



**GF GL GP**

**Earth Analyser**  
**MI 3290**  
**Bedienungsanleitung**  
*Version 1.2,3, Bestellnr. 20 752 755*

Händler:

Hersteller:

Metrel d.d.  
Ljubljanska cesta 77  
SI1354 Horjul  
Slovenia  
web Seite: <http://www.metrel.si>  
e-mail: [metrel@metrel.si](mailto:metrel@metrel.si)



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

© 2017 Metrel

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

*Kein Teil dieser Bedienungsanleitung darf ohne schriftliche Genehmigung von METREL in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln reproduziert oder genutzt werden.*

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINE BESCHREIBUNG .....</b>	<b>6</b>
1.1	Merkmale.....	6
<b>2</b>	<b>SICHERHEITS- UND BETRIEBSHINWEISE.....</b>	<b>7</b>
2.1	Warnungen und Hinweise.....	7
2.2	Akku- und Aufladen des Li-Ionen-Akku .....	9
2.2.1	Vorladung.....	10
2.2.2	Li – ion Akku-Pack-Richtlinien .....	12
2.3	Geltende Normen.....	13
<b>3</b>	<b>BEGRIFFE UND DEFINITIONEN.....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>GERÄTEBESCHREIBUNG .....</b>	<b>16</b>
4.1	Gerätegehäuse .....	16
4.2	Bedienfeld .....	16
<b>5</b>	<b>ZUBEHÖR.....</b>	<b>18</b>
5.1	STANDARDAUSFÜHRUNG:.....	18
5.2	Optionales Zubehör.....	19
<b>6</b>	<b>BEDIENUNG DES MESSGERÄTS.....</b>	<b>20</b>
6.1	Allgemeine Bedeutung der Tasten .....	20
6.2	Allgemeine Bedeutung der Touch-Gesten .....	20
6.3	Virtuelle Tastatur.....	21
6.4	Anzeige und akustische Signale.....	22
6.4.1	Batterie- und Zeitanzeige.....	22
6.4.2	Meldungen.....	22
6.4.3	Ton anzeige.....	24
6.4.4	Hilfe Bildschirme .....	25
<b>7</b>	<b>HAUPTMENÜ.....</b>	<b>26</b>
7.1	Messgeräte Hauptmenü.....	26
<b>8</b>	<b>ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN .....</b>	<b>27</b>
8.1	Sprache .....	28
8.2	Energiesparmodus .....	28
8.3	Datum und Uhrzeit .....	29
8.4	Geräte Profile .....	29
8.5	Einstellungen.....	30
8.6	Grundeinstellungen.....	31
8.7	Messgeräte Information .....	31
8.8	Auto Sequence® Gruppen.....	32
8.8.1	Menü Auto Sequence® Gruppen .....	32
8.8.2	Arbeiten mit dem Menü Auto Sequence® Gruppen.....	32
8.8.3	Auswahl einer Auto Sequences® Liste .....	33
8.8.4	Löschen einer Auto Sequences® Liste .....	33
8.9	Workspace Manager (Arbeitsbereichsverwaltung) .....	34
8.9.1	Workspaces (Arbeitsbereiche) und Exports .....	34
8.9.2	Hauptmenü Workspace Manager (Arbeitsbereichsverwaltung) .....	34
8.9.3	Arbeiten mit Workspaces .....	35
8.9.4	Arbeiten mit Exports.....	35
8.9.5	Einen neuen Workspace (Arbeitsbereich) hinzufügen.....	36
8.9.6	Einen Workspace (Arbeitsbereich) öffnen.....	37
8.9.7	Einen Workspace (Arbeitsbereich) / Export löschen.....	37
8.9.8	Einen Workspace (Arbeitsbereich) importieren.....	38
8.9.9	Einen Workspace (Arbeitsbereich) exportieren.....	38

<b>9</b>	<b>MEMORY ORGANIZER</b> .....	<b>40</b>
9.1	Menü Memory Organizer .....	40
9.1.1	Messung und Bewertungen .....	40
9.1.2	Strukturelemente.....	41
9.1.3	Statusanzeige der Messung unter dem Strukturelement.....	41
9.1.4	Arbeiten mit dem Baum Menü .....	42
<b>10</b>	<b>EINZELPRÜFUNGEN</b> .....	<b>54</b>
10.1	Auswahl- Modus.....	54
10.1.1	Einzelprüfung Bildschirmanzeigen .....	55
10.1.2	Einstellung der Parameter und Grenzwerte für Einzelprüfungen .....	56
10.1.3	Einzelprüfung Ergebnis-Bildschirm.....	57
10.1.4	Grafische Darstellung .....	58
10.1.5	Abgerufene Einzelprüfung Ergebnis-Bildschirm.....	59
10.1.6	Einzelprüfung (Sichtprüfung) Bildschirmanzeigen .....	60
10.1.7	Einzelprüfung (Sichtprüfung) Startbildschirm .....	60
10.1.8	Einzelprüfung (Sichtprüfung) Bildschirm während der Prüfung .....	61
10.1.9	Einzelprüfungen (Sichtprüfung) Ergebnisbildschirm .....	62
10.1.10	Einzelprüfungen (Sichtprüfung) Speicherbildschirm .....	63
<b>11</b>	<b>PRÜFUNGEN UND MESSUNGEN</b> .....	<b>64</b>
11.1	Sichtprüfungen .....	64
11.2	Erdungsmessungen [Ze und Re].....	66
11.2.1	2 – Polige Messung.....	67
11.2.2	3 – Polige Messung.....	69
11.2.3	4 – Polige Messung.....	71
11.2.4	Selektive Messung (Stromzange).....	73
11.2.5	2 Stromzangen Messung .....	75
11.2.6	HF - Erdungswiderstand (25 kHz); Messung .....	77
11.2.7	Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4) Messung.....	79
11.2.8	Passive (Stromzangen) Messung.....	81
11.3	Spezifischer Erdungswiderstand [ $\rho$ ] Messung .....	84
11.3.1	Allgemeines zu spezifischer Erde.....	84
11.3.2	Wenner Messemethode.....	85
11.3.3	Schlumberger Messemethode.....	87
11.4	Impulsimpedanz [ $Z_p$ ].....	89
11.4.1	Impulsmessung .....	89
11.5	DC Widerstand [R] .....	91
11.5.1	Ohm - Meter (200 mA) Messung .....	91
11.5.2	Ohm - Meter (7 mA) Messung .....	92
11.6	AC Impedanz [Z] .....	94
11.6.1	Impedanz Meter Messung .....	94
11.7	Erdpotenzial [Us].....	96
11.7.1	Potential Messung.....	97
11.7.2	Theorie der Schritt- und Berührungsspannungen .....	100
11.8	Hochspannungsmast Erdleitungsprüfung (PWGT) .....	102
11.8.1	PGWT Messung.....	102
11.9	Strom [I].....	105
11.9.1	Stromzangen-Meter RMS Messung .....	106
11.9.2	Flexibles Stromzangen-Meter RMS Messung.....	107
11.10	Checkbox .....	108
11.10.1	Volt - Meter Prüfung .....	109
11.10.2	Ampere - Meter Prüfung .....	110
11.10.3	Stromzangen, Flexible Stromzangen Prüfung.....	111

<b>12 AUTO SEQUENCES®</b> .....	<b>112</b>
12.1 Auswahl der Auto Sequence®.....	112
12.2 Aufbau einer Auto Sequence®.....	113
12.2.1 Menü Auto Sequence® Gruppen Anzeige .....	113
12.2.2 Schrittweise Durchführung des Auto Sequence®.....	115
12.2.3 Auto Sequence® Ergebnis Bildschirm.....	116
12.2.4 Auto Sequence® Speicher Bildschirm.....	118
<b>13 KOMMUNIKATION</b> .....	<b>119</b>
<b>14 WARTUNG</b> .....	<b>120</b>
14.1 Reinigung .....	120
14.2 Regelmäßige Kalibrierung .....	120
14.3 Kundendienst .....	120
14.4 Aktualisieren des Messgeräts .....	120
<b>15 TECHNISCHE DATEN</b> .....	<b>121</b>
15.1 Erde [Ze].....	121
15.1.1 2, 3, 4 -Polig .....	121
15.1.2 Selektiv (Stromzange).....	122
15.1.3 2 Stromzangen.....	123
15.1.4 Passive (flexible Stromzangen 1 - 4);.....	123
15.1.5 HF - Erdungswiderstand (25 kHz); .....	124
15.1.6 Selektive (flexible Stromzangen 1 - 4).....	125
15.2 Spezifischer Erdungswiderstand [p] Messung .....	126
15.2.1 Wenner und Schlumberger Methode.....	126
15.3 Erdpotenzial [Us].....	127
15.3.1 Potential .....	127
15.3.2 S&T Stromquelle .....	127
15.4 Impuls Impedanz [Zp] .....	128
15.4.1 Impulsmessung .....	128
15.5 DC Widerstand [R] .....	129
15.5.1 Ohm - Meter (200mA) .....	129
15.5.2 Ohm - Meter (7mA) .....	130
15.6 AC Impedanz [Z] .....	131
15.6.1 Impedanz Meter .....	131
15.7 Strom [I].....	131
15.7.1 Stromzangen-Meter RMS .....	131
15.7.2 Flexibles Stromzangen-Meter RMS.....	132
15.8 Einfluss der Hilfselektroden .....	133
15.9 Einfluss des niedrigen Prüfstroms durch die Stromzangen .....	134
15.10 Einfluss durch Rauschen .....	135
15.10.1 Digitale Filtertechnik.....	136
15.11 Unter-Ergebnisse in Messfunktionen.....	136
15.12 Allgemeine Daten.....	137
<b>ANHANG A. – STRUKTUROBJEKTE</b> .....	<b>139</b>
<b>ANHANG B. - PROFIL AUSWAHL TABELLE</b> .....	<b>140</b>
<b>ANHANG C. - FUNKTIONALITÄT UND PLATZIERUNG VON PRÜFSPITZEN</b> .....	<b>141</b>
<b>ANHANG D. - BEISPIEL FÜR IMPULS UND 3-POLIG</b> .....	<b>145</b>
<b>ANHANG E. - PROGRAMMIERUNG VON AUTO SEQUENCES®</b> <b>MIT DEM METREL ES-MANAGER</b> .....	<b>146</b>

# 1 Allgemeine Beschreibung

## 1.1 Merkmale

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

Verfügbare Funktionen und Leistungsmerkmale des **Earth Analyser**:

- Erdimpedanz oder Widerstand 2, 3, 4 - polig;
- Selektive Erdimpedanz (Stromzange und bis zu 4 flexible Stromzangen);
- 2 Zangen Messung
- HF - Erdungswiderstand (25 kHz);
- Passive (1 - 4 flexible Stromzangen) Methode;
- Spezifischer Erdungswiderstand  $\rho$  (Wenner, Schlumberger Methode);
- $\Omega$  - Meter (7 mA und 200 mA);
- AC Impedanz Meter (55 Hz – 15 kHz);
- Impuls Impedanz (10/350  $\mu$ s);
- Erdpotential und Schritt- & Berührungs- Stromquelle (200 mA);
- Hochspannungsmast Erdseilprüfung;
- Strom RMS Messungen (Stromzange, flexible Stromzange);
- Checkbox;
- Auto Sequence®;
- Visuelle Prüfung;
- Memory Organizer.

Ein **4.3" (10.9 cm) Farb- LCD Display mit Touch Screen** zeigt die einfach zu lesenden Ergebnisse und alle zugehörigen Parameter an. Die Bedienung ist einfach und übersichtlich, um den Benutzer zu ermöglichen, das Gerät ohne die Notwendigkeit für spezielle Schulung (außer Lesen und Verstehen dieser Betriebsanleitung) zu betreiben.


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.

MI 3290 Earth Analyser	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]
Selektiv (1 - 4 flexible Stromzangen); Selektiv (Stromzange)	IEEE Std 81 – 2012 [Widerstandsmessungen über Spannungsfall/ selektive Methode] CIGRE Working Group C4.2.02 [Verfahren zur Messung des Erdungswiderstandes von mit Erddrähnen 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 Methode Schlumberger Methode	IEEE Std 81 – 2012 [Vier-Punkt-Methode (in regelmäßigen Abständen bzw. Wenner-Methode); (in <b>unregelmäßigen</b> Abständen bzw. Schlumberger-Palmer-Methode)]
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 **Earth Analyser** in gutem Zustand und unbeschädigt zu halten. Beim Einsatz des Messgeräts sind die folgenden allgemeinen Warnhinweise zu beachten:

- Das Symbol  am Messgerät bedeutet „Lesen Sie das Handbuch besonders sorgfältig durch“. Das Symbol erfordert tätig zu werden!
- Wenn das Prüfgerät nicht in der Art und Weise benutzt wird, wie in dieser Bedienungsanleitung vorgeschrieben wird, 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!
- Eine tödliche Spannung kann zwischen der Prüf-Masseelektrode und einer entfernten Masse existieren!
- Benutzen Sie das Messgerät oder das Zubehör nicht, wenn Sie eine Beschädigung bemerkt 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 angrenzenden 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 normalen 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 betreiben.
- Schließen Sie keine Spannungsquelle am CLAMP Eingang an. Er ist nur für den Anschluss der Stromzangen vorgesehen. Maximale Eingangsspannung ist 3 V!

Kennzeichnungen auf dem Messgerät:



Lesen Sie die Bedienungsanleitung mit besonderer Sorgfalt auf Sicherheitsbetrieb«. Das Symbol erfordert tätig zu werden!



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 Prüflings, während die Prüfung durchgeführt wird, da Sie sonst einen elektrischen Schlag riskieren würden!
- Stellen Sie sicher, dass das zu prüfende Objekt getrennt (Netzspannung getrennt) und stromlos ist, bevor Sie die Messleitungen anschließen und dem Start der Messung beginnen!
- Schließen Sie Prüfklemmen (H, S, ES, E) nicht an externe Spannungen über 300 VDC oder AC (CAT IV Umgebung) an, damit das Prüfinstrument nicht beschädigt wird.
- Verwenden Sie keine Strommessung als Hinweis darauf, dass eine Schaltung sicher zu berühren ist. Eine Spannungsmessung ist notwendig, um festzustellen, ob eine Schaltung gefährlich ist.

**Warnhinweise bezüglich der Akkus:**

- Verwenden Sie nur Akkus die vom Hersteller mitgeliefert werden.**
- Entsorgen Sie die Akkus niemals im Feuer, sie können explodieren oder giftige Gase erzeugen.**
- Zerlegen, zerdrücken oder durchbohren Sie einen Akku in keinsten Weise.**
- Schließen Sie den Akku nicht kurz oder vertauschen Sie nicht die Polarität an den Kontakten eines Akkus.**
- Halten Sie die Akkus von Kindern fern.**
- Setzen Sie den Akku keinen starken Erschütterungen / Stöße oder Vibrationen aus.**
- Verwenden Sie keine beschädigten Akkus.**
- Der Li-ion Akku enthält eine Sicherheits- und Schutzschaltung, die, wenn sie beschädigt ist, kann der Akku Hitze entwickeln, auseinander brechen oder sich entzünden.**
- Lassen Sie den Akku nicht anhaltend laden, wenn er nicht benutzt wird.**
- Wenn aus dem Akku Flüssigkeiten auslaufen, berühren Sie die Flüssigkeiten nicht.**
- Bei Augenkontakt mit der Flüssigkeit, die Augen nicht reiben. Spülen Sie sofort die Augen gründlich mit Wasser für mindestens 15 Minuten. 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 Akku- und Aufladen des Li-Ionen-Akku

Das Gerät wurde entwickelt, um von Lithium-Ionen-Akku oder mit dem Netzteil versorgt werden. Das LCD-Display enthält die Anzeige für den Akkuladezustand 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:

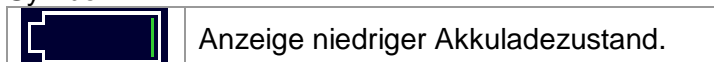


Abbildung 2.1: Batterie Test

Die Akkus 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:



Abbildung 2.3: Ladeanzeige (Animation)

Batterie und Ladecharakteristik	Typische
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
Typisch Auflade Zeit	3 Stunden

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

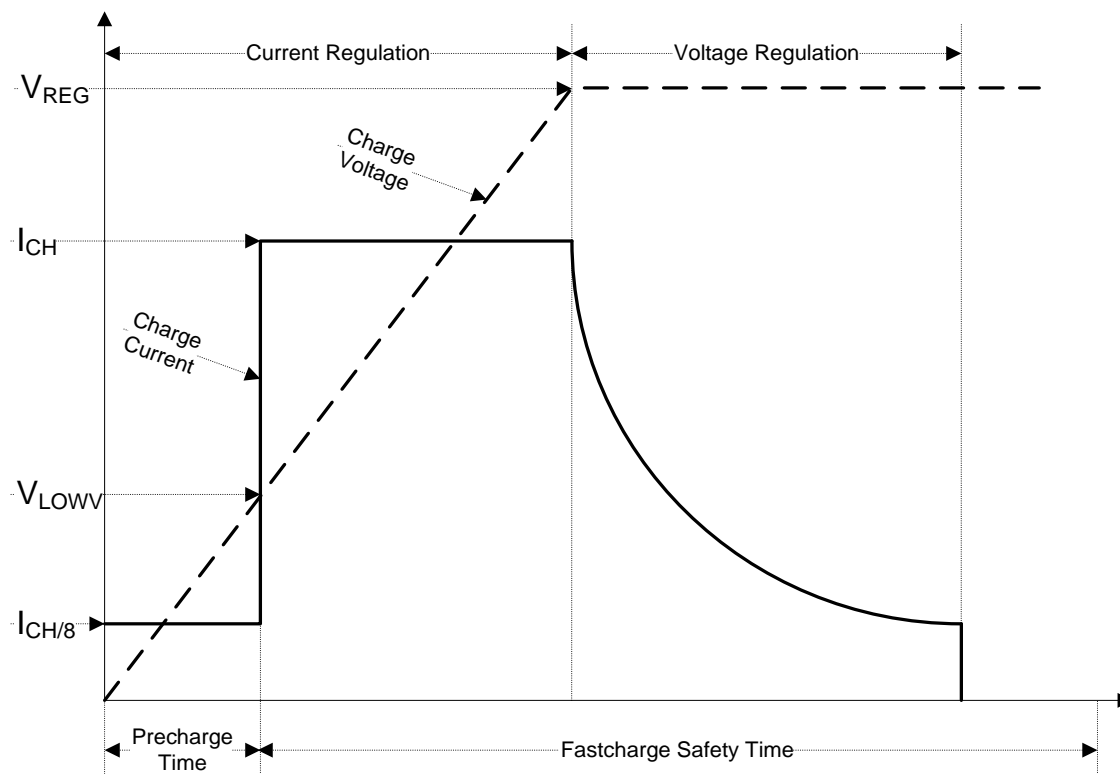


Abbildung 2.4: Typisches Ladeprofil

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 Akkuspannung unter dem Schwellenwert  $V_{LOWV}$  liegt, das Ladegerät 1/8 des Ladestroms an die Batterie. Die Vorladungs-Funktion soll tief entladene Akkus wiederbeleben. Wenn die  $V_{LOWV}$  Schwelle nicht innerhalb von 30 Minuten nach der initiieren Vorladung erreicht, schaltet das Ladegerät ab und ein Fehler 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.

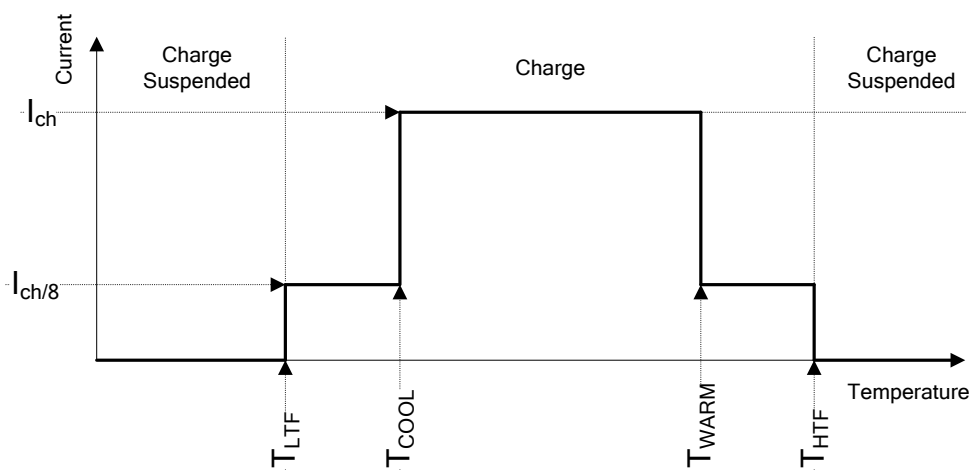


Abbildung 2.7: Typisches Ladestrom /Temperaturprofil

Dabei sind:

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

Das Ladegerät überwacht die Akkutemperatur. Um einen Ladezyklus zu initiieren, muss die Akkutemperatur zwischen den Schwellen  $T_{LTF}$  und  $T_{HTF}$  liegen. Wenn die Akkutemperatur außerhalb dieses Bereichs ist, hält der Controller das Laden an und wartet bis die Akkutemperatur im Bereich  $T_{LTF}$  und  $T_{HTF}$  ist.

Wenn die Akkutemperatur 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 Akku-Pack-Richtlinien

Li - ion Akku erfordern in ihrer Verwendung und Handhabung routinemäßige Wartung und Pflege. Lesen und befolgen Sie die Anweisungen in diesem Handbuch, um den Li - Ionen-Akku sicher zu benutzen und damit die maximalen Akkulebenszyklen zu erreichen.

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

#### **Lagerung**

- Laden oder Entladen Sie den Geräte Akku auf ca. 50% der Kapazität bevor Sie ihn Lagern.
- Laden Sie den Geräte Akku mindestens einmal alle 6 Monate auf etwa 50% der Kapazität.

#### **Transport**

- Überprüfen Sie immer vor dem Transport eines Lithium - Ionen Akkus alle geltenden lokalen, nationalen und internationalen Vorschriften.



#### **Warnungen zur Handhabung:**

- Zerlegen, zerdrücken oder durchbohren Sie einen Akku in keinsten Weise.
- Schließen Sie den Akku nicht kurz oder vertauschen Sie nicht die Polarität an den Kontakten eines Akkus.
- Entsorgen Sie einen Akku nicht in Feuer oder Wasser.
- Halten Sie die Akkus von Kindern fern.
- Setzen Sie den Akku keinen starken Erschütterungen / Stöße oder Vibrationen aus.
- Verwenden Sie keine beschädigten Akkus.
- Der Li - ion Akku enthält eine Sicherheits- und Schutzschaltung, die, wenn sie beschädigt sind, kann der Akku Hitze, auseinander brechen oder sich entzünden.
- Lassen Sie den Akku nicht anhaltend laden, wenn er nicht benutzt wird.
- Wenn aus dem Akku Flüssigkeiten auslaufen, berühren Sie die Flüssigkeiten nicht.
- Bei Augenkontakt mit der Flüssigkeit, die Augen nicht reiben. Spülen Sie sofort die Augen gründlich mit Wasser für mindestens 15 Minuten. 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 Earth Analyser 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.

**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 Akku-Pack*

**IEC 62133** Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nicht-sauren Elektrolyten - Sicherheitsanforderungen für tragbare Gas dichte Akkumulatoren und daraus hergestellte Batterien für den Einsatz in portablen 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 das europäische Harmonisierungsverfahren notwendig sind.

### 3 Begriffe und Definitionen

Für den Gebrauch dieses Dokuments und des Earth Analysers gelten die folgenden Definitionen.

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

Bezeichnung der Anschlüsse:

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

**Hinweise (gemäß IEEE Std 81 - 2012):**

- **Erdungswiderstand** – Die Impedanz, ohne Reaktanz zwischen einer Ground-Elektrode, Gitter oder System und ferner Erde.
- **Erdimpedanz** – Die Vektorsumme des Widerstands und der Reaktanz zwischen einer Ground-Elektrode, einem Raster oder einem System und einer entfernten Erde.

## 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.

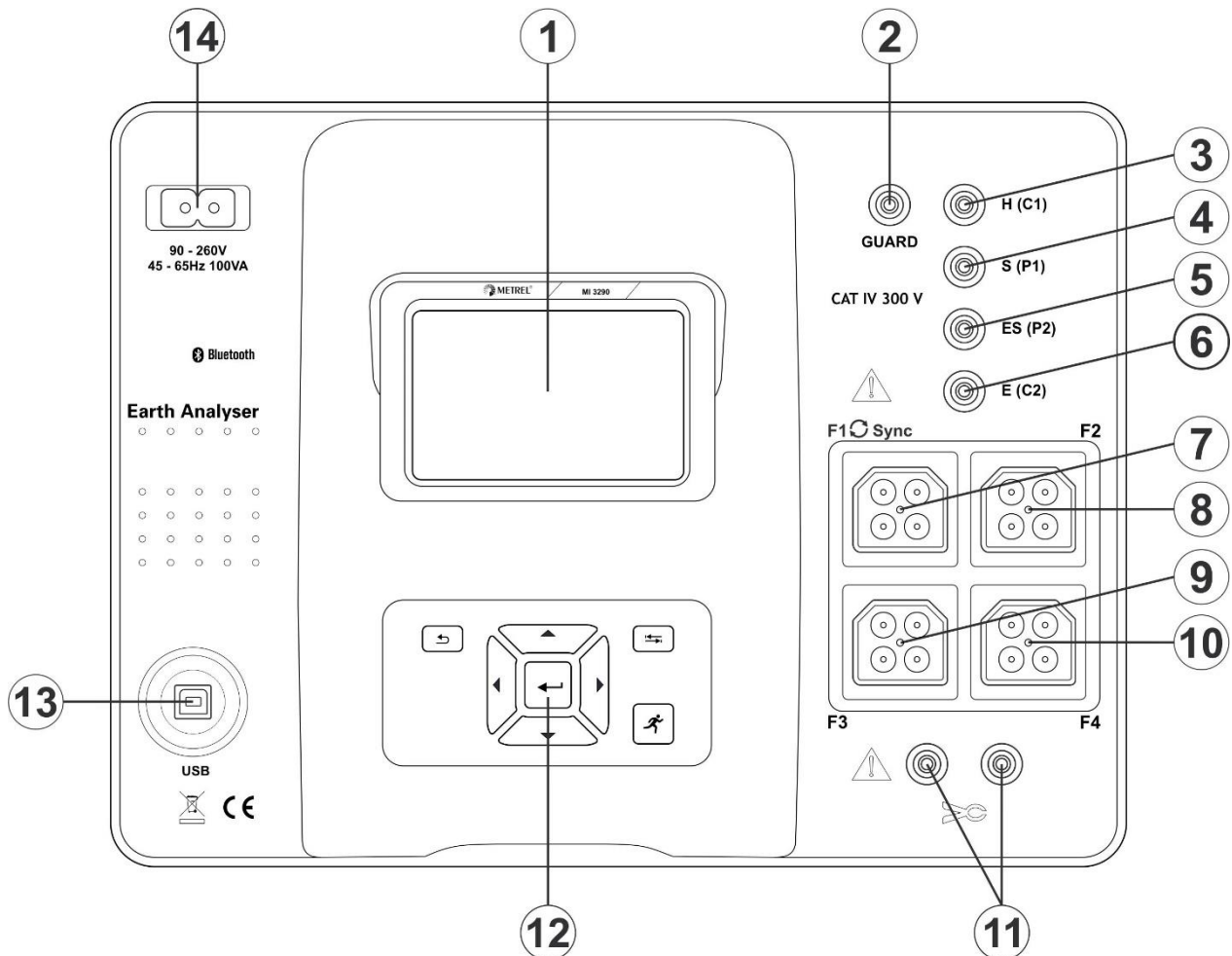


Abbildung 4.1: Das Bedienfeld

1	Farbdisplay mit Touch Screen
2	<b>SCHUTZ</b> Geschützte Eingangsbuchsen
3	<b>H (C1)</b> Ausgangsbuchse für die Hilfs-Erdungs-Elektrode
4	<b>S (P1)</b> Ausgangsbuchse für eine Prüfspitze
5	<b>ES (P2)</b> Ausgangsbuchse für die Prüfspitze, die der Erdelektrode am nächsten ist
6	<b>E (C2)</b> Ausgangsbuchse für die zu messende Erde- / Ground-Elektrode
7	<b>F1 (Sync)</b> Eingangsbuche für flexible Stromzange 1 (Synchronisationsanschluss)
8	<b>F2</b> Eingangsbuche für flexible Stromzange 2
9	<b>F3</b> Eingangsbuche für flexible Stromzange 3



---

10	<b>F4</b>	Eingangsbuche für flexible Stromzange 4
11	<b>STROMZA NGE</b>	Eingangsbuche für Stromzange
12		Tastatur (siehe Abschnitt <b>6.1 Allgemeine Bedeutung der Tasten</b> )
13	<b>USB</b>	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 VDC oder AC (CAT IV Umgebung) an, damit das Prüfinstrument nicht beschädigt wird.**
- **Schließen Sie keine Spannungsquelle am CLAMP Eingang an. Er ist nur für den Anschluss der Stromzangen vorgesehen. Maximale Eingangsspannung ist 3 V!**
- **Verwenden Sie nur Original-Prüf-Zubehör!**

## 5 Zubehör

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

Der MI 3290 Earth Analyser ist in mehreren Sets mit einer Kombination aus verschiedenen Zubehör und Messfunktionen erhältlich. Die Funktionalität eines bestehenden Sets kann durch die Bestellung zusätzliches 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		<b>GF</b>	<b>GL</b>	<b>GP</b>	<b>GF GL GP</b>
2, 3, 4 -polig		•	•	•	•
Selektive Stromzange			•		•
2 Stromzangen			•		•
HF - Erdungswiderstand (25 kHz);			•		•
Selektive und passive(1 - 4 flexible Stromzangen);				•	•
Wenner und Schlumberger Methode		•	•	•	•
Impulsmessung			•		•
$\Omega$ - Meter (200 mA und 7 mA);		•			•
Impedanz Meter		•			•
Potential und S & T Stromquelle		•			•
Ground-Leitungsprüfung Hochspannungsmast				•	•
Stromzangen-Meter RMS			•		•
Flexibles Stromzangen-Meter RMS				•	•
Visuelle Prüfung;		•	•	•	•

### 5.1 STANDARDAUSFÜHRUNG:

- MI 3290 Earth Analyser
- Erdspeiß 50 cm, 2 Stück
- Erdspeiß 90 cm, 2 Stück
- Prüfleitung, 2 m, 1 Stück (schwarz)
- Prüfleitung 5 m, 2 Stück (rot, blau)
- Prüfleitung 50 m auf Rolle, 3 Stück (grün, schwarz, blau)
- Geschirmte Prüfleitung auf Rolle 75m
- G-Klemme, 1 Stück
- Krokodilklemmen, 4 Stück (schwarz, rot, grün, blau)
- Prüfspitzen, 4 Stück (schwarz, rot, grün, blau)
- Prüfleitungsset (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, das auf Anfrage bei Ihrem Händler erhältlich ist, finden Sie auf einem beigefügten Blatt.

## 6 Bedienung des Messgeräts

Die Bedienung des Earth Analysers kann über eine Tastatur oder Touch Screen erfolgen.

### 6.1 Allgemeine Bedeutung der Tasten



- Die Cursortasten werden verwendet um:
- geeignete Option auszuwählen;
  - ausgewählten Parameter verringern, erhöhen.



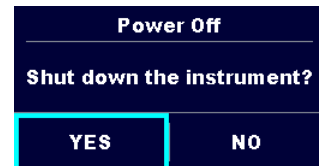
- Die ENTER Taste wird verwendet für:
- Bestätigen der ausgewählten Option.

Die Escape-Taste wird verwendet für:

- Rückkehr zum vorherigen Menü ohne die Änderungen wirksam werden zu lassen
- Abbruch der Messung.

Zweite Funktion:

- schaltet das Gerät ein oder aus (Taste für 2 s für Bestätigungsbildschirm halten);



- Messgerät hart aus (die Taste länger als 10 s gedrückt halten).

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



- Die TAB Taste wird verwendet für:
- erweitern der Spalten in der Systemsteuerung



- Die Run-Taste wird verwendet für:
- Start und Stopp der Messungen.

### 6.2 Allgemeine Bedeutung der Touch-Gesten



Tippen (kurz auf die Touch-Oberfläche mit der Fingerspitze) 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
- navigieren zwischen den Ansichten auf gleichen Ebene



**lang**

Lange drücken (mit der Fingerspitze min. 1 s auf die Touch-Oberfläche tippen)

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



Escape Symbol antippen:

- Rückkehr zum vorherigen Menü ohne die Änderungen wirksam werden zu lassen
- Abbruch der Messungen

## 6.3 Virtuelle Tastatur

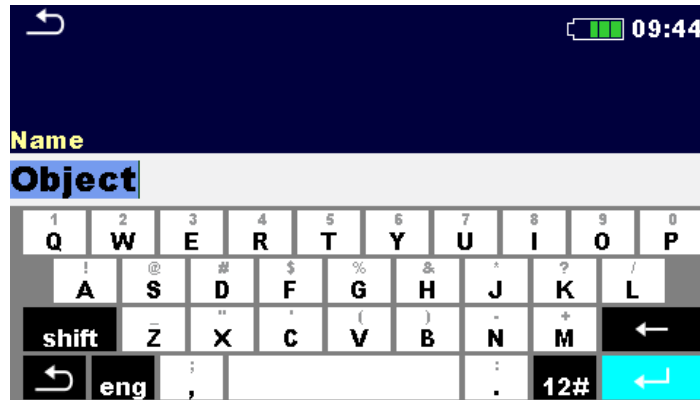


Abbildung 6.1: Virtuelle Tastatur

**shift**

Umschaltung zwischen Groß- und Kleinschreibung  
Nur aktiv, wenn Buchstaben Tastaturbelegung ausgewählt ist.



Rück-Taste

Löscht letztes Zeichen oder alle ausgewählten Zeichen.  
(Falls 2 Sekunden lang gedrückt, werden alle Zeichen ausgewählt).



Enter bestätigt den neuen Text.

**12#**

Aktiviert numerische / Symbol Tastaturbelegung

**ABC**

Aktiviert Buchstaben Tastaturbelegung

**eng**

Englische Tastaturbelegung

**GR**

Griechische Tastaturbelegung

**RU**

Russische Tastaturbelegung



Zurück zum vorherigen Menü ohne die Änderungen wirksam werden zu lassen.

## 6.4 Anzeige und akustische Signale

### 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 Eingangsklemmen erlauben den Start der Messung; betrachten Sie die angezeigten Warnungen und Meldungen.



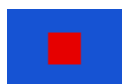
Die Bedingungen an den Eingangsklemmen erlauben nicht den Start der Messung; betrachten Sie die angezeigten Warnungen und Meldungen



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 Ändern der Parameter und Grenzwerte.



Vorherige Bildschirmansicht.




	Nächste Bildschirmansicht.
	Vorheriges Bildschirm Ergebnis.
	Nächstes Bildschirm Ergebnis.
	Diagramm bearbeiten (vergrößern oder verkleinern und Cursor bewegen).
	Öffnet den Hilfe-Bildschirm.
	Anzeige der Messergebnisse.
	Startet die Kompensation der Prüfleitung in der $\Omega$ - Meter (200 mA und 7 mA) Messung.
	Erweitert das Bedienfeld und öffnet weitere Optionen.
	<b>Warnung!</b> An den Prüfanschlüssen liegt Hochspannung an. Die Messungen werden nicht gestartet. <i>Grenzwert [ &gt; 50 Vrms H-E, S-E, ES-E, H-Schirmungsanschluss, S-Schirmungsanschluss, ES-Schirmungsanschluss ].</i>
	Der Messbereich des Gerätes wird überschritten. Die Messungen werden nicht gestartet oder angezeigt.
	Während der Messung wurde hohes Störrauschen festgestellt. Messergebnisse sind möglicherweise beeinträchtigt. <i>Grenzwert [Rauschfrequenz ist nahe (<math>\pm</math> 6%) bei der Prüffrequenz].</i>
	Messung läuft, beachten Sie die angezeigten Warnungen.
	Hohe Erdimpedanz der Prüfspitzen. <i>Siehe Kapitel 15.8 Einfluss der Hilfselektroden.</i>
	Hohe Impedanz der Stromprüfspitze Rc. <i>Siehe Kapitel 15.8 Einfluss der Hilfselektroden.</i>
	Hohe Impedanz der Stromprüfspitze Rp. <i>Siehe Kapitel 15.8 Einfluss der Hilfselektroden.</i>
	Die Prüfleitungswiderstände in der $\Omega$ - Meter (200 mA und 7 mA) Messung sind nicht kompensiert. <i>Grenzwert [Prüfleitungskompensation &lt;5 <math>\Omega</math>].</i>
	Die Prüfleitungswiderstände in der $\Omega$ - Meter (200 mA und 7 mA) Messung sind kompensiert.

	Niedriger Prüfstrom durch Stromzangen oder die flexiblen Stromzangen. Messergebnisse sind möglicherweise beeinträchtigt. <b>Siehe Kapitel 15.9 Einfluss des niedrigen Prüfstroms durch die Stromzangen.</b>
	Negativer Strom durch flexiblen Stromzangen, die richtige Richtung prüfen 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. <i>Grenzwert [ I<sub>gen</sub> &gt; 100 µA ].</i>
	F1 - flexible Stromzange 1 Eingangsbuchse (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.

### 6.4.3 Ton anzeige

Zwei Signaltöne	<b>BESTANDEN!</b> Bedeutet, dass die Messergebnis innerhalb der erwarteten Grenzen liegt.
Ein Langer Signalton	<b>NICHT BESTANDEN!</b> Bedeutet, dass die Messergebnis außerhalb der vorgegebenen Grenzen liegt.
Dauerton	<b>Warnung!</b> An den Prüfanschlüssen liegt Hochspannung an. Die Messungen werden nicht gestartet. <i>Grenzwert [ &gt; 50 V<sub>rms</sub> H-E, S-E, ES-E, H-Schirmungsanschluss, S-Schirmungsanschluss, ES-Schirmungsanschluss ].</i> Messwert mit Ω - Messgerät (7 mA) Messung ist unterhalb des eingestellten Grenzwerts.

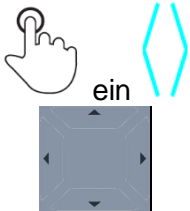


6.4.4 Hilfe Bildschirme



Öffnet den Hilfe-Bildschirm.

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

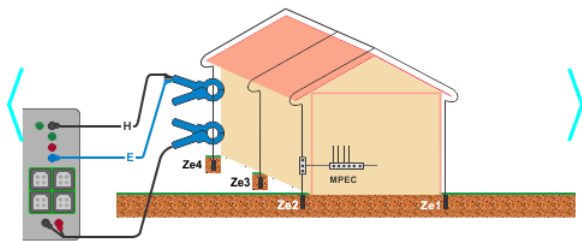


Wählt den nächsten / vorherigen Hilfe-Bildschirm.

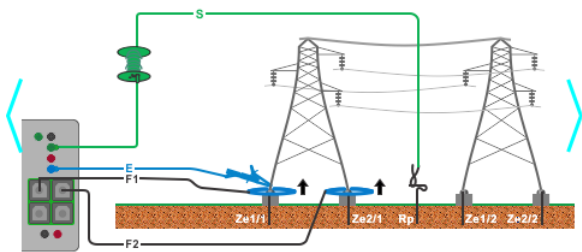


Zugriff auf die Hilfe-Menüs.

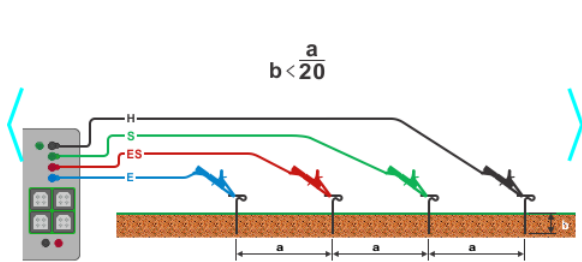
HELP 1/20: 2 Clamps 09:58



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



HELP 15/20: Wenner Method 09:58



HELP 4/20: 4 - pole 09:58

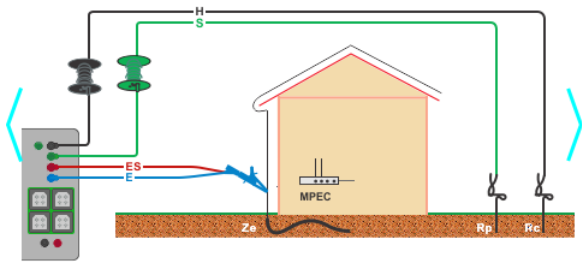


Abbildung 6.2: Beispiele für Hilfe-Bildschirme

## 7 Hauptmenü

### 7.1 Messgeräte Hauptmenü

Im Hauptmenü können verschiedene Hauptbedienmenüs ausgewählt werden.

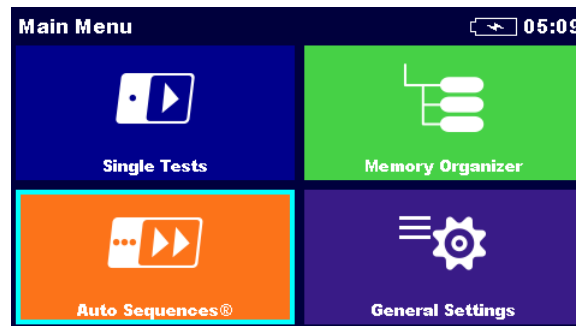


Abbildung 7.1: Hauptmenü

#### 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

Im Menü **Allgemeine Einstellungen** können die allgemeinen Parameter und Einstellungen eingestellt oder angezeigt werden.

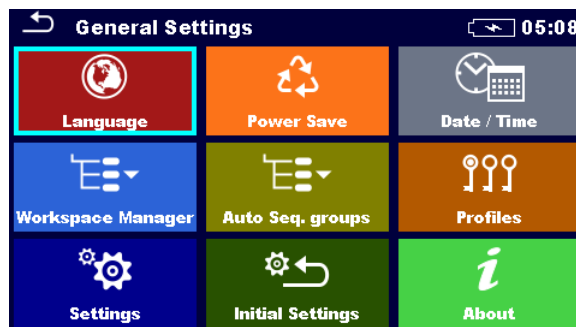


Abbildung 8.1: Menü Grundeinstellungen

### Auswahl im Menü Allgemeine Einstellungen:



#### Sprache

Auswahl der Gerätesprache Für weitere Informationen siehe Kapitel **0 Sprache**.



#### Energiesparmodus

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



#### Datum / Uhrzeit

Geräte Datum und Uhrzeit 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**.



#### Geräte Profil

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



#### Einstellungen

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



#### Grundeinstellungen

Werkseinstellungen. 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: Menü Sprache

## 8.2 Energiesparmodus

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

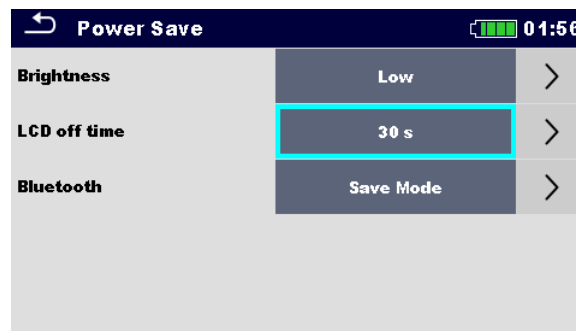


Abbildung 8.3: Menü Energiesparmodus

<b>Helligkeit</b>	Einstellung der LCD-Helligkeit.
<b>Zeit LCD-aus</b>	Einstellen der LCD-Anzeige aus, nach eingestelltem Zeitintervall. Das LCD-Display wird nach dem Drücken einer beliebigen Taste oder durch berühren des LCD-Displays eingeschaltet.
<b>Bluetooth</b>	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.

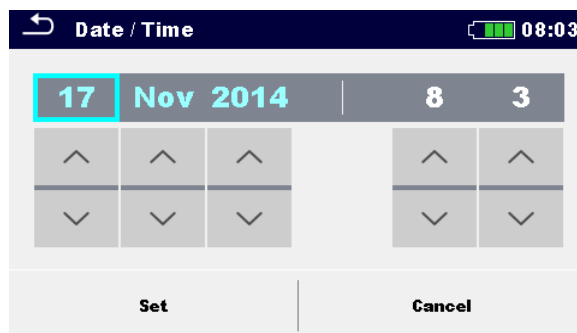


Abbildung 8.4: Einstellung Datum und Uhrzeit

## 8.4 Geräte Profile

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

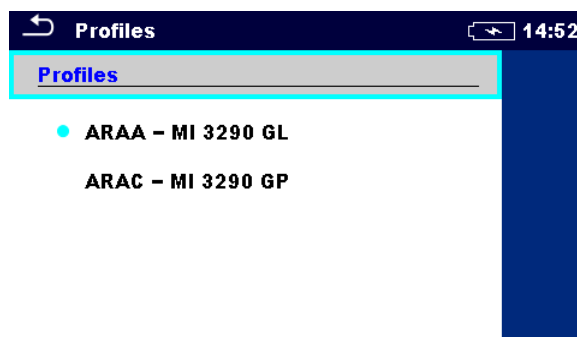


Abbildung 8.5: Menü Geräteprofile

Das Messgerät verwendet unterschiedliche spezifische System- und Messeinstellungen in Bezug auf den Umfang der Tätigkeit oder das Land, wo 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**.

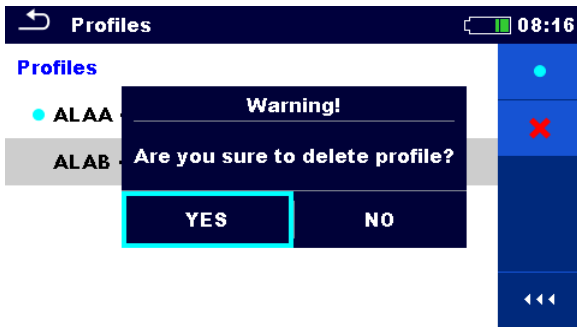
### Auswahl



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.

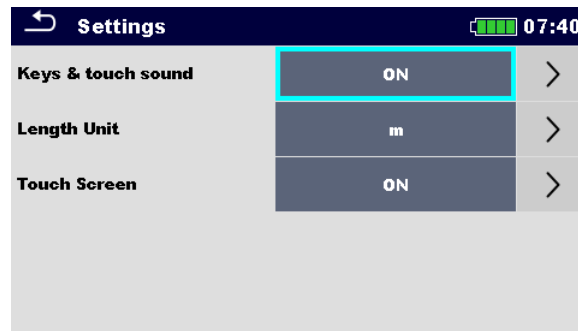


Abbildung 8.6: Menü Einstellungen

	Verfügbare Auswahl	Beschreibung
<b>Tasten &amp; Tastenton</b>	[EIN / AUS]	Aktiviert / deaktiviert den Ton bei Verwendung der Tasten und Berühren des Bildschirms.
<b>Längeneinheit</b>	[m/ft]	Längeneinheit für den spezifischen Erdungswiderstand und die Potentialmessung
<b>Touch Screen</b>	[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.

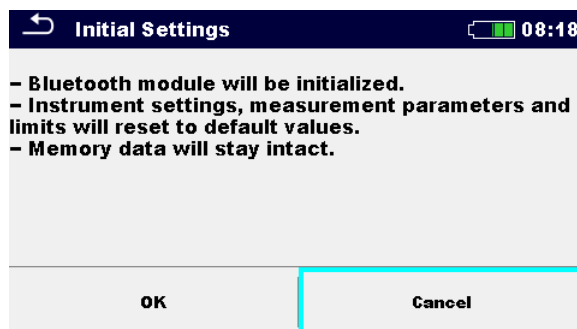


Abbildung 8.7: Menü Grundeinstellungen

### Warnhinweis:

Folgende kundenspezifischen 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.

About	
<b>Name</b>	MI 3290 EarthAnalyzer
<b>S/N</b>	15440219
<b>FW version</b>	1.0.0
<b>HW version</b>	1.0
<b>Date of calibration</b>	09.Feb.2016
(C) Metrel d.d., 2015, <a href="http://www.metrel.si">http://www.metrel.si</a>	

Abbildung 8.8: Bildschirm mit den Geräteinformationen

## 8.8 Auto Sequence® Gruppen

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

### 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 sein. Die ausgewählte Liste im Menü Auto Sequence® Gruppen wird im Auto Sequence®-Hauptmenü geöffnet.

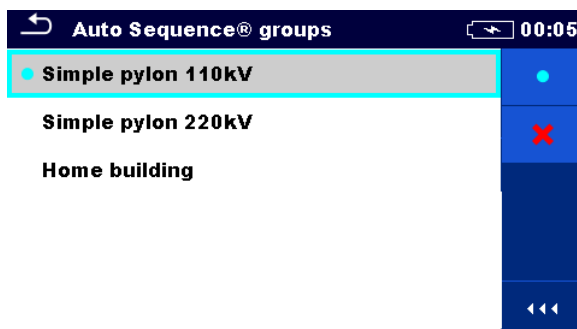


Abbildung 8.9: Menü Auto Sequence® Gruppen

### 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**.



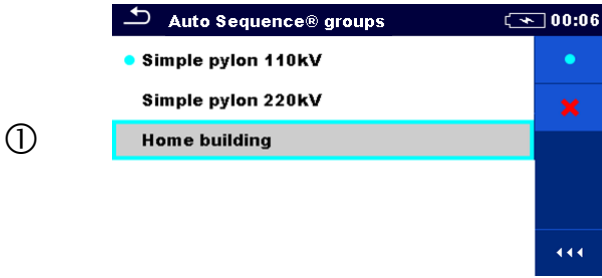
Löscht die ausgewählte Auto Sequence® Liste. Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.8.4 Löschen einer Auto Sequences® Liste**.



Öffnet Optionen im Control Panel / erweitert Spalten.



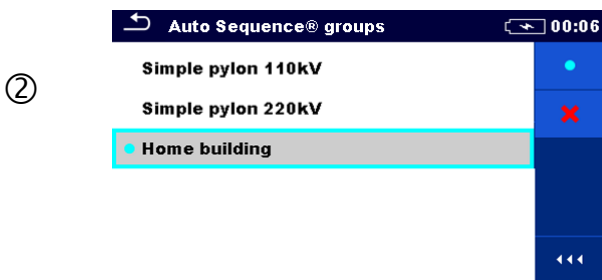
### 8.8.3 Auswahl einer Auto Sequences® Liste Vorgehensweise



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



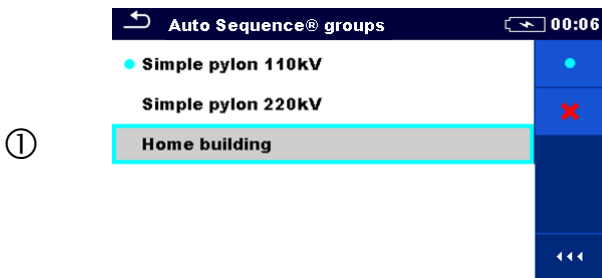
Liste löschen



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

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

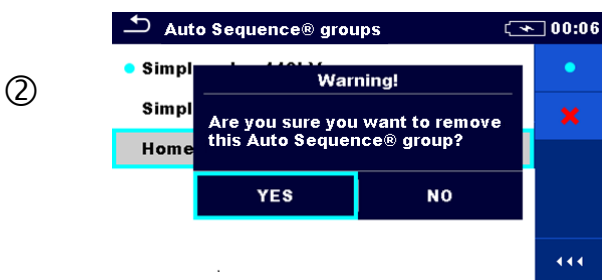
### 8.8.4 Löschen einer Auto Sequences® Liste Vorgehensweise



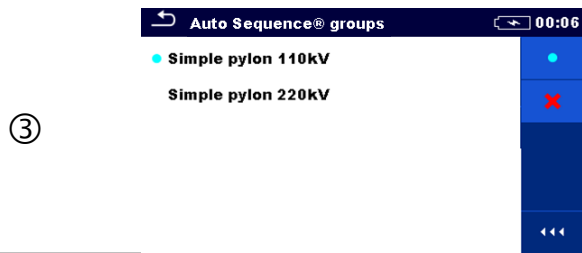
Auswahl der Auto Sequences® Liste im Menü Auto Sequence® Gruppen die gelöscht werden soll.



Liste 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 Exports, 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 Exports organisiert und strukturiert werden. Die Workspaces und Exports enthalten alle relevanten Daten (Messwerte, Parameter, Grenzwerte, Strukturobjekte) der einzelnen Tätigkeit.

Workspaces werden im internen Datenspeicher im Verzeichnis WORKSPACES gespeichert, während Exports im Verzeichnis EXPORTS gespeichert werden. Export Dateien können von Metrel-Anwendungen, die auf anderen Geräten laufen gelesen werden. Exports sind geeignet für die Erstellung von Backups wichtiger Arbeiten. Um auf dem Messgerät bearbeitet zu werden, muss zuerst ein Export aus der Liste der Exports 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 Exports in zwei getrennten Listen angezeigt.

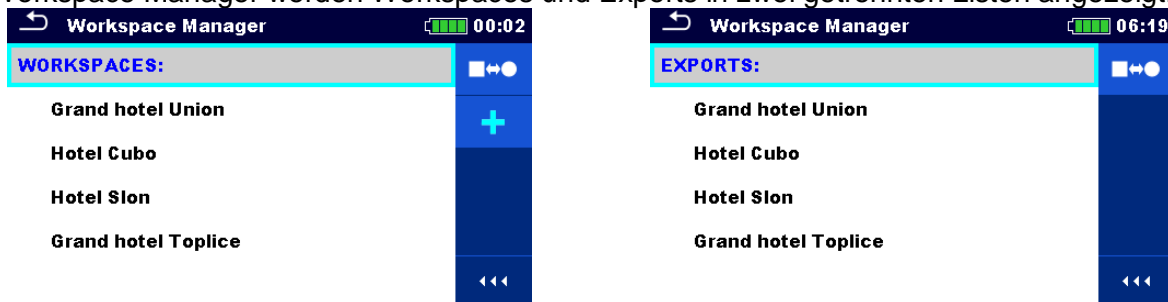


Abbildung 8.10: Menü Workspace Manager

#### 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 Exports



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.

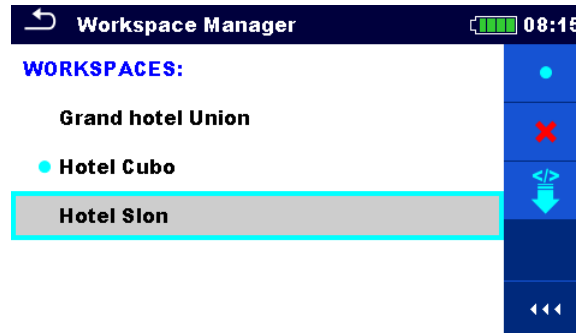


Abbildung 8.11: Menü Workspace (Arbeitsbereich)

#### 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 Exports

#### Auswahl



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

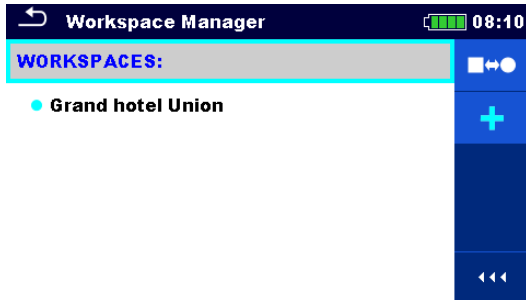


Importiert einen neuen Workspace von Export.  
Für weitere Informationen siehe Kapitel **8.9.8 Einen Workspace (Arbeitsbereich) importieren**.

### 8.9.5 Einen neuen Workspace (Arbeitsbereich) hinzufügen.

#### Vorgehensweise

①

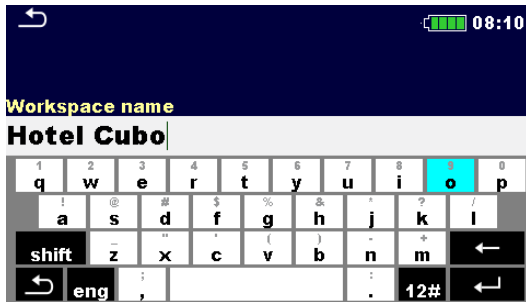


Neue Workspaces können aus dem Workspace Manager Bildschirm hinzugefügt werden.



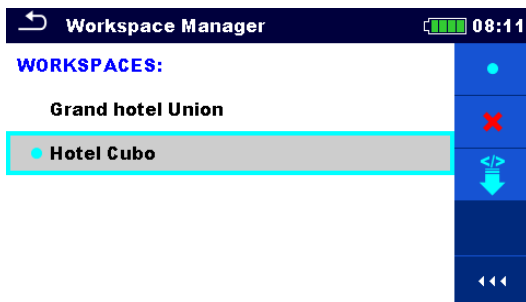
Neuen Workspace hinzufügen.

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

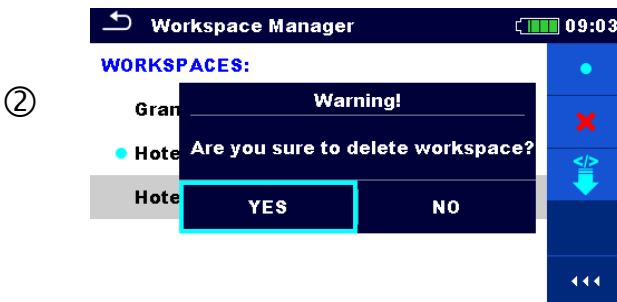
#### Vorgehensweise



Auswahl Workspace / Export, der aus der Liste der Workspaces / Exports 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.



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

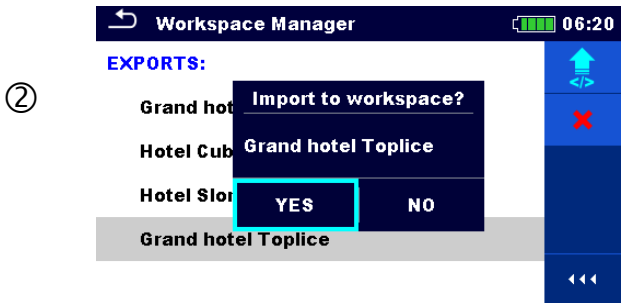
### 8.9.8 Einen Workspace (Arbeitsbereich) importieren



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



Import.



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



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

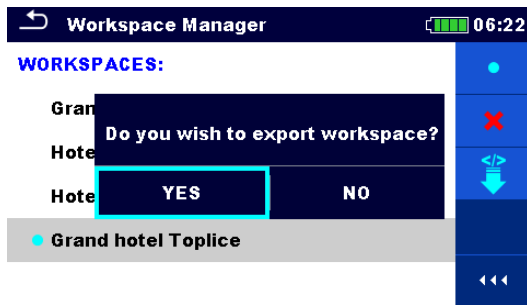


Wählen Sie einen Workspace von Workspace-Manager-Liste zu der eine Export-Datei exportiert werden soll.



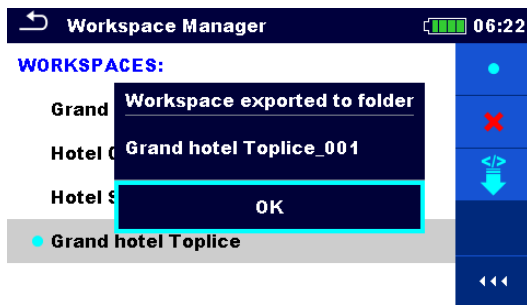
Export.

②



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

③



Der Workspace ist exportiert zur Export Datei und ist zu der Liste der Exports 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, ...).



## 9 Memory Organizer

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

### 9.1 Menü Memory Organizer

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

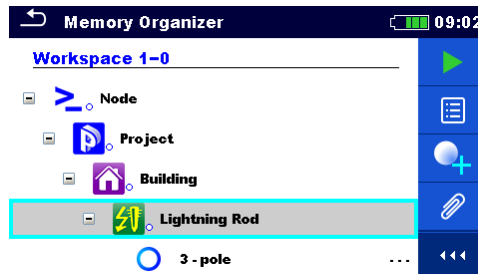


Abbildung 9.1: Baumstruktur und ihre Hierarchie

#### 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 bestanden oder nicht bestanden 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

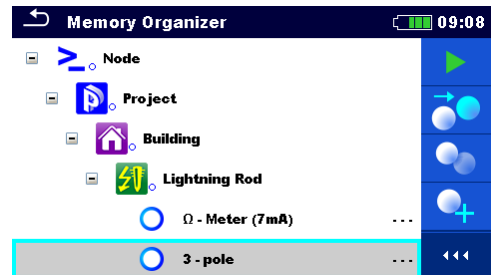
**9.1.3 Statusanzeige der Messung unter dem Strukturelement**

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

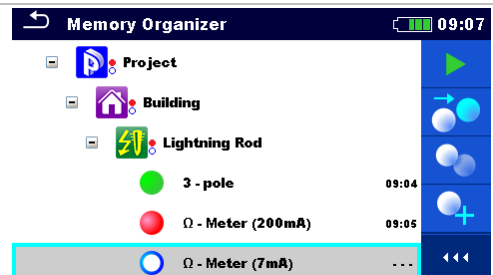
**Auswahl**



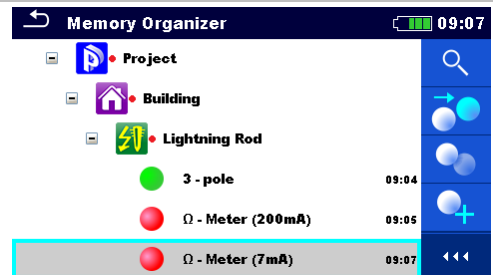
Es gibt keine Messergebnisse unter dem ausgewählten Strukturelement. Messungen sollten vorgenommen werden.



Ein oder mehrere Messergebnis (e) unter ausgewähltem 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 **9.1.4.10 Eine Messung kopieren & einfügen.**



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 **9.1.4.12 Eine Messung löschen.**

### 9.1.4.2 Arbeiten mit Strukturelementen

Zuerst muss eine Struktur ausgewählt werden.

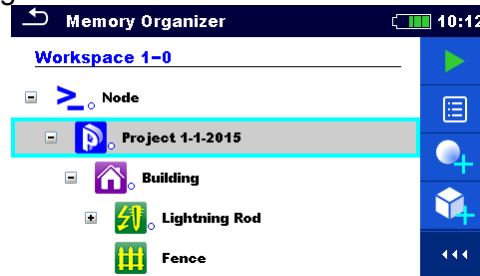


Abbildung 9.4: Ein Strukturelement im Baum-Menü ist ausgewählt

#### 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 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.**



Kopieren & Einfügen einer Struktur.

Die ausgewählte Struktur kann an jede erlaubte Stelle im Strukturbaum kopiert und eingefügt werden. Mehrfaches "Einfügen" ist möglich. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.8 Ein Strukturelement Kopieren & Einfügen .**





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 **9.1.4.11 Ein Strukturelement löschen**.



Umbenennen eines Strukturelements.

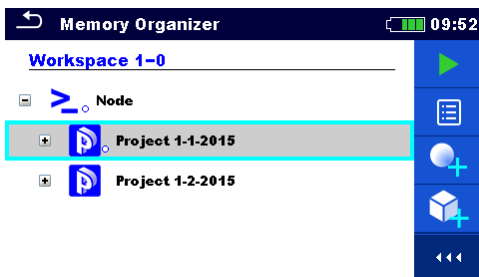
Das ausgewählte Strukturelement kann mittels Tastatur umbenannt werden. Für weitere Informationen siehe Kapitel **9.1.4.13 Umbenennen eines Strukturelements..**

### 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 Editieren der Parameter zu öffnen.

#### Vorgehensweise

①



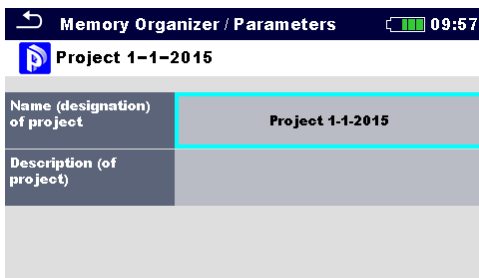
Wählen Sie das Strukturelement aus, das editiert werden soll.

②



Wählen Sie die Parameter in der Menüsteuerung aus.

③



Beispiel für eine Baum Menü

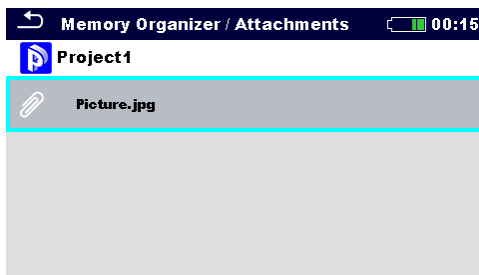
Im Menü Bearbeitung der Parameter können die Parameterwerte von einer Drop-Down-Liste ausgewählt, oder mit der Tastatur eingegeben werden. Für weitere Informationen zur Tastaturbedienung siehe Kapitel **6 Bedienung des** Messgeräts.

②a



Wählen Sie die Anhänge in der Systemsteuerung aus.

③a



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

②b



Wählen Sie die Parameter in der Menüsteuerung aus.



③b

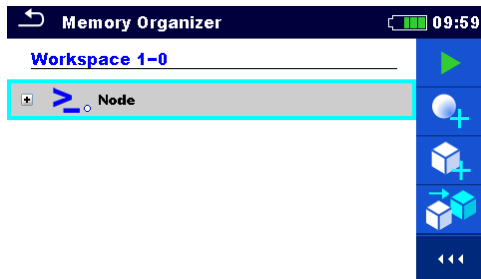
Kommentare.  
Der komplette Kommentar (ungekürzt), der dem Strukturobjekt beigefügt ist, kann auf diesem Bildschirm angezeigt werden.

### 9.1.4.4 Ein neues Strukturelement hinzufügen

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

#### Vorgehensweise

①



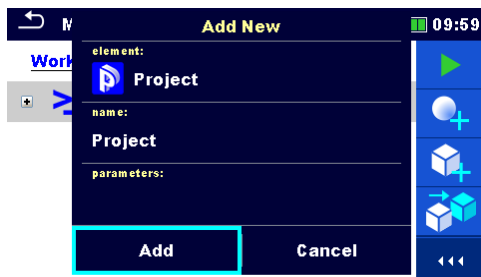
Standard-Ausgangsstruktur

②



Wählen Sie die Anhänge in der Systemsteuerung aus.

③



Menü für neues Strukturprojekt hinzufügen

④a

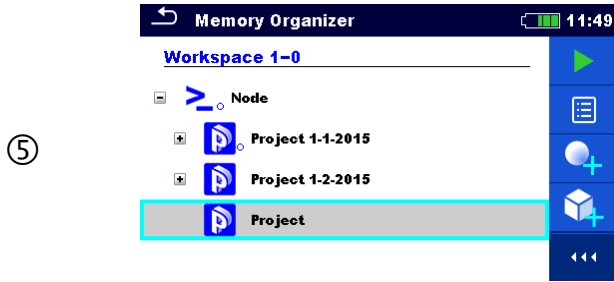


Der Name für das Strukturelement kann eingegeben werden.

④b



Die Parameter für das Strukturelement können editiert werden.

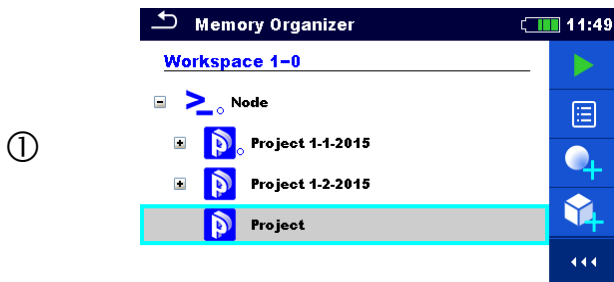


Neues Projekt ist hinzugefügt

**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.

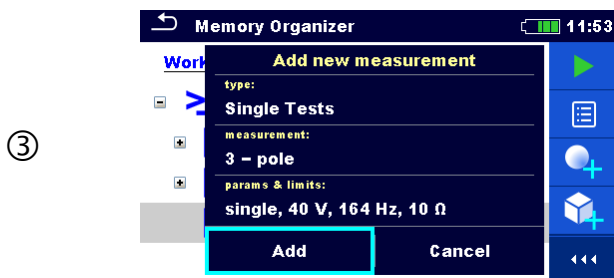
**Vorgehensweise**



Wählen Sie die Ebene in der Struktur, in der Messung hinzugefügt werden soll.



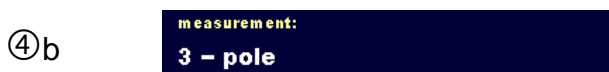
Wählen Sie in der Menüsteuerung Hinzufügen.



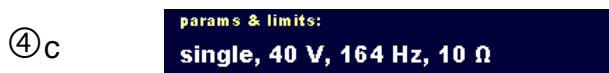
Fügt ein neues Menü Messung hinzu.



Die Art der Prüfung kann aus diesem Bereich ausgewählt werden. Auswahl: Einzelprüfungen, Auto Sequence®. Zum Ändern tippen Sie auf Feld, oder drücken Sie die Enter-Taste



Die zuletzt hinzugefügte Messung wird standardmäßig angeboten. 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.



Wählen Sie die Parameter aus, und ändern Sie wie oben beschrieben. Für weitere Informationen siehe Kapitel **10.1.2 Einstellung der Parameter und Grenzwerte für Einzelprüfungen.**

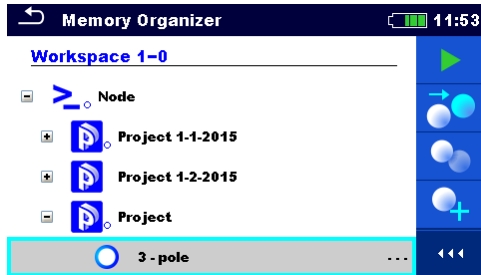
⑤



Fügt die Messung im ausgewählten Strukturprojekt im Baum-Menü ein.

Zurück zum Strukturbaum Menü ohne die Änderungen wirksam werden zu lassen.

⑥



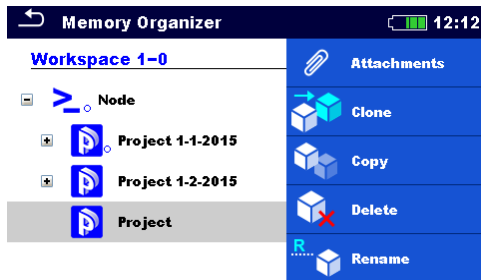
Speichern der Messung im ausgewählten Strukturprojekt.

### 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



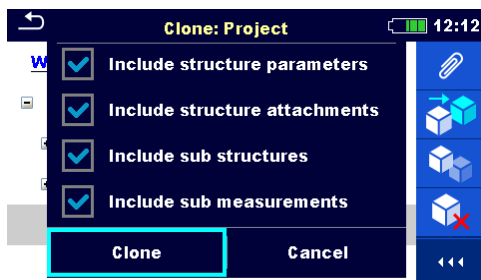
Wählen Sie das Strukturelement aus, das geklont werden soll.

②



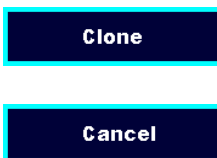
Wählen Sie Klonen in der Systemsteuerung aus.

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 Klonen und Kopieren der Unterelemente eines ausgewählten Strukturelements**.

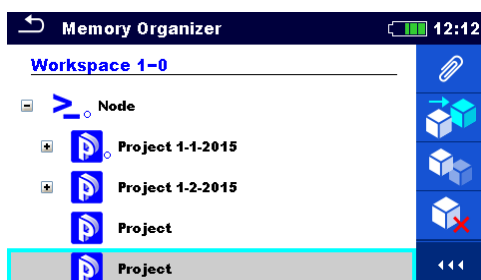
④



Das ausgewählte Strukturelement ist auf derselben Ebene in der Baumstruktur kopiert (geklont).

Das Klonen 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 (geklont) werden.

#### Vorgehensweise

①  Wählen Sie die Messung aus die geklont werden soll.


②  Wählen Sie die Anhänge in der Systemsteuerung 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, das kopiert werden soll.

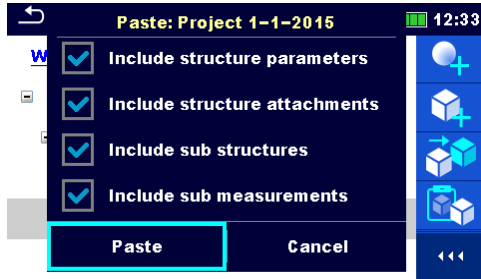
②  Wählen Sie die Kopier-Option.

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

④  Wählen Sie in der Menüsteuerung Einfügen.

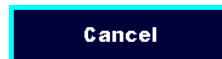


⑤



Das Menü Einfügen Strukturobjekt 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 Klonen und Kopieren der Unterelemente eines ausgewählten Strukturelements**.

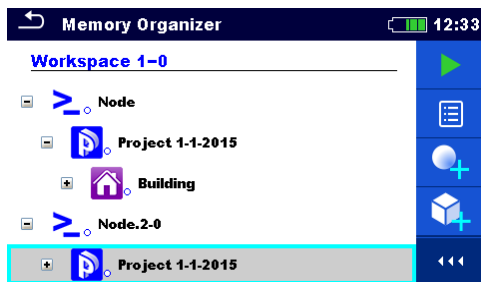
⑥



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

Zurück zum Strukturbaum Menü ohne die Änderungen wirksam werden zu lassen.

⑦



Das neue Strukturelement wird angezeigt.

**Hinweis:**

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

### 9.1.4.9 Klonen und Kopieren der Unterelemente eines ausgewählten Strukturelements

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

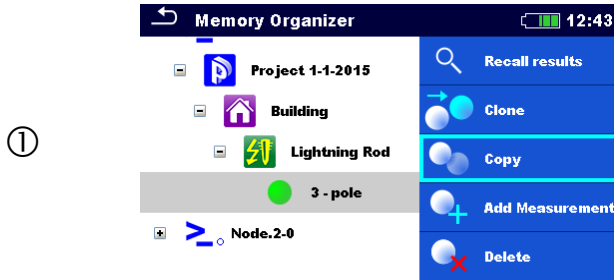
**Auswahl**

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

### 9.1.4.10 Eine Messung kopieren & einfügen

Die in diesem Menü ausgewählte Messung kann an jede erlaubte Stelle im Strukturbaum kopiert werden.

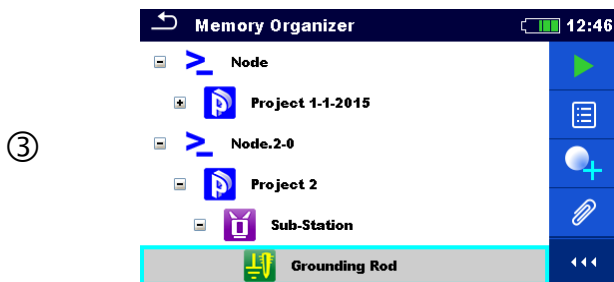
#### Vorgehensweise



Wählen Sie die Messung aus die kopiert werden soll.



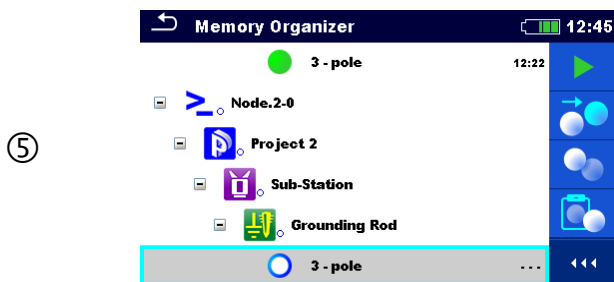
Wählen Sie in der Menüsteuerung Kopieren.



Wählen Sie den Speicherort, wo Messung sollte eingefügt werden.



Wählen Sie in der Menüsteuerung Einfügen.



Eine neue (leere) Messung wird im ausgewählten Strukturelement angezeigt.

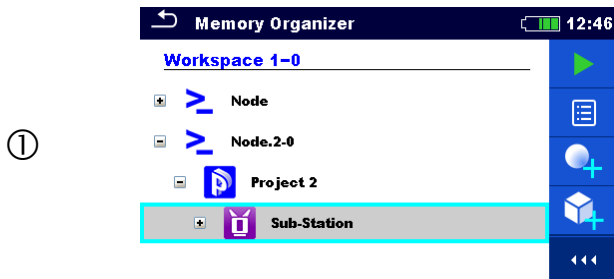
**Hinweis:**

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

### 9.1.4.11 Ein Strukturelement löschen

In diesem Menü kann ein ausgewähltes Strukturelement gelöscht werden.

#### Vorgehensweise

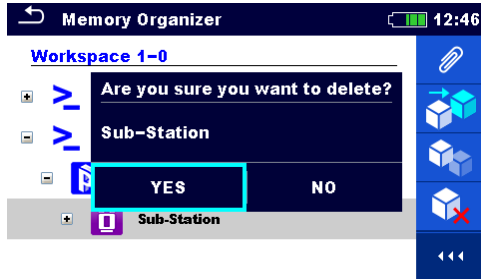


Wählen Sie das Strukturelement aus, das gelöscht werden soll.



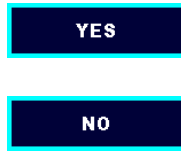
Wählen Sie in der Menüsteuerung Löschen.

③



Ein Bestätigungsfenster wird angezeigt.

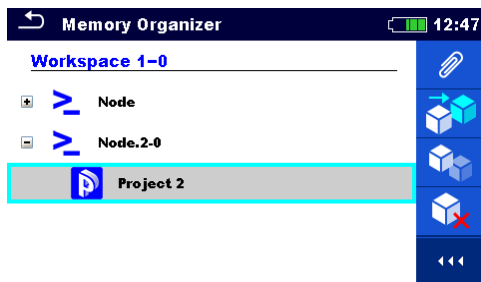
④



Das ausgewählte Strukturelement und seine Unterelemente werden entfernt.

Zurück zum Strukturbaum Menü ohne die Änderungen wirksam werden zu lassen.

⑤



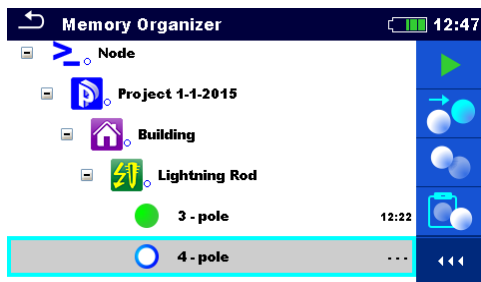
Struktur ohne gelöschttes Strukturelement.

### 9.1.4.12 Eine Messung löschen

In diesem Menü kann eine ausgewählte Messung gelöscht werden.

#### Vorgehensweise

①



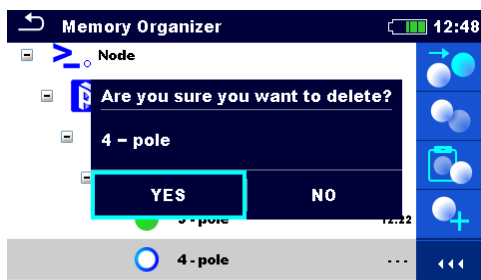
Wählen Sie die Messung aus die gelöscht werden soll.

②



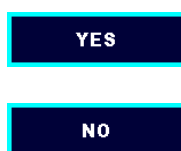
Wählen Sie in der Menüsteuerung Löschen.

③



Ein Bestätigungsfenster wird angezeigt.

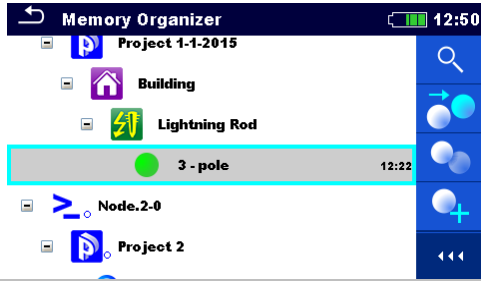
④



Die ausgewählte Messung wird gelöscht.

Zurück zum Strukturbaum Menü ohne die Änderungen wirksam werden zu lassen.

⑤



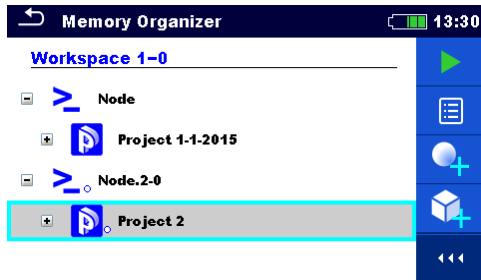
Struktur ohne gelöschte Messung.

### 9.1.4.13 Umbenennen eines Strukturelements.

In diesem Menü kann ein ausgewähltes Strukturelement umbenannt werden.

#### Vorgehensweise

①



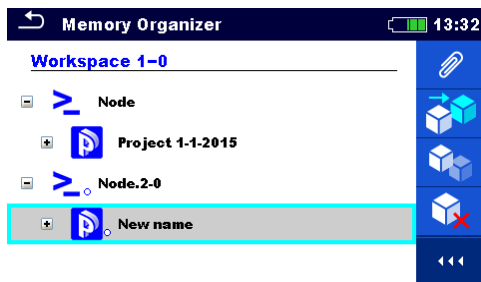
Wählen Sie das Strukturelement aus, das umbenannt werden soll.

②



Wählen Sie in der Menüsteuerung Umbenennen. Die virtuelle Tastatur wird auf dem Bildschirm angezeigt. Geben Sie neuen Text ein und bestätigen Sie. Für weitere Informationen siehe Kapitel **6.3 Virtuelle Tastatur**.

③

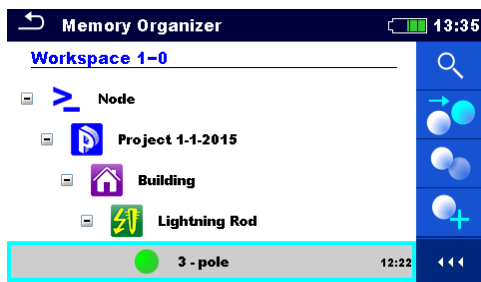


Strukturelement mit dem geänderten Namen.

### 9.1.4.14 Abruf und Wiederholungsprüfung einer ausgewählten Messung

#### Vorgehensweise

①



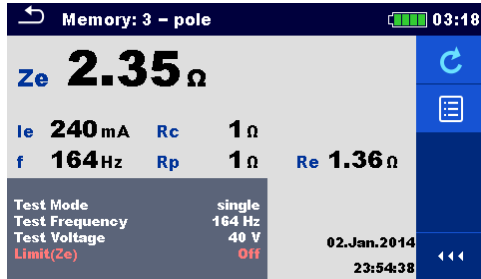
Wählen Sie die Messung aus die abgerufen werden soll.

②



Wählen Sie in der Menüsteuerung Ergebnisse Abrufen.

③



Die Messung ist abgerufen.

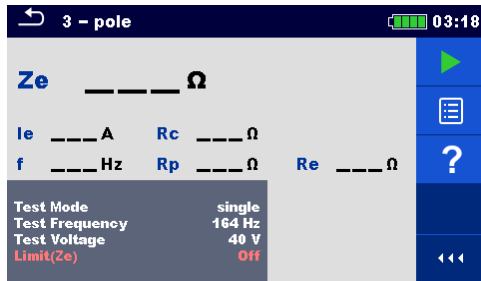
Parameter und Grenzwerte werden angezeigt, können aber nicht editiert werden.

④



Wählen Sie in der Menüsteuerung Wiederholungsprüfung.

⑤



Wiederholungsprüfung, der Startbildschirm wird angezeigt.

⑤a



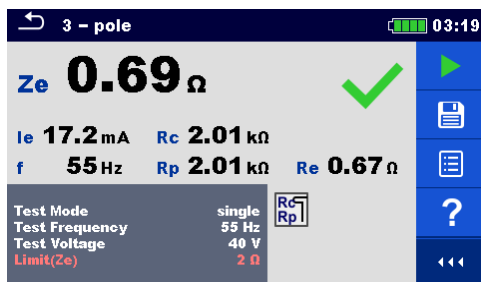
Parameter und Grenzwerte werden angezeigt, können editiert werden.

⑥



Wählen Sie in der Menüsteuerung Run um die Wiederholungsprüfung zu starten.

⑦

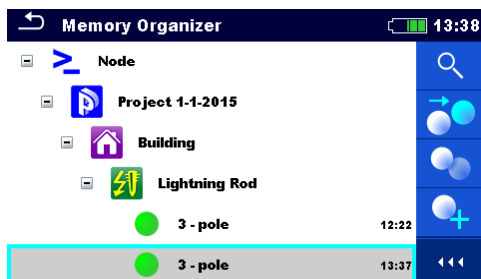


Ergebnisse / Teilergebnisse nach erneutem Durchlauf der abgerufenen Messung.



Wählen Sie in der Menüsteuerung Ergebnisse Speichern.

⑧



Die Wiederholungsprüfung ist unter dem gleichen Strukturobjekt wie das Original gespeichert.  
Die aktualisierte Speicherstruktur mit dem neuen durchgeführten Messung.

## 10 Einzelprüfungen

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

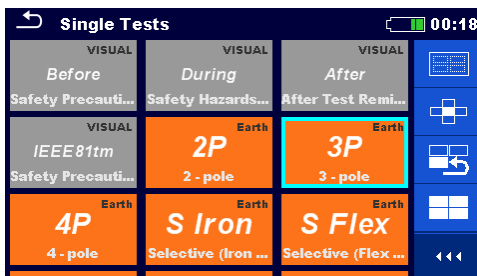
### 10.1 Auswahl- Modus

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.



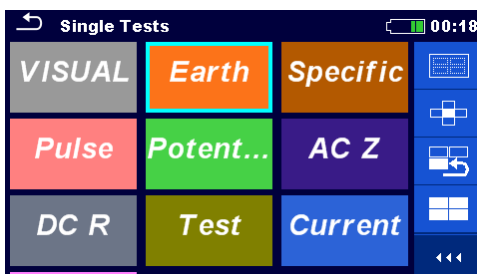
Zuletzt verwendet



Die letzten 9 durchgeführten, unterschiedlichen Einzelprüfungen werden angezeigt.



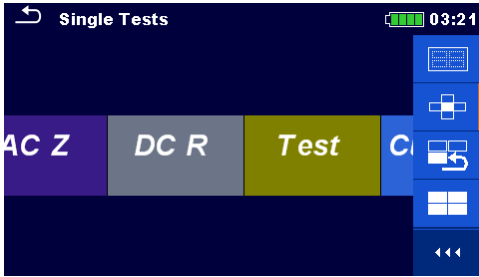
Gruppen



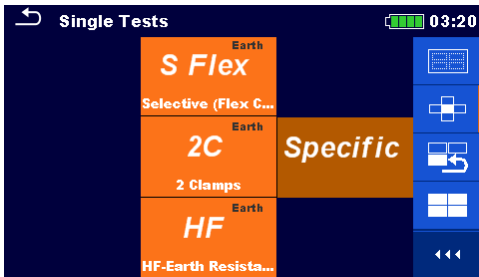
Die Einzelprüfungen sind in Gruppen gleichartiger Prüfungen eingeteilt.



Schnellauswahl



Dieser Auswahl-Modus ist der schnellste Weg für die Arbeit mit der Tastatur. Die Gruppen der Einzelprüfungen sind in einer Reihe angezeigt.



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

### 10.1.1 Einzelprüfung Bildschirmanzeigen

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

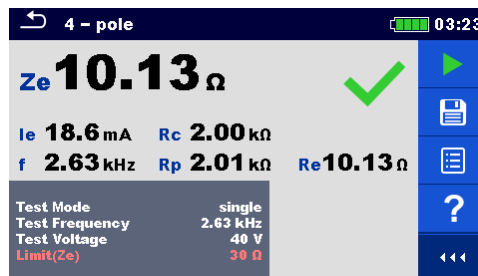


Abbildung 10.1: Aufbau Einzelprüfungs-Bildschirm, beispielsweise von der 4 – polige Messung

#### Aufbau Einzelprüfungs Bildschirm



Kopfzeile:

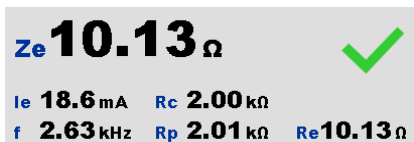
- ESCAPE-Touch Taste
- Funktionsbezeichnung
- Batteriestatus
- Uhrzeit



Menüsteuerung (verfügbare Optionen)



Parameter (weiß) oder Grenzwert (rot).



Ergebnisfeld:

- Haupt Ergebnis(se)
- Unter-Ergebnis(se)
- BESTANDEN / NICHT-BESTANDEN

Anzeige

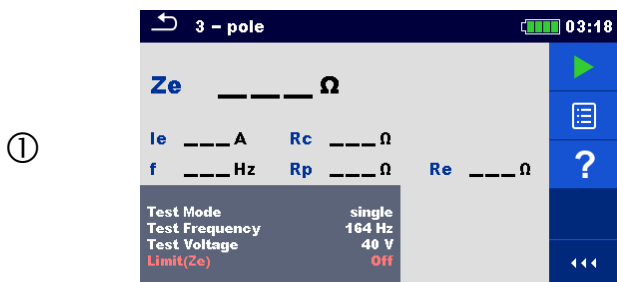
- Anzahl der Bildschirme



Feld für Warnsymbole und Meldungen

### 10.1.2 Einstellung der Parameter und Grenzwerte für Einzelprüfungen

#### Vorgehensweise

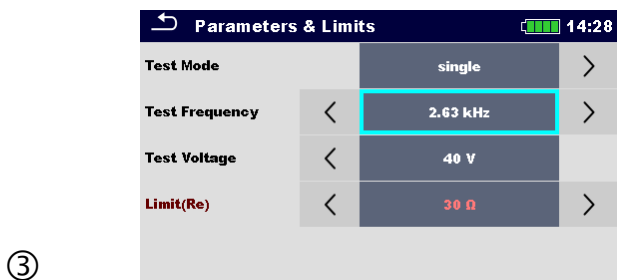


Wählen Sie die die Prüfung oder Messung Die Prüfung kann eingegeben werden von:

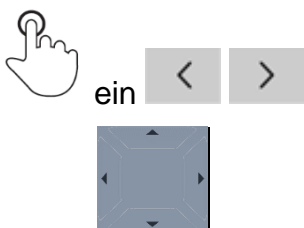
- Menü Einzelprüfungen
- im Menü Memory Organizer wenn einmal eine leere Messung im ausgewählten Struktur erstellt wurde.



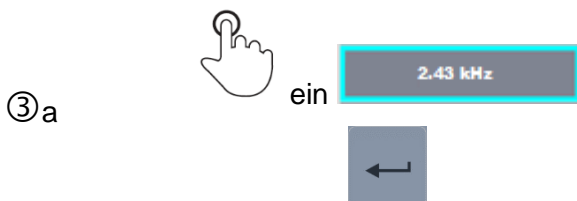
Wählen Sie die Parameter in der Menüsteuerung aus.



Wählen die Parameter aus, der editiert, oder der Grenzwert eingestellt werden soll.

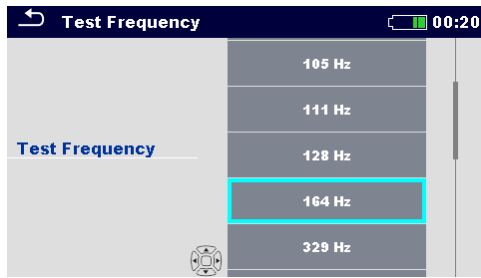


Stellen Sie die Prüfparameter / Grenzwerte ein.

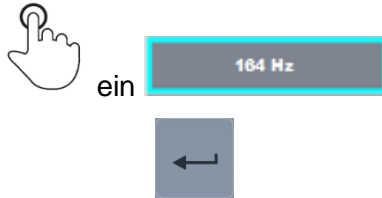


Öffnen Sie das Menü Werte eintragen.





Tragen Sie die Werte im Menü ein.



Übernimmt einen neuen Parameter oder Grenzwert und wird beendet.

④



Übernimmt die neuen Parameter und Grenzwerte und wird beendet.

### 10.1.3 Einzelprüfung Ergebnis-Bildschirm

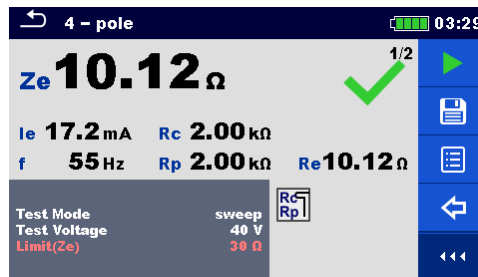


Abbildung 10.2: Aufbau Einzelprüfungs-Bildschirm, beispielsweise von der 4 – polige Messung

#### 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.



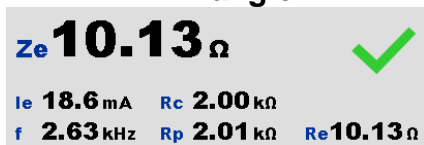
Öffnet das Menü zum Ändern von Parametern und Grenzwerten der ausgewählten Messungen. Für weitere Informationen zum Ändern der Prüfparameter und Grenzwerte, siehe Kapitel: **10.1.2 Einstellung der Parameter und Grenzwerte für Einzelprüfungen**



ein



lang ein



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

### 10.1.4 Grafische Darstellung

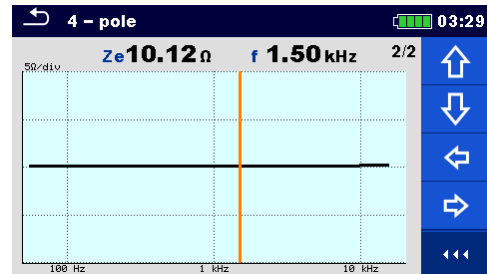
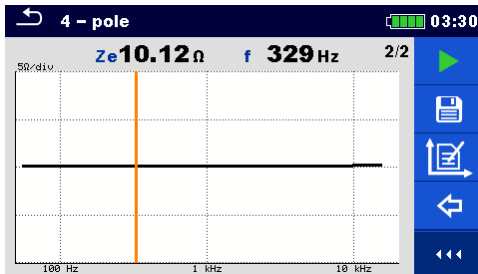


Abbildung 10.3: Grafik Ergebnisbildschirm (Beispiel der 4 - polige Messung, variabel)

### Auswahl



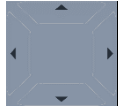
Ausdruck editieren. Öffnet Bedienfeld zum Bearbeiten der Diagramme.



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 Abgerufene Einzelprüfung Ergebnis-Bildschirm

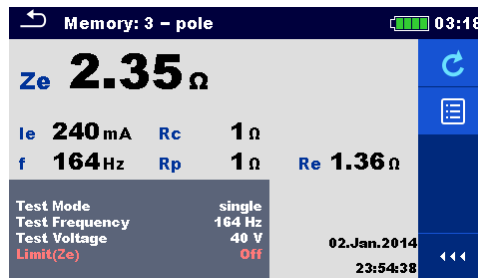


Abbildung 10.4: Abgerufene Ergebnisse der ausgewählten Messung, Beispiel 4 – polige Messung abgerufene Ergebnisse

#### Auswahl



Wiederholungsprüfung

Aktiviert den Startbildschirm für eine neue Messung.



ein



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



Wählt den vorherigen / nächsten Ergebnisbildschirm aus.



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



### 10.1.6 Einzelprüfung (Sichtprüfung) Bildschirmanzeigen

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

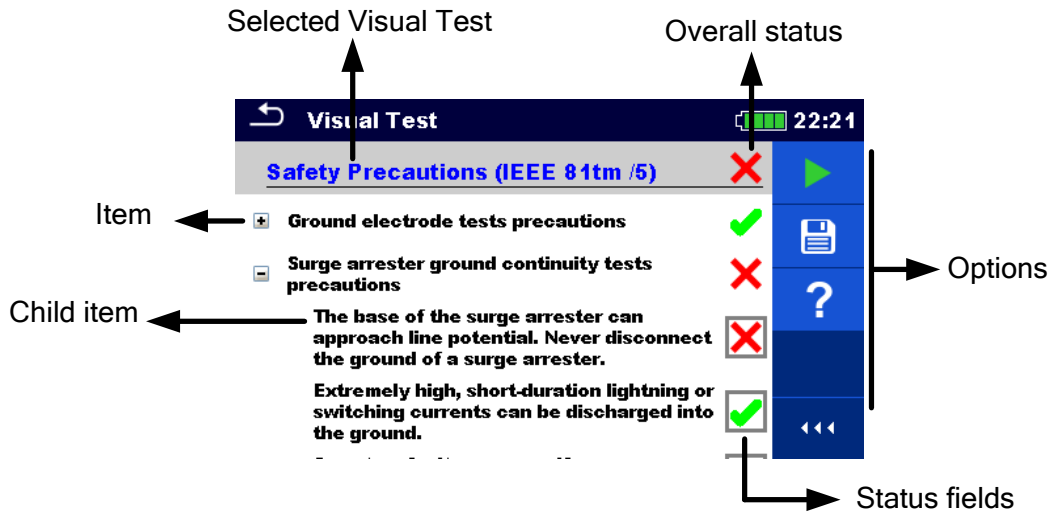


Abbildung 10.5: Aufbau Bildschirm Visuelle Prüfung

### 10.1.7 Einzelprüfung (Sichtprüfung) Startbildschirm

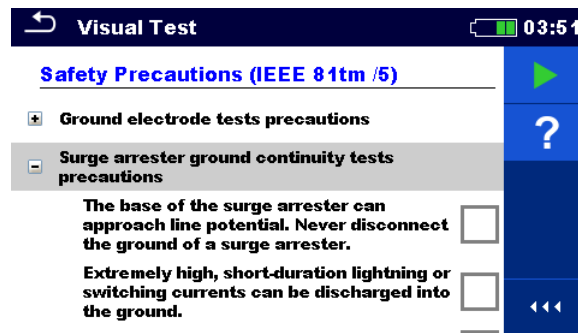


Abbildung 10.6: Aufbau Bildschirm Visuelle Prüfung

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

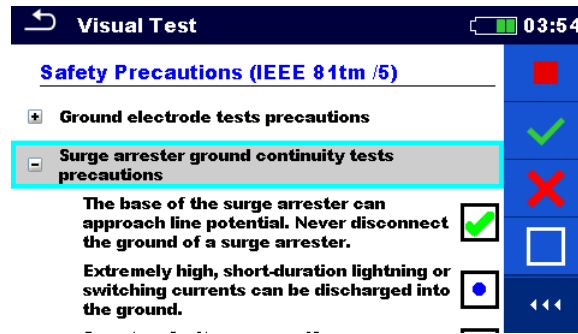


Abbildung 10.7: Bildschirm während der Sichtprüfung

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 ein, für das Element oder die Gruppe von Elementen die überprüft wurden.
ein	Ein Status kann eingesetzt werden.
	Wechselt zum Ergebnisbildschirm.

### 10.1.9 Einzelprüfungen (Sichtprüfung) Ergebnisbildschirm

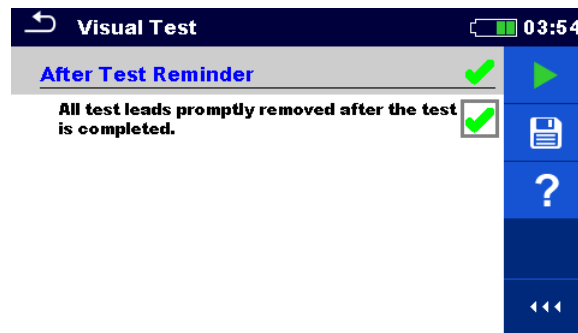


Abbildung 10.8: Ergebnis-Bildschirm Sichtprüfung

Auswahl (nach Beendigung der Sichtprüfung)



Startet eine neue Sichtprüfung.

Speichert die Ergebnisse.

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

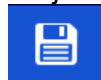
- Die Visuelle Prüfung wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.

Eine neue Sichtprüfung 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 Sichtprüfung unter dem ausgewählten Speicherort gespeichert.



Eine leere Sichtprüfung wurde in 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

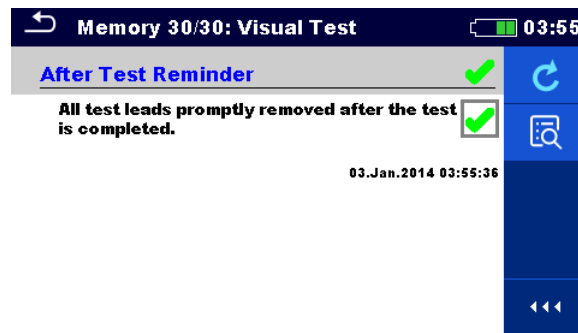


Abbildung 10.9: Sichtprüfung Speicher-Bildschirm

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. Visuelle Prüfungen sind vorbereitet, um alle Sicherheitskontrollen zu machen, bevor mit der Prüfung begonnen wird.

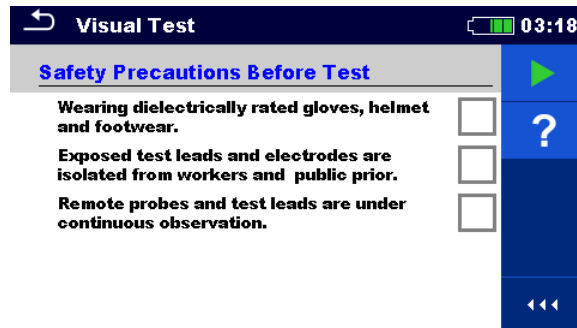


Abbildung 11.1: Menü Sichtprüfung

### 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 vor von Arbeitnehmern und Öffentlichkeit 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 Erde (Erdleitung) ab.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
4	Blitz- oder Schaltströme können nach Erde (Ground) 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 Schirmdrähten kann es zu Gefährdungen kommen.	Bestanden/Nicht-Bestanden/Leer/Geprüft
7	Gefährdungen können aufgrund des Stromflusses durch die miteinander verbundenen Abschirmdrähte 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

**Mahnung 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 - Mahnung nach Abschluss der Prüfung

**Sicherheitsmaßnahmen (IEEE 81tm /5)**

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

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

**Sichtprüfung Verfahren**

<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.
- Ende der Sichtprüfung.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

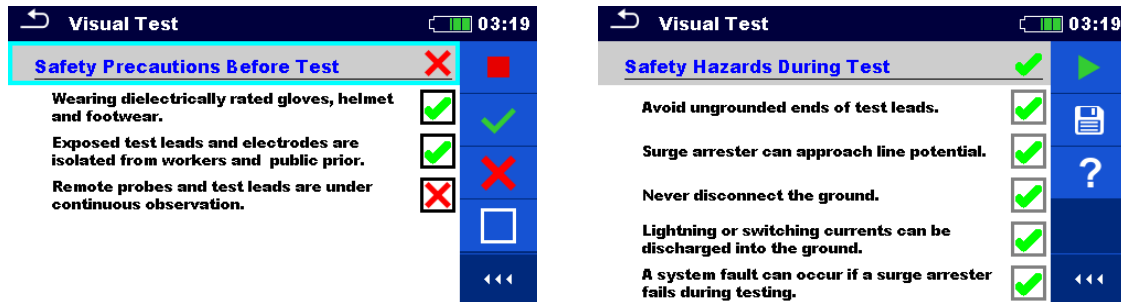


Abbildung 11.6: Beispiele für Ergebnisse Sichtprüfung

## 11.2 Erdungsmessungen [Ze und Re]

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

Der MI 3290 Earth Analyser ist in der Lage, die Erdmessung mit verschiedenen Methoden durchzuführen. Die geeignete Methode wird durch den Bediener, in Abhängigkeit vom ausgewählten Erdungssystem das geprüft werden soll, ausgewählt.

Erde		Messung	Prüfmodus		Grafik	LF	HF	Filter	Prüfung Spannung
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 Stromzange	Fix	Variabel	Zsel (f)	55 Hz	1,5 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	1,5 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.

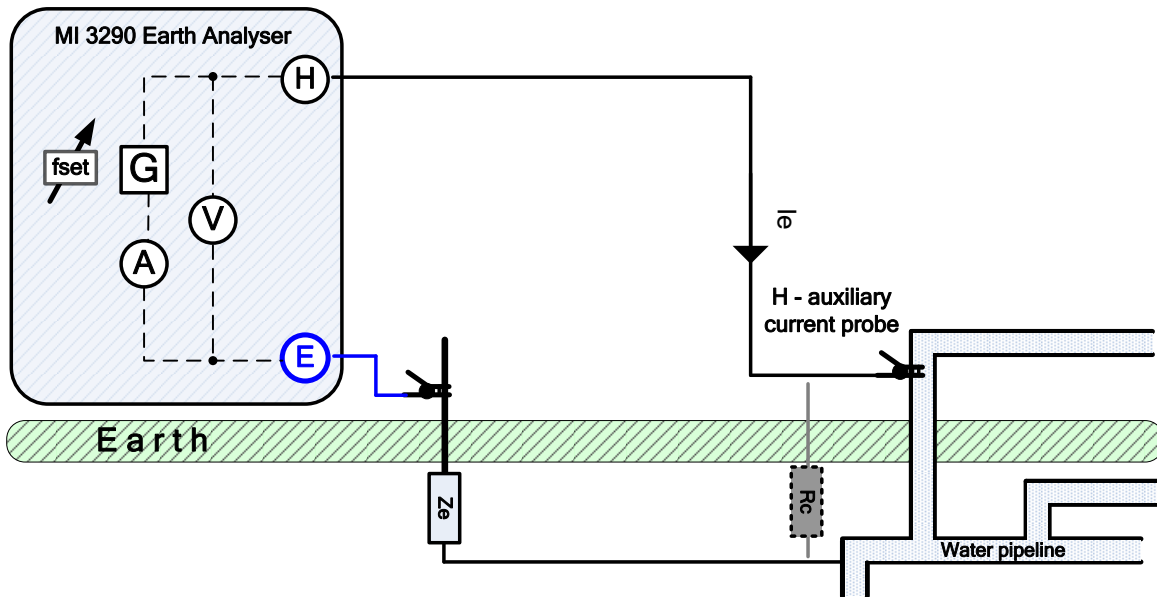


Abbildung 11.8: Beispiel 2 - polige-Messung

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom  $I_e$  durch eine Hilfssonde (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Hilfsprüfspitze (H) sollte so niedrig wie möglich sein, damit ein hoher Prüfstrom eingeleitet werden kann. Die Impedanz  $R_c$  kann durch die Verwendung von mehr Prüfspitzen parallel, oder mit einem Hilfs-Erdungssystem als Hilfsprüfspitze, verringert werden. Ein höher eingeleiteter Strom verbessert die Immunität gegen störende Erdströme. Die Erdungsimpedanz  $Z_e$  wird aus dem Spannungs- / Strom-Verhältnis bestimmt. Normalerweise ist die Impedanz  $R_c$  viel niedriger als  $Z_e$ . In diesem Fall kann das Ergebnis als  $\approx Z_e$  betrachtet werden.

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

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

Weitere Informationen zur Platzierung der Hilfsstromprüfspitze (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)) editiert werden.

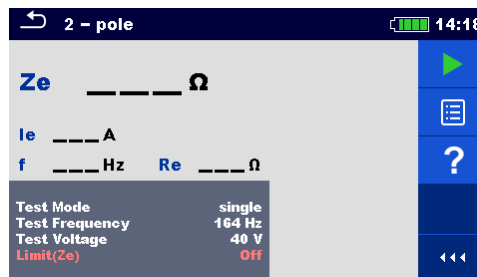


Abbildung 11.9: Menü 2 - polige-Messung

### Prüfparameter für die 2 – polige Messung:

<b>Prüfmodus</b>	Prüfmodus einstellen: [Fix, Variabel]
<b>Prüffrequenz*</b>	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]
<b>Prüfspannung</b>	Prüfspannung einstellen: (20 V oder 40 V)
<b>Entfernung (R)</b>	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
<b>Grenzwert (Ze)</b>	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,01 $\Omega$ ... 5,00 k $\Omega$ ]

\*nur Einzelprüfungsmodus.

### 2 - poliges-Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion 2-pol Messung.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Mode, Spannung, Frequenz, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät 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.
- Drücken Sie die CURSER-Taste, um zwischen den Grafikansicht und Ergebnisansicht (optional) zu toggeln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

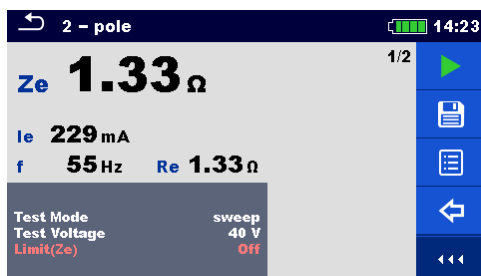


Abbildung 11.10: Beispiel der 2 – poligen Messung  
Messergebnis

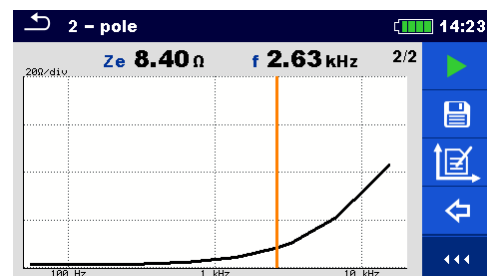


Abbildung 11.11: Beispiel der 2 - poligen Messung  
Messergebnis grafische Darstellung

### Hinweise:

- Betrachten 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 Erdungs sonden. Der Nachteil bei Verwendung von drei Leitungen ist, dass der Kontaktwiderstand des E-Anschlusses dem Ergebnis hinzugefügt wird.

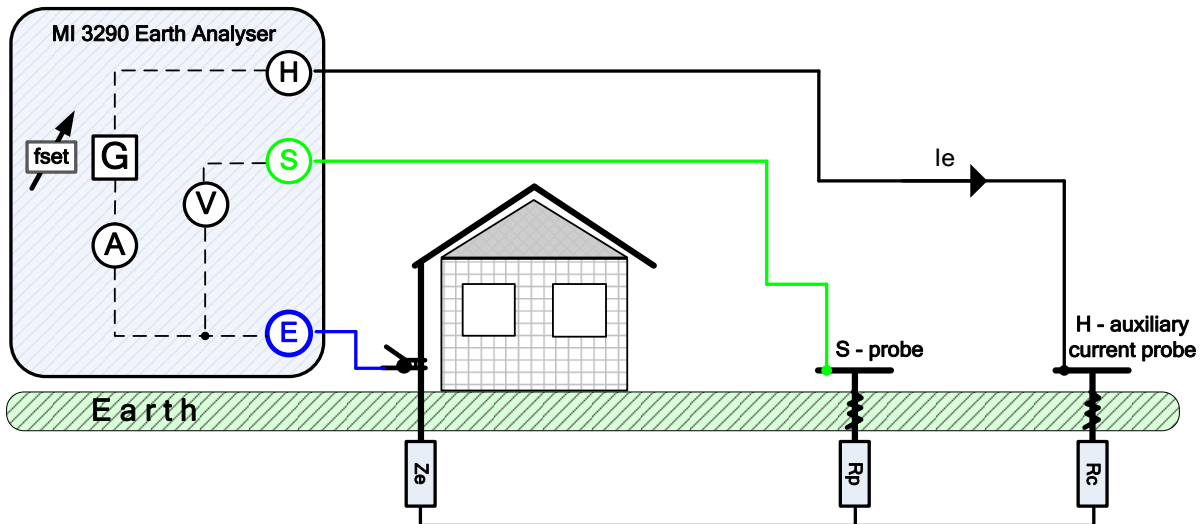


Abbildung 11.12: Beispiel 3 - polige-Messung

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 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 der Hilfspotential-Prüfspitze (S) gemessen. Die Erdungsimpedanz  $Z_e$  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:

- $Z_e$  ..... Erdungsimpedanz
- $R_e$  ..... 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)) editiert werden.

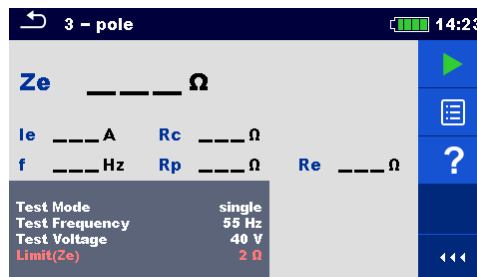


Abbildung 11.13: Menü 3 – Polige-Messung

### Prüfparameter für die 3 – Polige Messung:

<b>Prüfmodus</b>	Prüfmodus einstellen. [Fix, Variabel]
<b>Prüffrequenz*</b>	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]
<b>Prüfspannung</b>	Prüfspannung einstellen: [20 V oder 40 V]
<b>Entfernung (r)</b>	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
<b>Entfernung (R)</b>	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
<b>Grenzwert (Ze)</b>	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 Ω - 5,00 kΩ]

\*nur Einzelprüfungsmodus.

### 3 – poliges Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion 3-pol Messung.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Mode, Spannung, Frequenz, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät 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.
- Drücken Sie die CURSER-Taste, um zwischen den Grafikansicht und Ergebnisansicht (optional) zu toggeln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

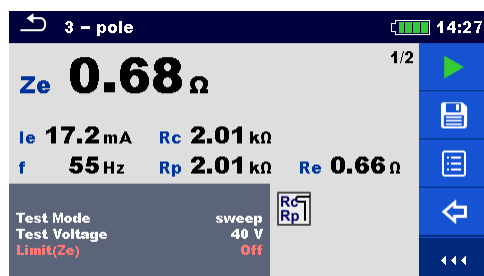


Abbildung 11.14: Beispiel der 3 poligen Messung  
Messergebnis

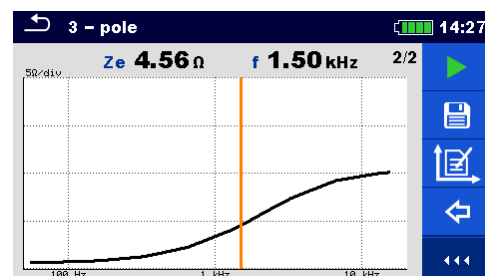


Abbildung 11.15: Beispiel der 3 – poligen Messung  
Messergebnis grafische Darstellung

### Hinweise:

- Betrachten 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):**

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

**11.2.3 4 – Polige Messung**

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

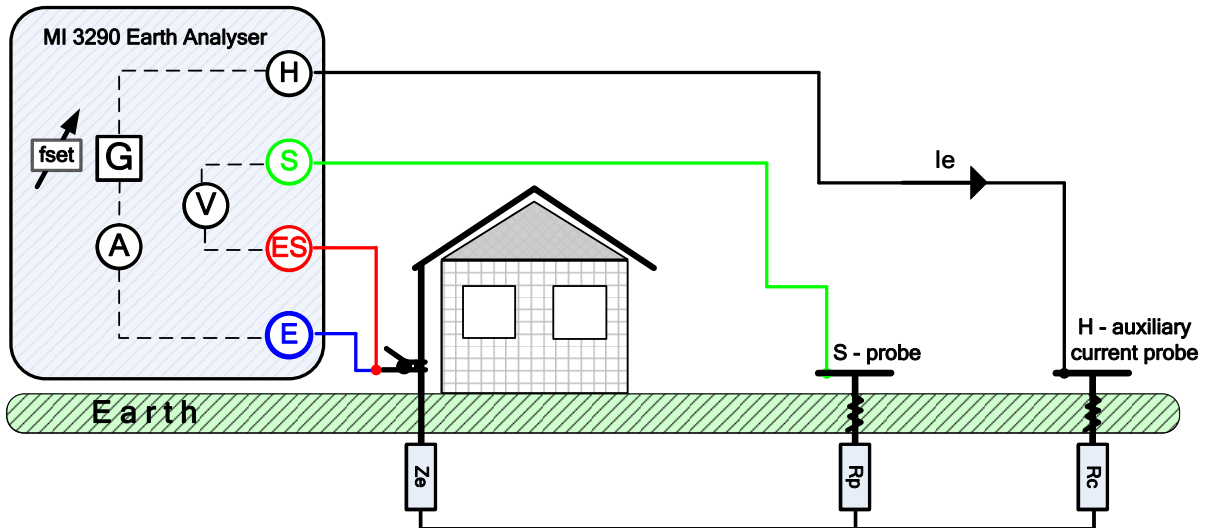


Abbildung 11.16: Beispiel 4 - polige-Messung

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 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 der Hilfspotential-Prüfspitze (S) und (ES) gemessen. Die Erdungsimpedanz  $Z_e$  wird aus dem Spannungs- / Strom-Verhältnis bestimmt.

Im folgenden Beispiel wird die Erdungsimpedanz gemessen:

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

Dabei sind:

$Z_e$ .....	Erdungsimpedanz
$R_e$ .....	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)) editiert werden.

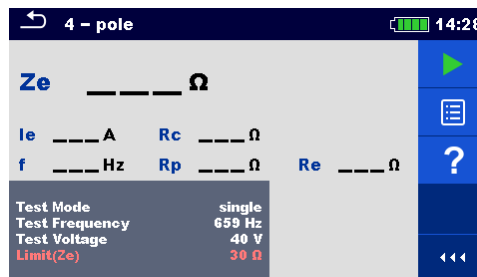


Abbildung 11.17: Menü 4 – polige - Messung

#### Prüfparameter für die 4 – polige Messung:

<b>Prüfmodus</b>	Prüfmodus einstellen: [Fix, Variabel]
<b>Prüffrequenz*</b>	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]
<b>Prüfspannung</b>	Prüfspannung einstellen. (20 V oder 40 V)
<b>Entfernung (r)</b>	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
<b>Entfernung (R)</b>	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
<b>Grenzwert (Ze)</b>	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 (Mode, Spannung, Frequenz, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät 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.
- Drücken Sie die CURSER-Taste, um zwischen den Grafikansicht und Ergebnisansicht (optional) zu toggeln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

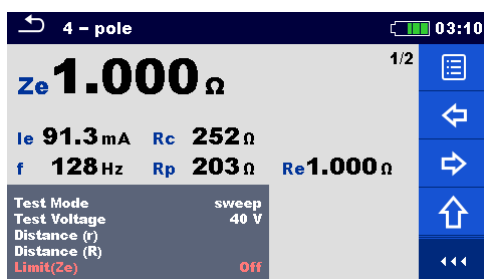


Abbildung 11.18: Beispiel der 4 – poligen Messung  
Messergebnis

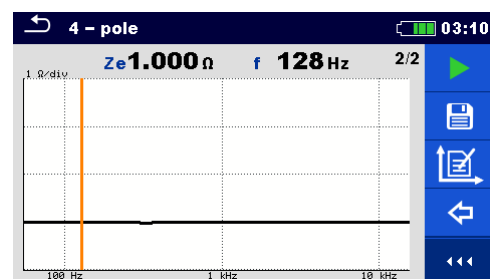


Abbildung 11.19: Beispiel der 4 – poligen Messung  
Messergebnis grafische Darstellung

#### Hinweise:

- Betrachten 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):**

- Hoher Widerstand der S- und H-Prüfspitzen könnte die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt. In diesem Fall gibt es keine BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige.
- 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 müssen während der Messung nicht getrennt werden. Für diese Messung wird eine 4-polige Verdrahtung verwendet.

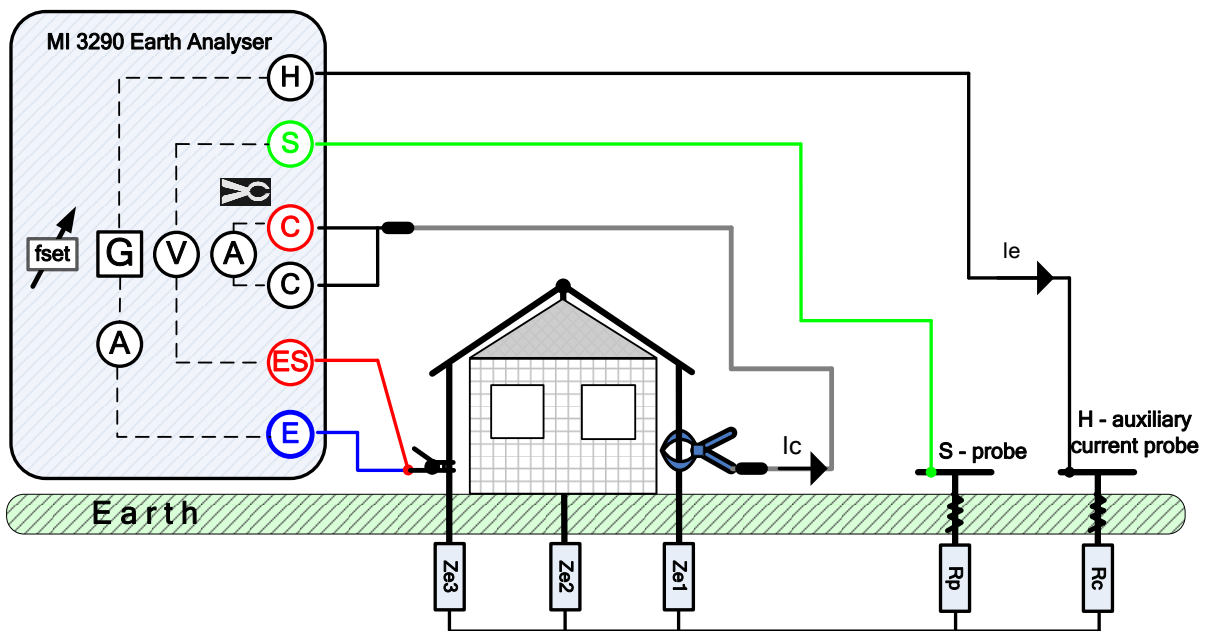


Abbildung 11.20: Beispiel Selektive Stromzange

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 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 der Hilfspotential-Prüfspitze (S) und (ES) gemessen. Der selektive Strom  $I_c$  wird durch die vom Benutzer gewählte Erdungselektrode ( $Z_{e1}$ ) gemessen. Die ausgewählte Erdimpedanz  $Z_{sel}$  wird aus dem Verhältnis von Spannung / Strom (externer Stromzange -  $I_c$ ) bestimmt. Die selektive (individuelle) Erdungsimpedanz wird, wie im Beispiel gezeigt, gemessen:

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

Dabei sind:

- $Z_{sel}$  ..... Ausgewählte Erdungsimpedanz
- $Z_{e1-3}$  ..... Erdungsimpedanz
- $R_c$  ..... 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)  
 $f_{\text{set}}$  ..... 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)) editiert werden.

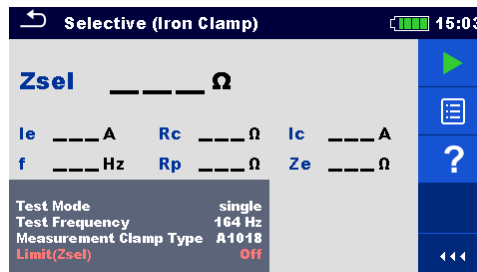


Abbildung 11.21: Menü Selektive Messung (Stromzange)

### Prüfparameter für Selektive (Stromzange):

<b>Prüfmodus</b>	Prüfmodus einstellen: [Fix, Variabel]
<b>Prüffrequenz*</b>	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]
<b>Stromzangen-Typ</b>	Stromzangen-Typ einstellen: [A1018]
<b>Entfernung (r)</b>	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
<b>Entfernung (R)</b>	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
<b>Grenzwert (Zsel)</b>	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 $\Omega$ - 5,00 k $\Omega$ ]

\*nur Einzelprüfungsmodus.

### Selektive Messung (Stromzange) Messverfahren

- Wählen Sie die Funktion Messung Selektive (Stromzange)
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Mode, Stromzangen-Typ, Frequenz, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät 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.
- Drücken Sie die CURSER-Taste, um zwischen den Grafikansicht und Ergebnisansicht (optional) zu toggeln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

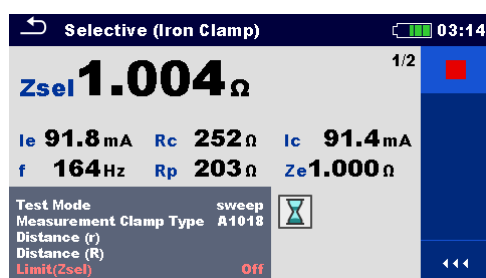


Abbildung 11.22: Beispiel Selektive (Stromzange) Messung Messergebnis

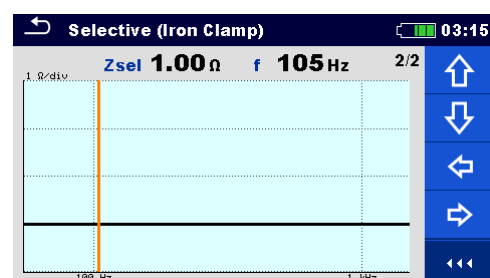


Abbildung 11.23: Beispiel Selektive (Stromzange) Messung Messergebnis grafische Darstellung

Hinweise:

- Betrachten 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):

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



11.2.5 2 Stromzangen Messung

Dieses Messsystem wird eingesetzt, wenn Erdungsimpedanzen 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 Prüfspitzen zu platzieren.

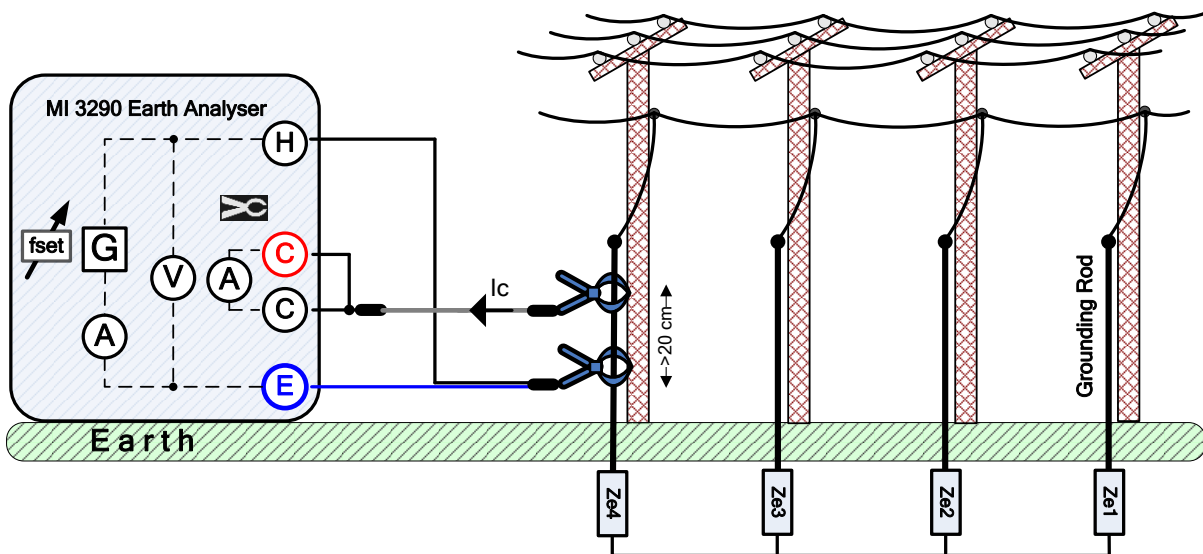


Abbildung 11.24: 2 Stromzangen Messung

Die Treiber- (Generator-) Stromzange leitet eine Spannung im Erdungssystem ein. Die eingespeiste Spannung erzeugt einen Prüfstrom in der Schleife. Ist die Gesamtschleifen-Erdungsimpedanz 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 Erdungsimpedanz wird, wie im Beispiel gezeigt, gemessen:

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

Dabei sind:

$Z_{e1-e4}$  ..... Erdungsimpedanz

$I_c$  ..... 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)) editiert werden.

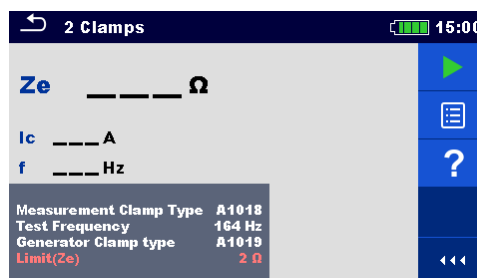


Abbildung 11.25: Menü 2 Stromzangen Messung

**Prüfparameter für die 2 Stromzangen Messung:**

<b>Mess-Stromzangentyp</b>	Mess-Stromzangentyp einstellen: [A1018]
<b>Prüffrequenz</b>	Prüffrequenz einstellen: [82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz, 329 Hz]
<b>Treiber- (Generator-) Stromzangen-Typ</b>	Treiber- (Generator-) Stromzangentyp einstellen: [A1019]
<b>Grenzwert (Ze)</b>	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 RUN Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Taste RUN-Taste, um die Messung zu stoppen.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

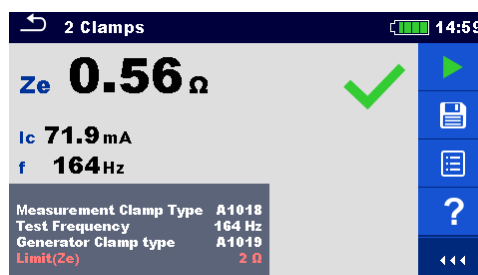


Abbildung 11.26: Beispiele für 2 Stromzangen Messung Messergebnis

**Hinweise:**

- Betrachten 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.



11.2.6 HF - Erdungswiderstand (25 kHz); Messung

Die Hochfrequenz-Messmethode bietet den Vorteil, den Einfluss von angrenzenden Turm-Erdungen, die durch Oberleitungsdraht verbunden sind, zu eliminieren (automatische Kompensation induktiver Komponenten). Für diese Messung wird eine 3-polige Verdrahtung verwendet.

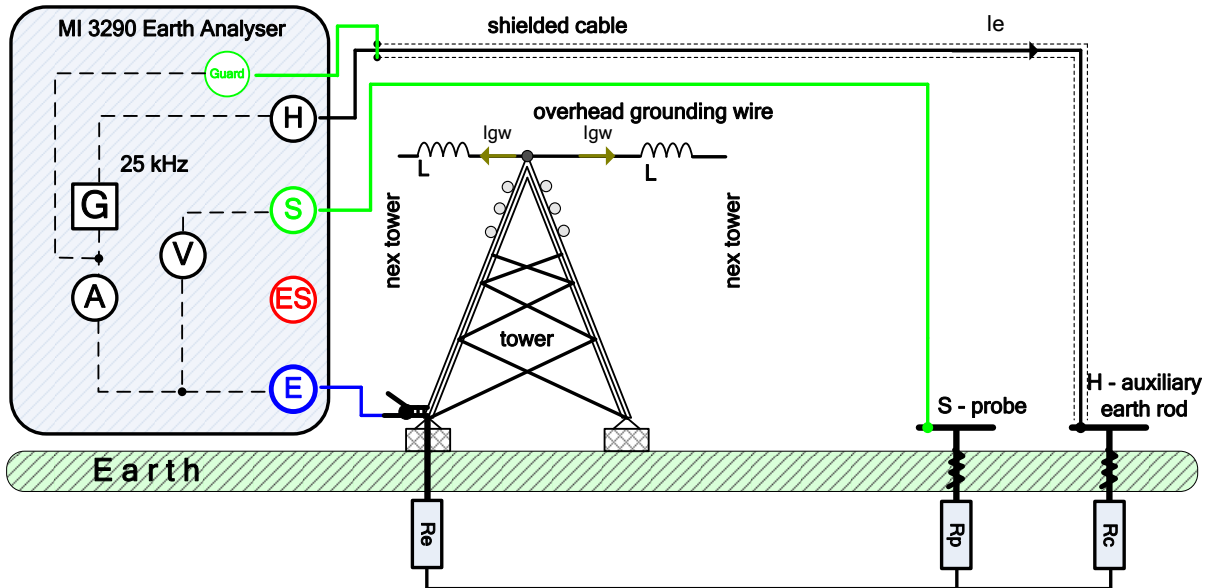


Abbildung 11.27: Beispiel HF - Erdungswiderstand (25 kHz);

Während der Messung (25 kHz) wird ein sinusförmiger Strom  $I_e$  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 der Hilfspotential-Prüfspitze (S) gemessen. Die Erdungsimpedanz  $R_e$  wird aus dem Spannungs- / Strom-Verhältnis bestimmt. Im folgenden Beispiel wird der Erdungswiderstand gemessen:

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

Dabei sind:

- $R_e$  ..... Erdungswiderstand (ausgenommen Blindwiderstand)
- $Z_e$  ..... Erdungsimpedanz
- $R_c$  ..... 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
- $I_{lgw}$  ..... Strom im Erdseil

Hinweis:

- Automatische Kompensation induktiver Komponenten.

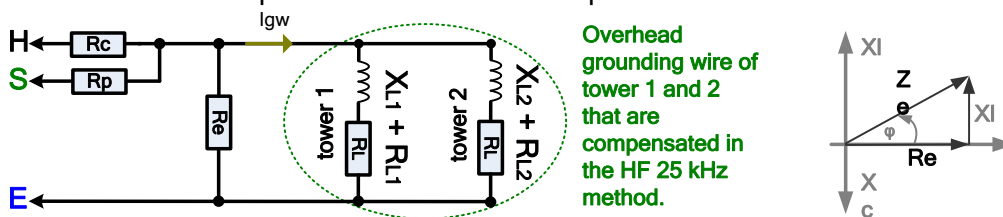


Abbildung 11.28: Kompensation mit der HF 25 kHz Methode

- Typische Erdleiterinduktivität in Stromleitungen 0,2 mH - 200 mH.
- Die Prüfung kann im Fenster für die HF - Erdungswiderstand (25 kHz) Messung gestartet werden. die folgenden Parameter (Entfernung und Grenzwert (Re)) editiert werden.

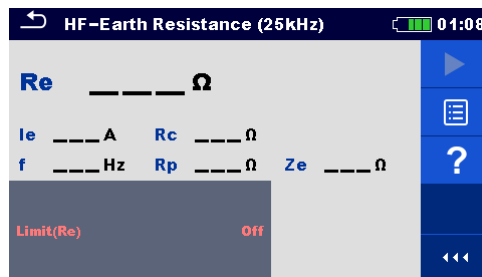


Abbildung 11.29: Menü HF - Erdungswiderstand (25 kHz) Messung

### Prüfparameter für HF - Erdungswiderstand (25 kHz)

<b>Entfernung (r)</b>	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
<b>Entfernung (R)</b>	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
<b>Grenzwert (Re)</b>	Grenzwert Auswahl (AUS, 1 MΩ – 100 Ω).

### HF - Erdungswiderstand (25 kHz) Messverfahren:

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

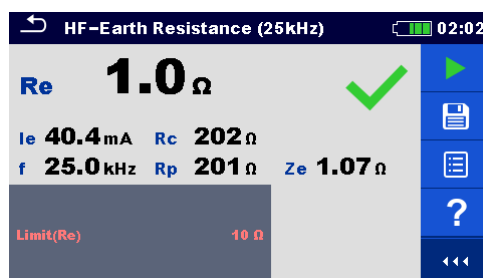


Abbildung 11.30: Beispiel für Ergebnisse der HF - Erdungswiderstand (25 kHz) Messung

### Hinweise:

- Betrachten 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. In diesem Fall gibt es keine BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige.
- Die Sonden müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt gesetzt werden.



### 11.2.7 Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4) Messung

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

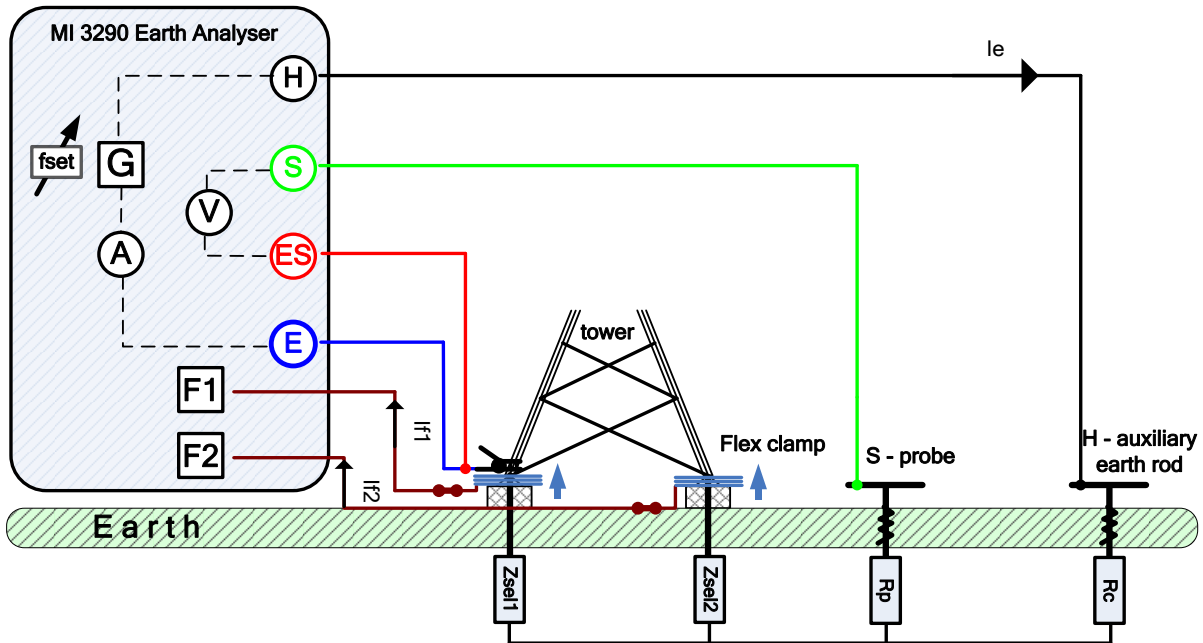


Abbildung 11.31: Beispiel Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4)

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom  $I_e$  durch eine Hilfssonde (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der 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 der Hilfspotential-Prüfspitze (S) und (ES) gemessen. Der selektive Strom  $I_{f1-4}$  wird 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 gesamte Erdimpedanz wird gemessen:

$$\frac{1}{Z_{tot}} = \sum_{i=1}^4 \frac{1}{Z_{sel\_i}} = \left[ \frac{1}{\Omega} \right] \quad Z_{sel\_i} = \frac{U_{S-ES} [V]}{I_{f\_i}} = [\Omega] \quad \text{Dabei sind: } i = [1..4]$$

Dabei sind:

$Z_{tot}$ .....	Gesamt ausgewählte Erdungsimpedanz
$Z_{sel1-4}$ .....	Ausgewählte Erdungsimpedanz
$R_c$ .....	Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitze (H)
$R_p$ .....	Impedanz der Hilfspotential-Prüfspitze (S)
$I_e$ .....	Eingeleiteter 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**.

Die Prüfung kann im Fenster für Selektive (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 ( $Z_{tot}$ ) editiert werden.

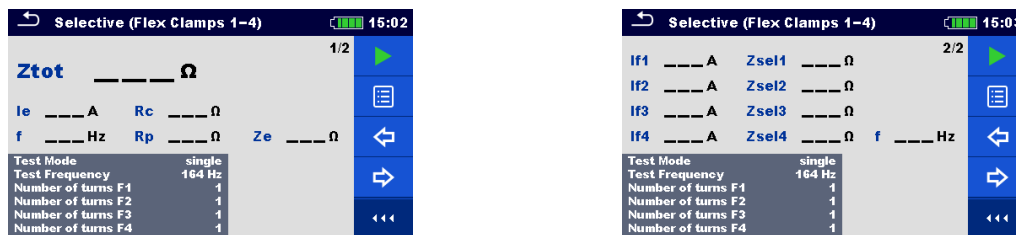


Abbildung 11.32: Menü Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4) Messung

**Prüfparameter für Selektive (Flexible Stromzangen 1-4):**

<b>Prüfmodus</b>	Prüfmodus einstellen: [Fix, Variabel]
<b>Prüffrequenz*</b>	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]
<b>Anzahl der Windungen F1</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 1 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F2</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 2 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F3</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 3 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F4</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 4 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Entfernung (r)</b>	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
<b>Entfernung (R)</b>	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
<b>Grenzwert (Ztot)</b>	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 Ω - 5,00 kΩ]

\*nur Einzelprüfungsmodus.

**Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4) Messverfahren**

- Wählen Sie die Funktion Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4)
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Mode, 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 RUN Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die CURSER-Taste, um zwischen den Grafikansicht und Ergebnisansicht (optional) zu toggeln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

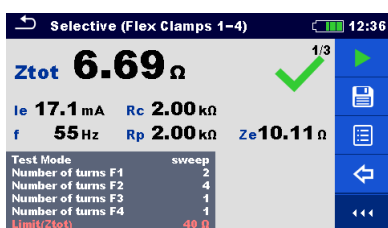


Abbildung 11.33: Beispiel Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4) Messergebnis -  $Z_{tot}$

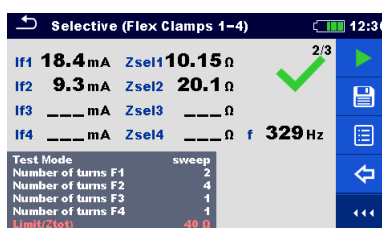


Abbildung 11.34: Beispiel Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4) Messergebnis –  $Z_{sel1-4}$

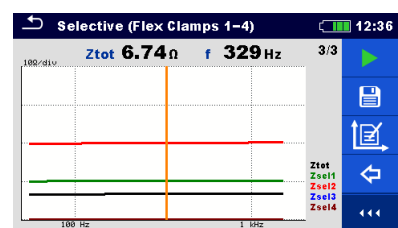


Abbildung 11.35: Beispiel Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4) Messergebnis grafische Darstellung

**Hinweise:**

- Betrachten 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):
- 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.
- 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



### 11.2.8 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 Hilfspotential-Prüfspitze (S).

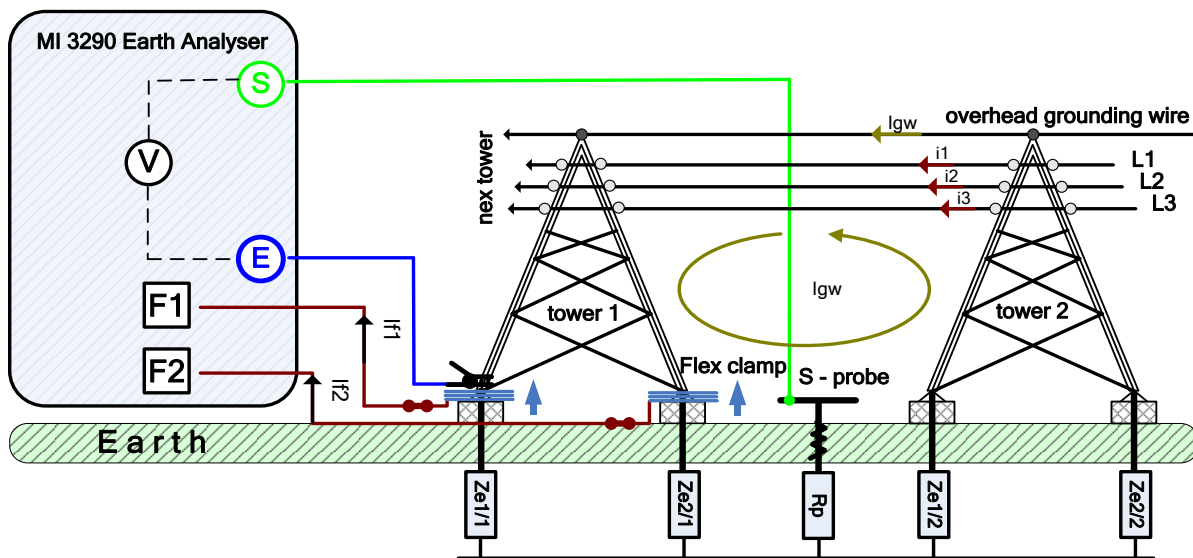


Abbildung 11.36: Beispiel Passive (Stromzangen)

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 Hilfspotential-Prüfspitze (S) gemessen. Der selektive Strom  $I_{f1-4}$  wird durch die vom Benutzer gewählten Erdungselektroden ( $Z_{sel1-4/1}$ ) gemessen. Die ausgewählte Erdimpedanz  $Z_{sel1-4/1}$  wird aus dem Verhältnis von Spannung / Strom (externer Stromzange -  $I_{f1-4}$ ) bestimmt.

Die gesamte Erdimpedanz wird gemessen:

$$\frac{1}{Z_{tot}} = \sum_{i=1}^4 \frac{1}{Z_{sel\_i/1}} = \left[ \frac{1}{\Omega} \right] \quad Z_{sel\_i/1} = \frac{U_{S-E} [V]}{I_{f\_i}} = [\Omega] \quad \text{Dabei sind: } i = [1..4]$$

Dabei sind:

- $Z_{tot}$  ..... Gesamt ausgewählte Erdungsimpedanz
- $Z_{sel1-4/1}$  ..... Ausgewählte Erdungsimpedanz

$I_{gw}$  ..... 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).

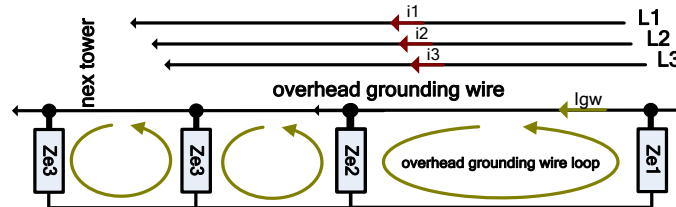


Abbildung 11.37: Ersatzschaltung für die Passive (Flexible Stromzangen) Messung

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)) editiert werden.

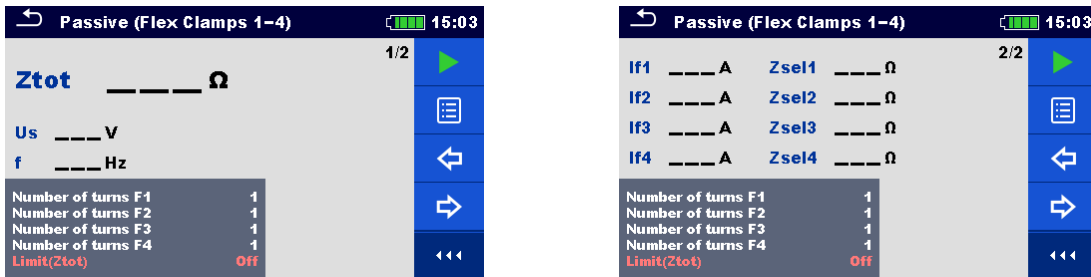


Abbildung 11.38: Menü Passive (Flexible Stromzangen) Messung

**Prüfparameter für Passive (Flexible Stromzangen):**

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

**Passive (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 RUN Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die Taste RUN-Taste, um die Messung zu stoppen.
- Drücken Sie die CURSER-Taste, um zwischen den Grafikansicht und Ergebnisansicht (optional) zu toggeln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

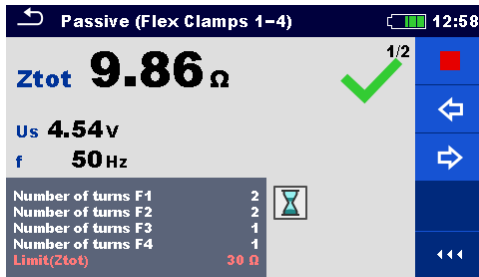


Abbildung 11.39: Beispiel von  
Passive (Flexible Stromzangen)  
Messergebnis -  $Z_{tot}$

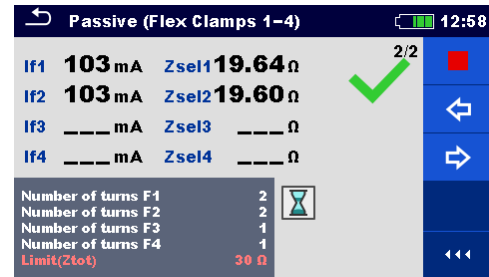


Abbildung 11.40: Beispiel von  
Passive (Flexible Stromzangen)  
Messergebnis -  $Z_{tot}$

#### Hinweise:

- Betrachten 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 [ $\rho$ ] 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 Prüfwechselfrequenz (AC) verwendet werden. Eine Prüfgleichspannung (DC) ist wegen möglicher elektrochemischer Prozesse im gemessenen Grundmaterial nicht geeignet. Der spezifische Erdungswiderstandswert wird in  $\Omega\text{m}$  oder  $\Omega\text{ft}$ , ausgedrückt, sein absoluter Wert hängt von der Struktur des Grundmaterials ab.

Spezifischer Erdungs-Widerstand	Messung	Prüfmodus	Entfernung	Grenzwert	Filter	Prüfung Spannung
$\rho$	Wenner Methode	Fix	m / ft	ja	FFT	20 / 40 V
	Schlumberger Methode	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 gemahlene Materials, das als Würfel  $1 \times 1 \times 1$  m geformt ist, wobei die Messelektroden an den gegenüberliegenden Seiten des Würfels angeordnet sind, siehe die folgende Abbildung.

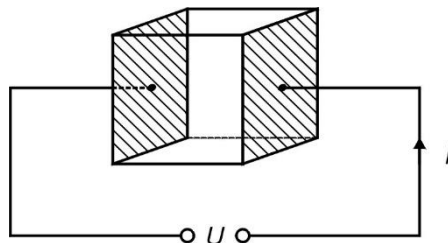


Abbildung 11.42: Darstellung des spezifischen Erdungswiderstands

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

Art des Grundmaterials	Spezifischer Erdungswiderstand in $\Omega\text{m}$	Spezifischer Erdungswiderstand in $\Omega\text{ft}$
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 Messmethode

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 29,9 m liegen. Verbinden Sie die Kabel mit den Sonden, dann mit den Anschlüssen H, S, ES und E.

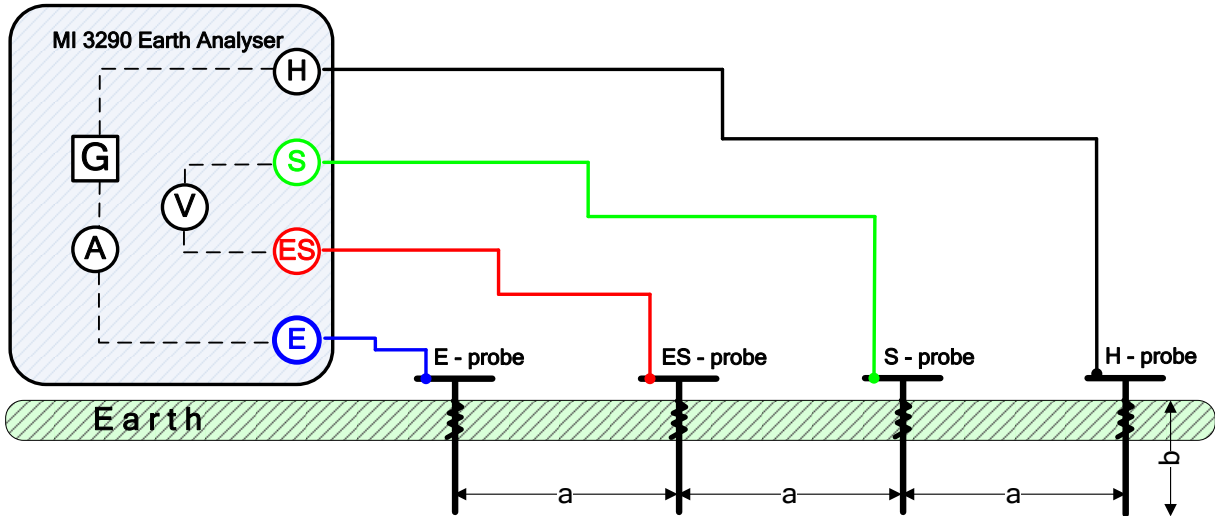


Abbildung 11.43: Beispiel Wenner Messmethode

Wenner Methode 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-Pol Methode
- $a$  ..... Abstand zwischen den Erdsonden
- $b$  ..... Tiefe der Erdsonden
- $\pi$  ..... Die Zahl  $\pi$  ist eine mathematische Konstante (3.14159)

Die Prüfung kann im Fenster für die Werner Methode gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Prüfspannung, Abstand a, und Grenzwert ( $\rho$ )) editiert werden.

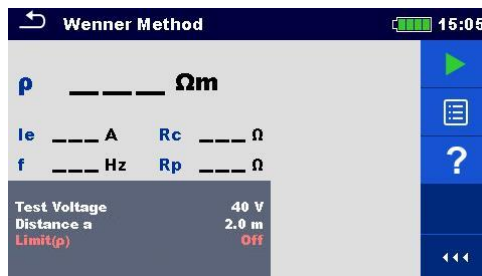


Abbildung 11.44: Menü Wenner Messmethode

**Prüfparameter für Wenner Methode:**

<b>Prüfspannung</b>	Prüfspannung einstellen. [20 V oder 40 V]
<b>Entfernung a</b>	Abstand zwischen den Erdsonden einstellen: [0,1 m – 49,9 m] oder [ 1 ft – 200 ft ]
<b>Längeneinheit</b>	Längeneinheit einstellen: [m oder ft]
<b>Grenzwert (<math>\rho</math>)</b>	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 $\Omega$ - 15 k $\Omega$ m] Grenzwertauswahl: [AUS, 1 $\Omega$ ft - 40 k $\Omega$ ft]

**Menü Wenner Messmethode**

- Wählen Sie die Funktion Wenner Messmethode.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Spannung, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät 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.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).



Abbildung 11.45: Beispiel Wenner Methode  
Messergebnis

**Hinweise:**

- Betrachten 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. In diesem Fall gibt es keine BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige.
- Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand vom gemessenen Objekt platziert werden.



### 11.3.3 Schlumberger Messemethode

Platzieren Sie die beiden Erdsonden (ES und S) in einem Abstand  $d$  voneinander und platzieren Sie die zweiten beiden 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 29,9 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.

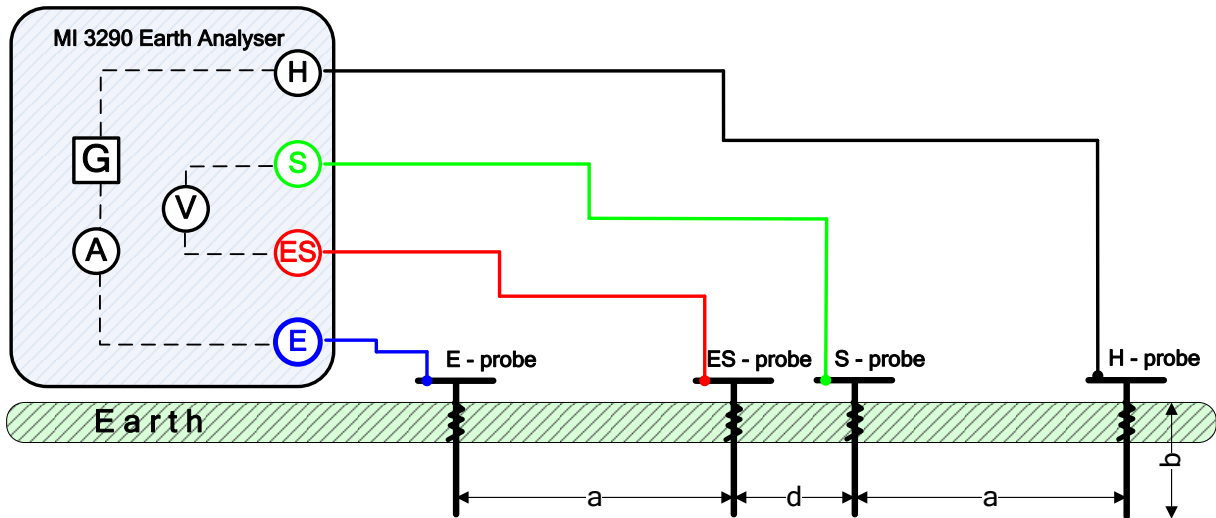


Abbildung 11.46: Beispiel Schlumberger Methode

Schlumberger Methode mit ungleichen Abständen zwischen Prüfspitzen:

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

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

Dabei sind:

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

Die Prüfung kann im Fenster für die Schlumberger Messmethode gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die folgenden Parameter (Prüfspannung, Abstand a, Abstand d und Grenzwert ( $\rho$ )) editiert werden.

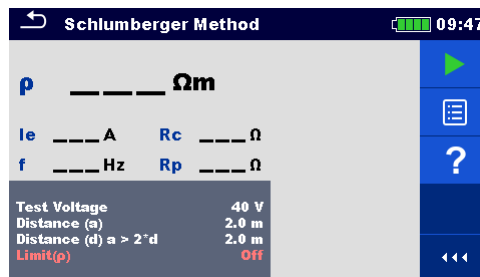


Abbildung 11.47: Menü Schlumberger Messmethode

#### Prüfparameter für Schlumberger Methode:

<b>Prüfspannung</b>	Prüfspannung einstellen. [20 V oder 40 V]
<b>Entfernung a</b>	Abstand zwischen den Erdsonden einstellen: [0,1 m – 49,9 m] oder [ 1 ft – 200 ft ]
<b>Entfernung d</b>	Abstand zwischen den Erdsonden einstellen: [0,1 m – 49,9 m] oder [ 1 ft – 200 ft ]
<b>Längeneinheit</b>	Längeneinheit einstellen: [m oder ft]
<b>Grenzwert (<math>\rho</math>)</b>	Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1 $\Omega$ - 15 k $\Omega$ m] Grenzwertauswahl: [AUS, 1 $\Omega$ ft - 40 k $\Omega$ ft]

#### Menü Schlumberger Methode Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion Schlumberger Messmethode.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Spannung, Entfernung und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät 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.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

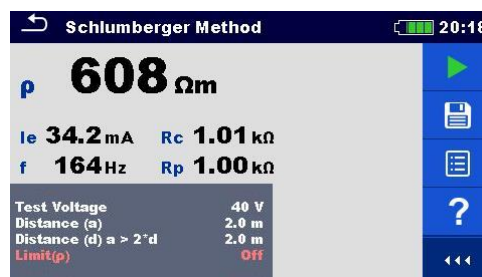


Abbildung 11.48: Beispiel Schlumberger Methode Messergebnis

#### Hinweise:

- Betrachten 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. In diesem Fall gibt es keine BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige.
- 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 Drei-Pol-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.

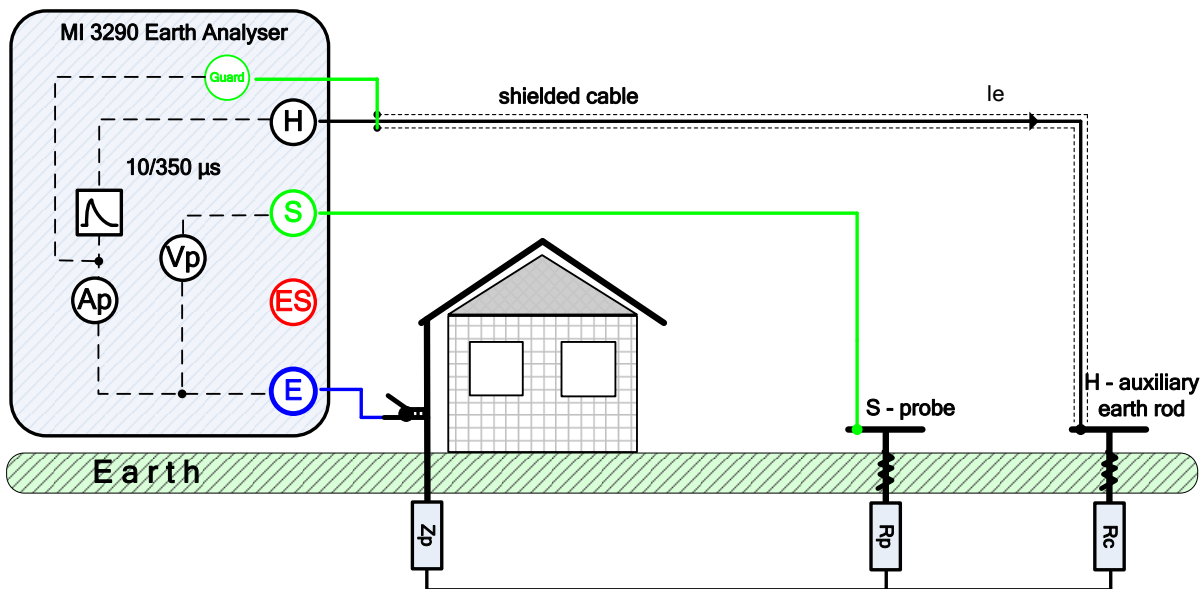
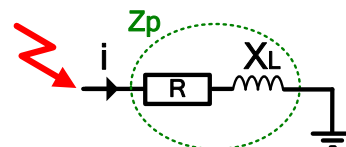


Abbildung 11.49: Beispiel Impulsmessung

Während der Messung wird ein Stromimpuls (10/350 µs) über eine Hilfssonde (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Hilfsprüfspitze (H) sollte so niedrig wie 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 Immunität 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:

- Zp ..... Impulsimpedanz
- Zin ..... Interne Impedanz des Gerätes (typisch 1 Ω)
- Upeak ..... Scheitelspannung
- Ipeak ..... Stromspitze

#### 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 die folgenden Parameter (Abstand und Grenzwert (Zp)) editiert werden.

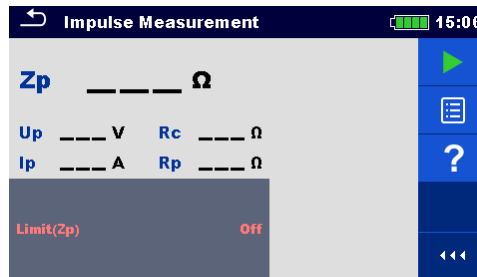


Abbildung 11.50: Menü Impulsmessung

#### Prüfparameter für die Impulsmessung:

<b>Entfernung (r)</b>	Abstand zwischen E und S Prüfspitze (benutzerdefiniert).
<b>Entfernung (R)</b>	Abstand zwischen E und Hilfs-Erdstab H (benutzerdefiniert).
<b>Grenzwert (Zp)</b>	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 RUN Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

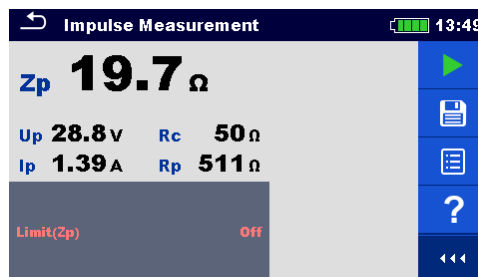


Abbildung 11.51: Beispiel das Ergebnis Impulsmessung

#### Hinweise:

- Betrachten 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. In diesem Fall gibt es keine BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige.
- 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 elektrischem Schlag mittels Potentialausgleichsverbindungen wirksam sind. Die Widerstandsmessung erfolgt mit Gleichstrom von 200 mA.

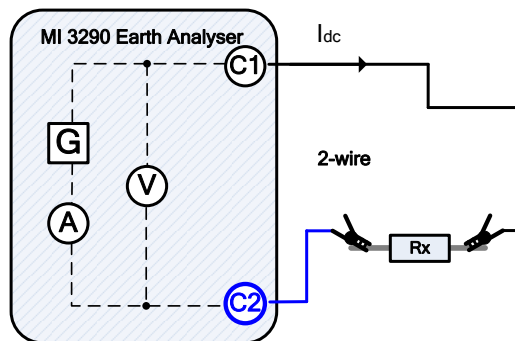


Abbildung 11.53: Beispiel Ohm - Meter (200 mA) (2 - Leitungen)

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 der folgende Parameter (Grenzwert (R)) editiert werden.

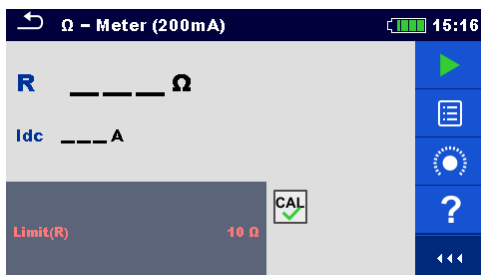


Abbildung 11.54: Menü Ohm - Meter (200 mA) Messung

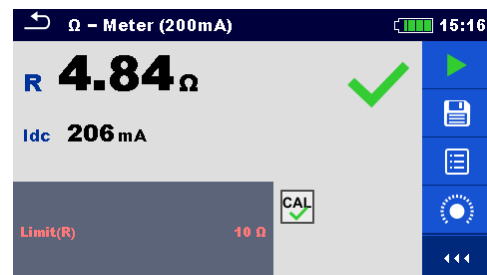


Abbildung 11.55: Beispiel Ohm - Meter (200 mA) Messergebnis

#### Prüfparameter für Ohm - Meter (200 mA)

**Grenzwert (R)** Grenzwertauswahl: [AUS, 0,1  $\Omega$  - 40  $\Omega$ ]

**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 bei Verwendung der 2-Leitungs-Prüfmethode (optional)
- Schließen Sie die Prüfleitungen am Prüfobjekt an.
- Drücken Sie die RUN Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

**Hinweis:**

- Betrachten 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.

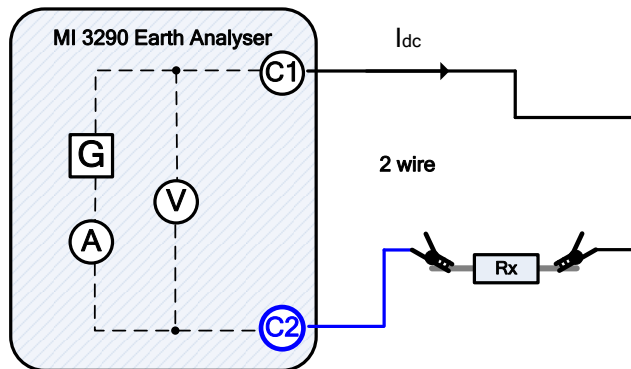


Abbildung 11.56: Beispiel Ohm - Meter (7 mA)

Im folgenden Beispiel wird der Widerstand gemessen:

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

Dabei sind:

R ..... Widerstand

I<sub>dc</sub> ..... Eingeleiteter Prüfstrom DC

U<sub>dc</sub> ..... 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 der folgende Parameter (Signalton und Grenzwert (R)) editiert werden.

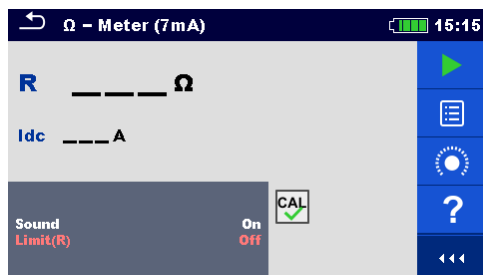


Abbildung 11.57: Menü Ohm - Meter (7 mA) Messung

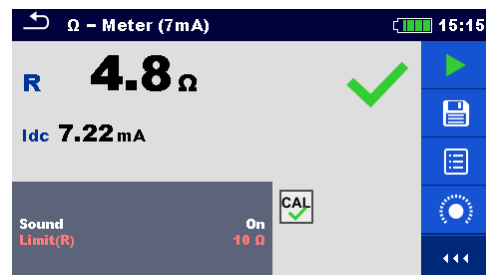


Abbildung 11.58: Beispiel Ohm - Meter (7 mA) Messergebnis

**Prüfparameter für Ohm - Meter (7 mA):**

Signalton [Ein / Aus]

Grenzwert (R) Grenzwertauswahl: [AUS, 1  $\Omega$  - 15,0 k $\Omega$ ]**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 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.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

**Hinweis:**

- Betrachten 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 ( $\Omega$  - Meter 200 mA und 7 mA) kompensiert werden. Eine Kompensation ist im 2-Leitungsmodus 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.

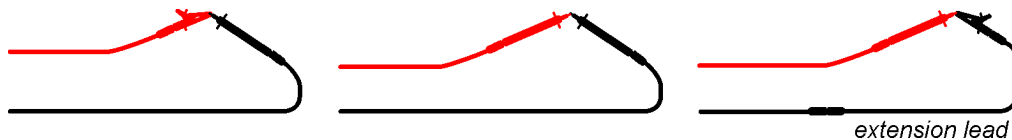
**Schaltungen zum Kompensieren des Widerstands der Prüflleitungen**

Abbildung 11.59: Kurzgeschlossene Prüflleitungen

**Verfahren zur Kompensation des Widerstands der Prüflleitungen:**

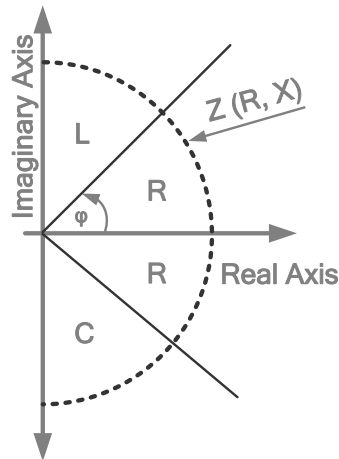
- Wählen Sie die Funktion Ohm - Meter 200 mA oder 7mA.
- Schließen Sie das Prüfkabel am Messgerät an und schließen Sie die Prüflleitungen miteinander kurz, siehe **Abbildung 11.59**.
- Tippen Sie auf das Symbol , um die Leitungswiderstände zu kompensieren.

**Hinweise:**

- Der höchste Wert für die Leitungskompensation beträgt 5  $\Omega$ .
- 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 Imaginär Teil (Reaktanz, X), wie in **Abbildung 11.60** dargestellt.



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

Dabei sind:

Z ..... Impedanz

R ..... Real Teil der Impedanz (Widerstand)

jX ..... Imaginär Teil der Impedanz (Reaktanz)

$\varphi$  ..... Phasenwinkel

Abbildung 11.60: Eine graphische Darstellung der komplexen Impedanz Ebene



### 11.6.1 Impedanz Meter Messung

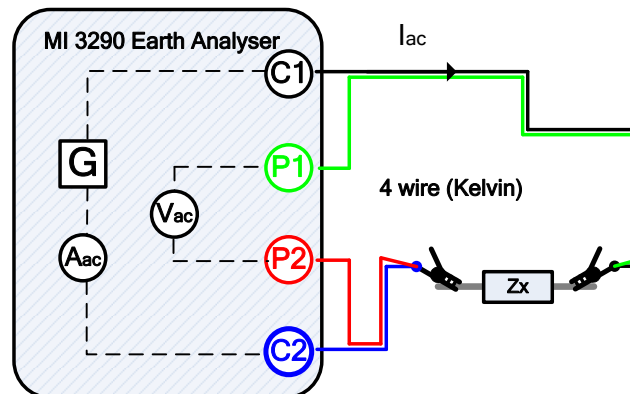


Abbildung 11.61: Beispiel Impedanz - Meter (4- Leitungen)

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)

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

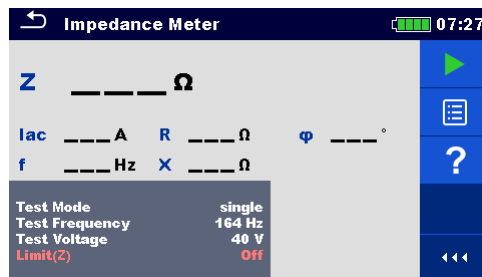


Abbildung 11.62: Menü Impedanz Meter Messung

### Prüfparameter für das Impedanz Meter:

<b>Prüfmodus</b>	Prüfmodus einstellen: [Fix, Variabel]
<b>Prüffrequenz*</b>	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]
<b>Prüfspannung</b>	Stellen Sie die Prüfspannung ein. [20 V oder 40 V]
<b>Grenzwert (Z)</b>	Grenzwertauswahl: [AUS, 1 $\Omega$ - 15,0 k $\Omega$ ]

\*nur Einzelprüfungsmodus.

### Impedanz Meter Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion Impedanz Meter Messung
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Mode, Spannung, Frequenz und Grenzwert).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät 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.
- Drücken Sie die CURSER-Taste, um zwischen den Grafikansicht und Ergebnisansicht (optional) zu toggeln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

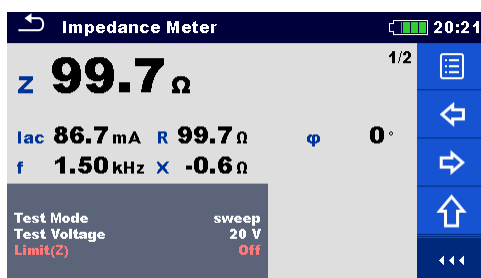


Abbildung 11.63: Beispiele für Ergebnisse Impedanz Meter Messung

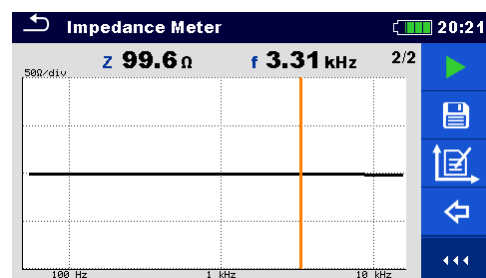


Abbildung 11.64: Beispiel für Impedanz Meter Messung grafische Darstellung

### Hinweis:

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

## 11.7 Erdpotenzial [Us]

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

Fehlerströme in der Nähe von Stromverteilungsobjekten (Umspannwerken, Verteilungstürmen, 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 atypische 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:

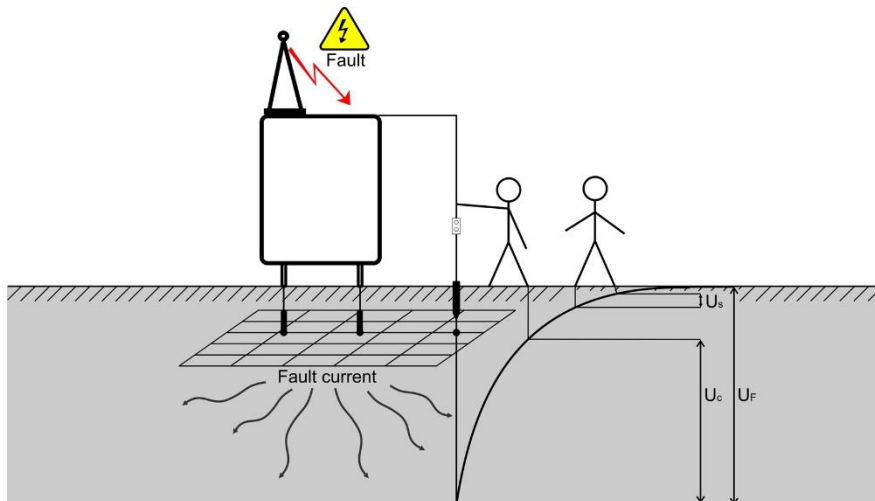


Abbildung 11.65: Gefährliche Spannungen an einem defekten Erdungssystem

Dabei sind:

- $U_s$  ..... Schrittspannung im Falle eines Fehlerstroms
- $U_c$  ..... Kontakt- oder Berührungsspannung im Falle eines Fehlerstroms
- $U_F$  ..... Fehlerspannung

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

Maximale Einwirkungszeit	Spannung
>5 s to ∞	$U_C \leq 50 \text{ VAC}$ 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 Fehlerspannung

Bei längerer Einwirkungsdauer 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  $\phi$  eingestellt werden.

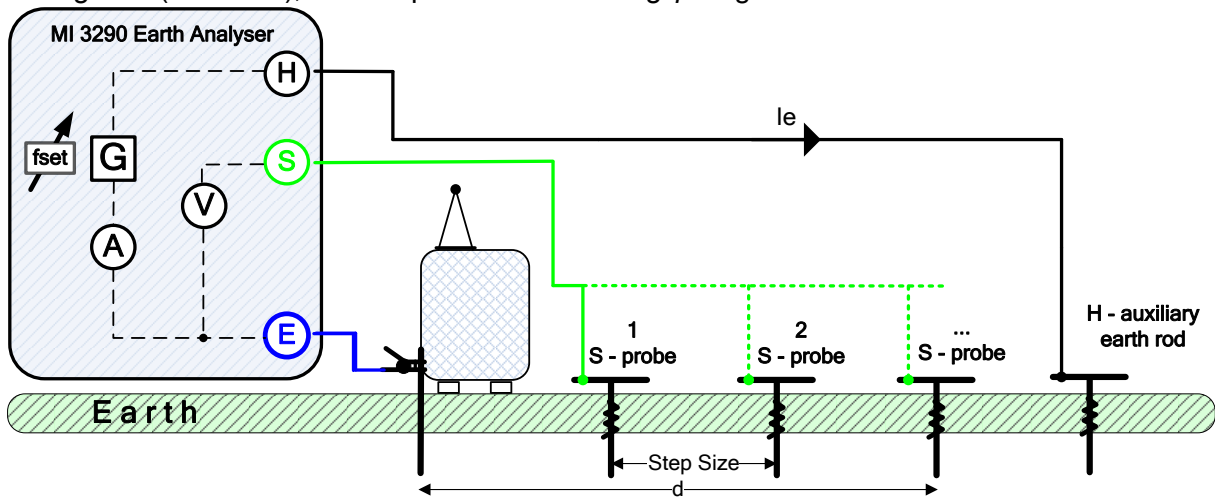


Abbildung 11.67: Beispiel Potential

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 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 der Hilfspotential-Prüfspitze (S) gemessen.

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

$$U_s = Z_e [\Omega] * I_e [A] = [V] \quad d = \sum steps = [m / ft]$$

Dabei sind:

- $U_s$  .....Prüfspannung zwischen S- und E-Anschluss
- $Z_e$  .....Erdungsimpedanz
- $I_e$  .....Eingeleiteter Prüfstrom
- Schrittlänge..... Abstand zwischen benachbarten Messpunkten [fester Wert].
- $d$ .....Summe der Schritte oder Gesamtstrecke [ $d = \text{Schrittgröße} \times (\text{Anzahl der Messungen} - 1)$ ]
- $\phi$  .....Richtung der Potentialmessung oder des Winkels ( $0^\circ - 360^\circ$ )

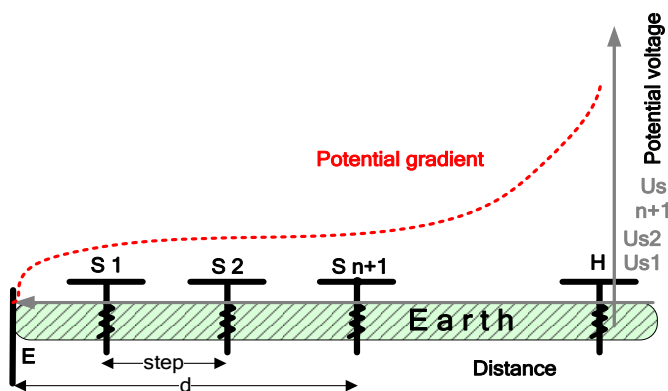


Abbildung 11.68: Beispiel Potential Gradient (geradlinig)

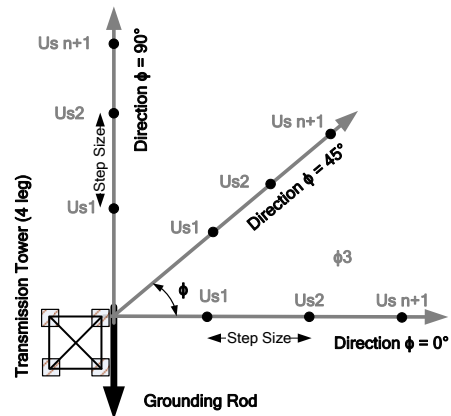


Abbildung 11.69: Beispiel Potential Gradient (um das Gebäude herum)

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

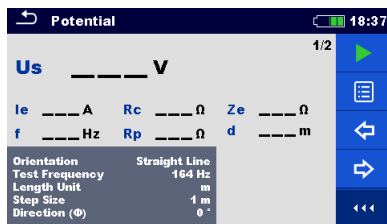


Abbildung 11.70: Menü Potentialmessung (geradlinig)

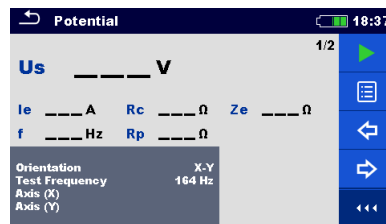


Abbildung 11.71: Menü Potentialmessung (X-Y)

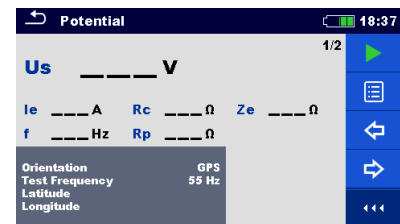


Abbildung 11.72: Menü Potentialmessung (GPS)

### Prüfparameter für die Potentialmessung (geradlinig):

**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  $\phi$**  Richtung der Potentialmessung oder Winkel: [0° – 360°]

### 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)

### 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]

### Potentialmessung Messverfahren:

- Wählen Sie die Funktion Potentialmessung.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Orientierung, Prüffrequenz, Schrittgröße ...).
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät 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.
- Fahren Sie mit dem nächsten Schritt fort / wiederholen Sie den Schritt / Ende Potentialmessung (nur geradlinige Ausrichtung)
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

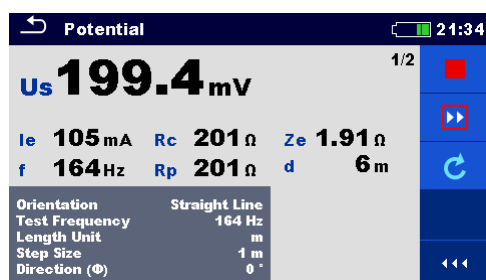


Abbildung 11.73: Beispiel das Ergebnis Potentialmessung

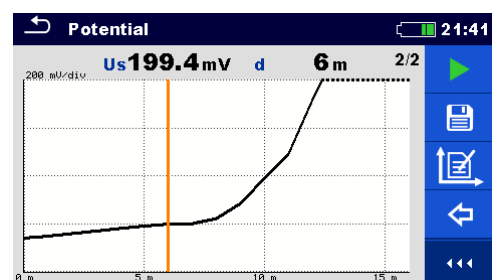


Abbildung 11.74: Beispiel für eine Potentialmessung grafische Darstellung

**Auswahl** (Bei Ausführung der Potentialmessung (geradlinig))



Weiter zum nächsten Schritt.



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



Beendet die Messung und wechselt zum Ergebnis Bildschirm.

Die angebotene Auswahl im Control Panel hängen vom gewählten Orientierungstyp ab.

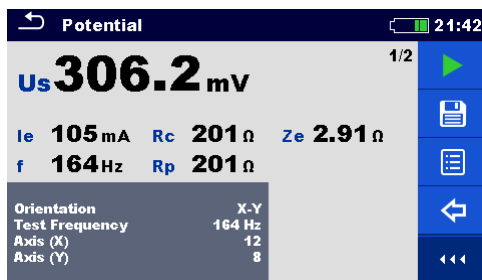


Abbildung 11.75: Beispiel Ergebnis Potentialmessung (X-Y)

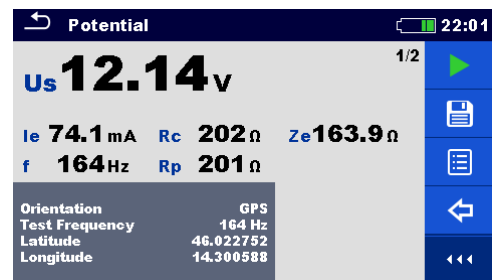


Abbildung 11.76: Beispiel das Ergebnis Potentialmessung (GPS)

#### Hinweise:

- Betrachten 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. In diesem Fall gibt es keine BESTANDEN-/NICHT-BESTANDEN-Anzeige.
- 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 $\Omega$ , der den Körperwiderstand simuliert, gemessen.

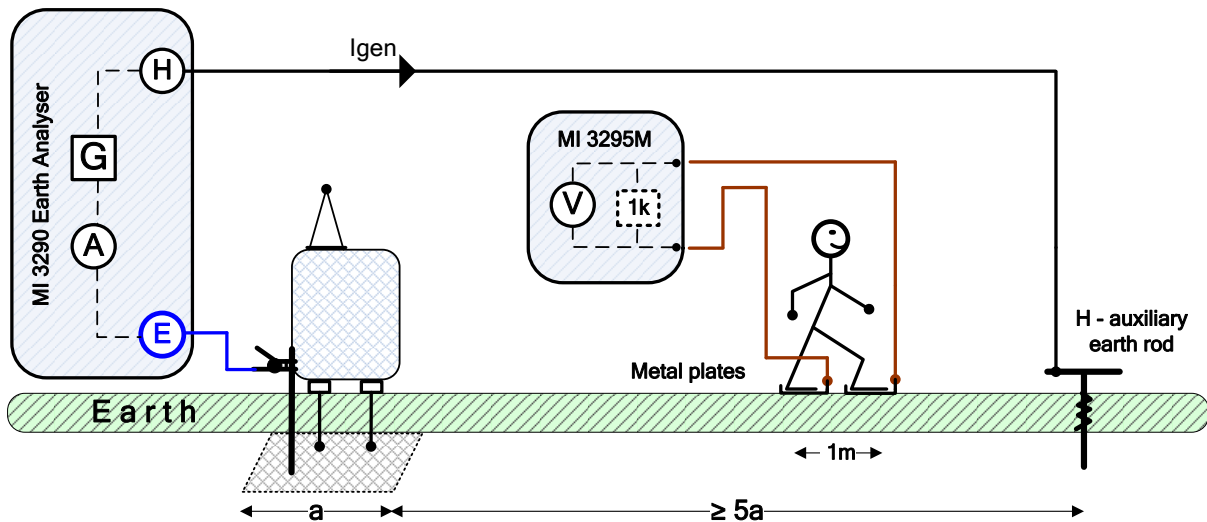


Abbildung 11.77: Beispiel Schrittspannung

### 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 $\Omega$ , der den Körperwiderstand simuliert, gemessen.

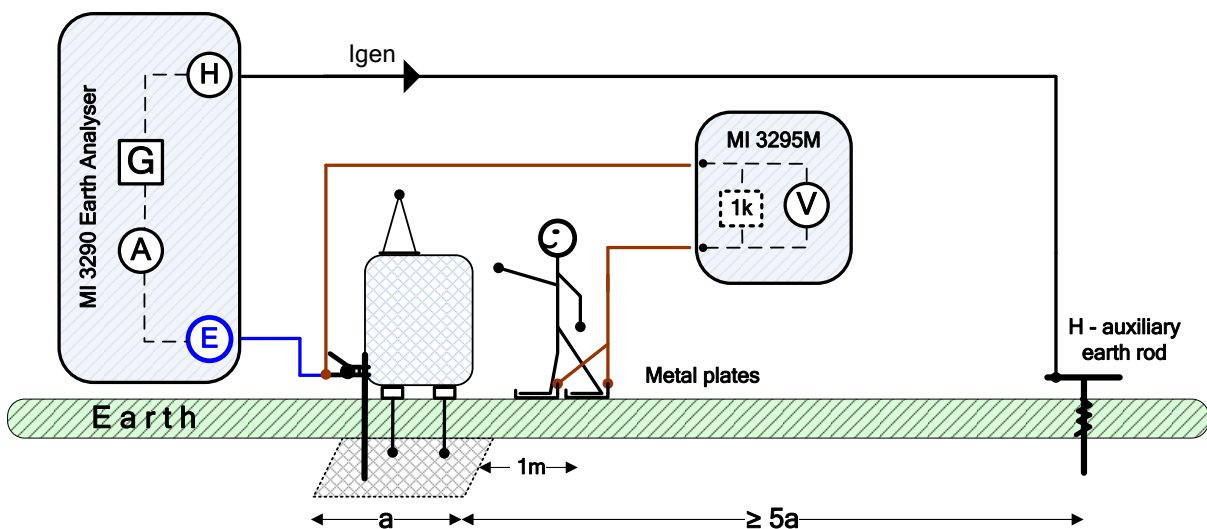


Abbildung 11.78: Beispiel Berührungsspannung

## S&amp;T Stromquelle

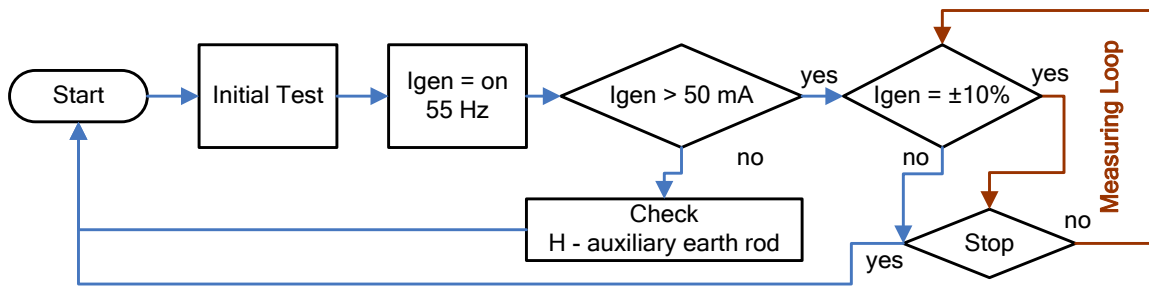


Abbildung 11.79: S &amp; T Stromquellen Flussdiagramm

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom (55 Hz)  $I_{gen}$  durch eine Hilfssonde (H) in die Erde eingeleitet. Die Impedanz der Hilfssprüfspitze (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:

$$U_{s,t} = U_m (\text{MI3295M}) \cdot \frac{I_{fault}}{I_{gen} (\text{MI3290})}$$

Dabei sind:

- $U_{s,t}$  ..... Berechnete Schritt- und 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.

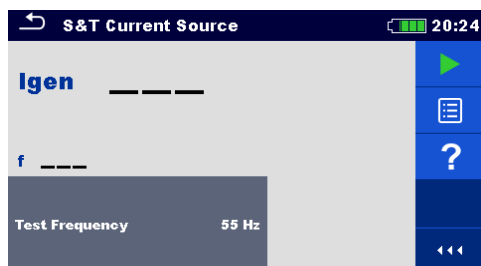


Abbildung 11.80: Menü S&amp;T Stromquelle

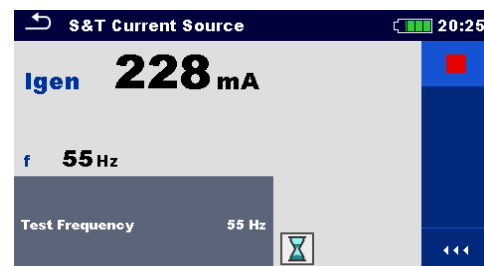


Abbildung 11.81: Beispiel Menü S&amp;T Stromquelle Ergebnis

## S&amp;T Stromquelle Messverfahren

- Wählen Sie die S&T Stromquelle.
- Schließen Sie die Messleitungen an das Messgerät 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.
- Drücken Sie die Taste RUN-Taste, um die Messung zu stoppen.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

Hinweise:

- Betrachten 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 das oben liegende Erdseil Verbindung (Hochspannungsmast) zu überprüfen.

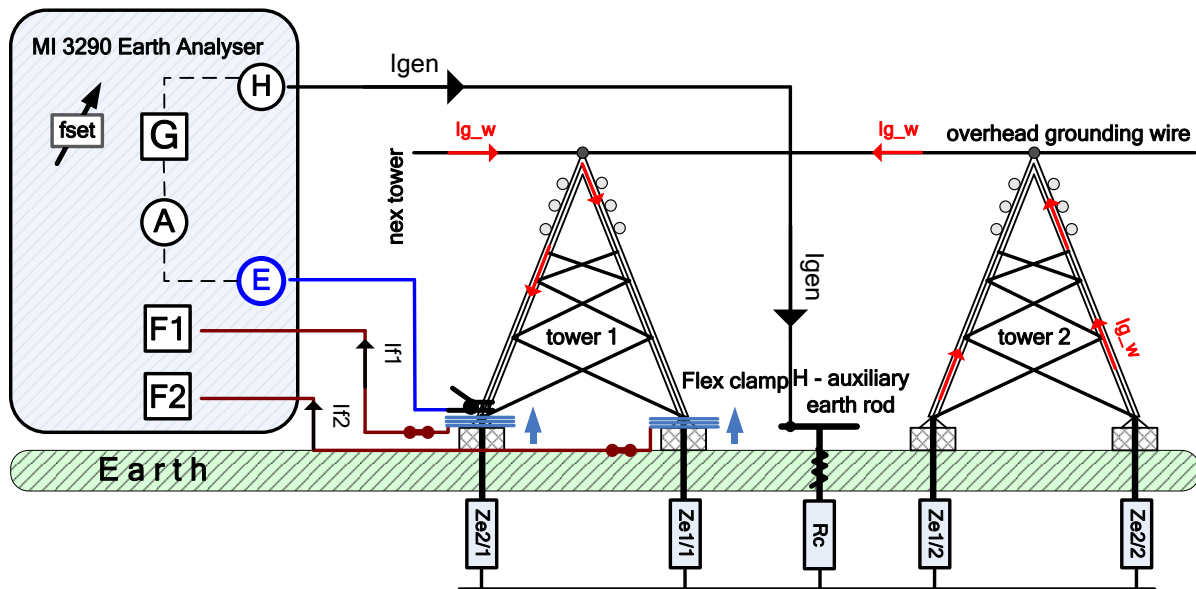


Abbildung 11.82: Beispiel Hochspannungsmast Erdleitungsprüfung (PWGT)

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom  $I_{gen}$  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.

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 editiert werden (Prüfmodus, Frequenz und Anzahl der Windungen F1 - F4)

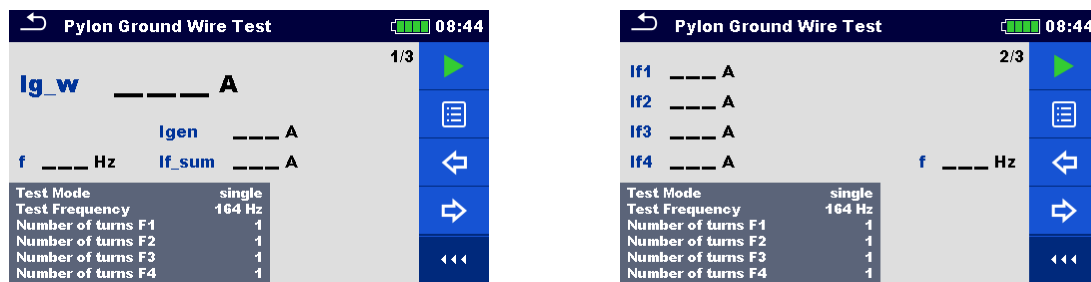


Abbildung 11.83: Menü Hochspannungsmast Erdleitungsprüfung

### Prüfparameter für die Erdleitungsprüfung Hochspannungsmast

<b>Prüfmodus</b>	Prüfmodus einstellen: [Fix, Variabel]
<b>Prüffrequenz</b>	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]
<b>Anzahl der Windungen F1</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 1 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F2</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 2 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F3</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 3 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F4</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 4 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]

### Hochspannungsmast Erdleitungsprüfung (PWGT) Messverfahren

- Wählen Sie die Funktion Erdleitungsprüfung Hochspannungsmast
- Stellen Sie die Prüfparameter ein (Mode, 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 RUN Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis das Testergebnis auf dem Bildschirm angezeigt wird.
- Drücken Sie die CURSER-Taste, um zwischen den Grafikansicht und Ergebnisansicht (optional) zu toggeln.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

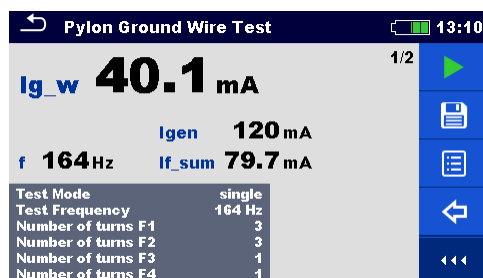


Abbildung 11.84: Beispiel für Hochspannungsmast Erdleitungsprüfung Ergebnis –  $I_{g\_w}$

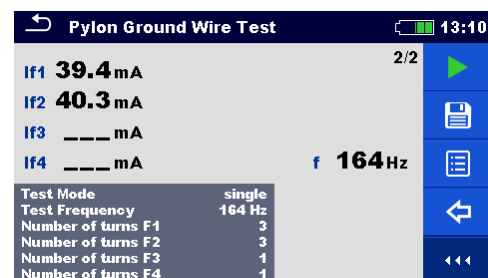


Abbildung 11.85: Beispiel für Hochspannungsmast Erdleitungsprüfung Ergebnis –  $I_{f(1-4)}$

### Hinweise:

- Betrachten 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 <sub>c</sub> , I <sub>f1</sub> , I <sub>f2</sub> , I <sub>f3</sub> , I <sub>f4</sub>	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 11.86: Verfügbare Strom RMS-Messungen im MI 3290

### Stromzangen-Meter RMS

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

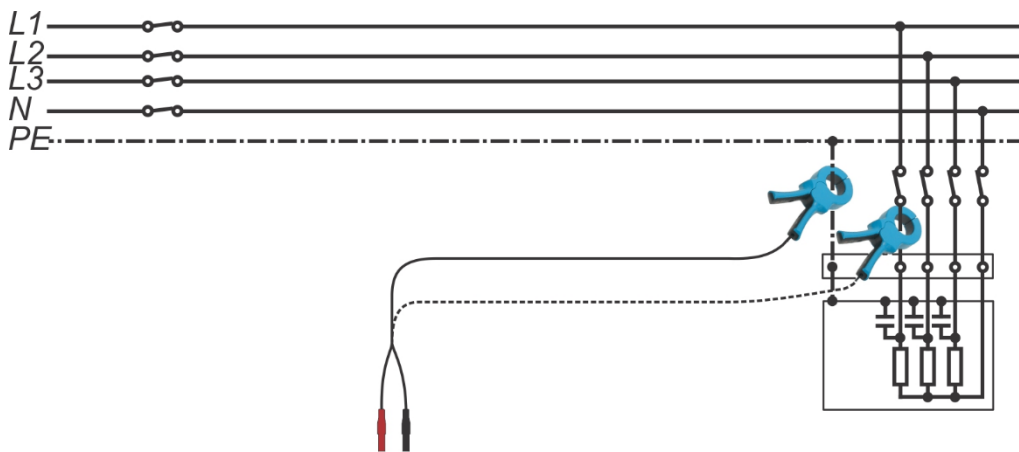


Abbildung 11.87: Beispiel Stromzangen-Meter RMS

### 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.

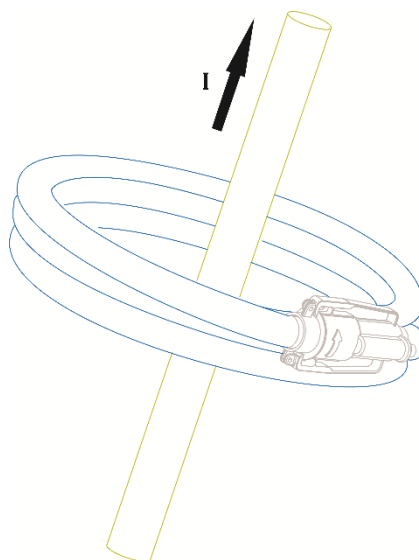


Abbildung 11.88: Beispiel Flexibles Stromzangen-Meter RMS



### 11.9.1 Stromzangen-Meter RMS Messung

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

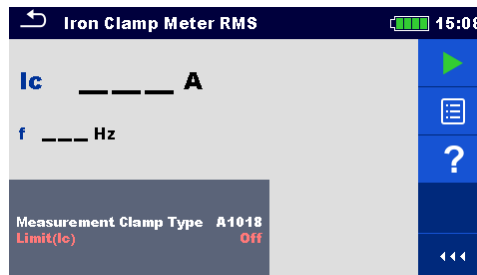


Abbildung 11.89: Menü Flexibles Stromzangen-Meter RMS Messung

#### Prüfparameter Flexibles Stromzangen-Meter RMS

**Mess-** Stromzangen-Typ einstellen: [A1018]

**Stromzangentyp**

**Grenzwert (Ic)** Grenzwertauswahl: [OFF, 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 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.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

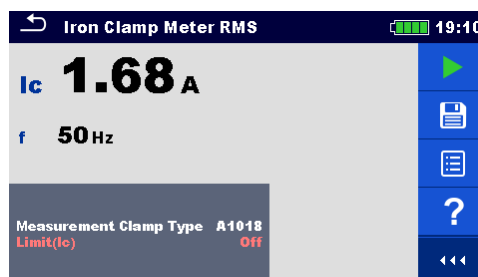


Abbildung 11.90: Beispiel Stromzangen-Meter RMS Messergebnis

#### Hinweis:

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



### 11.9.2 Flexibles Stromzangen-Meter RMS Messung

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

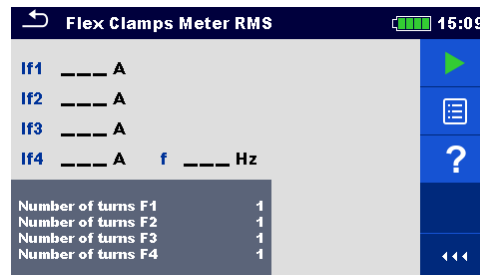


Abbildung 11.91: Menü Flexibles Stromzangen-Meter RMS Messung

#### Prüfparameter Flexibles Stromzangen-Meter RMS

<b>Anzahl der Windungen F1</b>	der Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 1 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F2</b>	der Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 2 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F3</b>	der Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 3 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F4</b>	der Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 4 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]

#### Menü Flexibles 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 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.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

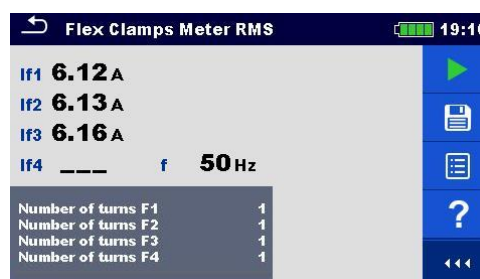


Abbildung 11.92: Beispiel Flexibles Stromzangen-Meter RMS Messergebnis

#### Hinweis:

- Betrachten 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 Checkbox

Die Checkbox bietet eine einfache und effektive Möglichkeit, den Earth Analyser und Zubehör speziell die Stromzangen und die Flexiblen Stromzangen zu überprüfen.

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

Tabelle 11.93: Verfügbare Checkbox Messungen mit dem MI 3290

Hinweis:

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

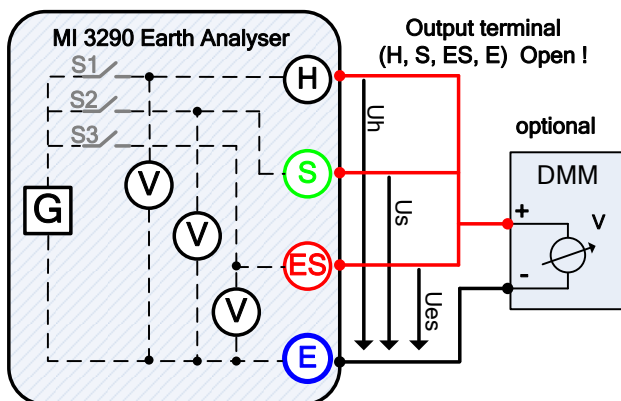


Abbildung 11.94: Beispiel Checkbox Messungen Volt-Meter

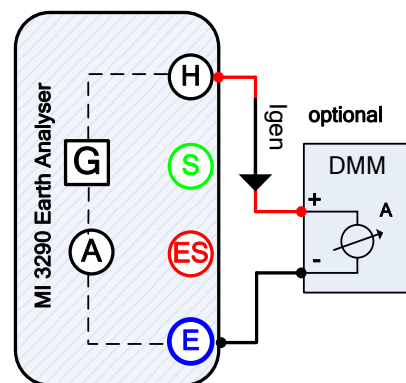


Abbildung 11.95: Beispiel Checkbox Messungen Ampere-Meter

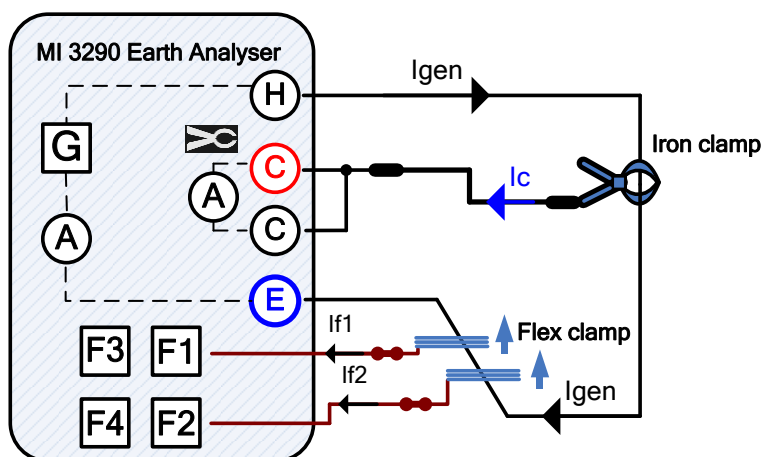


Abbildung 11.96: Beispiel Checkbox Prüfungen Stromzange, Flexible Stromzange



### 11.10.1 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) editiert werden. Die Ausgangsbuchsen H, S, ES und E müssen geöffnet sein.

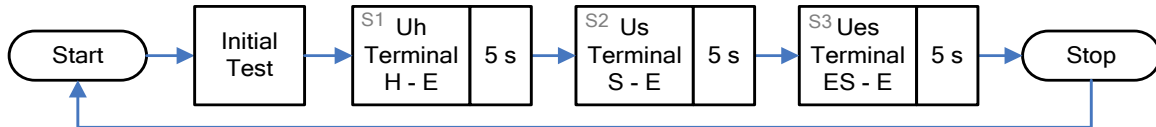


Abbildung 11.97: Volt-Meter Prüfung Flussdiagramm

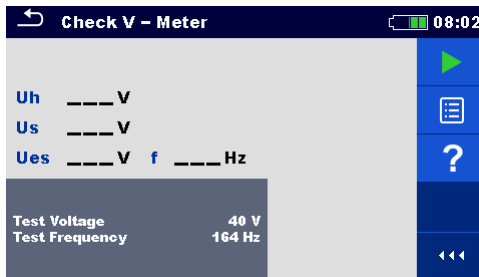


Abbildung 11.98: Menü Check Volt - Meter Messung

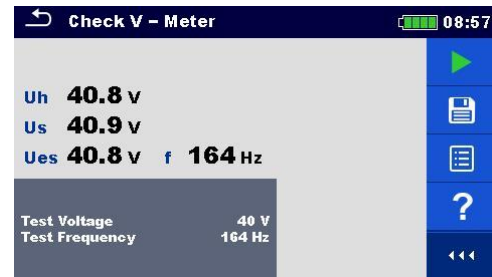


Abbildung 11.99: Beispiel Check Volt - Meter Messergebnis

#### 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 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).



### 11.10.2 Ampere - Meter Prüfung

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

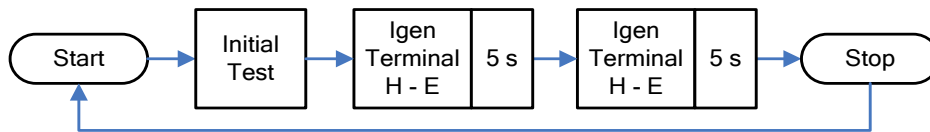


Abbildung 11.100: Ampere-Meter Prüfung Flussdiagramm

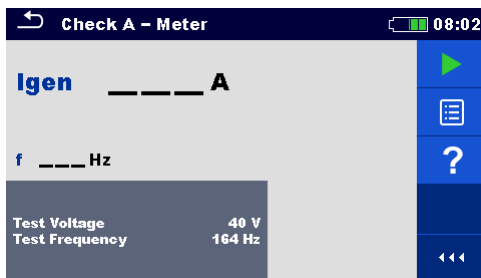


Abbildung 11.101: Menü Ampere - Meter Prüfung

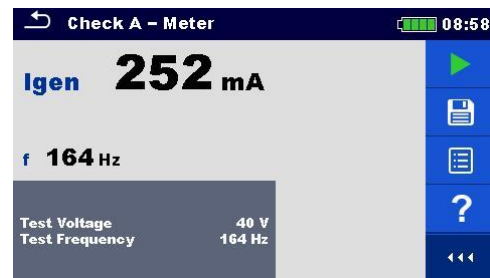


Abbildung 11.102: Beispiel Ampere - Meter Prüfergebnis

#### 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 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).



### 11.10.3 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) editiert werden. Die Ausgangsbuchsen H und E müssen kurzgeschlossen sein.

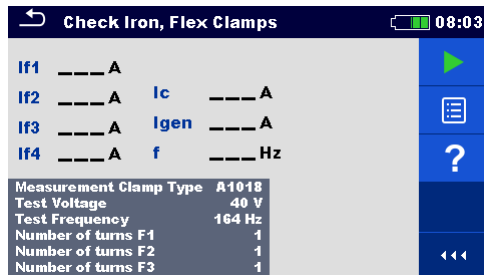


Abbildung 11.103: Menü Stromzangen, Flexible Stromzangen Prüfung



Abbildung 11.104: Beispiel Stromzangen, Flexible Stromzangen Prüfung Ergebnis

#### Prüfparameter für die Stromzangen, Flexible Stromzangen Prüfung:

<b>Mess-Stromzangentyp</b>	Stromzangentyp einstellen: [A1018]
<b>Prüfspannung</b>	Prüfspannung einstellen. [20 V oder 40 V]
<b>Prüffrequenz</b>	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]
<b>Anzahl der Windungen F1</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 1 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F2</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 2 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F3</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse Flex 3 einstellen: [1, 2, 3, 4, 5, 6]
<b>Anzahl der Windungen F4</b>	Anzahl der Windungen für die Eingangsbuchse 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 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 Igen Strom).
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

#### Hinweis:

- Betrachten 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.

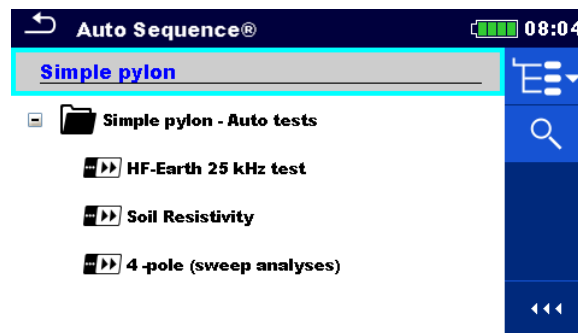


Abbildung 12.1: Hauptmenü Auto Sequence®

#### Auswahl



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

Diese Option sollte verwendet werden, um die Parameter / Grenzwerte der jeweiligen Auto Sequence® zu ändern. 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)

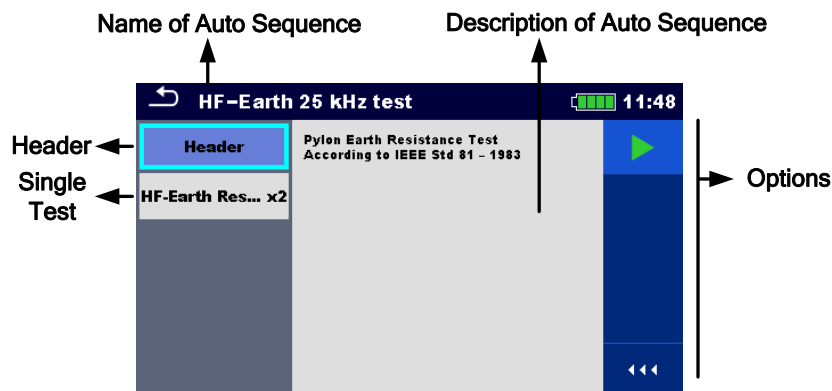


Abbildung 12.2: Menü Auto Sequence® Anzeige – Kopfzeile ausgewählt

#### Auswahl



Startet die ausgewählte Auto Sequence®.

**Menü Auto Sequence® Anzeige (Messung ist ausgewählt)**

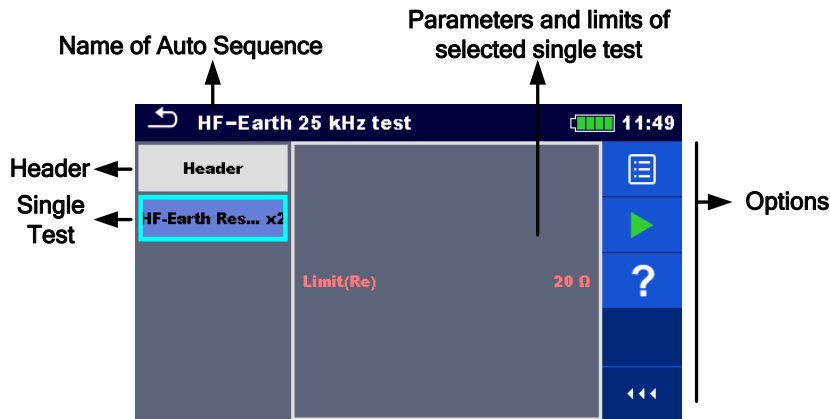


Abbildung 12.3: Menü Auto Sequence® Anzeige – Messung ausgewählt

**Auswahl**



Wählt Einzelprüfung.



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



ein



Für weitere Informationen zum Ändern 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 des 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 **Appendix VII Beschreibung von Ablaufbefehlen**.

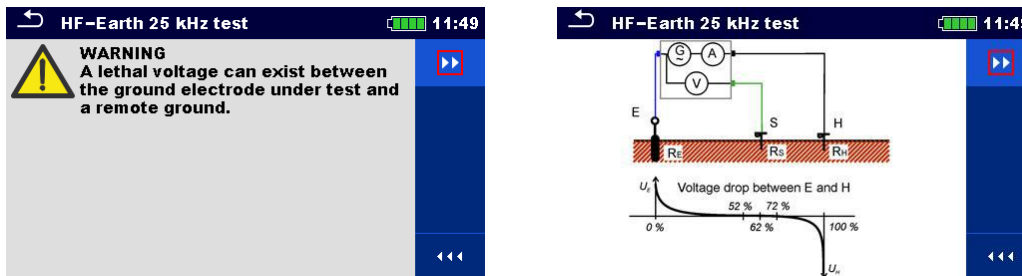


Abbildung 12.4: Auto Sequence® – Beispiel für eine Pause-Meldung (Text oder Bild)

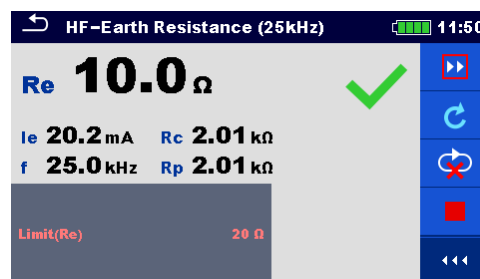


Abbildung 12.5: Auto Sequence®– Beispiel für eine abgeschlossene Messung mit Optionen für die Vorgehensweise

**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 der Header der Auto Sequence® angezeigt. Die Gesamtbewertung der Auto Sequence® wird oben angezeigt. Für weitere Informationen siehe Kapitel 9.1.1 *Messung und Bewertungen*.

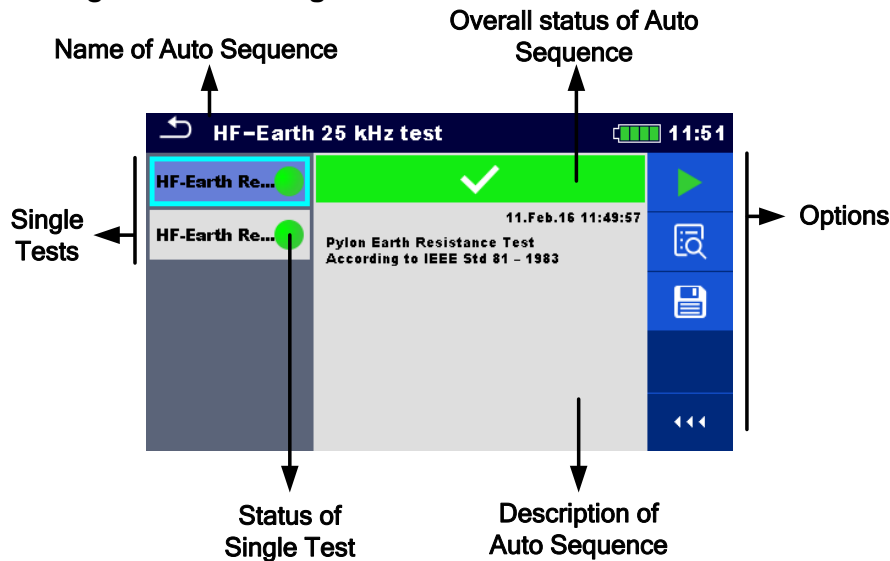


Abbildung 12.6: Auto Sequence® Ergebnis Bildschirm

#### 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 der 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:

- Ein neuer 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.



ein



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**.

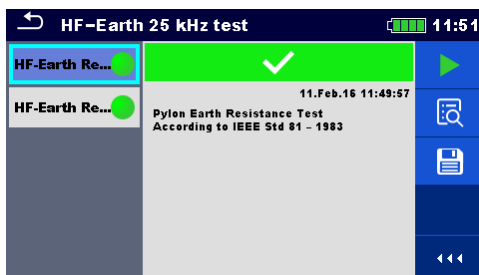


Abbildung 12.7: Einzelheiten im Menü für die Anzeige von Details der Auto Sequence® Ergebnisse

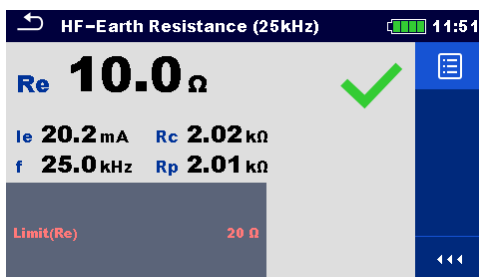


Abbildung 12.8: Details der Einzelprüfung im Menü Auto Sequence® Ergebnisse

### 12.2.4 Auto Sequence® Speicher Bildschirm

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

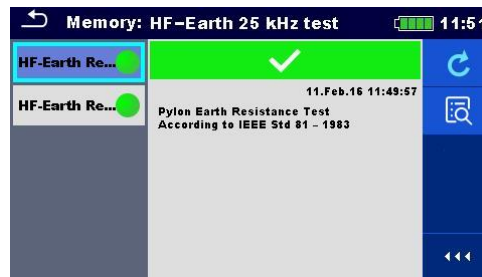


Abbildung 12.9: Auto Sequence® Speicher Bildschirm

#### 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 sind zwei Kommunikationsschnittstellen am Messgerät zur Verfügung: USB und Bluetooth

### Wie eine USB-Verbindung hergestellt wird:

- Verbinden Sie einen USB-Anschluss des PC 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 nicht ersichtlich, 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. 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 nicht erlaubt, den Earth Analyser zu öffnen. Es sind keine, vom Benutzer austauschbaren Teile, im Inneren des Gerätes. Die Batterien können nur durch zertifizierte und nur autorisierte 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 der Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen!
- 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, sogar wenn sich Normen oder Vorschriften ändern. Der Firmware-Upgrade erfordert Internetzugang und kann aus der **Metrel ES Manager** Software mit Hilfe einer speziellen Upgrade-Software durchgeführt werden - **FlashMe** wird Sie durch die Upgrade Prozedur 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 Erde [Ze]

### 15.1.1 2, 3, 4 -Polig

Messprinzip ..... Strom- / Spannungsmessung

Erde	Prüffrequenz	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (* siehe Hinweise)
Ze	55 Hz ... 329 Hz	0,010 $\Omega$ ... 1,999 $\Omega$	0,001 $\Omega$	$\pm$ (3 % des Ablesewerts + 3 Digits)
		2,00 $\Omega$ ... 19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	
		20,0 $\Omega$ ... 199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
		200 $\Omega$ ... 999 $\Omega$	1 $\Omega$	
		1,000 k $\Omega$ ... 1,999 k $\Omega$	0.001 k $\Omega$	
		2,00 $\Omega$ ... 19,99 k $\Omega$	0,01 k $\Omega$	
	659 Hz ... 2,63 kHz	0,00 $\Omega$ ... 19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm$ (5 % des Ablesewerts + 3 Digits)
		20,0 $\Omega$ ... 199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
		200 $\Omega$ ... 999 $\Omega$	1 $\Omega$	
		1,000 k $\Omega$ ... 1,999 k $\Omega$	0.001 k $\Omega$	
	3,29 kHz ... 15,0 kHz	0,00 $\Omega$ ... 19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm$ (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
		20,0 $\Omega$ ... 199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	

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, 15.0kHz  
 Kurzschluss-Prüfstrom..... > 220 mA bei 164 Hz, 40 VAC  
 Grenzbereich (Ze) ..... 0,1  $\Omega$  ... 5 k $\Omega$  (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 Unsicherheit hängt von der korrekten Kompensation der Messleitungen für 2, 3 - polig und dem Widerstand der Sonden und Hilfselektroden ab (siehe 15.8 Einfluss der Hilfselektroden).
- Bei der Messung bei hohen Frequenzen > 659 Hz ist besonderes Augenmerk auf Verdrahtung, parasitäre Effekte usw. zu legen. Verwenden Sie den Schirmungsanschluss für H.
- 1 m $\Omega$  Auflösung nur für 3, 4 - polige Messungen, Widerstand der Hilfselektroden R<sub>c</sub> < 300  $\Omega$  und Prüffrequenz  $\leq$  329 Hz.

15.1.2 Selektiv (Stromzange)

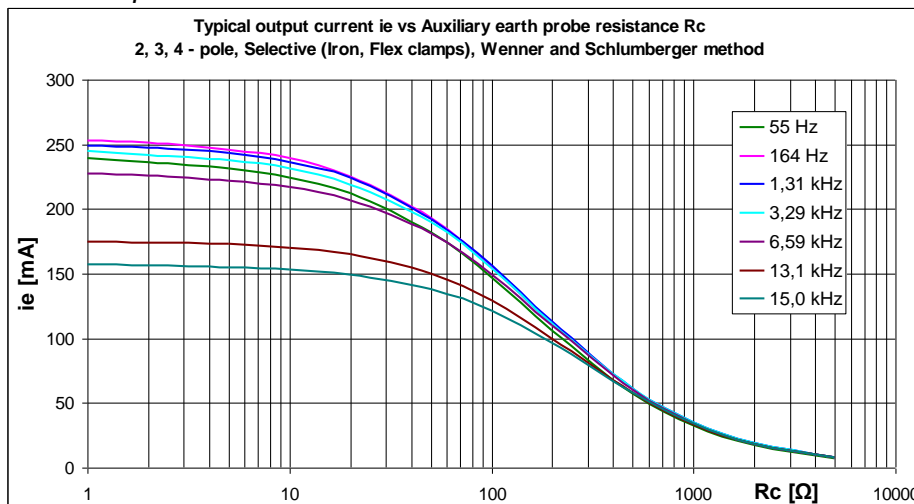
Messprinzip: ..... Spannung / Strom (externe Stromzange) Messung

Selektive Erdungsimpedanz	Prüffrequenz	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (* siehe Hinweise)
Zsel	55 Hz ... 329 Hz	0,010 Ω ... 1,999 Ω	0,001 Ω	± (8 % 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 kΩ ... 19,99 kΩ	0,01 kΩ	
	659 Hz ... 1,50 kHz	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	

- 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 Unsicherheit hängt vom Widerstand der Sonden und der Hilfselektroden ab (siehe 15.8 Einfluss der Hilfselektroden).
- 1 mΩ Auflösung nur für Widerstand der Hilfselektroden  $R_c < 300\Omega$  und Prüffrequenz  $\leq 329$  Hz.



**15.1.3 2 Stromzangen**

Messprinzip: ..... Messung des Widerstandes in geschlossenen Schleifen mit zwei Stromzangen

Schleifenimpedanz	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Ze</b>	0,00 $\Omega$ ... 9,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm$ (5 % des Ablesewerts + 2 Digits)
	10,0 $\Omega$ ... 49,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	$\pm$ (10 % des Ablesewerts + 2 Digits)
	50 $\Omega$ ... 100 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm$ (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  $\Omega$  ... 40 k $\Omega$  (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					
Prüffrequenz	10 m $\Omega$	100 m $\Omega$	500 m $\Omega$	1 $\Omega$	5 $\Omega$	10 $\Omega$
164 Hz	6,8 A	0,36 A	80 mA	40 mA	8 mA	4 mA

Tabelle 15.1: Typischer Schleifenprüfstrom für verschiedene Schleifenimpedanzen

**15.1.4 Passive (flexible Stromzangen 1 - 4);**

Messprinzip: ..... Spannung / Strom (externe flexible Stromzange)  
 Messung

Gesamt-Erdungsimpedanz	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Ztot</b>	0,00 $\Omega$ ... 19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm$ (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
	20,0 $\Omega$ ... 199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
	200 $\Omega$ ... 999 $\Omega$	1 $\Omega$	
	1,000 $\Omega$ ... 1.999 $\Omega$	0,001 k $\Omega$	
	2,00 k $\Omega$ ... 19,99 k $\Omega$	0,01 k $\Omega$	

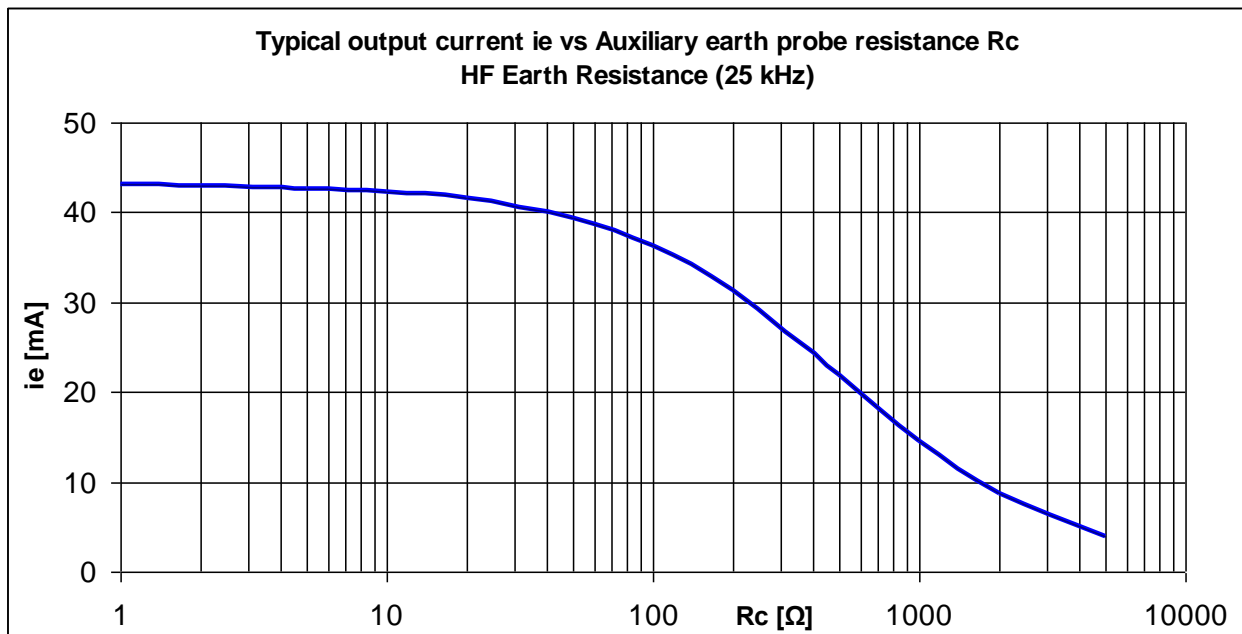
Prüfmodus..... kontinuierlich  
 Nennfrequenz..... 45 Hz ... 150 Hz  
 Grenzbereich (Zsel) ..... 0,1  $\Omega$  ... 5 k $\Omega$  (AUS)  
 Ztot Definition ..... Impedanz Wert Z(f).  
 Wiederholrate der Messung ..... typisch 6 s  
 Eingangswiderstand (S) ..... 1,2 M $\Omega$   
 Automatischer Verbindungstest ..... 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]

**15.1.5 HF - Erdungswiderstand (25 kHz);**

Messverfahren..... Strom- / Spannungsmessung

Erdungswiderstand	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
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



**15.1.6 Selektive (flexible Stromzangen 1 - 4)**

Messprinzip: ..... Spannung / Strom (externe flexible Stromzange)

Messung

Gesamt-Erdungsimpedanz	Prüffrequenz	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (* siehe Hinweise)
<b>Z<sub>tot</sub></b>	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	
		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..... &gt; 220 mA bei 164 Hz, 40 VAC

Grenzbereich (Z<sub>tot</sub>) ..... 0,1 Ω ... 5 kΩ (AUS)

Form der Prüfspannung ..... Sinus

Z<sub>tot</sub> 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 Unsicherheit hängt vom Widerstand der Sonden und der Hilfselektroden ab (siehe 15.8 Einfluss der Hilfselektroden).

- 1 mΩ Auflösung nur für Widerstand der Hilfselektroden  $R_c < 300 \Omega$  und Prüffrequenz  $\leq 329$  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	4:30 s (1 x Flexible Stromzange)

Tabelle 15.2: Typische Messzeiten für verschiedene Messungen

## 15.2 Spezifischer Erdungswiderstand [ $\rho$ ] Messung

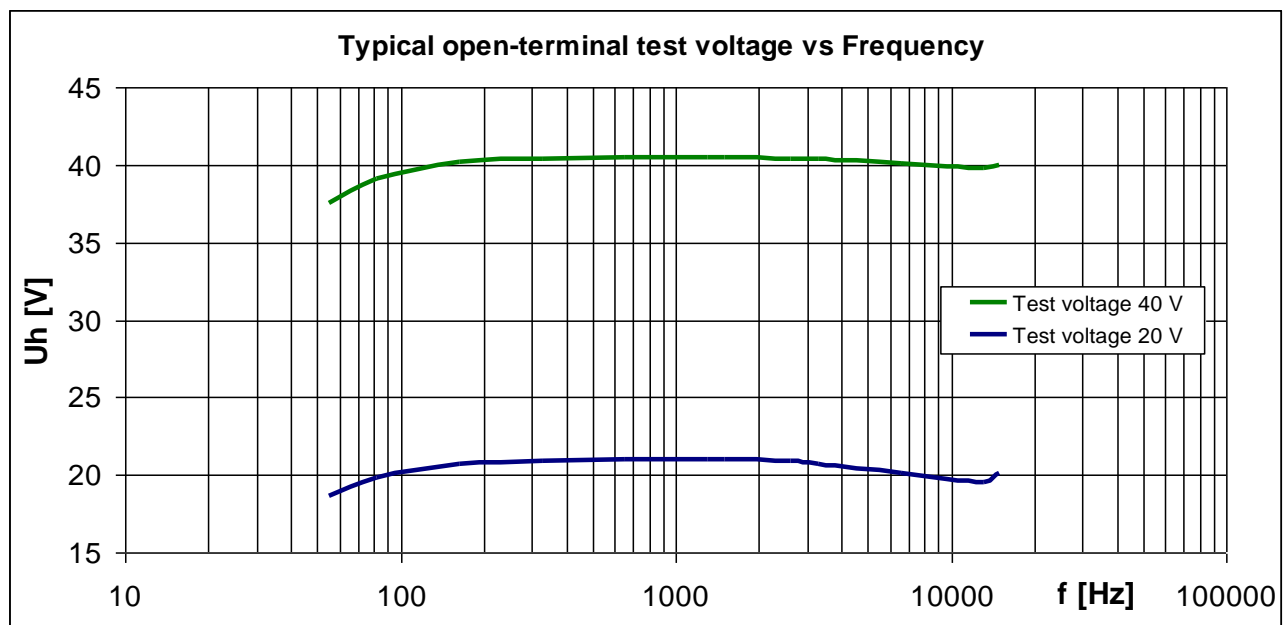
### 15.2.1 Wenner und Schlumberger Methode

Messprinzip ..... Strom- / Spannungsmessung

Spezifischer Erdwiderstand	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
$\rho$	0,00 $\Omega\text{m}$ ... 19,99 $\Omega\text{m}$	0,01 $\Omega\text{m}$	Berechneter Wert (Unsicherheit der 4 - poligen Messung beachten)
	20,0 $\Omega\text{m}$ ... 199,9 $\Omega\text{m}$	0,1 $\Omega\text{m}$	
	200 $\Omega\text{m}$ ... 999 $\Omega\text{m}$	1 $\Omega\text{m}$	
	1,000 $\text{k}\Omega\text{m}$ ... 1,999 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,001 $\Omega\text{m}$	
	2,00 $\text{k}\Omega\text{m}$ ... 19,99 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,01 $\Omega\text{m}$	

Spezifischer Erdwiderstand	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
$\rho$	0,00 $\Omega$ ... 19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega\text{ft}$	Berechneter Wert (Unsicherheit der 4 - poligen Messung beachten)
	20,0 $\Omega$ ... 199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega\text{ft}$	
	200 $\Omega$ ... 999 $\Omega$	1 $\Omega\text{ft}$	
	1,000 $\text{k}\Omega\text{ft}$ ... 1,999 $\text{k}\Omega\text{ft}$	0,001 $\text{k}\Omega\text{ft}$	
	2,00 $\text{k}\Omega\text{ft}$ ... 59,99 $\text{k}\Omega\text{ft}$	0,01 $\text{k}\Omega\text{ft}$	

Prüfmodus..... Fix  
 Leerlauf-Prüfspannung ..... 20 oder 40VAC  
 Prüffrequenz ..... 164 Hz  
 Kurzschluss-Prüfstrom..... > 220 mA bei 164 Hz, 40 VAC  
 Grenzbereich ( $\rho$ ) ..... 0,1  $\Omega\text{m}$  ... 15  $\text{k}\Omega\text{m}$  (AUS)  
 Grenzbereich ( $\rho$ ) ..... 1  $\Omega\text{ft}$  ... 40  $\text{k}\Omega\text{ft}$  (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 Potential

Messprinzip: ..... Spannungsmessung

Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Us</b>	0,0 mV ... 999,9 mV	0,1 mV	Berechneter Wert (Unsicherheit der 3 - poligen Messung beachten)
	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

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

### 15.3.2 S&T Stromquelle

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

#### MI 3290 (Stromquelle)

Strom	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Igen</b>	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]

#### MI 3295M (Meter)

Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Um</b>	0,01 mV ... 19,99 mV	0,01 mV	± (2 % des Ablesewerts + 2 Digits)
	20,0 mV ... 199,9 mV	0,1 mV	
	200 mV ... 1999 mV	1 mV	
	2,00 V ... 19,99 V	0,01 V	
	20,0 V ... 59,9 V	0,1 V	

Prüfmodus..... Fix

Eingangswiderstand (wählbar) ..... 1 kΩ, 1 MΩ

Ifault Bereich (wählbar) ..... 10 A ... 200 kA

Rauschunterdrückung ..... DSP-Filterung 55 Hz, 64 dB Unterdrückung von 50 (60) Hz Rauschen

Schritt und Berührung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Us, Ut</b>	0,0 V ... 199,9 V	0,1 V	berechneter Wert
	200 V ... 999 V	1 V	

Angezeigte Schritt / Berührungsspannung wird auf Basis der Berechnung erhalten:  $Us, Ut = Um \cdot (Ifault / Igen)$

# 15.4 Impuls Impedanz [Zp]

## 15.4.1 Impulsmessung

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

Impuls Impedanz	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
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<sub>peak</sub>
- Kurzschluss-Prüfstrom..... ~6 A<sub>peak</sub>
- 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

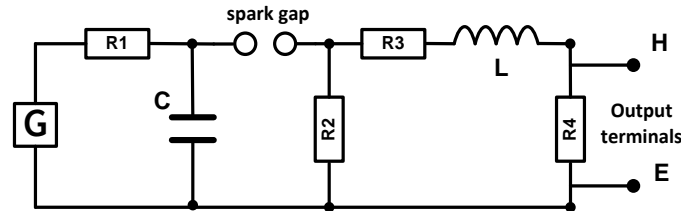


Abbildung 15.1: Vereinfachte Schaltung des Impulsgenerators im MI 3290

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

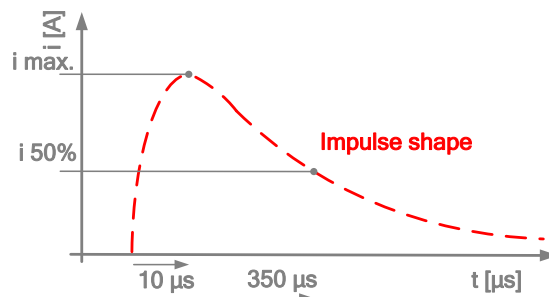


Abbildung 15.2: Typische Impulsform bei Kurzschluss



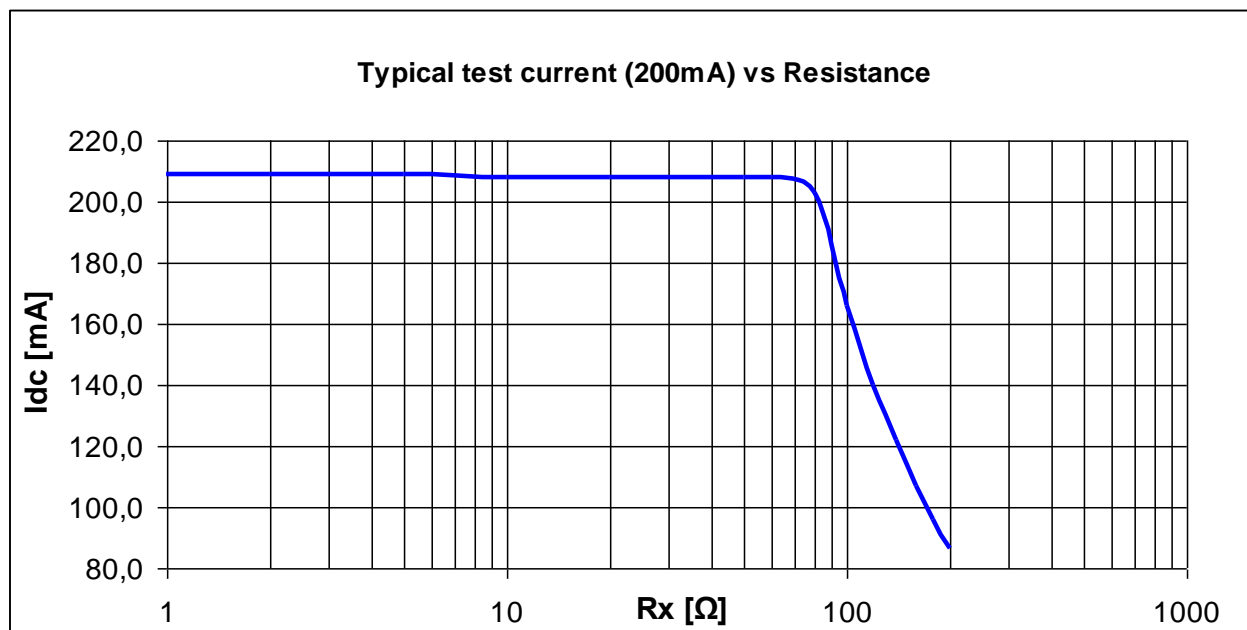
## 15.5 DC Widerstand [R]

### 15.5.1 Ohm - Meter (200mA)

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

DC Widerstand	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (* siehe Hinweise)
R	0,00 $\Omega$ ... 19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm$ (2 % des Ablesewerts + 2 Digits)
	20,0 $\Omega$ ... 199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
	200 $\Omega$ ... 999 $\Omega$	1 $\Omega$	
	1,00 k $\Omega$ ... 1,99 k $\Omega$	10 $\Omega$	

Prüfmodus..... Fix  
 Leerlaufprüfspannung.....  $\sim 20 V_{\text{peak}}$   
 Kurzschluss-Prüfstrom..... min. 200 mA<sub>dc</sub> in den Lastwiderstand von 2  $\Omega$   
 Prüfstromrichtung..... unidirektional  
 Max. Induktivität..... 2 H  
 Grenzbereich (R) ..... 0,1  $\Omega$  ... 40  $\Omega$  (AUS)  
 Dauer der Messung..... typisch 5 s  
 Prüfmethode ..... 2-Leitungen  
 Kompensation der Prüfleitungen..... ja bis zu 5  $\Omega$   
 Automatische Bereichswahl ..... ja  
 Automatische Prüfung der Störspannung ja



\* Hinweis:

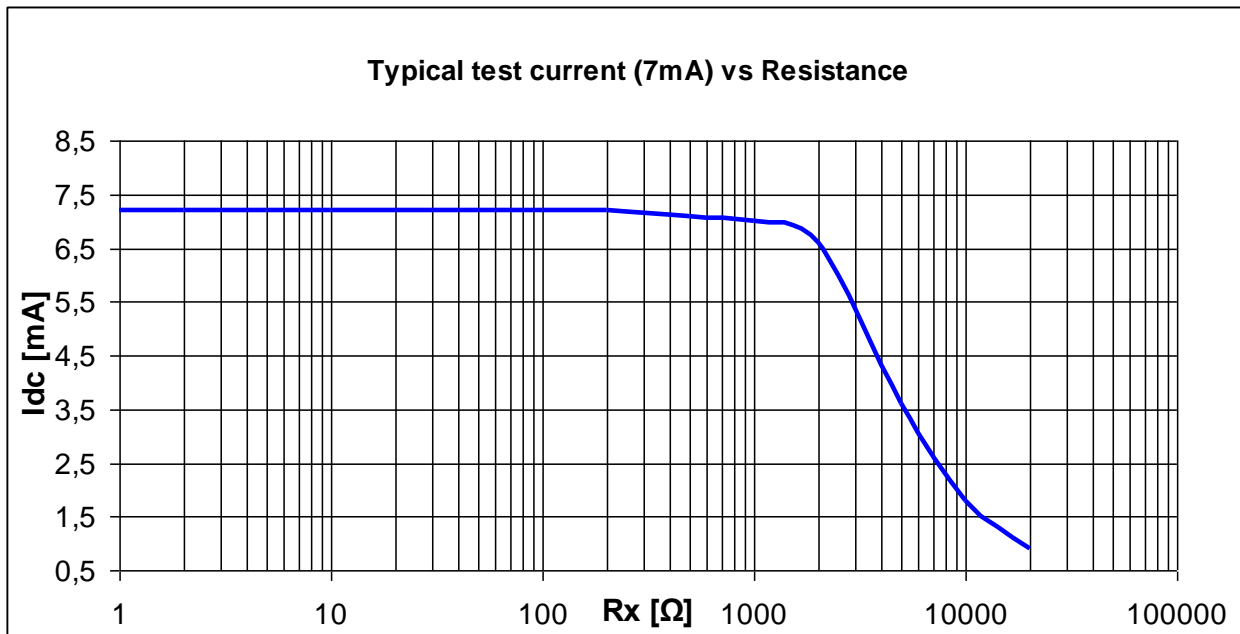
- Die Unsicherheit hängt von der korrekten Kompensation der Messleitungen ab.

**15.5.2 Ohm - Meter (7mA)**

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

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

Prüfmodus..... kontinuierlich  
 Leerlaufprüfspannung..... ~20 V<sub>dc</sub>  
 Kurzschluss-Prüfstrom..... ~7,2 mA<sub>dc</sub>  
 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 Unsicherheit 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	Unsicherheit
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 Unsicherheit
Stromzange (A1018)	30 A/m	±(15% des Ablesewerts)

**15.7.2 Flexibles Stromzangen-Meter RMS**

Messprinzip: ..... Strommessung (RMS)

Strom RMS	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (* siehe Hinweise)
<b>If1, If2, If3, If4</b>	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]

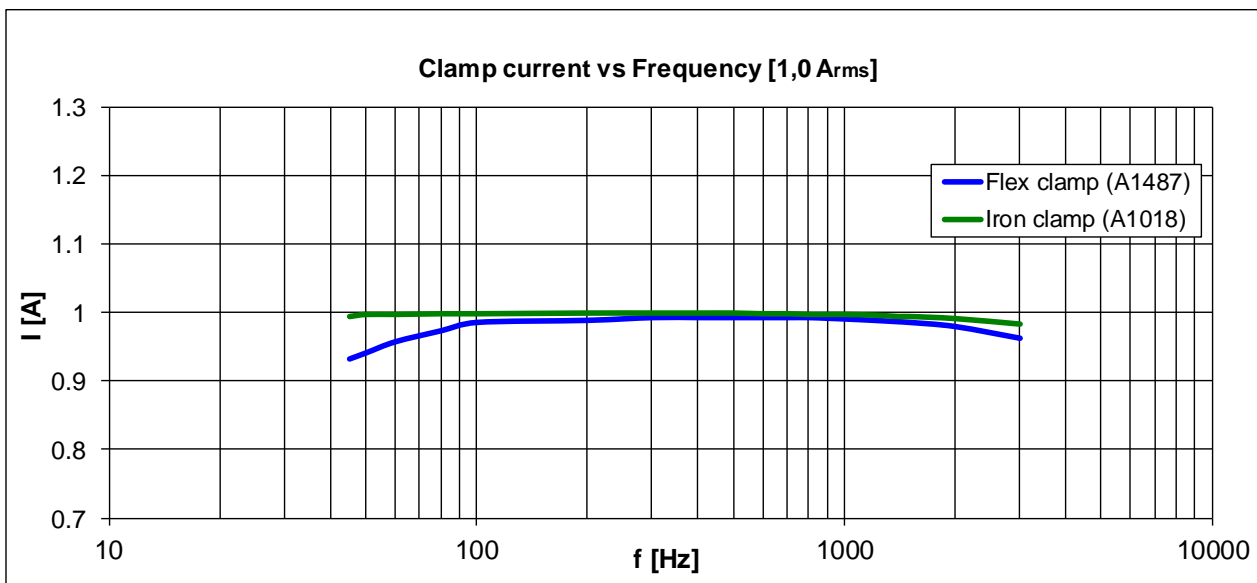
\* Hinweis:

- 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 Unsicherheit
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 Scalenendwert 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:

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



## 15.8 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

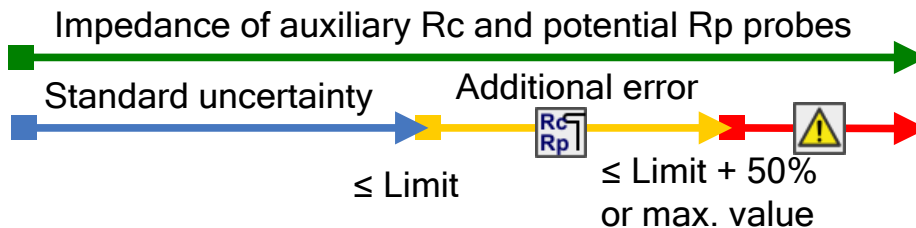
**Messfunktion ..... 3, 4 – pol, Selektive (Stromzange, Flexible Stromzange),**


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

Zusätzliche Unsicherheit 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 Unsicherheit
55 Hz ... 164 Hz	$> 300 \Omega + (2 \text{ k} * Ra)$	$> 300 \Omega + (1 \text{ k} * Ra)$	50 k $\Omega$	$\pm(15\%$ des Ablesewerts)
329 Hz ... 659 Hz	$> 250 \Omega + (1 \text{ k} * Ra)$	$> 250 \Omega + (500 \text{ k} * Ra)$	25 k $\Omega$	$\pm(15\%$ des Ablesewerts)
1,31 kHz ... 2,63 kHz	$> 100 \Omega + (500 \text{ k} * Ra)$	$> 50 \Omega + (250 \text{ k} * Ra)$	12,5 k $\Omega$	$\pm(15\%$ des Ablesewerts)
3,29 kHz ... 6,59 kHz	$> 100 \Omega + (250 \text{ k} * Ra)$	$> 50 \Omega + (125 \text{ k} * Ra)$	6,25 k $\Omega$	$\pm(15\%$ des Ablesewerts)
13,1 kHz ... 15,0 kHz	$> 50 \Omega + (150 \text{ k} * Ra)$	$> 50 \Omega + (50 \text{ k} * Ra)$	3,1 k $\Omega$	$\pm(15\%$ des Ablesewerts)
25,0 kHz	$> 250 \Omega + (500 \text{ k} * Ra)$	/	2 k $\Omega$	$\pm(15\%$ 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:

- Hohe Impedanz der Hilfsstrom- und Potential-Prüfspitze icon.

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

## 15.9 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 die Warnung mit dem „Symbol niedriger Strom“ an.

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

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

**Passiv, Hochspannungsmast**

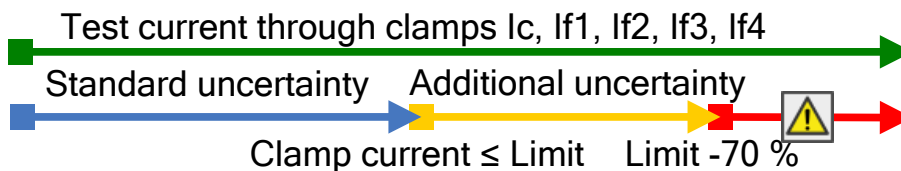
**Erdleitungsprüfung (PWGT)**


**Flexible Stromzangen und Stromzangen-Meter**

**RMS**

Stromzangen	Zusätzliche Unsicherheit wenn der Niedrig-Stromgrenzwert überschritten wird		
	Index	Grenzwert	Zusätzliche Unsicherheit
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 Eingangsbuchse (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.
---	---

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

## 15.10 Einfluss durch Rauschen

Definition Rauschen:

Einstreuung Serien 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 Methode, 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)

Stromzange (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:

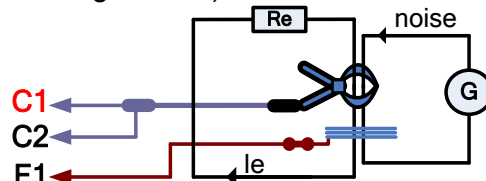
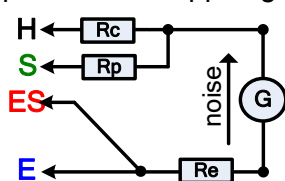
Stromzange (A1018) ..... 5 A rms ( $R_e < 20\Omega$ )

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 (<math>\pm 6\%</math>) bei der Prüffrequenz].</i>
--	---

- Zu hohen Eingangssignale 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

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

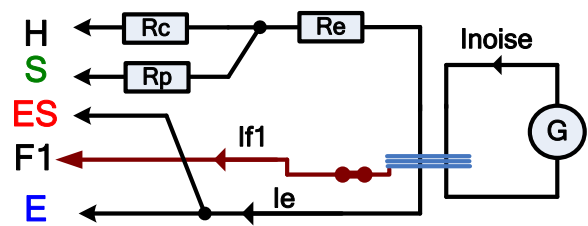
### 15.10.1 Digitale Filtertechnik

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

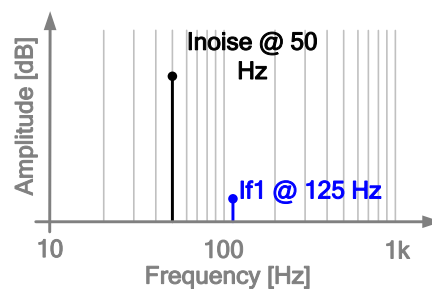
#### Beispiel

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.



Der Earth Analyser misst nur das analoge Signal (If1), das vom Instrument erzeugt wird, und wird alle anderen Frequenzen (Inoise) herausfiltern. Frequenzen, die sich von der Messfrequenz unterscheiden, beeinflussen das Messergebnis nicht.

## 15.11 Unter-Ergebnisse in Messfunktionen

Unter-Ergebnis(se)	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Rp, Rc</b>	0 Ω ... 49,9 kΩ	1 Ω ... 0,1 kΩ	± (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
<b>Re</b>	0,010 Ω ... 19,9 kΩ	0,001 Ω ... 0,1 kΩ	± (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
<b>Ie</b>	0,01 mA ... 999 mA	0,01 mA ... 1 mA	± (3 % des Ablesewerts + 3 Digits)
<b>Ic</b>	0,01 mA ... 9,99 A	0,01 mA ... 0,01 A	± (5 % des Ablesewerts + 3 Digits)



<b>If1, If2, If3, If4</b>	0,1 mA ... 49,9 A	0,1 mA ... 0,1 A	± (5 % des Ablesewerts + 3 Digits)
<b>Zsel1, Zsel2, Zsel3, Zsel4</b>	0,001 Ω ... 19,9 kΩ	0,001 Ω ... 0,1 kΩ	± (8 % des Ablesewerts + 3 Digits)
<b>f</b>	40,0 Hz ... 25,0 kHz	0,1 Hz ... 0,1 kHz	±(0,2 % des Ablesewerts + 1 Digits)
<b>Igen</b>	0,01 mA ... 999 mA	0,01 mA ... 1 mA	± (2 % des Ablesewerts + 2 Digits)
<b>If_sum</b>	0,01 mA ... 99,9 A	0,01 mA ... 0,1 mA	± (5 % des Ablesewerts + 3 Digits)
<b>Uh, Us, Ues</b>	0,01 V ... 49,9 V	0,01 V ... 0,1 V	± (1 % des Ablesewerts + 3 Digits)
<b>Iac</b>	0,1 mA ... 999 mA	0,1 mA ... 1 mA	± (2 % des Ablesewerts + 2 Digits)
<b>R, X</b>	1 Ω ... 19,9 kΩ	1 Ω ... 0,1 Ω	nur Anzeige
<b>φ</b>	1 ° ... 360 °	1 °	nur Anzeige
<b>Idc</b>	0,1 mA ... 999 mA	0,1 mA ... 1 mA	± (2 % des Ablesewerts + 2 Digits)

## 15.12 Allgemeine Daten

Batterie-Stromversorgung.....14,4 V DC (4,4 Ah Li-ion)  
 Batterie Ladezeit .....typisch 4,5 h (Tiefentladung)  
 Netzstromversorgung.....90-260 V<sub>AC</sub>, 45-65 Hz, 100 VA  
 Überspannungskategorie.....300 V CAT II

### Batteriebetriebsdauer:

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

Schutzklassifizierung.....verstärkte Isolierung

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)

Ton / Visuelle Warnung .....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

Maximale relative 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  
Baud Rate:.....115200 bit/s  
Bluetooth Module.....Klasse 2

**Daten:**

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

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

Die Genauigkeiten gelten für 1 Jahr unter Referenzbedingungen. Temperaturkoeffizient außerhalb dieser Grenzwerte beträgt 0,2% vom Messwert pro °C und 1 Digit.

## Anhang A. – Strukturobjekte

Die verwendeten Strukturelemente im Memory Organizer sind vom Geräteprofil abhängig.

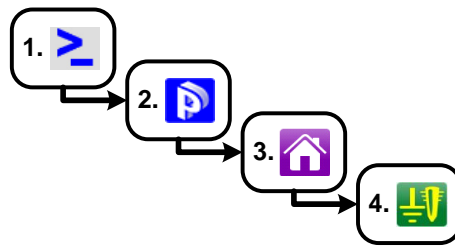























Abbildung A.1: Memory Organizer Hierarchie

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;
	Sendeturm	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 den Earth Analyser:

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	Erde		•	•	•	•
3 – polig	Erde		•	•	•	•
4 – polig	Erde		•	•	•	•
Selektive (Stromzange)	Erde			•		•
2 Stromzangen	Erde			•		•
HF - Erdungswiderstand (25 kHz);	Erde			•		•
Selektive (Flexible Stromzangen 1 - 4 )	Erde				•	•
Passive (Flexible Stromzangen 1 - 4);	Erde				•	•
Wenner Methode	Spezifisch		•	•	•	•
Schlumberger Methode	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		•			•
Ground-Leitungsprüfung						•
Hochspannungsmast	Prüfung				•	•
Stromzangen-Meter RMS	Strom			•		•
Flexibles Stromzangen-Meter RMS	Strom				•	•
Check Volt – Meter	Check Box		•	•	•	•
Check Ampere – Meter	Check Box		•	•	•	•
Check Stromzangen, Flexible Stromzangen	Check Box			•	•	•
Sicherheitsvorkehrungen vor der Prüfung	Visuell		•	•	•	•
Sicherheitsrisiken während der Prüfung	Visuell		•	•	•	•
Mahnung 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*.

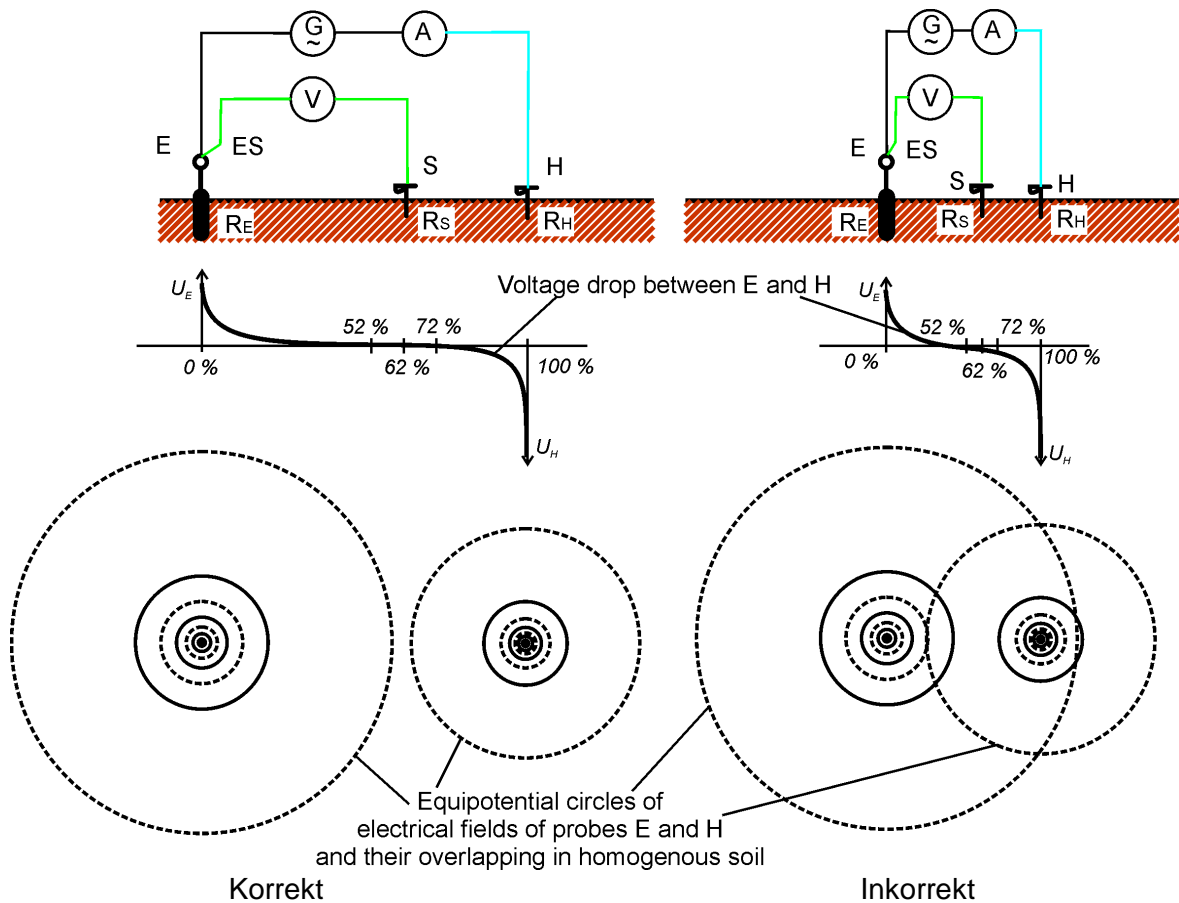


Abbildung C.1: Platzierung der Prüfspitzen

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.

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

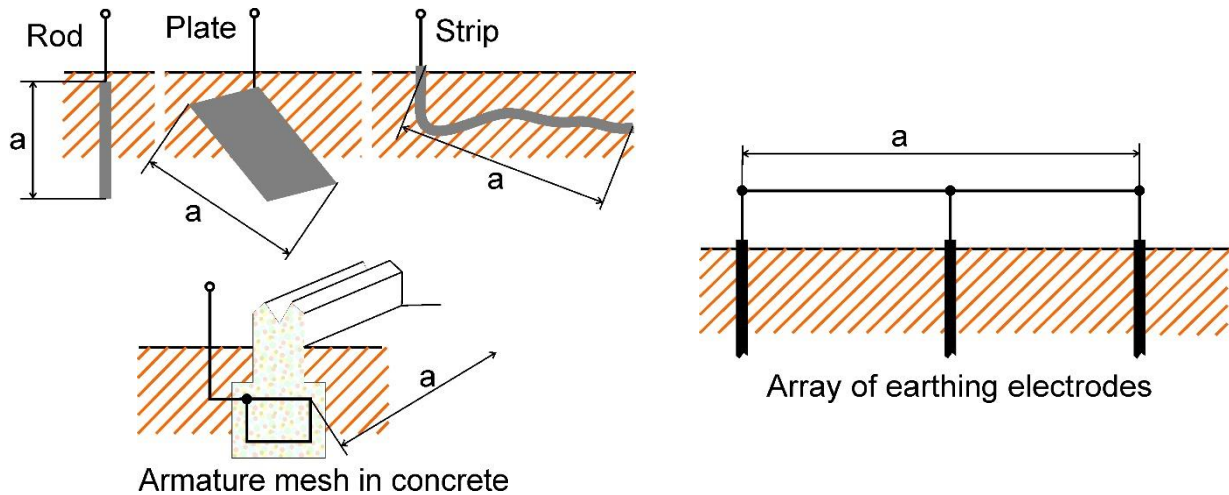


Abbildung C.2: Definition des Parameters a

**Geradlinige Anordnung**

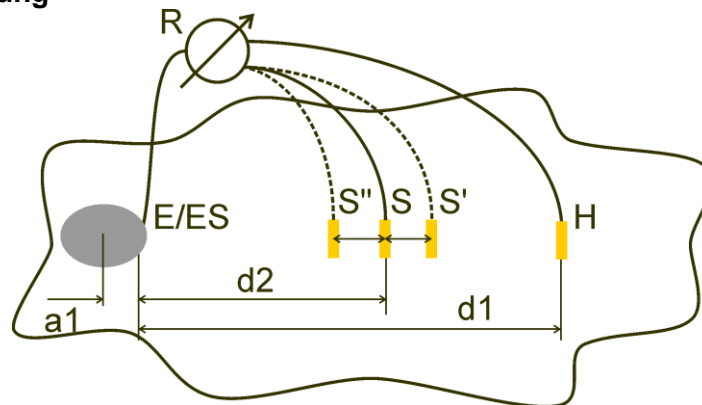


Abbildung C.3: Platzierung in gerader Linie

Nachdem die maximale Abmessung **a** des Erdungssystems definiert sind, können die Messungen durch 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-Erdspieß H ist:

$$d_2$$

Messung 2

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

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

Messung 3

- Der Abstand von der Erdungselektrode E/ES zum Spannungs-Erdspieß H 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 symmetrisch 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 symmetrische Ergebnisse führen dazu, dass die Spannungstrichter die Messung beeinflussen und der  $d_1$  erhöht werden soll.

**Hinweise:**

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

$d_1/a$	Unsicherheit [%]
5	10
10	5
50	1

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

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

**Gleichseitige Anordnung**

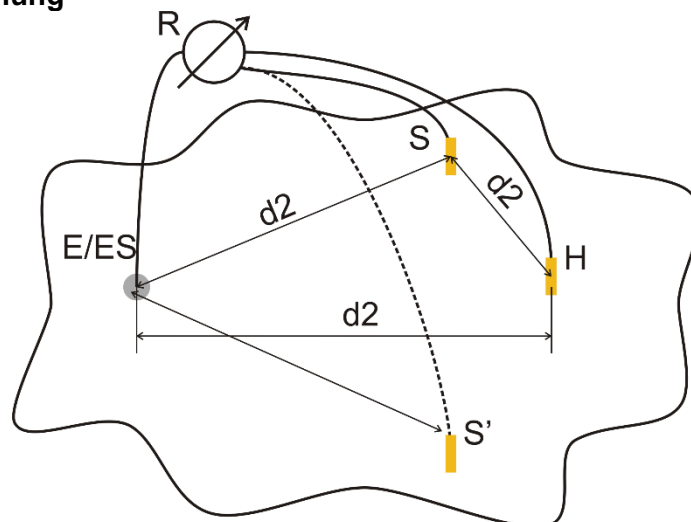


Abbildung C.5: Gleichseitige Anordnung

Messung 1

Der Abstand von geprüfter Erdungselektrode zu Strom-Erdspeiß H und Spannungs-Erdspeiß S muss mindestens sein:  $d_2 = 5 \cdot a$

Messung 2

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

Die erste Messung erfolgt an den S- und H-Prüfspitzen, 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 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 tauschen (kann an der Messgeräteseite durchgeführt werden). Das Endergebnis ist ein Durchschnitt von zwei oder mehr Teilergebnissen.

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

**Prüfspitzenwiderstand**

Im Allgemeinen sollten Prüfspitzen einen geringen Widerstand gegen Erde aufweisen. Falls der Widerstand hoch ist (meist wegen trockenem Boden), können die H- und S-Prüfspitzen das Messergebnis signifikant beeinflussen. Ein hoher Widerstand der H-Prüfspitze bedeutet, dass der Großteil des Prüfspannungsabfalls am Strom-Erdspeiß konzentriert ist 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 in der Nähe von Prüfspitzen mit normalem oder salzigem Wasser.
- Dezimierung 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.

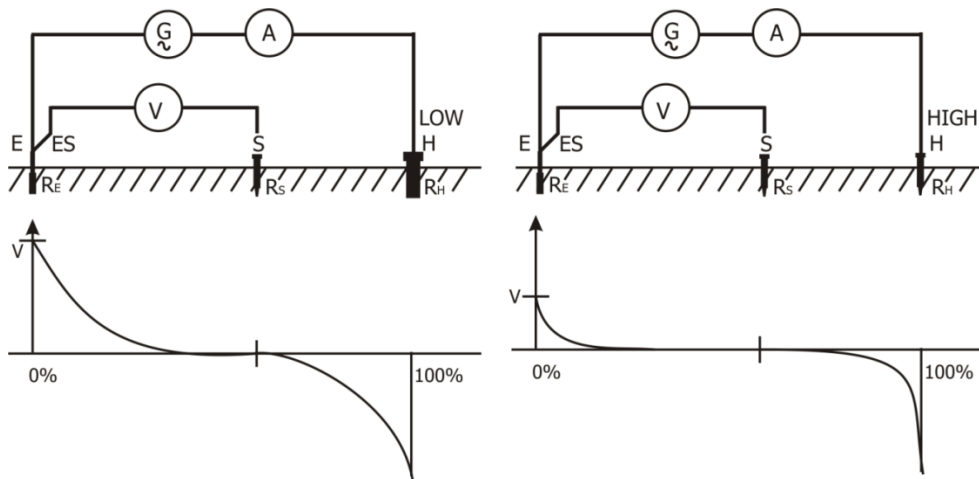


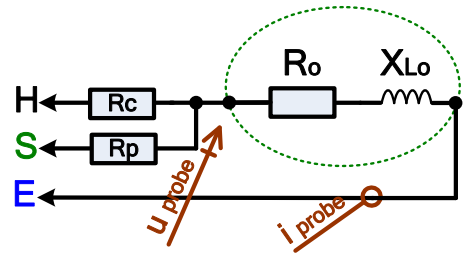
Abbildung C.6: Unterschiedliche gemessene Spannungsabfälle bei niedrigem und hohem Sondenwiderstand



# 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

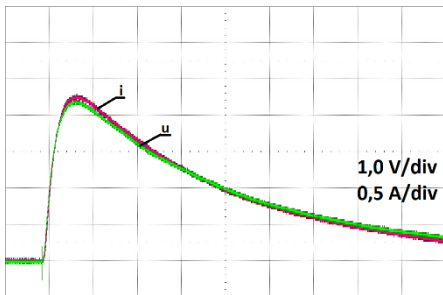


Abbildung D.1: Oszilloskop Screenshot Re1

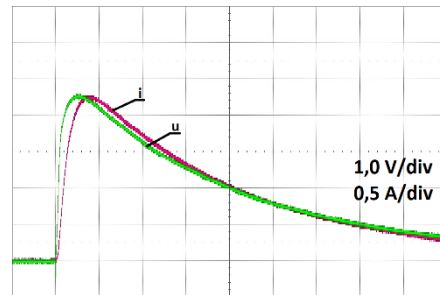


Abbildung D.2: Oszilloskop Screenshot Re2

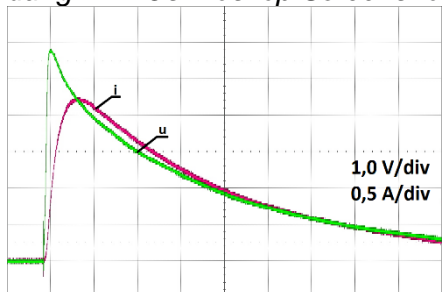


Abbildung D.3: Oszilloskop Screenshot Re3

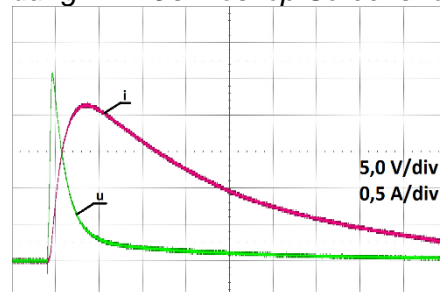
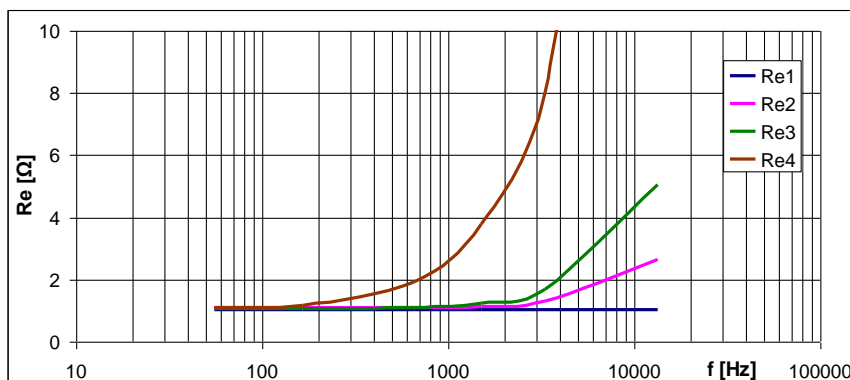


Abbildung D.4: Oszilloskop Screenshot Re4

Messergebnis 3 - Poliges-Messverfahren:

3 -Pol [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

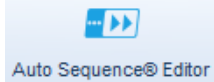


# Anhang E. - Programmierung von Auto Sequences® mit dem Metrel ES-Manager

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

Um den Workspace (Arbeitsbereich) des Auto Sequences® Editor aufzurufen, wählen Sie



Auto Sequence® Editor in der Registerkarte Start der Metrel ES-Manager PC-Software. Der Workspace 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 **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.

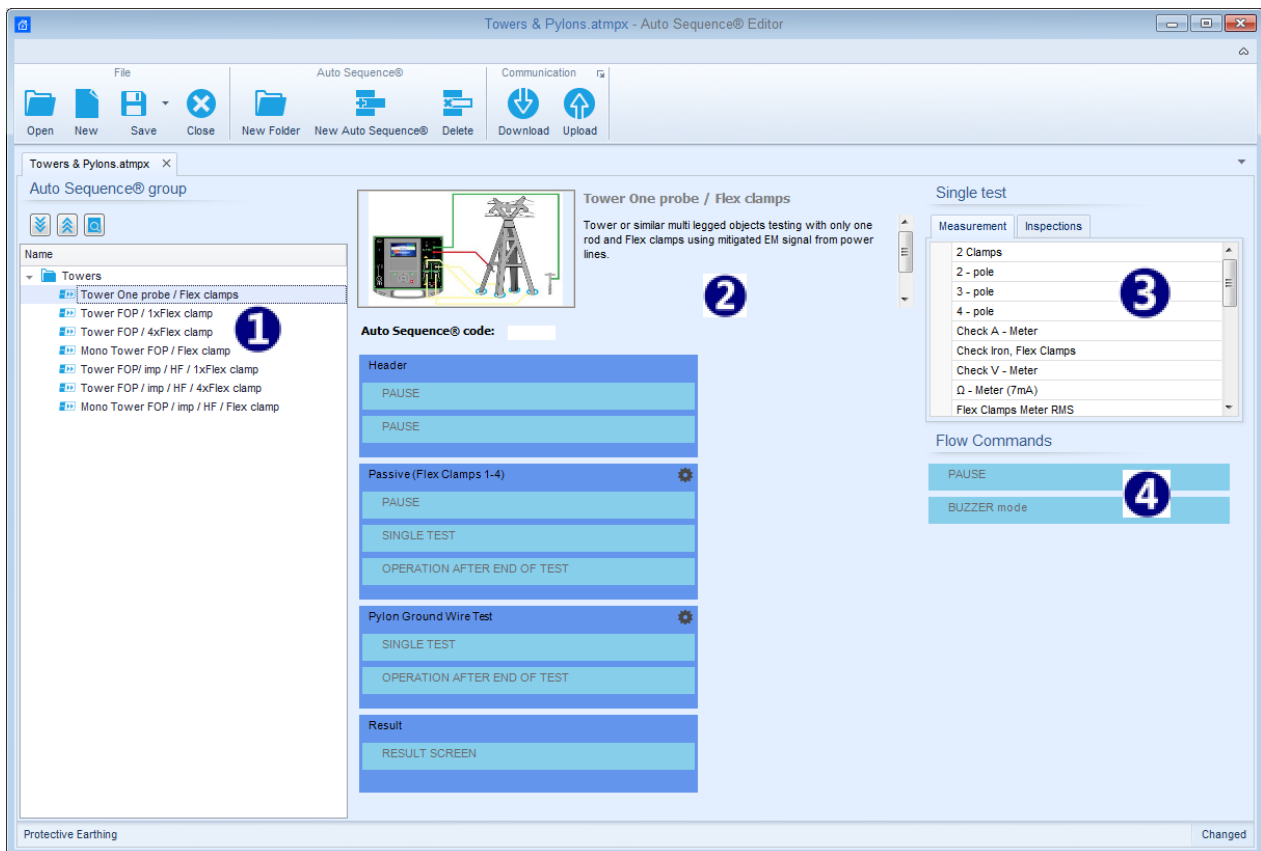


Abbildung E.1: Auto Sequence® Editor Workspace

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

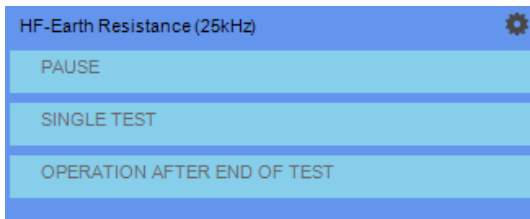


Abbildung E.3: Beispiel für einen Messschritt

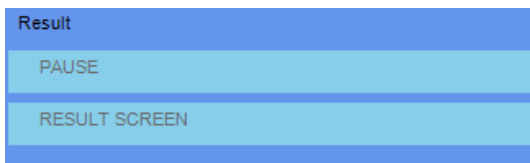


Abbildung E.4: Beispiel für ein Auto Sequence® Ergebnisteils

## II. Verwalten der Auto Sequences® Gruppen

Die Auto Sequences® lassen sich in verschiedene benutzerdefinierte Gruppen von 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*.

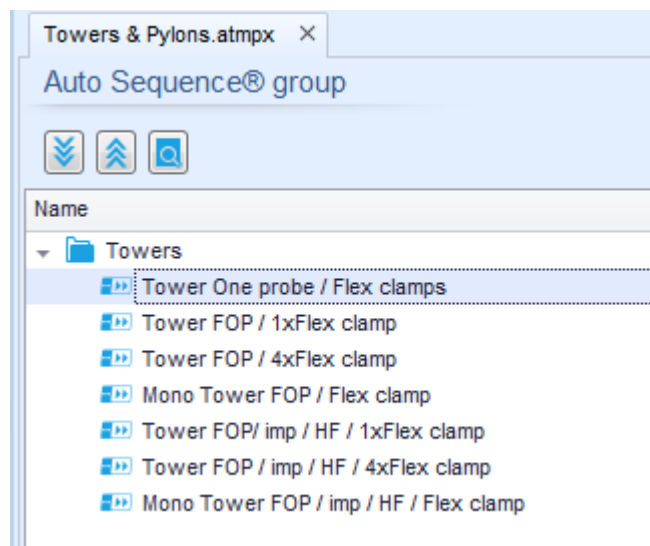


Abbildung E.5: Auto Sequences® Gruppe in Baumstruktur

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 editieren:

**Auto Sequence® Name** Auto Sequence® Namen editieren

DOPPELKLICK  
K

 HF-Earth 25 kHz test

**Ordner Name:** Editieren des Ordner Namens

 Earth

Drag und Drop der ausgewählten Auto Sequence® oder Ordner / Unterordner verschiebt sie an eine neue Position:

"Drag & Drop" -Funktionalität ist gleichbedeutend mit "Ausschneiden" und "Einfügen" in einem einzigen Zug.

DRAG &  
DROP



in den Ordner verschieben



einfügen

### III. Auto Sequence® Name, Beschreibung und Bild editieren

Wenn in der Auto Sequence® Funktion EDIT ausgewählt ist, erscheint das angezeigte Menü *Abbildung E.6* für die Bearbeitung auf dem Bildschirm. Die Bearbeitungsoptionen sind:

**Name:** Editieren 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®.

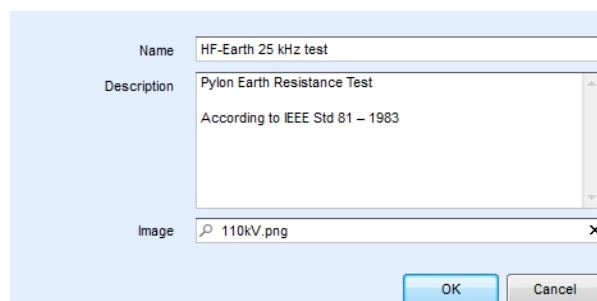



Abbildung E.6: Editieren der Auto Sequence® Kopfzeile

### 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.

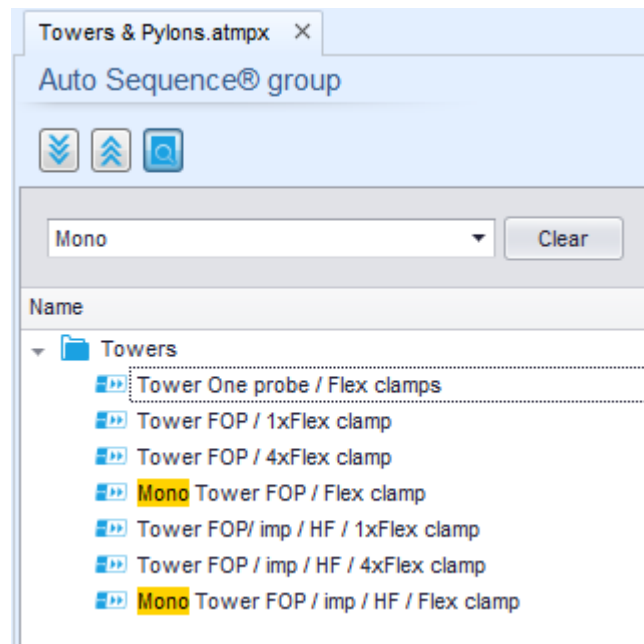


Abbildung E.7: Beispiel für das Suchergebnis innerhalb der Auto Sequence® Gruppe

## 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 Prüfling durchgeführt werden. Es ist möglich festzulegen, wie oft ein Messschritt wiederholt wird. Alle durchgeführten

individuellen Einzeltest Ergebnisse sind im Auto Test Ergebnis gespeichert, als ob sie als eigenständige Messschritte programmiert wurden.

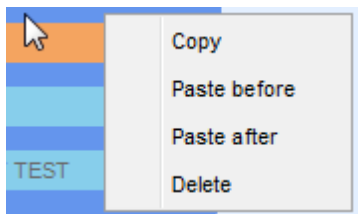
## VI. Erstellen / Ändern einer Auto Sequence®

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 Drag & Drop an die entsprechende Position in der Auto Sequence® gezogen und abgelegt werden.
Ablaufbefehle hinzufügen	Der ausgewählte Ablaufbefehl kann aus der Liste der Ablaufbefehle per Drag & Drop an die entsprechende Stelle in jedem Auto Test 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 auf einem anderen Auto Sequence® einfügen.

Kopieren - Einfügen nachher

Einen Messschritt / Ablaufbefehl kopieren und unter die vorgewählte Position auf dem gleichen oder auf einem anderen Auto Sequence® einfügen.

Löschen

Löscht den ausgewählten Messschritt / Ablaufbefehl.

## VII. Beschreibung von Ablaufbefehlen

Doppelklick auf den eingefügten Ablaufbefehl öffnet das Menü Fenster, in dem Text oder Bild eingegeben werden können, externe Signalisierung und externe Befehle können aktiviert und Parameter eingestellt werden. 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 Feld Text des Menüfensters eingegeben werden.

**Parameter:**

Pause Typ Text und / oder Warnung anzeigen  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 Ton 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 Vorgehen der Auto Sequence® in Bezug auf die Messergebnisse.

**Parameter:**

Vorgang nach Ende der Prüfung – bestanden – nicht bestanden – kein	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 entsprechenden Befehl (ENTER-Taste), um fortzufahren.  Auto - Der Testablauf wird automatisch fortgesetzt.
---	---