein. Verbinden Sie die Kabel mit den Sonden, dann mit den Anschlüssen H, S, ES und E.

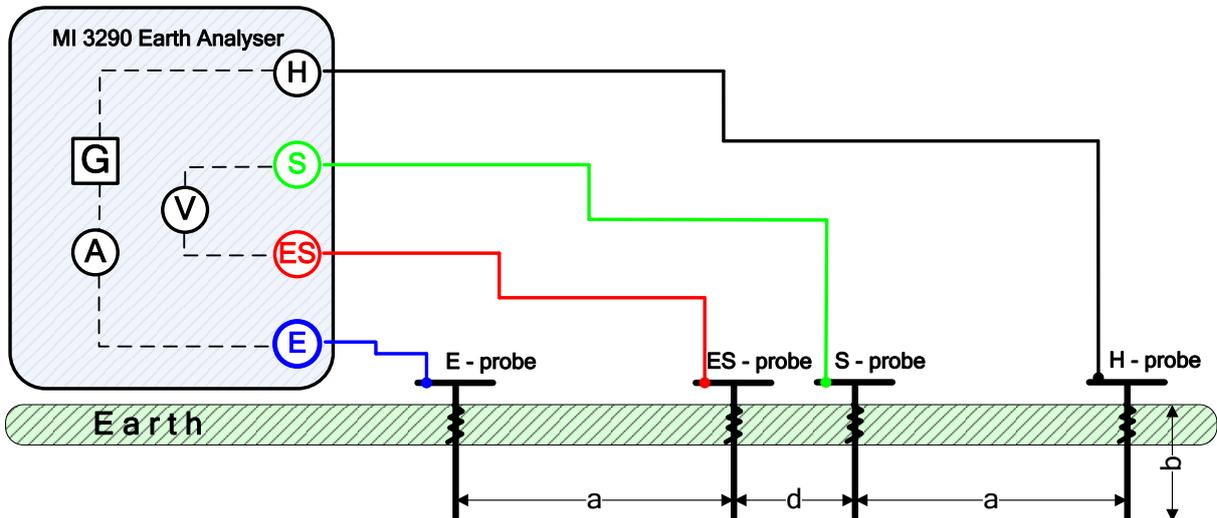


Abbildung 11.46: Beispiel Schlumberger - Verfahren

Schlumberger - Verfahren mit ungleichen Abständen zwischen Prüfspitzen:

$$b \ll a, d \quad a > 2 \cdot d$$

$$\rho_{\text{Schlumberger}} = \frac{\pi \cdot a \cdot (a + d) \cdot R_e}{d} = [\Omega m]$$

Dabei sind:

- R_e Gemessener Erdungswiderstand mit 4-poliger Methode
- a Abstand zwischen den Erdsonden (E, ES) und (H, S)
- a Abstand zwischen den Erdsonden (S, ES)
- b Tiefe der Erdsonden
- π Die Zahl π ist eine mathematische Konstante (3.14159)

Die Prüfung kann im Fenster für die Schlumberger - Verfahren gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können folgende Parameter (Prüfspannung, Abstand a, Abstand d und Grenzwert (ρ)) bearbeitet werden.

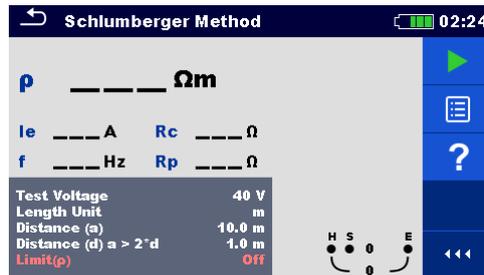


Abbildung 11.47: Menü Schlumberger - Messverfahren

Prüfparameter für Schlumberger - Verfahren:

Prüfspannung Prüfspannung einstellen. [20 V oder 40 V]

Entfernung a Abstand zwischen den Erdsonden einstellen [0.1 – 49.9 m] or [1 – 200 ft]

Entfernung d Abstand zwischen den Erdsonden einstellen [0.1 – 49.9 m] or [1 – 200 ft]

Längeneinheit Längeneinheit einstellen: [m oder ft]

Grenzwert (ρ) Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 Ω - 15 k Ω m]

Grenzwertauswahl: [AUS, 1 Ω ft - 40 k Ω ft]

Menü Schlumberger - Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion „Schlumberger – Messverfahren“.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Spannung, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

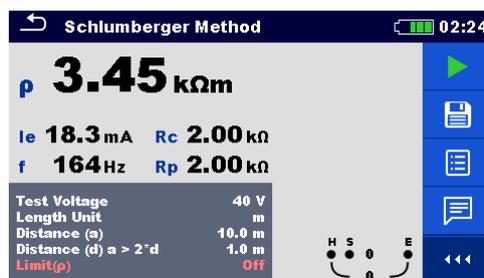


Abbildung 11.48: Beispiel Schlumberger - Verfahren
Messergebnis

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.

Hinweise (Prüfspitzen):

- Hoher Widerstand der S- und H-Prüfspitzen könnte die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt. Die BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige entfällt.
- Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt platziert werden.

11.4 Impulsimpedanz [Zp]

Die Impulsimpedanz eines Erdungssystems ist ein nützlicher Parameter, um das Verhalten bei transienten Bedingungen vorherzusagen, da es eine direkte Beziehung zwischen dem Spitzenpotentialanstieg und dem Spitzenstromanstieg ergibt.



11.4.1 Impulsmessung

Die 3-polige-Methode oder der Fall von potentiellen Methoden-Test-Konfigurationen werden typischerweise für diese Art von Tester verwendet. Die Messung erfolgt mit zwei Erdungssonden. Der Nachteil bei Verwendung von drei Leitungen ist, dass der Kontaktwiderstand des E-Anschlusses dem Ergebnis hinzugefügt wird.

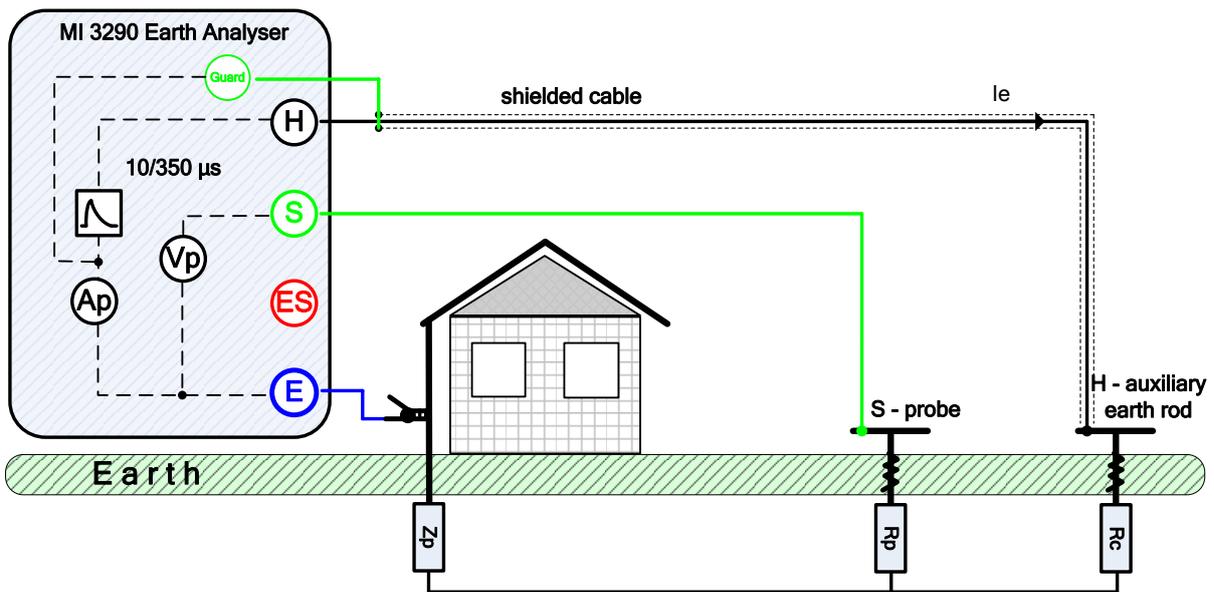
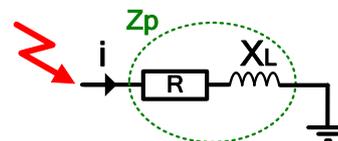


Abbildung 11.49: Beispiel Impulsmessung

Während der Messung wird ein Stromimpuls (10/350 µs) über eine Hilfssonde (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Hilfsprüfspitze (H) sollte so geringwie möglich sein, damit ein hoher Prüfstrom eingeleitet werden kann. Die Impedanz Rc kann durch die Verwendung mehrerer paralleler Prüfspitzen verringert werden. Ein höher eingeleiteter Stromimpuls verbessert die Störfestigkeit gegen störende Erdströme. Die Spannungsspitze wird mit der Potential-Prüfspitze (S) gemessen. Die Impulsimpedanz Zp wird aus dem Spannungs / Strom-Verhältnis bestimmt.

Im folgenden Beispiel wird die Impulsimpedanz gemessen:

$$Z_p = \frac{U_{peak}}{I_{peak}} - Z_{in}$$



Dabei sind:

- Z_p Impulsimpedanz
- Z_{in} Interne Impedanz des Gerätes (typisch 1 Ω)
- U_{peak} Spitzenspannung
- I_{peak} Spitzenstrom

Hinweis:

Die Stromsonde Rc und die Potentialsonde Rp werden mit einer 3-poligen Messung bei einer festen Frequenz von 3,29 kHz bei 40 VAC Leerlauf-Klemmenspannung gemessen.

Die Prüfung kann im Fenster für die Impulsmessung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können folgende Parameter (Abstand und Grenzwert (Z_p)) bearbeitet werden.

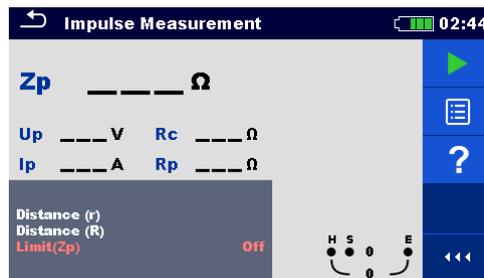


Abbildung 11.50: Menü Impulsmessung

Prüfparameter für die Impulsmessung:

Entfernung (r)	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
Entfernung (R)	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
Grenzwert (Zp)	Grenzwertauswahl: [AUS, 1 Ω - 100 Ω]

Impulsmessung Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion „Impulsmessung“.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

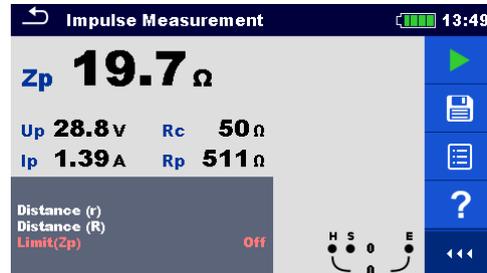


Abbildung 11.51: Beispiel das Ergebnis Impulsmessung

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.

Hinweise (Prüfspitzen):

- Hoher Widerstand der S- und H-Prüfspitzen könnte die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt. Die BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige entfällt.
- Die Sonden müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt gesetzt werden.

11.5 DC Widerstand [R]

DC Widerstand	Messung	Prüfmodus	Prüfverfahren	Grenzwert	Filter	Prüfung Strom
R	Ohm - Meter (200mA)	fix	2-Leitungen	ja	DC	200 mA
	Ohm - Meter (7mA)	kont.	2-Leitungen	ja	DC	7 mA

Tabelle 11.52: Verfügbare Messungen des DC Widerstands mit dem MI 3290



11.5.1 Ohm - Meter (200 mA) Messung

Die Widerstandsmessung wird durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Schutzmaßnahmen vor Stromschlägen mittels Potentialausgleichsverbindungen wirksam sind. Die Widerstandsmessung erfolgt mit Gleichstrom von 200 mA.

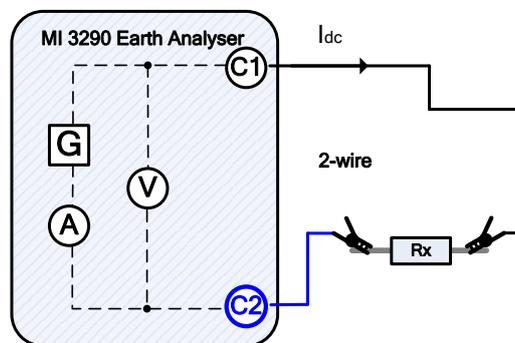


Abbildung 11.53: Beispiel Ohm - Meter (200 mA) (2- Leitungen)

Im folgenden Beispiel wird der Widerstand gemessen:

$$R = \frac{U_{DC} [V]}{I_{DC} [A]} = [\Omega]$$

Dabei sind:

R Widerstand

I_{dc} Eingeleiteter DC-Prüfstrom zwischen den Anschlüssen C1 und C2

U_{dc} Gemessene DC Spannung zwischen C1 und C2 Anschlüssen

Die Prüfung kann im Fenster für die Ohm - Meter (200 mA) Messung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können folgende Parameter (Grenzwert (R)) bearbeitet werden.

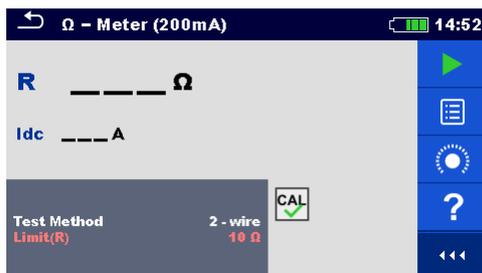


Abbildung 11.54: Menü Ohm - Meter (200 mA) Messung

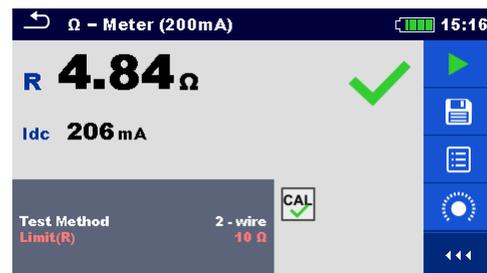


Abbildung 11.55: Beispiel Messergebnis Ohm - Meter (200 mA)

Prüfparameter für Ohm - Meter (200 mA)**Testverfahren** Testverfahren [2 - Leitungen]**Grenzwert (R)** Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 Ω - 40 Ω]**Ohm - Meter (200 mA) Messverfahren:**

- Wählen Sie die Funktion „Ohm - Meter (200 mA) Messung“
- Stellen Sie den Prüfparameter (Grenzwert) ein.
- Schließen Sie die Prüfleitungen am Messgerät an.
- Kompensieren Sie die Leitungen (optional)
- Schließen Sie die Prüfleitungen am Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

Hinweis:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!**

**11.5.2 Ohm - Meter (7 mA) Messung**

Im Allgemeinen dient diese Funktion als Standard Ω-meter mit niedrigem Prüfstrom. Die Messung erfolgt kontinuierlich ohne Polaritätsumkehr. Diese Funktion kann auch zur Durchgangsprüfung von induktiven Bauteilen angewandt werden.

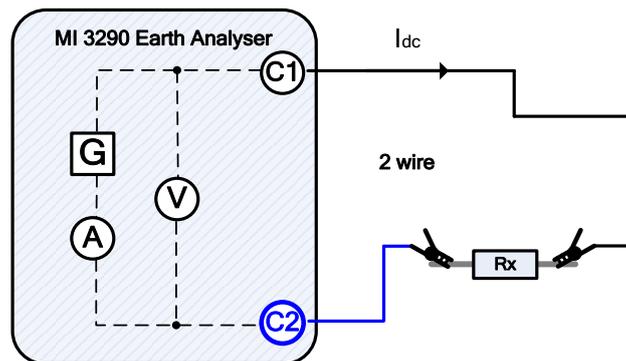


Abbildung 11.56: Beispiel Ohm - Meter (7 mA)

Im folgenden Beispiel wird der Widerstand gemessen:

$$R = \frac{U_{DC} [V]}{I_{DC} [A]} = [\Omega]$$

Dabei sind:

RWiderstand

I_{dc} Eingeleiteter Prüfstrom DC

U_{dc} Gemessene DC Spannung zwischen C1 und C2 Anschlüssen

Die Prüfung kann im Fenster für die Ohm - Meter (200 mA) Messung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können folgende Parameter (Signalton und Grenzwert (R)) bearbeitet werden.

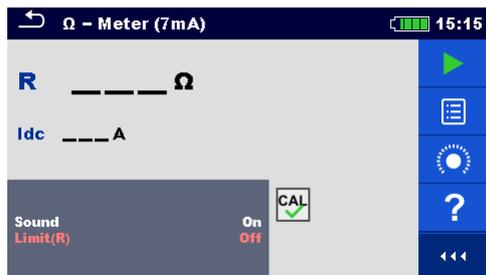


Abbildung 11.57: Menü Ohm - Meter (7 mA) Messung

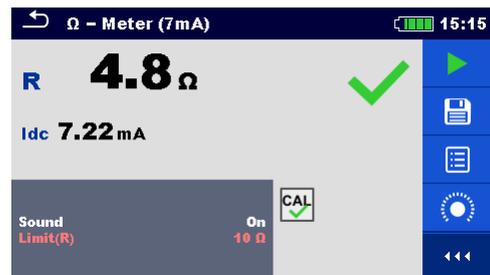


Abbildung 11.58: Messergebnis Beispiel Ohm - Meter (7 mA)

Prüfparameter für Ohm - Meter (7 mA):

Signalton [Ein / Aus]

Grenzwert (R) Grenzwertauswahl: [AUS, 1 Ω - 15,0 kΩ]

Ohm - Meter (7 mA) Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion „Ohm - Meter (7 mA) Messung“
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Signalton und Grenzwert).
- Schließen Sie die Prüflleitungen am Messgerät an.
- Kompensieren Sie den Widerstand der Prüflleitungen (optional).
- Schließen Sie die Prüflleitungen am Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu stoppen.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

Hinweis:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!

11.5.2.1 Kompensation des Widerstands der Prüflleitungen

Dieses Kapitel beschreibt, wie die Prüflleitungswiderstände bei beiden Durchgangsfunktionen (Ω - Meter 200 mA und 7 mA) kompensiert werden. Eine Kompensation ist im 2-Leitungsmode notwendig, um den Einfluss des Widerstands der Prüflleitungen und der Innenwiderstände des Geräts auf den gemessenen Widerstand zu eliminieren. Daher ist die Leitungskompensation eine sehr wichtige Funktion, um ein korrektes Ergebnis zu erhalten. Sobald die Kompensation durchgeführt

wurde, erscheint das Kompensationssymbol  auf dem Bildschirm.

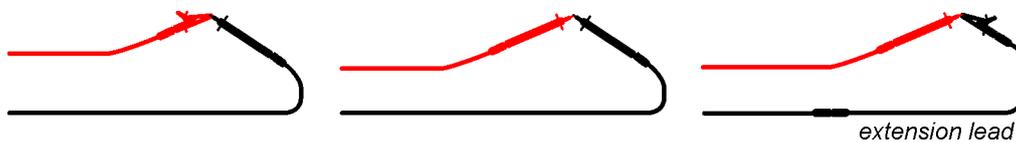
Schaltungen zum Kompensieren des Widerstands der Prüflleitungen

Abbildung 11.59: Kurzgeschlossene Prüflleitungen

Verfahren zur Kompensation des Widerstands der Prüflleitungen:

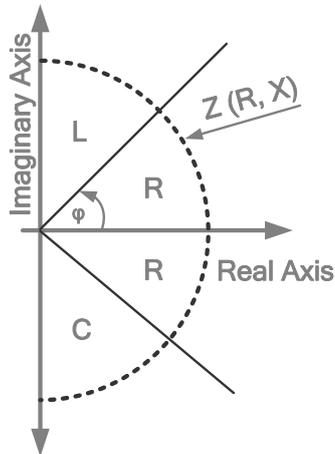
- Wählen Sie die Funktion „Ohm - Meter 200 mA“ oder 7mA.
- Schließen Sie das Prüfkabel am Messgerät an und schließen Sie die Prüflleitungen miteinander kurz, siehe **Abbildung 11.59**.
- Tippen Sie auf das Symbol , um die Leitungswiderstände zu kompensieren.

Hinweise:

- Der höchste Wert für die Leitungskompensation beträgt 5 Ω .**
- Der Strom für die Kompensation der Leitungen beträgt 200mA DC.**

11.6 AC Impedanz [Z]

Ein Impedanz - Vektor besteht aus einem Realteil (Widerstand, R) und einem imaginärteil (Blindwiderstand, X), wie in **Abbildung 11.60** dargestellt.



$$Z = R + jX = [\Omega]$$

Dabei sind:
 Z Impedanz
 R Realteil der Impedanz (Widerstand)
 jX Imaginärteil der Impedanz (Blindwiderstand)
 phi Phasenwinkel

Abbildung 11.60: Eine graphische Darstellung der komplexen Impedanz - Ebene

11.6.1 Impedanz Meter Messung

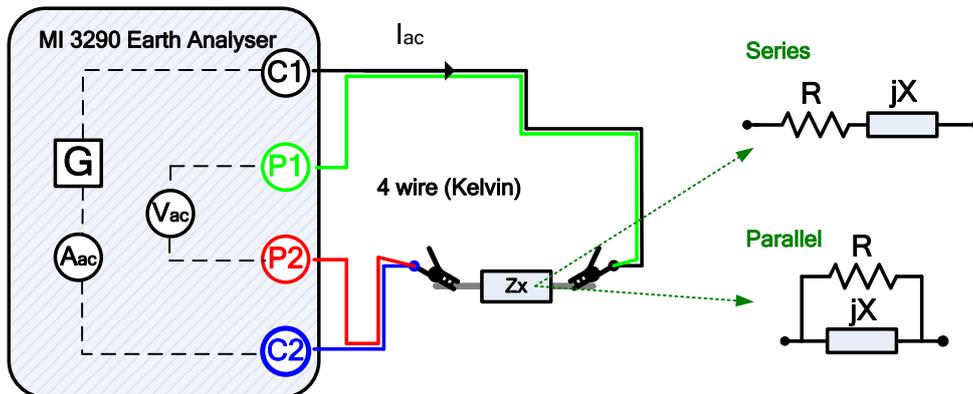


Abbildung 11.61: Beispiel Impedanz - Meter (4- Leitungen)

Im folgenden Beispiel wird die Impedanz gemessen:

$$Z = \frac{U_{AC} [V]}{I_{AC} [A]} = [\Omega]$$

Dabei sind:

Z Impedanz

I_{ac} Eingeleiteter AC-Prüfstrom zwischen den Anschlüssen C1 und C2

U_{ac} Gemessene AC Spannung zwischen P1 und P2 Anschlüssen (4-Leitungen)

SER/PAR Modellparameter:

Serien – Aktiviert das Serien-Ersatzschaltbild.

Parallel – Aktiviert den Parallel-Ersatzschaltbild

Die Prüfung kann im Fenster für die Impedanz - Meter Messung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können folgende Parameter (Prüfmodus, Prüffrequenz, Prüfspannung und Grenzwert (Z)) bearbeitet werden.

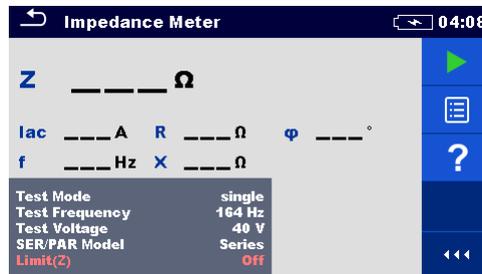


Abbildung 11.62: Menü Impedanz Meter Messung

Prüfparameter für das Impedanz Meter:

Prüfmodus	Prüfmodus einstellen: [fix, variabel]
Prüffrequenz*	Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz, 2,63 kHz, 3,29 kHz 6,59 kHz, 13,1 kHz, 15,0 kHz]
Prüfspannung	Stellen Sie die Prüfspannung ein. [20 V oder 40 V]
SER/PAR Modell	Gewünschtes Modell einstellen: [Serien oder Parallel]
Grenzwert (Z)	Grenzwertauswahl: [AUS, 1 Ω - 15,0 kΩ]

*nur Einzelprüfungsmodus.

Impedanz Meter Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion „Impedanz - Meter Messung“
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Modell, Spannung, Frequenz und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Cursor-Taste, um zwischen den Grafikansicht und Ergebnisansicht (optional) zu wechseln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

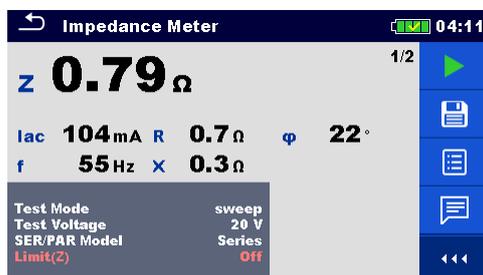


Abbildung 11.63: Beispiele für Ergebnisse Impedanz Meter Messung

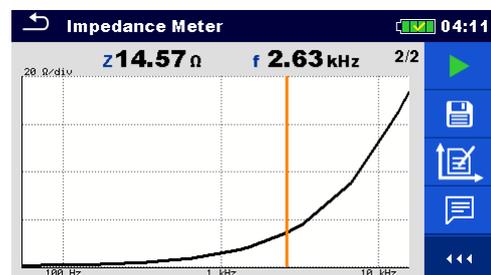


Abbildung 11.64: Beispiel grafische Darstellung für Impedanz Meter Messung

Hinweis:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!

11.7 Erdpotenzial [Us]

Eine Erdelektrode, die als Netz in den Boden eingesetzt wird, hat einen gewissen Widerstand, je nach Größe, Oberfläche (Oxide auf der Metalloberfläche) und dem Bodenwiderstand um die Elektrode. Der Erdungswiderstand ist nicht in einem Punkt konzentriert, sondern um die Elektrode verteilt. Die korrekte Erdung von freiliegenden leitfähigen Teilen stellt sicher, dass die Spannung an ihnen im Fehlerfall unterhalb des gefährlichen Niveaus bleibt.

Wenn ein Fehler auftritt, fließt ein Fehlerstrom durch die Erdelektrode ab. Eine typische Spannungsverteilung erfolgt um die Elektrode herum ("Spannungstrichter"). Der größte Teil des Spannungsabfalls ist um die Erdelektrode konzentriert. *Abbildung 11.65* Die Abbildung zeigt, wie Fehler-, Schritt- und Berührungsspannungen als Ergebnis der Fehlerströme durch die Erdelektrode / Netz im Boden fließen, auftreten können.

Fehlerströme in der Nähe von Stromverteilungsobjekten (Umspannwerken, Verteilungsmasten, Anlagen) können sehr hoch sein, bis zu 200 kA. Dies kann zu gefährlichen Schritt- und Berührungsspannungen führen. Wenn es unterirdische Metallverbindungen (beabsichtigt oder unbekannt) gibt, kann der Spannungstrichter untypische Formen erhalten und hohe Spannungen können weit von dem Ausfallpunkt entfernt auftreten. Daher muss die Spannungsverteilung im Falle eines Fehlers um diese Objekte herum sorgfältig analysiert werden.

Im folgenden Beispiel sind die Schritt- und Berührungsspannung dargestellt:

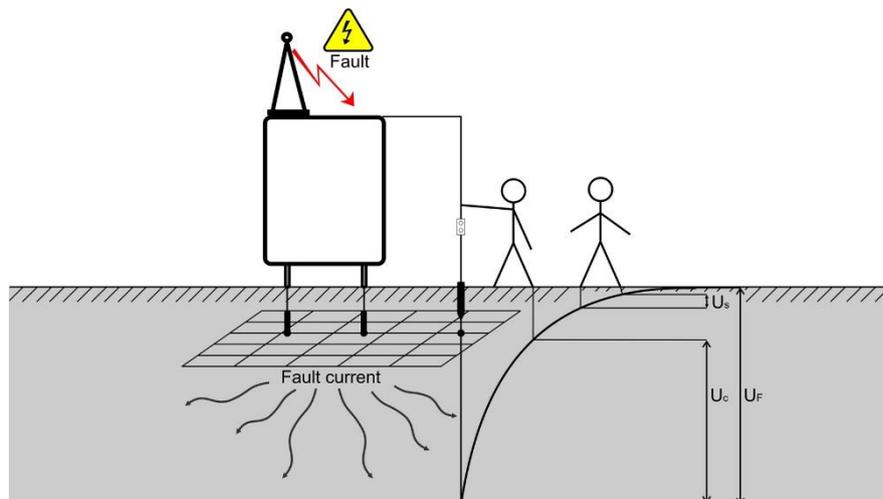


Abbildung 11.65: Gefährliche Spannungen an einem defekten Erdungssystem

Dabei sind:

U_s Schrittspannung im Falle eines Fehlerstroms

U_c Kontakt- oder Berührungsspannung im Falle eines Fehlerstroms

U_f Fehlerstromspannung

Die IEC 61140 Norm definiert folgende maximal zulässige Zeit- / Kontaktspannungsbeziehungen:

Maximale Belastungszeit	Spannung
>5 s bis ∞	$U_C \leq 50 \text{ VAC}$ oder $\leq 120 \text{ VDC}$
< 0,4 s	$U_C \leq 115 \text{ VAC}$ oder $\leq 180 \text{ VDC}$
< 0,2 s	$U_C \leq 200 \text{ VAC}$
< 0,04 s	$U_C \leq 250 \text{ VAC}$

Tabelle 11.66: Maximale Zeitdauer im Vergleich zur Fehlerstromspannung

Bei längerer Belastungsdauer müssen die Berührungsspannungen unter 50 V bleiben.



11.7.1 Potential Messung

Lokale Potentialunterschiede können einfach mit 3 - poliger Verdrahtung gemessen und Schrittgröße (m oder ft), Testfrequenz und Richtung ϕ eingestellt werden.

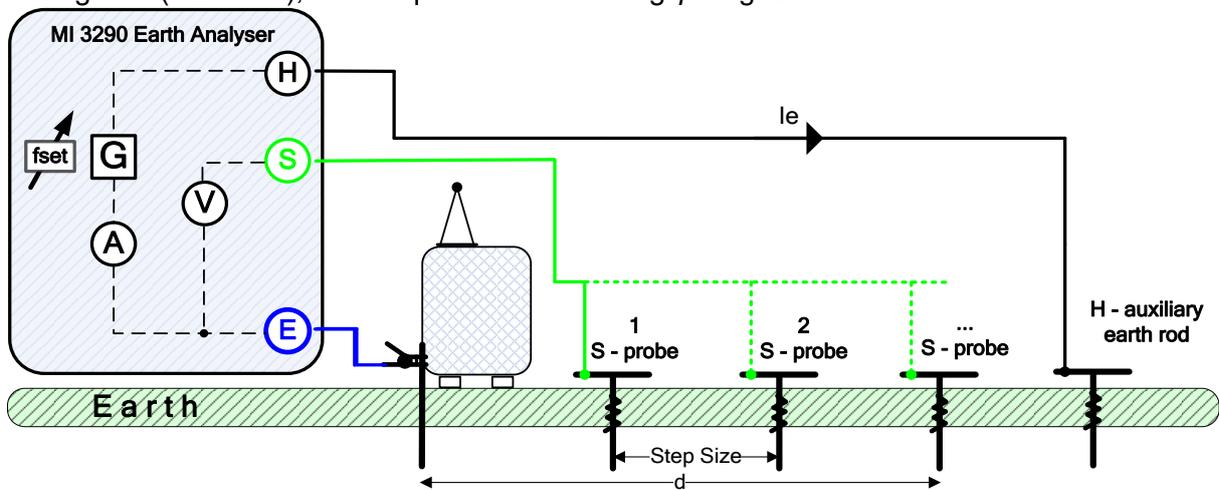


Abbildung 11.67: Potential Beispiel

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom I_e durch eine Hilfsstrom-Prüfspitze (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Hilfssprüfspitze (H) sollte so gerig wie möglich sein, damit ein hoher Prüfstrom eingeleitet werden kann. Die Impedanz R_c kann durch die Verwendung mehrerer paralleler Prüfspitzen verringert werden. Ein höher eingeleiteter Strom verbessert die Störfestigkeit gegen störende Erdströme. Der Spannungsabfall wird mit der Hilfpotential-Prüfspitze (S) gemessen.

$$U_S = U_m [V] * \frac{I_{flt}[A]}{I_e[A]} = [V]$$

Dabei sind:

U_s Potentialspannung

U_m Gemessene Potentialspannung

I_e Eingeleiteter Prüfstrom

I_{flt} Fehlerstrom

Schrittlänge Abstand zwischen benachbarten Messpunkten [fester Wert].

d Abstand zwischen dem E-Punkt und des Messungspunkts (S-Prüfspitze)

ϕ Richtung der Potentialmessung oder des Winkels ($0^\circ - 360^\circ$)

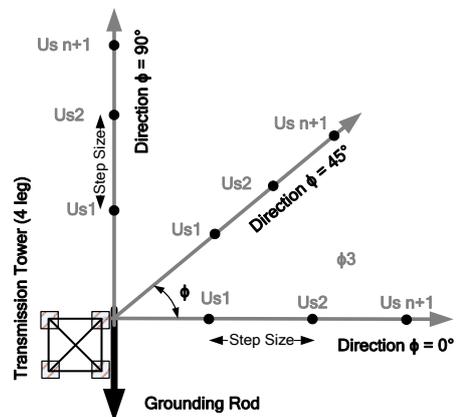
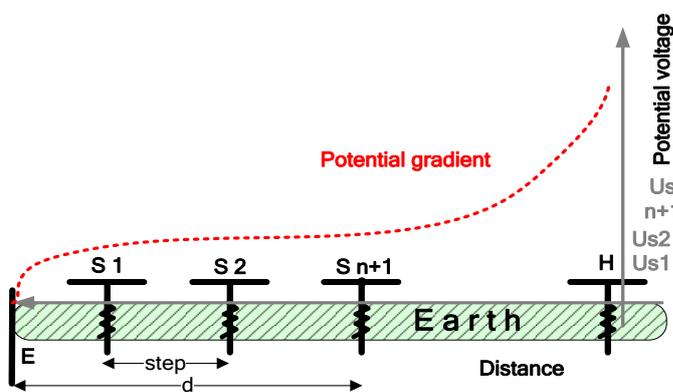
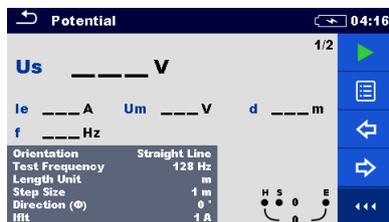
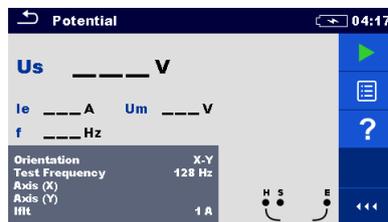
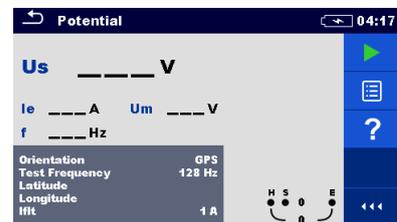


Abbildung 11.68: Beispiel Potentialgefälle (Gerade)

Abbildung 11.69: Beispiel
Potentialgefälle (um das Gebäude
herum)

Die Prüfung kann im Fenster für die Potentialmessung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die Parameter eingestellt werden.

Abbildung 11.70: Menü
Potentialmessung
(Gerade)Abbildung 11.71: Menü
Potentialmessung
(X-Y)Abbildung 11.72: Menü
Potentialmessung
(GPS)

Prüfparameter für die Potentialmessung (Gerade):

Prüffrequenz	Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz]
Längeneinheit	Längeneinheit einstellen: [m oder ft]
Schrittgröße	Entfernung zwischen den Messpunkten einstellen: [0,5 m – 5 m] oder [1 ft – 17 ft]
Richtung ϕ	Richtung der Potentialmessung oder Winkel: [0° – 360°]
Iflt	Fehlerstrom [1 A – 200 kA].

Prüfparameter für die Potentialmessung (X-Y):

Prüffrequenz	Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz].
Achse (X)	Den horizontalen Punkt eingeben (benutzerdefiniert)
Achse (Y)	Den vertikalen Punkt eingeben (benutzerdefiniert)
Iflt	Fehlerstrom [1 A – 200 kA].

Prüfparameter für die Potentialmessung (GPS):

Prüffrequenz	Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz]
Breitengrad	Den Breitengrad eingeben (benutzerdefiniert): [DD - Dezimalgrade]
Längengrad	Den Längengrad eingeben (benutzerdefiniert): [DD - Dezimalgrade]
Iflt	Fehlerstrom [1 A – 200 kA].

Potentialmessung (geradlinig) Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion Potentialmessung (Gerade Linie).
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Orientierung, Prüffrequenz, Schrittweite, Fehlerstrom,.....).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Gerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um den Test zu starten.
- Wählen Sie die Entfernung (d) mit den Pfeiltasten und stellen Sie die S-Sonde entsprechend der Einstellung ein.
- Drücken Sie die Taste Run oder Enter, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Mit dem nächsten Schritt fortfahren (Neuen Abstand (d) einstellen und S-Sonde

- entsprechend der neuen Einstellung einstellen) oder Schritt wiederholen.
- ❑ Drücken Sie die Taste Run oder Enter, um die Messung des nächsten Schrittes zu starten.
- ❑ Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- ❑ Wiederholen Sie den Vorgang wie gewünscht.
- ❑ Drücken Sie die Esc-Taste oder die Stopptaste, um den Test zu stoppen.
- ❑ Ergebnisse speichern (optional).

Hinweis:

- ❑ Das Gerät merkt sich automatisch die Ergebnisse aller Schritte der letzten Messung (gestartet aus dem Menü Einzeltests) und bietet die Möglichkeit, später Schritte hinzuzufügen / zu ändern.

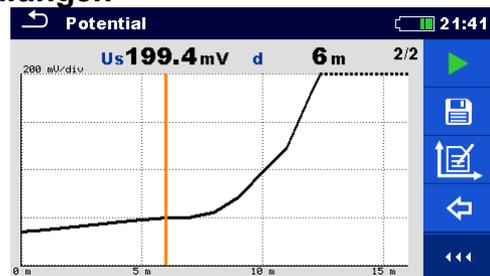
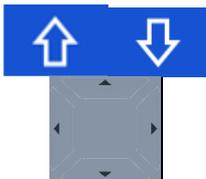
Potentialmessung (geradlinig) Schritteinstellungen

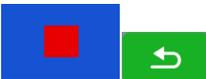
Abbildung 11.73: Beispiel das Ergebnis
Potentialmessung

Auswahl (Bei Ausführung der Potentialmessung (Gerade))

Startet den Messschritt bei einem bestimmten Abstand „d“.



Erhöht oder verringert den Parameter „d“.



Beendet die Messung und wechselt zum Ergebnis Bildschirm.

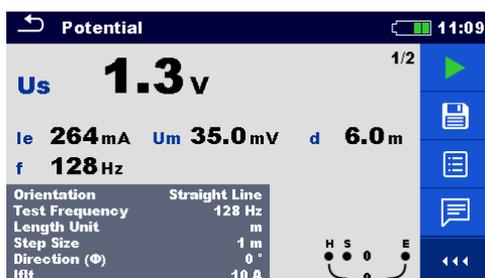


Abbildung 11.74: Beispiel Ergebnis
Potentialmessungsanzeige

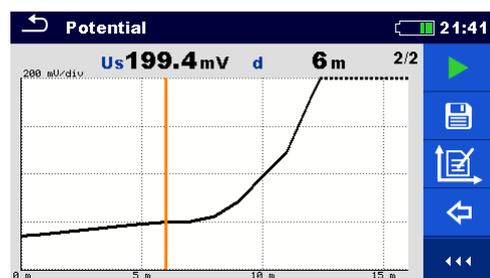


Abbildung 11.75: Beispiel das Ergebnis
Potentialmessung Graphansicht

Potentialmessung (X-Y) und (GPS) Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion Potentialmessung (X-Y) oder (GPS).
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Orientierung, Prüffrequenz, Fehlerstrom, Koordinaten,...).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Gerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Ergebnisse speichern (optional).

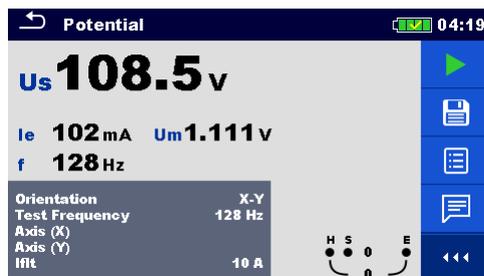


Abb. 11.76: Beispiel für ein potenzielles

.....

Abb. 11.76: Beispiel für ein potenzielles Messergebnis (X-Y)
Messergebnis (X-Y)**Hinweise:**

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.
- Die grafische Darstellung ist während der Messung nicht verfügbar.

Hinweise (Prüfspitzen):

- Hoher Widerstand der S- und H-Prüfspitzen könnte die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt. Die BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige entfällt.
- Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt platziert werden.



11.7.2 Theorie der Schritt- und Berührungsspannungen

Schrittspannung

Die Messung erfolgt zwischen zwei Erdungspunkten in einem Abstand von 1 m, wie in der Abbildung dargestellt. Die Metallplatten (S2053) simulieren die Füße. Die Spannung zwischen den Prüfspitzen wird mit einem Voltmeter (MI 3295M) mit einem Innenwiderstand von 1 k Ω , der den Körperwiderstand simuliert, gemessen.

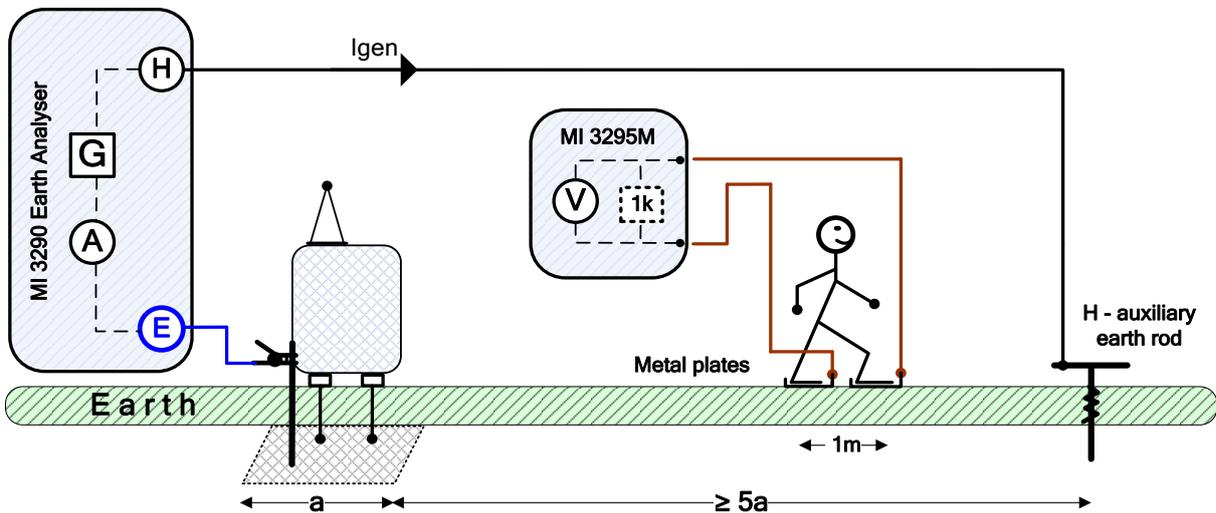


Abbildung 11.78: Beispiel Schrittspannung

Berührungsspannung

Die Messung erfolgt zwischen einem zugänglichen, geerdeten Metallteil und dem Boden im Abstand von 1 m, wie in der Abbildung dargestellt. Die Spannung zwischen den Metallplatten (S2053) wird mit einem Voltmeter (MI 3295M) mit einem Innenwiderstand von 1 k Ω , der den Körperwiderstand simuliert, gemessen.

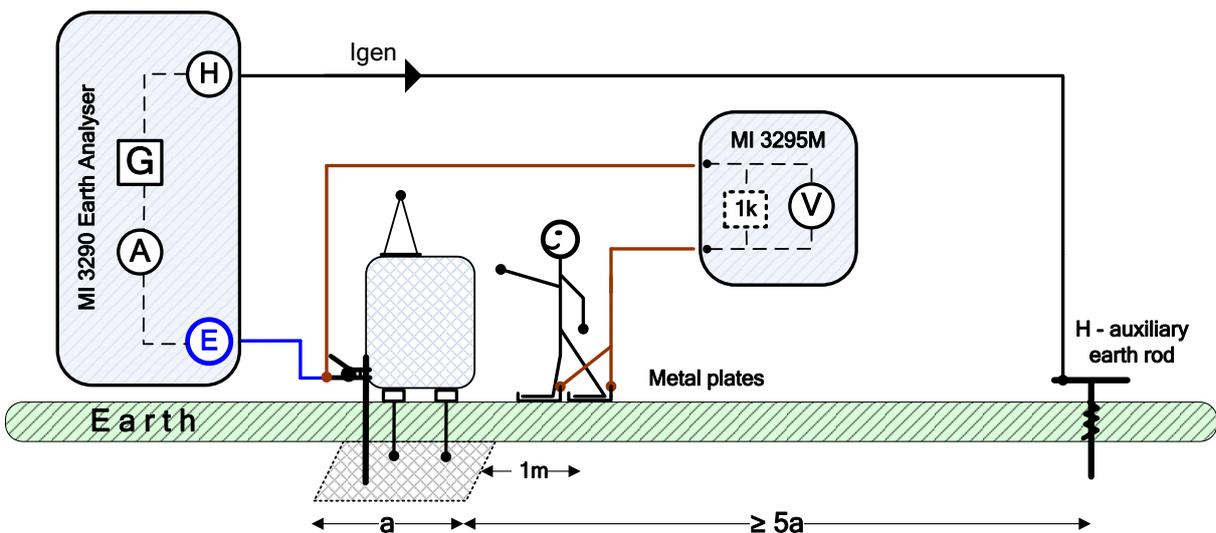


Abbildung 11.79: Beispiel Berührungsspannung

S&T Stromquelle

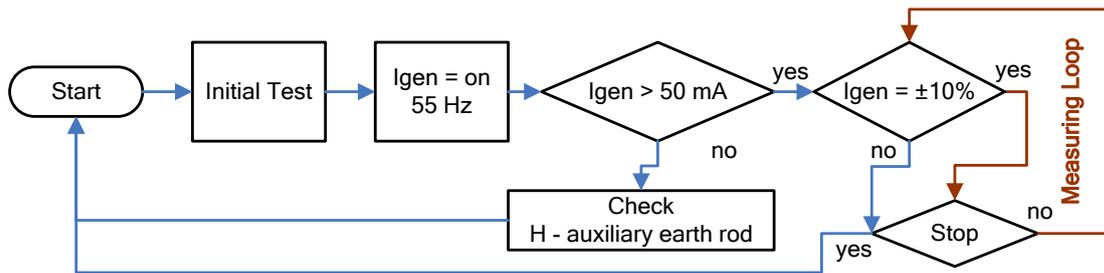


Abbildung 11.80: S & T Stromquellen Flussdiagramm

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom (55 Hz) I_{gen} durch eine Hilfssonde (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Hilfsprüfspitze (H) sollte so niedrig wie möglich sein, damit ein hoher Prüfstrom eingeleitet werden kann. Die Impedanz R_c kann durch die Verwendung mehrerer paralleler Prüfspitzen verringert werden. Ein höher eingeleiteter Strom verbessert die Immunität gegen störende Erdströme. Der Spannungsabfall wird mit Hilfe des MI 3295M (hochempfindliches 55 Hz Volt - Meter) gemessen. Da der Prüfstrom üblicherweise nur einen kleinen Bruchteil des höchsten Fehlerstroms beträgt, müssen die gemessenen Spannungen nach folgender Gleichung skaliert werden:

$$U_{s,t} = U_m(\text{MI 3295M}) \cdot \frac{I_{fault}}{I_{gen}(\text{MI 3290})}$$

Dabei sind:

- $U_{s,t}$ Berechnete Schritt- oder Berührungsspannung im Falle eines Fehlerstroms
 U_m Prüfspannungsabfall MI 3295M Volt-Meter
 I_{fault} Fehlerstrom einstellen (maximaler Erdstrom im Fehlerfall)
 I_{gen} Prüfstrom zwischen H (C1) und E (C2) Anschluss eingespeist

Die Prüfung kann im Fenster für die S&T Stromquelle gestartet werden.

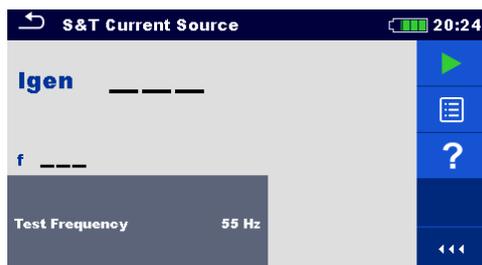


Abbildung 11.81: Menü S&T Stromquelle

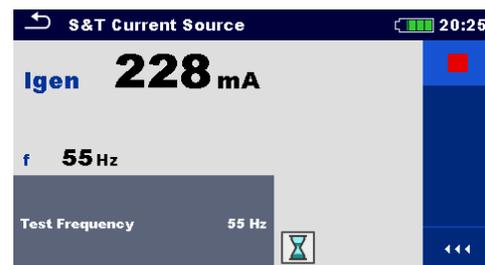


Abbildung 11.82: Beispiel Menü S&T Stromquelle Ergebnis

S&T Stromquelle Messverfahren

- Wählen Sie die S&T Stromquelle.
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu stoppen.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!**
- MI 3290 ist nur eine Stromquelle Für die Spannungsmessung U_m und für den Schritt-, Berührungsspannungs-Berechnung muss der Benutzer das MI 3295M Instrument verwenden.**



11.8 Hochspannungsmast - Erdleitungsprüfung (PWGT)

11.8.1 PGWT - Messung

Die PGWT-Messung wird durchgeführt, um die Verbindung des Hochspannungsmasts zu überprüfen.

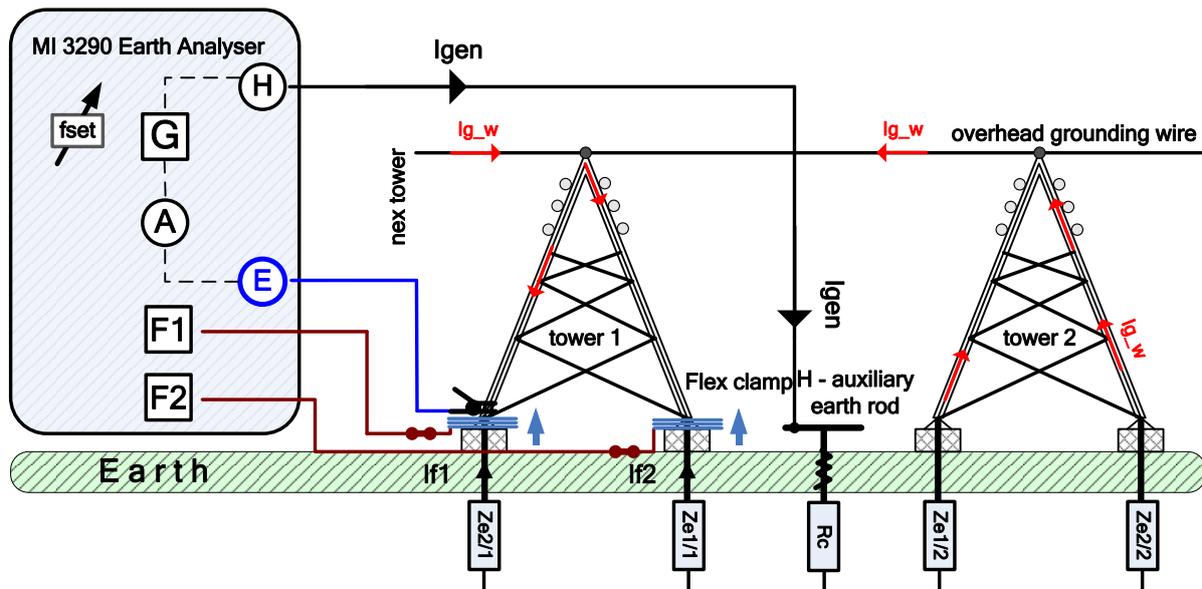


Abbildung 11.83: Beispiel Hochspannungsmast - Erdleitungsprüfung (PWGT)

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom I_{gen} durch eine Hilfssonde (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Prüfspitze (H) sollte so gering wie möglich sein, damit ein hoher Prüfstrom eingeleitet werden kann. Die Impedanz R_c kann durch die Verwendung mehrerer paralleler Prüfspitzen verringert werden. Ein höher eingeleiteter Strom verbessert die Störfestigkeit gegen störende Erdströme.

In dem folgenden Beispiel wird der Strom I_{g_w} gemäß folgender Gleichung gemessen:

$$I_{g_w} = I_{gen} [\text{mA}] - I_{f_sum} [\text{mA}] = [\text{mA}]$$

$$I_{f_sum} = I_{f1} [\text{mA}] + I_{f2} [\text{mA}] = [\text{mA}]$$

Dabei sind:

- I_{gw} Strom im Erdseil
- I_{gen} Generatorstrom (eingeleiteter Prüfstrom)
- I_{f_sum} Gesamtstrom Flexible Stromzange

Die Prüfung kann im Fenster Hochspannungsmast - Erdleitungsprüfung gestartet werden. Vor der Durchführung der Prüfung können folgende Parameter bearbeitet werden (Prüfmodus, Frequenz und Anzahl der Windungen F1 - F4)

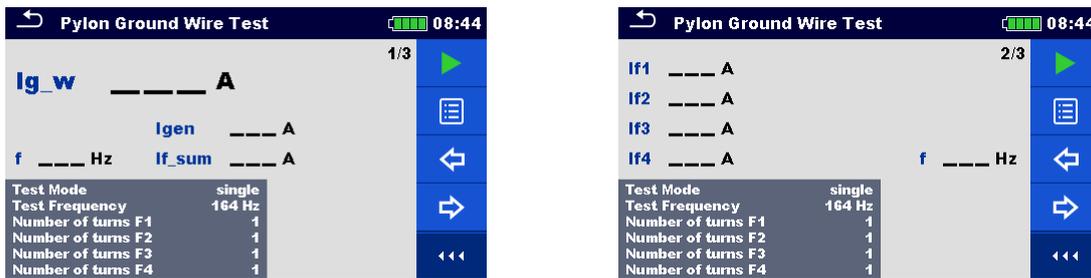


Abbildung 11.84: Menü Hochspannungsmast - Erdleitungsprüfung

Prüfparameter für die Hochspannungsmast - Erdleitungsprüfung

Prüfmodus	Prüfmodus einstellen: [fix, variabel]
Prüffrequenz	Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz, 2,63 kHz, 3,29 kHz, 6,59 kHz]
Anzahl der Windungen F1	Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 1 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F2	Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 2 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F3	Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 3 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F4	Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 4 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Hochspannungsmast - Erdleitungsprüfung (PWGT) Messverfahren

- Wählen Sie die Funktion Erdleitungsprüfung Hochspannungsmast
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Modus, Frequenz, Anzahl der Windungen 1-4).
- Schließen Sie die Messleitungen und die flexiblen Stromzangen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Cursor-Taste, um zwischen den Grafikansicht und Ergebnisansicht (optional) zu wechseln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

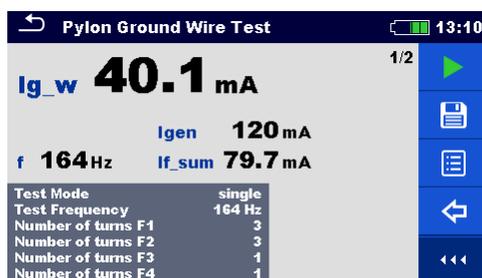


Abbildung 11.85: Beispiel für Hochspannungsmast Erdleitungsprüfung Ergebnis – I_{g_w}

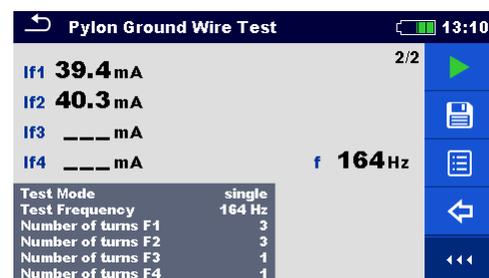


Abbildung 11.86: Beispiel für Hochspannungsmast Erdleitungsprüfung Ergebnis – $I_{f(1-4)}$

Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall zeigt das Messgerät die Warnung „Rauschen“ an.

Hinweise (Prüfspitzen):

- Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt platziert werden.

Hinweise (Flex):

- Bei Verwendung von nur einer, zwei oder drei flexiblen Stromzangen, immer eine Stromzange am F1-Anschluss (Synchronisationsanschluss) anschließen.
- Stellen Sie sicher, dass die Pfeilmarkierung auf der Zangenkupplung in die richtige Richtung für die richtige Phase zeigt.
- Vergewissern Sie sich, dass die Anzahl der Windungen korrekt in das Prüfparameter-Fenster eingegeben wurde

11.9 Strom [I]

Strom	Messung	Prüfmodus	Nennfrequenz	Filter	Max. Messbereich
I_c, I_{f1}, I_{f2}, I_{f3}, I_{f4}	Stromzangen-Meter RMS	kont.	45 Hz – 1,5 kHz	RMS	7,99 A
	Flexibles Stromzangen-Meter RMS	kont.	45 Hz – 1,5 kHz	RMS	49,9 A (1 Windung)

Tabelle 11.87: Verfügbare Strom RMS-Messungen im MI 3290

Stromzangen-Meter RMS

Diese Funktion dient zur Messung von Wechselströmen (Leckströme, Lastströme, Störströme) mit Stromzange.

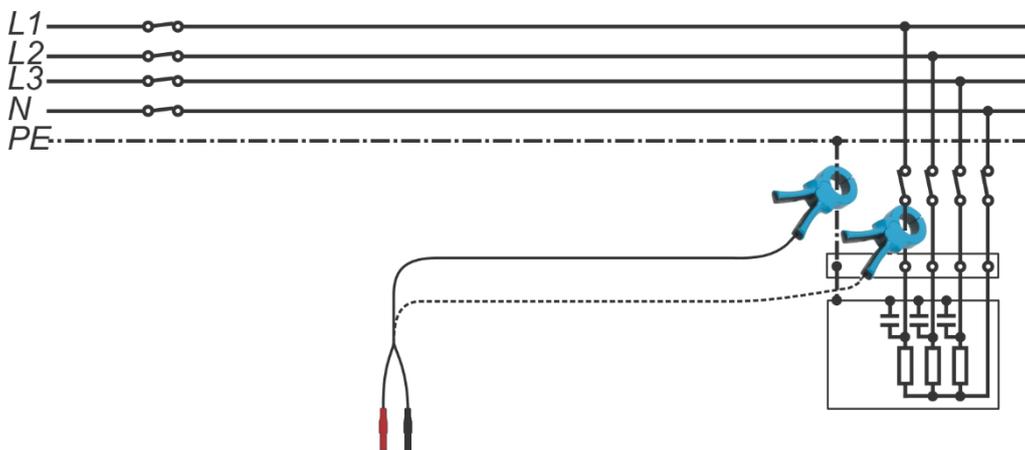


Abbildung 11.88: Beispiel Stromzangen-Meter RMS

Flexibles Stromzangen-Meter RMS

Diese Funktion dient zur Messung von Wechselströmen (Leckströme, Lastströme, induktiven Strömen) mit der flexiblen Stromzange. Umwickeln Sie das Messobjekt mit der Stromzange.

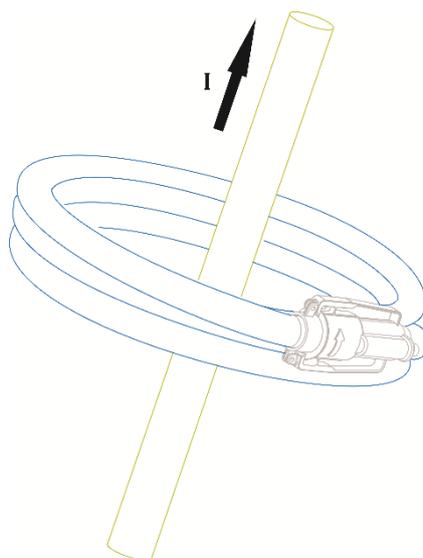


Abbildung 11.89: Beispiel Flexibles Stromzangen-Meter RMS



11.9.1 Stromzangen-Meter RMS Messung

Die Prüfung kann im Fenster für die Stromzangen-Meter RMS Messungen gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgende Parameter (Mess-Stromzangentyp und Grenzwert (Ic)) bearbeitet werden.

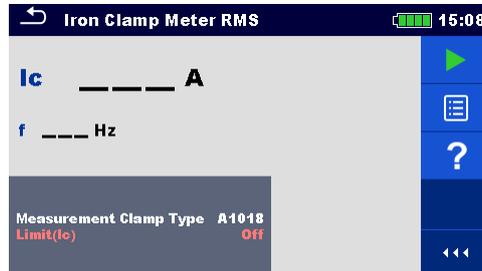


Abbildung 11.90: Menü flexibles Stromzangen-Meter RMS Messung

Prüfparameter flexibles Stromzangen-Meter RMS

Mess- Stromzangen-Typ einstellen: [A1018]

Stromzangentyp

Grenzwert (Ic) Grenzwertauswahl: [AUS, 10 mA – 9,00 A]

Stromzangen-Meter RMS Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion Stromzangen-Meter RMS Messung.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Stromzangen-Typ und Grenzwert).
- Schließen Sie die Stromzangen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu stoppen.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

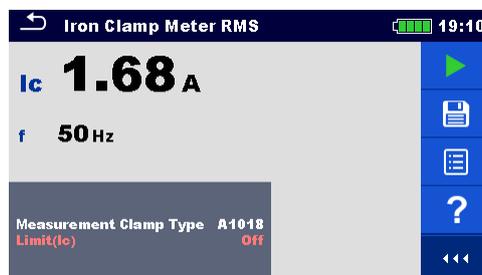


Abbildung 11.91: Beispiel Metallklemmen-Meter RMS Messergebnis

Hinweis:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!**



11.9.2 Flexible Stromzangen-Meter RMS Messung

Die Prüfung kann im Fenster für die flexible Stromzangen-Meter RMS Messung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Anzahl der Windungen F1 - F4) bearbeitet werden.

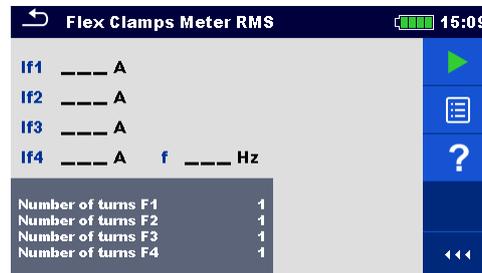


Abbildung 11.92: Menü flexible Stromzangen-Meter RMS Messung

Prüfparameter Flexibles Stromzangen-Meter RMS

Anzahl der Windungen F1	der Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 1 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F2	der Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 2 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F3	der Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 3 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F4	der Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 4 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Menü flexible Stromzangen-Meter RMS Messverfahren

- Wählen Sie die Funktion flexibles Stromzangen-Meter RMS Messung.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Anzahl der Windungen 1-4).
- Schließen Sie die Stromzangen an das Messgerät und an das Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu stoppen.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

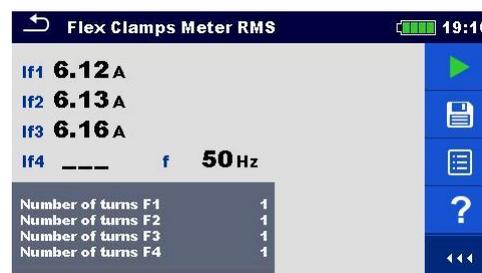


Abbildung 11.93: Beispiel flexibles Stromzangen-Meter RMS Messergebnis

Hinweis:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!

Hinweise (Flex):

- Bei Verwendung von nur einer, zwei oder drei flexiblen Stromzangen, immer eine Stromzange am F1-Anschluss (Synchronisationsanschluss) anschließen.
- Stellen Sie sicher, dass die Pfeilmarkierung auf der Zangenkupplung in die richtige Richtung für die richtige Phase zeigt.
- Vergewissern Sie sich, dass die Anzahl der Windungen korrekt in das Prüfparameter-Fenster eingegeben wurde

11.10 Spannung [V]

Spannung/ Frequenz	Messung	Test modus	Messfrequenz	Filter	Max. Messreichweite
Uh, Us, Ues, f	Volt Meter RMS	cont.	40 Hz – 4,5 kHz	RMS	55 V

Table 11.74: zugängliche Spannungs-RMS Messungen im MI 3290

Voltmeter RMS

Diese Funktion ist für die Messung von Spannungsrauschen mit den Anschlussklemmen H, S, ES zu E vorgesehen.

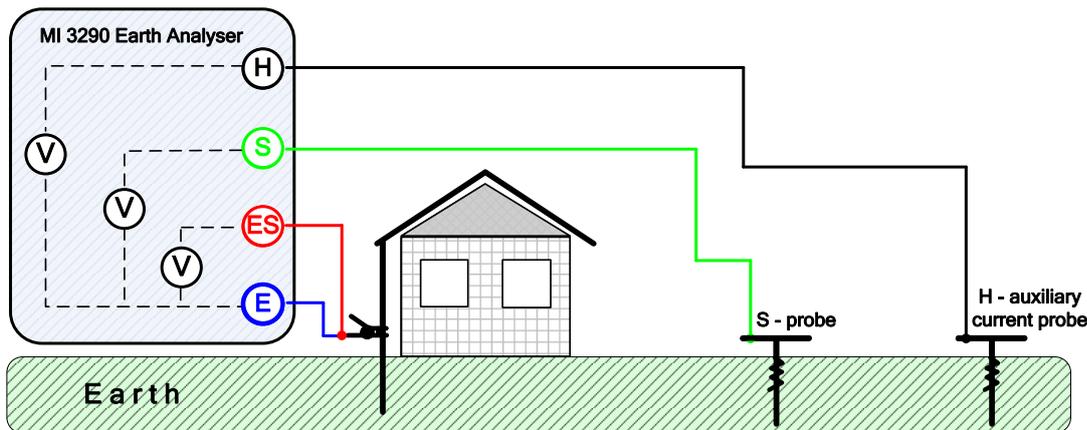


Abb. 11.95 Voltmeter RMS Beispiel

11.10.1 Voltmeter-RMS Messung

Der Test kann aus dem Fenster RMS-Messung des Spannungsmessers gestartet werden.

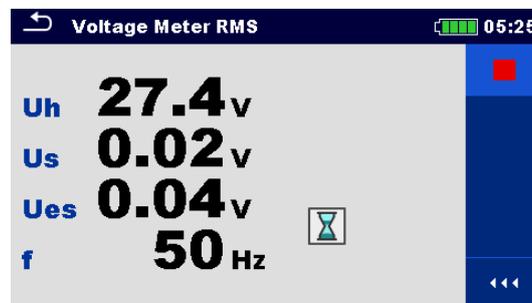


Abb. 11.96: Beispiel für ein RMS-Messergebnis des Spannungsmessers

Spannungsmesser RMS-Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion Spannungsmesser RMS-Messung.
- Verbinden Sie das Gerät mit dem Prüfobjekt.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu stoppen.
- Ergebnisse speichern (optional).

Hinweise:

- Die Frequenz wird an der Klemme mit der höchsten gemessenen Spannung gemessen.
- Beachten Sie beim Start der Messung die angezeigten Warnungen!

11.11 Checkbox (Kontrollkasten)

Die Checkbox (Kontrollkasten) bietet eine einfache und effektive Möglichkeit, den Erdungs Analyser und dessen Zubehör, vor allem die Stromzangen und die flexible Stromzangen, zu überprüfen.

Checkbox	Messung	Prüfmodus	LF	HF	Filter	Prüfungsspannung
Uh, Us, Ues, f, Igen, Ic, If1, If2, If3, If4	Volt – Meter Prüfung	fix	55 Hz	15 kHz	FFT	20/40 V
	Ampere – Meter Prüfung	fix	55 Hz	15 kHz	FFT	20/40 V
	Stromzangen, flexible Stromzangen Prüfung	fix	55 Hz	1,5 kHz	FFT	20/40 V

Tabelle 11.97: Verfügbare Checkbox- Messungen mit dem MI 3290

Hinweis:

□ Die Checkbox -- Funktion sollte verwendet werden, um sicherzustellen, dass das Messgerät korrekt zwischen den Kalibrierungen funktioniert, dennoch sollte sie nicht als Ersatz für die vollständige Kalibrierung des Herstellers am Gerät angesehen werden.

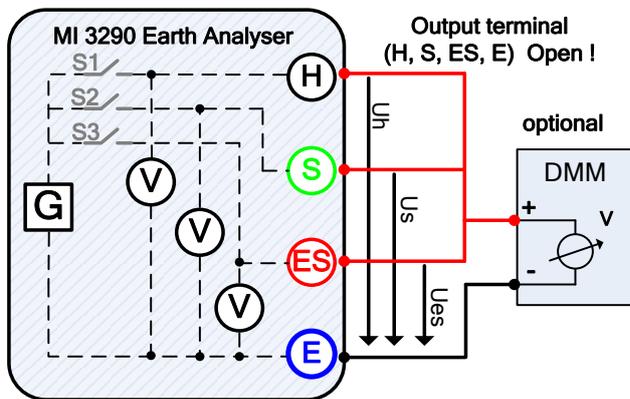


Abbildung 11.98: Beispiel Checkbox (Kontrollkasten) Messungen Volt-Meter

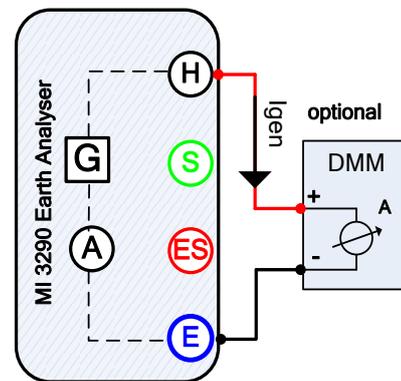


Abbildung 11.99: Beispiel Checkbox (Kontrollkasten) -- Messungen Ampere-Meter

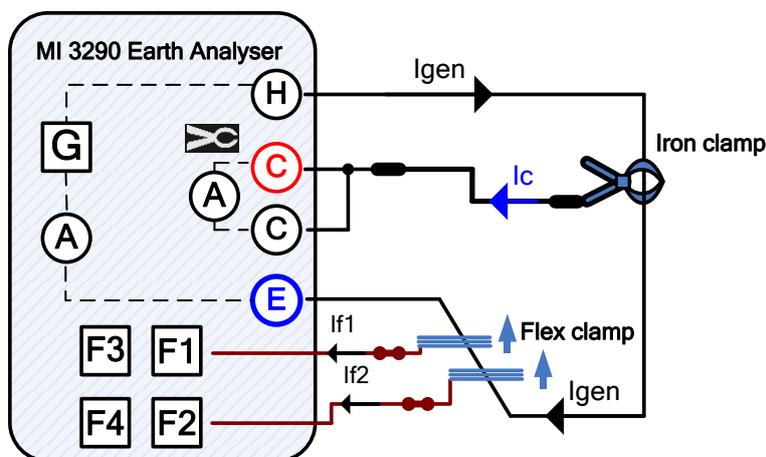


Abb. 11.100: Beispiel Checkbox (Kontrollkasten) - Messungen Stromzange, Flexible Stromzange



11.11.1 Volt - Meter Prüfung

Die Prüfung kann im Fenster für die Volt - Meter Prüfung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Prüfspannung und Prüffrequenz) bearbeitet werden. Die Ausgangsbuchsen H, S, ES und E müssen geöffnet sein.

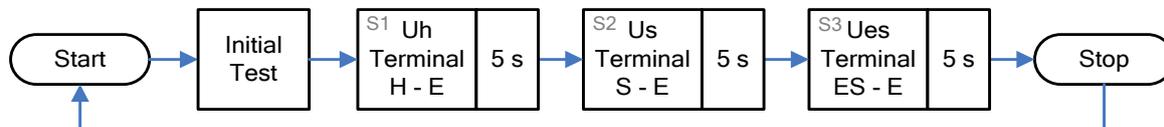


Abbildung 11.101: Volt-Meter Prüfung Flussdiagramm

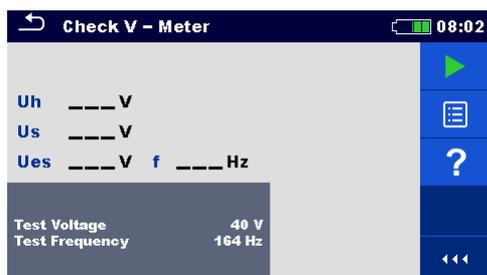


Abbildung 11.102: Menü Prüfung Volt - Meter
Messung

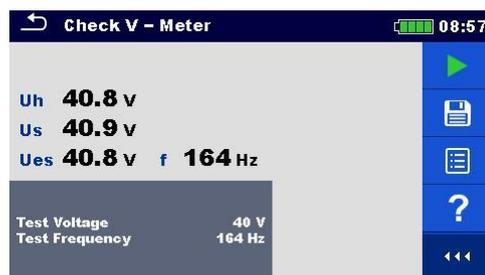


Abbildung 11.103: Beispiel Prüfung Volt -
Meter
Messergebnis

Prüfparameter für die Volt - Meter Prüfung:

Prüfspannung Prüfspannung einstellen. [20 V oder 40 V]

Prüffrequenz Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz, 2,63 kHz, 3,29 kHz, 6,59 kHz, 13,1 kHz, 15,0 kHz]

Volt - Meter Prüfung, Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion Volt - Meter Prüfung
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Spannung und Frequenz).
- Trennen Sie das Zubehör von den Anschlüssen H, S, ES und E und verbinden Sie das Referenz-Volt-Meter.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Werten Sie die Messergebnisse aus.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).



11.11.2 Ampere - Meter Prüfung

Die Prüfung kann im Fenster für die Ampere - Meter Prüfung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können folgende Parameter (Prüfspannung und Prüffrequenz) bearbeitet werden. Die Ausgangsbuchsen H und E müssen mit dem Referenz Ampere-Meter kurzgeschlossen werden.

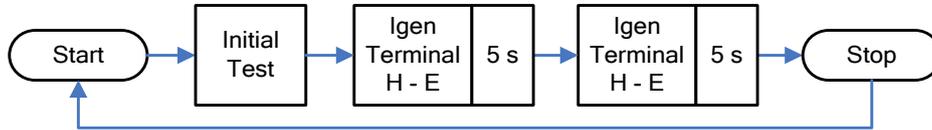


Abbildung 11.104: Ampere-Meter Prüfung Flussdiagramm

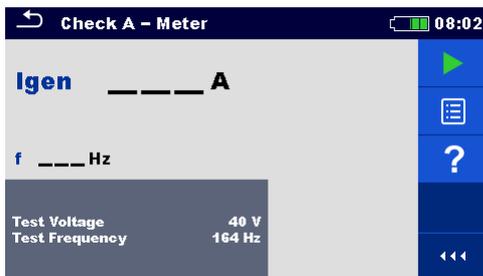


Abbildung 11.75: Menü Ampere - Meter Prüfung



Abbildung 11.76: Beispiel Ampere - Meter Prüfergebnis

Prüfparameter für die Ampere – Meter Prüfung:

Prüfspannung Prüfspannung einstellen. [20 V oder 40 V]

Prüffrequenz Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz, 2,63 kHz, 3,29 kHz 6,59 kHz, 13,1 kHz, 15,0 kHz]

Ampere - Meter Prüfung, Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion Ampere - Meter Prüfung
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Spannung und Frequenz).
- Schließen Sie die H- und E-Buchsen mit dem Referenz Ampere-Meter kurz.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Werten Sie die Messergebnisse aus.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).



11.11.3 Stromzangen, flexible Stromzangen Prüfung

Die Prüfung kann im Fenster für die Stromzangen, flexible Stromzangen - Prüfung gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Mess-Stromzangentyp, Prüffrequenz, Anzahl der Windungen F1 - F4) bearbeitet werden. Die Ausgangsbuchsen H und E müssen kurzgeschlossen sein.



Abbildung 11.107: Menü Stromzangen, flexible Stromzangen - Prüfung



Abbildung 11.108: Beispiel Stromzangen, flexible Stromzangen - Prüfung Ergebnis

Prüfparameter für die Stromzangen, flexible Stromzangen Prüfung:

Mess-Stromzangentyp	Stromzangentyp einstellen: [A1018]
Prüfspannung	Prüfspannung einstellen. [20 V oder 40 V]
Prüffrequenz	Prüffrequenz einstellen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1.31 kHz, 1.50 kHz]
Anzahl der Windungen F1	Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 1 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F2	Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 2 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F3	Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 3 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
Anzahl der Windungen F4	Anzahl der Windungen für die Anschlussbuchse Flex 4 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Stromzangen, flexible Stromzangen Prüfung, Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion Stromzangen, Flexible Stromzangen Prüfung.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Stromzangentyp, Frequenz, Anzahl der Windungen 1-4).
- Schließen Sie die H und E Anschlüsse kurz.
- Verbinden Sie die Stromzangen / Flexible Stromzangen mit dem Messgerät und umwickeln Sie den Draht, der die H- und E-Anschlüsse kurzschließt.
- Drücken Sie die Start /Stopp (Run) - Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Werten Sie die Messergebnisse aus. (Vergleichen Sie es mit dem angezeigten I_{gen} Strom).
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

Hinweis:

- Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise nach dem Start der Messung!

Hinweise (Flexibel):

- Bei Verwendung von nur einer, zwei oder drei flexiblen Stromzangen, immer eine Stromzange am F1-Anschluss (Synchronisationsanschluss) anschließen.
- Stellen Sie sicher, dass die Pfeilmarkierung auf der Zangenkupplung in die richtige Richtung für die richtige Phase zeigt.
- Vergewissern Sie sich, dass die Anzahl der Windungen korrekt in das Prüfparameter-Fenster eingegeben wurde

12 Auto Sequences®

Im Menü Auto Sequences® können vorprogrammierte Sequenzen von Messungen durchgeführt werden. Die Abfolge der Messungen, die zugehörigen Parameter und Ablauf der Sequenz kann programmiert werden. Die Ergebnisse einer Auto Sequence® Prüfung können im Speicher zusammen mit allen zugehörigen Informationen gespeichert werden.

Auto Sequences® können mit der Metrel ES Manager-Software auf dem PC vorprogrammiert und in das Messgerät geladen werden. Am Messgerät können die Parameter und Grenzwerte der einzelnen Einzelprüfungen in der Auto Sequence® geändert / eingestellt werden.

12.1 Auswahl der Auto Sequence®

Zuerst muss die Auto Sequence® Liste aus dem Menü Auto Sequence® Gruppen ausgewählt werden. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.8 Auto Sequence® Gruppen**. Die Auto Sequences® die durchgeführt werden soll, kann im Hauptmenü Auto Sequences® ausgewählt werden. Dieses Menü kann mit Ordnern, Unterordnern und Auto Sequences® strukturiert organisiert werden.

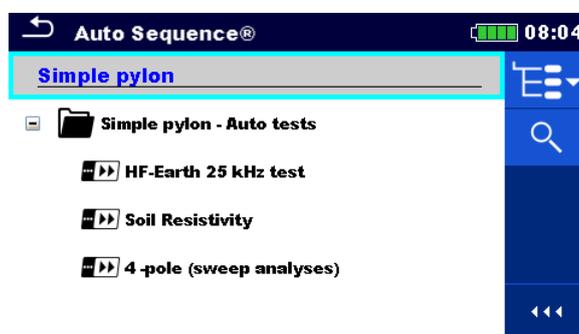


Abbildung 12.1: Hauptmenü Auto Sequence®

Auswahl



Öffnet das Eingabe-Menü für weitere Detailansicht der ausgewählten Auto Sequence®.

Diese Option sollte verwendet werden, um die Parameter / Grenzwerte der jeweiligen Auto Sequence® zu bearbeiten. Für weitere Informationen siehe Kapitel **12.2.1 Menü Auto Sequence® Gruppen** Anzeige .



Startet die ausgewählten Auto Sequence®.

Das Messgerät beginnt sofort mit der Auto Sequence®.

12.2 Aufbau einer Auto Sequence®

Eine Auto Sequence® wird in drei Phasen unterteilt:

- Vor der ersten Prüfung wird das Menü Auto Sequence® angezeigt (es sei denn, es wurde direkt aus dem Hauptmenü Auto Sequences® gestartet). Parameter und Grenzwerte der einzelnen Messungen können in diesem Menü eingestellt werden.
- Während der Ausführungsphase einer Auto Sequence®, werden die vorprogrammierten Einzelprüfungen durchgeführt. Die Reihenfolge der Einzelprüfungen wird durch den vorprogrammierten Ablauf gesteuert.
- Nach dem die Prüfsequenz beendet ist, wird das Ergebnismenü Auto Sequence® angezeigt. Details zu Einzelprüfungen können angezeigt werden und die Ergebnisse können im Memory Organizer gespeichert werden.

12.2.1 Menü Auto Sequence® Gruppen Anzeige

Im Menü Auto Sequence® Anzeige werden die Kopfzeile und die Einzelprüfungen der ausgewählten Auto Sequence® angezeigt. Die Kopfzeile enthält Name und Beschreibung der Auto Sequence®. Vor dem Start der Auto Sequence®, können die Prüfparameter / Grenzwerte der einzelnen Messungen geändert werden.

Menü Auto Sequence® Anzeige (Kopfzeile ist ausgewählt)

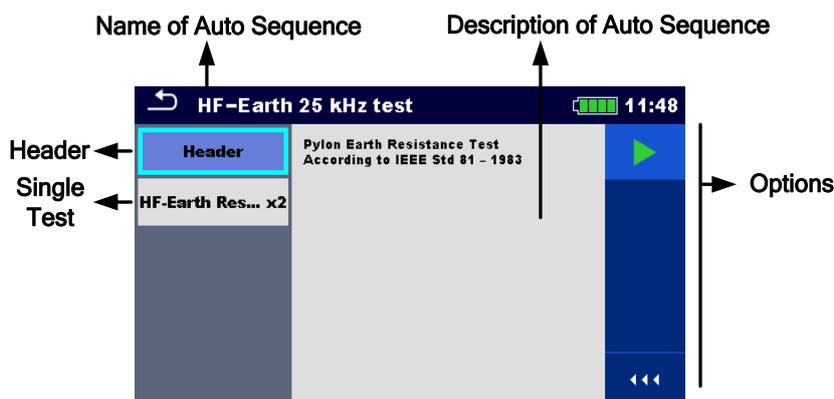


Abbildung 12.2: Menü Auto Sequence® Anzeige – Kopfzeile ausgewählt

Auswahl



Startet die ausgewählte Auto Sequence®..

Menü Auto Sequence® Anzeige (Messung ist ausgewählt)

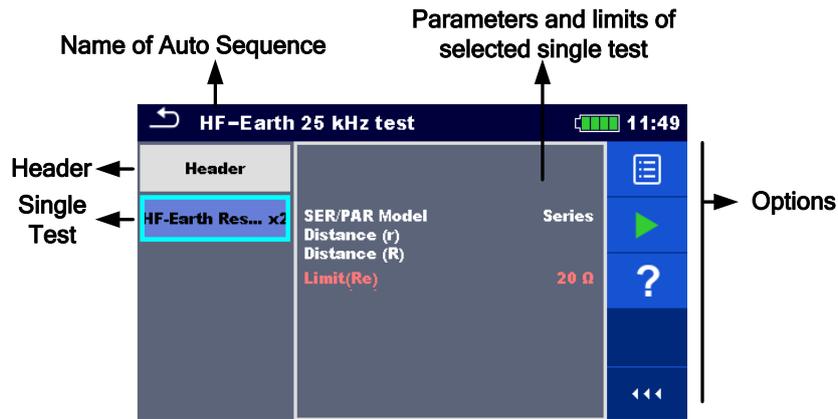


Abbildung 12.3: Menü Auto Sequence® Anzeige – Messung ausgewählt

Auswahl



Wählt Einzelprüfung.



Öffnet das Menü zum Bearbeiten von Parametern und Grenzwerten der ausgewählten Messungen.



ein



Für weitere Informationen zum Bearbeiten der Prüfparameter und Grenzwerte, siehe Kapitel: **10.1.2 Einstellung der Parameter und Grenzwerte für Einzelprüfungen**

Anzeige der Prüfschleifen



Das angehängte 'x2' am Ende des einzelnen Testnamens zeigt an, dass eine Schleife von einzelnen Tests programmiert ist. Dies bedeutet, dass der markierte Einzeltest so oft ausgeführt wird wie die Zahl hinter dem 'x' anzeigt. Es ist möglich, die Schleife vor dem Ende jeder speziellen Einzelprüfung zu beenden.

12.2.2 Schrittweise Durchführung der Auto Sequence®

Während die Auto Sequence® läuft, wird sie durch vorprogrammierte Ablaufbefehle gesteuert. Beispiele für Aktionen die durch Ablaufbefehle gesteuert werden:

- Pausen während des Prüfablaufs
- Summer
- Verfahren des Prüfablaufs in Bezug auf die zu messenden Ergebnisse

Eine aktuelle Liste der Ablaufbefehle finden Sie in **Anhang VII Beschreibung von Ablaufbefehlen**.

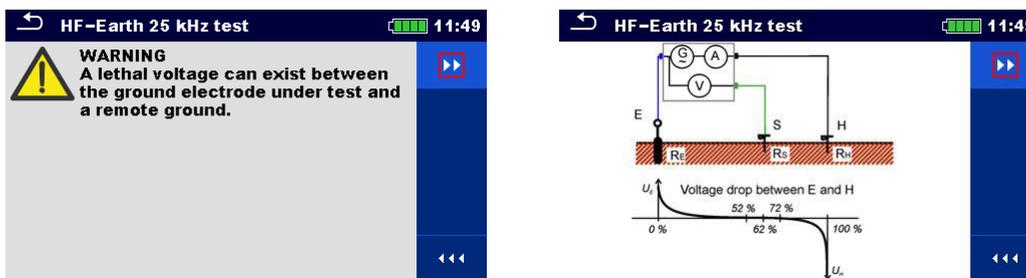


Abbildung 12.4: Auto Sequence® – Beispiel für eine Pause-Meldung (Text oder Bild)

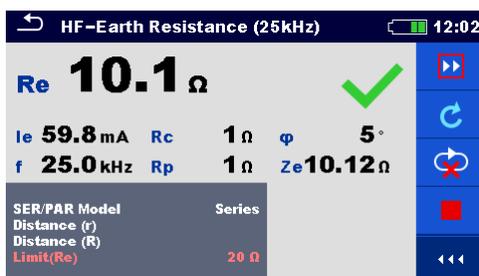


Abbildung 12.5: Auto Sequence® – Beispiel für eine abgeschlossene Messung mit Optionen für die Vorgehensweise

Auswahl (während der Ausführung einer Auto Sequence®)



Weiter zum nächsten Schritt im Prüfablauf.



Wiederholung der Messung.
Angezeigte Ergebnisse einer Einzelprüfung werden nicht gespeichert.



Beendet die Auto Sequence® und wechselt zum Auto Sequence® Ergebnis Bildschirm.



Verlässt die Schleife der Einzelprüfung und wechselt zum nächsten Schritt im Prüfablauf.

Die angebotenen Optionen in der Systemsteuerung sind abhängig von der gewählten Einzelprüfung, dessen Ergebnis und dem programmierten Testablauf.

12.2.3 Auto Sequence® Ergebnis Bildschirm

Nachdem die Auto Sequence® beendet ist, wird der Auto Sequence® Bildschirm angezeigt. Auf der linken Seite des Displays werden die Einzelprüfungen und deren Bewertung in der Auto Sequence® angezeigt. In der Mitte des Displays wird die Kopfzeile der Auto Sequence® angezeigt. Die Gesamtbewertung der Auto Sequence® wird oben angezeigt. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.1 Messung und Bewertungen**.

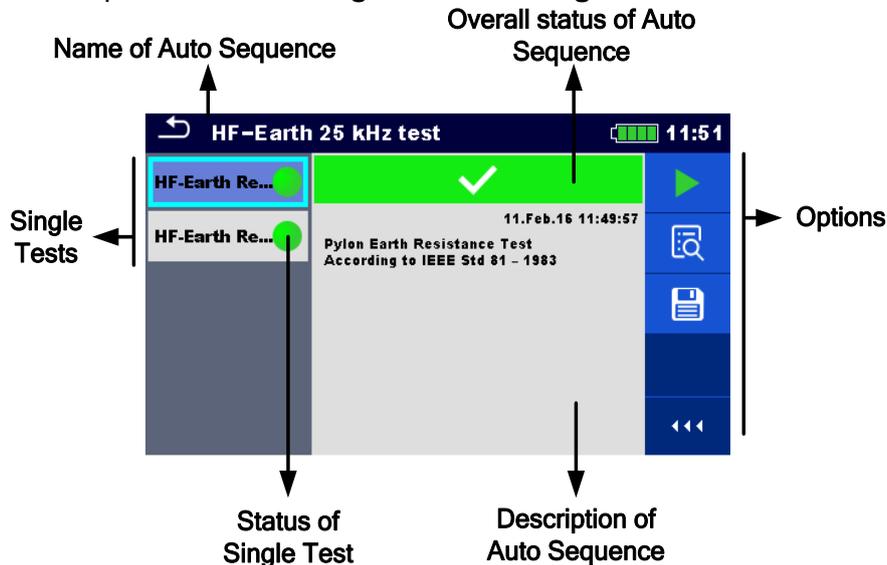


Abbildung 12.6: Auto Sequence® Ergebnis Bildschirm

Auswahl



Start Prüfung

Startet die ausgewählte Auto Sequence®.



Anzeige der Ergebnisse der einzelnen Messungen.

Das Messgerät wechselt zum Menü für die Anzeige von Details der Auto Sequence®.



Speichert die Auto Sequence® Ergebnisse.

Eine neue Auto Sequence® wurde ausgewählt und von einem Strukturobjekt im Strukturbaum gestartet:

- Die Auto Sequence® wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.

Eine neue Auto Sequence® wurde im Hauptmenü Auto Sequence® gestartet:

- Das Speichern unter dem zuletzt gewählten Strukturobjekt wird standardmäßig angeboten. Der Benutzer kann ein anderes Strukturobjekt

auswählen oder ein neues Strukturobjekt anlegen. Durch Drücken  im Menü „Memory Organizer“ wird die Auto Sequence® unter dem ausgewählten Ort gespeichert.

Eine leere Messung wurde in Strukturbaum ausgewählt und gestartet:

- Das Ergebnis wird der Auto Sequence® hinzugefügt. Die Auto Sequence® ändert die Gesamtbewertung von "leer" in "fertig".

Eine bereits durchgeführte Auto Sequence® wurde im Strukturbaum ausgewählt, angezeigt und neu gestartet:

- Eine neue Auto Sequence® wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.

Optionen im Menü für die Anzeige von Details der Auto Sequence® Ergebnisse



Details zu ausgewählten Einzelprüfungen in der Auto Sequence® werden angezeigt.



Öffnet das Menü für die Anzeige von Parametern und Grenzwerten der ausgewählten Messungen. Für weitere Informationen siehe Kapitel **10.1.2 Einstellung der Parameter und Grenzwerte für Einzelprüfungen**.



Abbildung 12.7: Einzelheiten im Menü für die Anzeige von Details der Auto Sequence® Ergebnisse

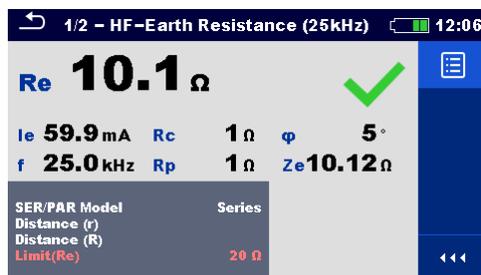


Abbildung 12.8: Details der Einzelprüfung im Menü Auto Sequence® Ergebnisse

12.2.4 Auto Sequence® Speicherbildschirm

Im Auto Sequence® Speicherbildschirm können die Details der gespeicherten Auto Sequence® angezeigt werden und eine neue Auto Sequence® gestartet werden.



Abbildung 12.9: Auto Sequence® Speicherbildschirm

Auswahl



Auto Sequence® wiederholen.
Öffnet Menü für die Anzeige der Details des Auto Sequence®.



Öffnet das Menü für die Anzeige von Details der gespeicherten Auto Sequence®.

13 Kommunikation

Das Gerät kann mit der Metrel ES Manager PC-Software kommunizieren. Die folgende Aktion wird unterstützt:

- Gespeicherte Ergebnisse und Baumstruktur aus Memory Organizer können heruntergeladen und auf einem PC gespeichert werden.
- Baumstruktur und Auto Sequences® können von der Metrel ES Manager PC Software auf das Gerät geladen werden.

Der Metrel ES Manager ist eine PC-Software die unter Windows 7, Windows 8, Windows 8.1 und Windows 10 läuft. Es stehen zwei Kommunikationsschnittstellen am Messgerät zur Verfügung: USB und Bluetooth

Wie eine USB-Verbindung hergestellt wird:

- Verbinden Sie einen USB-Anschluss des PCs über das USB Schnittstellenkabel mit dem USB-Anschluss des Messgeräts.
- Schalten Sie den PC und das Messgerät ein.
- Führen Sie die Metrel ES Manager Software aus.
- Stellen Sie den gewünschten Kommunikationsanschluss ein (der COM-Port wird als "serielle USB Schnittstelle" bezeichnet.)
- Wenn dies nicht ersichtlich ist, stellen Sie sicher, dass Sie den richtigen USB-Treiber installieren (siehe Hinweise).
- Das Messgerät ist bereit, mit dem PC über USB zu kommunizieren.

Bluetooth Kommunikation

Das interne Bluetooth-Modul ermöglicht die einfache Kommunikation über Bluetooth mit PC und Android-Geräte.

Wie eine Bluetooth-Verbindung zwischen dem Gerät und dem PC konfiguriert wird

- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Konfigurieren Sie auf dem PC eine serielle Schnittstelle, um die Kommunikation zwischen Gerät und PC über eine Bluetooth-Verbindung zu ermöglichen. Für das Zusammenschalten der Geräte ist üblicherweise kein Code erforderlich.
- Führen Sie die Metrel ES Manager Software aus.
- Stellen Sie den gewünschten Kommunikationsanschluss ein.
- Das Messgerät ist bereit, mit dem PC über Bluetooth zu kommunizieren.

Hinweise:

- Vor Verwendung der USB-Schnittstelle sollten die USB-Treiber auf dem PC installiert sein. Beachten Sie die USB-Installationsanweisungen auf der Installations-CD oder laden Sie die Treiber von der <http://www.ftdichip.com> Website herunter (MI 3290 benutzt FT230X Chip).
- Der Name des korrekt konfigurierten Bluetooth-Geräts muss den Gerätetyp und die Seriennummer enthalten, z. B. MI 3360 BT-12240429I.
- Bluetooth-Kommunikationsgerät Verbindungscode NNNN

14 Wartung

Unbefugten Personen ist es untersagt, den Erdungs Analyzer zu öffnen. Es sind keine, vom Benutzer austauschbaren Teile im Inneren des Gerätes. Die Batterien können nur durch zertifizierte Teile von autorisierten Personen ersetzt werden.

14.1 Reinigung

Für das Gehäuse ist keine besondere Wartung erforderlich. Verwenden Sie zum Reinigen der Oberfläche des Geräts oder Zubehörs einen weichen Lappen, der leicht mit Seifenwasser oder Alkohol befeuchtet wird. Lassen Sie das Gerät vor der Benutzung vollständig abtrocknen.

Warnungen:

- Verwenden Sie keine Flüssigkeiten auf Bezin- und Kohlenwasserstoffbasis!
- Gießen Sie keine Reinigungsflüssigkeit über das Gerät!

14.2 Regelmäßige Kalibrierung

Es ist wichtig, dass alle Messgeräte regelmäßig kalibriert werden, damit die technischen Spezifikationen in diesem Handbuch gewährleistet sind. Wir empfehlen eine jährliche Kalibrierung. Die Kalibrierung darf nur von autorisiertem Fachpersonal durchgeführt werden. Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte Ihren Händler.

14.3 Kundendienst

Für Garantieleistungen und sonstige Reparaturen wenden Sie sich bitte an Ihren Händler.

14.4 Aktualisieren des Messgeräts

Das Messgerät kann von einem PC über die USB-Schnittstelle aktualisiert werden. Dadurch ist es möglich das Gerät auf dem neuesten Stand zu halten, selbst bei Normen- oder Vorschriftenänderungen. Die Firmware-Aktualisierung erfordert Internetzugang und kann aus der **Metrel ES Manager** Software mit Hilfe einer speziellen Upgrade-Software durchgeführt werden - **FlashMe** wird Sie durch die Upgrade – Prozess führen. Weitere Informationen finden Sie in Metrel ES Manager-Hilfe-Datei.

Hinweis:

- Einzelheiten zur Installation des USB-Treibers finden Sie im Kapitel **13 Kommunikation**.

15 Technische Daten

15.1 Erdimpedanz [Ze]

15.1.1 2, 3, 4 - polig

Messprinzip Strom- / Spannungsmessung

Erdimpedanz	Prüffrequenz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* siehe Hinweise)
Ze	55 Hz ... 329 Hz	0,010 Ω ... 1,999 Ω	0,001 Ω	± (3 % des Ablesewerts + 3 Digits)
		2,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0.001 kΩ	
		2,00 Ω ... 19,99 kΩ	0,01 kΩ	
	659 Hz ... 2,63 kHz	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	± (5 % des Ablesewerts + 3 Digits)
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0.001 kΩ	
	3,29 kHz ... 15,0 kHz	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	± (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	

Prüfmodus fix oder variabel
 Leerlauf-Prüfspannung 20 oder 40V AC
 Prüffrequenz 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz,
 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz,
 2,63 kHz, 3,29 kHz, 6,59 kHz, 13,1 kHz, 15,0kHz
 Kurzschluss-Prüfstrom > 220 mA bei 164 Hz, 40 VAC
 Grenzbereich (Ze) 0,1 Ω ... 5 kΩ (AUS)
 Form der Prüfspannung Sinus
 Ze Definition..... Impedanz Wert Z(f).
 Re Definition Impedanz, ausgenommen Reaktanz R.
 Messzeitdauer..... siehe Tabelle 15.2
 Automatische Prüfung des Prüfspitzenwiderstandes ja (3, 4 - polig)
 Automatischer Verbindungstest ja [H, S, ES, E]
 Automatische Bereichswahl ja
 Automatische Prüfung der Störspannung ja

* Hinweise:

- Die Ungenauigkeit hängt von der korrekten Kompensation der Messleitungen für 2, 3 - polig und dem Widerstand der Sonden und Hilfselektroden ab (siehe 15.9 Spannung [V])

15.1.2 Volt-Meter RMS

Messprinzip: Spannung (RMS) / Frequenzmessung

Spannung RMS	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* Siehe Hinweis)
Uh, Us, Ues	0,00 V ... 9,99 V	10 mV	±(1 % des Ablesens + 3 Ziffern)
	10,00 V ... 55,00 V	100 mV	

Frequenz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
f	40 Hz ... 999 Hz	1 Hz	±(0,2 % des Ablesens + 1 Ziffern)
	1,00 kHz ... 4,50 kHz	10 Hz	

Testverfahrenkontinuierlich
 Eingangswiderstand (H - E) 1,2 M Ω
 Eingangswiderstand (S- E) 1,2 M Ω
 Eingangswiderstand (ES - E) 1,2 M Ω
 Messwiederholrate typical 1 s
 Automatische Bereichsauswahlyes

* Hinweis:

- Schließen Sie die Prüfklemmen (H, S, ES, E) nicht an eine externe Spannung von mehr als 300 V DC oder AC an.

(CAT IV-Umgebung), um Schäden an den Prüfmitteln zu vermeiden!



Der Messbereich des Gerätes wird überschritten.
Die Messung konnte nicht gestartet oder angezeigt werden!

- 15.9 Einfluss der Hilfselektroden).
- Bei der Messung bei hohen Frequenzen > 659 Hz sollte besonders auf die Verdrahtung, parasitäre Effekte usw. geachtet werden. Verwenden Sie den Schirmungsanschluss für H.
- 1 m Ω Auflösung nur für 3, 4 - polige Messungen, Widerstand der Hilfselektroden $R_c < 300 \Omega$ und Prüffrequenz ≤ 329 Hz.

15.1.3 Selektive (Metallklemme)

Messprinzip: Spannung / Strom (externe Stromzange) Messung

Selektive Erdungsimpedanz	Prüffrequenz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* siehe Hinweise)
Zsel	55 Hz ... 329 Hz	0,010 Ω ... 1,999 Ω	0,001 Ω	±(8 % of reading + 3 digits)
		2,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	
		2,00 kΩ ... 19,99 kΩ	0,01 kΩ	
	659 Hz ... 1,50 kHz	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	±(8 % of reading + 3 digits)
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	

Prüfmodus fix oder variabel

Leerlauf-Prüfspannung 40 VAC

Prüffrequenz 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz,

Kurzschluss-Prüfstrom > 220 mA bei 164 Hz, 40 VAC

Grenzbereich (Zsel) 0,1 Ω ... 5 kΩ (AUS)

Form der Prüfspannung Sinus

Zsel Definition Impedanz Wert Z(f).

Messzeitdauer siehe Tabelle 15.2

Mess-Stromzangentyp A1018

Automatische Prüfung des Prüfspitzenwiderstandes ja

Automatischer Verbindungstest ja [H, S, ES, E]

Automatische Bereichswahl ja

Automatische Prüfung der Störspannung ja

Anzeige niedriger Zangenstrom ja [Ic]

* Hinweise:

- Die Ungenauigkeit hängt vom Widerstand der Sonden und der Hilfselektroden ab (siehe 15.8 Spannung [V])

15.1.4 Volt-Meter RMS

Messprinzip: Spannung (RMS) / Frequenzmessung

Spannung RMS	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* Siehe Hinweis)
Uh, Us, Ues	0,00 V ... 9,99 V	10 mV	±(1 % des Ablesens + 3 Ziffern)
	10,00 V ... 55,00 V	100 mV	

Frequenz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
f	40 Hz ... 999 Hz	1 Hz	±(0,2 % des Ablesens + 1 Ziffern)
	1,00 kHz ... 4,50 kHz	10 Hz	

Testverfahren kontinuierlich

Eingangswiderstand (H - E) 1,2 MΩ

Eingangswiderstand (S- E) 1,2 MΩ

Eingangswiderstand (ES - E) 1,2 MΩ

Messwiederholrate typical 1 s

Automatische Bereichsauswahl yes

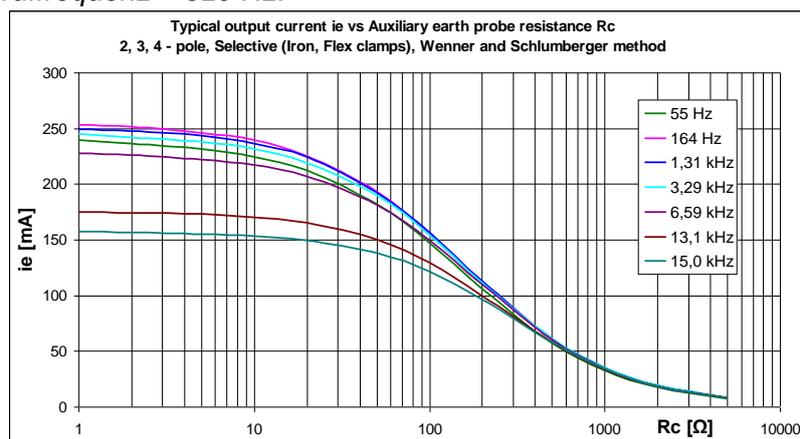
* Hinweis:

- ❑ Schließen Sie die Prüfklemmen (H, S, ES, E) nicht an eine externe Spannung von mehr als 300 V DC oder AC an.

(CAT IV-Umgebung), um Schäden an den Prüfmitteln zu vermeiden!

	<p style="text-align: center;">Der Messbereich des Gerätes wird überschritten. Die Messung konnte nicht gestartet oder angezeigt werden!</p>
---	--

- 15.9 Einfluss der Hilfselektroden).
- 1 mΩ Auflösung nur für Widerstand der Hilfselektroden $R_c < 300\Omega$ und Prüffrequenz ≤ 329 Hz.



15.1.5 2 Stromzangen

Messprinzip: Messung des Widerstandes in geschlossenen Schleifen mit zwei Stromzangen

Schleifenimpedanz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
Ze	0,00 Ω ... 9,99 Ω	0,01 Ω	\pm (5 % des Ablesewerts + 2 Digits)
	10,0 Ω ... 49,9 Ω	0,1 Ω	\pm (10 % des Ablesewerts + 2 Digits)
	50 Ω ... 100 Ω	1 Ω	\pm (20 % des Ablesewerts)

Prüfmodus kontinuierlich
 Abstand zwischen den Prüfstromzangen > 30 cm (min.)
 Prüffrequenz 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz
 Grenzbereich (Ze) 0,1 Ω ... 40 k Ω (AUS)
 Form der Prüfspannung Sinus
 Ze Definition..... Impedanz Wert Z(f).
 Wiederholrate der Messung..... typisch 3 s bei 164 Hz (abhängig von der Prüffrequenz)
 Mess-Stromzangentyp A1018
 Generator-Stromzangentyp A1019
 Automatische Bereichswahl ja
 Automatische Prüfung der Störspannung ja
 Anzeige niedriger Zangenstrom ja [Ic]

Typischer Schleifenprüfstrom	Schleifenimpedanz					
	10 m Ω	100 m Ω	500 m Ω	1 Ω	5 Ω	10 Ω
164 Hz	6,8 A	0,36 A	80 mA	40 mA	8 mA	4 mA

Tabelle 15.1: Typischer Schleifenprüfstrom für verschiedene Schleifenimpedanzen

15.1.6 Passive (flexible Stromzangen 1 - 4);

Messprinzip: Spannung / Strom (externe flexible Stromzange)
 Messung

Gesamt-Erdimpedanz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
Ztot	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	\pm (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
	20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
	200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
	1,000 Ω ... 1.999 Ω	0,001 k Ω	
	2,00 k Ω ... 19,99 k Ω	0,01 k Ω	

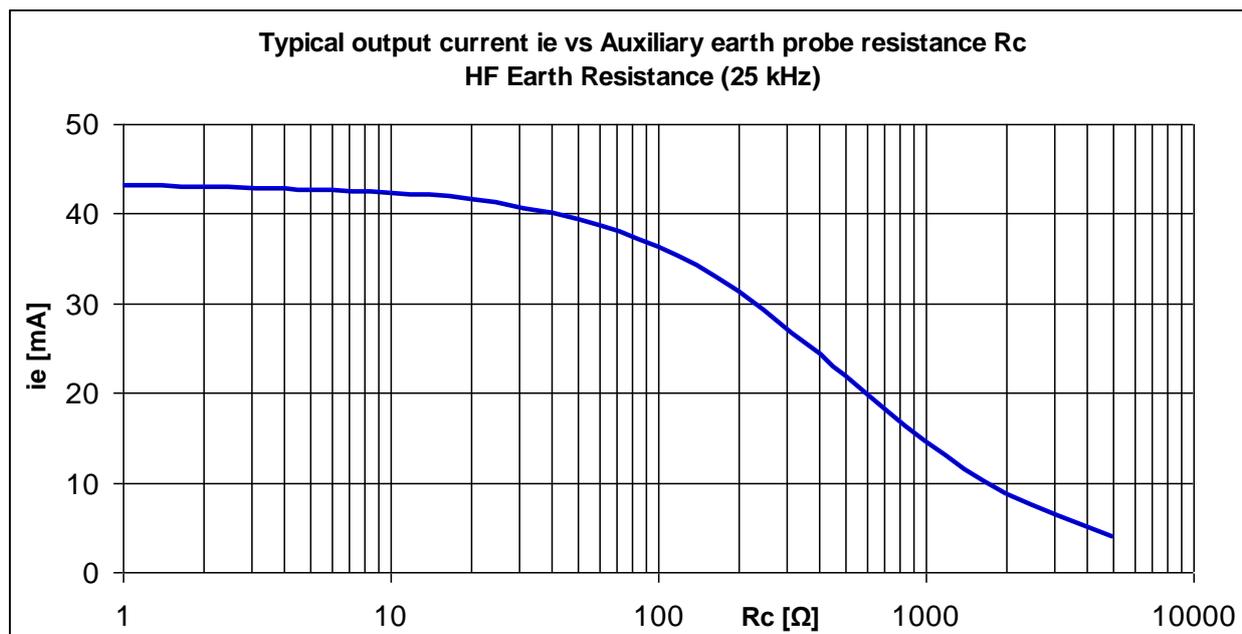
Prüfmodus kontinuierlich
 Nennfrequenz 45 Hz ... 150 Hz
 Grenzbereich (Zsel) 0,1 Ω ... 5 k Ω (AUS)
 Ztot Definition..... Impedanz Wert Z(f).
 Wiederholrate der Messung..... typisch 6 s
 Eingangswiderstand (S) 1,2 M Ω
 Automatischer Verbindungstest ja [S]
 Automatische Bereichswahl ja
 Automatische Prüfung der Störspannung ja
 Anzeige niedriger Zangenstrom ja [If1, If2, If3, If4]
 Automatische Stromzangen Erkennung . ja [F1, F2, F3, F4]

15.1.7 HF - Erdungswiderstand (25 kHz);

Messverfahren Strom- / Spannungsmessung

Erdungswiderstand	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
Re	0,0 Ω ... 19,9 Ω	0,1 Ω	± (3 % des Ablesewerts + 2 Digits)
	20 Ω ... 299 Ω	1 Ω	

- Prüfmodus fix
- Leerlauf-Prüfspannung 40 VAC
- Frequenz der Prüfspannung 25 kHz
- Kurzschluss-Prüfstrom > 40 mA
- Grenzbereich (Ze) 1 Ω ... 100 Ω (AUS)
- Form der Prüfspannung Sinus
- Re Definition Impedanz, ausgenommen Reaktanz Wert
- Dauer der Messung typisch 10 s
- Automatische Prüfung des Prüfspitzenwiderstandes ja
- Automatischer Verbindungstest ja [H, S, E]
- Automatische Bereichswahl ja
- Automatische Prüfung der Störspannung ja
- Automatische Kompensation induktiver Komponenten ja
- Schirmungsanschluss ja



15.1.8 Selektive (flexible Stromzangen 1 - 4)

Messprinzip: Spannung / Strom (externe flexible Stromzange)

Messung

Gesamt-Erdimpedanz	Prüffrequenz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* siehe Hinweise)
Z_{tot}	55 Hz ... 329 Hz	0,010 Ω ... 1,999 Ω	0,001 Ω	± (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
		0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	
		2,00 kΩ ... 19,99 kΩ	0,01 kΩ	
	659 Hz ... 1,50 kHz	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	± (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	
	3,29 kHz ... 6,59 kHz	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	±(10 % of reading + 3 digits)
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	

Prüfmodus fix oder variabel

Leerlauf-Prüfspannung 40 VAC

Prüffrequenz 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz, 2,63 kHz, 3,29 kHz, 6,59 kHz

Kurzschluss-Prüfstrom > 220 mA bei 164 Hz, 40 VAC

Grenzbereich (Z_{tot}) 0,1 Ω ... 5 kΩ (AUS)

Form der Prüfspannung Sinus

Z_{tot} Definition Impedanz Wert Z(f).

Messzeitdauer siehe Tabelle 15.2

Automatische Prüfung des Prüfspitzenwiderstandes ja

Automatischer Verbindungstest ja [H, S, ES, E]

Automatische Bereichswahl ja

Automatische Prüfung der Störspannung ja

Anzeige niedriger Zangenstrom ja [If1, If2, If3, If4]

Automatische Stromzangen Erkennung ja [F1, F2, F3, F4]

* Hinweise:

Die Ungenauigkeit hängt vom Widerstand der Sonden und der Hilfselektroden ab (siehe 15.8 Spannung [V])

15.1.9 Volt-Meter RMS

Messprinzip: Spannung (RMS) / Frequenzmessung

Spannung RMS	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* Siehe Hinweis)
Uh, Us, Ues	0,00 V ... 9,99 V	10 mV	±(1 % des Ablesens + 3 Ziffern)
	10,00 V ... 55,00 V	100 mV	

Frequenz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
f	40 Hz ... 999 Hz	1 Hz	±(0,2 % des Ablesens + 1 Ziffern)
	1,00 kHz ... 4,50 kHz	10 Hz	

Testverfahren kontinuierlich

Eingangswiderstand (H - E) 1,2 M Ω
 Eingangswiderstand (S- E) 1,2 M Ω
 Eingangswiderstand (ES - E) 1,2 M Ω
 Messwiederholrate typical 1 s
 Automatische Bereichsauswahl yes

* Hinweis:

- Schließen Sie die Prüfklemmen (H, S, ES, E) nicht an eine externe Spannung von mehr als 300 V DC oder AC an.

(CAT IV-Umgebung), um Schäden an den Prüfmitteln zu vermeiden!



Der Messbereich des Gerätes wird überschritten.
Die Messung konnte nicht gestartet oder angezeigt werden!

15.9 Einfluss der Hilfselektroden).

1 m Ω Auflösung nur für Widerstand der Hilfselektroden $R_c < 300 \Omega$ und Prüffrequenz ≤ 329 Hz.

Typische Dauer der Messung	Messung				
	2 polig	3 polig	4 polig	Selektiv (Stromzange)	Selektive (flexible Stromzangen 1 - -4)
55 Hz	17 s	32 s	45 s	57 s	1:13 s
329 Hz	8 s	11 s	15 s	19 s	23 s
1,50 kHz	6 s	10 s	12 s	15 s	/18 s
6,59 kHz	6 s	9 s	12 s	/	/
15,0 kHz	6 s	9 s	11 s	/	/
Variabel	1:14 s	2:17 s	3:20 s	3:35 s	5:30 s (1 x flexible Stromzange)

Tabelle 15.2: Typische Messzeiten für verschiedene Messungen

15.2 Spezifischer Erdungswiderstand [ρ] Messung

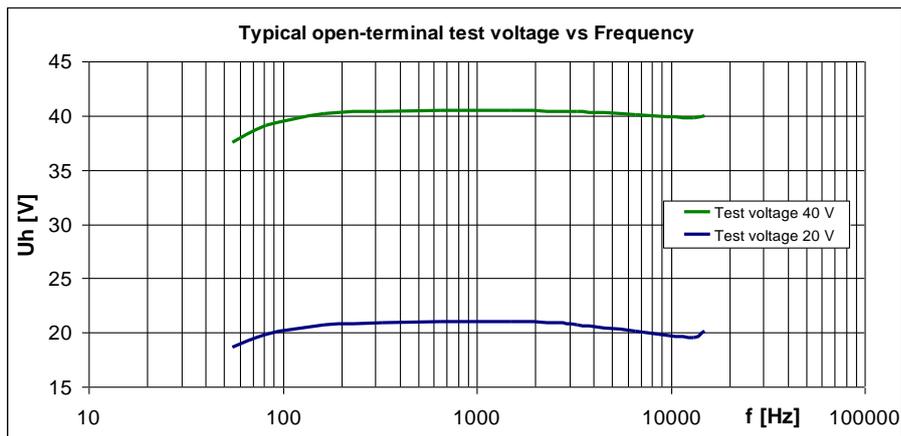
15.2.1 Wenner - und Schlumberger - Verfahren

Messprinzip Strom- / Spannungsmessung

Spezifischer Erdungswiderstand	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
ρ	0,00 Ω m ... 19,99 Ω m	0,01 Ω m	Berechneter Wert (Ungenauigkeit der 4-poligen Messung beachten)
	20,0 Ω m ... 199,9 Ω m	0,1 Ω m	
	200 Ω m ... 999 Ω m	1 Ω m	
	1,000 k Ω m ... 1,999 k Ω m	0,001 k Ω m	
	2,00 k Ω m ... 19,99 k Ω m	0,01 k Ω m	
	20,0 k Ω m ... 199,9 k Ω m	0,1 k Ω m	
	200 k Ω m ... 999 k Ω m	1 k Ω m	
	1,0 M Ω m ... 1,99 M Ω m	10 k Ω m	

Spezifischer Erdungswiderstand	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
ρ	0,00 Ω ft ... 19,99 Ω ft	0,01 Ω ft	Berechneter Wert (Ungenauigkeit der 4-poligen Messung beachten)
	20,0 Ω ft ... 199,9 Ω ft	0,1 Ω ft	
	200 Ω ft ... 999 Ω ft	1 Ω ft	
	1,000 k Ω ft ... 1,999 k Ω ft	0,001 k Ω ft	
	2,00 k Ω ft ... 19,99 k Ω ft	0,01 k Ω ft	
	20,0 k Ω ft ... 199,9 k Ω ft	0,1 k Ω ft	
	200 k Ω ft ... 999 k Ω ft	1 k Ω ft	
	1,0 M Ω ft ... 1,99 M Ω ft	10 k Ω ft	

Prüfmodus fix
 Leerlauf-Prüfspannung 20 oder 40VAC
 Prüffrequenz 164 Hz
 Kurzschluss-Prüfstrom > 220 mA bei 164 Hz, 40 VAC
 Grenzbereich (ρ) 0,1 Ω m ... 900 k Ω m (AUS)
 Grenzbereich (ρ) 1 Ω ft ... 900 k Ω ft (AUS)
 Form der Prüfspannung Sinus
 Messzeitdauer siehe Tabelle 15.2
 Automatische Prüfung des Prüfspitzenwiderstandes ja
 Automatischer Verbindungstest ja [H, S, ES, E]
 Automatische Bereichswahl ja
 Automatische Prüfung der Störspannung ja



15.3 Erdpotenzial [Us]

15.3.1 Potenzial

Messprinzip: Spannungsmessung

Schritt- und Berührungsspannung	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
Us	0,1 V ... 199,9 V	0,1 V	Berechneter Wert
	200 V ... 999 V	1 V	

Spannung	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
Um	0,0 mV ... 999,9 mV	0,1 mV	±(1 % des Ablesens + 3 Ziffern)
	1,000 V ... 9,999 V	1 mV	
	10,00 V ... 49,99 V	10 mV	

Prüfmodus fix

Leerlauf-Prüfspannung 40 VAC

Prüffrequenz 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz

Kurzschluss-Prüfstrom > 220 mA bei 164 Hz

Eingangswiderstand (S) 1,2 MΩ

Ifault Bereich (wählbar) 1 A ... 200 kA

Messzeitdauer siehe Tabelle 15.2 (3 - polig)

Automatische Prüfung des Prüfspitzenwiderstandes ja

Automatischer Verbindungstest ja [H, S, E]

Automatische Bereichswahl ja

Automatische Prüfung der Störspannung ja

Angezeigte Potentialspannung (Us) wird wie folgt berechnet:

$$U_s = U_m * (I_{fault} / I_{gen})$$

15.3.2 S&T Stromquelle

Messprinzip Strom (MI 3290) / Spannungsmessung (MI 3295M)

MI 3290 (Stromquelle)

Strom	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
Igen	0,0 mA ... 99,9 mA	0,1 mA	± (2 % des Ablesewerts + 2 Digits)
	100 mA ... 999 mA	1 mA	

Prüfmodus kontinuierlich

Leerlauf-Prüfspannung 40 VAC

Prüffrequenz 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz

Min. Prüfstrom > 50 mA

Generator Ausgangsimpedanz..... ~ 100 Ω
Form der Prüfspannung Sinus
Automatischer Verbindungstest ja [H, E]

15.4 Impulsimpedanz [Zp]

15.4.1 Impulsmessung

Messprinzip: Spannung (Spitze) / Strom (Spitze) Messung

Impulsimpedanz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
Zp	0,0 Ω ... 19,9 Ω	0,1 Ω	± (8 % des Ablesewerts + 8 Digits)
	20 Ω ... 199 Ω	1 Ω	

- Prüfmodus fix
- Leerlaufprüfspannung ~120 V_{peak}
- Kurzschluss-Prüfstrom ~6 A_{peak}
- Impuls Wellenform 10 / 350 μs
- Zp Definition Die Spitzenspannung dividiert durch den Spitzenstrom.
- Grenzbereich (Zp) 1 Ω ... 100 kΩ (AUS)
- Dauer der Messung typisch 20 s
- Automatischer Verbindungstest ja [H, S, E]
- Automatische Prüfung des Prüfspitzenwiderstandes ja (bei 3,29 kHz)
- Automatische Prüfung der Störspannung ja
- Schirmungsanschluss ja

Einfluss der Hilfselektroden

Die Stromsonde Rc und die Potentialsonde Rp werden mit einer 3-poligen Messung bei einer festen Frequenz von 3,29 kHz bei 40 VAC Leerlauf-Klemmenspannung gemessen.
 Rc und Rp max. (> 100 Ω + (40 * Ra)) oder 1 kΩ (je nachdem, was niedriger ist)
 Zusätzlicher Fehler, wenn Rc oder Rp max. überschritten wird ±(20 % des Anzeigewerts)

Einfluss der Störspannung

Max. Störspannung an den Anschlüssen H, S und E 1 V rms

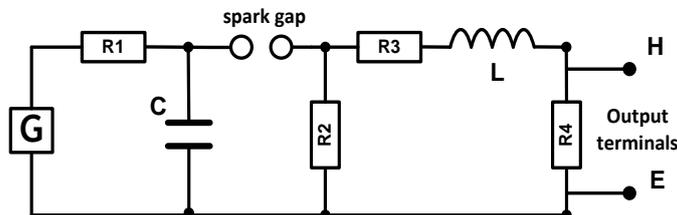


Abbildung 15.1: Vereinfachte Schaltung des Impulsgenerators im MI 3290

Dabei sind:

- G Hochspannungsquelle
- R1 Ladewiderstand
- C Kondensator als Energiespeicher
- R2, R4 Widerstände für die Gestaltung der Impulsdauer
- R3 Widerstand für die Impedanzanpassung
- L Induktivität für die Form der Impulsanstiegszeit

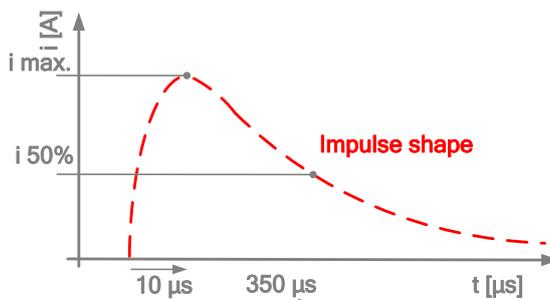


Abbildung 15.2: Typische Impulsform bei Kurzschluss

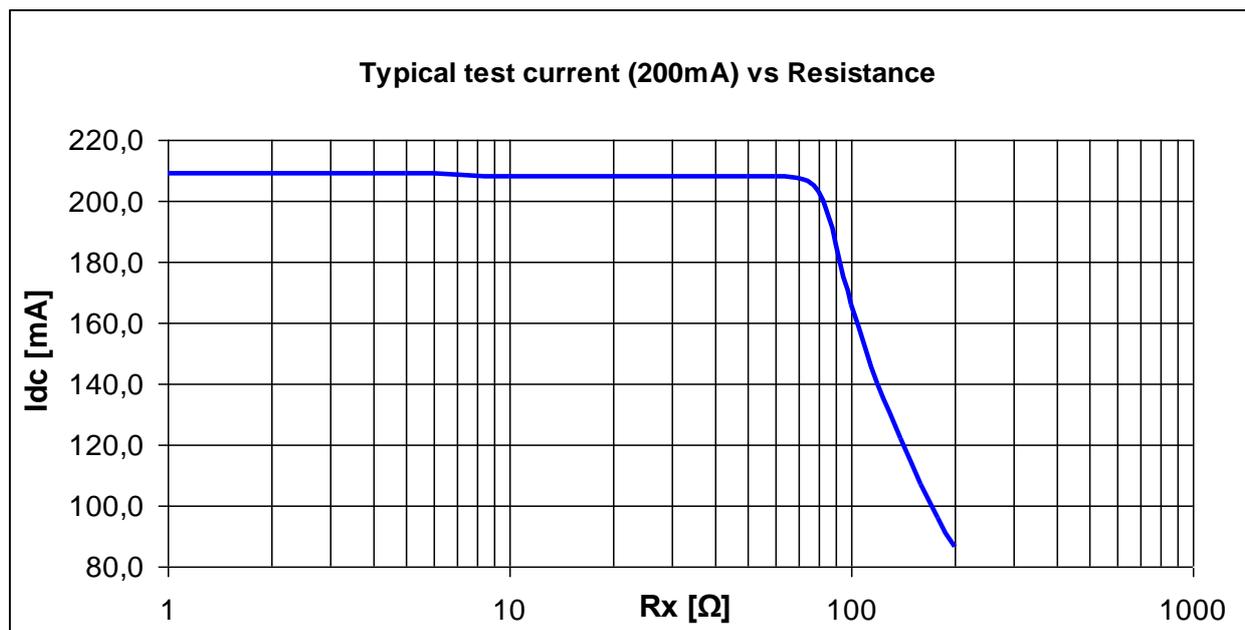
15.5 DC Widerstand [R]

15.5.1 Ohm - Meter (200mA)

Messprinzip: Spannung (DC) / Strom (DC) Messung

DC Widerstand	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* siehe Hinweise)
R	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	± (2 % des Ablesewerts + 2 Digits)
	20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
	200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
	1,00 kΩ ... 1,99 kΩ	10 Ω	

Prüfmodus fix
 Leerlaufprüfspannung ~20 V_{peak}
 Kurzschluss-Prüfstrom min. 200 mA_{dc} in den Lastwiderstand von 2 Ω
 Prüfstromrichtung unidirektional
 Max. Induktivität 2 H
 Grenzbereich (R) 0,1 Ω ... 40 Ω (AUS)
 Dauer der Messung typisch 5 s
 Prüfmethode 2-Leitungen
 Kompensation der Prüfleitungen ja bis zu 5 Ω
 Automatische Bereichswahl ja
 Automatische Prüfung der Störspannung ja



* Hinweis:

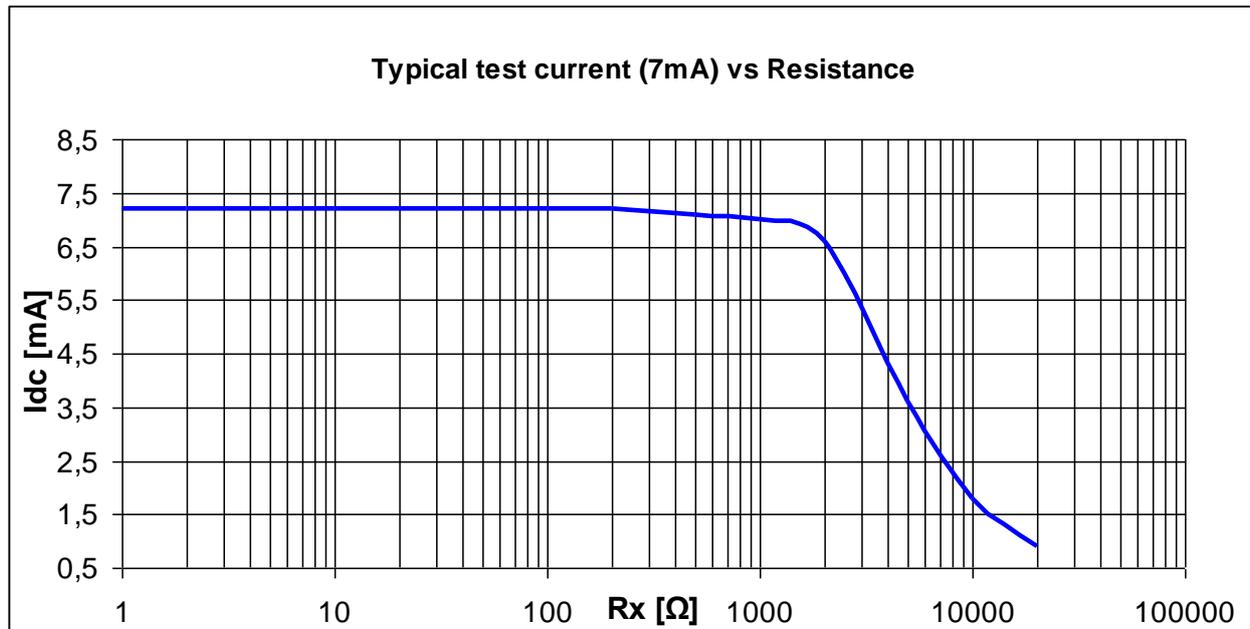
- Die Unsicherheit hängt von der korrekten Kompensation der Messleitungen ab.

15.5.2 Ohm - Meter (7mA)

Messprinzip: Spannung (DC) / Strom (DC) Messung

DC Widerstand	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* siehe Hinweise)
R	0,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	\pm (3 % des Ablesewerts + 2 Digits)
	200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
	1,00 k Ω ... 9,99 k Ω	0,01 k Ω	
	10,0 k Ω ... 19,9 k Ω	0,1 k Ω	

Prüfmodus kontinuierlich
 Leerlaufprüfspannung $\sim 20 V_{dc}$
 Kurzschluss-Prüfstrom $\sim 7,2 mA_{dc}$
 Prüfstrom Richtung unidirektional
 Grenzbereich (R) 1 Ω ... 15,0k Ω (AUS)
 Wiederholrate der Messung typisch 2 s
 Prüfmethode 2-Leitungen
 Kompensation der Prüfleitungen ja bis zu 5 Ω
 Automatische Bereichswahl ja
 Automatische Prüfung der Störspannung ja



* Hinweis:

- Die Ungenauigkeit hängt von der korrekten Kompensation der Messleitungen ab.

15.6 AC Impedanz [Z]

15.6.1 Impedanz - Meter

Messprinzip: Spannung (AC) / Strom (AC) Messung

AC Impedanz	Prüffrequenz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
Z	55 Hz ... 15,0 kHz	0,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	± (3 % des Ablesewerts + 2 Digits)
		20,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	
		200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	
		1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	0,001 kΩ	
		2,00 kΩ ... 19,99 kΩ	0,01 kΩ	

Prüfmodus fix oder variabel

Leerlauf-Prüfspannung 20 oder 40VAC

Prüffrequenz 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz,

..... 329 Hz, 659 Hz, 1,31 kHz, 1,50 kHz,

2,63 kHz, 3,29 kHz

..... 6.59 kHz, 13.1 kHz, 15.0 kHz

Kurzschluss-Prüfstrom > 220 mA bei 164 Hz, 40 VAC

Grenzbereich (R) 1 Ω ... 15,0k Ω (AUS)

Form der Prüfspannung Sinus

Wiederholrate der Messung typisch 10 s bei 164 Hz (abhängig von der Prüffrequenz)

Prüfmethode 4-Leitungen

Rc1 + Rc2 5 Ω max.

Rp1 + Rp2 5 Ω max.

Automatischer Verbindungstest ja [C1, P1, P2, C2]

Automatische Bereichswahl ja

Automatische Prüfung der Störspannung ja

15.7 Strom [I]

15.7.1 Stromzangen-Meter RMS

Messprinzip: Strommessung (RMS)

Strom RMS	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (* siehe Hinweise)
I	1,0 mA ... 99,9 mA	0,1 mA	± (2 % des Ablesewerts + 3 Digits)
	100 mA ... 999 mA	1 mA	
	1,00 A ... 7,99 A	0,01 A	

Prüfmodus kontinuierlich

Eingangsimpedanz 10 Ω (1/4W max)

Nennfrequenz 45 Hz ... 1,5 kHz

Wiederholrate der Messung typisch 1 s

Grenzbereich(I) 10 mA ... 9,00 A (OFF)

Mess-Stromzangentyp A1018

Automatische Bereichswahl ja

* Hinweis:

▪ Wenn möglich, nicht zu nahe an anderen stromführenden Leitungen messen. Ein externes Magnetfeld kann zu einer zusätzlichen Messunsicherheit führen.

Stromzangen	Externes Magnetfeld	zusätzliche Ungenauigkeit
Stromzange (A1018)	30 A/m	±(15% des Ablesewerts)

15.7.2 Flexibles Stromzangen-Meter RMS

Messprinzip: Strommessung (RMS)

Strom RMS	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* siehe Hinweise)
If1, If2, If3, If4	10 mA ... 99,9 mA	0,1 mA	± (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
	100 mA ... 999 mA	1 mA	
	1,00 A ... 9,99 A	0,01 A	
	10,0 A ... 49,9 A	0,1 A	

Prüfmodus kontinuierlich
 Eingangsimpedanz (F1 –F4)..... 10 kΩ
 Nennfrequenz 45 Hz ... 1,5 kHz
 Wiederholrate der Messung..... typisch 2 s
 Mess-Stromzangentyp A1487
 Automatische Bereichswahl ja
 Automatische Stromzangen Erkennung .ja [F1, F2, F3, F4]

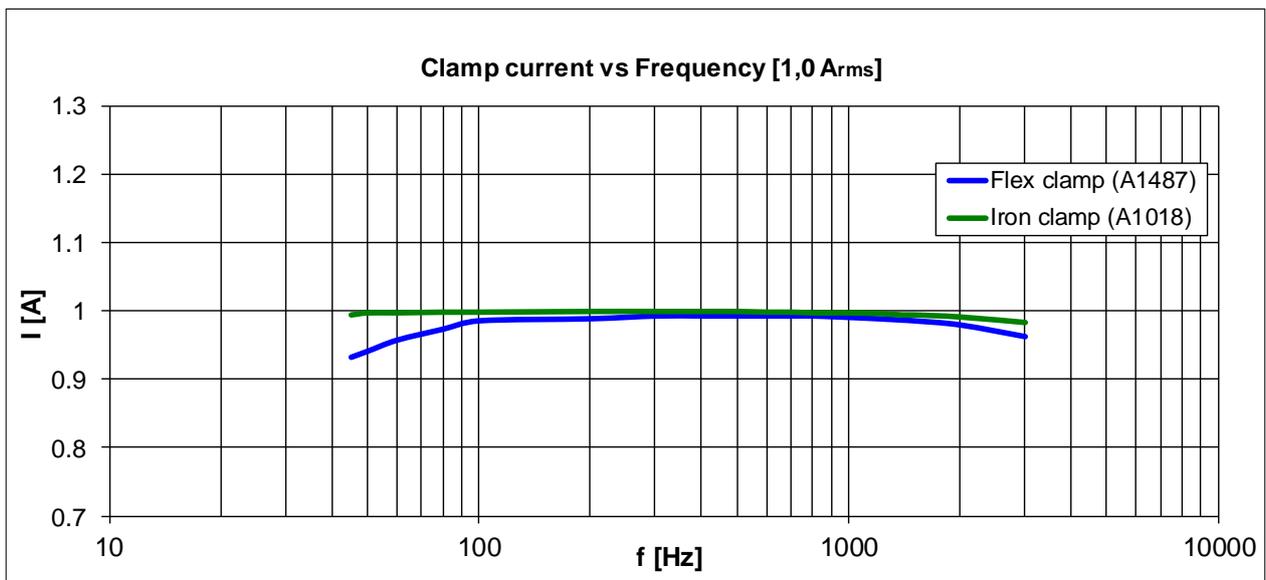
* Hinweis:

- Strom RMS Messbereiche und Unsicherheit bei einer Windung mit Ausnahme des Messbereich von 10 mA ... 99,9 mA, die mindestens 3 Windungen haben muss.
- Wenn möglich, nicht zu nahe an anderen stromführenden Leitungen messen. Ein externes Magnetfeld kann zu einer zusätzlichen Messunsicherheit führen.

Stromzangen	Externes Magnetfeld	zusätzliche Ungenauigkeit
Flexible Stromzange (A1487)	5 A/m	±(15% des Ablesewerts)

- Es ist sehr wichtig, dass sich der Leiter in der Mitte und senkrecht zum Messkopf befindet.
- Der Skalenendwert des Flex-Stroms (If1, If2, If3, If4) hängt von der Anzahl der Windungen der flexiblen Stromzange (1, 2, 3, 4, 5, 6) ab und ist nach folgender Gleichung definiert:

$$I_{FS} = \frac{49,9[A]}{\text{number of turns}}$$



15.8 Spannung [V]

15.8.1 Volt-Meter RMS

Messprinzip:Spannung (RMS) / Frequenzmessung

Spannung RMS	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit (* Siehe Hinweis)
Uh, Us, Ues	0,00 V ... 9,99 V	10 mV	±(1 % des Ablesens + 3 Ziffern)
	10,00 V ... 55,00 V	100 mV	

Frequenz	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
f	40 Hz ... 999 Hz	1 Hz	±(0,2 % des Ablesens + 1 Ziffern)
	1,00 kHz ... 4,50 kHz	10 Hz	

Testverfahrenkontinuierlich

Eingangswiderstand (H - E) 1,2 MΩ

Eingangswiderstand (S- E) 1,2 MΩ

Eingangswiderstand (ES - E) 1,2 MΩ

Messwiederholrate typical 1 s

Automatische Bereichsauswahlyes

* Hinweis:

- ❑ Schließen Sie die Prüfklemmen (H, S, ES, E) nicht an eine externe Spannung von mehr als 300 V DC oder AC an.

(CAT IV-Umgebung), um Schäden an den Prüfmitteln zu vermeiden!



Der Messbereich des Gerätes wird überschritten.
Die Messung konnte nicht gestartet oder angezeigt werden!

15.9 Einfluss der Hilfselektroden

Definition von Rc, Rp und Ra:

Rc Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitzen (Rh + Re)

Rc Impedanz der Hilfspotential-Prüfspitzen (Rs + Res)

Ra Erdungswiderstand

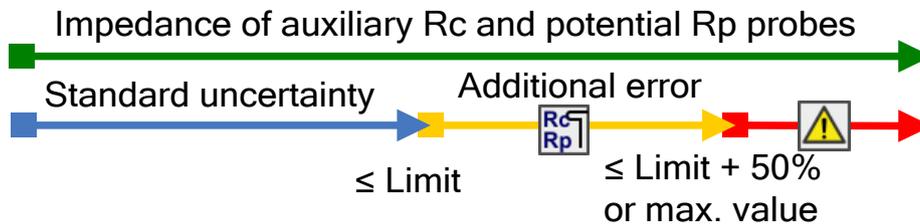
Messfunktion 3, 4 – polig, selektive (Stromzange, flexible Stromzange),

Wenner - und Schlumberger - Verfahren,
HF - Erdungswiderstand (25 kHz), Potential

Zusätzliche Ungenauigkeit bei Grenzwert (Rh, Rs, Res, Re) oder wenn der max. Wert überschritten ist (je nachdem, welcher Wert niedriger ist).

Prüffrequenz	Grenzwert für Rh und Re	Grenzwert für Rs und Res	max. Wert	zusätzliche Ungenauigkeit
55 Hz ... 164 Hz	$> 300 \Omega + (2 \text{ k} * Ra)$	$> 300 \Omega + (1 \text{ k} * Ra)$	50 k Ω	$\pm(15\%$ des Ablesewerts)
329 Hz ... 659 Hz	$> 250 \Omega + (1 \text{ k} * Ra)$	$> 250 \Omega + (500 \text{ k} * Ra)$	25 k Ω	$\pm(15\%$ des Ablesewerts)
1,31 kHz ... 2,63 kHz	$> 100 \Omega + (500 \text{ k} * Ra)$	$> 50 \Omega + (250 \text{ k} * Ra)$	12,5 k Ω	$\pm(15\%$ des Ablesewerts)
3,29 kHz ... 6,59 kHz	$> 100 \Omega + (250 \text{ k} * Ra)$	$> 50 \Omega + (125 \text{ k} * Ra)$	6,25 k Ω	$\pm(15\%$ des Ablesewerts)
13,1 kHz ... 15,0 kHz	$> 50 \Omega + (150 \text{ k} * Ra)$	$> 50 \Omega + (50 \text{ k} * Ra)$	3,1 k Ω	$\pm(15\%$ des Ablesewerts)
25,0 kHz	$> 250 \Omega + (500 \text{ k} * Ra)$	/	2 k Ω	$\pm(15\%$ des Ablesewerts)

Wird der Grenzwert der Hilfssonde um weitere 50% überschritten, so wird der Messbereich des Gerätes überschritten.



	Der Messbereich des Gerätes wird überschritten. Die Messungen werden nicht gestartet oder angezeigt!
--	---

Hinweise:

- Symbole für hohe Impedanz der Hilfsstrom- und Potential-Prüfspitzen.

	Hohe Impedanz von Hilfsstrom- und Potential-Prüfspitzen.
	Hohe Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitze Rc.
	Hohe Impedanz der Hilfspotential-Prüfspitze Rp.

15.10 Einfluss des niedrigen Prüfstroms durch die Stromzangen

Bei großen Systemen ist der gemessene Teilstrom nur ein kleiner Teil des Prüfstroms durch die Stromzange. Die Messgenauigkeit für kleine Ströme und Störfestigkeit gegen Störströme sind zu berücksichtigen! In diesem Fall zeigt das Messgerät das Symbol „niedriger Strom“ an.

	Niedriger Prüfstrom durch Stromzangen oder die flexiblen Stromzangen. Messergebnisse sind möglicherweise beeinträchtigt. <i>Grenzwert [Stromzangen < 1 mA und Flexible Stromzangen < 5 mA].</i>
---	--

Messfunktion **Selektive (Stromzange, Flexible Stromzange), 2 Stromzangen,**

Passiv, Hochspannungsmast

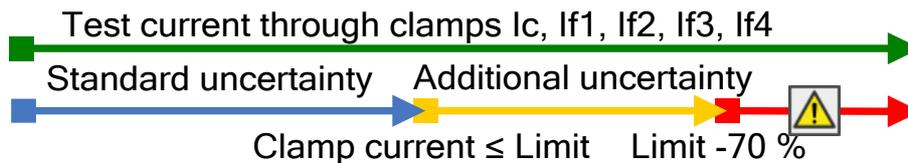
Erdleitungsprüfung (PWGT)

flexible Stromzangen und Stromzangen-Meter

RMS

Stromzangen	Zusätzliche Ungenauigkeit wenn der Niedrig-Stromgrenzwert überschritten wird		
	Index	Grenzwert	Zusätzliche Ungenauigkeit
Stromzange (A1018)	Ic	< 1 mA	± (10 % des Ablesewerts + 2 Digits)
Flexible Stromzange (A1487)	If1, If2, If3, If4	< 5 mA (* siehe Hinweise)	± (10 % des Ablesewerts + 3 Digits)

Wird der Niedrig-Stromgrenzwert um weitere 70% überschritten [Ic < 0,3 mA und If1-4 < 1,5 mA], so ist das Hauptmessergebnis unbrauchbar.



	Der Messbereich des Gerätes wird überschritten. Die Messungen werden nicht gestartet oder angezeigt!
---	--

Hinweise:

- Bei Verwendung von nur einer, zwei oder drei flexiblen Stromzangen, immer eine Stromzange am F1-Anschluss (Synchronisationsanschluss) anschließen.

	F1 - flexible Stromzange 1 Anschlussbuchse (Synchronisationsanschluss) ist nicht an das Gerät angeschlossen. Verbinden Sie immer eine Stromzange zuerst mit der F1 - Buchse.
---	--

- Vergewissern Sie sich, dass die Anzahl der Windungen korrekt in das Prüfparameter-Fenster eingegeben wurde

$$\text{limit } I_{f_{1,2,3,4}} = \frac{5,0[mA]}{\text{number of turns}}$$

- Stellen Sie sicher, dass die Pfeilmarkierung auf der Zangenkupplung in die richtige Richtung für die richtige Phase zeigt.

	Negativer Strom durch flexiblen Stromzangen, die richtige Richtung prüfen der flexiblen Stromzangen [↑ ↓] prüfen.
---	---

<p> Selective</p> <p>If1 10.3 mA</p> <p>If2 -10.2 mA</p> <p>If3 84.9 mA</p> <p>If4 -10.3 mA</p>	<p>Negativer Strom durch die Flexiblen Stromzangen If2 und If4 (markiert mit -).</p>
--	--

15.11 Einfluss durch Rauschen

Definition Rauschen:

Einstreuung einer Reihe von Störungen (Spannung / Strom) mit Systemfrequenzen von: 16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz, 400 Hz oder DC (Frequenzen nach IEC 61557-5).

Messfunktion **2, 3, 4 – polig, selektive (Stromzange, flexible Stromzange),**

Wenner und Schlumberger Verfahren, HF - Erdungswiderstand (25 kHz), Potential

Max. Rausch-Störspannung an den Anschlüssen H, S, ES und E 40 V rms

Max. Rausch-Störstrom durch:

Flexible Stromzangen (A1487) 30 A rms (eine Windung)

Metallklemme (A1018) 5 A rms

Max. externes Magnetfeld 100 A/m (Kein Einfluss)

Injizierte Störfrequenz	Prüffrequenz	Rauschunterdrückung (* Siehe Hinweis)
400 Hz	55 Hz ... 25,0 kHz	- 80 dB
60 Hz	55 Hz	> 50 dB
	82 Hz ... 25,0 kHz	> 80 dB
50 Hz	55 Hz	> 50 dB
	82 Hz ... 25,0 kHz	> 80 dB
16 2/3 Hz	55 Hz ... 25,0 kHz	> 80 dB
DC	55 Hz ... 25,0 kHz	> 80 dB

Messfunktion **2 Stromzangen**

Max. Rausch Störstrom durch:

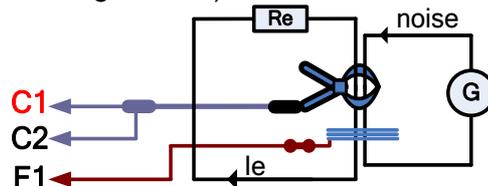
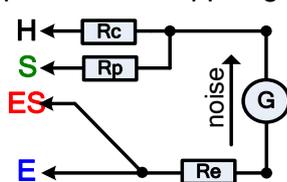
Stromzange (A1018) 5 A rms ($R_e < 20\Omega$)

1 A rms ($R_e > 20\Omega$)

Max. externes Magnetfeld 100 A/m (Kein Einfluss)

Hinweise:

- Beispiele für Einkopplung von Rauschen (Spannung / Strom)



- Rausch-Symbol

	Während der Messung wurde hohes Störrauschen festgestellt. Messergebnisse sind möglicherweise beeinträchtigt. <i>Grenzwert [Rauschfrequenz ist nahe ($\pm 6\%$) bei der Prüffrequenz].</i>
--	---

- Zu hohen Eingangssignalen gemessen an den Anschlüssen H, S, ES, E, Klemme, F1, F2, F2, F3 oder F4.

Mögliche Gründe: Maximale Störspannung oder Strom wurden erreicht; Überprüfen Sie die Anzahl der Windungen der Flexiblen Stromzangen.



Der Messbereich des Gerätes wird überschritten.
Die Messungen können nicht gestartet oder angezeigt werden!

- Signal-Rausch-Verhältnis

$$SNR_{db} = 20 * \log_{10} \left(\frac{A_{SIGNAL}}{A_{NOISE}} \right)$$

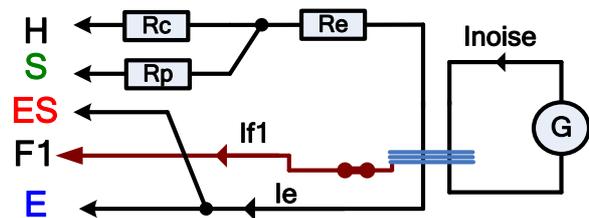
15.11.1 Digitale Filtertechnik

Der Erdungs Analyser verwendet einen hochauflösenden 52k SPS (Messungen pro Sekunde) Analog-Digital-Wandler, um aus allen unterschiedlichen analogen Signalen wie Eingangsspannung (Uh), Strom (dh) ... digitale Ergebnisse zu erhalten.

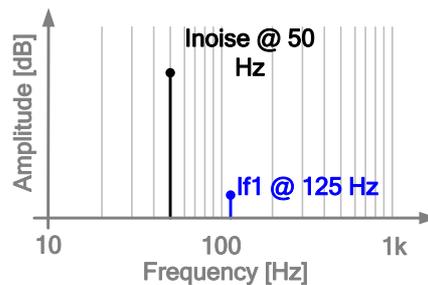
Beispiel

Testobjekt Beschreibung und schematischer Schaltplan:

Selektiv (Stromzange)	
Re	10 Ω
Rc und Rp	2 kΩ
Prüffrequenz	128 Hz
If1	19,7 mA
Inoise	5 Arms @ 50 Hz
SNR	-48 dB



Verwenden des selektiven FFT-Filteralgorithmus.



Das Erd-Analysegerät misst nur das analoge Signal (If1), dass vom Instrument erzeugt wird und filtert alle anderen Frequenzen (Inoise) heraus. Frequenzen, die sich von der Messfrequenz unterscheiden, beeinflussen das Messergebnis nicht.

15.12 Unter-Ergebnisse in Messfunktionen

Unter-Ergebnis(se)	Messbereich	Auflösung	Ungenauigkeit
Rp, Rc	0 Ω ... 49,9 k Ω	1 Ω ... 0,1 k Ω	\pm (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
Re	0,010 Ω ... 19,9 k Ω	0,001 Ω ... 0,1 k Ω	\pm (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
Ie	0,01 mA ... 999 mA	0,01 mA ... 1 mA	\pm (3 % des Ablesewerts + 3 Digits)
Ic	0,01 mA ... 9,99 A	0,01 mA ... 0,01 A	\pm (5 % des Ablesewerts + 3 Digits)
If1, If2, If3, If4	0,1 mA ... 49,9 A	0,1 mA ... 0,1 A	\pm (5 % des Ablesewerts + 3 Digits)
Zsel1, Zsel2, Zsel3, Zsel4	0,001 Ω ... 19,9 k Ω	0,001 Ω ... 0,1 k Ω	\pm (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
f	40,0 Hz ... 25,0 kHz	0,1 Hz ... 0,1 kHz	\pm (0,2 % des Ablesewerts + 1 Digits)
Igen	0,01 mA ... 999 mA	0,01 mA ... 1 mA	\pm (2 % des Ablesewerts + 2 Digits)
If_sum	0,01 mA ... 99,9 A	0,01 mA ... 0,1 mA	\pm (5 % des Ablesewerts + 3 Digits)
Iac	0,1 mA ... 999 mA	0,1 mA ... 1 mA	\pm (2 % des Ablesewerts + 2 Digits)
R, X	1 Ω ... 19,9 k Ω	1 Ω ... 0,1 Ω	nur Anzeige
φ	1° ... 360°	1°	nur Anzeige
I_{dc}	0,1 mA ... 999 mA	0,1 mA ... 1 mA	\pm (2 % des Ablesewerts + 2 Digits)

15.13 Allgemeine Daten

Batterie-Stromversorgung	14,4 V DC (4,4 Ah Li-Ion)
Batterie Ladezeit	typisch 4,5 h (Tiefentladung)
Netzstromversorgung	90-260 V _{AC} , 45-65 Hz, 100 VA
Überspannungskategorie	300 V CAT II

Batteriebetriebsdauer:

Ruhezustand	> 24 h
Messungen.....	> 8 h kontinuierlich prüfen 4 - polig, R _c < 2 kΩ
Timer für automatisches Ausschalten	10 min (Ruhezustand)

Schutzklassifizierung	verstärkte Isolierung <input type="checkbox"/>
Messkategorie	300 V CAT IV

Verschmutzungsgrad.....	2
Schutzart.....	IP 65 (Gehäuse geschlossen), IP 54 (Gehäuse offen)

Abmessungen (B × H × L).....	36 cm x 16 cm x 33 cm
Gewicht 6,0 kg, (ohne Zubehör)	

Signal / optische Warnmeldung	ja
Display 4.3 " (10.9 cm) 480 × 272 Pixel TFT-Farbdisplay mit Touch Screen	

Referenz Bedingungen:

Referenz Temperaturbereich.....	25 °C ± 5 °C
Referenz Luftfeuchtigkeitsbereich	40 %RH ... 60 %RH

Betriebsbedingungen:

Betriebstemperaturbereich	-10 °C ... 50 °C
Maximale relative Luftfeuchtigkeit	90 %RH (0 °C ... 40 °C), nicht kondensierend
Funktionsfähig nominale Höhe	bis zu 3000 m

Lagerbedingungen

Betriebstemperaturbereich	-10 °C ... 70 °C
Maximum relativer Luftfeuchtigkeit	90 %RH (-10 °C ... 40 °C) 80 %RH (40 °C ... 60 °C)

USB Kommunikation:

USB Slave Kommunikation	galvanisch getrennt
Baud Rate	115200 bit/s
Steckverbinder.....	Standard USB-Steckverbinder - Typ B

Bluetooth Kommunikation

Geräte Pairing Code:.....	NNNN
Übertragungsrate:	115200 bit/s
Bluetooth Module	Klasse 2

Daten:

Speicher.....	>1 GBit
PC Software	ja

Die Spezifikationen werden mit einem Erweiterungsfaktor von $k = 2$ angegeben, was einem Konfidenzniveau von etwa 95% entspricht.

Die Genauigkeiten gelten für ein Jahr unter Referenzbedingungen. Der Temperaturkoeffizient außerhalb dieser Grenzwerte beträgt 0,2% vom Messwert pro °C und einer Ziffer.

Anhang A. – Strukturobjekte

Die verwendeten Strukturelemente im Memory Organizer sind vom Geräteprofil abhängig.

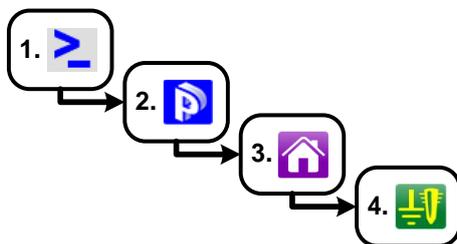


Abbildung A. 1: Memory Organizer Hierarchie

Symbol	Standardname	Parameter:
	Knoten	/
	Projekt	Name des Projekts, Beschreibung des Projekts;
	Gebäude	Name, Beschreibung, Ort, Typ, Nennleistung, Nennspannung, GPS;
	Unter-Station	Name, Beschreibung, Ort, Typ, Nennleistung, Nennspannung, GPS;
	Kraftwerk	Name, Beschreibung, Ort, Typ, Nennleistung, Nennspannung, GPS;
	Sendemast	Name, Beschreibung, Ort, Typ, Materialart, Nennleistung, Nennspannung, GPS;
	Öffentliche Beleuchtung	Name, Beschreibung, Ort, Materialart, Nennleistung, Nennspannung, GPS;
	Transformator	Name, Beschreibung, Ort, Materialart, Nennleistung, Nennspannung, GPS;
	Blitzableiter	Name, Beschreibung, Ort, GPS;
	Erdungsstange	Name, Beschreibung, Ort, GPS;
	Netz	Name, Beschreibung, Ort, GPS;
	Zaun	Name, Beschreibung, Ort, GPS;
	Rohr	Name, Beschreibung, Ort, GPS;

Anhang B. - Profil Auswahl Tabelle

Verfügbare Profile und Messfunktionen für das Erdungs Analyzer

Folgende Messfunktionen sind zur Verfügung		Profil-Code Name	ARAB MI 3290 GF	ARAA MI 3290 GL	ARAC MI 3290 GP	ARAD MI 3290 GX
Gruppe	Symbo l					
2 - polig	Erdung		•	•	•	•
3 – polig	Erdung		•	•	•	•
4 – polig	Erdung		•	•	•	•
Selektive (Stromzange)	Erdung			•		•
2 Stromzangen	Erdung			•		•
HF - Erdungswiderstand (25 kHz);	Erdung			•		•
Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4)	Erdung				•	•
Passive (Flexible Stromzangen 1 - 4);	Erdung				•	•
Wenner - Verfahren	Spezifisch		•	•	•	•
Schlumberger - Verfahren	Spezifisch		•	•	•	•
Impulsmessung	Gepulst			•		•
Ohm - Meter (200 mA)	DC R		•			•
Ohm - Meter (7 mA)	DC R		•			•
Impedanz Meter	AC Z		•			•
Potential	Potential		•			•
S&T Stromquelle	Potential		•			•
Erd-Leitungsprüfung					•	•
Hochspannungsmast	Prüfung				•	
Voltmeter-RMS	Spannung					
Stromzangen-Meter RMS	Strom			•		•
flexibles Stromzangen-Meter RMS	Strom				•	•
Volt – Meter Prüfung	Checkbox		•	•	•	•
Ampere – Meter Prüfung	Checkbox		•	•	•	•
Stromzangen, flexible				•	•	•
Stromzangen Prüfung	Checkbox					
Sicherheitsvorkehrungen vor der Prüfung	Visuell		•	•	•	•
Sicherheitsrisiken während der Prüfung	Visuell		•	•	•	•
Erinnerung nach Abschluss der Prüfung	Visuell		•	•	•	•
Sicherheitsmaßnahmen (IEEE 81tm /5)	Visuell		•	•	•	•
						

Anhang C. - Funktionalität und Platzierung von Prüfspitzen

Für einen Standard-Erdungswiderstand werden zwei Prüfspitzen (Spannung und Strom) verwendet. Wegen des Spannungstrichters ist es wichtig, dass die Prüfelektroden korrekt platziert sind. Weitere Informationen zu den in diesem Dokument beschriebenen Grundsätzen finden Sie im Handbuch: *Erdung, Verbindung und Abschirmung für elektronische Geräte und Einrichtungen*.

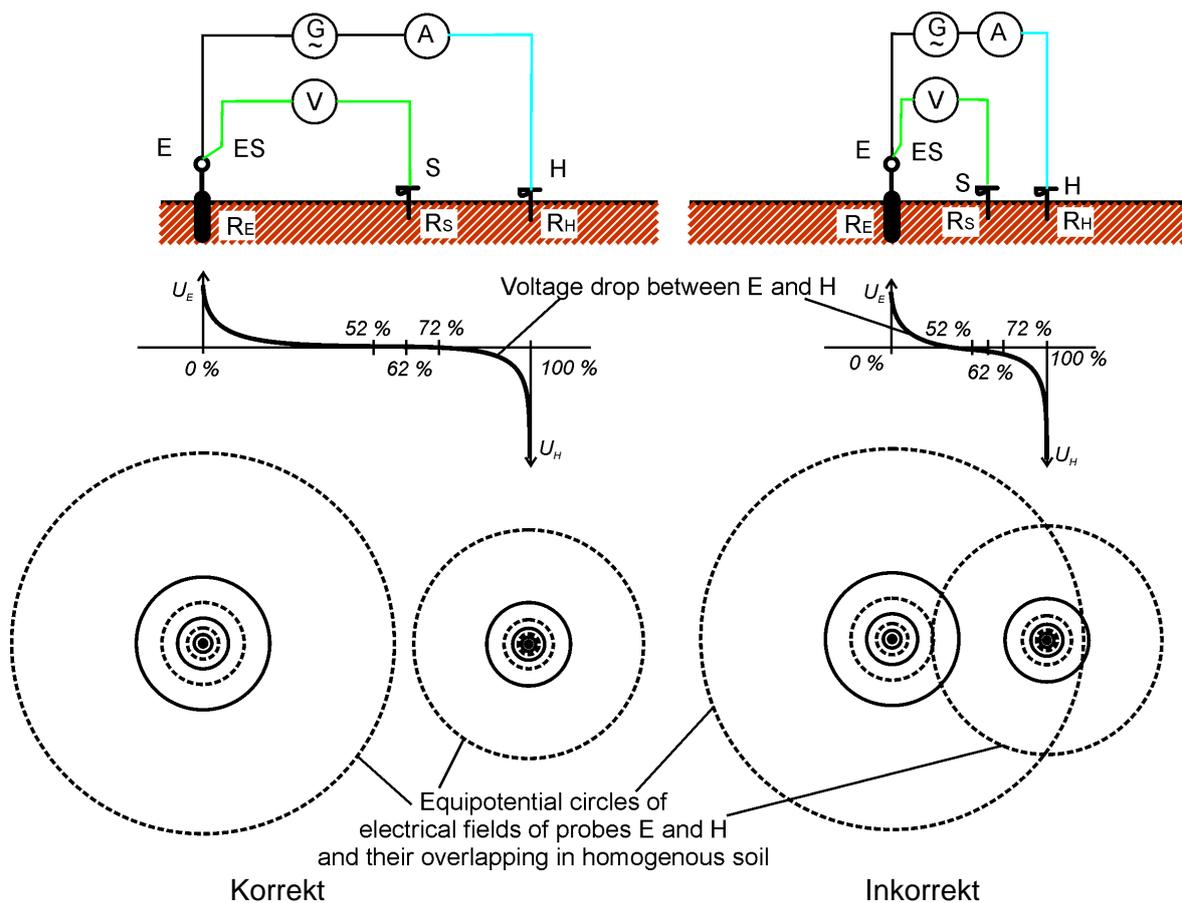


Abbildung C.1: Platzierung der Prüfspitzen

Die Prüfspitze E ist mit der Erdungselektrode (Stange) verbunden.

Die Prüfspitze H dient zum Schließen der Messschleife. Die Spannung zwischen Sonde S und E ist der Spannungsabfall am gemessenen Widerstand. Die korrekte Platzierung der Sonden ist unerlässlich. Wird die S-Sonde zu nahe an das Erdungssystem gestellt, so wird zu wenig Widerstand gemessen (nur ein Teil des Spannungstrichters wäre zu sehen).

Wenn die S-Sonde zu nahe an die H-Sonde gestellt wird, würde der Erdungswiderstand des Spannungstrichters der H-Sonde das Ergebnis stören.

Für die korrekte Prüfspitzenplatzierung ist es wichtig, dass die Größe des Erdungssystems bekannt ist. Parameter a stellt die maximale Abmessung der Erdungselektrode (oder eines Systems von Elektroden) dar und kann gem. Abbildung C.2.

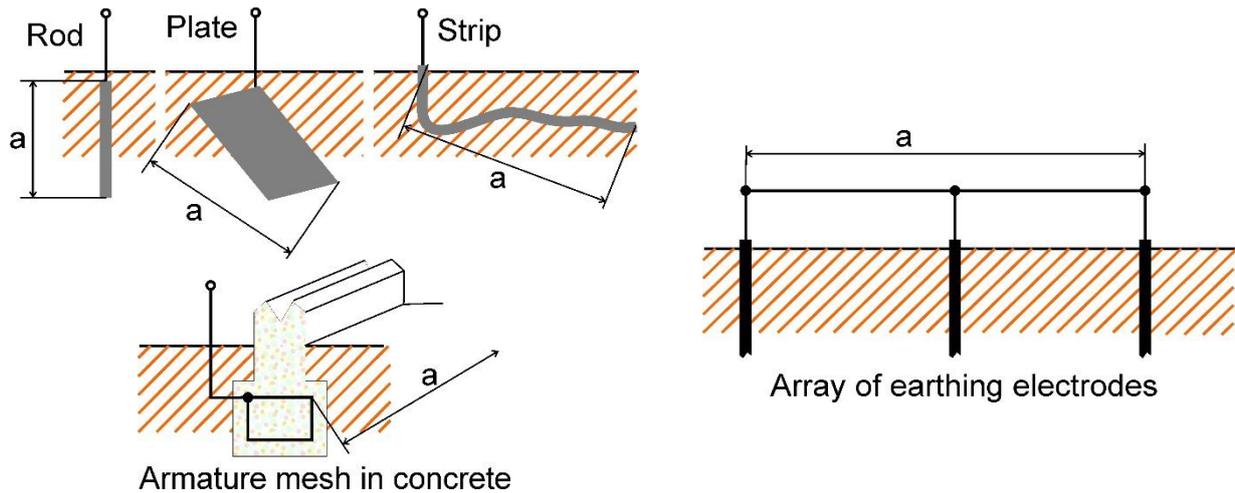


Abbildung C.2: Definition des Parameters a

Geradlinige Anordnung

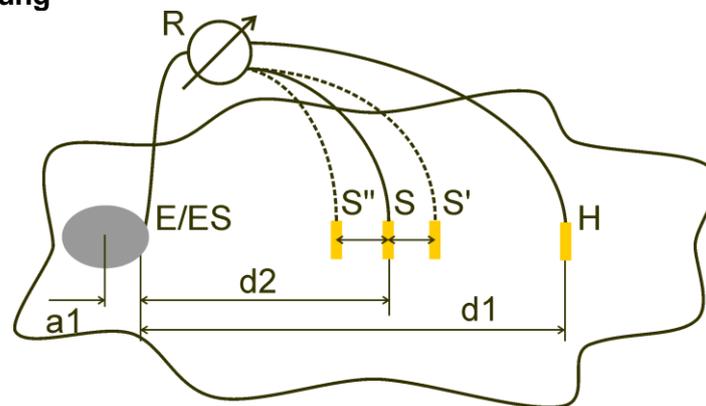


Abbildung C.3: geradlinige Platzierung

Nachdem die maximale Abmessung **a** des Erdungssystems definiert ist, können die Messungen durch die ordnungsgemäße Platzierung von Prüfspitzen durchgeführt werden. Eine Messung mit drei Platzierungen der Prüfspitze S (S'', S, S') soll verifiziert werden, dass der gewählte Abstand **d1** groß genug ist.

- Der Abstand vom getesteten Erdungselektrodensystem E / ES zur Strom-Prüfspitze H ist:

$$d_1 \geq 5a$$

- Der Abstand vom getesteten Erdungselektrodensystem E / ES zur Potential-Prüfspitze H ist:

$$d_2 = 0,62d_1 - 0,38a_1 [\Omega]$$

a1 Abstand zwischen Anschlusspunkt der Erdung und Mittelpunkt.

Messung 1

- Der Abstand von der Erdungselektrode E/ES zum Spannungs-Erdstab H ist:

$$d_2$$

Messung 2

- Der Abstand von der Erdungselektrode E/ES zum Spannungs-Prüfspitze S ist:

$$d_2 = 0,52d_1 - 0,38a_1(S'')$$

Messung 3

- Der Abstand von der Erdungselektrode E/ES zum Spannungs-Prüfspitze S ist:

$$d_2 = 0,72d_1 - 0,38a_1(S')$$

Im Falle eines richtig gewählten d_1 ist das Ergebnis der Messungen 2 und 3 äquidistant um das Ergebnis der Messung 1. Die Unterschiede (Messung 2- Messung 1, Messung 3 - Messung 2) müssen kleiner als 10% sein. Größere Unterschiede oder nicht äquidistante Ergebnisse führen dazu, dass die Spannungstrichter die Messung beeinflussen und d_1 erhöht werden sollte.

Hinweise:

- Die anfängliche Ungenauigkeit des gemessenen Widerstandes zur Erde hängt vom Abstand zwischen den Elektroden d_1 und der Größe der Erdungselektrode a ab. Dargestellt in Tabelle C.4.

d_1/a	Ungenauigkeit [%]
5	10
10	5
50	1

Tabelle C.4: Einfluss des Verhältnisses d_1/a auf anfängliche Ungenauigkeit

- Es ist ratsam, die Messung bei verschiedenen Aufsätzen von Prüfspitzen zu wiederholen.
- Die Prüfspitzen müssen auch in entgegengesetzter Richtung von der getesteten Elektrode (180° oder mindestens 90°) angeordnet werden. Das Endergebnis ist ein Durchschnitt von zwei oder mehreren Teilergebnissen.
- Nach IEC 60364-6 müssen die Abstände S' -S (Messung 2) und S'' -S (Messung 3) 6 m betragen.

Gleichseitige Anordnung

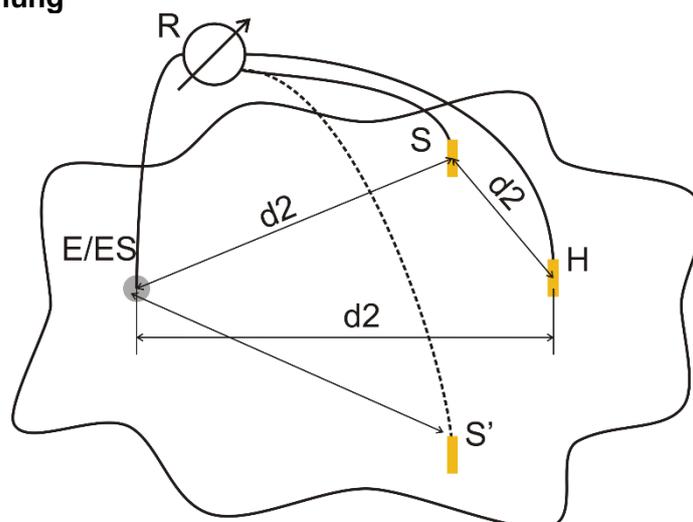


Abbildung C.5: Gleichseitige Anordnung

Messung 1

Der Abstand der geprüften Erdungselektrode zum Strom-Prüfspitze S und Spannungsprüfspitze S muss mindestens $d_2 = 5 \cdot a$ betragen.

Messung 2

Der Abstand der Erdungselektrode zur Spannungs-Prüfspitze S (S') ist: d_2 , entgegengesetzte Seite bezüglich H

Die erste Messung erfolgt an Prüfspitzen S und H, die in einem Abstand von d_2 platziert werden. Die Anschlüsse E, Prüfspitzen H und S sollten ein gleichseitiges Dreieck bilden.

Für die zweite Messung muss die S-Prüfspitze in gleicher Entfernung d_2 auf der Gegenseite bezüglich der H-Prüfspitze platziert werden. Die Anschlüsse E, Prüfspitzen H und S sollten wieder gleichseitiges Dreieck bilden. Der Unterschied zwischen beiden Messungen darf die 10% nicht überschreiten. Wenn ein Unterschied von mehr als 10% auftritt, sollte der Abstand d_2 proportional erhöht und beide Messungen wiederholt werden. Eine einfache Lösung ist, nur die Prüfspitzen S und H zu tauschen (kann an der Messgeräteseite durchgeführt werden). Das Endergebnis ist ein Durchschnitt von zwei oder mehreren Teilergebnissen.

Es empfiehlt sich, die Messung bei verschiedenen Aufsätzen von Prüfspitzen zu wiederholen. Die Prüfspitzen müssen auch in entgegengesetzter Richtung von der getesteten Elektrode (180° oder mindestens 90°) angeordnet werden.

Prüfspitzenwiderstand

Im Allgemeinen sollten Prüfspitzen einen geringen Widerstand zur Erde aufweisen. Falls der Widerstand hoch ist (meist wegen trockenem Boden), können die H- und S-Prüfspitzen das Messergebnis deutlich beeinflussen. Ein hoher Widerstand der H-Prüfspitze bedeutet, dass der Großteil des Prüfspannungsabfalls sich an der Strom-Prüfspitze befindet und der gemessene Spannungsabfall der getesteten Erdungselektrode klein ist. Ein hoher Widerstand der S-Prüfspitze kann einen Spannungsteiler mit der internen Impedanz des Prüfgerätes bilden, was zu einem niedrigeren Prüfergebnis führt. Der Prüfspitzenwiderstand kann reduziert werden durch:

- Bewässerung der Umgebung der Prüfspitzen mit normalem oder salzigem Wasser.
- Verringerung von Elektroden unter getrockneter Oberfläche.
- Erhöhung der Prüfspitzengröße oder Parallelschaltung der Prüfspitzen.

METREL-Prüfgeräte zeigen in diesem Fall gemäß IEC 61557-5 entsprechende Warnhinweise an. Alle METREL-Erdtester messen bei Sonden Widerständen weit über die Grenzen der IEC 61557-5 hinaus.

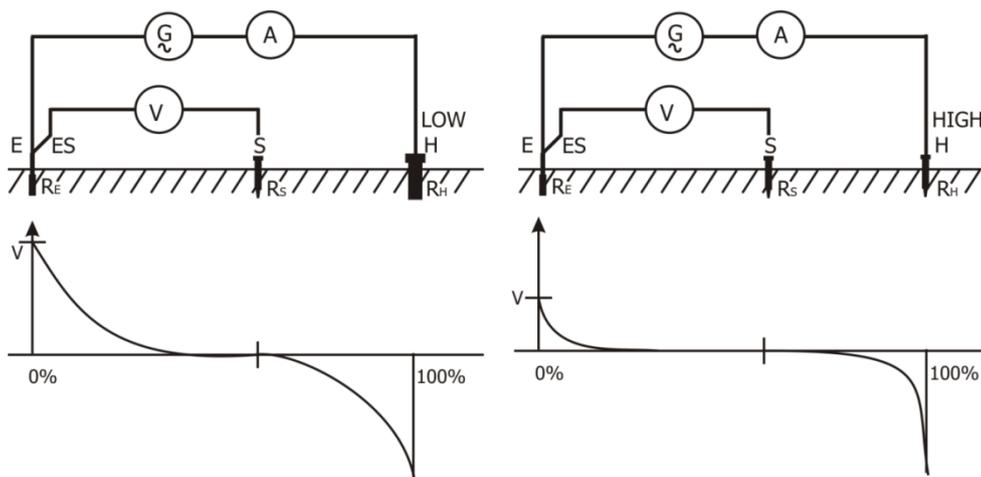
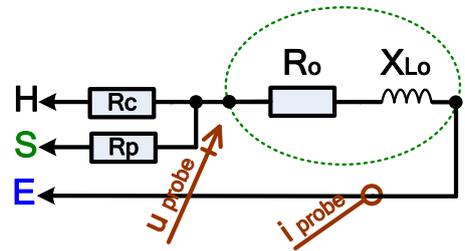


Abbildung C.6: Unterschiedliche gemessene Spannungsabfälle bei niedrigem und hohem Sondenwiderstand

Anhang D. - Beispiel für Impuls und 3-polig

Prüfobjekt Beschreibung und schematischer Schaltplan:

Prüfobjekt	Ro	Lo	Rc	Rp
Re1	1 Ω	1 μH	50 Ω	200 Ω
Re2	1 Ω	25 μH	50 Ω	200 Ω
Re3	1 Ω	55 μH	50 Ω	200 Ω
Re4	1 Ω	376 μH	50 Ω	200 Ω



Ergebnis Impulsmessung:

Impuls [Zp]	Re1	Re2	Re3	Re4
10/350 μs	1,0 Ω	1,1 Ω	2,0 Ω	12,6 Ω

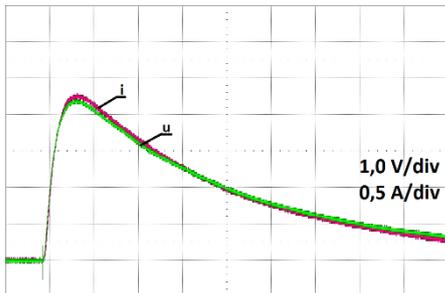


Abbildung D.1: Oszilloskop Screenshot Re1

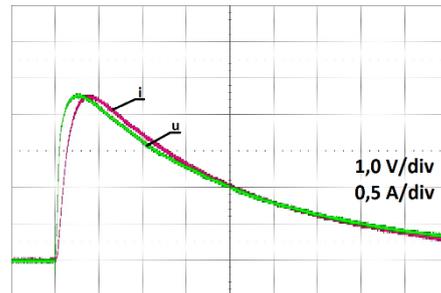


Abbildung D.2: Oszilloskop Screenshot Re2

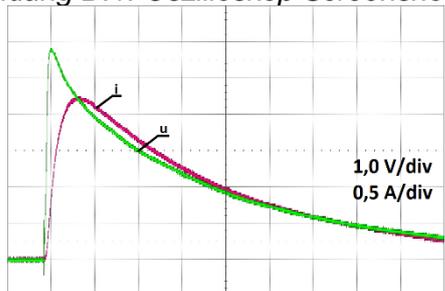


Abbildung D.3: Oszilloskop Screenshot Re3

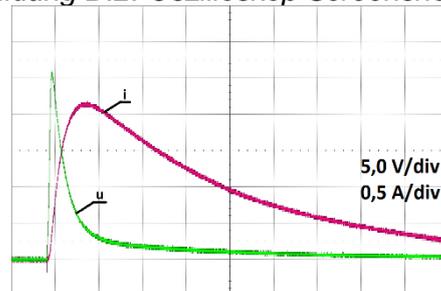
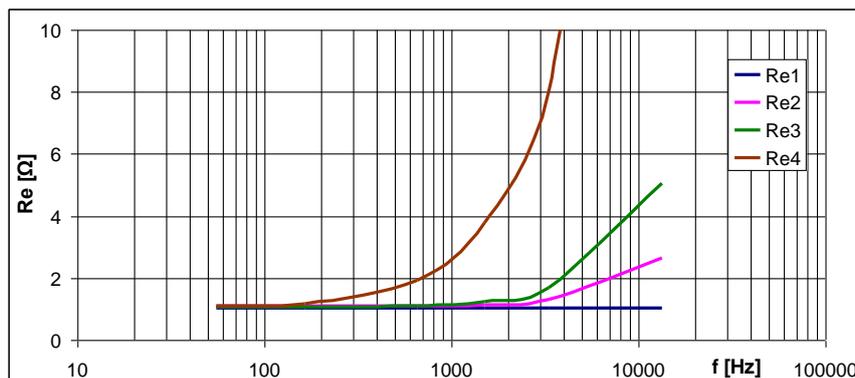


Abbildung D.4: Oszilloskop Screenshot Re4

Messergebnis 3 - Poliges-Messverfahren:

3 – polig [Re]					Berechneter Impedanz Wert			
Prüffrequenz	Re1	Re2	Re3	Re4	Re1	Re2	Re3	Re4
55 Hz	1,04 Ω	1,10 Ω	1,08 Ω	1,11 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω
164 Hz	1,04 Ω	1,11 Ω	1,08 Ω	1,17 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,1 Ω
660 Hz	1,04 Ω	1,11 Ω	1,11 Ω	1,93 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,8 Ω
1,5 kHz	1,04 Ω	1,15 Ω	1,24 Ω	3,78 Ω	1,0 Ω	1,0 Ω	1,1 Ω	3,7 Ω
3,29 kHz	1,04 Ω	1,30 Ω	1,70 Ω	8,02 Ω	1,0 Ω	1,1 Ω	1,5 Ω	7,8 Ω
13,3 kHz	1,04 Ω	2,63 Ω	5,04 Ω	31,5 Ω	1,0 Ω	2,3 Ω	4,7 Ω	31,4 Ω



Anhang E. - Programmierung von Auto Sequences® mit dem Metrel ES-Manager

Der Auto Sequences® Editor ist Teil der Metrel ES Manager-Software. Im Auto Sequences® Editor können Auto Sequences® vorprogrammiert und in Gruppen organisiert werden, bevor sie auf das Messgerät geladen werden.

I. Auto Sequence® Editor Workspace (Arbeitsbereich)

Um den Arbeitsbereich des Auto Sequences® Editor aufzurufen, wählen Sie  in der Registerkarte Start der Metrel ES-Manager PC-Software. Der Arbeitsbereich des Auto Sequence® Editors ist in vier Hauptbereiche unterteilt. Auf der linken Seite **1** wird die Struktur der ausgewählten Auto Sequence® Gruppe angezeigt. Im mittleren Teil des Workspace (Arbeitsbereichs) **2** werden die Elemente der ausgewählten Auto Sequence® angezeigt. Auf der rechten Seite wird die Liste der verfügbaren Einzelprüfungen **3** und die Liste der Ablaufbefehle **4** angezeigt.

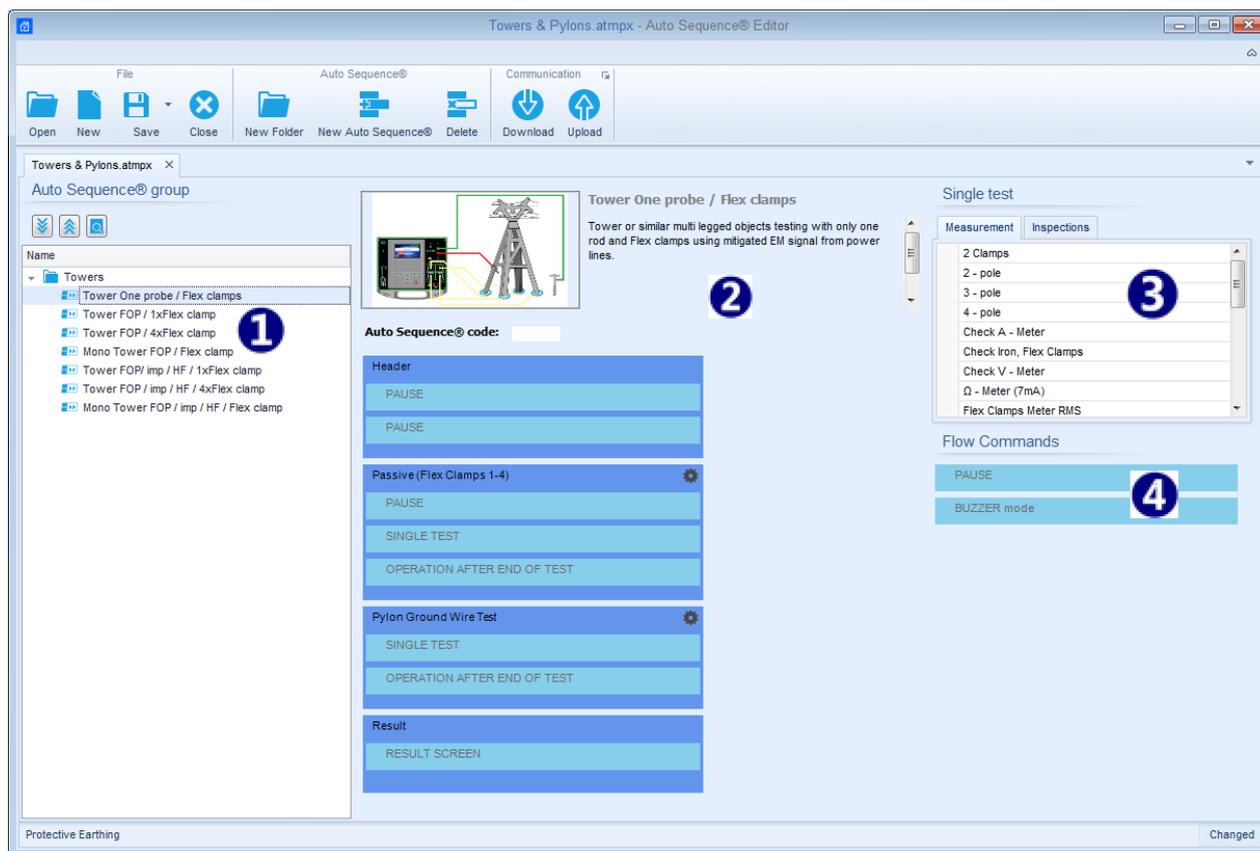


Abbildung E.1: Auto Sequence® Editor Workspace (Arbeitsbereich)

Ein Auto Sequence® **2** beginnt mit Name, Beschreibung und Bild, gefolgt vom ersten Schritt (Kopfzeile), einem oder mehreren Messschritten und endet mit dem letzten Schritt (Ergebnis).

Durch das Einfügen geeigneter Einzelprüfungen **3** und Ablaufbefehle **4** und die Einstellung deren Parameter, können beliebige Auto Sequenzen® erstellt werden.

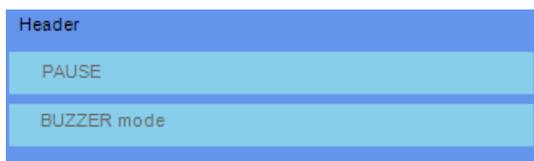


Abbildung E.2: Beispiel für eine Auto Sequence® Kopfzeile

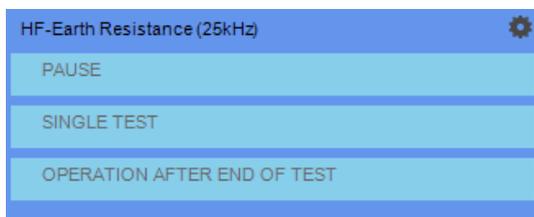


Abbildung E.3: Beispiel für einen Messschritt

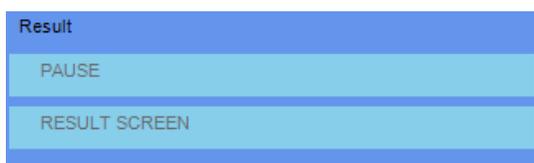


Abbildung E.4: Beispiel für ein Auto Sequence® Ergebnisteils

II. Verwalten der Auto Sequences® Gruppen

Die Auto Sequences® lassen sich in verschiedene benutzerdefinierte Gruppen von Auto Sequences® unterteilen. Jede Auto Sequences® - Gruppe wird in einer Datei gespeichert. Im Auto Sequence® Editor können mehrere Dateien gleichzeitig geöffnet werden.

Innerhalb Auto Sequences® Gruppe können Ordner / Unterordner die Auto Sequences® enthalten, in Baumstruktur organisiert werden. Die Baumstruktur der aktuell aktiven Auto Sequences® - Gruppe wird auf der linken Seite des Arbeitsbereichs im Auto Sequence® Editors angezeigt. Siehe *Abbildung E.5*.

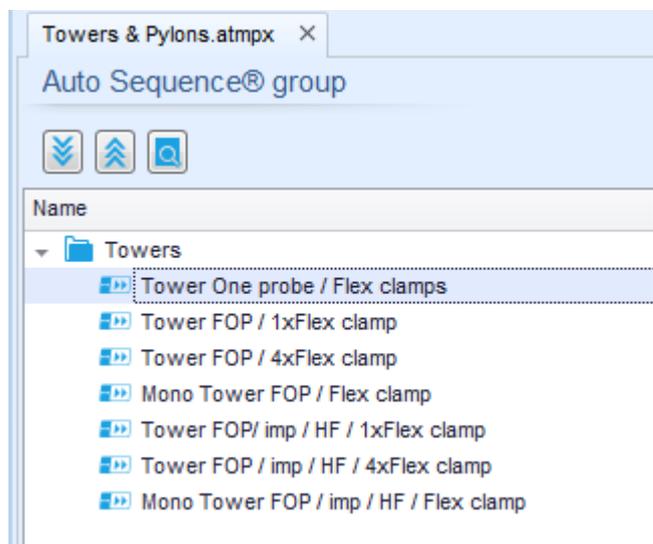


Abbildung E.5: Auto Sequences® Gruppe in Baumstruktur

Die Bedienoptionen der Auto Sequenzen® Gruppe sind in der Menüleiste oben im Arbeitsbereich der Auto Sequence® Editors verfügbar.

Optionen in der Dateiverwaltung



Öffnet eine Datei (Auto Sequences® Gruppe).



Speichern / Speichern als die geöffnet Auto Sequences® Gruppe in eine Datei.



Öffnet eine neue Datei (Auto Sequences® Gruppe).



Schließt die Datei (Auto Sequences® Gruppe).

Anzeigeoptionen der Auto Sequences® Gruppe:



Erweitert alle Ordner / Unterordner / Auto Sequences®.



Reduziert alle Ordner / Unterordner / Auto Sequences®.



Umschalten zwischen Suche nach Namen innerhalb Auto Sequence® Gruppe und Normalansicht. Für Einzelheiten - siehe Abschnitt **IV Suche innerhalb der ausgewählten Auto Sequence® Gruppe**.

Gruppe von Bedienoptionen der Auto Sequences® (auch verfügbar mit Rechtsklick auf Ordner oder Auto Sequence®):



Fügt einen neuen Ordner / Unterordner der Gruppe hinzu.



Fügt eine neue Auto Sequence® der Gruppe hinzu.



Löscht:
die ausgewählte Auto Sequence®.
den ausgewählten Ordner mit allen Unterordnern und Auto Sequences®

Rechtsklick auf die ausgewählte Auto Sequence® oder Ordner öffnet ein Menü mit zusätzlichen Möglichkeiten:



Auto Sequence®: Editieren von Name, Beschreibung und Bild (siehe Abbildung E.6).

Ordner: Editieren des Ordner Namens



Auto Sequence®: In die Zwischenablage kopieren

Ordner: Kopieren in die Zwischenablage einschließlich Unterordner und Auto Sequences®



Auto Sequence®: In den ausgewählten Speicherort einfügen

Ordner: In den ausgewählten Speicherort einfügen



Auto Sequence®: Erstellt eine Verknüpfung zur Auswahl von Auto Sequence®

Mit Doppelklick auf den Objektnamen den Namen bearbeiten:

Auto Sequence® Name Auto Sequence® Namen bearbeiten

DOPPELKLICK
K

 HF-Earth 25 kHz test

Ordner Name: Bearbeiten des Ordner Namens

 Earth

Ziehen und Ablegen der ausgewählten Auto Sequence® oder Ordner / Unterordner verschiebt sie an eine neue Position:

"Ziehen & Ablegen" -Funktionalität ist gleichbedeutend mit "Ausschneiden" und "Einfügen" in einem einzigen Zug.

ZIEHEN &
ABLEGEN



in den Ordner verschieben



einfügen

III. Auto Sequence® Name, Beschreibung und Bild bearbeiten

Wenn in der Auto Sequence® Funktion BEARBEITEN ausgewählt ist, erscheint das angezeigte Menü *Abbildung E.6* für die Bearbeitung auf dem Bildschirm. Die Bearbeitungsoptionen sind:

Name: Bearbeiten oder Ändern des Auto Sequence® Namen.

Beschreibung: Ein Text zur zusätzlichen Beschreibung der Auto Sequence® kann eingegeben werden.

Bild: Eine bildliche Darstellung der Auto Sequence® Prüfanordnung kann eingegeben oder gelöscht werden.



Öffnet das Menü zum Suchen der Bildposition.



Löscht das Bild aus der Auto Sequence®.

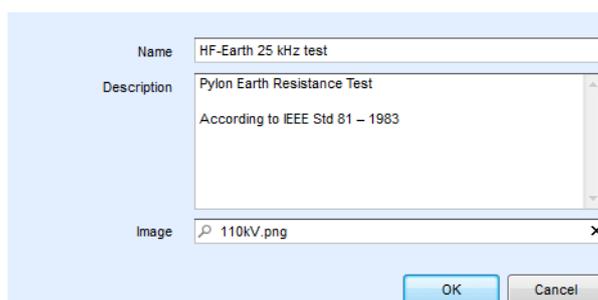


Abbildung E.6: Bearbeitung der Auto Sequence® Kopfzeile

IV. Suche innerhalb der ausgewählten Auto Sequence® Gruppe

Wenn die Funktion  ausgewählt ist, erscheint das Menü "Suchen" auf dem Bildschirm. Durch Eingabe des Textes in das Suchfeld werden die gefundenen Ergebnisse automatisch mit gelbem Hintergrund hervorgehoben. Die Suchfunktion ist in den Ordnern, Unterordnern und Auto Sequences® der ausgewählten Auto Sequence®

Gruppe implementiert. Bei der Suchfunktion wird die Groß- / Kleinschreibung berücksichtigt. Der Suchtext kann durch Auswahl der Schaltfläche Löschen gelöscht werden.

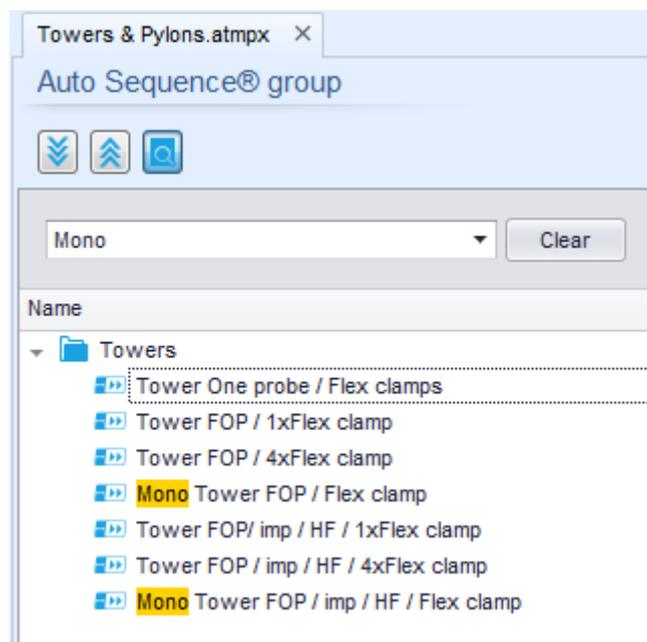


Abbildung E.7: Beispiel für das Suchergebnis innerhalb der Auto Sequence® Gruppe

V.Elemente einer Auto Sequence®

Abschnitte einer Auto Sequence®

Es gibt drei Arten von Auto Sequence® Schritten.

Kopfzeile

Das Ergebnis ist standardmäßig leer.

Weitere Ablaufbefehle können dem Messabschnitt ebenfalls hinzugefügt werden.

Messabschnitt

Der Messabschnitt enthält standardmäßig eine Einzelprüfung und die Bearbeitung nach dem Ende des Testablaufs. Weitere Ablaufbefehle können dem Messabschnitt ebenfalls hinzugefügt werden.

Ergebnis

Der Ergebnisabschnitt enthält standardmäßig den Ergebnisbildschirm Ablaufbefehl. Weitere Ablaufbefehle können dem Ergebnisabschnitt ebenfalls hinzugefügt werden.

Einzelprüfungen

Die Einzelprüfungen sind die gleichen wie im Metrel ES-Manager Menü Messung.

Grenzwerte und Parameter der Messungen können eingestellt werden. Ergebnisse und Teilergebnisse können nicht eingestellt werden.

Ablaufbefehle

Ablaufbefehle werden verwendet, um den Ablauf der Messungen zu steuern. Für weitere Informationen siehe Kapitel **VII Beschreibung von Ablaufbefehlen**.

Anzahl der Messschritte

Häufig kann der gleiche Messschritt für mehrere Punkte auf dem zu prüfenden Gerät durchgeführt werden. Es ist möglich festzulegen, wie oft ein Messschritt wiederholt wird. Alle

durchgeführten individuellen Einzeltestergebnisse sind im Auto Sequence® Ergebnis gespeichert, als wären sie als eigenständige Messschritte programmiert wurden.

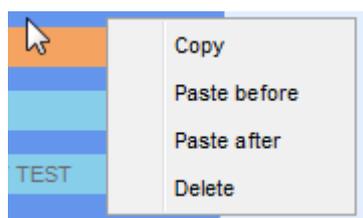
VI. Erstellen / Ändern einer Auto Sequence®

Wenn Sie eine neue Auto Sequence® erstellen wollen, werden der erste Abschnitt (Kopfzeile) und der letzte Abschnitt (Ergebnis) standardmäßig angeboten. Messschritte werden vom Benutzer eingefügt.

Auswahl:

Hinzufügen eines Messabschnitts	Durch einen Doppelklick auf eine Einzelprüfung erscheint ein neuer Messschritt, der als letzter der Messschritte angezeigt wird. Er kann auch per „Ziehen & Ablegen“ an die entsprechende Position in der Auto Sequence® gezogen und abgelegt werden.
Ablaufbefehle hinzufügen	Der ausgewählte Ablaufbefehl kann aus der Liste der Ablaufbefehle per „Ziehen & Ablegen“ an der entsprechende Stelle in jedem Auto Sequence® Prüfschritt eingefügt werden.
Ändern der Position eines Ablaufbefehls innerhalb eines Prüfschritts.	Mit einem Klick auf ein Element und die Nutzung der  ,  Tasten.
Anzeigen / Ändern von Parametern, Ablaufbefehlen oder Einzelprüfungen.	Durch einen Doppelklick auf das Element.
Einstellung der Anzahl der Messschritte	Durch Einstellen einer Zahl von 1 bis 20 in diesem  Feld.

Rechter Mausklick auf den ausgewählten Messschritt / Ablaufbefehl



Kopieren - Einfügen vorher

Einen Messschritt / Ablaufbefehl kopieren und über die vorgewählte Position auf dem gleichen oder in einer anderen Auto Sequence® einfügen.

Kopieren - Einfügen nachher

Einen Messschritt / Ablaufbefehl kopieren und unter die ausgewählte Position auf dem gleichen oder auf einer anderen Auto Sequence® einfügen.

Löschen

Löscht den ausgewählten Messschritt / Ablaufbefehl.

VII. Beschreibung von Ablaufbefehlen

Ein Doppelklick auf den eingefügten Ablaufbefehl öffnet das Menüfenster, in dem Text oder Bild eingegeben werden können. Externe Signalisierung und externe Befehle können aktiviert und Parameter eingestellt werden. Die Bedienung der Ablaufbefehle nach Ende des Tests und der

Ergebnisbildschirm sind standardmäßig geöffnet, weitere Ablaufbefehle sind vom Benutzer aus dem Menü Ablaufbefehle wählbar.

Pause

Ein Pause-Befehl mit Textnachricht oder Bild kann an beliebigen Stellen der Messschritte eingefügt werden. Eine Pause mit einer Meldung kann überall in den Messschritten eingefügt werden. Ein Warnsymbol kann fix gesetzt oder zur Textnachricht hinzugefügt werden. Beliebige Textnachricht kann im vorbereiteten Textfeldsdes Menüfensters eingegeben werden.

Parameter:

Pause tippen Text und / oder Warnung anzeigen	<input checked="" type="checkbox"/> Anzeige des Warnsymbols überprüfen
Bild anzeigen	 den Bildpfad durchsuchen
Dauer in Sekunden, unendlich	kein Eintrag

Summer Modus

Bestandene oder nicht bestandene Messungen werden mit Tönen angezeigt.

- Bestanden – doppeltes Summersignal nach der Prüfung
- Nicht bestanden – langes Summersignal der Prüfung

Der Signalton ertönt direkt nach der Einzelprüfung.

Parameter:

Zustand	EIN - aktiviert den Summer - Modus AUS - deaktiviert den Summer - Modus
---------	--

Vorgang nach Ende der Prüfung

Dieser Ablaufbefehl steuert das Verfahren der Auto Sequence® in Bezug auf die Messergebnisse.

Parameter:

Vorgang nach Ende der Prüfung – bestanden – nicht bestanden – kein Status	Der Vorgang kann individuell für den Fall eingestellt werden, dass die Messung ohne Status fortgesetzt, fehlgeschlagen oder beendet wurde. Manuell - Der Prüfablauf stoppt und wartet auf den entsprechenden Befehl (Enter-Taste) um fortzufahren. Auto - Der Testablauf wird automatisch fortgesetzt.
--	--

Anhang F- Das Ausgleichsverfahren

1. Umpositionierung der S-Prüfspitze bei Nutzung des selektiven Flex-Verfahrens In-Line Sondenordnung

An den Masten, die sowohl über eine lokale Erdung als auch über eine Freileitung verfügen, ist der Strom durch die lokale Erdung I_{f_sum} und die Hilfsprüfspitze I_H nicht gleich. Die Folge ist, dass bei Inline-Sondereinrichtung die Gleichung C.9 aus IEEE 81, die die Position der S-Stange auf 62% des Abstandes zwischen der Mitte E des geprüften Mastes und der Hilfsprüfspitze H definiert, nicht mehr gültig ist.

In diesem Fall muss der lokale Erdungsstrom I_{f_sum} separat mit dem in IEEE 81-2012 Ch. 8.2.2.2.6 beschriebenen Verfahren gemessen und im Erdanalysator **MI 3290 implementiert werden** (Messungen mit mehreren Flexklemmen).

Die folgenden Beziehungen gelten:

$$I_H = I_E = \sum_{i=0}^4 I_{f_i} + I_{GW} = I_{f_sum} + I_{GW}$$

Dadurch muss die Formel C 9 mit dem Koeffizienten k_i korrigiert werden:

$$k_i = \frac{I_{f_sum}}{I_H}$$

wobei I_{f_sum} die Zusammenfassung aller mit Flexklemmen gemessenen Erdströme ist und I_H der vom Gerät erzeugte Prüfstrom ist.

Die korrigierte Formel C.9 für die zwischen E und H (S_{B1} -Position) positionierte S-Sonde lautet:

$$\frac{1}{(R-x)} - \frac{1}{R} - \frac{k_i}{x} = 0$$

und für die auf der anderen Seite der H-Sonde positionierte S-Sonde (S_{B2} -Position) ist:

$$\frac{1}{(x-R)} - \frac{1}{R} - \frac{k_i}{x} = 0$$

R ist der Abstand zwischen E (Zentrum des Testobjekts) und Erdungssonde H (Hilfsstromprüfungsmesszange).

Dies führt zu einer veränderten Position der S-Prüfspitze – Die Abstände r_1 und r_2 der Prüfspitzenpositionen S_{B1} und S_{B2} :

$$r_1 = d_{E_SB1} = R * \frac{-k_i + \sqrt{k_i^2 + 4k_i}}{2}$$

$$r_2 = d_{E_SB2} = R * \frac{2 - k_i + \sqrt{k_i^2 + 4}}{2}$$

2. Auswuchtverfahren

Das Auswuchtverfahren ist nur aktiviert, wenn der Einzelprüfmodus ausgewählt ist.

Nachdem der Auswuchtvorgang die Werte r_1 und r_2 zurückgegeben hat, muss der Benutzer entscheiden, welche Position er für die Messung verwenden möchte, die S-Sonde muss auf die gewählte ausgeglichene Position positioniert werden und dann kann die eigentliche Messung mit den Flexklemmen gestartet werden.

Hinweis: Wenn die Selective Flex-Methode in Kombination mit der Anordnung der Spiegel- oder Dreiecksonde verwendet wird, wird die Selective (Flex clamp 1-4) Messung sofort und ohne Abgleich gestartet.

Hinweis: Die symmetrische Position hängt vom Abstand R und der Gesamtimpedanz des Systems ab und ist daher frequenzabhängig. Nach dem Abgleich darf weder der Abstand R noch die Frequenz des Prüfstroms geändert werden.

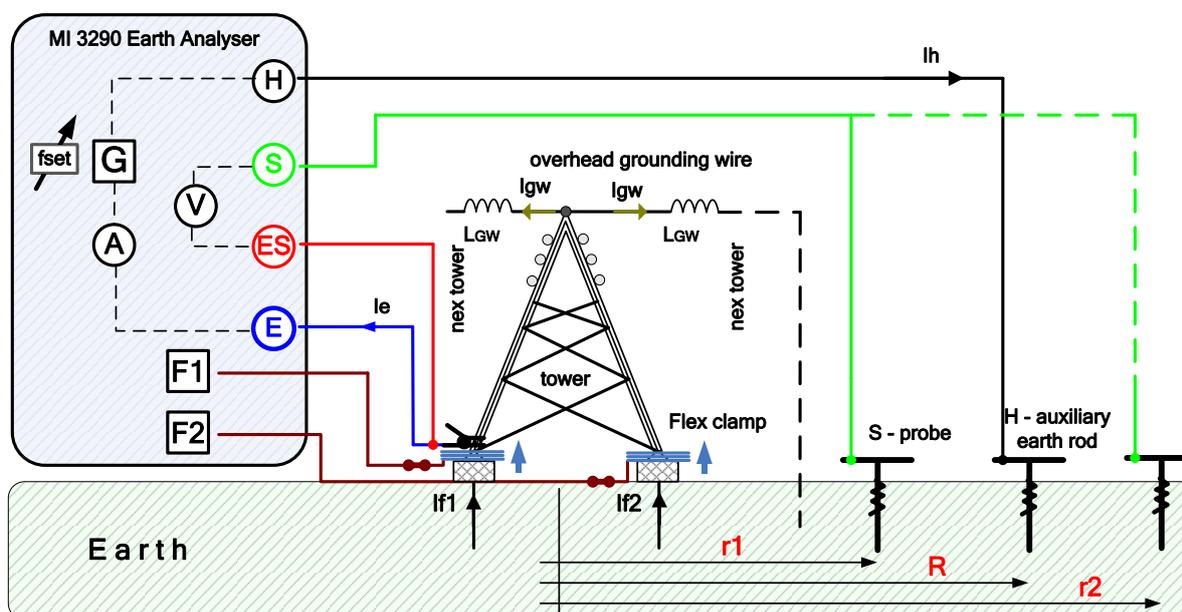


Abb. F.1: Selektiv (Flex Clamps 1-4) Beispiel (Balancing)

Im folgenden Beispiel werden die Werte von r_1 und r_2 nach den oben aufgeführten Gleichungen berechnet:

Beispiel für Messergebnisse:

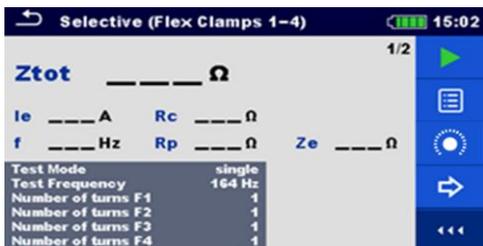
$$I_{f,1} + I_{f,2} = 44 \text{ mA}, I_e = 138 \text{ mA}, R = 75 \text{ m}$$

Ausgleichsverfahren wird wiederholt:

$$r_1 = 32 \text{ m and } r_2 = 139 \text{ m}$$

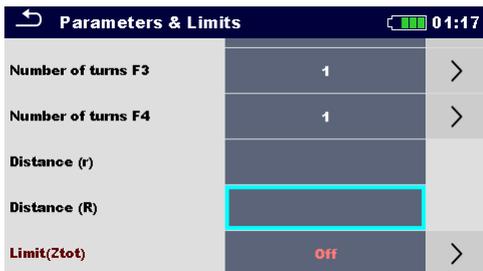
Der Benutzer muss sich entscheiden, in welcher Position er den S-Sonde anbringen will. Normalerweise wird die S_{B1} -Position verwendet, aber wenn diese Position bereits innerhalb des unregelmäßigen Bereichs liegt (um dem getesteten Objekt nahe zu kommen), kann die S_{B2} -Position verwendet werden, was jedoch längere Kabel erfordert.

3. Beispiel für einen Abgleich

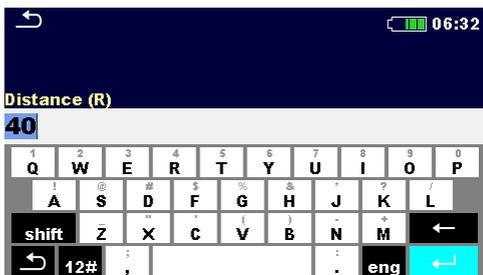


Zuerst müssen die Flexklemme(n) positioniert und dann die Parameter eingegeben werden. Das Auswuchten ist nur im Einzeltestmodus aktiviert.

①



Die entsprechenden Werte für die Anzahl der Flexwindungen müssen eingegeben werden. Wählen Sie den Parameter Abstand (R).



Geben Sie mit Hilfe der virtuellen Tastatur den Wert Distance (R) ein. (nur Wert, keine Einheit)

②



Der eingegebene Wert muss zwischen 10 und 500 (nur Zahlen) liegen, sonst erscheint beim Auswuchten eine Fehlermeldung auf dem Bildschirm.

③



Startet das Auswuchtverfahren (Messung). (Das Auswuchten ist nur im Einzeltestmodus aktiviert.)

ROTEC *Immer gut beraten.*

ROTEC Vertriebsgesellschaft für Elektrotechnik mbH

Jurastraße 5
73119 Zell u.A.
Deutschland

T +49 (0) 7164 903402-0
F +49 (0) 7164 903402-39
info@rotec-gmbh.com
www.rotec-gmbh.com