



**EI Tester**  
**MI 3288**  
**Bedienungsanleitung**  
*Version 1.1.1, Code Nr. 20 753 246*

**Händler:**

METREL GmbH  
Orchideenstraße 24  
90542 Eckental  
Germany  
<https://www.metrel.de>  
[info@metrel.de](mailto:info@metrel.de)

**Hersteller:**

Metrel d.d.  
Ljubljanska cesta 77  
SI1354 Horjul  
Slovenia  
<https://www.metrel.si>  
[info@metrel.si](mailto:info@metrel.si)



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

Hiermit erklärt Metrel d.d., dass der MI 3288 der Richtlinie 2014/53/EU (RED) und allen anderen geltenden EU-Richtlinien genügt. Der vollständige Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse <https://www.metrel.si/DoC> verfügbar.

© 2021 Metrel

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

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

**Hinweis:**

Dieses Dokument ist keine Ergänzung zum Benutzerhandbuch.

## i. Über die Bedienungsanleitung

- Diese Bedienungsanleitung enthält ausführliche Informationen zum CE MI 3288 sowie dessen wesentlichen Merkmalen und Funktionen und deren Anwendung.
- Sie wendet sich an technisch qualifiziertes Personal, das für das Produkt und dessen Verwendung verantwortlich ist.
- Beachten Sie, dass die Screenshots-Details des LCD-Bildschirms in diesem Dokument aufgrund von Firmware-Variationen und -Änderungen von den tatsächlichen Gerätebildschirmen abweichen können.
- Metrel behält sich das Recht vor, im Rahmen der Weiterentwicklung des Produkts ohne Vorankündigung technische Änderungen vorzunehmen.
- Das MI 3288 ist in mehreren Sets und verschiedenen Kombinationen von Zubehör und Messfunktionen erhältlich. Die Funktionen eines vorhandenen Sets können mit zusätzlichem Zubehör sowie weiteren Lizenzschlüsseln erweitert werden.

**In Appendix B – Auswahltabelle für Profile finden Sie weitere Informationen.**

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Allgemeine Beschreibung .....</b>	<b>8</b>
1.1	Merkmale .....	8
<b>2</b>	<b>Sicherheits- und betriebsbezogene Überlegungen .....</b>	<b>9</b>
2.1	Warnungen und Hinweise .....	9
2.2	Akku und Aufladen des Lithium-Ionen-Akkus .....	12
2.2.1	Vorladung .....	13
2.2.2	Richtlinien für den Lithium-Ionen-Akku .....	15
2.3	Geltende Normen .....	16
<b>3</b>	<b>Begriffe und Definitionen.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>Beschreibung des Geräts .....</b>	<b>18</b>
4.1	Bedienfeld .....	18
4.2	Anschlussplatte .....	19
4.2.1	Kennzeichnung der Prüfsteckeranschlüsse .....	19
4.3	Rückseite .....	20
4.3.1	Sicheres Anbringen des Tragriemens.....	22
<b>5</b>	<b>Zubehör.....</b>	<b>23</b>
5.1	Standard-Satz .....	23
5.2	Optionales Zubehör.....	23
<b>6</b>	<b>Bedienung des Geräts .....</b>	<b>24</b>
6.1	Allgemeine Bedeutung der Tasten .....	24
6.2	Allgemeine Bedeutung der Touch-Gesten.....	24
6.3	Virtuelle Tastatur .....	25
6.4	Anzeige und Ton.....	26
6.4.1	Akku- und Zeitanzeigen .....	26
6.4.2	Meldungen.....	26
6.4.3	Akustische Hinweise.....	28
6.4.4	Anschlussspannungsfenster .....	28
6.4.5	Bluetooth .....	29
6.4.6	Hilfe-Fenster .....	29
<b>7</b>	<b>Hauptmenü .....</b>	<b>30</b>
7.1	Hauptmenü des Geräts .....	30
<b>8</b>	<b>Allgemeine Einstellungen.....</b>	<b>31</b>
8.1	Sprache.....	32
8.2	Energie sparen.....	32
8.3	Datum und Uhrzeit .....	33
8.4	Geräteprofil .....	33
8.5	Einstellungen.....	34
8.6	Grundeinstellungen .....	35
8.7	Info.....	35
8.8	Auto Sequence®-Gruppen .....	36
8.8.1	Auto Sequence®-Gruppenmenü.....	36
8.8.2	Vorgänge im Auto Sequence®-Gruppenmenü.....	36
8.8.3	Auswählen einer Auto Sequence®-Liste.....	37
8.8.4	Löschen einer Auto Sequence®-Liste.....	37
8.9	Arbeitsbereichsverwaltung .....	38
8.9.1	Arbeitsbereiche und Exporte .....	38
8.9.2	Hauptmenü der Arbeitsbereichsverwaltung .....	38
8.9.3	Vorgänge mit Arbeitsbereichen.....	39
8.9.4	Vorgänge mit Exporten .....	39
8.9.5	Hinzufügen eines neuen Arbeitsbereichs.....	40

8.9.6	Öffnen eines Arbeitsbereichs.....	41
8.9.7	Löschen/Exportieren eines Arbeitsbereichs .....	41
8.9.8	Importieren eines Arbeitsbereichs .....	42
8.9.9	Exportieren eines Arbeitsbereichs .....	42
8.10	Benutzerkonten.....	44
8.10.1	Anmelden .....	44
8.10.2	Ändern des Benutzerkennworts, Abmelden .....	45
8.10.3	Verwalten von Konten .....	46
8.10.4	Einrichten eines Black-Box-Kennworts .....	48
<b>9</b>	<b>Speicherverwaltung .....</b>	<b>49</b>
9.1	Speicherverwaltungsmenü .....	49
9.1.1	Messzustände .....	49
9.1.2	Strukturelemente .....	50
9.1.3	Anzeige des Messstatus unter dem Strukturelement .....	50
9.1.4	Vorgänge im Baumstrukturmenü .....	51
<b>10</b>	<b>Einzeltests .....</b>	<b>65</b>
10.1	Auswahlmodi.....	65
10.1.1	Einzeltest-Fenster.....	66
10.1.2	Einstellen von Parametern und Grenzwerten für Einzeltests .....	67
10.1.3	Einzeltest-Ergebnisfenster.....	68
10.1.4	Fenster zum erneuten Abrufen von Einzeltestergebnissen .....	69
10.1.5	Einzeltest-Fenster (Sichtprüfung) .....	69
10.1.6	Einzeltest-Startfenster (Sichtprüfung) .....	70
10.1.7	Einzeltest-Fenster (Sichtprüfung) während des Tests.....	71
10.1.8	Einzeltest-Ergebnisfenster (Sichtprüfung).....	72
10.1.9	Einzeltest-Speicherfenster (Sichtprüfung).....	73
<b>11</b>	<b>Tests und Messungen.....</b>	<b>74</b>
11.1	Sichtprüfungen .....	74
11.2	Spannungs- und Frequenzmessungen [U/f] .....	76
11.2.1	Spannungsmesser.....	76
11.3	Erdungsmessungen [Ze und Re].....	79
11.3.1	4-polige Messung .....	79
11.3.2	Selektive Messung (Eisenzange).....	81
11.3.3	Messen mit zwei Zangen .....	83
11.4	Spezifische Erdungswiderstandsmessungen [ $\rho$ ].....	85
11.4.1	Allgemeines zur spezifischen Erdung .....	85
11.4.2	Messungen mit der Wenner-Methode.....	86
11.4.3	Messungen mit der Schlumberger-Methode .....	88
11.5	Erdungspotenzial [Us] .....	90
11.5.1	Schritt- und Berührungsmessung .....	91
11.6	DC-Widerstand [R] .....	93
11.6.1	Messung mit dem $\Omega$ -Messgerät (200 mA) .....	94
11.6.2	Messung mit dem $\Omega$ -Messgerät (7 mA) .....	95
11.7	Isolierungswiderstandsmessung [Riso].....	97
11.7.1	Isolierungswiderstandsmessung.....	98
11.7.2	Diagnosetest .....	99
11.7.3	Varistor-Test.....	104
11.8	Strom [I] .....	105
11.8.1	Strommesszange.....	106
<b>12</b>	<b>Auto Sequences® .....</b>	<b>107</b>
12.1	Auswahl von Auto Sequences® .....	107
12.1.1	Auswahl einer aktiven Auto Sequence®-Gruppe im Auto Sequences®-Menü .....	107
12.1.2	Suchen im Auto Sequences®-Menü.....	108

12.1.3	Organisieren der Auto Sequences® im Auto Sequences®-Menü .....	109
12.2	Organisieren einer Auto Sequence® .....	111
12.2.1	Menü der Auto Sequence®-Ansicht .....	111
12.2.2	Schrittweises Ausführen von Auto Sequences® .....	112
12.2.3	Auto Sequence®-Ergebnisfenster .....	113
12.2.4	Auto Sequence-Speicherfenster .....	116
<b>13</b>	<b>Kommunikation .....</b>	<b>117</b>
<b>14</b>	<b>Wartung .....</b>	<b>118</b>
14.1	Ersetzen der Sicherung .....	118
14.2	Einsetzen/Austauschen von Akkus .....	119
14.3	Reinigung .....	120
14.4	Periodische Kalibrierung .....	120
14.5	Wartung .....	120
14.6	Geräte-Upgrades .....	120
<b>15</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>121</b>
15.1	Spannungs und Frequenz [U/f] .....	121
15.1.1	Effektivspannungsmesser .....	121
15.1.2	Frequenz .....	121
15.2	Strom [I] .....	122
15.2.1	Stromzange aus Eisen (A 1281) und flexibel (A 1227, A 1609) .....	122
15.3	Erdung [Ze] .....	123
15.3.1	4-polig .....	123
15.3.2	Selektiv (Eisenzange) .....	124
15.3.3	2 Zangen .....	125
15.4	Spezifische Erdungswiderstandsmessungen [ $\rho$ ] .....	126
15.4.1	Wenner- und Schlumberger-Methode .....	126
15.5	Erdungspotenzial [Us] .....	127
15.5.1	Schritt und Berührung .....	127
15.6	DC-Widerstand [R] .....	128
15.6.1	$\Omega$ -Messgerät (200mA) .....	128
15.6.2	$\Omega$ -Messgerät (7mA) .....	129
15.7	Isolierungswiderstandsmessung [Riso] .....	130
15.7.1	Isolierungswiderstand (IR, DD – Test) .....	130
15.7.2	Varistor-Test .....	132
15.8	Einfluss der Hilfselektroden .....	133
15.9	Einfluss eines geringen Prüfstroms durch die Zangen .....	133
15.10	Einfluss von Rauschen .....	135
15.10.1	Digitale Filterungstechnik .....	136
15.11	Teilergebnisse der Messfunktionen .....	136
15.12	Allgemeine Daten .....	137
<b>Appendix A</b>	<b>– Strukturobjekte .....</b>	<b>139</b>
<b>Appendix B</b>	<b>– Auswahltabelle für Profile .....</b>	<b>140</b>
<b>Appendix C</b>	<b>– Funktionsweise und Platzierung der Prüfspitzen .....</b>	<b>141</b>
<b>Appendix D</b>	<b>– Programmieren von Auto Sequences® in Metrel ES Manager .....</b>	<b>145</b>
D.1	Arbeitsbereich des Auto Sequence® Editor .....	145
D.2	Verwalten von Auto Sequences®-Gruppen .....	146
D.2.1	Bearbeiten von Auto Sequence®-Name, -Beschreibung und -Bild .....	148
D.2.2	Suchen in der ausgewählten Auto Sequence®-Gruppe .....	149
D.3	Auto Sequence®-Elemente .....	149
D.3.1	Auto Sequence®-Schritte .....	149
D.3.2	Einzeltests .....	149
D.3.3	Ablaufbefehle .....	150

---

D.3.4	Anzahl der Messschritte .....	150
D.4	Erstellen/Bearbeiten einer Auto Sequence® .....	150
D.5	Beschreibung der Ablaufbefehle .....	151
D.6	Programmieren benutzerdefinierter Prüfungen.....	152
D.6.1	Erstellen und Bearbeiten von benutzerdefinierten Prüfungen .....	152
D.6.2	Übernehmen von benutzerdefinierten Prüfungen.....	155

# 1 Allgemeine Beschreibung

## 1.1 Merkmale

Der **EI (Erde – Isolierung) Tester (MI 3288)** ist ein tragbares Multifunktionstestgerät mit Akkus (Lithium-Ionen) und einem ausgezeichneten IP-Schutz von IP54 für: Spannungs- und Frequenzmessung (Effektivspannung), Isolierungswiderstandsmessung bis zu 2,5 kV, Erdungswiderstand und Impedanz, spezifischer Erdungswiderstand, Erdungspotential und Durchgangsmessung (7 mA, 200 mA). In die Entwicklung und Herstellung des Geräts sind die in vielen Jahren erworbenen umfangreichen Fachkenntnisse und Erfahrungen eingeflossen.

Verfügbare Funktionen und Merkmale des **MI 3288 Tester**:

- Spannungs- und Frequenzmessung bis zu 1 kV Effektivspannung;
- Erdungsimpedanz oder -widerstand, 4-polig;
- Selektive Erdungsimpedanz (Eisenzange);
- Messen mit zwei Zangen;
- Spezifischer Erdungswiderstand p (Wenner, Schlumberger-Methode);
- Erdpotential;
- Isolierungsmessung von 50 bis 2.500 V;
- Polarisierungsindex (PI) und dielektrisches Absorptionsverhältnis (DAR);
- Dielektrisches Entladungsverhältnis (DD);
- Kapazitätsmessung;
- Varistortest (Überspannungsschutzgeräte);
- $\Omega$ -Meter (7 mA und 200 mA);
- Effektivstrommessung;
- Auto Sequence®;
- Sichtprüfung;
- Speicherverwaltung.

Auf dem **4,3"-(10,9-cm)-LCD-Farbdisplay mit Touchscreen** können alle Ergebnisse und die zugehörigen Parameter mühelos abgelesen werden. Die Bedienung ist einfach und übersichtlich, sodass der Benutzer das Gerät (vom Lesen und Verstehen der Bedienungsanleitung abgesehen) ohne besondere Schulung bedienen kann.

Die Testergebnisse können auf dem Gerät gespeichert werden. Die im Standardlieferungsumfang enthaltene Computer-Software ermöglicht das Übertragen der Messergebnisse auf den Computer, um sie zu analysieren oder auszudrucken.

MI 3288 EI Tester	gemäß:
4-polig	EN 61557 – 5 [Erdungswiderstand] IEEE Std 81 – 2012 [Zweipunktmethode, Dreipunktmethode, Spannungsabfallmethode]
2 Zangen	IEEE Std 81 – 2012 [Widerstandsmessungen mit Zangen ohne Elektrode]
Selektiv (Eisenzange)	IEEE Std 81 - 2012 [Widerstandsmessungen nach der FOP-/Zangenmethode]
Wenner-Methode Schlumberger-Methode	IEEE Std 81 - 2012 [Vierpunktmethode (gleichmäßiger Abstand oder Wenner-Anordnung); (ungleichmäßiger Abstand oder Schlumberger-Palmer-Anordnung)]
$\Omega$ -Messgerät (200mA)	EN 61557 – 4 [Widerstand der Erdleitung und des Potenzialausgleichs]
Isolierungswiderstand	EN 61557 – 2 [Isolierungswiderstand]

## 2 Sicherheits- und betriebsbezogene Überlegungen

### 2.1 Warnungen und Hinweise

Um die Benutzer beim Ausführen der verschiedenen Tests und Messungen optimal zu schützen, empfiehlt Metrel die das **MI 3288** in gutem Zustand und frei von Beschädigungen zu halten. Beachten Sie bei der Verwendung des Geräts die folgenden allgemeinen Warnungen:

- Das Symbol  am Messgerät bedeutet „Lesen Sie die Bedienungsanleitung im Sinne eines sicheren Betriebs besonders sorgfältig durch“. Dieses Symbol erfordert eine Maßnahme!
- Wenn das Testgerät in einer Weise verwendet wird, die nicht dieser Bedienungsanleitung entspricht, kann der vom Gerät gewährleistete Schutz beeinträchtigt werden!
- Lesen Sie die Bedienungsanleitung sorgfältig durch, da die Verwendung des Testgeräts andernfalls für den Benutzer, das Testgerät oder den Prüfling eine Gefahr darstellen kann!
- *Zwischen der zu prüfenden Erdelektrode und einer entfernten Erde kann eine tödliche Spannung bestehen!*
- Benutzen Sie das Prüfgerät oder eines der Zubehöerteile nicht, wenn Schäden festgestellt werden!
- Beachten Sie alle allgemein bekannten Vorsichtsmaßnahmen, um beim Umgang mit gefährlichen Spannungen die Gefahr eines Stromschlags zu vermeiden!
- Schließen Sie das Prüfgerät nicht an eine andere Netzspannung als die auf dem Schild neben dem Netzanschluss angegebene an, da es sonst beschädigt werden kann.
- Wartungseingriffe oder Einstellungen dürfen nur von kompetenten, autorisierten Personen durchgeführt werden!
- Alle üblichen Sicherheitsbestimmungen müssen beachtet werden, um einen elektrischen Schlag bei Arbeiten an elektrischen Anlagen zu vermeiden!
- Verwenden Sie das Gerät weder in einer feuchten Umgebung, noch in der Nähe von explosiven Gasen oder Dämpfen.
- Nur ausreichend geschulte und kompetente Personen dürfen die Geräte bedienen.
- Schließen Sie keine Spannungsquelle am Anschluss GUARD (C1) an. Er dient ausschließlich zum Anschließen der GUARD-Leitung.

#### 2-Leiter-Testzubehör:

- Die maximal zulässige Eingangsspannung zwischen den Testanschlüssen HV+ und HV- des Prüfsteckers beträgt 1.000 V! (KAT III/1.000 V);

#### 4-Leiter-Testzubehör:

- Die maximal zulässige Eingangsspannung zwischen den Testanschlüssen C1 und C2 oder H und E des Prüfsteckers beträgt 1.000 V! (KAT III/1.000 V);
- Die maximal zulässige Eingangsspannung zwischen beliebigen Kombinationen von Testanschlüssen des Prüfsteckers beträgt 300 V! (KAT IV 300 V)

Kennzeichnungen auf dem Gerät:



„Lesen Sie für den sicheren Betrieb die Gebrauchsanweisung mit besonderer Aufmerksamkeit“. Dieses Symbol erfordert eine Maßnahme!



Die Kennzeichnung Ihres Geräts bestätigt, dass es den Anforderungen aller EU-Vorschriften entspricht.



Dieses Gerät ist als Elektroschrott zu recyceln.



Warnungen im Zusammenhang mit den Messfunktionen:

### Arbeiten mit dem Gerät

- Verwenden Sie ausschließlich Standard- und optionales Zubehör, das Sie von Ihrem autorisierten Händler erhalten haben!
- Schließen Sie das Zubehör stets am Gerät und am Prüfling an, bevor Sie mit der Messung beginnen. Berühren Sie während der Messung keine Messleitungen oder Krokodilklemmen.
- Berühren Sie während des Testens keine leitenden Teile des Prüflings, da die Gefahr eines elektrischen Schlags besteht.
- *Stellen Sie sicher, dass der Prüfling (von der Netzspannung) getrennt und stromlos ist, bevor Sie die Prüfleitungen anschließen und die Messung starten!*
- *Verwenden Sie Strommessungen nicht als Hinweis darauf, dass ein Stromkreis sicher berührt werden kann. Um zu ermitteln, ob ein Stromkreis gefährlich ist, ist eine Spannungsmessung erforderlich.*
- Das Gerät entlädt den Prüfling automatisch nach Abschluss der Messung.
- *Es wird empfohlen, den GUARD-Anschluss zu verwenden, wenn ein hoher Isolierungswiderstand (>10 GΩ) gemessen wird.*
- Die **Isolierungswiderstandsmessungen** müssen an stromlosen Prüflingen durchgeführt werden, d. h. die Spannung zwischen den Testanschlüssen sollte unter **300 V AC** und **50 V DC** liegen!
- Die **Erdungswiderstandsmessungen** müssen an stromlosen Prüflingen durchgeführt werden, d. h. die Spannung zwischen den Testanschlüssen sollte unter **30 V AC** oder **DC** liegen!
- Die **Ohm-Widerstand-R7-Messungen** müssen an stromlosen Prüflingen durchgeführt werden, d. h. die Spannung zwischen den Testanschlüssen sollte unter **10 V AC** oder **DC** liegen!
- Die **Ohm-Widerstand-R200-Messungen** müssen an stromlosen Prüflingen durchgeführt werden, d. h. die Spannung zwischen den Testanschlüssen sollte unter **5 V AC** oder **DC** liegen!
- Die Anzeige BESTANDEN/FEHLGESCHLAGEN wird aktiviert, wenn der Grenzwert auf EIN gesetzt wurde. Setzen Sie einen geeigneten Grenzwert zur Auswertung von Messergebnissen fest.



### Warnhinweise zu den Akkus:

- **Verwenden Sie ausschließlich die vom Hersteller bereitgestellten Akkus.**

- ❑ **Entsorgen Sie die Akkus niemals in einem Feuer, da diese explodieren oder giftige Gase entwickeln können.**
- ❑ **Versuchen Sie nicht, die Akkus zu zerlegen, zu quetschen oder auf beliebige Weise zu öffnen.**
- ❑ **Schließen Sie die externen Kontakte des Akkus nicht kurz, und kehren Sie deren Polarität nicht um.**
- ❑ **Halten Sie den Akku von Kindern fern.**
- ❑ **Setzen Sie den Akku keinen übermäßigen Stößen oder Vibrationen aus.**
- ❑ **Verwenden Sie keine beschädigten Akkus.**
- ❑ **Der Lithium-Ionen-Akku enthält Sicherheits- und Schutzschaltungen, die bei einer Beschädigung zu Hitzeentwicklung, zu Rissen oder zum Entzünden der Akkus führen können.**
- ❑ **Belassen Sie nicht verwendete Akkus nicht dauerhaft vollständig aufgeladen.**
- ❑ **Wenn aus einem Akku Flüssigkeit austritt, berühren Sie diese nicht.**
- ❑ **Reiben Sie sich nicht die Augen, wenn diese mit der Flüssigkeit in Kontakt gekommen sind. Spülen Sie die Augen umgehend für mindestens 15 Minuten gründlich mit Wasser aus, heben Sie dabei die oberen und unteren Lider an, bis keine Flüssigkeit mehr zu erkennen ist. Nehmen Sie ärztliche Hilfe in Anspruch.**

## 2.2 Akku und Aufladen des Lithium-Ionen-Akkus

Das Gerät kann mit wiederaufladbaren Lithium-Ionen-Akkus oder mit Netzstrom betrieben werden. Das LCD zeigt den Zustand des Akkus sowie die Stromquelle an (oberer linker Bereich des LCD). Wenn die Akkuladung zu schwach ist, wird dies wie in **Abbildung 2.1** angezeigt.

Symbol:



Abbildung 2.1: Akku-Test

Der Akku wird immer dann geladen, wenn das Gerät am Netz angeschlossen ist. Die Netzsteckdose finden Sie in **Abbildung 2.2**. Die integrierte Schaltung (CC, CV) steuert den Ladevorgang und stellt eine optimale Akku-Lebensdauer sicher. Die angegebene Betriebszeit bezieht sich auf Akkus mit einer Nennleistung von 4,4 Ah.



Abbildung 2.2: Polarität der Ladebuchse

Das Gerät erkennt automatisch den Netzanschluss und beginnt mit dem Ladevorgang.

Symbol:



Abbildung 2.3: Anzeige des Ladevorgangs (Animation)

Akku- und Aufladedaten	Typisch
Akku-Typ	18650T22A2S2P 18650T22A2S4P (optional)
Lademodus	CC/CV
Nennspannung	7,2 V
Nennkapazität	4.400 mAh (Typ: 18650T22A2S2P) 8.800 mAh (Typ: 18650T22A2S4P)
Max. Ladespannung	8,0 V
Max. Ladestrom	2,2 A (Typ: 18650T22A2S2P) 3,0 A (Typ: 18650T22A2S4P)
Max. Entladestrom	2,5 A
Typische Ladedauer	3 Stunden (Typ: 18650T22A2S2P) 4,5 Stunden (Typ: 18650T22A2S4P)

Ein typisches, auf für dieses Gerät zutreffendes Ladeprofil finden Sie in **Abbildung 2.4**.

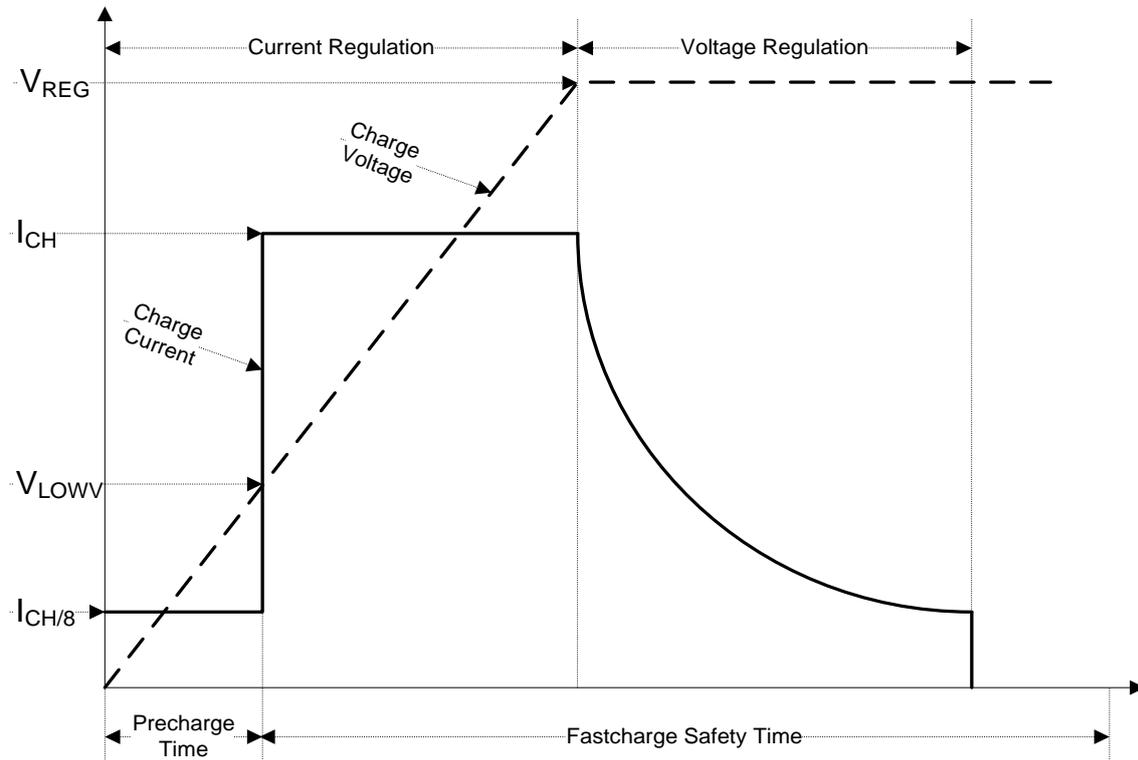


Abbildung 2.4: Typisches Ladeprofil

wobei:

$V_{REG}$ .....	Akku-Ladespannung
$V_{LOWV}$ .....	Vorladeschwelenspannung
$I_{CH}$ .....	Akku-Ladestrom
$I_{CH/8}$ .....	1/8 des Ladestroms

### 2.2.1 Vorladung

Wenn die Akkuspannung beim Einschalten unter dem Schwellenwert  $V_{LOWV}$  liegt, übernimmt das Ladegerät für den Akku 1/8 des Ladestroms. Die Vorladefunktion ist dazu gedacht, tiefentladene Akkus wiederherzustellen. Wenn der Schwellenwert  $V_{LOWV}$  nicht innerhalb von 30 Minuten nach Beginn des Vorladens erreicht wird, schaltet sich das Ladegerät ab, und es wird FAULT angezeigt.



Abbildung 2.5: Akku-Fehleranzeige  
(Ladevorgang unterbrochen, Timer-Fehler,  
Akku nicht vorhanden)



Abbildung 2.6: Anzeige „Akku voll“  
(Ladevorgang abgeschlossen)

#### Hinweis:

- Aus Sicherheitsgründen verfügt das Ladegerät zudem über einen internen 5-Stunden-Ladetimer für das Schnellladen.

Die typische Ladezeit in einem Temperaturbereich von 5 °C bis 60 °C beträgt drei Stunden (Akku-Typ: 18650T22A2S2P).

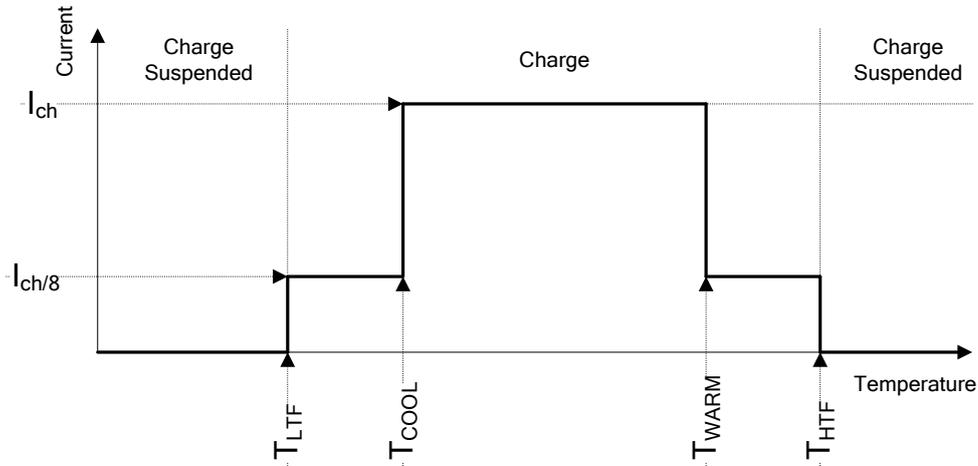


Abbildung 2.7: Typisches Ladestrom- und Temperaturprofil

wobei:

- $T_{LTF}$  ..... Kühltemperschwelle (typ. -15 °C)
- $T_{COOL}$  ..... Kalttemperschwelle (typ. 0 °C)
- $T_{WARM}$  ..... Warmtemperschwelle (typ. +60 °C)
- $T_{HTF}$  ..... Heißtemperschwelle (typ. +75 °C)

Das Ladegerät überwacht fortlaufend die Akkutemperatur. Um einen Ladezyklus zu starten, muss die Akkutemperatur innerhalb der Schwellenwerte  $T_{LTF}$  und  $T_{HTF}$  liegen. Wenn die Akkutemperatur außerhalb dieses Bereichs liegt, unterbricht der Regler den Ladevorgang und wartet, bis die Akku-Temperatur innerhalb des Bereichs  $T_{LTF}$  bis  $T_{HTF}$  liegt.

Wenn die Akkutemperatur zwischen den Schwellenwerten  $T_{LTF}$  und  $T_{COOL}$  oder  $T_{WARM}$  und  $T_{HTW}$  liegt, wird der Ladevorgang automatisch auf  $I_{CH/8}$  reduziert (1/8 des Ladestroms).

### 2.2.2 Richtlinien für den Lithium-Ionen-Akku

Der wiederaufladbare Lithium-Ionen-Akku erfordert während der Verwendung und Handhabung eine regelmäßige Wartung und Pflege. Lesen und befolgen Sie die Richtlinien in dieser Bedienungsanleitung, um den Lithium-Ionen-Akku sicher zu verwenden, und um die maximale Lebensdauer des Akkus zu erzielen.

Lassen Sie Akkus nicht für längere Zeit – mehr als sechs Monate – ungenutzt (Selbstentladung). Wenn ein Akku über sechs Monate nicht verwendet wurde, überprüfen Sie den Ladezustand (siehe Kapitel **6.4.1 Akku- und Zeitanzeigen**). Wiederaufladbare Lithium-Ionen-Akkus haben eine begrenzte Lebensdauer und verlieren mit der Zeit ihre Fähigkeit, die Ladung zu halten. Je mehr der Akku an Kapazität verliert, desto kürzer ist die Betriebsdauer des Geräts.

#### **Lagerung:**

- ❑ Laden oder Entladen Sie den Akku des Geräts auf etwa 50 % seiner Kapazität, bevor Sie ihn einlagern.
- ❑ Laden Sie den Akku des Geräts mindestens alle sechs Monate auf etwa 50 % seiner Kapazität auf.

#### **Transport:**

- ❑ Machen Sie sich immer mit allen geltenden örtlichen, nationalen und internationalen Vorschriften vertraut, bevor sie einen Lithium-Ionen-Akku transportieren.



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

- ❑ **Versuchen Sie nicht, die Akkus zu zerlegen, zu quetschen oder auf beliebige Weise zu öffnen.**
- ❑ **Schließen Sie die externen Kontakte des Akkus nicht kurz, und kehren Sie deren Polarität nicht um.**
- ❑ **Werfen Sie Akkus nicht ins Feuer oder ins Wasser.**
- ❑ **Halten Sie den Akku von Kindern fern.**
- ❑ **Setzen Sie den Akku keinen übermäßigen Stößen oder Vibrationen aus.**
- ❑ **Verwenden Sie keine beschädigten Akkus.**
- ❑ **Der Lithium-Ionen-Akku enthält Sicherheits- und Schutzschaltungen, die bei einer Beschädigung zu Hitzeentwicklung, zu Rissen oder zum Entzünden des Akkus führen können.**
- ❑ **Belassen Sie nicht verwendete Akkus nicht dauerhaft vollständig aufgeladen.**
- ❑ **Wenn aus einem Akku Flüssigkeit austritt, berühren Sie diese nicht.**
- ❑ **Reiben Sie sich nicht die Augen, wenn diese mit der Flüssigkeit in Kontakt gekommen sind. Spülen Sie die Augen umgehend für mindestens 15 Minuten gründlich mit Wasser aus, heben Sie dabei die oberen und unteren Lider an, bis keine Flüssigkeit mehr zu erkennen ist. Nehmen Sie ärztliche Hilfe in Anspruch.**

## 2.3 Geltende Normen

Das MI 3288 wird anhand folgender Vorschriften hergestellt und geprüft:

---

### *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)*

<b>EN 61326 – 1</b>	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
<b>EN 61326 - 2 - 2</b>	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen – Teil -2-2: Besondere Anforderungen - Prüfanordnung, Betriebsbedingungen und Leistungsmerkmale für ortsveränderliche Prüf-, Mess- und Überwachungsgeräte für den Gebrauch in Niederspannungs-Stromversorgungsnetzen

---

### *Sicherheit (LVD)*

<b>EN 61010 – 1</b>	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
<b>EN 61010 - 2 - 030</b>	Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise
<b>EN 61010 - 2 - 032</b>	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 2-032: Besondere Anforderungen für handgehaltene und handbediente Stromsonden für elektrische Prüfungen und Messungen.
<b>EN 61010 - 031</b>	Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum elektrischen Messen und Prüfen

---

### *Einige weitere Empfehlungen*

<b>DIN EN 61557</b>	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsverteilungssystemen bis 1000 V AC und 1500 V DC – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen Teil 1: Allgemeine Anforderungen Teil 2: Isolierungswiderstand Teil 4: Widerstand des Erdungsanschlusses und Potentialausgleichs Teil 5: Erdungswiderstand Teil 10: Kombinierte Messgeräte
<b>IEEE 81 – 2012</b>	IEEE-Richtlinie für die Messung des spezifischen Erdwiderstands, der Impedanz gegen Erde und des Erdoberflächenpotentials einer Erdungsanlage.
<b>EN 50522 – 2010</b>	Erdung von Netzinstallationen mit mehr als 1.000 V AC
<b>IEEE 142 – 2007</b>	Empfohlene IEEE-Praxis für die Erdung industrieller und gewerblicher Netze (US).
<b>IEEE 367 – 2012</b>	Empfohlene IEEE-Praxis für die Bestimmung des Erdpotentialanstiegs und der induzierten Spannung durch einen Netzausfall in einem Kraftwerk

---

### *Lithium-Ionen-Akku*

<b>IEC 62133-2</b>	Sekundärzellen und -batterien, die alkalische oder andere nicht-saure Elektrolyte enthalten - Sicherheitsanforderungen für tragbare, abgedichtete Sekundärzellen und für Batterien, die aus diesen hergestellt sind, zur Verwendung in tragbaren Anwendungen - Teil 2: Lithium-Systemschutz für die häusliche und ähnliche Verwendungen
--------------------	---

### **Hinweis zu den EN- und IEC-Normen:**

- Der Text dieses Handbuchs enthält Verweise auf europäische Normen. Alle Normen der Reihe EN 6XXXX (z. B. EN 61010) sind gleichwertig zu den IEC-Normen mit gleicher Nummer (z. B. IEC 61010) und unterscheiden sich nur in den durch das europäische Harmonisierungsverfahren erforderlichen geänderten Teilen.

### 3 Begriffe und Definitionen

Für die Zwecke dieses Dokuments und das MI 3288 gelten folgende Definitionen.

Index:	Einheit:	Beschreibung:
<b>Re</b>	[ $\Omega$ ]	Erdungswiderstand des gesamten Systems.
<b>Ze</b>	[ $\Omega$ ]	Erdungsimpedanz des gesamten Systems.
<b>Rp</b>	[ $\Omega$ ]	Impedanz der Hilfspotenzial-Prüfspitze
<b>Rc</b>	[ $\Omega$ ]	Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitze
<b>le</b>	[A]	Systemstrom oder Generatorstrom.
<b>f</b>	[Hz]	Testfrequenz.
<b>Ic</b>	[A]	Eisenzangenstrom.
<b>Zsel</b>	[ $\Omega$ ]	Erdungsimpedanz des gemessenen Abzweigs.
<b><math>\rho</math></b>	[ $\Omega\text{m}/\Omega\text{ft}$ ]	Spezifischer Erdungswiderstand [Resistivität].
<b>R</b>	[ $\Omega$ ]	Widerstand [Gleichstrom].
<b>I<sub>dc</sub></b>	[A]	Gleichstrom
<b>R<sub>+</sub></b>	[ $\Omega$ ]	Niederohmiger Widerstand [positive Stromrichtung].
<b>R<sub>-</sub></b>	[ $\Omega$ ]	Niederohmiger Widerstand [negative Stromrichtung].
<b>Riso</b>	[ $\Omega$ ]	Isolierungswiderstand
<b>Um</b>	[V]	Gemessene Prüfspannung
<b>I</b>	[A]	Gemessener Ableit- oder Zangenstrom
<b>C</b>	[F]	Gemessene Kapazität.
<b>R1-5</b>	[ $\Omega$ ]	Isolierungswiderstand 1 bis 5 [unterschiedliche Messzeitpunkte].
<b>U1-5</b>	[V]	Gemessene Prüfspannung 1 bis 5 [verschiedene Messzeitpunkte].
<b>DAR</b>	[ ]	Dielektrisches Absorptionsverhältnis.
<b>PI</b>	[ ]	Polarisierungsindex
<b>DD</b>	[ ]	Dielektrischer Entladungsindex.
<b>U<sub>dc</sub></b>	[V]	DC-Durchschlagsspannung von Varistor-Test-Messungen
<b>U<sub>ac</sub></b>	[V]	Berechnete AC-Durchschlagsspannung von Varistor-Test-Messungen
<b>U</b>	[V]	Gemessene Spannung.
<b>Freq</b>	[Hz]	Gemessene Frequenz.
<b>f</b>	[Hz]	Gemessene Frequenz.
<b>R</b>	[m/ft]	Abstand zwischen E und Hilfserdungsstab H.
<b>r</b>	[m/ft]	Abstand zwischen den Prüfspitzen E und S.
<b>I<sub>gen</sub></b>	[A]	Generatorstrom.
<b>Us</b>	[V]	Berechnete Schritt-, Berührungsspannung.
<b>I<sub>fault</sub></b>	[A]	Maximal zu erwartender Fehlerstrom.

#### Hinweise (gemäß EN 50522-2010):

- **Erdungswiderstand,  $R_E$**  – realer Teil des Erdungswiderstands.
- **Erdungsimpedanz,  $Z_E$**  – Impedanz bei einer bestimmten Frequenz zwischen einem bestimmten Punkt eines Systems, einer Anlage oder eines Geräts sowie Referenzerde.  
Die Erdungsimpedanz wird anhand der direkt angeschlossenen Erdungselektroden, der angeschlossenen Erdseile, der unterirdisch verlegten Erdungsleitungen von Freileitungen, der angeschlossenen Kabel mit Erdungselektrodenwirkung sowie weiterer mit leitenden Kabelmänteln, Abschirmungen, PEN-Leitern oder auf andere Weise mit dem jeweiligen Erdungssystem leitend verbundenen Erdungssysteme ermittelt.

## 4 Beschreibung des Geräts

### 4.1 Bedienfeld

Das Bedienfeld ist in Abbildung 4.1 abgebildet.

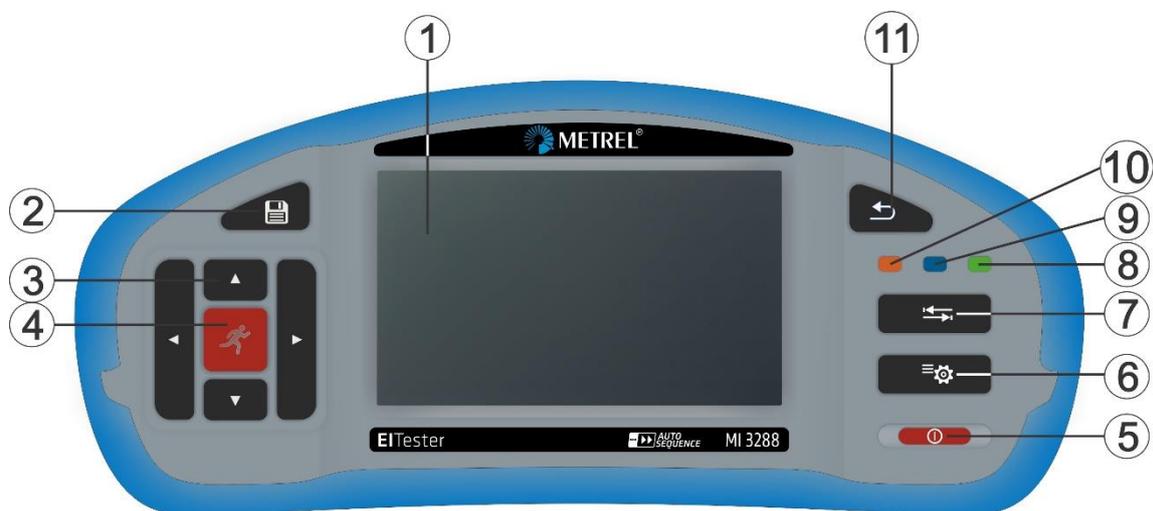


Abbildung 4.1: Das Bedienfeld

1		Farb-TFT-Display mit Touchscreen
2	<b>SPEICHERN</b>	Speichert die aktuellen Messergebnisse
3	<b>CURSOR</b>	Zum Navigieren in den Menüs
4	<b>STARTEN</b>	Startet/Beendet die ausgewählte Messung. Öffnet das ausgewählte Menü oder die ausgewählte Option. Anzeige der verfügbaren Werte für den ausgewählten Parameter/Grenzwert.
5	<b>EIN/AUS</b>	Ein-/Ausschalten des Geräts. Das Gerät schaltet sich nach zehn Minuten Leerlauf automatisch aus (es wurde keine Taste gedrückt oder der Touchscreen bedient). Halten Sie die Taste für fünf Sekunden gedrückt, um das Gerät auszuschalten.
6	<b>ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN</b>	Öffnet das Menü „Allgemeine Einstellungen“
7	<b>OPTIONEN</b>	Zeigt eine detaillierte Ansicht der Optionen an.
8	<b>SPEICHERVERWALTUNG</b> Verknüpfung	Verknüpfung zum Öffnen des Speicherverwaltungsmenüs.
9	<b>EINZELTESTS</b> Verknüpfung	Verknüpfung zum Öffnen des Einzeltestmenüs.
10	<b>AUTO SEQUENCES®</b> Verknüpfung	Verknüpfung zum Öffnen des Auto Sequences®-Menüs
11	<b>ESC</b>	Zurück zum vorherigen Menü.

## 4.2 Anschlussplatte

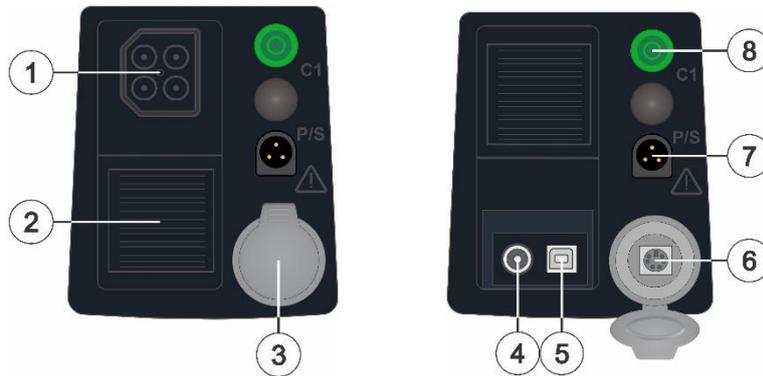


Abbildung 4.2: Anschlussplatte

1	<b>Prüfanschluss</b>
2	<b>Schutzabdeckung</b>
3	<b>Schutzabdeckung – PS/2-Kommunikationsanschluss</b>
4	<b>Ladebuchse</b> 
5	<b>USB-Kommunikationsanschluss</b> Kommunikation mit dem USB-Anschluss des PCs
6	<b>PS/2-Kommunikationsanschluss</b> Kommunikation mit dem seriellen RS232-Anschluss des Computers
7	<b>P/S-Eingang</b> Messanschluss für aktive Stromzangen
8	<b>GUARD (C1)</b> Schutzeingangsanschluss.



### Warnungen!

- ❑ Schließen Sie keine Spannungsquelle am Anschluss GUARD (C1) an. Er dient ausschließlich zum Anschließen der GUARD-Leitung.
- ❑ Verwenden Sie ausschließlich Original-Prüfzubehör!
- ❑ Die maximal zulässige kurzfristige Spannung des externen Netzteils beträgt 14 V!

### 4.2.1 Kennzeichnung der Prüfsteckeranschlüsse

**2-Leiter-Testzubehör** (Isolierungswiderstand, Spannungsmessung, Gleichstromwiderstand (2-Leiter)):

❑ <b>HV+</b> (rot)	- Ausgangsanschluss für positive Hochspannung - Eingangsanschluss für positive Spannung - Anschluss für DC-Widerstand
❑ <b>HV-</b> (schwarz)	- Ausgangsanschluss für negative Hochspannung - Eingangsanschluss für negative Spannung - Anschluss für DC-Widerstand

**4-Leiter-Testzubehör** (Erdungsmessungen, Schritt- und Berührungsspannung):

<input type="checkbox"/> <b>E</b> (blau)	- Anschluss für die Erdungselektrode
<input type="checkbox"/> <b>ES</b> (rot)	- Anschluss für die der Erdungselektrode am nächsten liegende Prüfspitze
<input type="checkbox"/> <b>S</b> (grün)	- Potenzialanschluss (A 1597 und Metallplatten)
<input type="checkbox"/> <b>H</b> (schwarz)	- Potenzialanschluss (A 1597 und Metallplatten)
<input type="checkbox"/> <b>H</b> (schwarz)	- Anschluss für die Hilfserdungselektrode

**4-Leiter-Testzubehör** (Gleichstromwiderstand, 4-Leiter):

<input type="checkbox"/> <b>C1</b> (rot)	- Stromanschluss
<input type="checkbox"/> <b>P1</b> (schwarz)	- Potenzialanschluss
<input type="checkbox"/> <b>P2</b> (schwarz)	- Potenzialanschluss
<input type="checkbox"/> <b>C2</b> (rot)	- Stromanschluss

**Warnungen!****2-Leiter-Testzubehör:**

- Die maximal zulässige Eingangsspannung zwischen den Testanschlüssen HV+ und HV- des Prüfsteckers beträgt 1.000 V! (KAT III/1.000 V);

**4-Leiter-Testzubehör:**

- Die maximal zulässige Eingangsspannung zwischen den Testanschlüssen C1 und C2 oder H und E des Prüfsteckers beträgt 1.000 V! (KAT III/1.000 V);
- Die maximal zulässige Eingangsspannung zwischen beliebigen Kombinationen von Testanschlüssen des Prüfsteckers beträgt 300 V! (KAT IV 300 V)

**4.3 Rückseite**

Abbildung 4.3: Rückansicht

<b>1</b>	<b>Batterie-/Sicherungsfach-Abdeckung</b>
<b>2</b>	<b>Befestigungsschrauben für Batterie-/Sicherungsfach-Abdeckung</b>
<b>3</b>	<b>Infoschild auf der Rückseite</b>

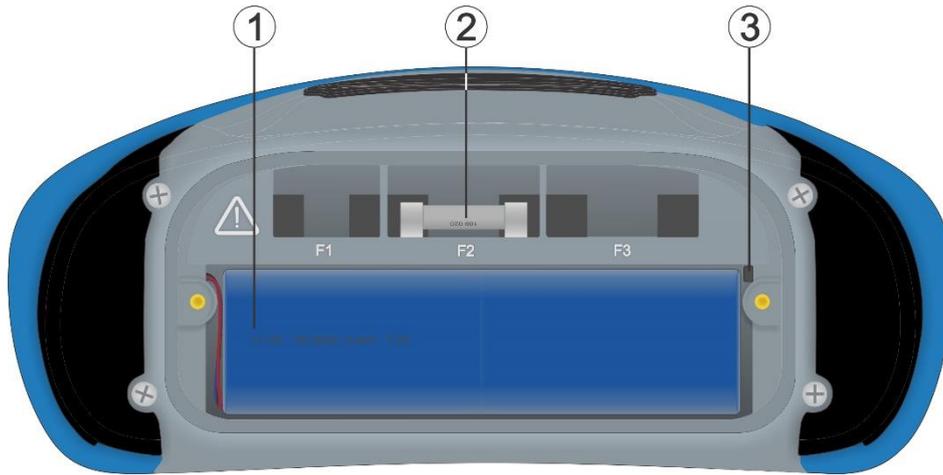


Abbildung 4.4: Batterie- und Sicherungsfach

- 1 **Lithium-Ionen-Akku** Typ: 4.400 mAh (18650T22A2S2P)  
Typ: 8.800 mAh (18650T22A2S4P)
- 2 **Sicherung F2** FF 2 A/1.000 V (Schaltleistung 50 kA)

- 3 **SD-Karten-Steckplatz**

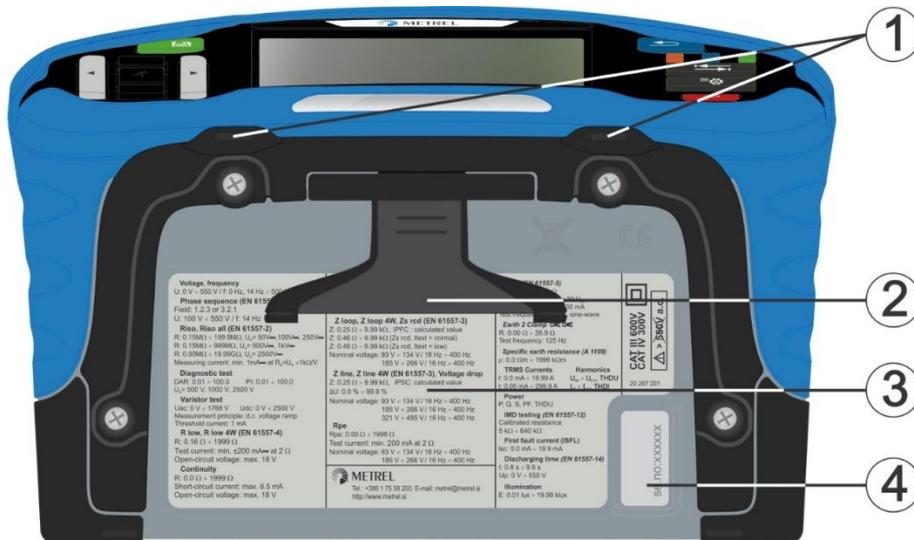
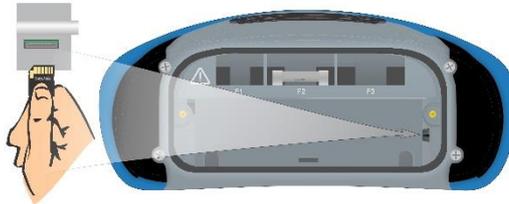


Abbildung 4.5: Untersicht

- 1 **Tragegurthalterungen**
- 2 **Tisch-Ständer**
- 3 **Infoschild unten**
- 4 **Seriennummernschild**

### 4.3.1 Sicheres Anbringen des Tragriemens

Sie können zwischen zwei Methoden auswählen:

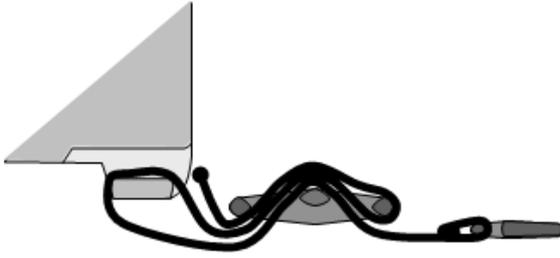


Abbildung 4.6: Erste Methode

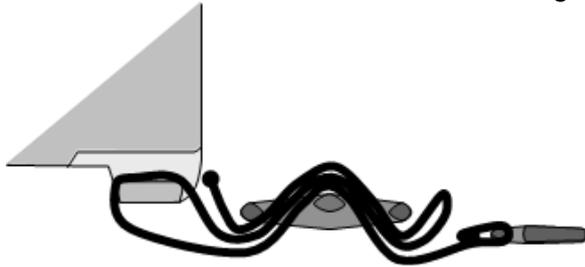


Abbildung 4.7: Alternative Methode

Prüfen Sie die Anbringung in regelmäßigen Abständen.

## 5 Zubehör

Das Zubehör umfasst Standard- und optionales Zubehör. Das optionales Zubehör ist auf Anfrage erhältlich. Siehe die Liste für Standardkonfiguration und Optionen in der *Anlage*, oder wenden Sie sich an Ihren Händler oder besuchen Sie die METREL-Homepage: <http://www.metrel.si>.

Das Testgerät MI 3288 ist in mehreren Sets und verschiedenen Kombinationen von Zubehör und Messfunktionen erhältlich. Die Funktionen eines vorhandenen Sets können mit zusätzlichem Zubehör sowie weiteren Lizenzschlüsseln erweitert werden.

### 5.1 Standard-Satz

- ❑ Gerät MI 3288
- ❑ Weiche Tragetasche und Set von Tragriemen
- ❑ 2,5-kV-Prüfleitung, 2x 1,5 m
- ❑ Erdungstest-Set, 4 Leiter
- ❑ Prüfleitung 1,5 m, 1 Stück (grün)
- ❑ Test-Prüfspitze, 2 Stück (schwarz, rot)
- ❑ Krokodilklemmen, 4 Stück (schwarz, blau, grün, rot)
- ❑ USB-Kabel
- ❑ Lithium-Ionen-Akku, 7,2 V, 4.400 mAh (Typ: 18650T22A2S2P)
- ❑ Netzadapter 12 V, 3 A (Typ: CGSW-1203000)
- ❑ PC-SW Metrel ES Manager
- ❑ Bedienungsanleitung
- ❑ Kalibrierungszertifikat

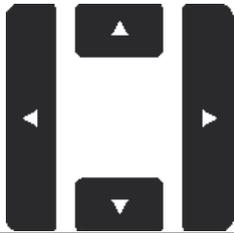
### 5.2 Optionales Zubehör

Auf dem beigegeführten Blatt finden Sie eine Liste von optionalem Zubehör und Lizenzschlüsseln, die auf Anfrage bei Ihrem Händler erhältlich sind.

## 6 Bedienung des Geräts

Das MI 3288 kann über das Tastenfeld oder den Touchscreen bedient werden.

### 6.1 Allgemeine Bedeutung der Tasten



Mit den Mauszeigertasten können Sie:

- die entsprechende Option auswählen.



Mit der Run-Taste können Sie:

- die ausgewählte Option bestätigen;
- die Messungen starten und beenden;



Mit der Escape-Taste können Sie:

- ohne Änderungen zum vorherigen Menü wechseln;
- Messungen abbrechen.



Mit der Optionstaste können Sie:

- die Spalte im Bedienfeld erweitern.



Mit der Speichertaste können Sie:

- Testergebnisse speichern.



Die Auto Sequences®-Taste wird verwendet als:

- Verknüpfung zum Öffnen des Auto Sequences®-Menüs.



Die Einzeltest-Taste wird verwendet als:

- Verknüpfung zum Öffnen des Einzeltestmenüs.



Die Speicherverwaltungstaste wird verwendet als:

- Verknüpfung zum Öffnen des Speicherverwaltungsmenüs.



Mit der Taste „Allgemeine Einstellungen“ können Sie:

- das Menü „Allgemeine Einstellungen“ öffnen.



Mit der Netztaste können Sie:

- das Gerät ein- und ausschalten;
- das Gerät ausschalten, indem Sie die Taste fünf Sekunden lang gedrückt halten.

### 6.2 Allgemeine Bedeutung der Touch-Gesten



Durch Tippen (kurzes Berühren der Oberfläche mit der Fingerspitze) können Sie:

- die entsprechende Option auswählen;
- die ausgewählte Option bestätigen;
- die Messungen starten und beenden.



Durch Streichen (Drücken, Bewegen, Anheben) nach oben/unten können Sie:

- durch die Inhalte einer Ebene scrollen;
- zwischen Ansichten in derselben Ebene navigieren.



**Gedrückt halten**

Durch langes Drücken (Berühren der Oberfläche mit der Fingerspitze für mindestens eine Sekunde) können Sie:

- ❑ zusätzliche Tasten auswählen (virtuelle Tastatur);
- ❑ Tests oder Messungen mit dem Kreuz-Auswahlsymbol auswählen.



Durch Tippen auf das Escape-Symbol können Sie:

- ❑ ohne Änderungen zum vorherigen Menü wechseln;
- ❑ Messungen abbrechen.

## 6.3 Virtuelle Tastatur



Abbildung 6.1: Virtuelle Tastatur

**shift**

Umschalten zwischen Klein- und Großschreibung.  
Nur aktiv, wenn das Tastaturlayout für alphabetische Zeichen ausgewählt wurde.



Rücktaste  
Löscht das letzte Zeichen oder alle ausgewählten Zeichen.  
(Wenn Sie die Taste zwei Sekunden lang drücken, werden alle Zeichen ausgewählt).



Mit der Eingabetaste wird der neue Text bestätigt.

**12#**

Aktiviert das Ziffern-/Symbol-Layout.

**ABC**

Aktiviert alphabetische Zeichen.

**eng**

Englisches Tastaturlayout.

**GR**

Griechisches Tastaturlayout.

**RU**

Russisches Tastaturlayout.



Keht ohne Änderungen zum vorherigen Menü zurück.

## 6.4 Anzeige und Ton

### 6.4.1 Akku- und Zeitanzeigen

Die Akku-Anzeige gibt den Ladezustand des Akkus und das Anschließen eines externen Ladegeräts an.



Akku-Kapazitätsanzeige.



Schwacher Ladezustand. Tauschen Sie die Akkus aus.



Akku ist vollständig aufgeladen.



Akku-Fehleranzeige.



Ladevorgang läuft (wenn der Netzadapter angeschlossen und der Akku eingesetzt ist).

**08:26**

Zeitanzeige (hh:mm).

### 6.4.2 Meldungen

Im Meldungsfield werden Warnungen und Meldungen angezeigt.



Die Bedingungen an den Eingängen ermöglichen einen Start der Messung; berücksichtigen Sie weitere angezeigte Warnungen und Meldungen.



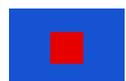
Die Bedingungen an den Eingängen ermöglichen keinen Start der Messung; berücksichtigen Sie die angezeigten Warnungen und Meldungen.



Wechselt zum nächsten Schritt.



Wiederholt die Messung.  
Das angezeigte Ergebnis des Einzeltests wird nicht gespeichert.



Beenden Sie die Messung.



Die Ergebnisse können gespeichert werden.



Fügen Sie Kommentar hinzu, oder zeigen Sie diesen an.

	Öffnet das Menü zum Ändern von Parametern und Grenzwerten.
	Öffnet das Hilfe-Fenster.
	Zeigt die Messergebnisse an.
	Startet die Kompensation der Messleitungen für Messungen mit dem $\Omega$ -Messgerät (200 mA und 7 mA).
	Suchen in der Speicherverwaltung/im Auto Sequences®-Menü
	Bestanden-Ticker für Sichtprüfung.
	Fehlgeschlagen-Ticker für Sichtprüfung.
	Ticker für Sichtprüfung löschen.
	Geprüft-Ticker für Sichtprüfung.
	Erweitert das Bedienfeld/öffnet weitere Optionen.
	<b>Warnung!</b> An den Testanschlüssen liegt Hochspannung an. Grenzwert [ $>50$ Vrms an den Testanschlüssen].
	Der Messbereich des Geräts wurde überschritten. Die Messung wird weder gestartet noch angezeigt!
	Beim Messen wurde starkes elektrisches Rauschen festgestellt. Die Messergebnisse sind möglicherweise beeinträchtigt. Grenzwert [die Rauschfrequenz liegt in der Nähe ( $\pm 10$ %) an der Testfrequenz].
	Messung läuft, beachten Sie die angezeigten Warnungen.
	Hohe Erdungsimpedanz 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>

	Der Prüflitungswiderstand für Messungen mit dem $\Omega$ -Messgerät (200 mA und 7 mA) wird nicht kompensiert. <i>Grenzwert [Leitungskompensation &lt;5 <math>\Omega</math>].</i>
	Der Prüflitungswiderstand für Messungen mit dem $\Omega$ -Messgerät (200 mA und 7 mA) wird kompensiert.
	Niedriger Prüfstrom durch Eisen- oder flexible Zangen. Die Messergebnisse sind <i>möglicherweise</i> beeinträchtigt. <i>Siehe Kapitel 15.9 Einfluss eines geringen Prüfstroms durch die Zangen.</i>
	Die Anschlüsse H(C1), S(P1), ES(P2) oder E(C2) sind nicht an das Gerät angeschlossen oder es wurde ein zu hoher Widerstand erkannt.

**Grenzwert**

Mit dem unteren Grenzwert kann der Benutzer den Grenzwert für den Widerstand, den Strom oder die Spannung einstellen. Die Messwerte für Widerstand, Strom oder Spannung werden mit dem Grenzwert verglichen. Das Ergebnis wird nur validiert, wenn es innerhalb des angegebenen Grenzwerts liegt. Der Grenzwert wird im Testparameterfenster angezeigt.

**Meldungsfenster:**



Das Messergebnis liegt innerhalb der voreingestellten Grenzwerte (PASS).



Das Messergebnis liegt außerhalb der voreingestellten Grenzwerte (FAIL).



Die Messung wird abgebrochen. Beachten Sie die angezeigten Warnungen und Meldungen.

**Hinweis:**

- Die **BESTANDEN/FEHLGESCHLAGEN**-Anzeige wird aktiviert, wenn der Grenzwert eingestellt wurde.

**6.4.3 Akustische Hinweise**

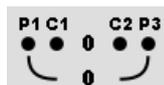
Durchgehender Ton	Der bei der Messung mit dem $\Omega$ -Messgerät (7 mA) gemessene Stromwert beträgt mindestens 5,0 mA.
-------------------	---

**6.4.4 Anschlussspannungsfenster**

Im Anschlussspannungsfenster wird die aktuelle Spannung der Testanschlüsse angezeigt.



Anzeige der 4-Leiter-Testanschlüsse bei Erdungs-, spezifischen und Potenzialmessungen.



Anzeige der 4-Leiter-Testanschlüsse bei DC-Widerstandsmessungen (R200,  $\mu\Omega$ ).



Anzeige der 2-Leiter-Testanschlüsse bei Isolierungswiderstands- (ISO, Var), 2-Leiter-Gleichstromwiderstands- (R200, R7) und Spannungsmessungen.

**Anzeigebereich des Anschlussspannungsfensters:**

HV+ - HV- ..... 0 V ... >1 kV

C1(H) - C2(E) ..... 0 V ... >1 kV  
 P1(S) - P2(ES) ..... 0 V ... >70 V  
 Isolierungsmessungsgruppe (Riso)  
 HV+ - HV- ..... 0 V ... >2999 kV

**6.4.5 Bluetooth**



Bluetooth-Kommunikation nicht aktiv.



Bluetooth-Kommunikation aktiv.

**6.4.6 Hilfe-Fenster**



Öffnet das Hilfe-Fenster.

Für alle Funktionen sind Hilfemenüs verfügbar. Das Hilfemenü enthält schematische Darstellungen, die das ordnungsgemäße Anschließen des Geräts am Prüfobjekt veranschaulichen. Nach Auswahl der gewünschten Messfunktion kann über die HELP-Taste das entsprechende Hilfemenü aufgerufen werden.



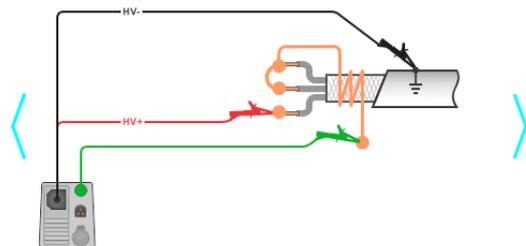
auf

Wählt das vorherige/nächste Hilfe-Fenster aus.

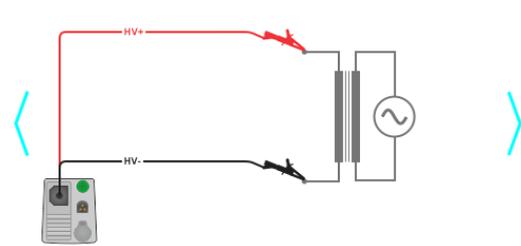


Beendet das Hilfemenü.

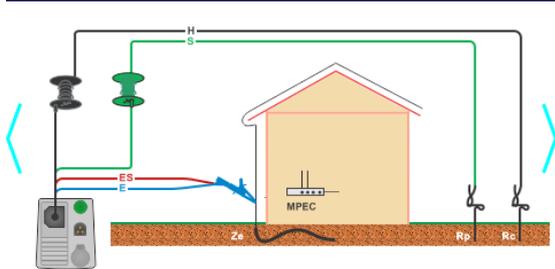
HELP 19/23: Diagnostic test 1/2 04:38



HELP 2/23: Voltage 1/2 23:47



HELP 12/23: 4 - pole 04:44



HELP 22/23: Step Voltage 04:44

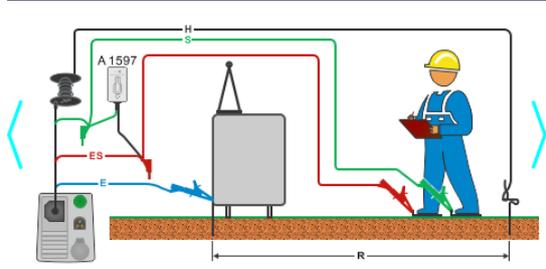


Abbildung 6.2: Beispiele für die Hilfe-Fenster

## 7 Hauptmenü

### 7.1 Hauptmenü des Geräts

Im Hauptmenü können verschiedene Hauptbetriebsmenüs ausgewählt werden.

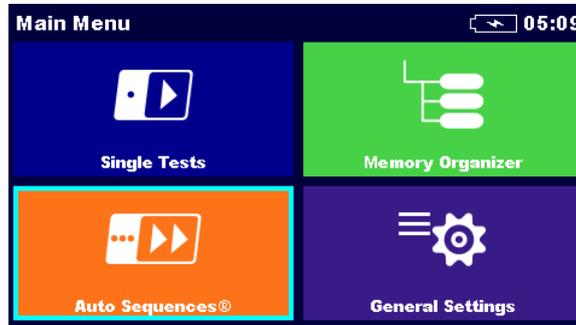


Abbildung 7.1: Hauptmenü

#### Optionen im Hauptmenü



##### Einzeltests

Menü mit Einzeltests, weitere Informationen finden Sie in Kapitel **11 Tests und Messungen**.



##### Auto Sequences®

Menü mit benutzerdefinierten Testsequenzen, weitere Informationen finden Sie in Kapitel **12 Auto Sequences®**.



##### Speicherverwaltung

Menü für das Arbeiten mit und das Dokumentieren von Testdaten, weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9 Speicherverwaltung**.



##### Allgemeine Einstellungen

Menü zum Einrichten des Geräts, weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8 Allgemeine Einstellungen**.

## 8 Allgemeine Einstellungen

Im Menü „Allgemeine Einstellungen“ können die allgemeinen Parameter und Einstellungen des Geräts angezeigt oder eingestellt werden.



Abbildung 8.1: Menü „Allgemeine Einstellungen“

Optionen im Menü „Allgemeine Einstellungen“:



### Sprache

Sprachauswahl für das Gerät. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.1 Sprache**.



### Energie sparen

Helligkeit des LCDs, Aktivieren/Deaktivieren der Bluetooth-Kommunikation. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.2 Energie sparen**.



### Datum/Uhrzeit

Datum und Uhrzeit des Geräts. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.3 Datum und Uhrzeit**.



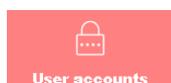
### Arbeitsbereichsverwaltung

Bearbeiten von Projektdateien. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.9 Arbeitsbereichsverwaltung**.



### Auto Sequence®-Gruppen

Bearbeiten von Auto Sequence®-Listen. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.8 Auto Sequence®-Gruppen**.



### Benutzerkonten

Einstellungen für Benutzerkonten. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.10 Benutzerkonten**.



### Geräteprofil

Auswahl der verfügbaren Geräteprofile. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.4 Geräteprofil**.



### Einstellungen

Einstellungen für verschiedene System- und Messparameter. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.5 Einstellungen**.



### Grundeinstellungen

Werkzeugeinstellungen. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.6 Grundeinstellungen**.



## Info

Angaben zu dem Gerät. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.7 Info**.

## 8.1 Sprache

In diesem Menü kann die Sprache des Geräts eingestellt werden.

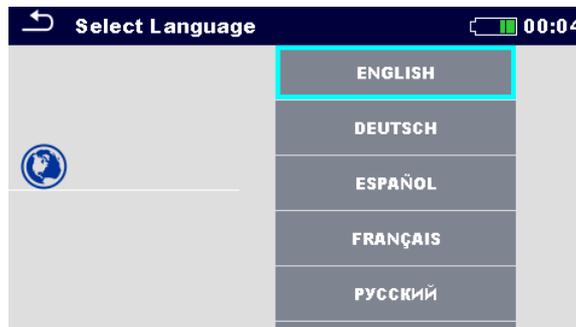


Abbildung 8.2: Sprachmenü

## 8.2 Energie sparen

In diesem Menü können verschiedene Optionen zum Senken des Energieverbrauchs eingestellt werden.



Abbildung 8.3: Menü „Energie sparen“

### Helligkeit

Einstellen der LCD-Helligkeitsstufe.

### LCD-Ausschaltzeit

Einstellung für das Abschalten des LCDs nach dem festgelegten Zeitraum. Das LCD wird durch Drücken einer beliebigen Taste oder durch Berühren des LCD eingeschaltet.

### Bluetooth

Immer aktiviert: Das Bluetooth-Modul ist bereit für die Kommunikation.  
Ruhezustand: Das Bluetooth-Modul befindet sich im Ruhemodus und ist nicht funktionsfähig.

## 8.3 Datum und Uhrzeit

In diesem Menü können Datum und Uhrzeit des Geräts eingestellt werden.



Abbildung 8.4: Einstellen von Datum und Uhrzeit

## 8.4 Geräteprofil

In diesem Menü kann das Geräteprofil unter den verfügbaren Profilen ausgewählt werden.

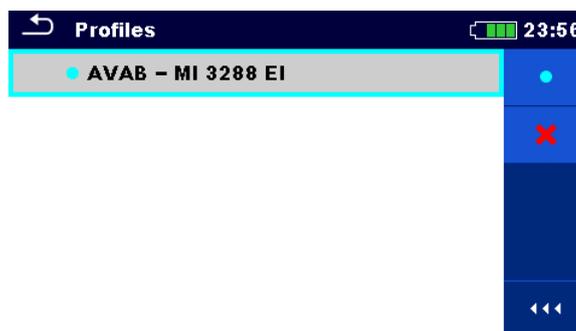


Abbildung 8.5: Menü „Geräteprofil“

Für das Gerät werden abhängig vom jeweiligen Arbeitsbereich oder Land verschiedene System- und Messeinstellungen verwendet. Die jeweiligen Einstellungen werden in Geräteprofilen gespeichert.

In der Standardeinstellung ist für jedes Gerät mindestens ein Profil aktiviert. Um den Geräten weitere Profile hinzuzufügen, müssen entsprechende Lizenzschlüssel erworben werden.

Wenn verschiedene Profile verfügbar sind, können sie in diesem Menü ausgewählt werden. Weitere Information finden Sie in Kapitel **Appendix B – Auswahltabelle für Profile**.

### Optionen



Lädt das ausgewählte Profil. Das Gerät startet automatisch neu, um ein neues Profil zu laden.



Löscht das ausgewählte Profil.



Vor dem Löschen des ausgewählten Profils wird der Benutzer um eine Bestätigung gebeten.



Erweitert das Bedienfeld/öffnet weitere Optionen.

## 8.5 Einstellungen

In diesem Menü können verschiedene allgemeine Parameter eingestellt werden.

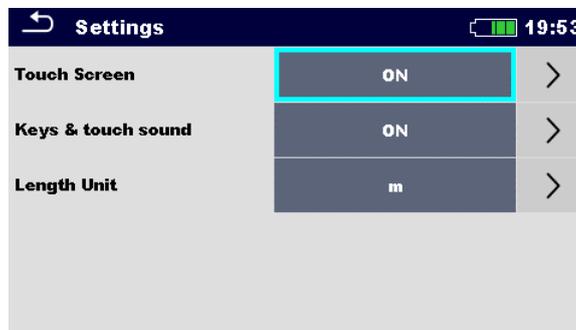


Abbildung 8.6: Einstellungsmenü

	Verfügbare Auswahloptionen	Beschreibung
<b>Touchscreen</b>	[EIN, AUS]	Aktiviert/deaktiviert die Touchscreen-Bedienung.
<b>Tasten- und Touch-Töne</b>	[EIN, AUS]	Aktiviert/deaktiviert den Ton beim Verwenden der Tasten und des Touchscreens.
<b>Längeneinheit</b>	[m, ft]	Längeneinheit für bestimmte Erdungswiderstands- und Potenzialmessungen.

## 8.6 Grundeinstellungen

In diesem Menü können die Geräteeinstellungen, Messparameter und Grenzwerte auf die ursprünglichen (Werks-)Werte gesetzt werden.

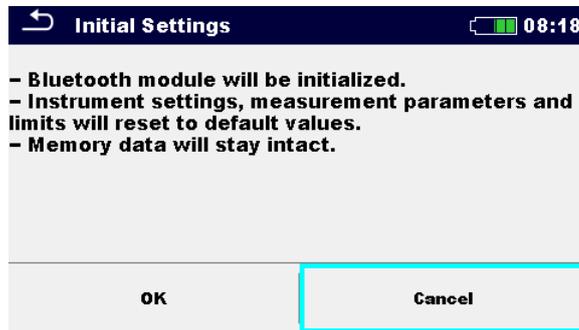


Abbildung 8.7: Werkseinstellungs-Menü

### Warnung:

Die folgenden benutzerdefinierten Einstellungen gehen verloren, wenn Sie die Geräte auf die Grundeinstellungen zurücksetzen:

- Messgrenzen und Parameter.
- Parameter und Einstellungen im Menü „Allgemeine Einstellungen“.
- Beim Übernehmen der Grundeinstellungen wird das Gerät neu gestartet.

### Hinweise:

Die folgenden benutzerdefinierten Einstellungen bleiben erhalten:

- Profileinstellungen.
- Daten im Speicher.

## 8.7 Info

In diesem Menü können Gerätedaten (Name, Seriennummer, Version sowie Kalibrierungsdatum) angezeigt werden.

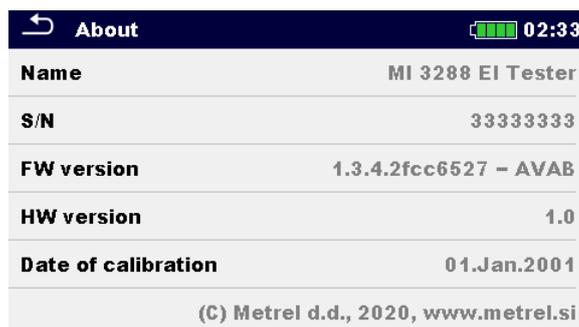


Abbildung 8.8: Bildschirm mit den Geräteinformationen

## 8.8 Auto Sequence®-Gruppen

Die Auto Sequences® können auf dem MI 3288 Auto Sequences®-Listen organisiert werden. In den Listen werden Gruppen ähnlicher Auto Sequences® gespeichert. Das Menü für die Auto Sequence®-Gruppen ist für das Verwalten verschiedener Listen von Auto Sequences® vorgesehen, die auf der microSD-Karte gespeichert wurden.

### 8.8.1 Auto Sequence®-Gruppenmenü

Im Auto Sequence®-Gruppenmenü werden Listen von Auto Sequences® angezeigt. Es kann jeweils nur eine Liste auf dem Gerät geöffnet werden. Die im Auto Sequence®-Gruppenmenü ausgewählte Liste wird im Auto Sequence®-Hauptmenü geöffnet.

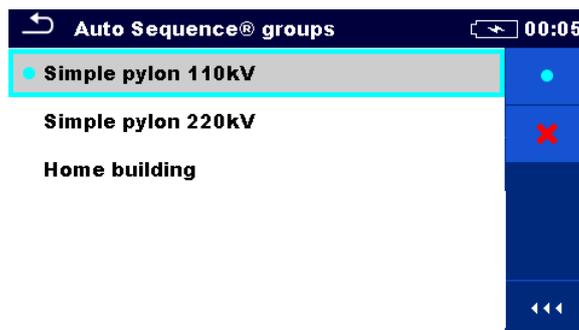


Abbildung 8.9: Auto Sequence®-Gruppenmenü

### 8.8.2 Vorgänge im Auto Sequence®-Gruppenmenü

#### Optionen



Öffnet die ausgewählte Auto Sequence®-Liste. Die zuvor ausgewählte Auto Sequence®-Liste wird automatisch geschlossen.

Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.8.3 Auswählen einer Auto Sequence®-Liste**.



Löscht die ausgewählte Auto Sequence®-Liste.

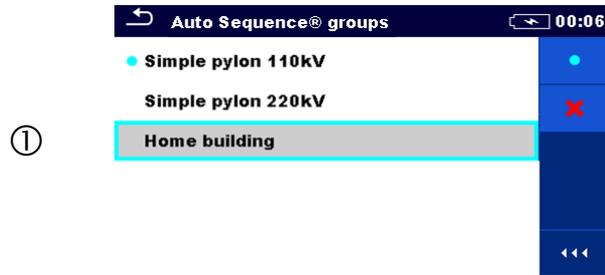
Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.8.4 Löschen einer Auto Sequence®-Liste**.



Öffnet die Optionen im Bedienfeld/erweitert die Spalte.

### 8.8.3 Auswählen einer Auto Sequence®-Liste

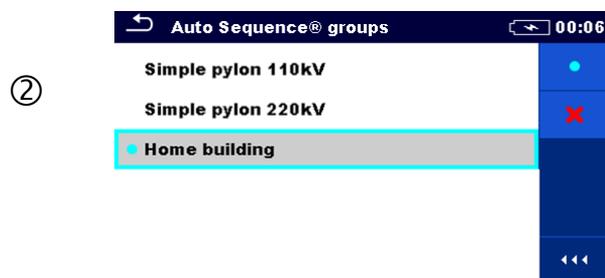
#### Vorgehensweise



Die Auto Sequence®-Liste kann im Auto Sequence®-Gruppenmenü ausgewählt werden.



Wechselt zur Listen-Auswahloption.

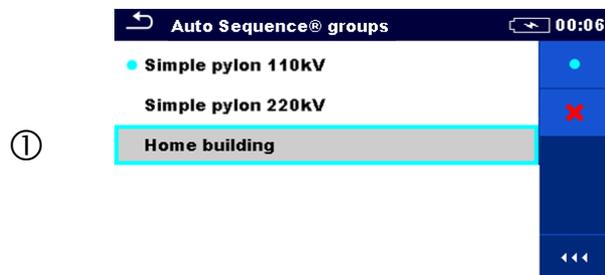


Die ausgewählte Auto Sequence®-Liste wird mit einem blauen Punkt markiert.

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

### 8.8.4 Löschen einer Auto Sequence®-Liste

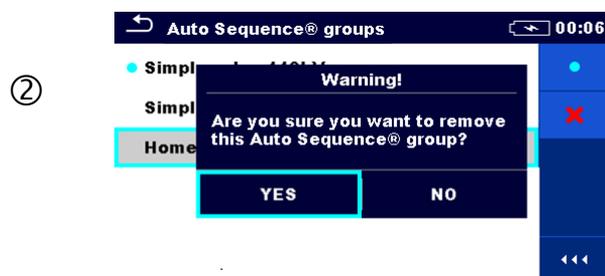
#### Vorgehensweise



Die Liste der zu löschenden Auto Sequences® kann im Auto Sequence®-Gruppenmenü ausgewählt werden.



Wechselt zur Listen-Löschoption.



Vor dem Löschen der ausgewählten Auto Sequence®-Liste wird der Benutzer um eine Bestätigung gebeten.



## 8.9 Arbeitsbereichsverwaltung

Die Arbeitsbereichsverwaltung ist für das Verwalten der verschiedenen Arbeitsbereiche und Exporte vorgesehen, die im internen Datenspeicher gespeichert wurden.

### 8.9.1 Arbeitsbereiche und Exporte

Die Aufgaben für das MI 3288 können mithilfe von Arbeitsbereichen und Exporten organisiert und strukturiert werden. Die Exporte und Arbeitsbereiche umfassen alle relevanten Daten (Messungen, Parameter, Grenzwerte, Strukturobjekte) der jeweiligen Aufgabe.

Die Arbeitsbereiche werden im internen Datenspeicher im Verzeichnis WORKSPACES und die Exporte im Verzeichnis EXPORTS gespeichert. Die Exportdateien können von Metrel-Anwendungen gelesen werden, die auf anderen Geräten ausgeführt werden. Die Exporte eignen sich für das Erstellen von Sicherungskopien wichtiger Projekte. Um auf dem Gerät zu funktionieren, muss ein Export zunächst aus der Liste der Exporte importiert und in einen Arbeitsbereich umgewandelt werden. Um einen Arbeitsbereich als Exportdaten zu speichern, muss er zunächst aus der Liste der Arbeitsbereiche exportiert und in einen Export umgewandelt werden.

### 8.9.2 Hauptmenü der Arbeitsbereichsverwaltung

In der Arbeitsbereichsverwaltung werden Arbeitsbereiche und Exporte in zwei getrennten Listen angezeigt.



Abbildung 8.10: Menü der Arbeitsbereichsverwaltung

#### Optionen

	Liste der Arbeitsbereiche.
	Zeigt eine Liste der Exporte an.
	Fügt einen neuen Arbeitsbereich hinzu. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel <b>8.9.5 Hinzufügen eines neuen Arbeitsbereichs.</b>
	Liste der Exporte.



Zeigt eine Liste der Arbeitsbereiche an.

### 8.9.3 Vorgänge mit Arbeitsbereichen

Es kann jeweils nur ein Arbeitsbereich auf dem Gerät geöffnet werden. Der in der Arbeitsbereichsverwaltung ausgewählte Arbeitsbereich wird in der Speicherverwaltung geöffnet.

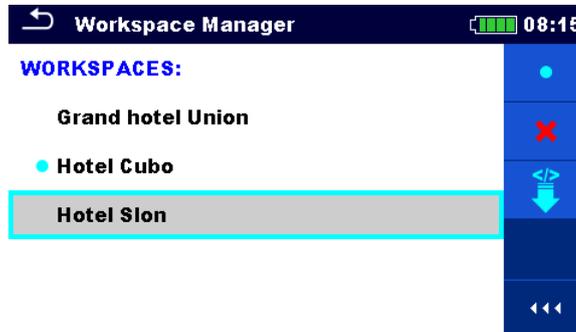


Abbildung 8.11: Arbeitsbereichsmenü

#### Optionen



Markiert den geöffneten Arbeitsbereich in der Speicherverwaltung.  
Öffnet den ausgewählten Arbeitsbereich in der Speicherverwaltung.  
Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.9.6 Öffnen eines Arbeitsbereichs**.



Löscht den ausgewählten Arbeitsbereich.  
Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.9.7 Löschen/Exportieren eines Arbeitsbereichs**.



Fügt einen neuen Arbeitsbereich hinzu.  
Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.9.5 Hinzufügen eines neuen Arbeitsbereichs**.



Exportiert einen Arbeitsbereich als Export.  
Weitere Informationen finden Sie in **8.9.9 Exportieren eines Arbeitsbereichs**.

### 8.9.4 Vorgänge mit Exporten



Abbildung 8.12: Exportmenü der Arbeitsbereichsverwaltung

#### Optionen



Löscht den ausgewählten Export.  
Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.9.7 Löschen/Exportieren eines Arbeitsbereichs**.



Importiert einen neuen Arbeitsbereich aus dem Export.  
Weitere Informationen finden Sie in **8.9.8 Importieren eines Arbeitsbereichs**.

## 8.9.5 Hinzufügen eines neuen Arbeitsbereichs

### Vorgehensweise

①

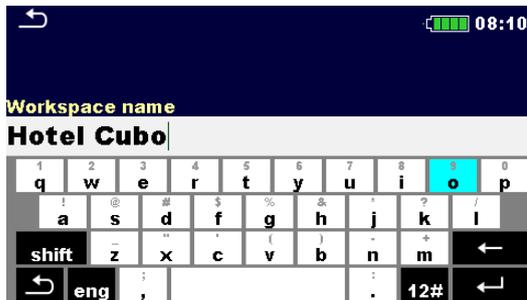


Neue Arbeitsbereiche können über das Fenster „Arbeitsbereichsverwaltung“ hinzugefügt werden.



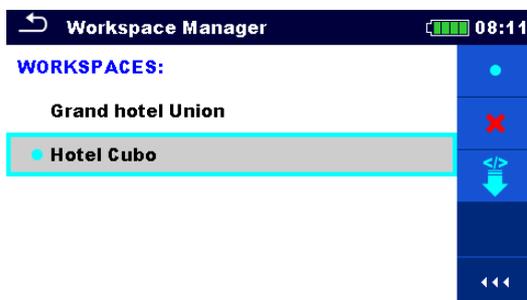
Ruft die Option zum Hinzufügen eines neuen Arbeitsbereichs auf.

②



Wenn Sie „Neu“ auswählen, wird das Tastenfeld zum Eingeben des Namens des neuen Arbeitsbereichs angezeigt.

③



Nach dem Bestätigen wird der Liste im Hauptmenü der Arbeitsbereichsverwaltung ein neuer Arbeitsbereich hinzugefügt.

## 8.9.6 Öffnen eines Arbeitsbereichs

### Vorgehensweise



Der Arbeitsbereich kann aus einer Liste im Fenster „Arbeitsbereichsverwaltung“ ausgewählt werden.



Öffnet einen Arbeitsbereich in der Arbeitsbereichsverwaltung.



Der geöffnete Arbeitsbereich wird mit einem blauen Punkt markiert. Der zuvor geöffnete Arbeitsbereich wird automatisch geschlossen.

## 8.9.7 Löschen/Exportieren eines Arbeitsbereichs

### Vorgehensweise

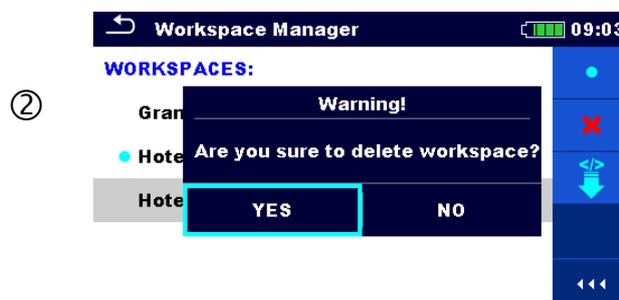


Der zu löschende Arbeitsbereich/Export sollte in der Liste der Arbeitsbereiche/Exports ausgewählt werden.

Ein geöffneter Arbeitsbereich kann nicht gelöscht werden.



Ruft die Option zum Löschen eines Arbeitsbereichs/Exports auf.



Vor dem Löschen des ausgewählten Arbeitsbereichs/Exports wird der Benutzer um eine Bestätigung gebeten.

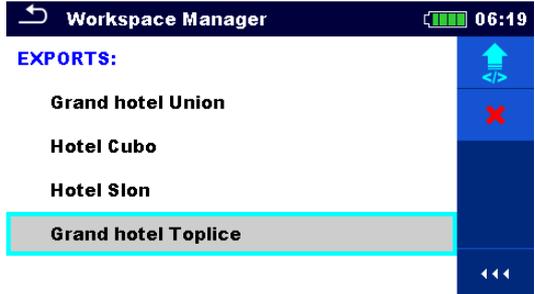
③



Der Arbeitsbereich/Export wird aus der Liste der Arbeitsbereiche/Exporte entfernt.

### 8.9.8 Importieren eines Arbeitsbereichs

①



Wählen Sie in der Exportliste der Arbeitsbereichsverwaltung eine zu importierende Exportdatei aus.



Ruft die Importoption auf.

②



Vor dem Importieren der ausgewählten Datei wird der Benutzer um eine Bestätigung gebeten.

③



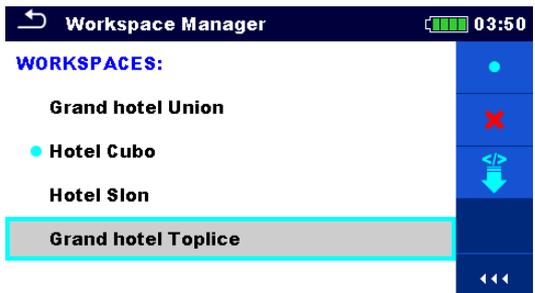
Die importierte Exportdatei wird der Liste der Arbeitsbereiche hinzugefügt.

**Hinweis:**

- ❑ Wenn bereits ein Arbeitsbereich mit demselben Namen vorhanden ist, wird der Name des importierten Arbeitsbereichs geändert (name\_001, name\_002, name\_003...).

### 8.9.9 Exportieren eines Arbeitsbereichs

①



Wählen Sie in der Liste der Arbeitsbereichsverwaltung den Arbeitsbereich aus, der in eine Exportdatei exportiert werden soll.



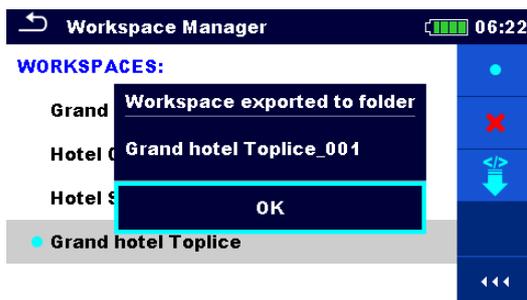
Ruft die Exportoption auf.

②



Vor dem Exportieren des ausgewählten Arbeitsbereichs wird der Benutzer um eine Bestätigung gebeten.

③



Der Arbeitsbereich wird in eine Exportdatei exportiert und zur Liste der Exporte hinzugefügt.

**Hinweis:**

- Wenn bereits eine Exportdatei mit demselben Namen vorhanden ist, wird der Name der Exportdatei geändert (name\_001, name\_002, name\_003, ...).



## 8.10 Benutzerkonten

Eine Anmeldungsaufforderung kann verhindern, dass Unbefugte mit dem Gerät arbeiten. In diesem Menü können die Benutzerkonten verwaltet werden:

- Einstellen, ob zum Arbeiten mit dem Gerät eine Anmeldung erforderlich ist oder nicht.
- Hinzufügen und Löschen von neuen Benutzern, Festlegen der Benutzernamen und Kennwörter.

Die Benutzerkonten können vom Administrator verwaltet werden.

### Werkseitig eingestelltes Administrator-Kennwort: ADMIN

Es wird empfohlen, das werkseitig eingestellte Administrator-Kennwort im Anschluss an die erstmalige Verwendung zu ändern. Wenn Sie das benutzerdefinierte Kennwort vergessen haben, können Sie das zweite Administrator-Kennwort verwenden. Dieses Kennwort entspermt stets die Kontoverwaltung und ist im Lieferumfang des Geräts enthalten.

Wenn ein Benutzerkonto eingerichtet wurde und sich der Benutzer angemeldet hat, wird der Name des Benutzers für die einzelnen Messungen im Speicher gespeichert.

Die einzelnen Benutzer können ihre Kennwörter ändern.

### 8.10.1 Anmelden

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

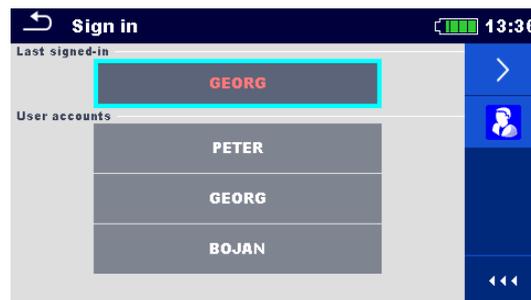
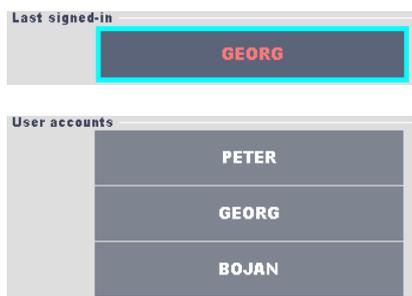


Abbildung 8.13: Anmelde-Menü

## Optionen

### Benutzeranmeldung

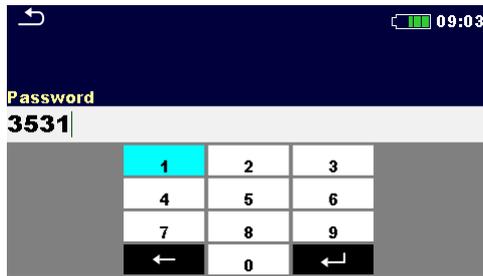


Zunächst sollte der Benutzer ausgewählt werden.

Der zuletzt verwendete Benutzer wird in der ersten Zeile angezeigt.



Melden Sie sich mit dem ausgewählten Benutzernamen an.



Geben Sie das Kennwort ein, und bestätigen Sie dieses.

Das Benutzerkennwort besteht aus einer bis zu vierstelligen Zahl.

### Administrator-Anmeldung



Wählen Sie in den Menüs „Anmelden“ oder „Benutzerprofil“ „Kontoverwaltung“ aus, um zum Kontoverwaltungsmenü zu wechseln.



Zunächst muss das Kontoverwaltungskennwort eingegeben und bestätigt werden.

Das Administrator-Kennwort besteht aus Buchstaben und/oder Zahlen. Bei Buchstaben muss auf die Groß- und Kleinschreibung geachtet werden.

Das Standardkennwort lautet ADMIN.

### 8.10.2 Ändern des Benutzerkennworts, Abmelden



Abbildung 8.14: Benutzerprofil-Menü

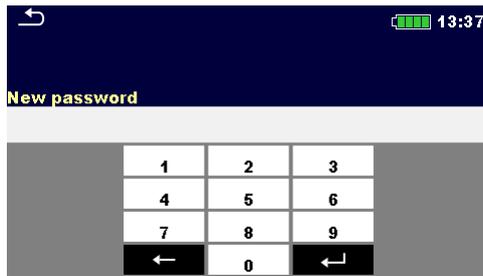
#### Optionen



Meldet den eingestellten Benutzer ab.



Wechselt zum Verfahren für das Ändern des Benutzerkennworts.



Die Benutzer können ihre Kennwörter ändern. Zunächst muss das aktuelle Kennwort und anschließend das neue Kennwort eingegeben werden.



Wechselt zum Kontoverwaltungsmenü.

### 8.10.3 Verwalten von Konten

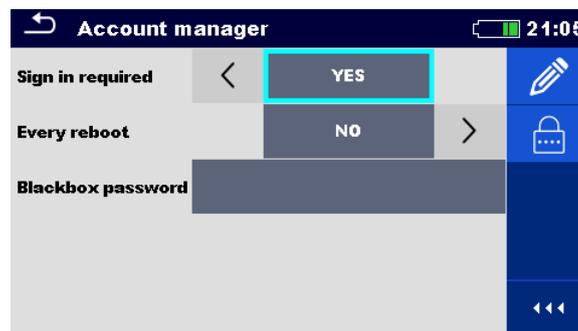
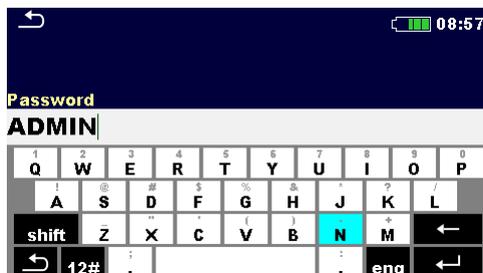


Abbildung 8.15: Kontoverwaltungsmenü

#### Optionen

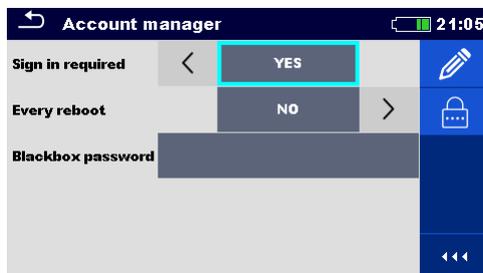


Wählen Sie in den Menüs „Anmelden“ oder „Benutzerprofil“ „Kontoverwaltung“ aus, um zum Kontoverwaltungsmenü zu wechseln.



Zunächst muss das Kontoverwaltungskennwort eingegeben und bestätigt werden.

Das Standardkennwort lautet ADMIN.



Feld, in dem eingestellt wird, ob eine Anmeldung erforderlich ist, um mit dem Gerät zu arbeiten.

Feld, in dem eingestellt wird, ob die Anmeldung einmalig oder bei jedem Einschalten des Geräts erforderlich ist.



Wechselt zum Verfahren für das Ändern des Kontoverwaltungs-(Administrator)-Kennworts.



Zum Ändern des Kennworts müssen das aktuelle und das neue Kennwort eingegeben und bestätigt werden.



Ruft das Menü zum Bearbeiten von Benutzerkonten auf.

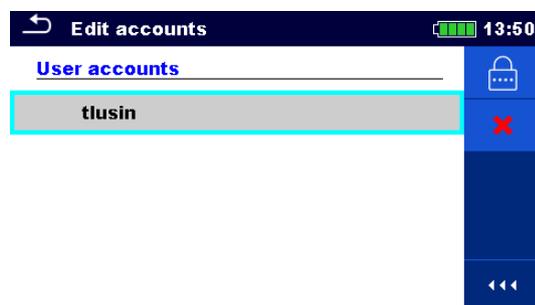
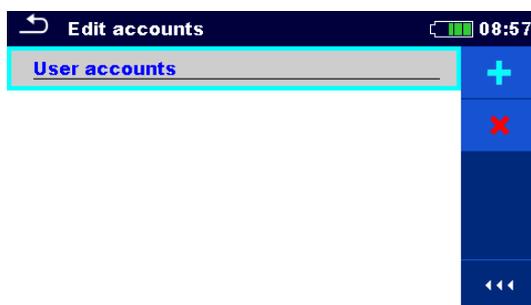
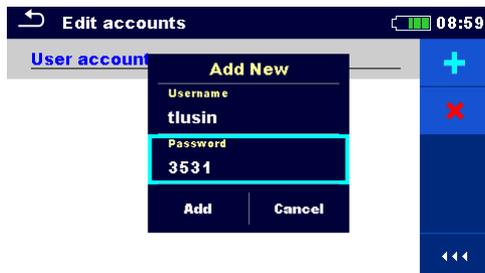


Abbildung 8.16: Menü zum Bearbeiten von Konten

## Optionen



Öffnet das Fenster zum Hinzufügen eines neuen Benutzers.



Im Fenster „Neu hinzufügen“ werden der Name und das ursprüngliche Kennwort des neuen Benutzerkontos festgelegt.

Mit „Hinzufügen“ werden die neuen Benutzerdaten bestätigt.



Ändert das Kennwort des ausgewählten Benutzerkontos.

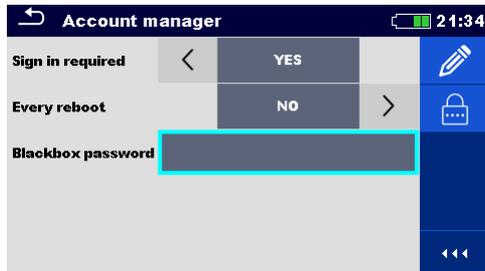


Löscht alle Benutzerkonten. Löscht das ausgewählte Benutzerkonto.

### 8.10.4 Einrichten eines Black-Box-Kennworts

Das Black-Box-Kennwort kann vom Administrator im Menü „Kontoverwaltung“ festgelegt werden. Das eingestellte Black-Box-Kennwort ist für alle Benutzer gültig. Standardmäßig ist das Black-Box-Kennwort leer (deaktiviert).

#### Optionen

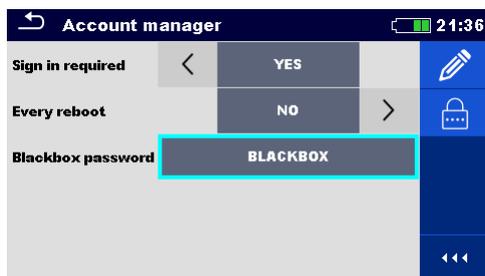


Black-Box-Kennwort hinzufügen oder bearbeiten. Eingabe zum Ändern.



Die Tastatur zum Eingeben eines neuen Black-Box-Kennworts wird geöffnet. Leere Zeichenfolgen deaktivieren das Kennwort.

Eingabe bestätigen.



Das Black-Box-Kennwort wurde geändert.

## 9 Speicherverwaltung

In der Speicherverwaltung können Testdaten gespeichert und bearbeitet werden.

### 9.1 Speicherverwaltungsmenü

Das EI-Testgerät verfügt über eine mehrstufige Struktur. Die Hierarchie der Speicherverwaltung finden Sie in **Abbildung 9.1**. Die Daten werden anhand von Projekt, Objekt (Gebäude, Kraftwerk, Umspannwerk, Sendemast, ...) und Prüfling (Blitzableiter, Erdungsstab, Transformator, Gitter, Zaun, ...) organisiert. Weitere Information finden Sie in Kapitel **Appendix A – Strukturobjekte**.

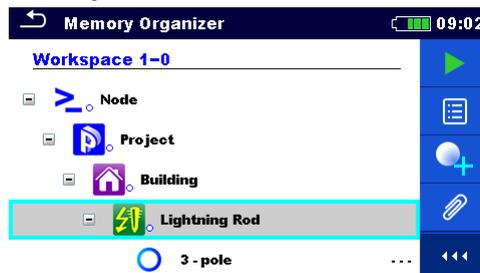


Abbildung 9.1: Standard-Baumstruktur und ihre Hierarchie

#### 9.1.1 Messzustände

Jede Messung verfügt über:

- einen Status (Bestanden, Fehlgeschlagen oder kein Status),
- einen Namen,
- Ergebnisse,
- Grenzwerte und Parameter.

Bei einer Messung kann es sich um einen Einzeltest oder eine Auto Sequence® handeln. Weitere Information finden Sie in den Kapiteln **11 Tests und Messungen** und **12 Auto Sequences®**.

#### Zustände von Einzeltests

- Bestandene Einzeltests mit Testergebnissen
- Fehlgeschlagene Einzeltests mit Testergebnissen
- Beendeter Einzeltest mit Testergebnissen und ohne Status
- Leerer Einzeltest ohne Testergebnisse

#### Gesamtzustände von Auto Sequences®

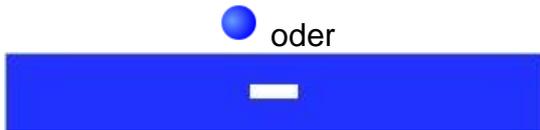


● oder

mindestens ein Einzeltest der Auto Sequence® wurde bestanden, und kein Einzeltest ist fehlgeschlagen

● oder

mindestens ein Einzeltest der Auto Sequence® ist fehlgeschlagen.



es wurde mindestens ein Einzeltest DER Auto Sequence® durchgeführt, und es gab keine weiteren bestandenen oder fehlgeschlagenen Einzeltests.

leere Auto Sequence® mit leeren Einzeltests

**9.1.2 Strukturelemente**

Jedes Strukturelement verfügt über:

- ein Symbol
- einen Namen und
- Parameter.

Optional kann sie verfügen über:

- einen Hinweis auf den Status der Messungen unter der Struktur sowie einen Kommentar oder eine angehängte Datei.



Abbildung 9.2: Strukturprojekt in der Baumstruktur

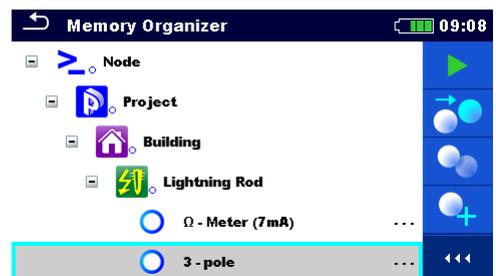
**9.1.3 Anzeige des Messstatus unter dem Strukturelement**

Der Gesamtstatus der Messungen unter den einzelnen Strukturelementen/-unterelementen kann ohne ein Erweitern der Baumstruktur angezeigt werden. Diese Funktion ist nützlich für das schnelle Bewerten des Teststatus sowie als Richtschnur für Messungen.

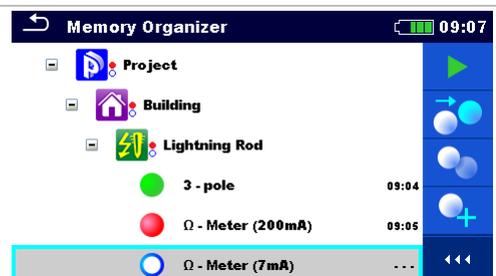
**Optionen**



Unter dem ausgewählten Strukturelement liegen keine Messergebnisse vor. Es sollten Messungen vorgenommen werden.



Mindestens eines der Messergebnisse unter dem ausgewählten Strukturelement ist fehlgeschlagen. Es wurden noch nicht alle Messungen unter dem ausgewählten Strukturelement vorgenommen.





Alle Messungen unter dem ausgewählten Strukturelement wurden abgeschlossen, es ist jedoch mindestens ein Messergebnis fehlgeschlagen.



#### Hinweis:

- Es wird kein Status angezeigt, wenn alle Messergebnisse unter den einzelnen Strukturelementen/-unterelementen bestanden wurden, oder wenn ein leeres Strukturelement/-unterelement (ohne Messungen) vorhanden ist.

### 9.1.4 Vorgänge im Baumstrukturmenü

In der Speicherverwaltung können mithilfe des Bedienfelds auf der rechten Seite des Displays verschiedene Aktionen durchgeführt werden. Welche Aktionen möglich sind, ist abhängig vom in der Verwaltung ausgewählten Element.

#### 9.1.4.1 Vorgänge für Messungen (abgeschlossene oder Leermessungen)

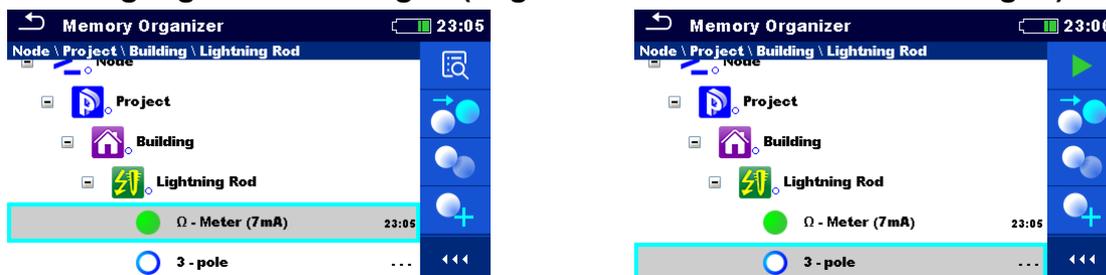


Abbildung 9.3: In der Baumstruktur ist eine Messung ausgewählt

#### Optionen



Zeigt die Messergebnisse an.  
Das Gerät wechselt zum Messungsspeicher-Fenster.



Startet eine neue Messung.  
Das Gerät wechselt zum Fenster für das Starten der Messung.



Klont die Messung.  
Die ausgewählte Messung kann als leere Messung unter demselben Strukturelement kopiert werden. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.7 Klonen einer Messung**.



Kopieren und Einfügen einer Messung.  
Die ausgewählte Messung kann kopiert und als leere Messung an einer beliebigen Stelle der Baumstruktur eingefügt werden. Mehrfaches „Einfügen“ ist zulässig. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.11 Kopieren und Einfügen einer Messung**.



Fügt eine neue Messung hinzu.  
Das Gerät wechselt in das Menü zum Hinzufügen von Messungen. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.5 Hinzufügen einer neuen Messung**.



Löscht eine Messung.

Ausgewählte Messungen können gelöscht werden. Der Benutzer wird vor dem Löschen um eine Bestätigung gebeten. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.13 Löschen einer Messung**.

### 9.1.4.2 Vorgänge für Strukturelemente

Das Strukturelement muss zunächst ausgewählt werden.

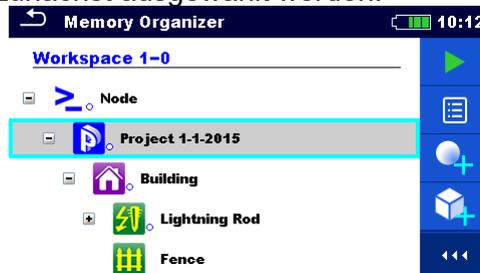


Abbildung 9.4: In der Baumstruktur ist ein Strukturprojekt ausgewählt

#### Optionen



Startet eine neue Messung.

Zunächst sollte die Art der Messung (Einzeltest oder Auto Sequence®) ausgewählt werden. Nachdem die richtige Art ausgewählt wurde, wechselt das Gerät zum Auswahlfenster für Einzeltests oder Auto Sequence®. Siehe Kapitel **10.1 Auswahlmodi**.



Speichert eine Messung.

Speichern der Messung unter dem gewählten Strukturprojekt.



Anzeigen/Bearbeiten von Parametern und Anhängen.

Die Parameter und Anhänge der Strukturelemente können angezeigt oder bearbeitet werden.

Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.3 Anzeigen/Bearbeiten der Parameter und Anhänge einer Struktur**.



Fügt eine neue Messung hinzu.

Das Gerät wechselt in das Menü zum Hinzufügen der Messung zur Struktur. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.5 Hinzufügen einer neuen Messung**.



Fügt ein neues Strukturelement hinzu.

Es können neue Strukturelemente hinzugefügt werden. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.4 Hinzufügen eines neuen Strukturelements**.



Kommentare

Es werden Kommentare angezeigt.



Anhänge.

Es werden der Name und Link des Anhangs angezeigt.



Klont eine Struktur.

Die ausgewählte Struktur kann auf dieselbe Ebene der Baumstruktur kopiert werden (Klonen). Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.6 Klonen eines Strukturelements**.



Benennt ein Strukturelement um.

Ausgewählte Strukturelemente können über das Tastenfeld umbenannt werden. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.14 Umbenennen eines Strukturelements**.



Kopieren und Einfügen einer Struktur.

Die ausgewählte Struktur kann kopiert und an einer beliebigen zulässigen Stelle der Baumstruktur eingefügt werden. Mehrfaches „Einfügen“ ist zulässig. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.8 Kopieren und Einfügen eines Strukturelements**.



Ausschneiden und Einfügen einer Struktur.

Die ausgewählte Struktur kann mit den untergeordneten Elementen (Unterstrukturen und Messungen) an eine beliebige zulässige Stelle der Baumstruktur verschoben werden. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.10 Ausschneiden und Einfügen eines Strukturelements mit Unterelementen**.



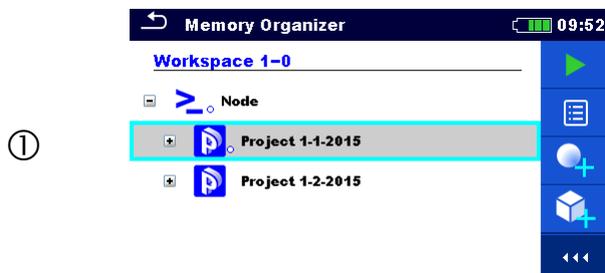
Löscht ein Strukturelement.

Ausgewählte Strukturelemente und Unterelemente können gelöscht werden. Der Benutzer wird vor dem Löschen um eine Bestätigung gebeten. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.12 Löschen eines Strukturelements**.

### 9.1.4.3 Anzeigen/Bearbeiten der Parameter und Anhänge einer Struktur

In diesem Menü werden die Parameter und deren Inhalte angezeigt. Um den ausgewählten Parameter zu bearbeiten, tippen Sie ihn, oder drücken Sie die Tabulator- und anschließend die Eingabetaste, um das Menü für das Bearbeiten der Parameter zu öffnen.

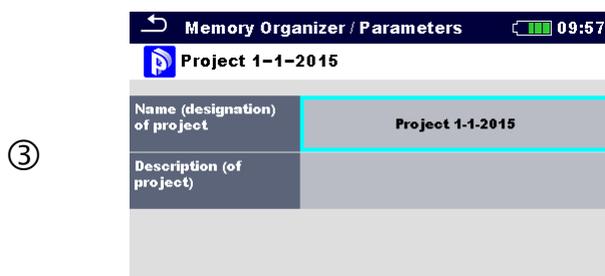
#### Vorgehensweise



Wählen Sie das zu bearbeitende Strukturelement aus.



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Parameter“ aus.



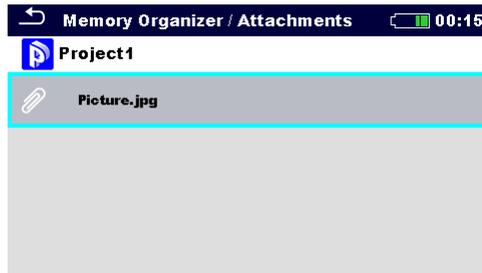
Beispiel für das Parameter-Menü.

Im Menü zum Bearbeiten von Parametern kann der Wert des Parameters aus einer Dropdown-Liste ausgewählt oder über die Tastatur eingegeben werden. In Kapitel **6 Bedienung des** Geräts finden Sie weitere Informationen zur Tastaturbedienung.



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Anhänge“ aus.

③a



Anhänge  
Der Name des Anhangs wird angezeigt.  
Anhänge werden vom Gerät nicht unterstützt.

②b



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Kommentare“ aus.

③b



Kommentare  
Hier wird der vollständige (ungekürzte) an das Strukturobjekt angehängte Kommentar angezeigt.

#### 9.1.4.4 Hinzufügen eines neuen Strukturelements

In diesem Menü kann der Baumstruktur ein neues Strukturelement hinzugefügt werden. Ein neues Strukturelement kann ausgewählt und anschließend der Baumstruktur hinzugefügt werden.

##### Vorgehensweise

①



Ausgangsstruktur in der Standardeinstellung.

②



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Struktur hinzufügen“ aus.

③



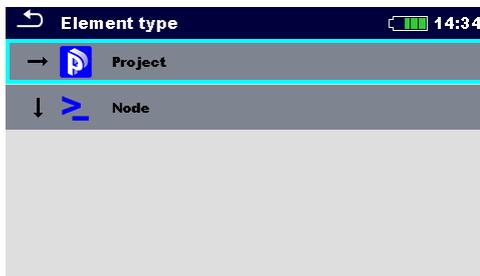
Menü für das Hinzufügen eines neuen Strukturprojekts.

④a



Tippen Sie auf ein Strukturtyp-Auswahlfenster.

④b



Es wird eine Liste der verfügbaren Strukturelemente angezeigt. Wählen Sie eines aus der Liste aus. Der Pfeil zeigt die Position an, an der das Strukturelement eingefügt werden soll.

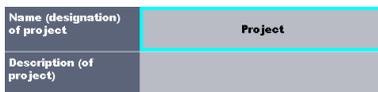


Untergeordnetes Element des aktuell ausgewählten Strukturelements.



Strukturelement, das sich in der gleichen Ebene befindet.

④c



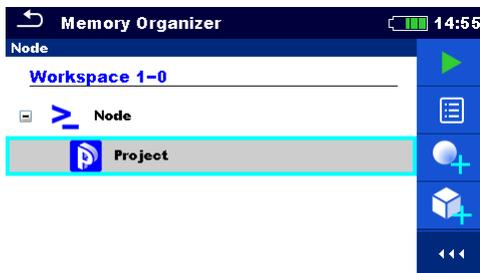
Im Menü zum Bearbeiten von Namen und Parametern kann der Wert des Parameters aus einer Dropdown-Liste ausgewählt oder über die Tastatur eingegeben werden. In Kapitel **6 Bedienung des** Geräts finden Sie weitere Informationen zur Tastaturbedienung.

⑤



Erstellen Sie ein neues Strukturelement.

⑥

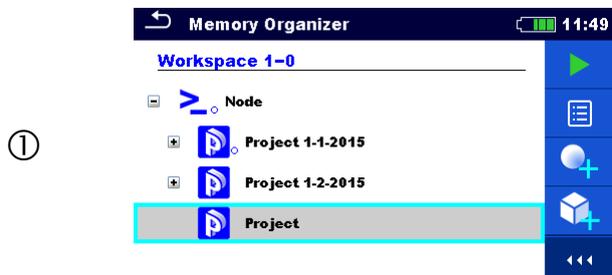


Es wurde ein neues Projekt hinzugefügt.

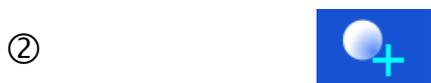
### 9.1.4.5 Hinzufügen einer neuen Messung

In diesem Menü können neue leere Messungen eingestellt und anschließend der Baumstruktur hinzugefügt werden. Zunächst werden die Art der Messung, die Messfunktion und die Parameter ausgewählt, um sie anschließend unter dem ausgewählten Strukturelement hinzuzufügen.

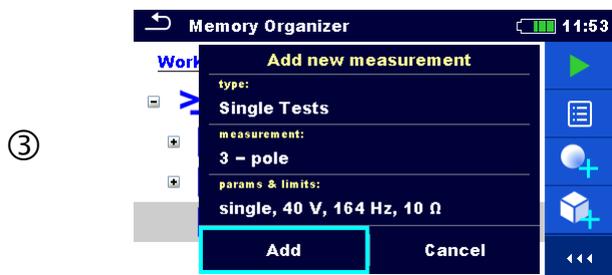
#### Vorgehensweise



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



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Messung hinzufügen“ aus.



Fügen Sie im Menü eine neue Messung hinzu.



In diesem Feld kann die Art des Tests ausgewählt werden. Optionen: Einzeltests, Auto-Sequence®. Tippen Sie auf ein Feld, oder drücken Sie die Eingabetaste, um diese zu ändern.



In der Standardeinstellung wird die zuletzt hinzugefügte Messung vorgeschlagen. Um eine andere Messung auszuwählen, tippen Sie auf das Feld, oder drücken Sie die Eingabetaste, um das Auswahlmeneü für Messungen zu öffnen.



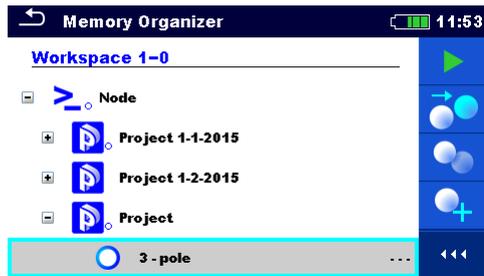
Wählen Sie den Parameter aus, und ändern Sie ihn wie zuvor beschrieben. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **10.1.2 Einstellen von Parametern und Grenzwerten für Einzeltests**.



Fügt die Messung unter dem im Menü ausgewählten Strukturprojekt hinzu.

Keht ohne Änderungen zum Baumstrukturmenü zurück.

⑥



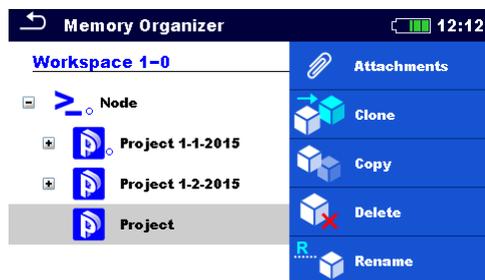
Eine neue leere Messung wird unter dem ausgewählten Strukturprojekt hinzugefügt.

### 9.1.4.6 Klonen eines Strukturelements

In diesem Menü kann das ausgewählte Strukturelement auf die gleiche Ebene der Baumstruktur kopiert (geklont) werden. Das geklonte Strukturelement hat den gleichen Namen wie das Original.

#### Vorgehensweise

①



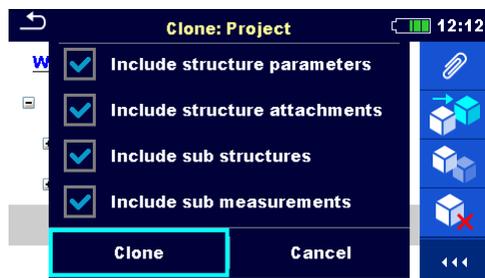
Wählen Sie das zu klonende Strukturelement aus.

②



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Klonen“ aus.

③



Das Menü „Struktur klonen“ wird angezeigt. Die Unterelemente des ausgewählten Strukturelements können zum Klonen markiert oder abgewählt werden. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.9 Klonen und Einfügen von Unterelementen des ausgewählten Strukturelements**.

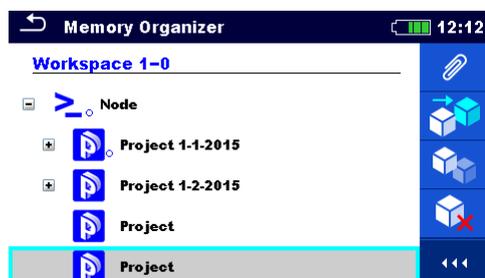
④



Das ausgewählte Strukturelement wird auf die gleiche Ebene der Baumstruktur kopiert (geklont).

Das Klonen wird abgebrochen. Keine Änderungen an der Baumstruktur.

⑤

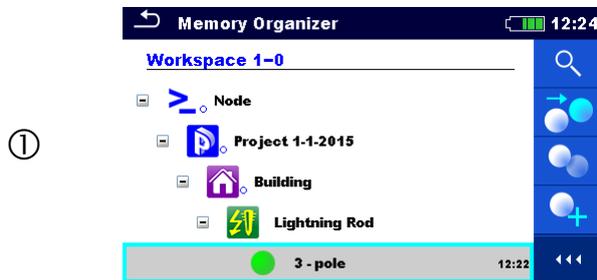


Das neue Strukturelement wird angezeigt.

### 9.1.4.7 Klonen einer Messung

Mithilfe dieser Funktion kann eine ausgewählte leere oder abgeschlossene Messung als leere Messung auf die gleiche Ebene der Baumstruktur kopiert (geklont) werden.

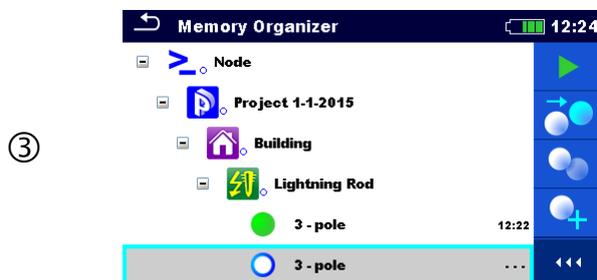
#### Vorgehensweise



Wählen Sie die zu klonende Messung aus.



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Klonen“ aus.

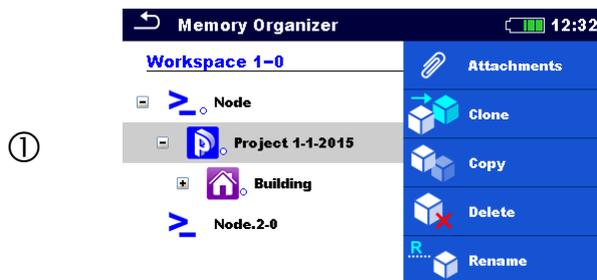


Es wird eine neue leere Messung angezeigt.

### 9.1.4.8 Kopieren und Einfügen eines Strukturelements

In diesem Menü kann das ausgewählte Strukturelement kopiert und an einer beliebigen zulässigen Stelle der Baumstruktur eingefügt werden.

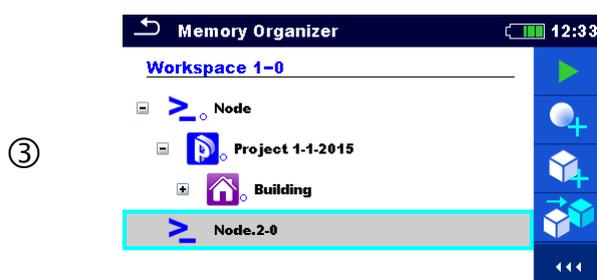
#### Vorgehensweise



Wählen Sie das zu kopierende Strukturelement aus.



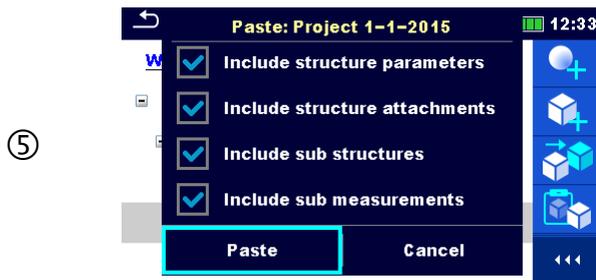
Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Kopieren“ aus.



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



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Einfügen“ aus.

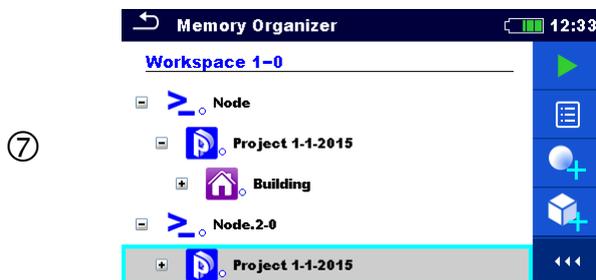


Das Menü „Struktur einfügen“ wird angezeigt. Vor dem Kopieren kann eingestellt werden, welche Unterelemente des ausgewählten Strukturelements mitkopiert werden sollen. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.4.9 Klonen und Einfügen von Unterelementen des ausgewählten Strukturelements**.



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

Keht ohne Änderungen zum Baumstrukturmenü zurück.



Das neue Strukturelement wird angezeigt.

**Hinweis:**

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

### 9.1.4.9 Klonen und Einfügen von Unterelementen des ausgewählten Strukturelements

Wenn ein Strukturelement zum Klonen oder zum Kopieren und Einfügen ausgewählt wurde, müssen zudem seine Unterelemente ausgewählt werden. Die folgenden Optionen sind verfügbar:

#### Optionen

Include structure parameters

Die Parameter des ausgewählten Strukturelements werden ebenfalls geklont/eingefügt.

Include structure attachments

Die Anhänge des ausgewählten Strukturelements werden ebenfalls geklont/eingefügt.

Include sub structures

Die Strukturelemente der untergeordneten Ebenen des ausgewählten Strukturelements (Unterstrukturen) werden ebenfalls geklont/eingefügt.

Include sub measurements

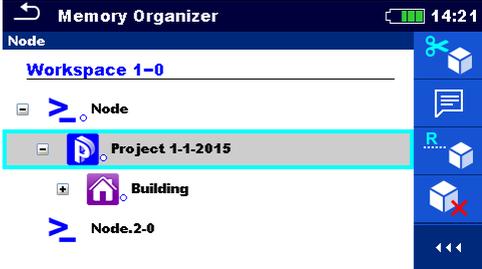
Die Messungen in den ausgewählten Strukturelementen und untergeordneten Ebenen (Unterstrukturen) werden ebenfalls geklont/eingefügt.

### 9.1.4.10 Ausschneiden und Einfügen eines Strukturelements mit Unterelementen

In diesem Menü kann ein ausgewähltes Strukturelement mit Unterelementen (Unterstrukturen und Messungen) ausgeschnitten und an eine beliebige zulässige Stelle der Baumstruktur eingefügt (verschoben) werden.

#### Vorgehensweise

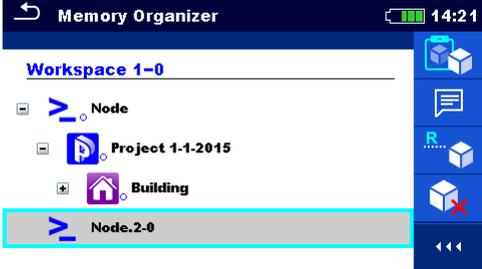
- ①



Wählen Sie das zu verschiebende Strukturelement aus.
- ②



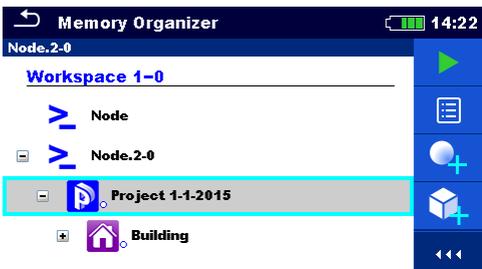
Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Ausschneiden“ aus.
- ③



Wählen Sie die neue Stelle aus, an die das Strukturelement (mit Unterstrukturen und Messungen) verschoben werden soll.
- ④



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Einfügen“ aus.
- ⑤



Das Strukturelement (mit Unterstrukturen und Messungen) wird an die ausgewählte neue Position verschoben und von der vorherigen Position in der Baumstruktur gelöscht.

### 9.1.4.11 Kopieren und Einfügen einer Messung

In diesem Menü kann die ausgewählte Messung kopiert und an eine beliebige zulässige Stelle der Baumstruktur kopiert werden.

#### Vorgehensweise

- ①



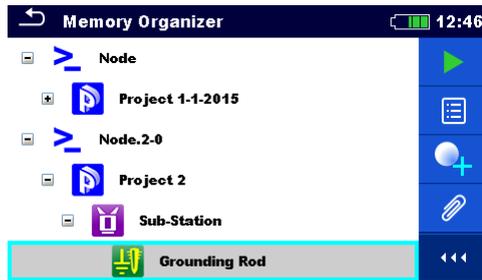
Wählen Sie die zu kopierende Messung aus.

②



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Kopieren“ aus.

③



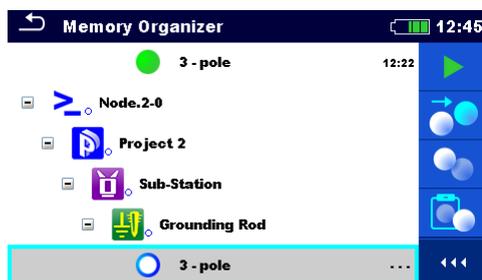
Wählen Sie die Stelle aus, an der die Messung eingefügt werden soll.

④



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Einfügen“ aus.

⑤



Im ausgewählten Strukturelement wird eine neue (leere) Messung angezeigt.

**Hinweis:**

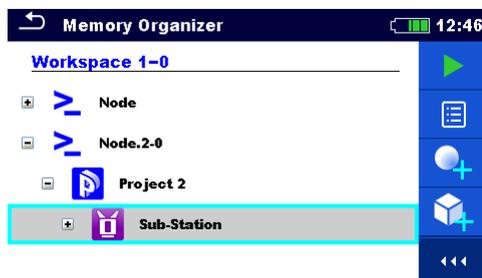
- Der Befehl „Einfügen“ kann ein- oder mehrmals ausgeführt werden.

### 9.1.4.12 Löschen eines Strukturelements

In diesem Menü kann das ausgewählte Strukturelement gelöscht werden.

#### Vorgehensweise

①



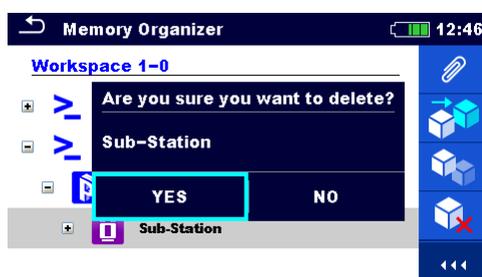
Wählen Sie das zu löschende Strukturelement aus.

②



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Löschen“ aus.

③



Es wird ein Bestätigungsfenster angezeigt.

④

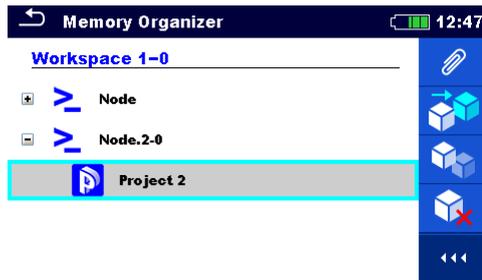
YES

NO

Das ausgewählte Strukturelement und seine Unterelemente werden entfernt.

Keht ohne Änderungen zum Baumstrukturmenü zurück.

⑤



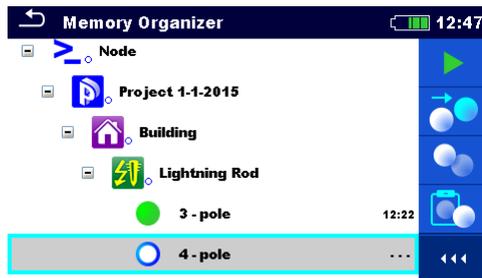
Struktur ohne gelöscht  
Strukturelement.

### 9.1.4.13 Löschen einer Messung

In diesem Menü kann die ausgewählte Messung gelöscht werden.

#### Vorgehensweise

①



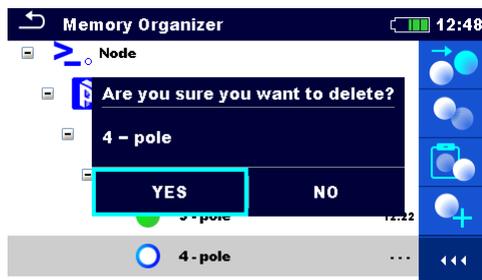
Wählen Sie eine zu löschende Messung aus.

②



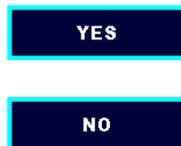
Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Löschen“ aus.

③



Es wird ein Bestätigungsfenster angezeigt.

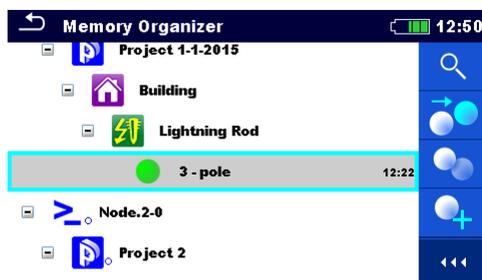
④



Die ausgewählte Messung wird gelöscht.

Keht ohne Änderungen zum Baumstrukturmenü zurück.

⑤

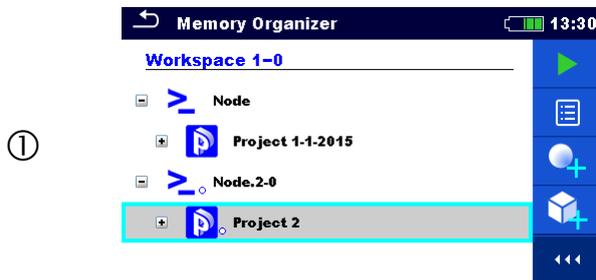


Struktur ohne gelöschte Messung.

### 9.1.4.14 Umbenennen eines Strukturelements

In diesem Menü kann das ausgewählte Strukturelement umbenannt werden.

#### Vorgehensweise



Wählen Sie das umzubennende Strukturelement aus.

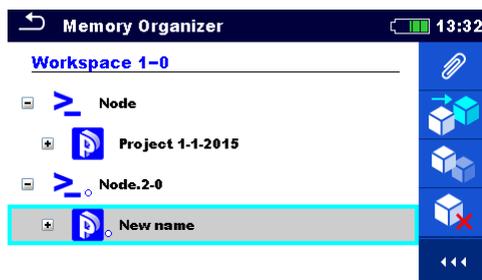
②



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Umbenennen“ aus.

Auf dem Bildschirm wird die virtuelle Tastatur angezeigt. Geben Sie den neuen Text ein, und bestätigen Sie diesen. Weitere Informationen zur Tastaturbedienung finden Sie in Kapitel 6.3 **Virtuelle Tastatur**.

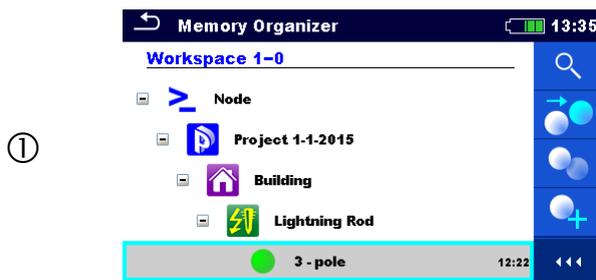
③



Strukturelement mit dem geänderten Namen.

### 9.1.4.15 Erneutes Abrufen und Testen einer ausgewählten Messung

#### Vorgehensweise



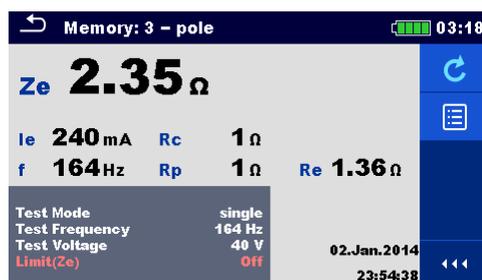
Wählen Sie die abzurufende Messung aus.

②



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Ergebnisse erneut aufrufen“ aus.

③



Die Messung wird erneut abgerufen.

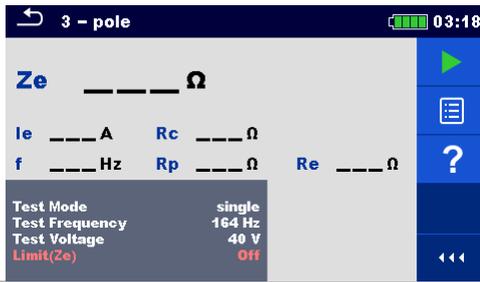
Die Parameter und Grenzwerte können angezeigt, jedoch nicht bearbeitet werden.

④



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Erneut testen“ aus.

⑤



Das Fenster zum Starten des erneuten Tests wird angezeigt.

⑤ a



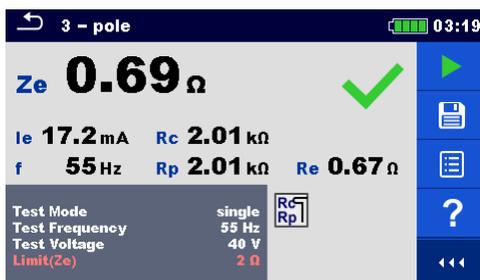
Die Parameter und Grenzwerte können angezeigt und bearbeitet werden.

⑥



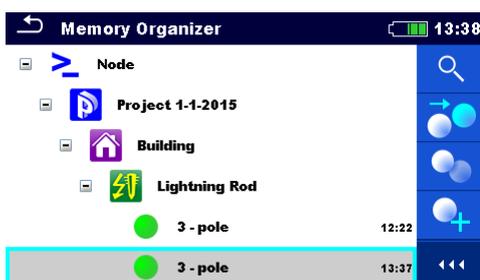
Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Ausführen“ aus, um die Messung erneut zu testen.

⑦



Ergebnisse/Teilergebnisse nach dem erneuten Durchführen der aufgerufenen Messung.

⑧



Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Ergebnisse speichern“ aus.

Die erneut getestete Messung wird unter demselben Strukturelement gespeichert wie die ursprüngliche Messung. Es wird die aktualisierte Speicherstruktur mit der erneut durchgeführten Messung angezeigt.

## 10 Einzeltests

Einzelmessungen und -tests können im Einzeltest-Hauptmenü oder in den Haupt- und Untermenüs der Speicherverwaltung ausgewählt werden.

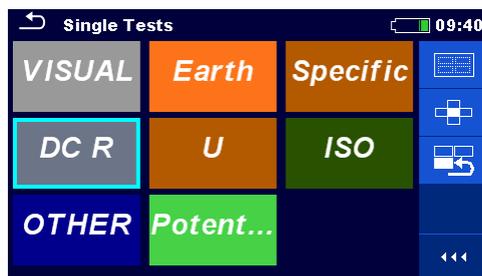
### 10.1 Auswahlmodi

Im Einzeltest-Hauptmenü sind drei Modi für das Auswählen von Einzeltests verfügbar.

#### Optionen



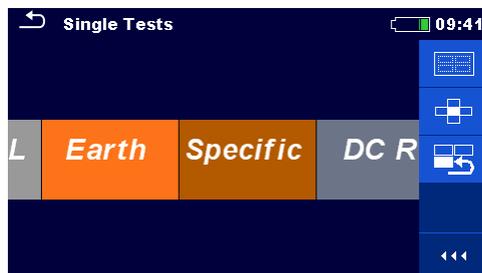
#### Gruppen



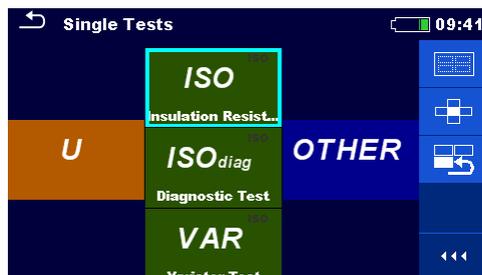
Die Einzeltests sind in Gruppen mit ähnlichen Tests unterteilt.



#### Kreuz-Auswahlsymbol



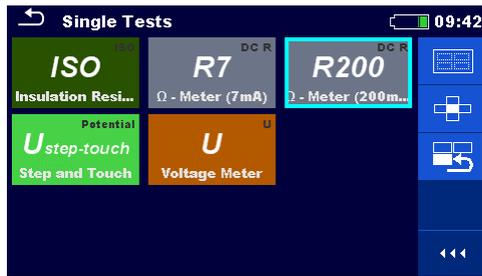
Bei diesem Auswahlmodus handelt es sich um die schnellste Arbeitsweise mit der Tastatur. Die Einzeltestgruppen sind in Zeilen organisiert.



Für die ausgewählte Gruppe werden alle Einzeltests angezeigt. Sie können mühelos mit den Nach oben-/Nach unten-Tasten ausgewählt werden.



#### Zuletzt verwendet



Es werden die neun zuletzt durchgeführten Einzeltests angezeigt.

### 10.1.1 Einzeltest-Fenster

In den Einzeltest-Fenstern werden die Messergebnisse, Teilergebnisse, Grenzwerte und Parameter der Messung angezeigt. Außerdem werden Online-Status, Warnungen und weitere Informationen angezeigt.

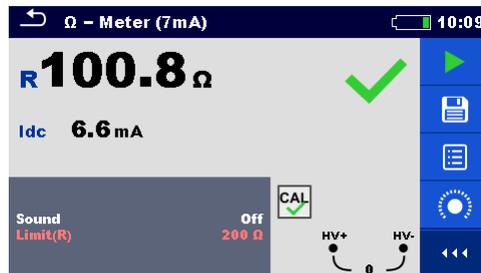


Abbildung 10.1: Aufteilung des Einzeltest-Fensters Beispiel für eine Messung mit dem Ω-Messgerät (7 mA)

#### Aufteilung des Einzeltest-Fensters:



Hauptzeile:

- ESC-Taste
- Funktionsname
- Akku-Status
- Zeit



Bedienfeld (verfügbare Optionen)

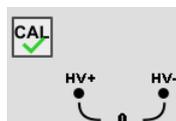


Parameter (weiß) und Grenzwerte (rot)



Ergebnisfeld:

- Hauptergebnis(e)
- Teilergebnis(e)
- BESTANDEN/FEHLGESCHLAGEN-Bewertung

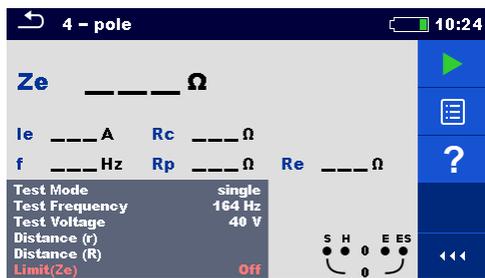


Warnsymbole, Meldungsfield und Anschlussspannungsfenster

### 10.1.2 Einstellen von Parametern und Grenzwerten für Einzeltests

#### Vorgehensweise

①



Wählen Sie den Test oder die Messung aus.

Auf den Test kann zugegriffen werden über das:

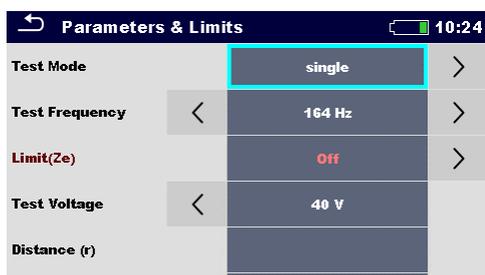
- Einzeltest-Menü oder
- das Speicherverwaltungsmenü, sobald die leere Messung in der ausgewählten Struktur erstellt wurde.

②

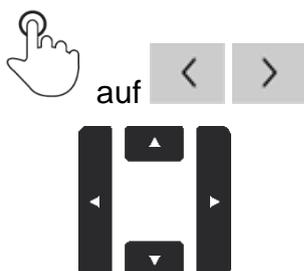


Wählen Sie auf dem Bedienfeld „Parameter“ aus.

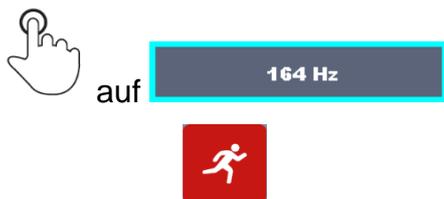
③



Wählen Sie den zu bearbeitenden Parameter oder den einzustellenden Grenzwert aus.

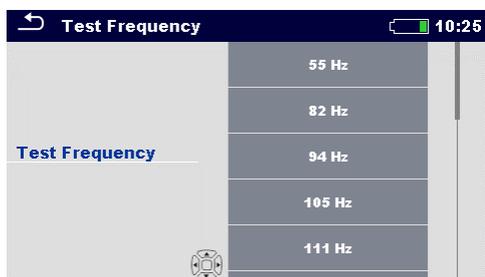


Stellen Sie den Parameter/Grenzwert ein.

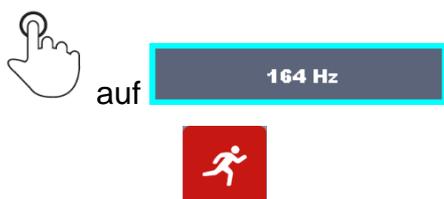


Öffnet das Menü „Wert festlegen“.

③ a



Menü „Wert festlegen“.



Bestätigt einen neuen Parameter oder Grenzwert und beendet das Menü „Wert festlegen“.

④



Übernimmt die neuen Parameter und Grenzwerte.

### 10.1.3 Einzeltest-Ergebnisfenster

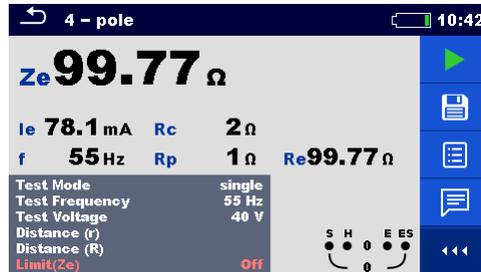


Abbildung 10.2: Einzeltest-Ergebnisfenster Beispiel für eine 4-polige Messung

#### Optionen (nach Abschluss der Messung)



Startet eine neue Messung.

Speichert das Ergebnis.

Eine neue Messung wurde aus einem Strukturobjekt der Baumstruktur ausgewählt und begonnen:

- Die Messung wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.

Eine neue Messung wurde im Einzeltest-Hauptmenü gestartet:

- In der Standardeinstellung wird sie unter dem zuletzt ausgewählten Strukturobjekt gespeichert. Der Benutzer kann ein anderes Strukturobjekt auswählen oder ein neues erstellen.



- Wenn Sie im Speicherverwaltungsmenü auf  drücken, wird die Messung am ausgewählten Speicherort gespeichert.

Eine leere Messung wurde in der Baumstruktur ausgewählt und begonnen:

- die Ergebnisse werden der Messung hinzugefügt. Der Status der Messung wechselt von „leer“ zu „abgeschlossen“.

In der Baumstruktur wurde eine bereits durchgeführte Messung ausgewählt, angezeigt und anschließend neu gestartet:

- Eine neue Messung wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.



Öffnet die Hilfe-Fenster.



Öffnet das Menü zum Ändern der Parameter und Grenzwerte der ausgewählten Messungen. In Kapitel **10.1.2**



auf

Test Mode	single
Test Frequency	55 Hz
Test Voltage	40 V
Distance (r)	
Distance (R)	
Limit(Ze)	Off

**Einstellen von Parametern und Grenzwerten für Einzeltests** finden Sie weitere Informationen zum Ändern der Messparameter und Grenzwerte.



gedrückt halten auf

Ze <b>99.77</b> $\Omega$			
Ie	78.1 mA	Rc	2 $\Omega$
f	55 Hz	Rp	1 $\Omega$
		Re	99.77 $\Omega$

Wechselt zum Kreuz-Auswahlsymbol zum Auswählen von Tests oder Messungen.

### 10.1.4 Fenster zum erneuten Abrufen von Einzeltestergebnissen

Memory 2/2: 4 - pole		10:42	
Ze <b>99.77</b> $\Omega$			
Ie	78.1 mA	Rc	2 $\Omega$
f	55 Hz	Rp	1 $\Omega$
		Re	99.77 $\Omega$
Test Mode	single		
Test Frequency	55 Hz		
Test Voltage	40 V		
Distance (r)			
Distance (R)			
Limit(Ze)	Off		
		14.Apr.2020	
		10:41:53	

Abbildung 10.3: Abgerufene Ergebnisse der ausgewählten Messung, Beispiel für die abgerufenen Ergebnisse einer 4-poligen-Messung

### Optionen



Erneut testen

Ruft das Startfenster für eine erneute Messung auf.



auf

Test Mode	single
Test Frequency	55 Hz
Test Voltage	40 V
Distance (r)	
Distance (R)	
Limit(Ze)	Off

Öffnet das Menü zum Ändern der Parameter und Grenzwerte der ausgewählten Messungen. In Kapitel **10.1.2 Einstellen von Parametern und Grenzwerten für Einzeltests** finden Sie weitere Informationen zum Ändern der Messparameter und Grenzwerte.

### 10.1.5 Einzeltest-Fenster (Sichtprüfung)

Sichtprüfungen können als eine spezielle Klasse von Tests behandelt werden. Es werden die Sichtprüfungselemente angezeigt. Zusätzlich werden der Online-Status und weitere Informationen angezeigt.

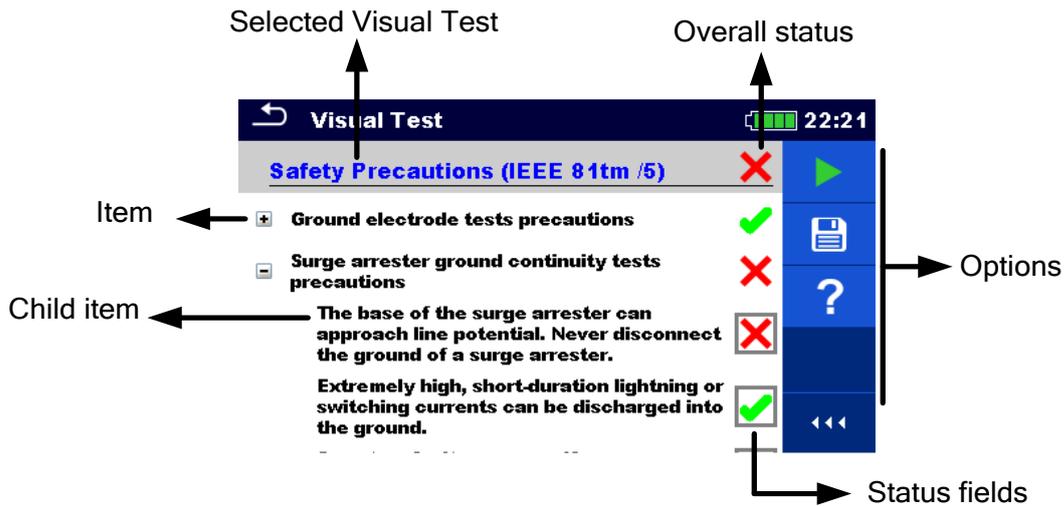


Abbildung 10.4: Aufteilung des Sichtprüfungsfensters

### 10.1.6 Einzeltest-Startfenster (Sichtprüfung)

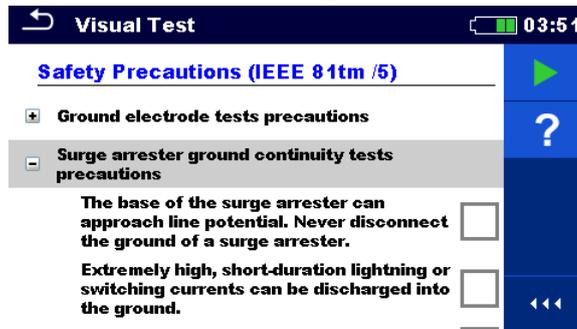


Abbildung 10.5: Aufteilung des Sichtprüfungsfensters

Optionen (vor der Sichtprüfung wurde das Fenster im Hauptmenü der Speicherverwaltung oder im Einzeltest-Hauptmenü geöffnet):



Startet die Sichtprüfung



Öffnet die Hilfe-Fenster.

10.1.7 Einzeltest-Fenster (Sichtprüfung) während des Tests

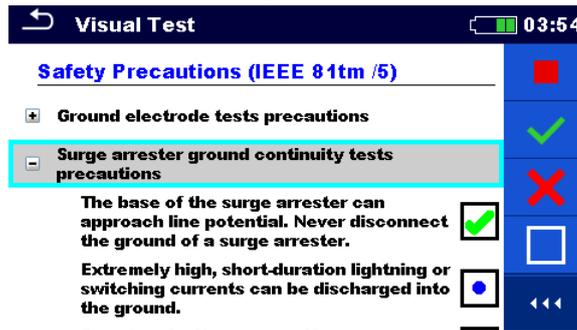
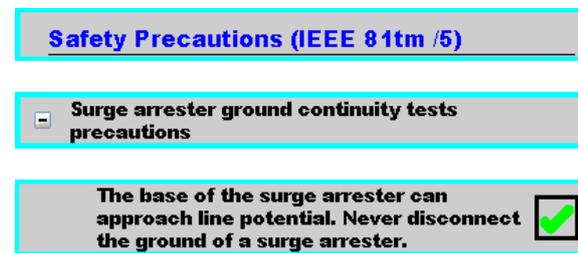


Abbildung 10.6: Sichtprüfungsfenster während des Tests

Optionen (während des Tests)



Wählt das Element aus.



Übernimmt „Bestanden“ für das ausgewählte Element oder die Gruppe von Elementen.



Übernimmt „Fehlgeschlagen“ für das ausgewählte Element oder die Gruppe von Elementen.



Löscht den Status für das ausgewählte Element oder die Gruppe von Elementen.



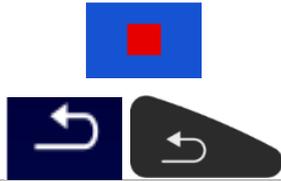
Übernimmt den Status, dass das Element oder die Gruppe von Elementen geprüft wurde.



Es kann ein Status übernommen werden.



Schaltet zwischen den Status um.



Wechselt zum Ergebnisfenster.

### 10.1.8 Einzeltest-Ergebnisfenster (Sichtprüfung)

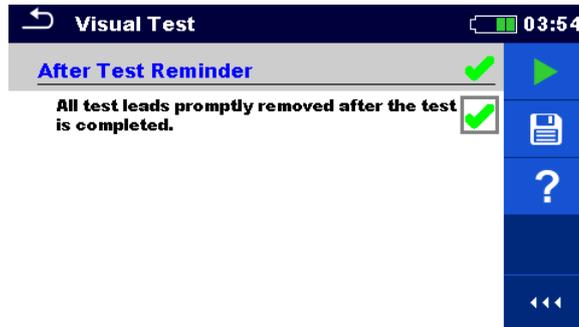


Abbildung 10.7: Ergebnisfenster für Sichtprüfungen

Optionen (nach Abschluss der Sichtprüfung)



Startet eine neue Sichtprüfung.

Speichert das Ergebnis.

Eine neue Sichtprüfung wurde aus einem Strukturobjekt der Baumstruktur ausgewählt und begonnen:

- Die Sichtprüfung wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.

Eine neue Sichtprüfung wurde im Einzeltest-Hauptmenü gestartet:



- In der Standardeinstellung wird sie unter dem zuletzt ausgewählten Strukturobjekt gespeichert. Der Benutzer kann ein anderes Strukturobjekt auswählen oder ein neues erstellen. Wenn

Sie im Speicherverwaltungsmenü auf  drücken, wird die Sichtprüfung am ausgewählten Speicherort gespeichert.

Eine leere Sichtprüfung wurde in der Baumstruktur ausgewählt und begonnen:

- die Ergebnisse werden der Sichtprüfung hinzugefügt. Der Status der Sichtprüfung wechselt von „leer“ zu „abgeschlossen“.

In der Baumstruktur wurde eine bereits durchgeführte Sichtprüfung

ausgewählt, angezeigt und anschließend neu gestartet:

Eine neue Messung wird unter dem ausgewählten Strukturobjekt gespeichert.

### 10.1.9 Einzeltest-Speicherfenster (Sichtprüfung)

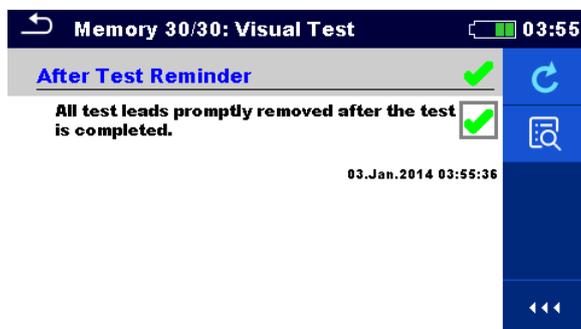


Abbildung 10.8: Speicherfenster für Sichtprüfungen

#### Optionen



Erneut testen



Wechselt zum Startfenster und startet die neue Sichtprüfung.



Einstellen des Cursors für das Anzeigen von Daten auf mehreren Seiten.

# 11 Tests und Messungen

## 11.1 Sichtprüfungen

Sichtprüfungen dienen als Richtschnur für das Einhalten von Sicherheitsstandards vor dem Testen. Um diese Sichtprüfungen durchzuführen, wählen Sie unter „Einzeltests“ SICHT aus. Sichtprüfungen werden durchgeführt, um vor dem Starten des Tests alle Sicherheitsüberprüfungen durchzuführen.

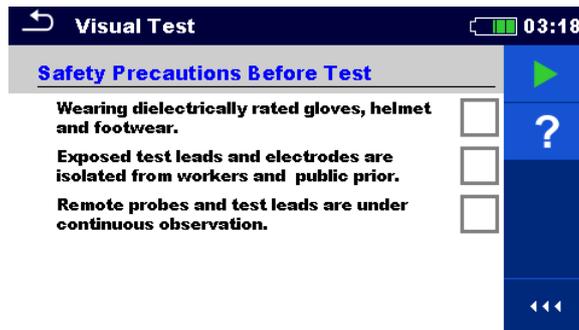


Abbildung 11.1: Sichtprüfungsmenü

### Optionen

	Bestanden
	Fehlgeschlagen
	Leer
	Geprüft

### Sicherheitsvorkehrungen vor dem Test

Nr.	Beschreibung	Werte
1	Tragen von Handschuhen, Helm und Schuhen mit dielektrischem Schutz.	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft
2	Freiliegende Prüflleitungen und Elektroden werden vorab von Arbeitern und Passanten abgeschirmt.	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft
3	Fernprüfspitzen und Prüflleitungen stehen unter ständiger Beobachtung.	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft

Tabelle 11.1: Sichtprüfung – Sicherheitsvorkehrungen vor der Prüfung

### Gefahrenquellen während der Tests

Nr.	Beschreibung	Werte
1	Meiden Sie nicht geerdete Enden der Prüflleitungen.	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft
2	Überspannungsableiter kann sich dem Leitungspotenzial nähern.	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft
3	Trennen Sie niemals die Erdung.	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft
4	Blitz- oder Schaltströme können in die Erde abgeleitet werden.	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft
5	Es kann ein Systemfehler auftreten, wenn während des Tests ein	Bestanden/Nicht

	Überspannungsableiter ausfällt.	bestanden/Leer/Geprüft
6	Beim Trennen von Neutral- und Schirmleitern kann eine Gefahrensituation eintreten.	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft
7	Wenn Strom durch die miteinander verbundenen Schirmleiter fließt, kann eine Gefahrensituation eintreten.	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft
8	Hohe Spannungen können auftreten, wenn der Neutralleiter von einem unter Spannung stehenden Gerät getrennt wird.	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft

Tabelle 11.2: Sichtprüfung – Gefahren während der Prüfung

**Erinnerung im Anschluss an den Test**

Nr.	Beschreibung	Werte
1	Alle Messleitungen müssen nach Abschluss des Tests unverzüglich entfernt werden.	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft

Tabelle 11.3: Sichtprüfung – Erinnerung im Anschluss an die Prüfung

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

Nr.	Beschreibung	Werte
1	<b>Vorkehrungen für Erdungselektrodentests.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die mit dem Arbeiten mit Prüfleitungen verbundenen Gefahren werden durch das Tragen von Handschuhen und dielektrischem Schuhwerk verringert.</li> <li>Freiliegende Prüfleitungen und Elektroden werden vorab von Arbeitern und Passanten abgeschirmt.</li> <li>Kurze Testzeiträume werden sichergestellt, und alle Prüfleitungen werden nach Abschluss des Tests unverzüglich entfernt.</li> <li>Fernprüfspitzen und Prüfleitungen stehen unter ständiger Beobachtung.</li> <li>Nicht geerdete Enden von Prüfleitungen, die parallel zu einer stromführenden Leitung verlaufen, werden durch die physische Ausrichtung der Prüfleitungen, durch die Erdung oder durch beides abgeschwächt.</li> </ul>	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft
2	<b>Vorkehrungen für Erdungsdurchgangstests an Überspannungsableitern.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Sockel des Überspannungsableiters kann sich dem Leitungspotential nähern. Trennen Sie niemals die Erdung eines Überspannungsableiters.</li> <li>Extrem hohe sowie kurzzeitige Blitz- oder Schaltströme können in die Erde abgeleitet werden.</li> <li>Es kann ein Systemfehler auftreten, wenn während des Tests ein Überspannungsableiter ausfällt.</li> </ul>	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft
3	<b>Es kann ein Systemfehler auftreten, wenn ein Überspannungsableiter während des Tests ausfällt.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Das Trennen der Neutral- und Schirmleiter kann gefährliche Spannungen erzeugen.</li> <li>Die Gefahr kann unabhängig davon auftreten, ob die Leitung unter Spannung steht oder nicht, da Strom durch die miteinander verbundenen Schirmleiter fließt.</li> </ul>	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft
4	<b>Vorkehrungen für Neutralleiter-Erdungstests an Anlagen.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Spannungen können auftreten, wenn der Neutralleiter von einem unter Spannung stehenden Gerät getrennt wird.</li> </ul>	Bestanden/Nicht bestanden/Leer/Geprüft

Tabelle 11.4: Sichtprüfung – Sicherheitsvorkehrungen (IEEE 81tm /5)

**Sichtprüfungsverfahren:**

<input type="checkbox"/> Wählen Sie die Funktion „Sicht“ aus. <input type="checkbox"/> Beginnen Sie die Sichtprüfung.
--

- Führen Sie die Sichtprüfung durch.
- Übernehmen Sie die entsprechenden Ticker für die Objekt.
- Beenden Sie die Sichtprüfung .
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).



Abbildung 11.2: Beispiel für die Sichtprüfungsergebnisse

## 11.2 Spannungs- und Frequenzmessungen [U/f]

Bei der Spannungsmessung handelt es sich um eine häufige Funktion, z. B. beim Suchen nach Installationsfehlern oder als Sicherheitsmaßnahme vor dem Beginn von Installationsanpassungen.

### 11.2.1 Spannungsmesser

Es handelt sich um eine einfache Funktion für das kontinuierliche Messen der Gleich- und Wechselspannung sowie der Frequenz an den HV+- und HV--Anschlüssen.

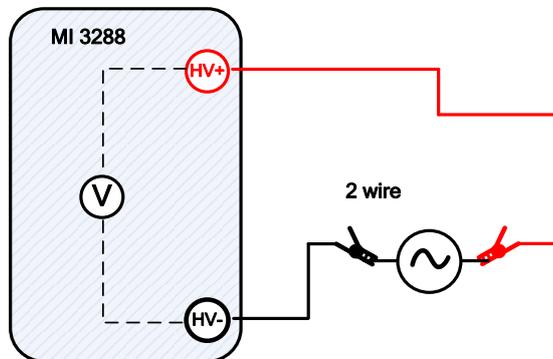


Abbildung 11.3: Beispiel für eine Messung mit dem Spannungsmesser

Der Test kann über das Messfenster des Spannungsmessers gestartet werden. Vor dem Durchführen eines Tests kann der folgende Parameter (Ergebnistyp) bearbeitet werden.

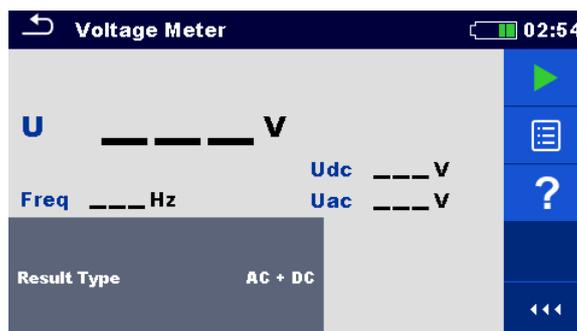


Abbildung 11.4: Menü für eine Messung mit dem Spannungsmesser

**Testparameter für den Spannungsmesser:**

**Ergebnistyp** Stellen Sie den Typ der Hauptergebnisspannung ein: [AC, DC, AC+DC] \_\_\_\_\_

**Verfahren für das Messen mit dem Spannungsmesser**

- Wählen Sie die Messfunktion des Spannungsmessers aus.
- Legen Sie den Testparameter (Ergebnistyp) fest.
- Schließen Sie die Prüflleitungen an das Messgerät und an den Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die Testergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden.
- Drücken Sie erneut auf die Taste „Run“, um die Messung zu starten.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

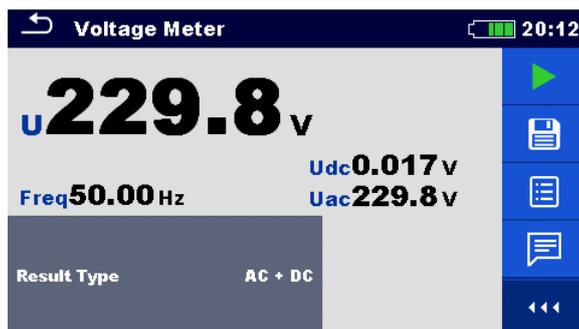


Abbildung 11.5: Beispiel für ein Messergebnis des Spannungsmessers



**Warnung!**

- Legen Sie an die Testanschlüsse keine externe Spannung von mehr als 1.000 V AC oder DC an, um Schäden am Testgerät zu vermeiden!

**Hinweis:**

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!

### 11.3 Erdungsmessungen [Ze und Re]

Das Ergebnis der Erdungsmessung ist einer der wichtigsten Parameter für den Schutz gegen elektrische Schläge. Mit dem EI-Tester können die Erdungsanlagen der Hauptinstallation, Blitzschutzsysteme, lokale Erdungen, der Bodenwiderstand usw. überprüft werden.

Mit dem MI 3288 können Erdungsmessungen mithilfe verschiedener Methoden durchgeführt werden. Der Benutzer sollte diese abhängig vom zu prüfenden Erdungssystem auswählen.

Erdung		Messung	Testmodus	NF	HF	Filter	Test Spannung
Impedanz	Widerstand						
<b>Ze</b>	<b>Re</b>	4-polig	einzel	55 Hz	164 Hz	FFT	20/40 V
<b>Zsel</b>	/	Selektiv (Eisenzange)	einzel				40 V
<b>Ze</b>	/	2 Zangen	Durchg.	82 Hz			40 V

Tabelle 11.5: Mit dem MI 3288 durchführbare Erdungsmessungen

#### 11.3.1 4-polige Messung

Der Vorteil der vierpoligen Messung besteht darin, dass die Leitungen und Übergangswiderstände zwischen dem Messanschluss E und dem Prüfling die Messung nicht beeinflussen.

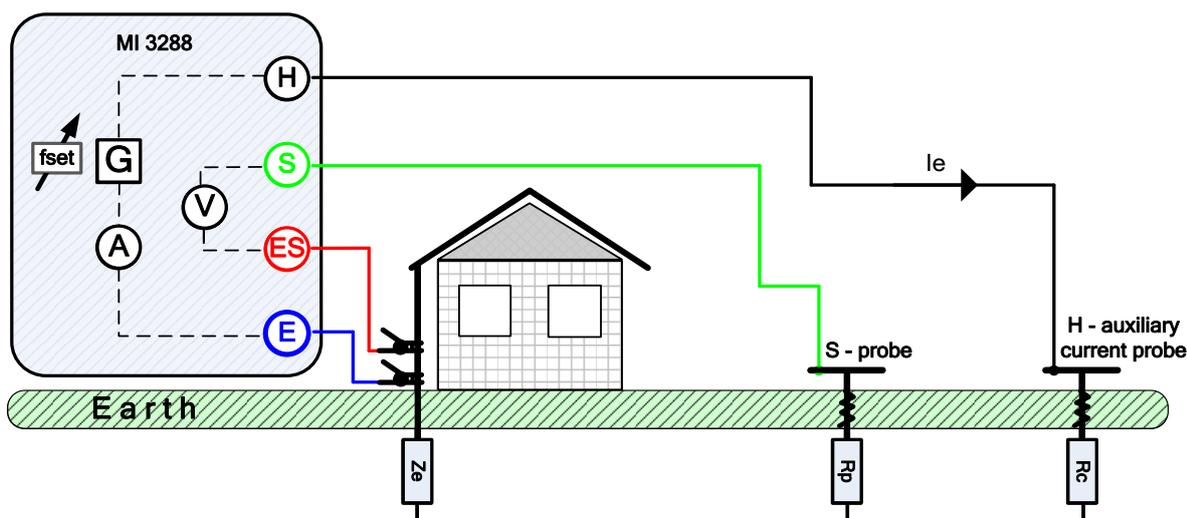


Abbildung 11.6: Beispiel für 4-polige Messung

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom  $I_e$  über eine Hilfsstrom-Prüfspitze (H) in die Erde eingespeist. Die Impedanz der Hilfsprüfspitze (H) sollte so niedrig wie möglich sein, um einen hohen Prüfstrom einspeisen zu können. Die Impedanz  $R_c$  kann durch die Verwendung mehrerer parallel geschalteter Prüfspitzen verringert werden. Ein höherer eingespeister Strom verbessert die Immunität gegen störende Erdungsströme. Der differentielle Spannungsabfall wird mit den Hilfpotential-Prüfspitzen (S) und (ES) gemessen. Die Erdungsimpedanz  $Z_e$  wird anhand des Spannung-Strom-Verhältnisses ermittelt.

Im folgenden Beispiel wird die Erdungsimpedanz gemessen:

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

wobei:

$Z_e$  ..... Erdungsimpedanz

$R_e$  ..... Erdungswiderstand (ohne Blindwiderstand)

$R_c$  ..... Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitze (H)  
 $R_c$  ..... Impedanz der Hilfspotenzial-Prüfspitze (S)  
 $I_e$  ..... Eingespeister Prüfstrom  
 $U_{S-ES}$  ..... Prüfspannung zwischen den Anschlüssen S und ES  
 $f_{set}$  ..... Testfrequenz

In **Appendix C – Funktionsweise und Platzierung der Prüfspitzen** finden Sie weitere Informationen über das Anbringen der Erdungshilfsstrom- (H) und Potenzialprüfspitze (S).

Der Test kann über das Fenster für 4-polige Messungen gestartet werden. Vor dem Durchführen eines Tests können die folgenden Parameter (Testmodus, Prüfspannung, Testfrequenz, Abstand und Grenzwert (Ze)) bearbeitet werden.

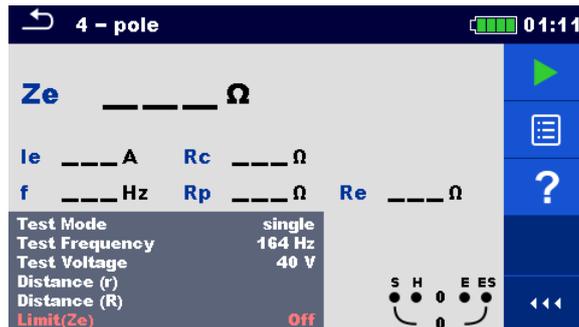


Abbildung 11.7: Menü für 4-polige Messungen

#### Testparameter für 4-polige Messungen:

**Testmodus** Testmodus: [einzeln]

**Testfrequenz** Testfrequenz festlegen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz]

**Prüfspannung** Prüfspannung festlegen: [20 V oder 40 V]

**Abstand (r)** Abstand zwischen den Prüfspitzen E und S (benutzerdefiniert).

**Abstand (R)** Abstand zwischen E und Hilfserdungsstab H (benutzerdefiniert).

**Grenzwert** Auswahl des Grenzwerts: [AUS, 0,1 Ω ... 5,00 kΩ]

**(Ze)**

#### Verfahren für 4-polige Messungen

- Wählen Sie die 4-polige Messfunktion aus.
- Legen Sie die Testparameter (Spannung, Frequenz, Abstand und Grenzwert) fest.
- Schließen Sie die Prüfleitungen an das Messgerät und an den Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die Testergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

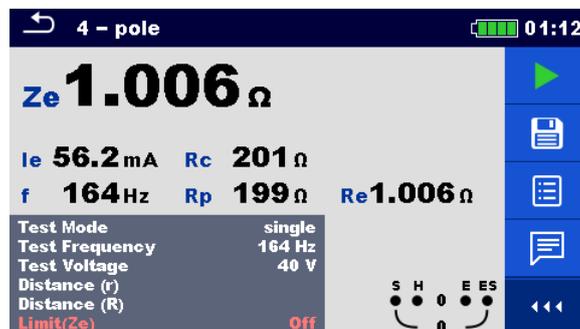


Abbildung 11.8: Beispiel für ein 4-poliges Messergebnis

#### Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!

- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. Das Testgerät zeigt in diesem Fall die Warnung „Rauschen“ an.

Hinweis (Prüfspitzen):

- Eine hohe Impedanz der Prüfspitzen S und H kann die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt.
- Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand zum Prüfling platziert werden.

### 11.3.2 Selektive Messung (Eisenzange)

Diese Messung dient zum Messen selektiver Erdungswiderstände einzelner Erdungspunkte eines Erdungssystems. Die Erdungsstäbe müssen während der Messung nicht abgeklemmt werden. Für diese Messung wird eine 4-polige Verdrahtung verwendet.

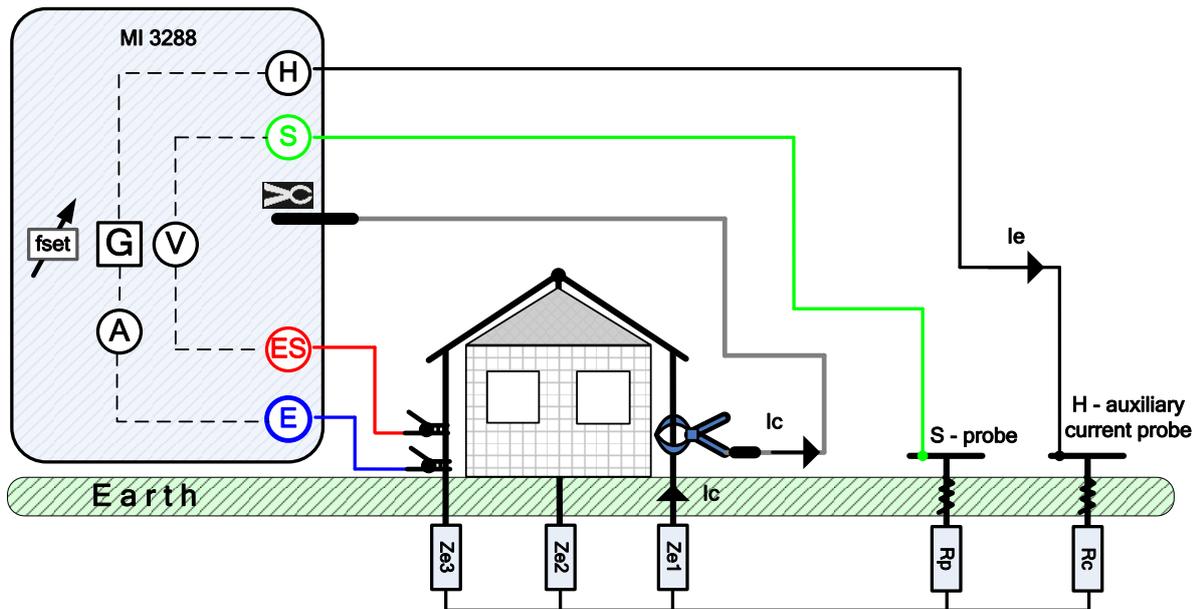


Abbildung 11.9: Beispiel für eine selektive Messung (Eisenzange)

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom  $I_e$  über eine Hilfsstrom-Prüfspitze (H) in die Erde eingespeist. Die Impedanz der Hilfsprüfspitze (H) sollte so niedrig wie möglich sein, um einen hohen Prüfstrom einspeisen zu können. Die Impedanz  $R_c$  kann durch die Verwendung mehrerer parallel geschalteter Prüfspitzen verringert werden. Ein höherer eingespeister Strom verbessert die Immunität gegen störende Erdungsströme. Der Spannungsabfall wird mit den Hilfspotential-Prüfspitzen (S) und (ES) gemessen. Der selektive Strom  $I_c$  wird über die vom Benutzer ausgewählte Erdungselektrode ( $Z_{e1}$ ) gemessen. Die ausgewählte Erdungsimpedanz  $Z_{sel}$  wird anhand des Verhältnisses von Spannung und Strom (externe Stromzange –  $I_c$ ) ermittelt.

Gemäß dem Beispiel wird die selektive (individuelle) Erdungsimpedanz gemessen:

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

wobei:

- $Z_{sel}$  ..... Ausgewählte Erdungsimpedanz
- $Z_{e1-3}$  ..... Erdungsimpedanz
- $R_c$  ..... Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitze (H)
- $R_c$  ..... Impedanz der Hilfspotential-Prüfspitze (S)
- $I_e$  ..... Eingespeister Prüfstrom
- $I_c$  ..... Gemessener Strom mit Eisenzange
- $U_{S-ES}$  ..... Prüfspannung zwischen den Anschlüssen S und ES
- N ..... Windungsverhältnis der Stromzangen (je nach Modell)

$f_{set}$  ..... Testfrequenz

In **Appendix C – Funktionsweise und Platzierung der Prüfspitzen** finden Sie weitere Informationen über das Anbringen der Erdungshilfsstrom- (H) und Potenzialprüfspitze (S).

Der Test kann über das Fenster für selektive Messungen (Eisenzange) gestartet werden. Vor dem Durchführen eines Tests können die folgenden Parameter (Testmodus, Zangentyp, Testfrequenz, Abstand und Grenzwert (Zsel)) bearbeitet werden.

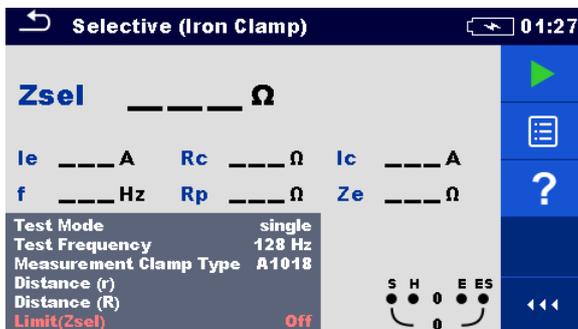


Abbildung 11.10: Menü für selektive Messungen (Eisenzange)

**Testparameter für selektive Messungen (Eisenzange):**

<b>Testmodus</b>	Prüfmodus: [einzeln]
<b>Testfrequenz</b>	Testfrequenz festlegen: [55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz]
<b>Zangentyp</b>	Zangentyp: [A1281]
<b>Abstand (r)</b>	Abstand zwischen den Prüfspitzen E und S (benutzerdefiniert).
<b>Abstand (R)</b>	Abstand zwischen E und Hilfserdungsstab H (benutzerdefiniert).
<b>Grenzwert (Zsel)</b>	Auswahl des Grenzwerts: [AUS, Benutzerdefiniert, 0,1 Ω ... 5,00 kΩ]

**Verfahren für selektive Messungen (Eisenzange):**

- Wählen Sie die Messfunktion „Selektive Messung (Eisenzange)“ aus.
- Legen Sie die Testparameter (Frequenz, Abstand und Grenzwert) fest.
- Schließen Sie die Prüflleitungen und die Zange an das Gerät und den Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die Testergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

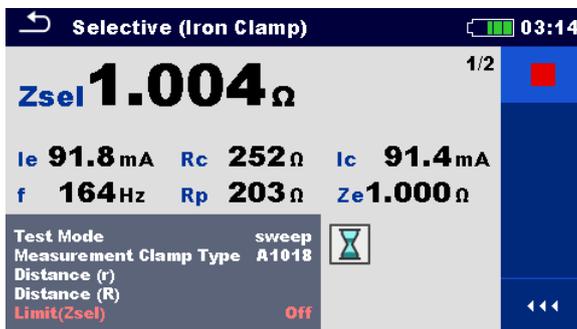


Abbildung 11.11: Beispiel für das Ergebnis einer selektiven Messung (Eisenzange):

**Hinweise:**

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. Das Testgerät zeigt in diesem Fall die Warnung „Rauschen“ an.

**Hinweis (Prüfspitzen):**

- ❑ Eine hohe Impedanz der Prüfspitzen S und H kann die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt.
- ❑ Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand zum Prüfling platziert werden.



### 11.3.3 Messen mit zwei Zangen

Dieses Messsystem wird zum Messen der Erdungsimpedanz von Erdungstäben, Kabeln, unterirdischen Erdungsverbindungen usw. verwendet. Die Messmethode erfordert eine geschlossene Schleife, um Prüfströme erzeugen zu können. Diese Methode ist besonders für den Einsatz in Stadtgebieten geeignet, wo in der Regel keine Prüfspitzen eingesetzt werden können.

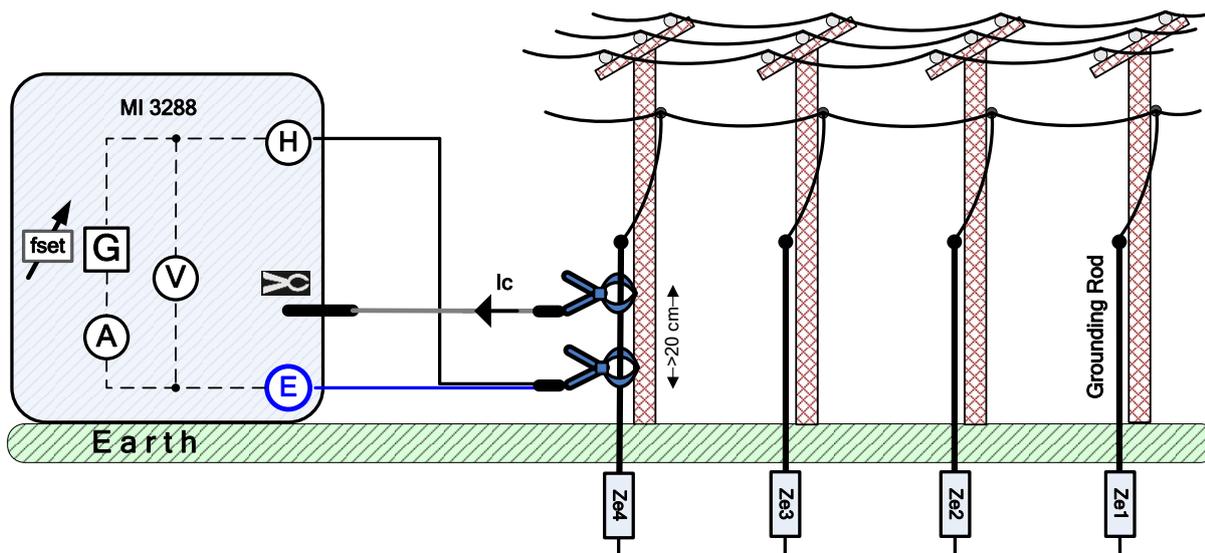


Abbildung 11.12: Beispiel für das Messen mit zwei Zangen

Die Antriebszange (Generator) speist eine Spannung in das Erdungssystem ein. Die eingespeiste Spannung erzeugt in der Schleife einen Prüfstrom. Wenn die gesamte Schleifenerdungsimpedanz der parallel geschalteten Elektroden  $Z_{e1}$ ,  $Z_{e2}$ ,  $Z_{e3}$  und  $Z_{e4}$  erheblich niedriger ist, als die Impedanz der geprüften Elektrode  $Z_{e4}$ , kann das Ergebnis als  $\approx Z_{e4}$  betrachtet werden. Weitere individuelle Impedanzen können gemessen werden, indem andere Elektroden von den Stromzangen umschlossen werden.

Gemäß diesem Beispiel wird die individuelle Erdungsimpedanz gemessen:

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

wobei:

- $Z_{e1-e4}$  ..... Erdungsimpedanz
- $I_c$  ..... Gemessener Strom mit Eisenzange
- $U_{H-E}$  ..... Prüfspannung zwischen den Anschlüssen H und E
- N ..... Übersetzungsverhältnis der Antriebszange (Generator)  
(abhängig vom Zangenmodell)
- $f_{set}$  ..... Testfrequenz

**Hinweis:**

- ❑ Der Erdungswiderstandstest mit zwei Zangen wird mitunter auch als „Schleifenwiderstandstest“ bezeichnet.

Der Test kann über das Fenster für Messungen mit zwei Zangen gestartet werden. Vor dem Durchführen der Tests können die folgenden Parameter (Messzangentyp, Testfrequenz, Generatorzangentyp und Grenzwert (Ze)) bearbeitet werden.

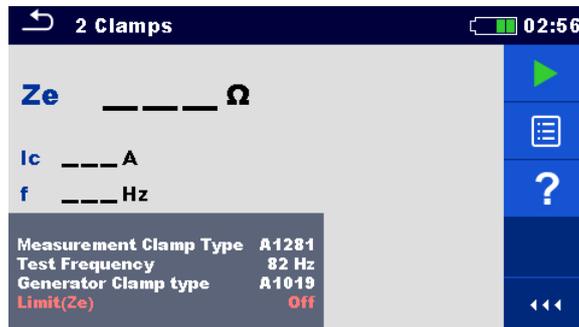


Abbildung 11.13: Menü für das Messen mit zwei Zangen

#### Testparameter für zwei Zangen:

<b>Messzangentyp</b>	Messzangentyp: [A1281]
<b>Testfrequenz</b>	Testfrequenz festlegen: [82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz]
<b>Generatorzangentyp</b>	Generatorzangentyp: [A1019]
<b>Grenzwert (Ze)</b>	Auswahl des Grenzwerts [AUS, Benutzerdefiniert, 0,1 $\Omega$ ... 40 $\Omega$ ]

#### Verfahren für das Messen mit zwei Zangen

- Wählen Sie die Messfunktion mit zwei Zangen aus.
- Legen Sie die Testparameter (Frequenz und Grenzwert) fest.
- Schließen Sie die Zangen am Gerät und am Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die Testergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden.
- Drücken Sie erneut auf die Taste „Run“, um die Messung zu starten.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

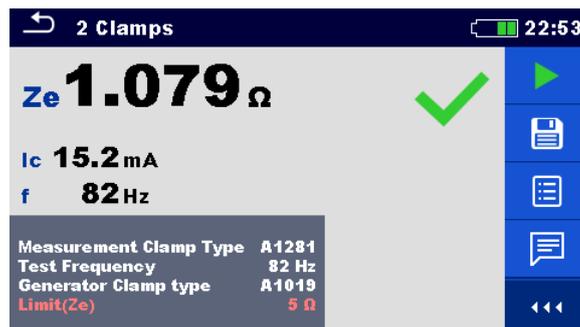


Abbildung 11.14: Beispiel für das Ergebnis einer Messung mit zwei Zangen

#### Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. Das Testgerät zeigt in diesem Fall die Warnung „Rauschen“ an.

## 11.4 Spezifische Erdungswiderstandsmessungen [ $\rho$ ]

Diese Messung wird durchgeführt, um eine genauere Berechnung von Erdungsanlagen zu ermöglichen, z. B. von Hochspannungsmasten, großen Industrieanlagen, Blitzableiteranlagen usw. Für die Messung sollte eine AC-Prüfspannung verwendet werden. Eine DC-Prüfspannung ist wegen möglicher elektrochemischer Prozesse im zu messenden Erdungsmaterial nicht geeignet. Der spezifische Erdungswiderstand wird in  $\Omega\text{m}$  oder  $\Omega\text{ft}$  angegeben, der absolute Wert ist von der Struktur des Erdungsmaterials abhängig.

Spezifischer Erdungswiderstand	Messung	Testmodus	Entfernung	Grenzwert	Filter	Test Spannung
$\rho$	Wenner-Methode	einzel	m/ft	Ja	FFT	20/40 V
	Schlumberger-Methode	einzel	m/ft	Ja	FFT	20/40 V

Tabelle 11.6: Mit dem MI 3288 durchführbare spezifische Erdungswiderstandsmessungen

### 11.4.1 Allgemeines zur spezifischen Erdung

Worum handelt es sich beim spezifischen Erdungswiderstand?

Es handelt sich um den Widerstand des Erdungsmaterials in Form eines Würfels von  $1 \times 1 \times 1$  m, wobei die Messelektroden an den gegenüberliegenden Seiten des Würfels angebracht werden (siehe folgende Abbildung).

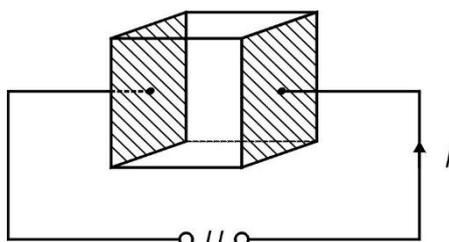


Abbildung 11.15: Darstellung des spezifischen Erdungswiderstands

In der folgenden Tabelle finden Sie Richtwerte für den spezifischen Erdungswiderstand einiger typischer Erdungsmaterialien.

Art des Erdungsmaterials	Spezifischer Erdungswiderstand in $\Omega\text{m}$	Spezifischer Erdungswiderstand in $\Omega\text{ft}$
Meerwasser	0,5	1,6
See- oder Flusswasser	10 - 100	32,8 - 328
Gepflügte Erde	90 - 150	295 - 492
Beton	150 - 500	492 - 1640
Nasser Schotter	200 - 400	656 - 1312
Feiner trockener Sand	500	1640
Kalk	500 - 1000	1640 - 3280
Trockener Schotter	1000 - 2000	3280 - 6562
Steiniger Boden	100 - 3000	328 - 9842

Tabelle 11.7: Typische Werte der spezifischen Erdungswiderstände in Abhängigkeit von der Art des Bodenmaterials

### 11.4.2 Messungen mit der Wenner-Methode

Platzieren Sie die vier Erdungsprüfspitzen auf einer geraden Linie in einem Abstand **a** voneinander sowie in einer Tiefe **b** < **a/20**. Der Abstand **a** muss zwischen 0,1 m und 49,9 m liegen. Schließen Sie das 4-Leiter-Erdungsprüfkabel am MI 3288 und an den Anschlüssen H, S, ES und E an, indem Sie die Prüfspitzenleiter an den Prüfspitzen anschließen.

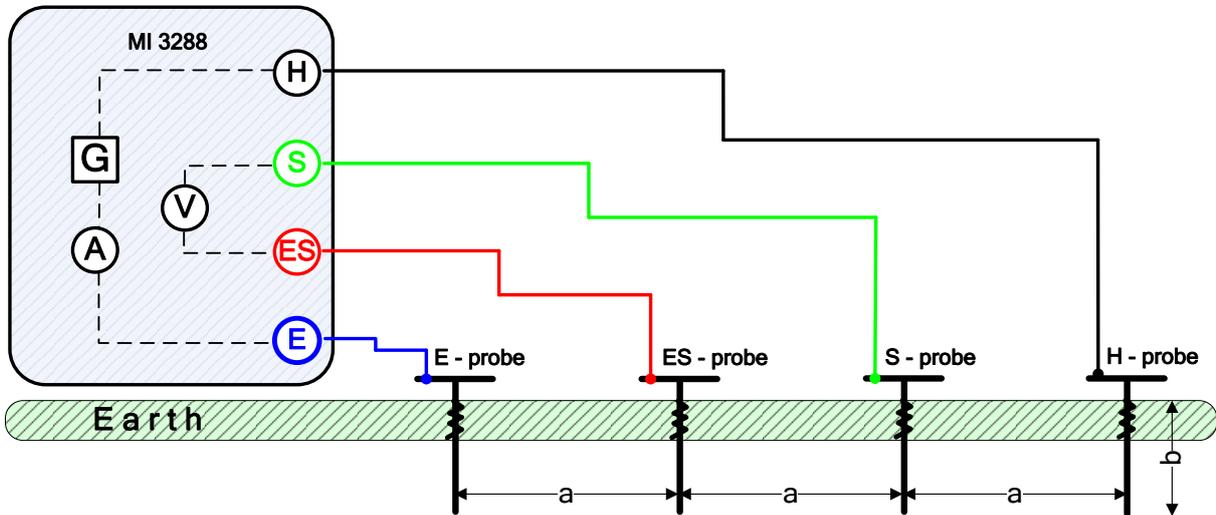


Abbildung 11.16: Beispiel für die Wenner-Methode

Wenner-Methode mit identischen Abständen zwischen den Prüfspitzen:

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

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

wobei:

- $R_e$  ..... Gemessener Erdungswiderstand für die 4-polige Methode
- $a$  ..... Abstand zwischen den Erdungsprüfspitzen
- $b$  ..... Tiefe der Erdungsprüfspitzen
- $\pi$  ..... Bei der Zahl  $\pi$  handelt es sich um eine mathematische Konstante (3,14159)

Der Test kann über das Messfenster für die Wenner-Methode gestartet werden. Vor dem Durchführen eines Tests können die folgenden Parameter (Prüfspannung, Längeneinheit, Abstand  $a$  und Grenzwert ( $\rho$ )) bearbeitet werden.

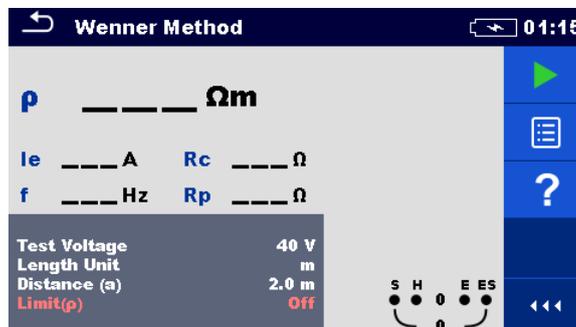


Abbildung 11.17: Menü für Messungen mit der Wenner-Methode

**Testparameter für die Wenner-Methode:****Prüfspannung** Prüfspannung festlegen: [20 V oder 40 V]**Längeneinheit** Längeneinheit festlegen: [m oder ft]**Abstand a** Abstand zwischen den Erdungsprüfspitzen festlegen: [0,1 m – 49,9 m] oder [1 ft – 200 ft]**Grenzwert ( $\rho$ )** Auswahl des Grenzwerts: [AUS, 0,1  $\Omega$ m ... 900 k $\Omega$ m]  
Auswahl des Grenzwerts: [AUS, 1  $\Omega$ ft ... 900 k $\Omega$ ft]**Verfahren für Messungen mit der Wenner-Methode:**

- Wählen Sie als Messfunktion die Wenner-Methode aus.
- Legen Sie die Testparameter (Spannung, Einheit, Abstand und Grenzwert) fest.
- Schließen Sie die Prüflleitungen an das Messgerät und an den Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die Testergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

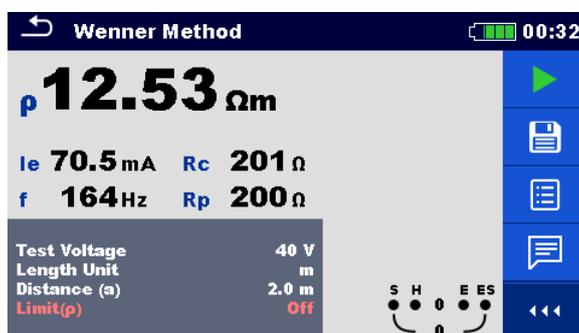


Abbildung 11.18: Beispiel für das Ergebnis einer Messung mit der Wenner-Methode

**Hinweise:**

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. Das Testgerät zeigt in diesem Fall die Warnung „Rauschen“ an.

**Hinweis (Prüfspitzen):**

- Eine hohe Impedanz der Prüfspitzen S und H kann die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt.

### 11.4.3 Messungen mit der Schlumberger-Methode

Platzieren Sie die beiden Erdungsprüfspitzen (ES und S) in einem Abstand **d** voneinander, und platzieren Sie die beiden zweiten Erdungsprüfspitzen (E und H) in einem Abstand **a** von den ES- und S-Prüfspitzen. Alle Prüfspitzen müssen auf einer geraden Linie und in der Tiefe **b** platziert werden, wobei die Bedingung **b** << **a, d** zu berücksichtigen ist. Der Abstand **d** muss zwischen 0,1 m und 24,9 m liegen, und der Abstand **a** muss **a > 2\*d** entsprechen. Schließen Sie das 4-Leiter-Erdungsprüfkabel am MI 3288 und an den Anschlüssen H, S, ES und E an, indem Sie die Prüfspitzenleiter an den Prüfspitzen anschließen.

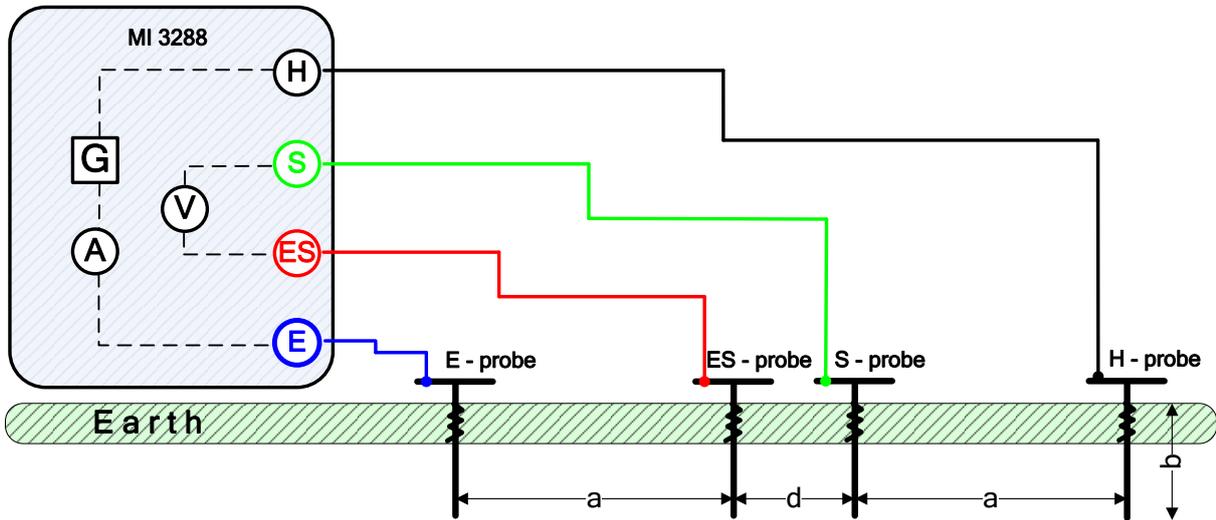


Abbildung 11.19: Beispiel für die Schlumberger-Methode

Schlumberger-Methode mit ungleichmäßigen Abständen zwischen den Prüfspitzen:

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

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

wobei:

- $R_e$  ..... Gemessener Erdungswiderstand für die 4-polige Methode
- $a$  ..... Abstand zwischen den Erdungsprüfspitzen (E, ES) und (H, S)
- $d$  ..... Abstand zwischen den Erdungsprüfspitzen (S, ES)
- $b$  ..... Tiefe der Erdungsprüfspitzen
- $\pi$  ..... Bei der Zahl  $\pi$  handelt es sich um eine mathematische Konstante (3,14159)

Der Test kann über das Messfenster für die Schlumberger-Methode gestartet werden. Vor dem Durchführen eines Tests können die folgenden Parameter (Prüfspannung, Einheit, Abstand a, Abstand d und Grenzwert ( $\rho$ )) bearbeitet werden.

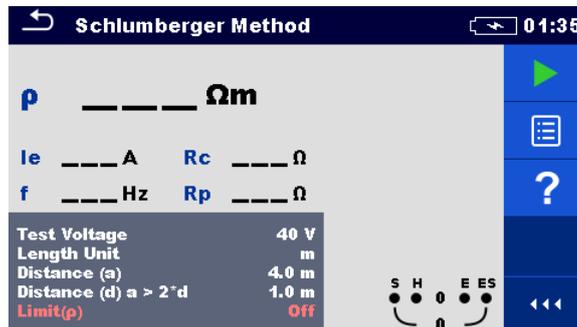


Abbildung 11.20: Menü für Messungen mit der Schlumberger-Methode

### Testparameter für die Schlumberger-Methode:

**Prüfspannung** Prüfspannung festlegen: [20 V oder 40 V]

**Längeneinheit** Längeneinheit festlegen: [m oder ft]

**Abstand a** Abstand zwischen den Erdungselektroden festlegen: [0,1 – 49,9 m] oder [1 – 200 ft]

**Abstand d** Abstand zwischen den Erdungselektroden festlegen: [0,1 – 49,9 m] oder [1 – 200 ft]

**Grenzwert ( $\rho$ )** Auswahl des Grenzwerts: [AUS, 0,1  $\Omega$ m ... 900 k $\Omega$ m]  
Auswahl des Grenzwerts: [AUS, 1  $\Omega$ ft ... 900 k $\Omega$ ft]

### Verfahren für Messungen mit der Schlumberger-Methode:

- Wählen Sie als Messfunktion die Schlumberger-Methode aus.
- Legen Sie die Testparameter (Spannung, Einheit, Abstände und Grenzwert) fest.
- Schließen Sie die Prüflleitungen an das Messgerät und an den Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die Testergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

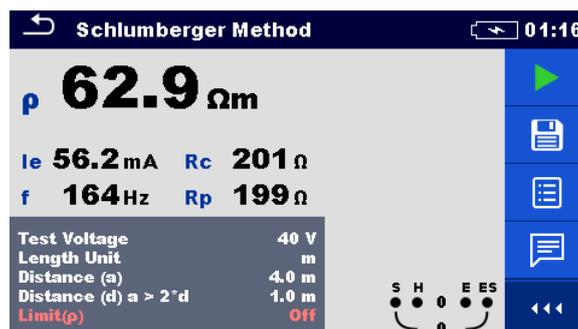


Abbildung 11.21: Beispiel für ein Ergebnis der Schlumberger-Methode

### Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. Das Testgerät zeigt in diesem Fall die Warnung „Rauschen“ an.

### Hinweis (Prüfspitzen):

- Eine hohe Impedanz der Prüfspitzen S und H kann die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnungen „Rp“ und „Rc“ angezeigt.

## 11.5 Erdungspotenzial [Us]

Eine im Boden verlegte Erdungselektrode/ein Erdungsgitter verfügt über einen bestimmten Widerstand, der von der Größe, der Oberfläche (Oxide auf der Metalloberfläche) und dem Bodenwiderstand rund um die Elektrode abhängt. Der Erdungswiderstand ist nicht auf einen Punkt konzentriert, sondern verteilt sich rund um die Elektrode. Eine ordnungsgemäße Erdung freiliegender leitfähiger Teile stellt sicher, dass die Spannung im Falle eines Fehlers unter einem gefährlichen Wert verbleibt.

Wenn ein Fehler auftritt, fließt ein Fehlerstrom durch die Erdungselektrode. Um die Elektrode herum entsteht eine typische Spannungsverteilung (der „Spannungstrichter“). Der größte Teil des Spannungsabfalls konzentriert sich rund um die Erdungselektrode. In *Abbildung 11.22* wird dargestellt, wie Fehler-, Schritt- und Berührungsspannungen infolge von Fehlerströmen entstehen, die durch die Erdungselektrode/das Gitter im Boden fließen.

Die Fehlerströme in der Nähe von Energieverteilungsobjekten (Umspannwerke, Verteilertürme, Anlagen) können sehr hoch sein und bis zu 200 kA betragen. Dies kann zu gefährlichen Schritt- und Berührungsspannungen führen. Bei (beabsichtigten oder zufälligen) unterirdischen Metallverbindungen kann der Spannungstrichter atypische Formen annehmen, sodass weit von der Fehlerstelle entfernt hohe Spannungen auftreten können. Daher muss die Spannungsverteilung im Falle eines Fehlers in der Nähe dieser Objekte sorgfältig analysiert werden.

Im folgenden Beispiel werden Schritt- und Berührungsspannung dargestellt:

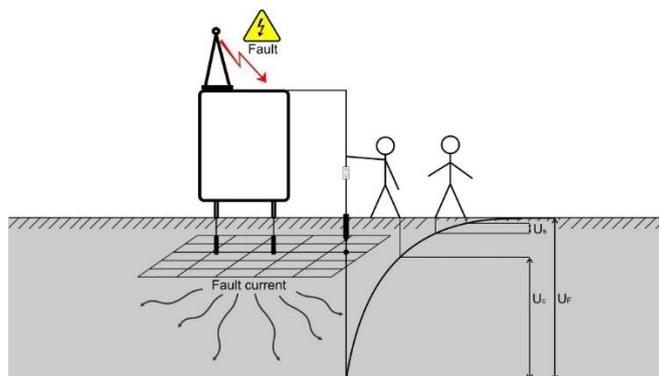


Abbildung 11.22: Gefährliche Spannungen eines fehlerhaften Erdungssystems

wobei:

- U<sub>s</sub> ..... Schrittspannung im Falle eines Fehlerstroms
- U<sub>c</sub> ..... Berührungsspannung im Falle eines Fehlerstroms
- U<sub>f</sub> ..... Fehlervoltage

Die Norm IEC 61140 definiert die folgenden maximal zulässigen Beziehungen zwischen Zeit und Berührungsspannung:

Maximale Expositionsdauer	Spannung
>5 s bis ∞	U <sub>c</sub> ≤ 50 V AC oder ≤ 120 V DC
< 0,4 s	U <sub>c</sub> ≤ 115 V AC oder ≤ 180 V DC
< 0,2 s	U <sub>c</sub> ≤ 200 V AC
< 0,04 s	U <sub>c</sub> ≤ 250 V AC

Tabelle 11.8: Maximale Zeitdauern von Fehlervoltages

Bei einer längeren Exposition müssen die Berührungsspannungen unter 50 V verbleiben.

### 11.5.1 Schritt- und Berührungsmessung

#### Schrittspannung

Die Messung wird zwischen in einem Abstand von 1 m zwei Erdungspunkten durchgeführt (siehe Abbildung). Die Metallplatten (S2053) simulieren die Füße. Die Spannung zwischen den Prüfspitzen wird mit einem Voltmeter mit einem Außenwiderstand von 1 k $\Omega$  (Adapter A 1597) gemessen, der den Widerstand des Gehäuses simuliert.

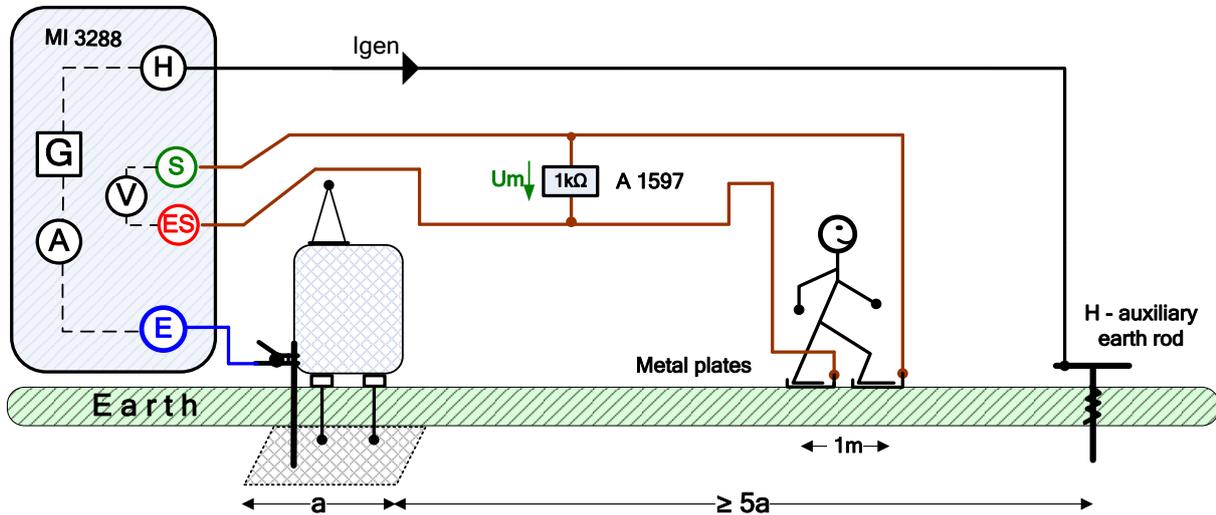


Abbildung 11.23: Beispiel für die Schrittspannung

#### Berührungsspannung

Die Messung wird zwischen einem geerdeten, zugänglichen Metallteil und der Erde in einem Abstand von 1 m durchgeführt (siehe Abbildung). Die Spannung zwischen den Metallplatten (S2053) wird mit einem Voltmeter mit einem Außenwiderstand von 1 k $\Omega$  (Adapter A 1597) gemessen, der den Widerstand des Gehäuses simuliert.

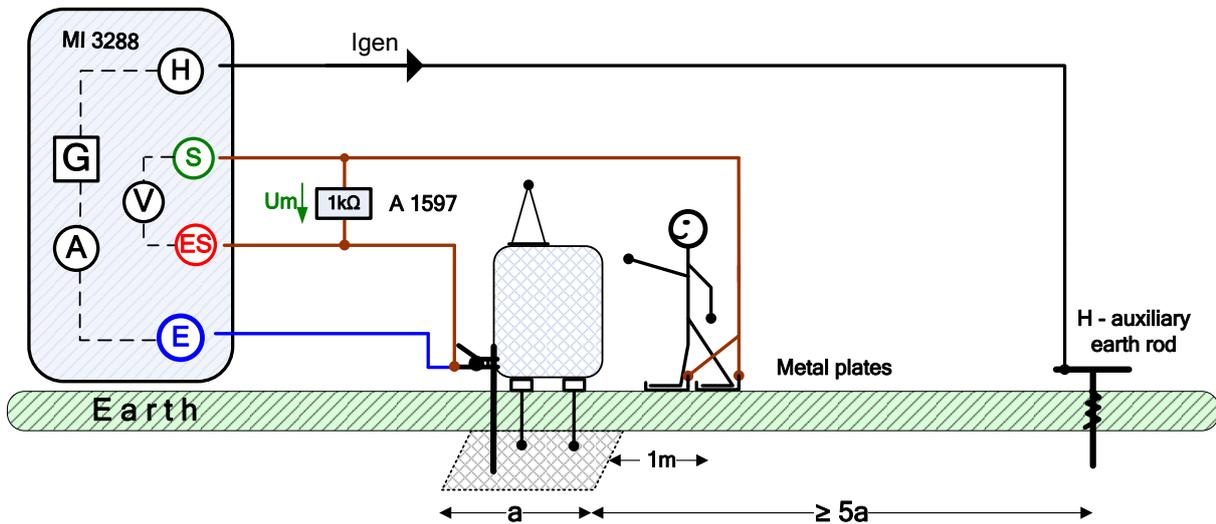


Abbildung 11.24: Beispiel für die Berührungsspannung

Während der Messung wird ein sinusförmiger Strom  $I_{gen}$  über eine Hilfsprüfspitze (H) in die Erde eingespeist. Der Widerstand der Hilfsprüfspitze (H) sollte so niedrig wie möglich sein, um einen hohen Prüfstrom einspeisen zu können. Der Widerstand  $R_c$  kann durch die Verwendung mehrerer parallel geschalteter Prüfspitzen verringert werden. Ein höherer eingespeister Strom verbessert die Immunität gegen störende Erdungsströme. Der Spannungsabfall wird mithilfe eines hochempfindlichen Voltmeters gemessen. Da der Prüfstrom in der Regel nur einen kleinen Bruchteil des höchsten Fehlerstroms ausmacht, müssen die gemessenen Spannungen gemäß der folgenden Gleichung hochskaliert werden:

$$U_s = U_m \cdot \frac{I_{fault}}{I_{gen}}$$

wobei:

$U_s$  ..... Berechnete Schritt- oder Berührungsspannung im Falle eines Fehlerstroms

$U_m$  ..... Prüfspannungsabfall laut Voltmeter

$I_{fault}$  ..... Festgelegte Fehlerstromspannung (maximaler Erdstrom im Fehlerfall)

$I_{gen}$  ..... Prüfstrom, der zwischen den Anschlüssen und H (C1) und E (C2) eingespeist wird

Der Test kann über das Fenster für Schritt und Berührung gestartet werden.

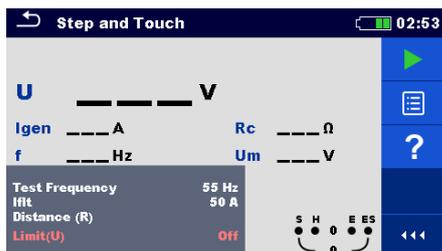


Abbildung 11.25: Schritt- und Berührungsmenü

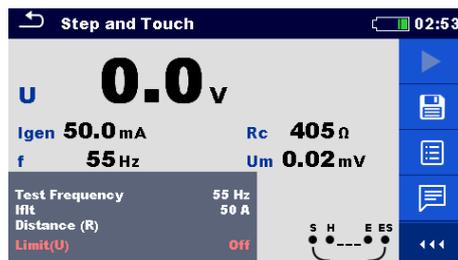


Abbildung 11.26: Beispiel für ein Ergebnis im Schritt- und Berührungsmenü

### Testparameter für Schritt- und Berührungsmessungen:

**Testfrequenz** Testfrequenz festlegen:: [55 Hz, 82 Hz]

**Ift** Fehlerstrom [1 A – 200 kA].

**Abstand R** Abstand zwischen E und Hilfserdungsstab H (benutzerdefiniert).

**Grenzwert (U)** Auswahl des Grenzwerts: [AUS, 25 V – 400 V]

### Verfahren für Schritt- und Berührungsmessungen

- Wählen Sie die Schritt- und Berührungsmessung aus.
- Schließen Sie die Prüflleitungen an das Messgerät und an den Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die Testergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

### Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!
- Hohe Störströme und -spannungen in der Erde könnten die Messergebnisse beeinflussen. Das Testgerät zeigt in diesem Fall die Warnung „Rauschen“ an.

### Hinweis (Prüfspitzen):

- Eine hohe Impedanz der Prüfspitze H kann die Messergebnisse beeinflussen.
- Die Prüfspitzen müssen in ausreichendem Abstand zum Prüfling platziert werden.

## 11.6 DC-Widerstand [R]

DC Widerstand	Messung	Testmodus	Test-methode	Grenzwert	Filter	Test Strom
R	Ω-Messgerät (200mA)	einzeln	2-Leiter 4-Leiter	Ja	DC	200 mA
	Ω-Messgerät (7mA)	Durchg.	2-Leiter	Ja	DC	7 mA

Tabelle 11.9: Mit dem MI 3288 durchführbare DC-Widerstandsmessungen

### Vier-Leiter-Kelvin-Methode

Beim Messen von Widerständen  $<20\ \Omega$  wird empfohlen, ein Vier-Leiter-Messverfahren (Abbildung 11.27) einzusetzen, um eine hohe Genauigkeit zu erreichen. Bei dieser Art von Messkonfiguration wird der Prüflingwiderstand nicht in die Messung einbezogen, sodass weder eine Kalibrierung noch ein Abgleich der Leitungen erforderlich ist.

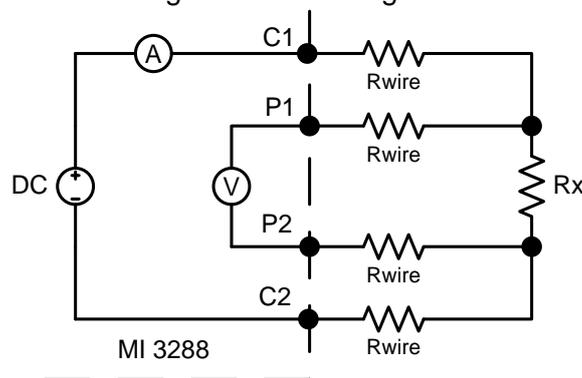


Abbildung 11.27: Vier-Leiter-Kelvin-Methode

Der Messstrom wird mithilfe der Prüfspitzen C1 und C2 durch den unbekannten Widerstand  $R_x$  geleitet. Die Platzierung dieser Prüfspitzen ist nicht entscheidend, sie sollte jedoch stets außerhalb der Prüfspitzen P1 und P2 liegen. Der Spannungsabfall über  $R_x$  wird mit P1 und P2 gemessen, die genau an den zu messenden Punkten platziert werden sollten.

#### Hinweis zu mangelhaften Anschlüssen:

- Die meisten Messfehler werden durch einen mangelhaften oder inkonsistenten Anschluss des Prüflings verursacht. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass der Prüfling über saubere sowie oxid- und schmutzfreie Kontakte verfügt. Ein hochohmiger Anschluss führt zu Fehlern und kann verhindern, dass der ausgewählte Strom fließt, da der Widerstand der C1-C2-Schleife hoch ist.

#### Hinweis:

- Das **Ohmsche Gesetz** besagt, dass der Strom, der durch einen Leiter zwischen zwei Punkten fließt, direkt proportional zur Potenzialdifferenz oder Spannung zwischen den beiden Punkten und umgekehrt proportional zum Widerstand zwischen diesen ist. Folgende mathematische Gleichung beschreibt diese Beziehung:

$$I[\text{Amper}] = \frac{U[\text{Volt}]}{R[\text{Ohm}]} \Rightarrow R_x[\text{Ohm}] = \frac{U[\text{Volt}]}{I[\text{Amper}]}$$

#### Hinweis zur thermischen EMK:

- Eine Verbindung zwischen zwei verschiedenen Metallen erzeugt eine Spannung, die mit einer Temperaturdifferenz zusammenhängt (Thermoelement). Das MI 3288 eliminiert den Effekt der thermischen EMK, indem es den Widerstand in beiden Richtungen des Stromflusses +I und -I misst.

### 11.6.1 Messung mit dem Ω-Messgerät (200 mA)

Die Widerstandsmessung wird durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Schutzmaßnahmen vor elektrischen Schlägen mithilfe von Erdverbindungen wirkungsvoll sind. Die Widerstandsmessung wird mit einem Gleichstrom von 200 mA durchgeführt.

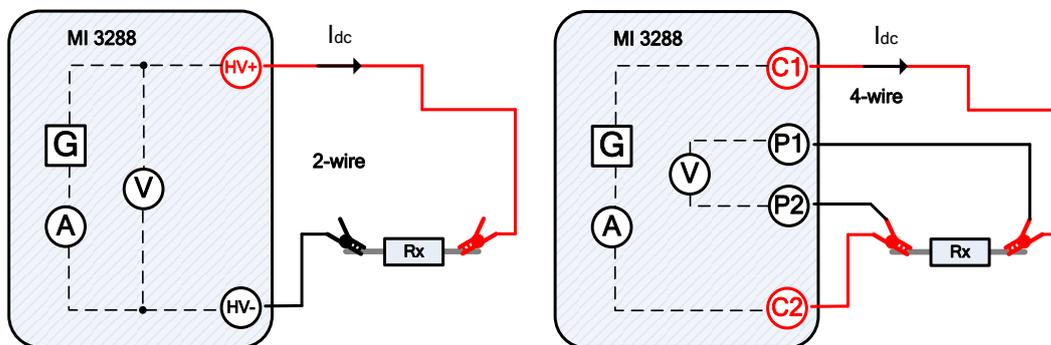


Abbildung 11.28: Beispiel für Ω-Messgerät (200 mA) (2- und 4-Leiter-Testmethode)

Im Beispiel wird folgender Widerstand gemessen:

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

wobei:

- R ..... Widerstand
- R+ ..... Ergebnis bei positiver Testpolarität
- R- ..... Ergebnis bei negativer Testpolarität
- I<sub>dc</sub> ..... Eingespeister DC-Prüfstrom zwischen den Anschlüssen C1 und C2 oder HV+ und HV-

U<sub>dc</sub> ..... Gemessene DC-Spannung zwischen den Anschlüssen C1 und C2 oder HV+ und HV-

Der Test kann über das Messfenster für das Ω-Messgerät (200 mA) gestartet werden. Vor dem Durchführen eines Tests können die folgenden Parameter (Testmethode und Grenzwert (R)) bearbeitet werden.

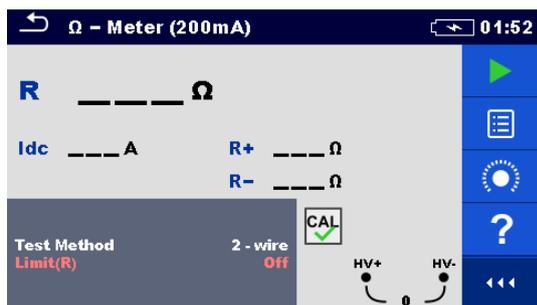


Abbildung 11.29: Menü für das Messen mit dem Ω-Messgerät (200 mA)

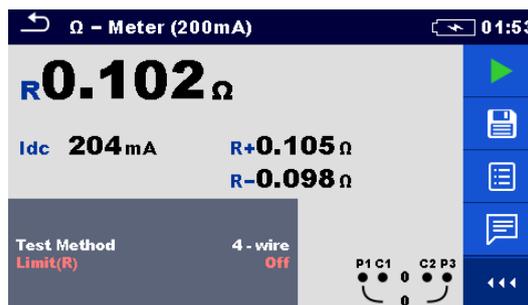


Abbildung 11.30: Beispiel für ein Messergebnis des Ω-Messgeräts (200 mA) (4-Leiter-Testmethode)

#### Testparameter für das Ω-Messgerät (200 mA):

**Testmethode** Testmethode festlegen: [2-Leiter, 4-Leiter]

**Grenzwert (R)** Auswahl des Grenzwerts: [AUS, Benutzerdefiniert, 0,1 Ω ... 40 Ω]

#### Verfahren für das Messen mit dem Ω-Messgerät (200 mA)

- Wählen Sie als Messfunktion das Ω-Messgerät (200 mA) aus.
- Legen Sie die Testparameter (Testmethode, Grenzwert) fest.
- Schließen Sie die Prüfleitungen am Gerät an.

- ❑ Kompensieren Sie die Leitungen, wenn Sie die 2-Leiter-Messmethode verwenden (optional).
- ❑ Schließen Sie die Prüflinge am Prüfling an.
- ❑ Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- ❑ Warten Sie, bis die Testergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden.
- ❑ Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

**Hinweis:**

- ❑ Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!

**11.6.2 Messung mit dem Ω-Messgerät (7 mA)**

Im Allgemeinen dient diese Funktion als Standard Ω-Messgerät mit niedrigem Prüfstrom. Die Messung erfolgt kontinuierlich ohne Polaritätsumkehr. Diese Funktion kann auch für Durchgangstests an induktiven Bauteilen verwendet werden.

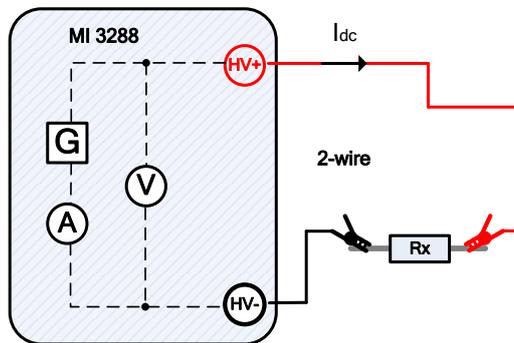


Abbildung 11.31: Beispiel für eine Messung mit dem Ω-Messgerät (7 mA)

Im Beispiel wird folgender Widerstand gemessen:

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

wobei:

R ..... Widerstand

$I_{dc}$  ..... Eingespeister DC-Prüfstrom

$U_{dc}$  ..... Gemessene DC-Spannung zwischen den Anschlüssen HV+ und HV-

Der Test kann über das Messfenster für das Ω-Messgerät (7mA) gestartet werden. Vor dem Durchführen eines Tests können die folgenden Parameter (Ton und Grenzwert (R)) bearbeitet werden.

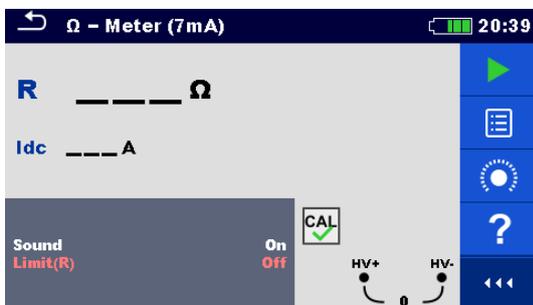


Abbildung 11.32: Menü für das Messen mit dem Ω-Messgerät (7 mA)

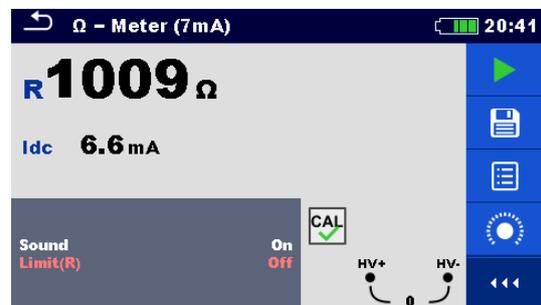


Abbildung 11.33: Beispiel für eine Messung mit dem Ω-Messgerät (7 mA) Methode

**Testparameter für das Ω-Messgerät (7 mA):**

**Ton** [Ein, Aus]

**Grenzwert (R)** Auswahl des Grenzwerts: [AUS, Benutzerdefiniert, 1 Ω ... 15,0 kΩ]

### Verfahren für das Messen mit dem $\Omega$ -Messgerät (7 mA)

- Wählen Sie als Messfunktion das  $\Omega$ -Messgerät (7 mA) aus.
- Legen Sie die Testparameter (Ton und Grenzwert) fest.
- Schließen Sie die Prüflleitungen am Gerät an.
- Kompensieren Sie die Leitungen (optional).
- Schließen Sie die Prüflleitungen am Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die Testergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden.
- Drücken Sie auf die Taste „Run“, um die Messung zu beenden.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

#### Hinweis:

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!

### 11.6.2.1 Kompensation des Prüflleitungswiderstands

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie der Prüflleitungswiderstand beider Durchgangsfunktionen ( $\Omega$ -Messgerät 200 mA und 7 mA) kompensiert werden kann. Eine Kompensation ist im 2-Leiter-Modus erforderlich, um den Einfluss des Widerstands der Prüflleitungen und der Innenwiderstände des Geräts auf den gemessenen Widerstand zu eliminieren. Daher ist die Leitungskompensation eine äußerst wichtige Funktion, um korrekte Ergebnisse zu erhalten. Im Anschluss an die Kompensation wird auf dem Bildschirm das

Kompensationssymbol  angezeigt.

#### Schaltungen zum Kompensieren des Widerstands der Prüflleitungen

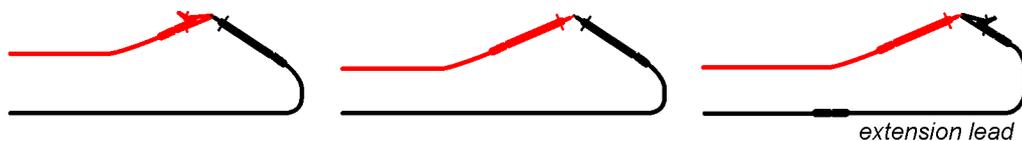


Abbildung 11.34: Kurzgeschlossene Prüflleitungen

#### Verfahren für das Kompensieren des Prüflleitungswiderstands:

- Wählen Sie als Messfunktion das  $\Omega$ -Messgerät (200 mA oder 7 mA) aus.
- Schließen Sie das Prüfkabel am Gerät an, und schließen Sie die Prüflleitungen miteinander kurz (siehe **Abbildung 11.34**).
- Drücken Sie auf die Taste , um den Leitungswiderstand zu kompensieren.

#### Hinweis:

- Der Grenzwert für die Leitungskompensation beträgt 5  $\Omega$ .

## 11.7 Isolierungswiderstandsmessung [Riso]

### Zweck der Isolierungstests

Isolierungsmaterialien sind wichtige Bestandteile fast aller elektrischen Produkte. Die Materialeigenschaften hängen nicht nur von seiner Zusammensetzung ab, sondern auch von Temperatur, Verschmutzung, Feuchtigkeit, Alterung, elektrischer und mechanischer Belastung usw. Im Sinne der Sicherheit und betrieblichen Zuverlässigkeit muss das Isolierungsmaterial regelmäßig gewartet und geprüft werden, damit dieses in einem guten Betriebszustand verbleibt. Zum Testen von Isolierungsmaterialien werden Hochspannungstests eingesetzt.

### Prüfspannung DC vs. AC

Das Testen mit Gleichspannung wird weithin als hilfreicher angesehen als das Testen mit Wechsel- und/oder pulsierender Spannung. Gleichspannungen können für Durchschlagstests verwendet werden, insbesondere wenn hohe kapazitive Ableitströme die Messungen mit Wechsel- oder pulsierende Spannungen stören. Gleichspannung wird meist für Tests zum Messen des Isolierungswiderstands verwendet. Bei dieser Art von Tests wird die Spannung durch die entsprechende Produktanwendungsgruppe definiert. Diese Spannung ist niedriger als die für Spannungsfestigkeitstests verwendete Spannung, sodass die Tests häufiger durchgeführt werden können, ohne das Testmaterial zu belasten.

### Typische Isolierungstests

Im Allgemeinen bestehen Isolierungswiderstandstests aus den folgenden verfügbaren Testverfahren:

- Einfache Isolierungswiderstandsmessung, auch als Stichprobe bezeichnet;
- Messen des Verhältnisses zwischen Spannung und Isolierungswiderstand;
- Messen des Verhältnisses zwischen Zeit und Isolierungswiderstand;
- Testen der Restladung nach der dielektrischen Entladung.

Die Ergebnisse dieses Tests können Aufschluss darüber geben, ob das Isolierungssystem ausgetauscht werden muss.

Typische Beispiele, für die Isolierungswiderstandstests und Diagnosen empfohlen werden, sind Isolierungssysteme von Transformatoren und Motoren, Kabel und weitere elektrische Geräte.

### Elektrische Darstellung des Isolierungsmaterials

In *Abbildung 11.35* wird die Ersatzschaltung eines Isolierungsmaterials dargestellt.

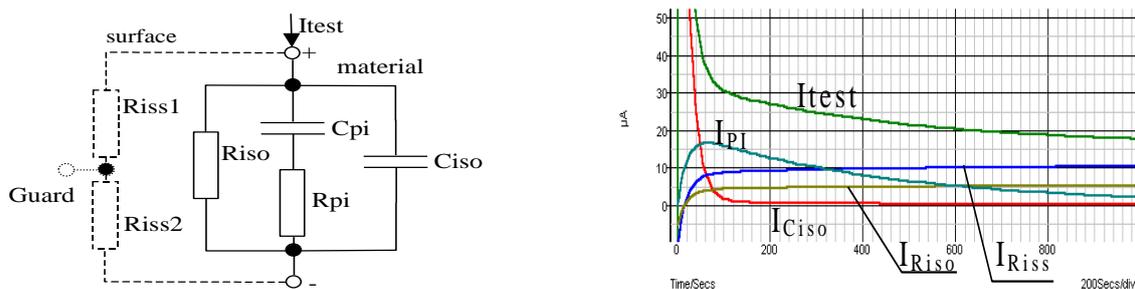


Abbildung 11.35: Ersatzschaltung eines Isolierungsmaterials

wobei:

$R_{iss1}$ und $R_{iss2}$ .....	Oberflächenwiderstand (Position des optionalen Schutzanschlusses)
$R_{iso}$ .....	Tatsächlicher Isolierungswiderstand des Materials
$C_{iso}$ .....	Kapazität des Materials
$C_{pi}$ , $R_{pi}$ .....	Entspricht der Polarisierungswirkung
$I_{test}$ .....	Gesamtprüfstrom ( $I_{test} = I_{pi} + I_{Riso} + I_{Riss}$ )
$I_{pi}$ .....	Polarisierungsabsorptionsstrom
$I_{Riso}$ .....	Tatsächlicher Isolierungsstrom
$I_{Riss}$ .....	Oberflächenableitstrom

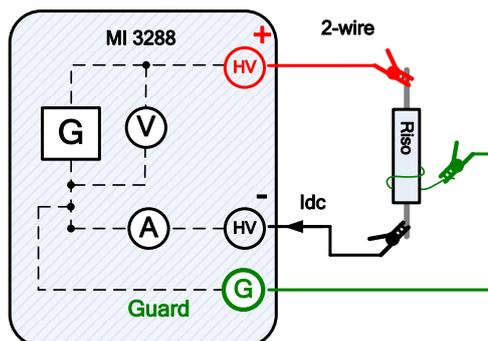


Abbildung 11.36: Beispiel für den Isolierungswiderstand (IR, DD, SV, WS – Test)

Im Beispiel wird folgender Isolierungswiderstand gemessen:

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

wobei:

R<sub>iso</sub> ..... Isolierungswiderstand

I<sub>dc</sub> ..... Gemessener Ableitstrom zwischen den Anschlüssen HV+ und HV-

U<sub>dc</sub> ..... Gemessene Prüfspannung zwischen den Anschlüssen HV+ und HV-

### 11.7.1 Isolierungswiderstandsmessung

Der Test kann im Fenster für den Isolierungswiderstand gestartet werden. Vor dem Durchführen eines Tests können die folgenden Parameter (Prüfspannung, Timer, Mittelwertbildung und Grenzwert) bearbeitet werden.

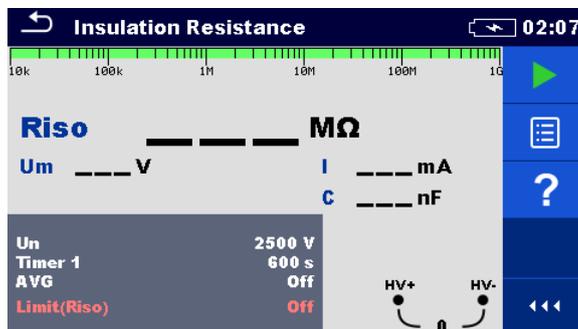


Abbildung 11.37: Menü für Isolierungswiderstandsmessungen

#### Testparameter für den Isolierungswiderstand

<b>Un</b>	Prüfspannung festlegen: [50 V – 1 kV] Schritt 50 V, [1 kV – 2.5 kV] Schritt 100 V
<b>Timer1</b>	Dauer der Messung (s): [Benutzerdefiniert, 5 s - 600 s]
<b>MITTELWERT</b>	Zusätzliche Mittelwertbildung für den Ergebniswert: [AUS, 5, 10, 30, 60]
<b>Grenzwert (Riso)</b>	Auswahl des Grenzwerts: [AUS, Benutzerdefiniert, 1 MΩ - 500 MΩ]

#### Verfahren für die Isolierungswiderstandsmessungen:

- Wählen Sie die Isolierungswiderstand-Messfunktion aus.
- Legen Sie die Testparameter (Prüfspannung, Timer, Mittelwertbildung und Grenzwert) fest.
- Schließen Sie die Prüflösungen an das Messgerät und an den Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis sich das Messergebnis stabilisiert hat, und drücken Sie anschließend erneut auf die Taste „Run“, um die Messung zu beenden, oder warten Sie, bis der

- eingestellte Timer abgelaufen ist.
- Warten Sie, bis sich der Prüfling entladen hat.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

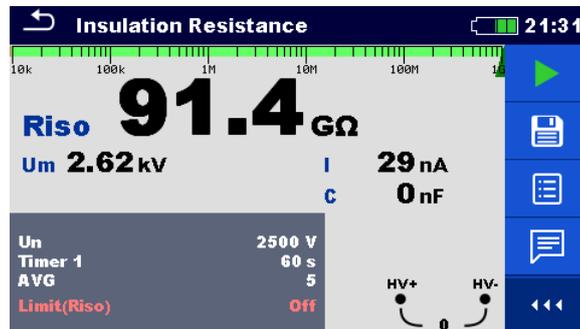


Abbildung 11.38: Beispiel für das Ergebnis einer Isolierungswiderstandsmessung



**Warnungen:**

- Beachten Sie die Sicherheitsvorkehrungen im Kapitel „Warnungen“!
- Berühren Sie den Prüfling weder während der Messung noch bevor er vollständig entladen ist!  
Es besteht die Gefahr eines Stromschlags!

**Hinweise:**

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!
- Während der Messung wird auf dem Display ein Hochspannungswarnsymbol angezeigt, um den Benutzer vor einer potenziell gefährlichen Prüfspannung zu warnen.
- Der Kapazitätswert wird während des endgültigen Entladens des Prüflings gemessen.



**11.7.2 Diagnosetest**

Der Diagnosetest ist ein Langzeittest zum Bewerten der Qualität des geprüften Isolierungsmaterials. Die Ergebnisse dieses Tests erleichtern die Entscheidung, wann das Isolierungsmaterial präventiv ausgetauscht werden muss. Der Test kann im Fenster für den Diagnosetest gestartet werden. Vor dem Durchführen eines Tests können die Parameter bearbeitet werden.

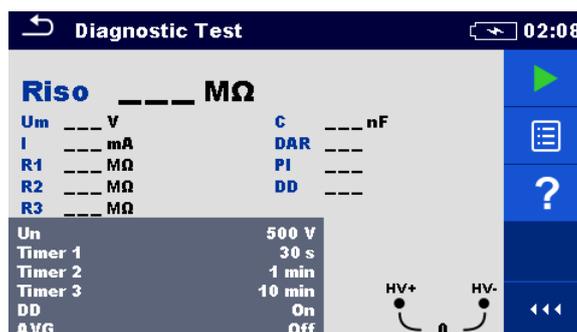


Abbildung 11.39: Diagnosetest-Menü

**Testparameter für Diagnosetests**

<b>Un</b>	Prüfspannung festlegen: [50 V – 1 kV] Schritt 50 V, und [1 kV – 2.5 kV] Schritt 100 V
<b>Timer1</b>	Dauer der Messung (s): [Benutzerdefiniert, 5 s - 600 s]
<b>Timer2</b>	Verzögerung für den Start der PI-Messung (min): [Benutzerdefiniert, 1 min ... 100 min]
<b>Timer3</b>	Dauer der Messung (min): [Benutzerdefiniert, 1 min ... 100 min]
<b>DD</b>	Festlegen des dielektrischen Entladungstests: [Ein, Aus]
<b>MITTELWERT</b>	Zusätzliche Mittelwertbildung für den Ergebniswert: [AUS, 5, 10, 30, 60]

**Grenzwert (Riso)** Auswahl des Grenzwerts: [AUS, Benutzerdefiniert, 1 M $\Omega$  - 500 M $\Omega$ ]

### Diagnosetest-Verfahren

- Wählen Sie die Funktion Diagnosetest aus.
- Legen Sie die Testparameter (Prüfspannung, Timer, DD, Mittelwertbildung und Grenzwert) fest.
- Schließen Sie die Prüflleitungen an das Messgerät und an den Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die eingestellten Timer abgelaufen sind, oder drücken Sie erneut die Taste „Run“, um die Messung zu beenden.
- Warten Sie, bis sich der Prüfling entladen hat.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

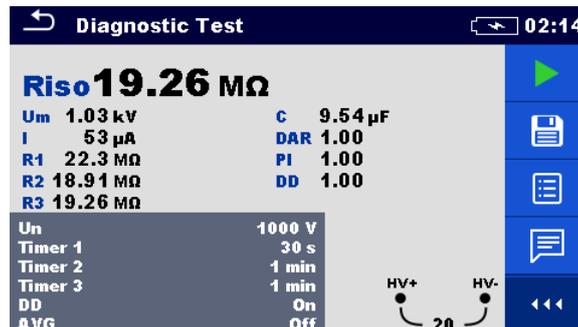


Abbildung 11.40: Beispiel für ein Diagnosetest-Ergebnisse



#### Warnungen:

- Beachten Sie die Sicherheitsvorkehrungen im Kapitel „Warnungen“!
- Berühren Sie den Prüfling weder während der Messung noch bevor er vollständig entladen ist! Es besteht die Gefahr eines Stromschlags!

#### Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!
- Während der Messung wird auf dem Display ein Hochspannungswarnsymbol angezeigt, um den Benutzer vor einer potenziell gefährlichen Prüfspannung zu warnen.
- Der Kapazitätswert wird während des endgültigen Entladens des Prüflings gemessen.
- Sofern aktiviert, misst das Gerät die dielektrische Entladung (DD), wenn die Kapazität im Bereich von 20 nF bis 50  $\mu$ F liegt.

Bei Timer1, Timer2 und Timer3 handelt es sich um Timer mit einem identischen Startpunkt. Der jeweilige Wert gibt die Dauer ab dem Beginn der Messung an. Die maximale Dauer ist auf 100 min begrenzt. In der folgenden Abbildung finden Sie die Beziehungen zwischen den Timern.

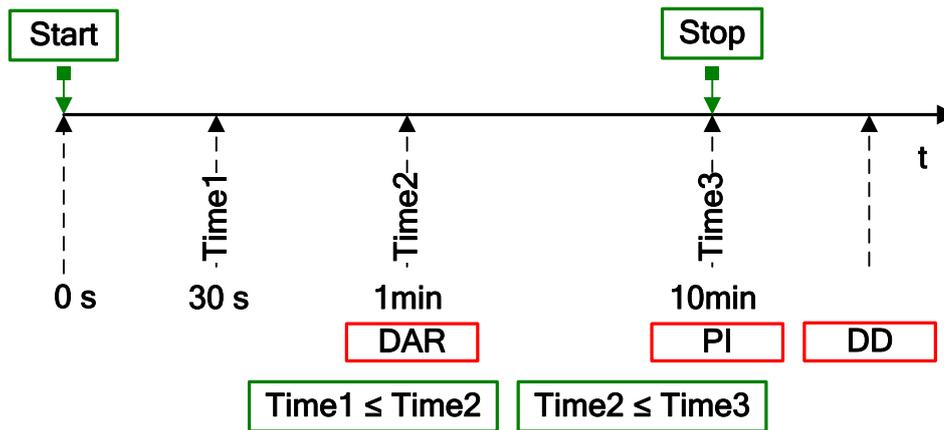


Abbildung 11.41 Timer-Beziehungen

**Dielektrisches Absorptionsverhältnis (DAR)**

Beim DAR-Wert handelt es sich um das Verhältnis der nach 30 Sekunden und nach einer Minute gemessenen Isolierungswiderstandswerte. Die DC-Prüfspannung liegt während der gesamten Dauer des Tests an (zudem wird fortlaufend eine Isolierungswiderstandsmessung ausgeführt). Am Ende wird das DAR-Verhältnis angezeigt:

$$DAR = \frac{R_{iso}(Timer2_(1min))}{R_{iso}(Timer1_(30s))}$$

Einige gültige Werte für DAR (Timer1 = 30 s und Timer2 = 1 min):

DAR-Wert	Status des getesteten Materials
< 1	Schlechte Isolierung
1 ≤ DAR ≤ 1,25	Zulässige Isolierung
> 1,4	Sehr gute Isolierung

**Hinweis:**

- Beim Ermitteln des Riso (30 s) ist auf die Kapazität der Prüflinge zu achten. Sie muss im ersten Zeitabschnitt (30 s) aufgeladen werden. Ungefähre maximale Kapazität:

$$C_{max}[\mu F] = \frac{t[s] \times 10^3}{U[V]}$$

Wobei:

- t..... Timer1 (z. B. 30 s).
- U..... Prüfspannung

**Polarisierungsindex (PI)**

Beim PI-Wert handelt es sich um das Verhältnis der nach einer Minute und nach zehn Minuten gemessenen Isolierungswiderstandswerte. Die DC-Prüfspannung liegt während der gesamten Dauer der Messung an (zudem wird fortlaufend eine Isolierungswiderstandsmessung ausgeführt). Nach Abschluss des Tests wird das PI-Verhältnis angezeigt:

$$PI = \frac{R_{iso}(Timer3_(10min))}{R_{iso}(Timer2_(1min))}$$

Einige gültige Werte für PI (Timer2 = 1 min und Timer3 = 10 min):

PI-Wert	Status des getesteten Materials
1 - 1,5	Nicht zulässig (ältere Typen)
2 - 4	Gilt als gute Isolierung (ältere Typen)

---

 4 Moderner Typ eines guten Isolierungssystems
 

---

**Hinweis:**

- Beim Ermitteln des Riso (1 min) ist auf die Kapazität der Prüflinge zu achten. Sie muss im ersten Zeitabschnitt (1 min) aufgeladen werden. Ungefähre maximale Kapazität:

$$C_{\max}[\mu F] = \frac{t[s] \times 10^3}{U[V]}$$

wobei:

t..... Timer2 (z. B. 1 min).

U..... Prüfspannung

Das Analysieren der Veränderung des gemessenen Isolierungswiderstands über die Zeit und das Berechnen des DAR und PI sind äußerst nützliche Wartungstests für Isolierungsmaterialien.

**Dielektrischer Entladungstest (DD)**

Bei DD handelt es sich um den diagnostischen Isolierungstest, der nach Abschluss der Isolierungswiderstandsmessung durchgeführt wird. In der Regel wird das Isolierungsmaterial für ein bis 30 Minuten an die Prüfspannung angeschlossen und anschließend entladen, bevor der DD-Test durchgeführt wird. Nach einer Minute wird ein Entladestrom gemessen, um die Resorption der Ladung durch das Isolierungsmaterial zu ermitteln. Ein hoher Resorptionsstrom deutet auf eine kontaminierte Isolierung hin (hauptsächlich aufgrund von Feuchtigkeit):

$$DD = \frac{I_{dis1min}[nA]}{U[V] \times C[\mu F]}$$

wobei:

I<sub>dis</sub> 1 min..... Entladestrom, gemessen 1 min nach dem regulären Entladen.

C..... Kapazität des Prüflings.

U..... Prüfspannung

Ein hoher Resorptionsstrom deutet darauf hin, dass die Isolierung kontaminiert wurde, in der Regel durch Feuchtigkeit. In der Tabelle finden Sie typische Werte für die dielektrische Entladung.

<b>DD-Wert</b>	<b>Status des getesteten Materials</b>
> 4	Schlecht
2 - 4	Kritisch
< 2	Gut

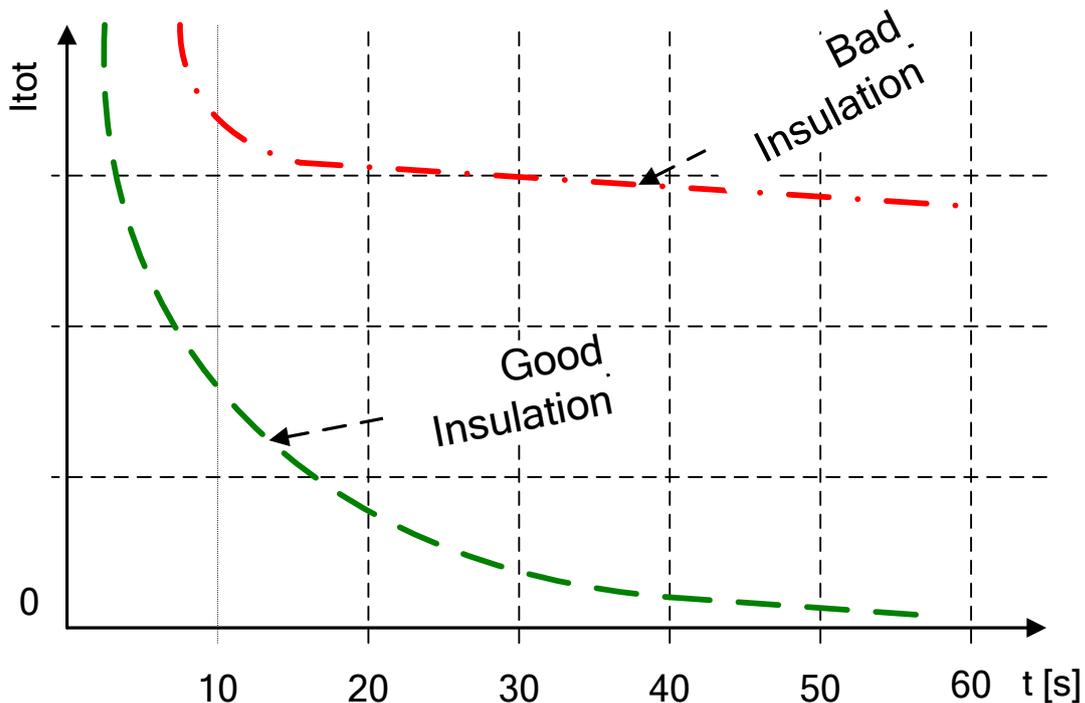


Abbildung 11.42: Strom-/Zeit-Diagramm einer guten und einer schlechten Isolierung, die mit der dielektrischen Entladungsmethode getestet wurde.

Der dielektrische Entladungstest ist äußerst nützlich zum Testen mehrschichtiger Isolierungen. Mit diesem Test können übermäßige Entladungsströme ermittelt werden, die auftreten, wenn eine Schicht einer mehrschichtigen Isolierung beschädigt oder kontaminiert ist. Dieser Zustand wird weder durch eine Stichprobe noch mit einem Polarisierungstest erkannt. Der Entladungsstrom ist bei einer bekannten Spannung und Kapazität höher, wenn eine der inneren Schichten beschädigt ist. Die Zeitkonstante dieser einzelnen Schicht unterscheidet sich von der anderer Schichten, was zu einem höheren Strom als bei einer einwandfreien Isolierung führt.

### 11.7.3 Varistor-Test

Eine Spannungsrampe beginnt bei 50 V und steigt mit 80 V/s an. Die Messung wird beendet, wenn die definierte Endspannung erreicht ist, oder wenn der Prüfstrom den festgelegten Prüfwert überschreitet. Der Test kann im Fenster für den Varistor-Test gestartet werden. Vor dem Durchführen eines Tests können die folgenden Parameter bearbeitet werden.

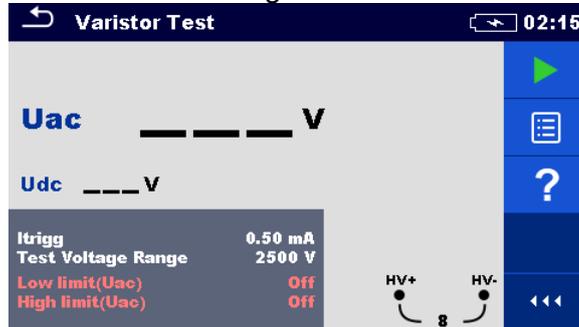


Abbildung 11.43: Menü für den Varistor-Test

#### Testparameter für den Varistor-Test:

<b>Itrigg</b>	Prüfstrompegel festlegen: [0,1 mA – 1,5 mA] Schritt 0,1 mA
<b>Prüfspannungsbereich</b>	Prüfspannungsbereich oder maximalen Udc-Wert festlegen: [1000 V, 1500 V, 2500 V]
<b>Unterer (Uac) Grenzwert</b>	Auswahl des Uac-Werts für den unteren Grenzwert: [AUS, 50 V – 620 V bei Udc = 1.000 V, 50 V – 930 V bei Udc = 1.500 V, 50 V – 1.550 V bei Udc = 2.500 V]
<b>Oberer (Uac) Grenzwert</b>	Auswahl des Uac-Werts für den oberen Grenzwert: [AUS, 50 V – 620 V bei Udc = 1.000 V, 50 V – 930 V bei Udc = 1.500 V, 50 V – 1.550 V bei Udc = 2.500 V]

#### Varistor-Testverfahren:

- Wählen Sie die Varistor-Testfunktion aus.
- Legen Sie die Testparameter fest (Itrigg, Prüfspannungsbereich und Grenzwerte).
- Schließen Sie die Prüflösungen an das Messgerät und an den Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die Testergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden.
- Warten Sie, bis sich der Prüfling entladen hat.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

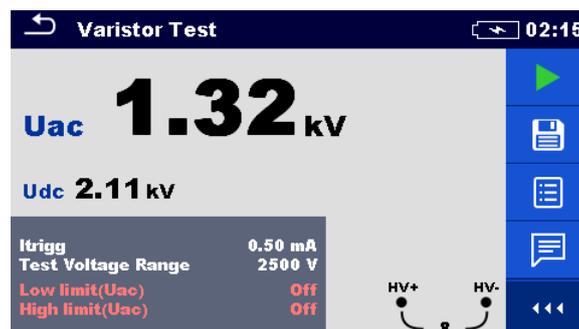


Abbildung 11.44: Beispiel für ein Varistor-Testergebnis

#### Hinweise:

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!
- Während der Messung wird auf dem Display ein Hochspannungswarnsymbol angezeigt, um den Benutzer vor einer potenziell gefährlichen Prüfspannung zu warnen.

#### Bedeutung der Uac-Spannung

Schutzvorrichtungen für AC-Netze liegen in der Regel ca. 15 % über dem Spitzenwert der Nennspannung. Die Beziehung zwischen Udc und Uac lautet wie folgt:

$$U_{ac} \approx U_{dc} / (1.15 \times \sqrt{2})$$

Die  $U_{ac}$ -Spannung kann direkt mit der auf dem zu testenden Schutzgerät angegebenen Spannung verglichen werden.

## 11.8 Strom [I]

Strom	Messung	Testmodus	Nennfrequenz	Filter	Typ	Max. Messbereich
I	Strommesszange	Durchg.	16 Hz ... 420 Hz	RMS	A1227	3000 A
					A1281	1000 A
					A1609	3000 A

Tabelle 11.10: Mit dem MI 3288 durchführbare Strommessungen

### AC-Stromzange A1281

Die Stromzangen A 1281 für mehrere Bereiche sind für das Messen von Wechselstrom in Anlagen

mit kleiner und mittlerer Leistung gedacht: (50 mA ... 1.000 A). Die Zangen verfügen über die vier Strombereiche 0,5 A, 5 A, 100 A und 1.000 A, die direkt am Hauptgerät ausgewählt werden. Das integrierte Elektronikmodul wird direkt über das angeschlossene Gerät versorgt und benötigt keine zusätzliche Stromversorgung.

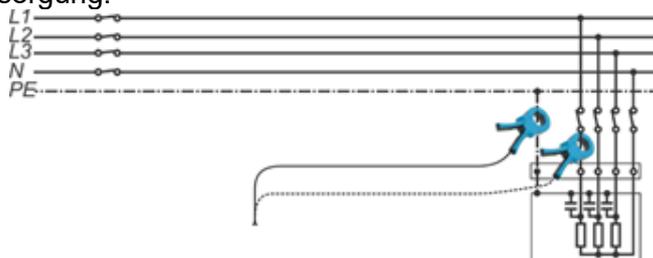
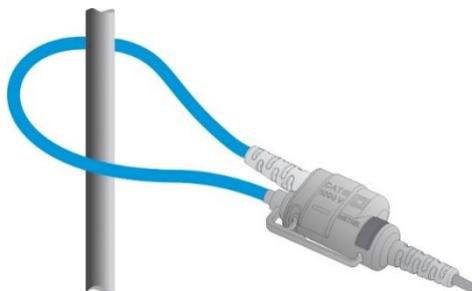


Abbildung 11.45: Beispiel für das Messen mit der A1281-Zange

### Flexible Stromzangen A1227 und A1609

1. Wickeln Sie den flexiblen Messkopf um den zu prüfenden Leiter, und schließen Sie das Verbindungsstück.



- Es ist äußerst wichtig, dass sich der Leiter möglichst in der Mitte und senkrecht zum Stromsensor befindet, um Positionsmessfehler zu minimieren.
  - Minimieren Sie den Einfluss benachbarter stromführender Leiter, und messen Sie an der Stelle, an der sie möglichst weit voneinander entfernt sind.
  - Stellen Sie sicher, dass der Pfeil auf den Zangenverbindungspunkten in Richtung der jeweils richtigen Phase zeigt.
  - Halten Sie die Zangenverbindung mehr als 2,5 cm (1 Zoll) vom Leiter entfernt.
2. Schließen Sie die flexiblen Stromzangen am Zangeneingang des Geräts an.

3. Wählen Sie den geeigneten Stromzangenbereich aus.
4. Starten Sie die Messung.
5. Verfolgen Sie den Stromwert auf dem Display des Hauptgeräts. Wählen Sie im Sinne einer höheren Genauigkeit ggf. den niedrigeren Stromzangenbereich aus.

### 11.8.1 Strommesszange

Die Messung kann über das Fenster für die Strommesszange gestartet werden. Vor dem Durchführen einer Messung können die folgenden Parameter (Zangentyp und Zangenbereich) bearbeitet werden.

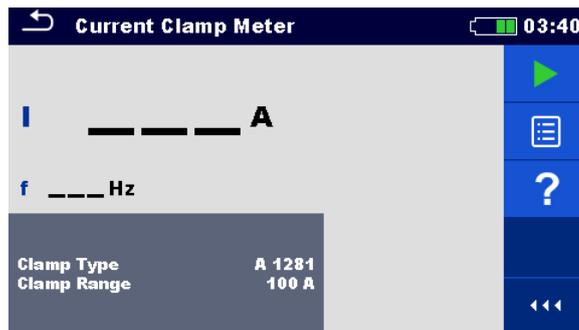


Abbildung 11.46: Menü „Strommesszange“

#### Testparameter für die Strommesszange:

**Zangentyp** Zangentyp festlegen: [A1227, A1281, A1609]

**Zangenbereich** Zangenbereich festlegen: [30 A, 300 A, 3000 A] für (A1227 und A1609),  
[0.5 A, 5 A, 100 A, 1.000 A] für A1281

#### Strommesszangen-Verfahren

- Wählen Sie die Funktion „Strommesszange“ aus.
- Legen Sie den Testparameter (Zangentyp und Zangenbereich) fest.
- Schließen Sie die Zange am Gerät und am Prüfling an.
- Drücken Sie die Run-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die Testergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt werden.
- Drücken Sie erneut auf die Taste „Run“, um die Messung zu starten.
- Speichern Sie die Ergebnisse (optional).

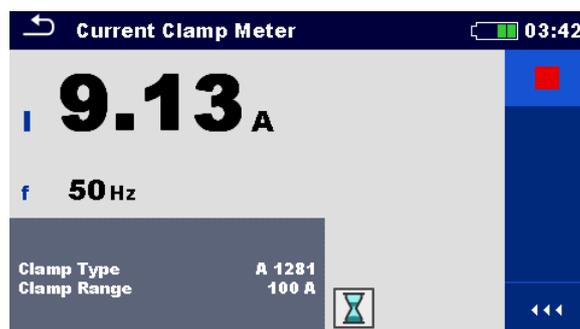


Abbildung 11.47: Beispiel für das Ergebnis der Strommesszange

#### Hinweis:

- Beachten Sie die angezeigten Warnungen, wenn Sie die Messung starten!

## 12 Auto Sequences®

Im Auto Sequence®-Menü können vorprogrammierte Messabläufe durchgeführt werden. Die Reihenfolge der Messungen, die Parameter und der Ablauf der Sequenz können programmiert werden. Die Auto Sequence®-Ergebnisse können gemeinsam mit allen zugehörigen Daten im Speicher gespeichert werden.

Auto Sequences® können auf dem Computer mit der Software Metrel ES Manager vorprogrammiert und auf das Gerät hochgeladen werden. Auf dem Gerät können die Parameter und Grenzwerte der Einzeltests in der Auto Sequence geändert/eingestellt werden.

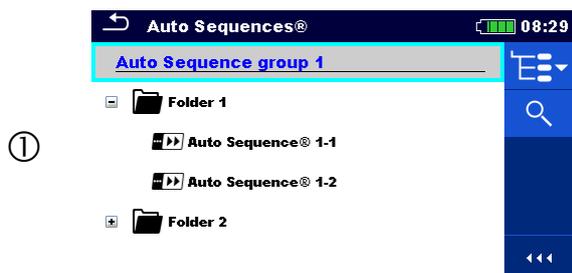
### 12.1 Auswahl von Auto Sequences®

Wählen Sie zunächst die Liste „Auto Sequence®“ im Menü „Auto Sequence®-Gruppen“ aus. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **8.8 Auto Sequence®-Gruppen**.

#### 12.1.1 Auswahl einer aktiven Auto Sequence®-Gruppe im Auto Sequences®-Menü

Die Menüs „Auto Sequences®“ und „Auto Sequence®-Gruppen“ sind miteinander verknüpft, sodass eine aktive Auto Sequence®-Gruppe auch im Menü „Auto Sequences®“ ausgewählt werden kann.

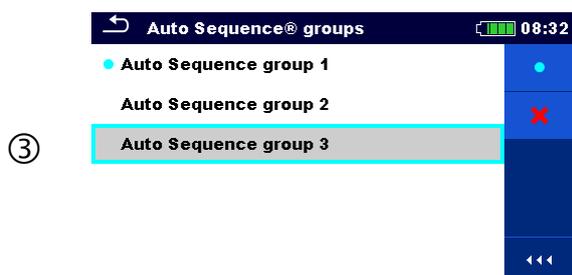
##### Vorgehensweise



Tippen Sie im Auto Sequences®-Menü auf die Kopfzeile der aktiven Auto Sequence®-Gruppe.



Auf dem Bedienfeld wird eine Liste der Auto Sequence®-Gruppen geöffnet.

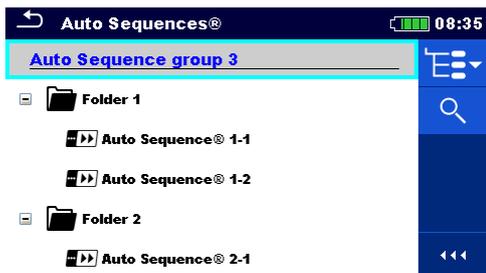


Wählt die gewünschte Auto Sequence®-Gruppe aus einer Liste von Gruppen aus.



Bestätigt die neue Auswahl.

⑤



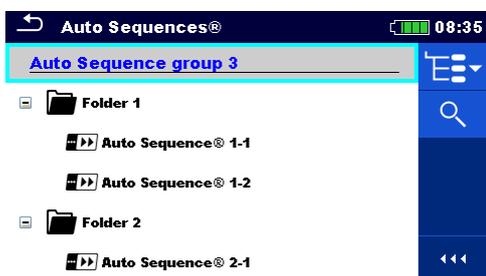
Die neue Auto Sequence®-Gruppe wurde ausgewählt, und alle Auto Sequences® in dieser Gruppe werden auf dem Bildschirm angezeigt.

### 12.1.2 Suchen im Auto Sequences®-Menü

Im Auto Sequences®-Menü können Auto Sequences® anhand ihres Namens oder des Kurzcodes gesucht werden.

#### Vorgehensweise

①



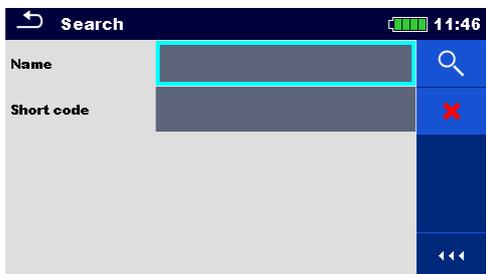
Die Suchfunktion ist in der Kopfzeile der aktiven Auto Sequence®-Gruppe verfügbar.

②



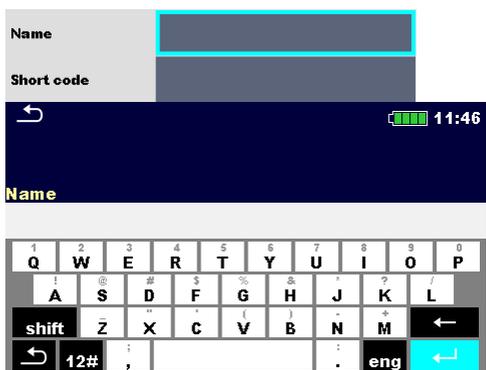
Wählen auf dem Bedienfeld „Suchen“ aus, um das Menü „Sucheinstellungen“ zu öffnen.

③



Im Menü „Sucheinstellungen“ werden die Parameter angezeigt, nach denen gesucht werden kann.

③ a



Im Menü „Sucheinstellungen“ werden die Parameter angezeigt, nach denen gesucht werden kann. Die Suche kann durch Eingabe eines Texts in die Felder „Name“ und „Kurzcode“ eingegrenzt werden. Die Zeichenfolgen können über die Bildschirmtastatur eingegeben werden.

③ b



Löscht alle Filter. Setzt die Filter auf die Standardwerte zurück.

④



Durchsucht die aktive Auto Sequence®-Gruppe anhand der ausgewählten Filter. Die Ergebnisse werden im Suchergebnisfenster angezeigt (siehe

Abbildung 12.1: Suchergebnisfenster (links) – Auto Sequence ausgewählt (rechts).



Abbildung 12.1: Suchergebnisfenster (links) – Auto Sequence ausgewählt (rechts)

### Optionen



Nächste Seite.



Vorherige Seite.



Wechselt zur Position im Auto Sequences®-Menü.



Wechselt zum Menü der Auto Sequence®-Ansicht.



Startet die ausgewählte Auto Sequence®.

### Hinweis:

- Auf der Suchergebnisseite werden bis zu 50 Ergebnisse angezeigt.

### 12.1.3 Organisieren der Auto Sequences® im Auto Sequences®-Menü

Die auszuführende Auto Sequence® kann über das Auto Sequences®-Hauptmenü ausgewählt werden. Dieses Menü kann mithilfe von Ordnern, Unterordnern und Auto Sequences® strukturiert werden. Bei der Auto Sequence® in der Struktur kann es sich um die ursprüngliche Auto Sequence® oder eine Verknüpfung mit der ursprünglichen Auto Sequence® handeln. Die als Verknüpfungen markierten Auto Sequences® und die ursprünglichen Auto Sequences® sind verknüpft. Das Ändern von Parametern oder Grenzwerten für eine der verknüpften Auto Sequences® wirkt sich auf die ursprüngliche Auto Sequence® sowie all ihre Verknüpfungen aus.

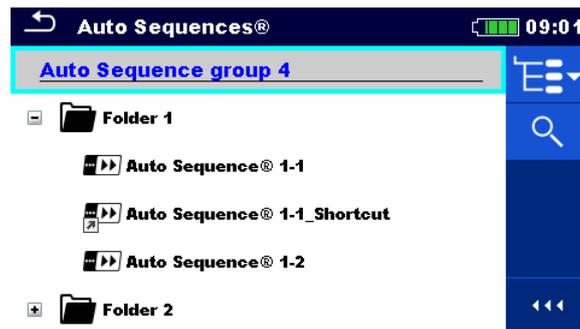


Abbildung 12.2: Beispiel für organisierte Auto Sequences® im Auto Sequences®-Hauptmenü

## Optionen



Die ursprüngliche Auto Sequence®.



Ein Verknüpfung zur ursprünglichen Auto Sequence®.



Ruft das Menü für eine detailliertere Ansicht der ausgewählten Auto Sequence® auf.

Diese Option sollte zudem verwendet werden, wenn die Parameter/Grenzwerte der ausgewählten Auto Sequence® geändert werden müssen. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **12.2.1 Menü der Auto Sequence®-Ansicht**.



Startet die ausgewählte Auto Sequence®.  
Das Gerät startet die Auto Sequence® umgehend.



Suchen im Auto Sequences®-Menü Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **12.1.2 Suchen im Auto Sequences®-Menü**.

## 12.2 Organisieren einer Auto Sequence®

Eine Auto Sequence® ist in drei Phasen unterteilt:

- Vor dem Start des ersten Tests wird das Menü der Auto Sequence®-Ansicht angezeigt (es sei denn, sie wurde direkt im Auto Sequence®-Hauptmenü gestartet). In diesem Menü können die Parameter und Grenzwerte für die einzelnen Messungen festgelegt werden.
- Während der Ausführungsphase einer Auto Sequence® werden vorprogrammierte Einzeltests durchgeführt. Der Ablauf der einzelnen Tests wird durch vorprogrammierte Ablaufbefehle gesteuert.
- Nach Abschluss der Testsequenz wird das Auto Sequence®-Ergebnismenü angezeigt. Die Details der einzelnen Tests können angezeigt und die Ergebnisse in der Speicherverwaltung gespeichert werden.

### 12.2.1 Menü der Auto Sequence®-Ansicht

Im Menü der Auto Sequence®-Ansicht werden die Kopfzeile sowie die Einzeltests für die ausgewählte Auto Sequence® angezeigt. Die Kopfzeile enthält den Namen und die Beschreibung der Auto Sequence®. Vor dem Beginn einer Auto Sequence® können die Testparameter/Grenzwerte für einzelne Messungen geändert werden.

#### Menü der Auto Sequence®-Ansicht (Kopfzeile ist ausgewählt)

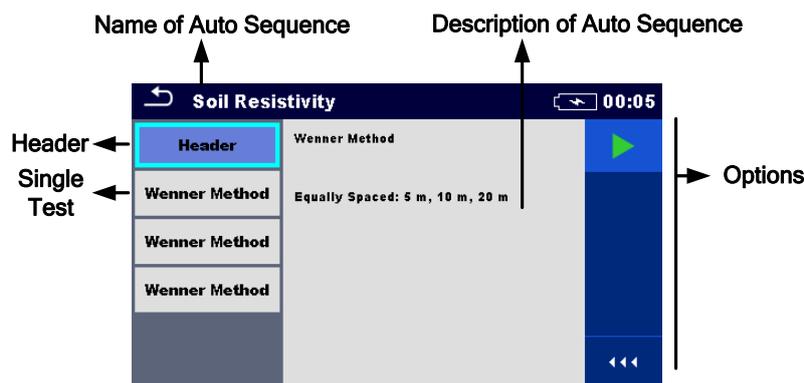


Abbildung 12.3: Menü der Auto Sequence®-Ansicht – Kopfzeile ist ausgewählt

#### Optionen



Startet die Auto Sequence®.

#### Menü der Auto Sequence®-Ansicht (Messung ist ausgewählt)

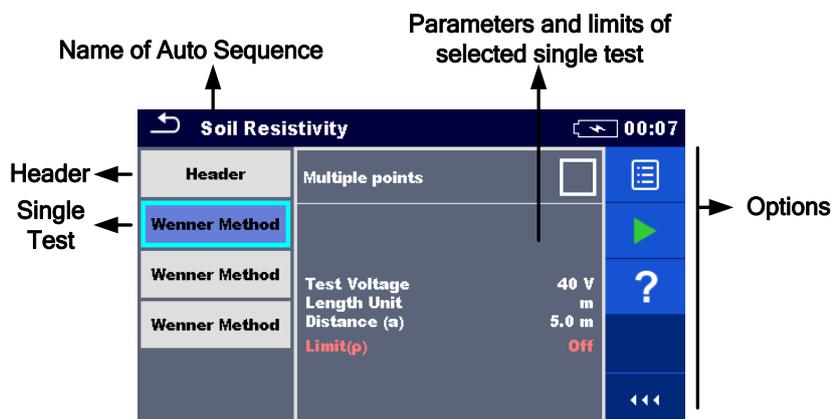


Abbildung 12.4: Menü der Auto Sequence®-Ansicht – Messung ist ausgewählt

## Optionen


**Wenner Method**

Wählt den Einzeltest aus.



auf

Öffnet das Menü zum Ändern der Parameter und Grenzwerte der ausgewählten Messungen.

In Kapitel **10.1.2 Einstellen von Parametern und Grenzwerten für Einzeltests** finden Sie weitere Informationen zum Ändern der Messparameter und Grenzwerte.

Test Voltage	40 V
Length Unit	m
Distance (a)	5.0 m
Limit(ρ)	Off



Startet die Auto Sequence®.

## Anzeige von Schleifen


**Wenner Met... x2**

Das an das Ende des Einzeltestnamens angehängte „x2“ gibt an, dass eine Schleife von Einzeltests programmiert wurde. Der markierte Einzeltest wird also so oft durchgeführt, wie es die Zahl hinter dem „x“ angibt. Die Schleife kann zuvor am Ende jeder Einzelmessung beendet werden.

## 12.2.2 Schrittweises Ausführen von Auto Sequences®

Das Ausführen der Auto Sequence® wird durch vorprogrammierte Ablaufbefehle gesteuert. Beispiele für Aktionen, die durch Ablaufbefehle gesteuert werden:

- Pausen während der Testsequenz
- Summer
- Fortsetzen der Testsequenz in Bezug auf die Messergebnisse

Die aktuelle Liste der Ablaufbefehle finden Sie in **Anhang D.5 Beschreibung der Ablaufbefehle**.

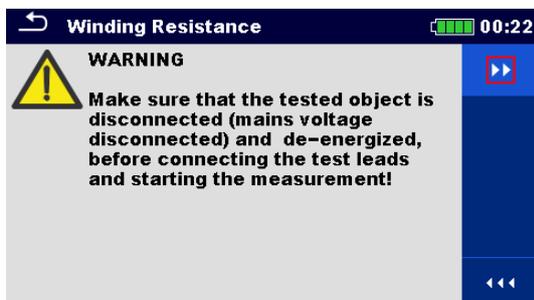


Abbildung 12.5: Auto Sequence® – Beispiel für eine Pause mit Meldung (Text oder Bild)

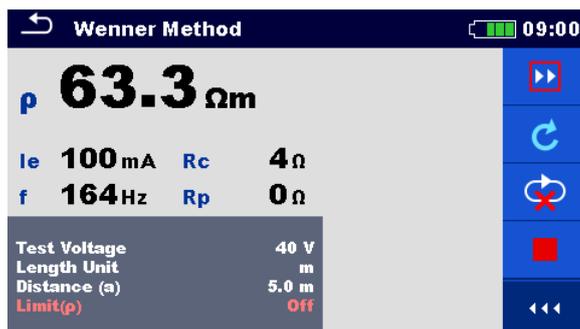


Abbildung 12.6: Auto Sequence® – Beispiel für eine abgeschlossenen Messung mit Optionen für die weitere Vorgehensweise

### Optionen (während des Ausführens einer Auto Sequence®)



Fährt mit dem nächsten Schritt der Testsequenz fort.



Wiederholt die Messung.  
Das angezeigte Ergebnis des Einzeltests wird nicht gespeichert.



Beendet die Auto Sequence® und wechselt zum Ergebnisfenster der Auto Sequence®.



Beendet die Schleife der Einzeltests und fährt mit dem nächsten Schritt im Testablauf fort.



auf

Zeigt die Parameter und Grenzwerte für die Messung an.



Fügt einen Kommentar hinzu.  
Auf dem Gerät wird das Tastenfeld zur Eingabe eines Kommentars zur aktuellen Messung geöffnet.

### Hinweis:

- Die auf dem Bedienfeld verfügbaren Optionen sind abhängig vom ausgewählten Einzeltest, von dessen Ergebnis und vom programmierten Testablauf.

### 12.2.3 Auto Sequence®-Ergebnisfenster

Nach Abschluss der Auto Sequence® wird das Auto Sequence®-Ergebnisfenster angezeigt. Auf der linken Seite des Displays werden die Einzeltests und deren Status in der Auto Sequence® angezeigt. In der Mitte des Displays wird die Kopfzeile der Auto Sequence® angezeigt. Oben wird der Gesamtstatus der Auto Sequence® angezeigt. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **9.1.1 Messzustände**.

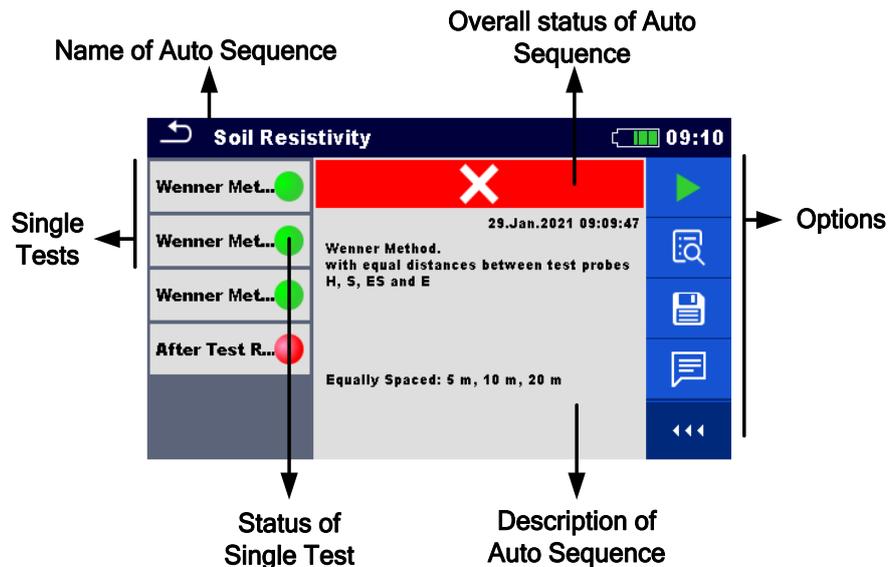


Abbildung 12.7: Auto Sequence®-Ergebnisfenster

## Optionen



Test starten

Startet eine neue Auto Sequence®.



Zeigt die Ergebnisse der einzelnen Messungen an.

Das Gerät wechselt zum Menü für das Anzeigen der Auto Sequence®-Details.



Speichert die Auto Sequence®-Ergebnisse.

Eine neue Auto Sequence® wurde aus einem Strukturobjekt der Baumstruktur ausgewählt und begonnen:

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

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

- In der Standardeinstellung wird sie unter dem zuletzt ausgewählten Strukturobjekt gespeichert. Der Benutzer kann ein anderes Strukturobjekt auswählen oder ein neues erstellen.

Wenn Sie im Speicherverwaltungsmenü auf  drücken, wird die Auto Sequence® am ausgewählten Speicherort gespeichert.

Eine leere Messung wurde in der Baumstruktur ausgewählt und begonnen:

- Die Ergebnisse werden der Auto Sequence® hinzugefügt. Der Gesamtstatus der Auto Sequence® wechselt von „leer“ zu „abgeschlossen“.

In der Baumstruktur wurde eine bereits durchgeführte Auto Sequence® ausgewählt, angezeigt und anschließend neu gestartet:

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



Fügt einen Kommentar hinzu.

Auf dem Gerät wird das Tastenfeld zur Eingabe eines Kommentars zur aktuellen Auto Sequence geöffnet.

## Optionen im Menü für das Anzeigen der Auto Sequence®-Ergebnisdetails



Es werden die Details des ausgewählten Einzeltests in der Auto Sequence® angezeigt.



auf

Test Voltage	40 V
Length Unit	m
Distance (a)	5.0 m
Limit( $\rho$ )	Off

Öffnet das Menü zum Anzeigen der Parameter und Grenzwerte der ausgewählten Messungen. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel **10.1.2 Einstellen von Parametern und Grenzwerten für Einzeltests**.



Fügt dem ausgewählten Einzeltestergebnis einen Kommentar hinzu. Der Kommentar zum ausgewählten Einzeltestergebnis kann angezeigt/bearbeitet werden, wenn er aus dem Speicher abgerufen wird.

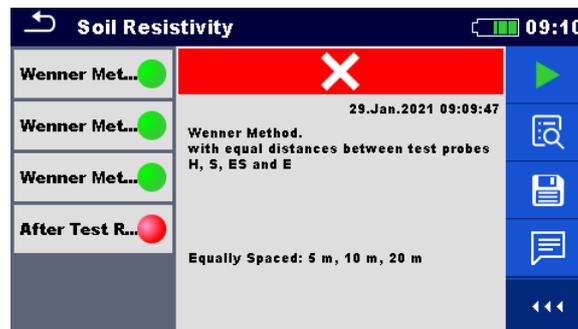


Abbildung 12.8: Details des Menüs für das Anzeigen von Auto Sequence®-Ergebnisdetails

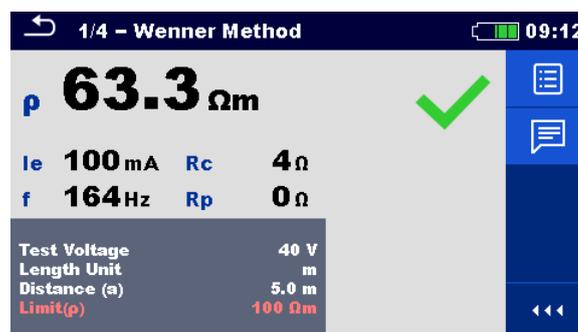


Abbildung 12.9: Einzeltestdetails im Auto Sequence®-Ergebnisfenster

### 12.2.4 Auto Sequence-Speicherfenster

Im Auto Sequence®-Speicherfenster können Auto Sequence®-Details angezeigt und eine neue Auto Sequence® gestartet werden.

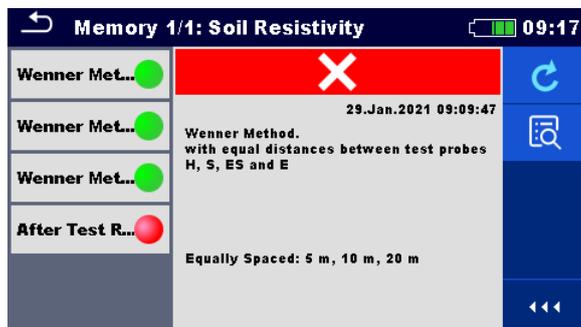


Abbildung 12.10: Auto Sequence®-Speicherfenster

#### Optionen



Erneutes Testen der Auto Sequence®.  
Wechselt zum Menü für eine neue Auto Sequence®.



Wechselt zum Menü für das Anzeigen von gespeicherten Auto Sequence®-Details.

## 13 Kommunikation

Das Gerät kann mit der Computersoftware Metrel ES Manager kommunizieren. Folgende Aktion wird unterstützt:

- Die gespeicherten Ergebnisse sowie die Baumstruktur der Speicherverwaltung können heruntergeladen und auf einem Computer gespeichert werden.
- Die Baumstruktur und die Auto Sequences® der Computersoftware Metrel ES Manager können auf das Gerät hochgeladen werden.

Die Computersoftware Metrel ES Manager kann unter Windows 8, Windows 8.1 und Windows 10 ausgeführt werden. Am Gerät stehen drei Kommunikationsschnittstellen zur Verfügung: RS-232, USB und Bluetooth.

Abhängig von der erkannten Schnittstelle wählt das Gerät automatisch den Kommunikationsmodus aus. Die USB-Schnittstelle hat Vorrang.

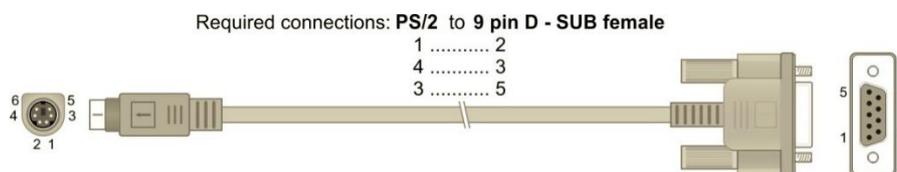


Abbildung 13.1: Schnittstellenanschluss für die Datenübertragung über den PC COM-Port

### So stellen Sie eine USB- oder RS-232-Verbindung her:

- RS-232-Kommunikation: Verbinden Sie mit dem seriellen Kommunikationskabel PS/2 - RS232 einen PC COM-Port mit dem PS/2-Anschluss des Geräts;
- USB-Kommunikation: Verbinden Sie mit dem USB-Schnittstellenkabel einen USB-Anschluss des Computers mit dem USB-Anschluss des Geräts.
- Schalten Sie den Computer und das Gerät ein.
- Führen Sie die Software Metrel ES Manager aus.
- Wählen Sie den Kommunikationsanschluss aus (der COM-Port für die USB-Kommunikation ist als „Measurement Instrument USB VCom Port“ gekennzeichnet).
- Das Gerät ist für die USB-Kommunikation mit dem Computer eingerichtet.

### Bluetooth-Kommunikation:

Das interne Bluetooth-Modul ermöglicht das einfache Kommunizieren über Bluetooth mit Computern und Android-Geräten.

### So konfigurieren Sie eine Bluetooth-Verbindung zwischen dem Gerät und einem Computer:

- Schalten Sie das Gerät ein.
- Konfigurieren Sie auf dem Computer einen seriellen Standardanschluss, um die Kommunikation über eine Bluetooth-Verbindung zwischen dem Gerät und einem Computer zu ermöglichen. In der Regel wird für das Verbinden der Geräte kein Code benötigt.
- Führen Sie die Software Metrel ES Manager aus.
- Richten Sie den konfigurierten Kommunikationsport ein.
- Das Gerät ist für die Bluetooth-Kommunikation mit dem Computer eingerichtet.

### Hinweise:

- Der Name des ordnungsgemäß konfigurierten Bluetooth-Geräts muss aus dem Gerätetyp und der Seriennummer bestehen, z. B. MI 3288-12345678I.
- Der Verbindungscode des Bluetooth-Kommunikationsgeräts lautet 1234.

## 14 Wartung

Unbefugten Personen ist es nicht gestattet, das MI 3288 zu öffnen. Mit Ausnahme der Akkus und Sicherungen unter der Abdeckung auf der Rückseite sind im Inneren des Geräts keine vom Benutzer auszutauschenden Komponenten vorhanden.



Abbildung 14.1: Position der Schrauben zum Öffnen des Batterie-/Sicherungsfachs

### 14.1 Ersetzen der Sicherung

Unter der rückseitigen Abdeckung des MI 3288 befindet sich eine Sicherung.

---

**F2** FF 2 A/1.000 V, 32×6,3 mm (Schaltleistung: 50 kA)  
H, C1-Anschlussschutzsicherung

---

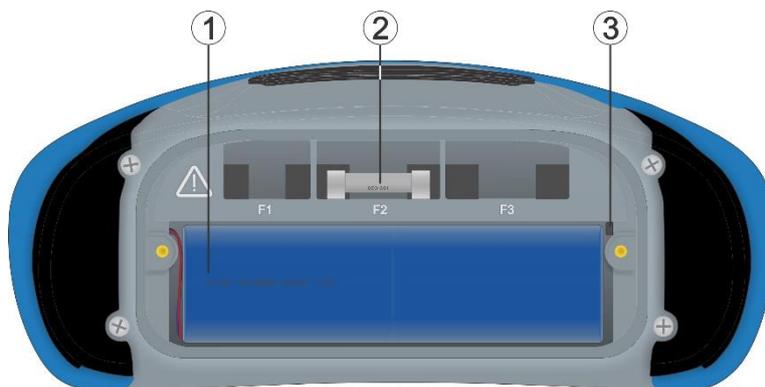


Abbildung 14.2: Sicherungen



#### Warnungen:

- ❑ Trennen Sie alle Messzubehöerteile und schalten Sie das Messgerät aus, bevor Sie das Batterie-/Sicherungsfach öffnen, da im Gerät gefährliche Spannungen anliegen!
- ❑ Ersetzen Sie durchgebrannte Sicherungen mit dem gleichen Typ, da das Gerät oder Zubehör andernfalls beschädigt und/oder die Sicherheit des Bedieners beeinträchtigt werden kann.

## 14.2 Einsetzen/Austauschen von Akkus

### Vorgehensweise:

①	Entnehmen Sie den Akku aus dem Batteriefach.	
②	Entfernen Sie den Schaumstoff, falls dieser unter dem Akku eingelegt war.	
③	Drücken Sie auf den Stecker (1), um ihn zu entriegeln, und ziehen Sie an den Drähten (2), um den Akku vom Gerät zu trennen.	
①	Schließen Sie den neuen Akku am Gerät an.	
②	Verwenden Sie bei Akkus mit Standardkapazität Schaumstoff (2), um den freien Platz zu füllen.	
③	<p>Setzen Sie den Akku in das Batteriefach ein, und schließen Sie die Abdeckung des Batterie-/Sicherungsfachs.</p> <p><b>Hinweis:</b></p> <p>Achten Sie beim Einsetzen eines Akkus mit hoher Kapazität darauf, dass sich das Schutzmodul des Akkus an der oberen Innenseite des Fachs befindet.</p>	



### Warnungen:

- ❑ Trennen Sie alle Messzubehöerteile und schalten Sie das Messgerät aus, bevor Sie das Batterie-/Sicherungsfach öffnen, da im Gerät gefährliche Spannungen anliegen!
- ❑ Ersetzen Sie Akkus ausschließlich mit dem gleichen Typ, da das Gerät andernfalls beschädigt und/oder die Sicherheit des Bedieners beeinträchtigt werden kann.
- ❑ Stellen Sie sicher, dass die Akkus gemäß den Richtlinien des Herstellers sowie der örtlichen und nationalen Behörden verwendet und entsorgt werden.

## 14.3 Reinigung

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



### **Warnungen:**

- ❑ Verwenden Sie keine auf Benzin oder Kohlenwasserstoff basierende Flüssigkeiten!
- ❑ Verschütten Sie keine Reinigungsflüssigkeit über dem Gerät!

## 14.4 Periodische Kalibrierung

Das Gerät muss regelmäßig kalibriert werden, damit die in diesem Handbuch angeführten technischen Spezifikationen gewährleistet sind. Wir empfehlen eine jährliche Kalibrierung. Die Kalibrierung darf nur von einem autorisierten Techniker durchgeführt werden. Weitere Informationen erhalten Sie von Ihrem Händler.

## 14.5 Wartung

Wenden Sie sich jederzeit und insbesondere bei Reparaturen, die unter die Garantie fallen, jederzeit an Ihren Händler.

## 14.6 Geräte-Upgrades

Ein Upgrade des Geräts kann von einem Computer aus über den USB-Kommunikationsanschluss durchgeführt werden. Dadurch ist das Gerät auch dann auf dem neuesten Stand, wenn sich Normen oder Vorschriften ändern. Die Firmware-Aktualisierung erfordert einen Internetzugang und kann in der **Software Metrel ES Manager** mithilfe der Aktualisierungssoftware FlashMe durchgeführt werden, die Sie durch das Upgrade leitet. Weitere Informationen finden Sie in der Metrel ES Manager-Hilfedatei.

<https://www.metrel.si/en/downloads/>

### **Hinweis:**

- ❑ Weitere Informationen zu den Anschlüssen finden Sie in Kapitel **13 Kommunikation**.

## 15 Technische Daten

### 15.1 Spannungs und Frequenz [U/f]

#### 15.1.1 Effektivspannungsmesser

Messprinzip: ..... Spannungsmessung (Effektivwert)

Anzeigebereich Uac ..... 0,000 V ... >750 V

Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
Uac	0,000 V ... 9,999 V	0,001 V	Frequenzbereich: 15 Hz ... 99 Hz ±(0,5 % des Messwerts + 3 Stellen)
	10,00 V ... 99,99 V	0,01 V	
	100,0 V ... 749,9 V	0,1 V	Frequenzbereich: 100 Hz ... 399 Hz ±(1 % des Messwerts + 3 Stellen) Frequenzbereich: 400 Hz ... 1200 Hz ±(5 % des Messwerts + 3 Stellen)

Anzeigebereich Udc ..... 0,000 V ... >1.100 V

Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
Udc	0,000 V ... 9,999 V	0,001 V	±(0,5 % des Messwerts + 3 Stellen)
	10,00 V ... 99,99 V	0,01 V	
	100,0 V ... 999,9 V	0,1 V	

Anzeigebereich U ..... 0,000 V ... >1.100 V

Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
U	0,000 V ... 9,999 V	0,001 V	Berechneter Wert (Unsicherheit von Uac und Udc berücksichtigen)
	10,00 V ... 99,99 V	0,01 V	
	100,0 V ... 999,9 V	0,1 V	

Das angezeigte Spannungsergebnis U (AC + DC) wird folgendermaßen berechnet:

$$U = \sqrt{(Uac)^2 + (Udc)^2}$$

Testmodus ..... fortlaufend

Ergebnisart ..... AC, DC oder AC + DC

Nennfrequenzbereich ..... DC, 15,00 Hz 1,200 kHz

Eingangswiderstand (HV+) – (HV-) ..... 25 MΩ ± 5 %

Messwiederholrate ..... typisch 1 s

Automatische Bereichsauswahl ..... ja

#### 15.1.2 Frequenz

Messprinzip: ..... Messung mit Nulldurchgangserkennung

Anzeigebereich f ..... 12 Hz ... >2.000 Hz

Frequenz	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
f	15,00 Hz ... 99,99 Hz	0,01 Hz	±(0,2 % des Messwerts + 1 Stellen)
	100,0 Hz ... 999,9 Hz	0,1 Hz*	
	1,000 kHz ... 1,200 kHz	1 Hz	

Testmodus ..... fortlaufend

Nennspannungsbereich ..... 5 V 750 V (AC)

## 15.2 Strom [I]

### 15.2.1 Stromzange aus Eisen (A 1281) und flexibel (A 1227, A 1609)

Messprinzip: ..... Strommessung (Effektivwert)

Strom	Typ	Bereich	Messbereich	Anzeigebereich	Auflösung	Gesamtunsicherheit (*siehe Hinweise)
I	A 1281	0,5 A	10 mA ... 749 mA	0 mA ... 749 mA	1 mA	±(2,5 % des Messwerts + 3 Stellen)
		5 A	0,10 A ... 7,49 A	0,00 A ... 7,49 A	0,01 A	
		100 A	2 A ... 149 A	0,0 A ... 99,9 A	0,1 A	
				100 A ... 149 A	1 A	
		1000 A	20 A ... 999 A	0 A ... 999 A	1 A	
	A 1227 A 1609	30 A	0,6 A ... 59,9 A	0,0 A ... 59,9 A	0,1 A	±(3,5 % des Messwerts + 3 Stellen)
		300 A	6 A ... 599 A	0 A ... 599 A	1 A	
3000 A		0,06 kA ... 5,99 kA	0,00 kA ... 5,99 kA	0,01 kA		

Eingangsanschluss..... galvanisch getrennt (Zangenanschluss)

Testmodus..... fortlaufend

Messfrequenzbereich ..... 16 Hz ... 420 Hz

Eingangsimpedanz ..... 100 kΩ (Zangenanschluss)

Gerätegenauigkeit (Zangenanschluss)..... 2 %

Messwiederholrate..... 3 s typisch

\*Hinweise:

- Bei geringfügigen Überschreitungen des Zangenbereichs zeigt das Gerät > und den entsprechenden Bereich an (z. B. >599 A).
- Bei einer großen Überschreitung des Zangenbereichs oder einer falschen Zangenauswahl werden horizontale Striche (- - -) angezeigt.
- Die Frequenz wird nur angezeigt, wenn ( $I_m \geq 1 \% I_{clamp\_range}$ ), wobei  $I_m$  dem gemessenen Strom und  $I_{clamp\_range}$  dem festgelegten Wert für den Zangenbereich entspricht. Andernfalls werden die horizontalen Striche (- - -) angezeigt.
- Die Gesamtunsicherheit (in Prozent vom Messwert ) dient als Richtlinie. Den genauen Messbereich und die Messunsicherheit entnehmen Sie dem Benutzerhandbuch der entsprechenden Stromzangen. Die Gesamtunsicherheit wird berechnet als:

$$OverallAccuracy = 1.15 \cdot \sqrt{InstrumentAccuracy^2 + ClampAccuracy^2}$$

## 15.3 Erdung [Ze]

### 15.3.1 4-polig

Messprinzip..... Spannung-/Strommessung

Anzeigebereich Ze..... (0,000  $\Omega$  ... >19,99 k $\Omega$ )

Erdung	Testfrequenz	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (*siehe Hinweise)
Ze	55 Hz ... 164 Hz	0,010 $\Omega$ ... 1,999 $\Omega$	0,001 $\Omega$	$\pm(3\%$ des Messwerts + 3 Stellen)
		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 k $\Omega$ ... 19,99 k $\Omega$	0,01 k $\Omega$	

Testmodus..... einzeln

Prüfspannung bei offenem Anschluss ..... 20 oder 40 V AC

Testfrequenz ..... 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz

Kurzschlussprüfstrom ..... >80 mA bei 164 Hz, 40 V AC

Grenzwertbereich (Ze) ..... AUS, 0,1  $\Omega$  ... 5,00 k $\Omega$ , benutzerdefinierter Wert

Form der Prüfspannung ..... Sinuswelle

Ze-Definition ..... Impedanzwert Z(f).

Re-Definition ..... Impedanz, ohne Blindwiderstand X(f).

Messdauer ..... siehe Tabelle 15.1

Typische Akku-Laufzeit ..... siehe Tabelle 15.3

Automatischer Test des Prüfspitzenwiderstands ja (3-, 4-polig)

Automatischer Anschlusstest..... ja [H, S, ES, E]

Automatische Bereichsauswahl ..... ja

Automatischer Test der Störspannung ..... ja

*\*Hinweise:*

- Die Messunsicherheit hängt von der ordnungsgemäßen Kompensation der Prüfleitungen für 2-, 3-polig und dem Widerstand der Prüfspitzen und Hilfserdungselektroden ab (siehe 15.8 Einfluss der Hilfselektroden).

Das Ausschließen des Blindwiderstands X(f) für das Re-Ergebnis wird durch die Genauigkeit der Phasenwinkelmessung begrenzt.

Typische Messdauer	Messung		
	4-polig	Selektiv (Eisenzange)	2 Zangen (fortlaufend)
55 Hz	12 s	14 s	/
82 Hz	7 s	9 s	3 s
105 Hz	7 s	9 s	3 s
164 Hz	7 s	9 s	3 s

Tabelle 15.1: Typische Messdauer für unterschiedliche Messungen

### 15.3.2 Selektiv (Eisenzange)

Messprinzip: ..... Spannung-/Strommessung (externe Eisenzange)

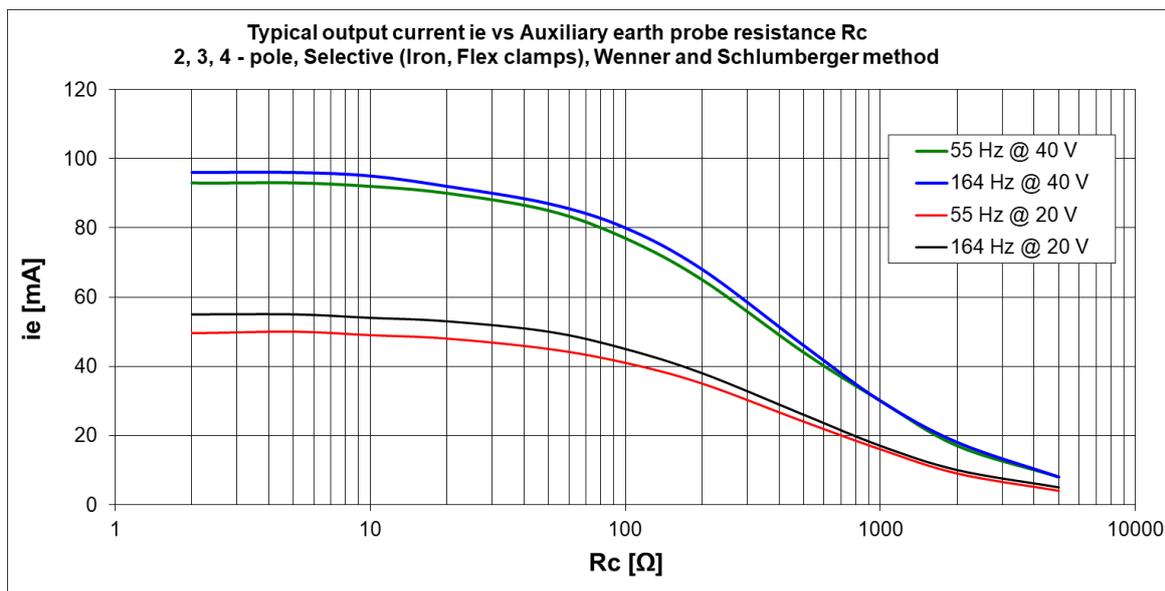
Anzeigebereich Zsel ..... (0,000 Ω ... >19,99 kΩ)

Selektive Erdungsimpedanz	Testfrequenz	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (*siehe Hinweise)
Zsel	55 Hz ... 164 Hz	0,010 Ω ... 1,999 Ω	0,001 Ω	±(8 % des Messwerts + 3 Stellen)
		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	

- Testmodus..... einzeln
- Prüfspannung bei offenem Anschluss ..... 40 V AC
- Testfrequenz ..... 55 Hz, 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz
- Kurzschlussprüfstrom ..... >80 mA bei 164 Hz, 40 V AC
- Grenzwertbereich (Zsel) ..... AUS, 0,1 Ω ... 5 kΩ, benutzerdefinierter Wert
- Form der Prüfspannung ..... Sinuswelle
- Zsel-Definition..... Impedanzwert Z(f).
- Messdauer ..... siehe Tabelle 15.1
- Typische Akku-Laufzeit ..... siehe Tabelle 15.3
- Messzangentyp ..... A1281
- Automatischer Test des Prüfspitzenwiderstands ja
- Automatischer Anschlusstest..... ja [H, S, ES, E]
- Automatische Bereichsauswahl ..... ja
- Automatischer Test der Störspannung ..... ja
- Anzeige zu geringen Zangenstroms ..... ja [Ic]

\*Hinweise:

- Die Messunsicherheit hängt von der ordnungsgemäßen Kompensation der Prüfleitungen für 2-, 3-polig und dem Widerstand der Prüfspitzen und Hilfserdungselektroden ab (siehe 15.8 Einfluss der Hilfelektroden).



### 15.3.3 2 Zangen

Messprinzip: ..... Widerstandsmessung in geschlossenen Schleifen mit zwei Eisenstromzangen

Anzeigebereich  $Z_e$  ..... (0,000  $\Omega$  ... >100  $\Omega$ )

Schleifenimpedanz	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b><math>Z_e</math></b>	0,000 $\Omega$ ... 1,999 $\Omega$	0,001 $\Omega$	$\pm(5\%$ des Messwerts + 5 Stellen)
	2,00 $\Omega$ ... 9,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(5\%$ des Messwerts + 2 Stellen)
	10,0 $\Omega$ ... 49,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	$\pm(10\%$ des Messwerts + 2 Stellen)
	50 $\Omega$ ... 100 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm(20\%$ des Messwerts)

Testmodus..... fortlaufend

Mindestabstand zwischen Prüfzangen ..... > 30 cm.

Testfrequenz ..... 82 Hz, 94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz, 164 Hz

Grenzwertbereich ( $Z_e$ ) ..... AUS, 0,1  $\Omega$  ... 40  $\Omega$ , benutzerdefinierter Wert

Form der Prüfspannung ..... Sinuswelle

$Z_e$ -Definition ..... Impedanzwert  $Z(f)$ .

Messwiederholrate ..... typisch 2,5 s bei 164 Hz (abhängig von der Testfrequenz)

Typische Akku-Laufzeit ..... siehe Tabelle 15.3

Messzangentyp ..... A1281

Generatorzangentyp ..... A1019

Automatische Bereichsauswahl ..... ja

Automatischer Test der Störspannung ..... ja

Anzeige zu geringen Zangenstroms ..... ja [Ic]

Typischer Schleifen(prüf)strom	Schleifenimpedanzen				
	100 m $\Omega$	500 m $\Omega$	1 $\Omega$	5 $\Omega$	10 $\Omega$
164 Hz	130 mA	32 mA	16 mA	3,5 mA	1,7 mA

Tabelle 15.2: Typischer Schleifen(prüf)strom für verschiedene Schleifenimpedanzen

## 15.4 Spezifische Erdungswiderstandsmessungen [ $\rho$ ]

### 15.4.1 Wenner- und Schlumberger-Methode

Messprinzip..... Spannung-/Strommessung

Spezifischer Erdungs-	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 berücksichtigen)
	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 $\text{k}\Omega\text{m}$	
	2,00 $\text{k}\Omega\text{m}$ ... 19,99 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,01 $\text{k}\Omega\text{m}$	
	20,0 $\text{k}\Omega\text{m}$ ... 199,9 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,1 $\text{k}\Omega\text{m}$	
	200 $\text{k}\Omega\text{m}$ ... 999 $\text{k}\Omega\text{m}$	1 $\text{k}\Omega\text{m}$	
	1,00 $\text{M}\Omega\text{m}$ ... 1,99 $\text{M}\Omega\text{m}$	10 $\text{k}\Omega\text{m}$	

Spezifischer Erdungs-	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
$\rho$	0,00 $\Omega\text{ft}$ ... 19,99 $\Omega\text{ft}$	0,01 $\Omega\text{ft}$	berechneter Wert (Unsicherheit der 4-poligen Messung berücksichtigen)
	20,0 $\Omega\text{ft}$ ... 199,9 $\Omega\text{ft}$	0,1 $\Omega\text{ft}$	
	200 $\Omega\text{ft}$ ... 999 $\Omega\text{ft}$	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 $\text{k}\Omega\text{ft}$ ... 19,99 $\text{k}\Omega\text{ft}$	0,01 $\text{k}\Omega\text{ft}$	
	20,0 $\text{k}\Omega\text{ft}$ ... 199,9 $\text{k}\Omega\text{ft}$	0,1 $\text{k}\Omega\text{ft}$	
	200 $\text{k}\Omega\text{ft}$ ... 999 $\text{k}\Omega\text{ft}$	1 $\text{k}\Omega\text{ft}$	
	1,00 $\text{M}\Omega\text{ft}$ ... 1,99 $\text{M}\Omega\text{ft}$	10 $\text{k}\Omega\text{ft}$	

Testmodus..... einzeln  
 Prüfspannung bei offenem Anschluss ..... 40 V AC  
 Testfrequenz ..... 164 Hz  
 Kurzschlussprüfstrom ..... >80 mA bei 164 Hz, 40 V AC  
 Grenzwertbereich ( $\rho$ ) ..... AUS, 0,1  $\Omega\text{m}$  ... 900  $\text{k}\Omega\text{m}$   
 Grenzwertbereich ( $\rho$ ) ..... AUS, 0,1  $\Omega\text{ft}$  ... 900  $\text{k}\Omega\text{ft}$   
 Form der Prüfspannung ..... Sinuswelle  
 Messdauer ..... siehe Tabelle 15.1  
 Typische Akku-Laufzeit ..... siehe Tabelle 15.3  
 Automatischer Test des Prüfspitzenwiderstands ja  
 Automatischer Anschlusstest..... ja [H, S, ES, E]  
 Automatische Bereichsauswahl ..... ja  
 Automatischer Test der Störspannung ..... ja

## 15.5 Erdungspotenzial [Us]

### 15.5.1 Schritt und Berührung

Messprinzip: ..... Strom-/Spannungsmessung

Schritt und Berührung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Us</b>	0,1 V ... 199,9 V	0,1 V	berechneter Wert (Unsicherheit der Um-Messung berücksichtigen)
	200 V ... 999 V	1 V	

Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Um</b>	0,00 mV ... 99,99 mV	0,01 mV	±(1 % des Messwerts + 3 Stellen)
	100,0 mV ... 999,9 mV	0,1 mV	
	1,000 V ... 9,999 V	1 mV	
	10,00 V ... 49,99 V	10 mV	

Testmodus..... einzeln  
 Prüfspannung bei offenem Anschluss ..... 40 V AC  
 Testfrequenz ..... 55 Hz, 82 Hz  
 Kurzschlussprüfstrom ..... >120 mA bei 82 Hz  
 Eingangswiderstand (S) ..... 3,0 MΩ  
 Fehlerstrombereich (If<sub>ft</sub>) (auswählbar)..... 1 A ... 200 kA  
 Messdauer ..... siehe Tabelle 15.1 (4-polig)  
 Automatischer Test des Prüfspitzenwiderstands ja  
 Automatische Bereichsauswahl ..... ja  
 Automatischer Test der Störspannung ..... ja

Die angezeigte Potenzialspannung (Us) wird folgendermaßen berechnet:

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

Hinweis:

- Eine Ganzkörper-Prüfspitze A 1597 mit einem Innenwiderstand von 1 kΩ ±1 %, 10 W.

## 15.6 DC-Widerstand [R]

### 15.6.1 Ω-Messgerät (200mA)

Messprinzip: ..... Spannungs- (DC) / Strom- (DC) Messung

Anzeigebereich R ..... (0,000 Ω... >1,99 kΩ)

DC-Widerstand	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (* siehe Hinweis)
R	0,020 Ω ... 1,999 Ω	0,001 Ω	±(1 % des Messwerts + 2 Stellen)
	2,00 Ω ... 19,99 Ω	0,01 Ω	
	20,0 Ω ... 999,9 Ω	0,1 Ω	
	1,000 kΩ ... 1,999 kΩ	1 Ω	

Testmodus..... einzeln

Prüfspannung bei offenem Anschluss ..... ~5 V<sub>DC</sub>

Kurzschluss-Prüfstrom ..... min. 200 mA<sub>DC</sub> in Lastwiderstand von 2 Ω

Prüfstromrichtung..... bidirektional

Max. Induktivität.....2 H

Grenzwertbereich (R) ..... AUS, 0,1 Ω ... 40 Ω, benutzerdefinierter Wert

Messdauer ..... typisch 2 s

Typische Akku-Laufzeit ..... siehe Tabelle 15.3

Testmethode..... 2-Leiter oder 4-Leiter

Kompensation der Prüfleitung.....ka, bis zu 5 Ω

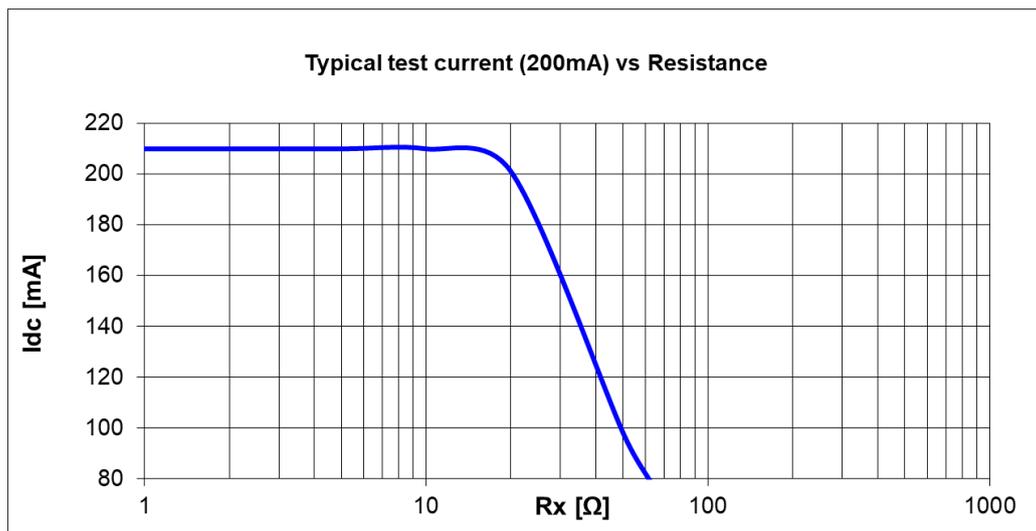
Maximaler Leitungswiderstand .....1 Ω gesamt (R<sub>lead</sub> C1 + C2) und 500 Ω gesamt (R<sub>lead</sub> P1 + P2)

Automatische Bereichsauswahl ..... ja

Automatischer Test der Störspannung ..... ja

*\*Hinweis:*

- Die Unsicherheit ist abhängig von der ordnungsgemäßen Kompensation der Prüfleitungen (2-Leiter-Testmethode).



**15.6.2 Ω-Messgerät (7mA)**

Messprinzip: ..... Spannungs- (DC) / Strom- (DC) Messung

Anzeigebereich R ..... (0,0 Ω... >999 kΩ)

DC-Widerstand	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (* siehe Hinweis)
<b>R</b>	0,0 Ω ... 199,9 Ω	0,1 Ω	±(0,5 % des Messwerts + 5 Stellen)
	200 Ω ... 1999 Ω	1 Ω	
	2,00 kΩ ... 19,99 kΩ	10 Ω	
	20,0 kΩ ... 199,9 kΩ	100 Ω	
	200 kΩ ... 999 kΩ	1 kΩ	±(2 % des Messwerts + 5 Stellen)

Testmodus..... fortlaufend

Prüfspannung bei offenem Anschluss ..... ~14 V<sub>DC</sub>

Kurzschlussprüfstrom ..... ~6,8 mA<sub>DC</sub>

Prüfstromrichtung..... unidirektional

Grenzwertbereich (R) ..... AUS, 1 Ω ... 15,0 kΩ, benutzerdefinierter Wert

Messwiederholrate ..... <0,5 s

Testmethode ..... 2-Leiter

Kompensation der Prüfleitung..... ka, bis zu 5 Ω

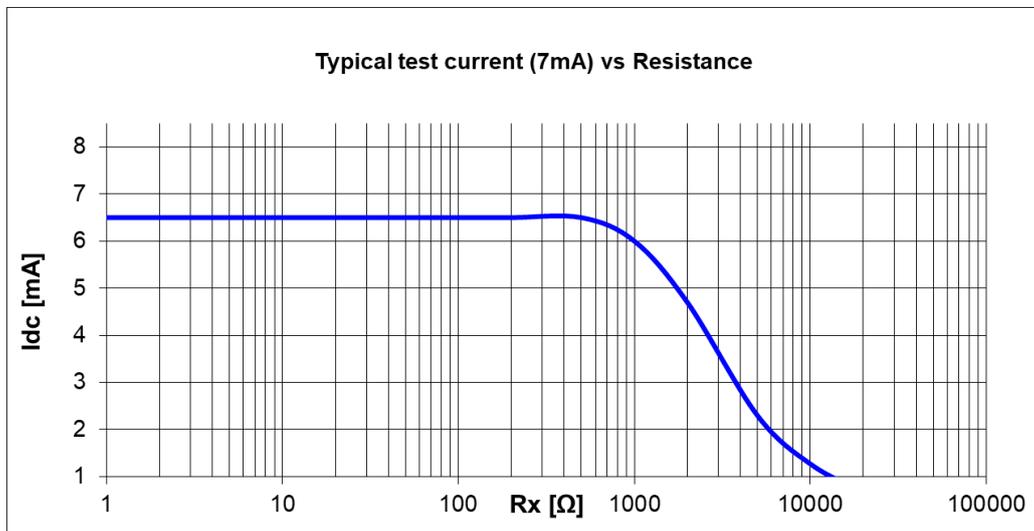
Automatische Bereichsauswahl ..... ja

Automatischer Test der Störspannung ..... ja

Typische Akku-Laufzeit ..... siehe Tabelle 15.3

*\*Hinweis:*

- Die Unsicherheit ist abhängig von der ordnungsgemäßen Kompensation der Prüfleitungen.
- Dauerton - I<sub>dc</sub>-Prüfstrom entspricht mindestens 5,0 mA.



## 15.7 Isolierungswiderstandsmessung [Riso]

### 15.7.1 Isolierungswiderstand (IR, DD – Test)

Messprinzip: ..... Spannungs- (DC) / Strom- (DC) Messung

Anzeigebereich Riso ..... 0 kΩ ... >100 GΩ\* (abhängig von Un und R<sub>FS</sub>)

**Widerstand (Messbereiche und Genauigkeit für Un = 2,5 kV)**

DC-Widerstand	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (*siehe Hinweise)
<b>Riso</b>	0 kΩ ... 999 kΩ	1 kΩ	±(3 % des Ablesewerts + 3 Stellen)
	1,00 MΩ ... 9,99 MΩ	10 kΩ	
	10,0 MΩ ... 99,9 MΩ	100 kΩ	
	100 MΩ ... 999 MΩ	1 MΩ	±(5 % des Messwerts + 3 Stellen)
	1,00 GΩ ... 9,99 GΩ	10 MΩ	
	10,0 GΩ ... 99,9 GΩ	100 MΩ	±(15 % des Ablesewerts + 1 Stellen)

\*Hinweise:

- Der Skalenendwert des Widerstands (R<sub>FS</sub>) hängt von der Nennprüfspannung (U<sub>N</sub>) ab und wird gemäß folgender Gleichung definiert:

$$R_{FS} = 0.04 * 10^9 [\Omega/V] * U_N [V]$$

Un – Nennspannung	R <sub>FS</sub> – Skalenendwert
50 V	2 GΩ
100 V	4 GΩ
500 V	20 GΩ
1,0 kV	40 GΩ
1,5 kV	60 GΩ
2,0 kV	80 GΩ
2,5 kV	100 GΩ

- In der folgenden Tabelle wird die Genauigkeit im Verhältnis zum Endwiderstand definiert:

Messbereich (Ω)	Unsicherheit
$R < \frac{R_{FS}}{100}$	±(3 % des Ablesewerts + 3 Stellen)
$\frac{R_{FS}}{100} \geq R \geq \frac{R_{FS}}{10}$	±(5 % des Messwerts + 3 Stellen)
$\frac{R_{FS}}{10} \geq R \geq R_{FS}$	±(15 % des Ablesewerts + 1 Stellen)

Nennprüfspannungsbereiche ..... 50 V ... 2,5 kV

Spannungsschritt ..... 50 V bei Un (50 V ... 1 kV), 100 V bei Un (1 kV ... 2.5 kV)

Spannungsausgangsgenauigkeit ..... ±(10 % + 10 V) bei 100 MΩ Last

Strombelastbarkeit des Testgenerators ..... >1 mA für Un bei ≥ 350V

Kurzschluss-/Ladestrom ..... >2 mA

Aufladungsrate für kapazitive Last ..... <2 s/μF bei 2,5 kV

Automatische Entladung ..... ja

Entladungsrate für kapazitive Last ..... <0,8 s/μF bei 2,5 kV

Entladungswiderstand ..... 212 kΩ ± 10 %

Balkendiagramm-Bereich ..... 10 kΩ ... 1 GΩ (logarithmische Skala)

Schutzwiderstand..... ~1800  $\Omega$

Zusätzliche Filteroptionen ..... AUS, 5 s, 10 s, 30 s, 60 s (gleitender Durchschnitt)

Typische Akku-Laufzeit ..... siehe Tabelle 15.3

### DC-Strom

Anzeigebereich I..... 0,00 nA ... 5,0 mA

DC-Strom	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
I	2,0 mA ... 5,0 mA	0,1 mA	$\pm(1\% \text{ des Messwerts} + 3 \text{ Stellen})$
	0,20 mA ... 1,99 mA	10 $\mu$ A	
	20 $\mu$ A ... 199 $\mu$ A	1 $\mu$ A	
	2,0 $\mu$ A ... 19,9 $\mu$ A	0,1 $\mu$ A	$\pm(5\% \text{ des Messwerts} + 3 \text{ Stellen})$
	0,20 $\mu$ A ... 1,99 $\mu$ A	10 nA	
	20 nA ... 199 nA	1 nA	

### DC-Spannung

DC-Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
Um	0 V ... 999 V	1 V	$\pm(1\% \text{ des Messwerts} + 3 \text{ Stellen})$
	1,00 kV ... 2,99 kV	10 V	

### Kapazität

Kapazität	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
C	10 nF ... 999 nF	1 nF	$\pm(5\% \text{ des Messwerts} + 3 \text{ Stellen})$
	1,00 $\mu$ F ... 9,99 $\mu$ F	10 nF	
	10,0 $\mu$ F ... 50,0 $\mu$ F	100 nF	

### Dielektrisches Absorptionsverhältnis DAR

DC-Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (* siehe Hinweis)
DAR	0,01 ... 9,99	0,01	$\pm(5\% \text{ des Messwerts} + 3 \text{ Stellen})$
	10,0 ... 100,0	0,1	

### Polarisierungsindex PI

DC-Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (* siehe Hinweis)
PI	0,01 ... 9,99	0,01	$\pm(5\% \text{ des Messwerts} + 3 \text{ Stellen})$
	10,0 ... 100,0	0,1	

### Dielektrischer Entladungsindex DD

DC-Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit (* siehe Hinweis)
DD	0,01 ... 9,99	0,01	$\pm(5\% \text{ des Messwerts} + 3 \text{ Stellen})$
	10,0 ... 100,0	0,1	

#### \*Hinweise:

- Wenn die zusätzliche Mittelwertbildung (AVG) für den Ergebniswert aktiviert ist, werden PI und DAR nicht berechnet (---).
- Sofern aktiviert, misst das Gerät die dielektrische Entladung (DD), wenn die Kapazität im Bereich von 20 nF bis 50  $\mu$ F liegt.
- Die empfohlene Mindesteinstellung für Timer 1 lautet 5 s für IR, DD und SV – Test.
- Die angegebene Genauigkeit gilt bis 1 G $\Omega$ , wenn die relative Luftfeuchtigkeit >85 % beträgt.
- Falls das Gerät feucht wird, kann das Ergebnis beeinträchtigt werden. In diesem Fall wird empfohlen, das Gerät und sein Zubehör mindestens 24 Stunden lang zu trocknen.

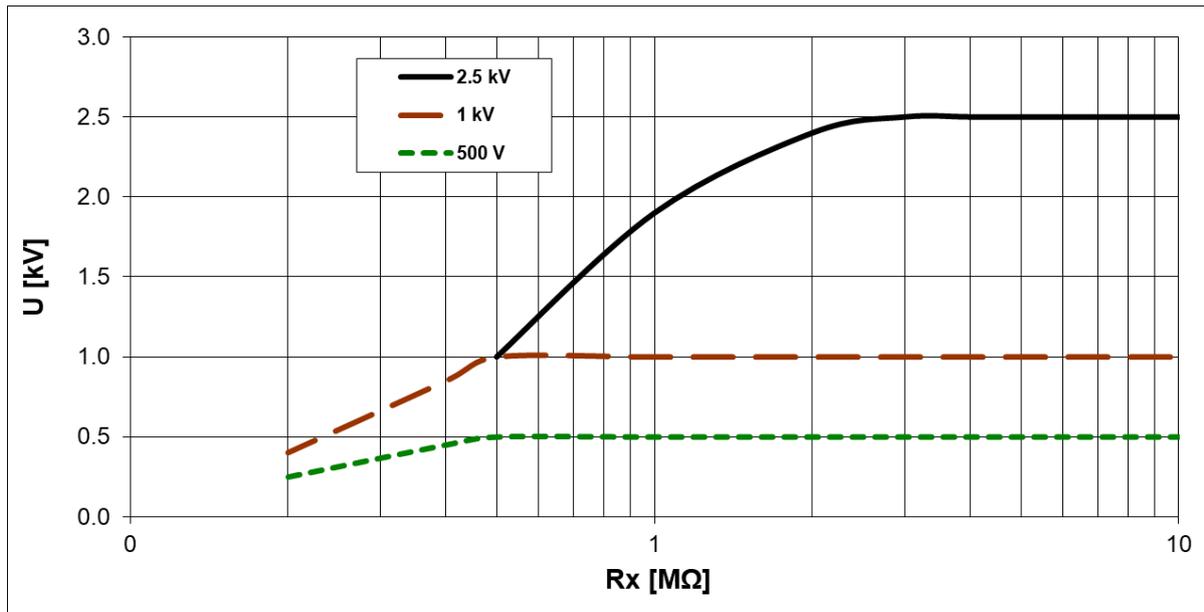


Abbildung 15.1: Generatorleistung vs. Widerstand

### 15.7.2 Varistor-Test

Messprinzip: ..... Spannungs- (DC)/Strom- (DC) Messung; DC-Spannungsrampe.

Anzeigebereich Uac ..... 0,0 V ... >1563 V

Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Uac</b>	0,0 V ... 99,9 V	0,1 V	berechneter Wert (Unsicherheit der DC-Spannung berücksichtigen)
	100 V ... 999 V	1 V	
	1,00 kV ... 1,56 kV	10 V	

Anzeigebereich Udc ..... 0,0 V ... >2.500 V

Spannung	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Udc</b>	0,0 V ... 99,9 V	0,1 V	±(1 % des Messwerts + 3 Stellen)
	100 V ... 999 V	1 V	
	1,00 kV ... 2,50 kV	10 V	

Testmethode ..... DC-Spannungsrampe

Prüfspannungsbereich ..... 1.000 V, 1.500 V, 2.500 V

Prüfspannungsabfall ..... 80 V/s

Grenzwert-Strom (Itrigg) ..... 0,1 mA ÷ 1,5 mA

Automatische Bereichsauswahl ..... ja

Automatischer Test der Störspannung ..... ja

Die Beziehung zwischen Udc und Uac lautet wie folgt:

$$Uac \approx Udc / (1.15 \times \sqrt{2})$$

## 15.8 Einfluss der Hilfselektroden

Definition von Rc, Rp und Ra:

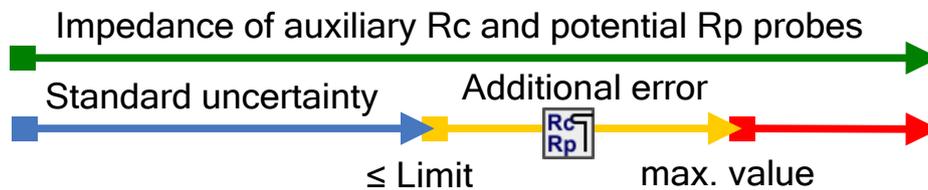
- Rc ..... Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitzen (Rh + Re)
- Rp ..... Impedanz der Hilfspotenzial-Prüfspitzen (Rs + Res)
- Ra ..... Erdungswiderstand

**Messfunktion ..... 3-, 4-polig, selektiv (Eisenzange),  
Wenner- und Schlumberger-Methode,**

Zusätzliche Unsicherheit bei Überschreiten der Grenzwerte (Rh, Rs, Res, Re) oder des Maximalwerts (je nachdem, welcher Wert niedriger ist).

Testfrequenz	Grenzwert für Rh und Rs	Grenzwert für Res und Re	Maximalwert	Zusätzliche Unsicherheit
55 Hz ... 164 Hz	$> 4 \text{ k}\Omega + 100 \cdot R_a$	$> 4 \text{ k}\Omega + 100 \cdot R_a$	50 kΩ	$\pm(15 \text{ % des Messwerts})$

Wenn der Grenzwert der Hilfsprüfspitzen überschritten wird, gilt dies auch für den Messbereich des Geräts.



	Der Messbereich des Geräts wurde überschritten (- - -)!
--	---

Hinweise:

- Symbol für hohe Impedanz der Hilfsstrom- oder Potenzialprüfspitzen.

	Hohe Impedanz der Hilfsstrom- und Potenzialprüfspitzen.
	Hohe Impedanz der Hilfsstrom-Prüfspitze Rc.
	Hohe Impedanz der Hilfspotenzial-Prüfspitze Rp.

## 15.9 Einfluss eines geringen Prüfstroms durch die Zangen

In großen Systemen macht der gemessene Teilstrom nur einen geringen Teil des Prüfstroms durch die Stromzange aus. Es muss die Messunsicherheit für geringen Strom sowie die Störfestigkeit gegen Störströme berücksichtigt werden! Das Testgerät zeigt in diesem Fall die Warnmeldung „geringer Strom“ an.

	Niedriger Prüfstrom durch Eisenzangen. Die Messergebnisse sind möglicherweise beeinträchtigt. Grenzwert [ Eisenzangen $< 1 \text{ mA}$ ].
--	--

**Messfunktion ..... Selektiv (Eisenzange), 2 Zangen,**

Zangen	Zusätzliche Unsicherheit bei Überschreiten des Grenzwerts für niedrigen Strom		
	Index	Grenzwert	Zusätzliche Unsicherheit
Eisenzange (A1281)	Ic	<1 mA	±(10 % des Messwerts + 2 Stellen)

# 15.10 Einfluss von Rauschen

Definition von Rauschen:

Einspeisen von Serienstörungen (Spannung / Strom) mit Netzfrequenzen von: 16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz, 400 Hz oder DC (Frequenzen gemäß IEC 61557-5).

**Messfunktion** ..... 4-polig, selektiv (Eisen),  
**Wenner- und Schlumberger-Methode,**

Maximale Rauschstörspannung

an den Anschlüssen H, S, ES und E.....30 V effektiv

Maximaler Rauschstörstrom durch:

Eisenzange (A1281).....0,5 A effektiv

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

Frequenz des eingespeisten Rauschens	Testfrequenz	Rauschunterdrückung (*siehe Hinweis)
400 Hz	55 Hz ... 164 Hz	>60 dB
60 Hz	55 Hz	>50 dB
	82 Hz ... 164 Hz	>60 dB
50 Hz	55 Hz	>50 dB
	82 Hz ... 164 Hz	>60 dB
16 2/3 Hz	55 Hz ... 164 Hz	>60 dB
DC	55 Hz ... 164 Hz	>60 dB

**Messfunktion** ..... 2 Zangen

Maximaler Rauschstörstrom durch:

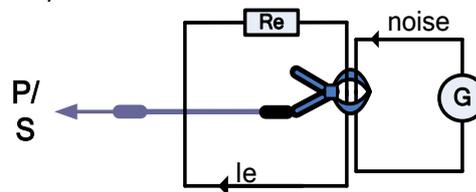
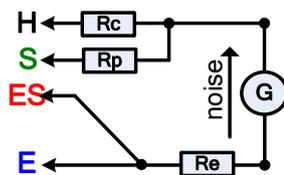
Eisenzange (A1281).....3 A effektiv (Re 20 Ω)

0,5 A effektiv (Re >20 Ω)

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

Hinweise:

- Beispiele für Rauscheinspeisung (Spannung/Strom)



- Symbol für Rauschen

	Beim Messen wurde starkes elektrisches Rauschen festgestellt. Die Messergebnisse sind möglicherweise beeinträchtigt. <i>Grenzwert [die Rauschfrequenz liegt in der Nähe (±10 %) an der Testfrequenz].</i>
--	---

- Zu hohe Eingangsmesssignale an den Anschlüssen H, S, ES, E, Zange. Mögliche Ursachen: Die maximale Störspannung oder der maximale Störstrom wurden erreicht. Überprüfen Sie die Anzahl der Windungen der flexiblen Zangen.

	Der Messbereich des Geräts wurde überschritten. Die Messung kann weder gestartet noch angezeigt werden!
--	---

- Signal-Rausch-Verhältnis

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

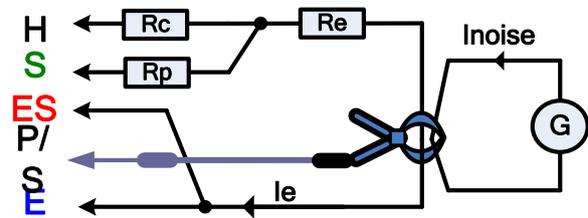
### 15.10.1 Digitale Filterungstechnik

Das MI 3288 verfügt über einen hochauflösenden 7K-SPS-Analog-Digital-Wandler (Samples pro Sekunde), um die verschiedenen analogen Signale wie z. B. Eingangsspannung ( $U_h$ ), Strom ( $I_e$ ) usw. in digitale Ergebnisse umzuwandeln.

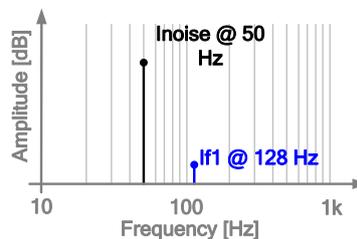
#### Beispiel

Beschreibung der Prüflinge und schematischer Anschlussplan:

Selektiv (flexible Zange)	
Re	10 $\Omega$
Rc und Rp	2 k $\Omega$
Testfrequenz	128 Hz
Ie	19,7 mA
Inoise	0,5 A effektiv bei 50 Hz
SNR	-28 dB



Verwenden des selektiven FFT-Filteralgorithmus.



Das MI 3288 misst nur das vom Gerät erzeugte analoge Signal ( $I_e$ ) und filtert alle anderen Frequenzen (Rauschen) heraus. Daher haben von der Messfrequenz abweichende Frequenzen keinen Einfluss auf das Messergebnis.

## 15.11 Teilergebnisse der Messfunktionen

Teilergebnis	Messbereich	Auflösung	Unsicherheit
<b>Rp, Rc</b>	0 $\Omega$ ... 49.9 k $\Omega$	1 $\Omega$ ... 0.1 k $\Omega$	$\pm(8\%$ des Messwerts + 3 Stellen)
<b>Re</b>	0,010 $\Omega$ ... 19.9 k $\Omega$	0,001 $\Omega$ ... 0.1 k $\Omega$	$\pm(8\%$ des Messwerts + 3 Stellen)
<b>Ie</b>	0,01 mA ... 999 mA	0,01 mA ... 1 mA	$\pm(3\%$ des Messwerts + 3 Stellen)
<b>Ic</b>	0,01 mA ... 9,99 A	0,01 mA ... 0,01 A	$\pm(5\%$ des Messwerts + 3 Stellen)
<b>Zsel</b>	0,001 $\Omega$ ... 19.9 k $\Omega$	0,001 $\Omega$ ... 0.1 k $\Omega$	$\pm(8\%$ des Messwerts + 3 Stellen)
<b>f</b>	16 Hz ... 499 Hz	1 Hz	$\pm(0,2\%$ des Ablesewerts + 1 Stellen)
<b>Igen</b>	0,01 mA ... 999 mA	0,01 mA ... 1 mA	$\pm(2\%$ des Messwerts + 2 Stellen)
<b>Idc</b>	0,01 mA ... 2,9 A	0,01 mA ... 0,1 A	$\pm(2\%$ des Messwerts + 2 Stellen)
<b>R+</b>	0 $\Omega$ ... 1.99 k $\Omega$	1 $\mu\Omega$ ... 10 $\Omega$	Nur Anzeige
<b>R-</b>	0 $\Omega$ ... 1.99 k $\Omega$	1 $\mu\Omega$ ... 10 $\Omega$	Nur Anzeige

## 15.12 Allgemeine Daten

Akkuversorgung ..... 7,2 V DC (4,4 Ah oder 8,8 Ah, Lithium-Ionen-Akku)  
 Akku-Ladedauer ..... typisch 3 h (4.400 mAh Lithium-Ionen-Akku, Typ:  
 18650T22A2S2P)  
 typisch 4,5 h (8.800 mAh Lithium-Ionen-Akku, Typ:  
 18650T22A2S4P)  
 Eingangsspannung der Ladebuchse ..... 12 V  $\pm$  10 %  
 Eingangsstrom der Ladebuchse ..... max. 3,0 A  
 Akku-Ladestrom ..... bis zu 2,2 A (4.400 mAh Lithium-Ionen-Akku)  
 bis zu 3,0 A (8.800 mAh Lithium-Ionen-Akku)

**Akku-Betriebsdauer:**  
 Auto-Abschalttimer ..... 10 min (Ruhezustand)

Messung	Lastbedingungen	Anzahl der möglichen Tests oder Dauer (fortlaufendes Testen) bei vollständig geladenem Akku.	
		4.400 mAh Lithium-Ionen-Akku	8.800 mAh Lithium-Ionen-Akku
Ruhezustand	Helligkeit = 100 %	>10 h	>20 h
4-polig, Wenner, Schlumberger, Selektiv (Eisenzange)	Ze = 1 $\Omega$ , Rc = 200 $\Omega$	>600 Tests	>1.200 Tests
2 Zangen	Ze = 10 $\Omega$	5 h	10 h
Isolierungswiderstand	250 k $\Omega$ Last bei 250 V	7 h	14 h
	1,0 M $\Omega$ Last bei 1,0 kV	5 h	10 h
	2,5 M $\Omega$ Last bei 2,5 kV	2,2 h	4,4 h
	2,5 M $\Omega$ Last bei 2,5 kV (EN 61557-2)	>600 Tests	>1.200 Tests
$\Omega$ -Messgerät (7mA)	R= 10 $\Omega$	7 h	14 h
$\Omega$ -Messgerät (200mA)	R= 1 $\Omega$ (EN 61557-4)	>1.000 Tests	>2.000 Tests

Tabelle 15.3: Typische Akku-Laufzeit

Schutzklassifizierung ..... verstärkte Isolierung

Messkategorie ..... 300 V KAT IV

Verschmutzungsgrad ..... 2

Schutzart ..... IP 54 (mit Schutzabdeckungen an USB, Ladegerät und PS/2)

Betrieb ..... Einsatz im Außenbereich

Abmessungen (B×H×T) ..... 25 cm × 11 cm × 16 cm

Gewicht 1,6 kg (mit 4.400-mAh-Lithium-Ionen-Akku)  
 1,8 kg (mit 8.800-mAh-Lithium-Ionen-Akku)

Akustische/optische Warnhinweise ..... ja

Anzeige ..... 4.3" (10,9 cm) 480×272-Pixel-TFT-Farbdisplay mit Touchscreen

**EMV:**  
 Emission ..... Klasse B  
 Störfestigkeit ..... Grundlegende EM-Umgebung

**Referenzbedingungen:**  
 Referenz-Temperaturbereich ..... 25 °C  $\pm$  5 °C  
 Referenz-Feuchtebereich ..... 40 % RF–60 % RF

**Betriebsbedingungen:**  
 Betriebs-Temperaturbereich ..... –10 °C–50 °C.  
 Maximale relative Luftfeuchtigkeit 90 % RF (0 °C–40 °C), nicht kondensierend

Nominale Betriebshöhe bis 2000 m

bis zu 4.000 m (Herabstufung auf 600 V KAT II/300 V KAT III)

**Lagerungsbedingungen:**

Temperaturbereich .....  $-10^{\circ}\text{C}$ - $70^{\circ}\text{C}$ .

Maximale relative Luftfeuchtigkeit ..... 90 % RF ( $-10^{\circ}\text{C}$ - $40^{\circ}\text{C}$ )  
80 % RF ( $40^{\circ}\text{C}$ - $60^{\circ}\text{C}$ )

**USB-Kommunikation:**

USB ..... USB 2.0-Hochgeschwindigkeitsschnittstelle

Stecker ..... Standard-USB-Stecker– Typ B

**Serielle RS232-Kommunikation:**

RS232 Kommunikation ..... galvanisch getrennt

Baudrate: ..... 115.200 Bit/s

Stecker ..... PS/2

**Bluetooth-Kommunikation:**

Geräteverbindungscode: ..... 1234

Baudrate: ..... 115.200 Bit/s

Bluetooth-Modul ..... Klasse 2

**Daten:**

Datenspeicherkapazität ..... 8-GB-SD-Speicherkarte

Computersoftware ..... ja

Die technischen Daten werden mit einem Erweiterungsfaktor von  $k = 2$  angegeben, was einer statistischen Sicherheit von etwa 95 % entspricht.

Die Genauigkeit gilt unter Referenzbedingungen für ein Jahr. Der Temperaturkoeffizient außerhalb dieser Grenzwerte beträgt 0,2 % des Messwerts pro  $^{\circ}\text{C}$  und eine Stelle.

## Appendix A – Strukturobjekte

Die in der Speicherverwaltung verwendeten Strukturelemente sind vom Geräteprofil abhängig.

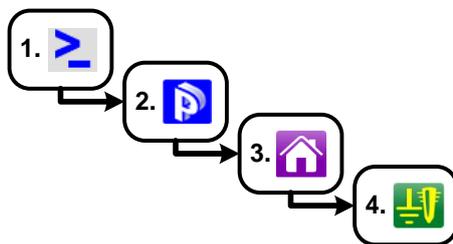


Abbildung A.2: Speicherverwaltungshierarchie

Symbol	Standardname	Parameter:
	Knoten	/
	Projekt	Name des Projekts, Beschreibung des Projekts;
	Gebäude	Name, Beschreibung, Standort, Typ, Nennleistung, Nennspannung, GPS;
	Umspannstation	Name, Beschreibung, Standort, Typ, Nennleistung, Nennspannung, GPS;
	Kraftwerk	Name, Beschreibung, Standort, Typ, Nennleistung, GPS;
	Sendemast	Name, Beschreibung, Standort, Typ, Materialart, Nennleistung, Nennspannung, GPS;
	Öffentliche Beleuchtung	Name, Beschreibung, Standort, Materialart, Nennspannung, GPS;
	Objekt	Name, Beschreibung, Standort, GPS;
	Transformator	Name, Beschreibung, Standort, Nennleistung, Nennspannung, GPS;
	Blitzableiter	Name, Beschreibung, Standort, GPS;
	Erdungsstab	Name, Beschreibung, Standort, GPS;
	Gitter	Name, Beschreibung, Standort, GPS;
	Zaun	Name, Beschreibung, Standort, GPS;
	Rohrleitung	Name, Beschreibung, Standort, GPS;
	Testpunkt	Name, Beschreibung, Standort, GPS;

## Appendix B – Auswahltabelle für Profile

Verfügbare Profile und Messfunktionen für das MI 3288:

Verfügbare Messfunktionen	Profilcode Name	AVAB MI 3288 EI
Gruppe	Symbol	
Spannungs- und Frequenzmessgerät	Spannung	•
4-polig	Erdung	•
Selektiv (Eisenzange)	Erdung	•
2 Zangen	Erdung	•
Wenner-Methode	Spezifisch	•
Schlumberger-Methode	Spezifisch	•
Schritt und Berührung	Potenzial	•
Ω-Messgerät (200 mA)	DC R	•
Ω-Messgerät (7 mA)	DC R	•
Isolierungswiderstandsmessung	Riso	•
Diagnostische Messung	Riso	•
Varistor-Test	Riso	•
Strommesszange	Sonstige	•
Sicherheitsvorkehrungen vor dem Test	Sichtprüfung	•
Gefahrenquellen während der Tests	Sichtprüfung	•
Erinnerung im Anschluss an den Test	Sichtprüfung	•
Sicherheitsvorkehrungen (IEEE 81tm /5)	Sichtprüfung	•

## Appendix C – Funktionsweise und Platzierung der Prüfspitzen

Für einen Standard-Erdungswiderstand werden zwei Prüfspitzen (Spannung und Strom) verwendet. Aufgrund des Spannungstrichters müssen die Testelektroden richtig platziert werden. Weitere Informationen zu den in diesem Dokument beschriebenen Prinzipien finden Sie im Handbuch: *Erden, Verbinden und Abschirmen elektronischer Geräte und Anlagen*.

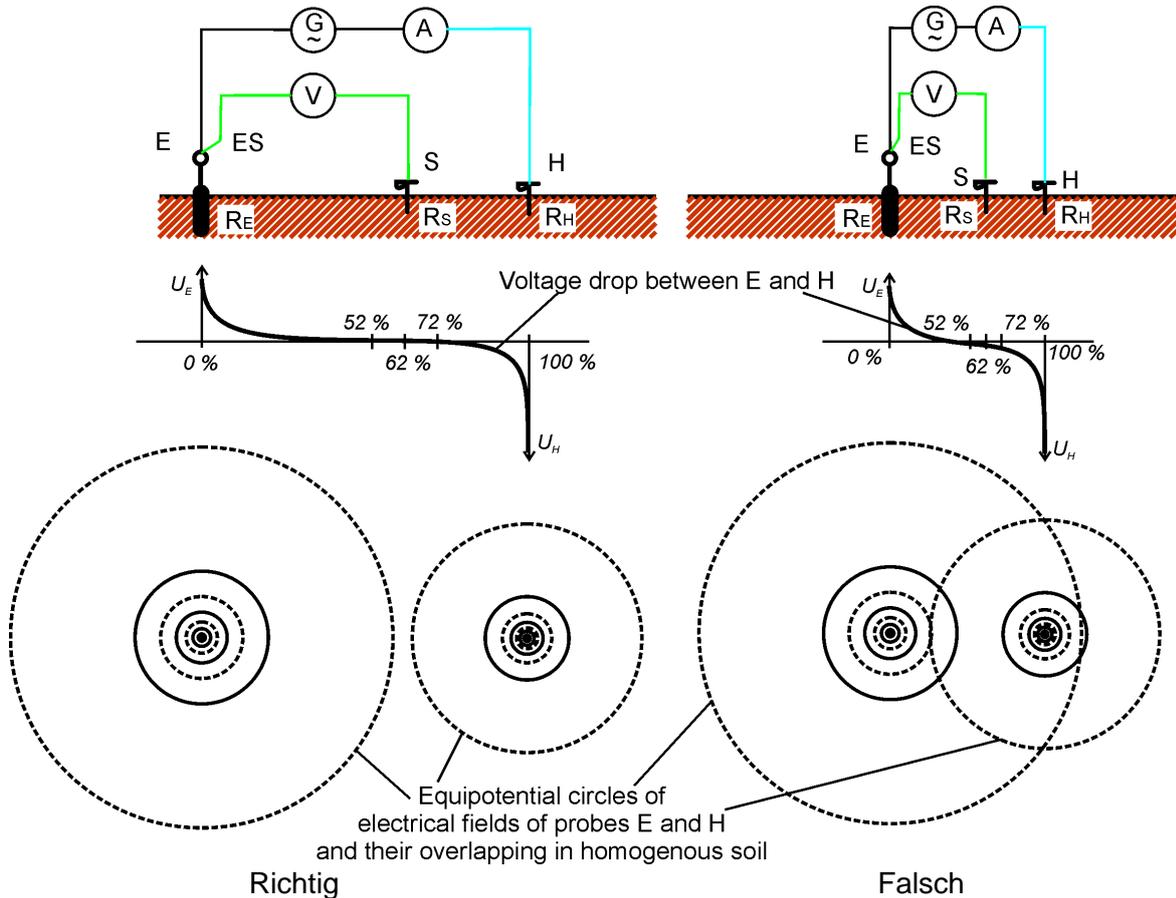


Abbildung C.1: Platzierung der Prüfspitzen

Prüfspitze E ist mit der Erdungselektrode (Stab) verbunden.

Die Prüfspitze H dient zum Schließen der Messschleife. Die Spannung zwischen den Prüfspitzen S und E entspricht dem Spannungsabfall des gemessenen Widerstands. Die richtige Platzierung der Prüfspitzen ist von entscheidender Bedeutung. Wenn die Prüfspitze S zu nahe an der Erdungsanlage platziert wird, wird ein zu kleiner Widerstand gemessen (es wird nur ein Teil des Spannungstrichters erkannt).

Wenn die Prüfspitze S zu nahe an der Prüfspitze H platziert wird, verfälscht der Erdungswiderstand des Spannungstrichters der Prüfspitze H das Ergebnis.

Die Größe des Erdungssystems muss bekannt sein, damit die Prüfspitze richtig platziert werden kann. Der Parameter  $a$  entspricht der maximalen Abmessung der Erdungselektrode (oder eines Elektrodensystems) und kann gemäß Abbildung C.2 definiert werden.

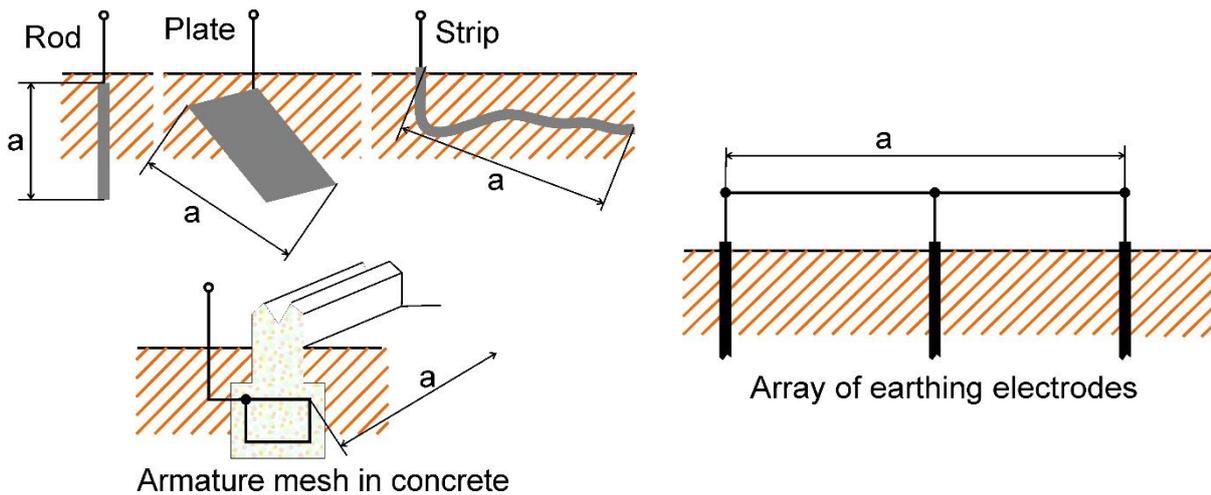


Abbildung C.2: Definition von Parameter a

### Platzierung in Reihe

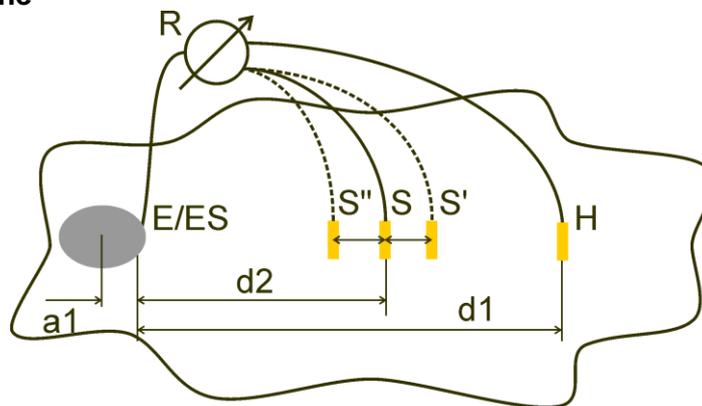


Abbildung C.3: Platzierung in Reihe

Wenn die maximale Größe  $a$  des Erdungssystems festgelegt wurde, können Messungen mit einer ordnungsgemäßen Platzierung der Prüfspitzen durchgeführt werden. Eine Messung mit drei Anordnungen der Prüfspitze  $S$  ( $S''$ ,  $S$ ,  $S'$ ) soll sicherstellen, dass der ausgewählte Abstand  $d_1$  groß genug ist.

- Der Abstand des zu testenden Erdungselektrodensystems  $E/ES$  zur Stromprüfspitze  $H$  muss lauten:

$$d_1 \geq 5a$$

- Der Abstand des zu testenden Erdungselektrodensystems  $E/ES$  zur Potenzialprüfspitze  $S$  muss lauten:

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

$a_1$  ..... Abstand zwischen dem Anschlusspunkt des Erdungssystem und dem Mittelpunkt.

#### Messung 1

- Der Abstand der Erdungselektrode  $E/ES$  zur Spannungsprüfspitze  $S$  muss lauten:

$$d_2$$

#### Messung 2

- Der Abstand der Erdungselektrode  $E/ES$  zur Spannungsprüfspitze  $S$  muss lauten:

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

**Messung 3**

- Der Abstand der Erdungselektrode E/ES zur Spannungsprüfspitze S muss lauten:

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

Wenn  $d_1$  ordnungsgemäß ausgewählt wurde, liegen die Ergebnisse der Messungen 2 und 3 symmetrisch um das Ergebnis von Messung 1. Die Differenzen (Messung 2 - Messung 1, Messung 3 - Messung 2) müssen kleiner als 10 % sein. Höhere Differenzen oder unsymmetrische Ergebnisse bedeuten, dass die Spannungstrichter die Messung beeinflussen und der  $d_1$ -Wert erhöht werden sollte.

**Hinweise:**

- Die anfängliche Unsicherheit des gemessenen Erdungswiderstands hängt vom Abstand zwischen den Elektroden  $d_1$  und der Größe der Erdungselektrode  $a$  ab (siehe Tabelle C.4: Einfluss des  $d_1/a$ -Verhältnisses auf die anfängliche Unsicherheit).

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

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

- Es wird empfohlen, die Messung mit verschiedenen Prüfspitzenanordnungen zu wiederholen.
- Die Prüfspitzen müssen zudem in der entgegengesetzten Richtung zur zu testenden Elektrode ( $180^\circ$  oder mindestens  $90^\circ$ ) angeordnet werden. Beim Endergebnis handelt es sich um einen Mittelwert aus mindestens zwei Teilergebnissen.
- Gemäß IEC 60364-6 müssen die Abstände  $S'$ - $S$  (Messung 2) und  $S''$ - $S$  (Messung 3) 6 m betragen.

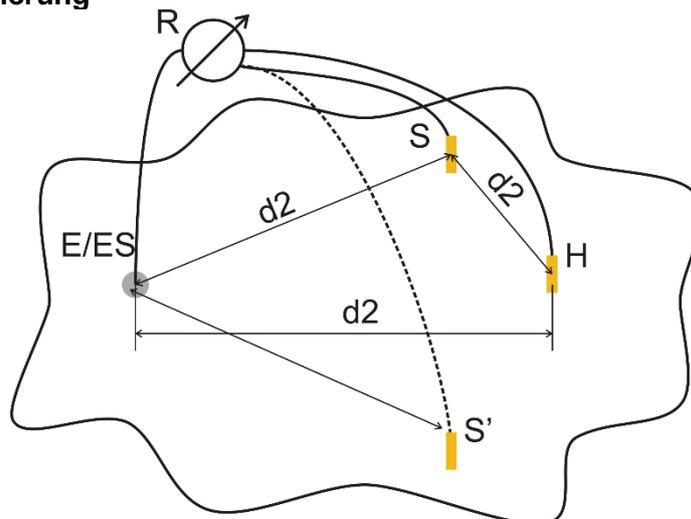
**Gleichseitige Platzierung**

Abbildung C.4: Gleichseitige Platzierung

**Messung 1**

Der Abstand der zu testenden Erdungselektrode zur Stromprüfspitze H sowie zur Spannungsprüfspitze S sollte mindestens lauten:  $d_2 = 5 \cdot a$

### Messung 2

Der Abstand der Erdungselektrode zur Spannungsprüfspitze S (S') muss lauten:  $d_2$ , gegenüberliegende Seite von H

Die erste Messung wird an den Prüfspitzen S und H mit dem Abstand  $d_2$  durchgeführt. Die Anschlüsse E und die Prüfspitzen H und S sollten ein gleichseitiges Dreieck bilden.

Für die zweite Messung ist die Prüfspitze S im selben Abstand  $d_2$  auf der gegenüberliegenden Seite der Prüfspitze H zu platzieren. Die Anschlüsse E und die Prüfspitzen H und S sollten erneut ein gleichseitiges Dreieck bilden. Die Differenz zwischen den beiden Messungen darf 10 % nicht überschreiten. Wenn eine Differenz von mehr als 10 % auftritt, sollte der Abstand  $d_2$  proportional vergrößert und beide Messungen wiederholt werden. Eine einfache Lösung besteht darin, die Prüfspitzen S und H auszutauschen (dies kann auf der Seite des Geräts erfolgen). Beim Endergebnis handelt es sich um einen Mittelwert aus mindestens zwei Teilergebnissen. Es wird empfohlen, die Messung mit verschiedenen Prüfspitzenanordnungen zu wiederholen. Die Prüfspitzen müssen in der entgegengesetzten Richtung zur zu testenden Elektrode ( $180^\circ$  oder mindestens  $90^\circ$ ) angeordnet werden.

### Prüfspitzenwiderstände

Im Allgemeinen sollten die Prüfspitzen einen geringen Erdungswiderstand aufweisen. Wenn der Widerstand hoch ist (in der Regel aufgrund von trockenem Boden), können die Prüfspitzen H und S das Messergebnis erheblich beeinflussen. Ein hoher Widerstand der Prüfspitze H bedeutet, dass sich der größte Teil des Spannungsabfalls an der Stromprüfspitze konzentriert, und dass der gemessene Spannungsabfall an der zu testenden Erdung gering ist. Ein hoher Widerstand der Prüfspitze S kann einen Spannungsteiler mit der internen Impedanz des Testgeräts bilden, was zu einem niedrigeren Testergebnis führt. Der Widerstand der Prüfspitze kann reduziert werden durch:

- Bewässerung in der Nähe der Prüfspitzen mit normalem oder salzhaltigem Wasser.
- Vermindern der Elektroden unter der getrockneten Oberfläche.
- Erhöhen der Prüfspitzen oder Parallelschalten der Prüfspitzen.

Auf den Testgeräten von METREL werden in diesem Fall Warnhinweise gemäß IEC 61557-5 angezeigt. Alle METREL-Erdungstestgeräte messen auch bei Prüfspitzenwiderständen, die weit über den Grenzwerten von IEC 61557-5 liegen, mit hoher Genauigkeit.

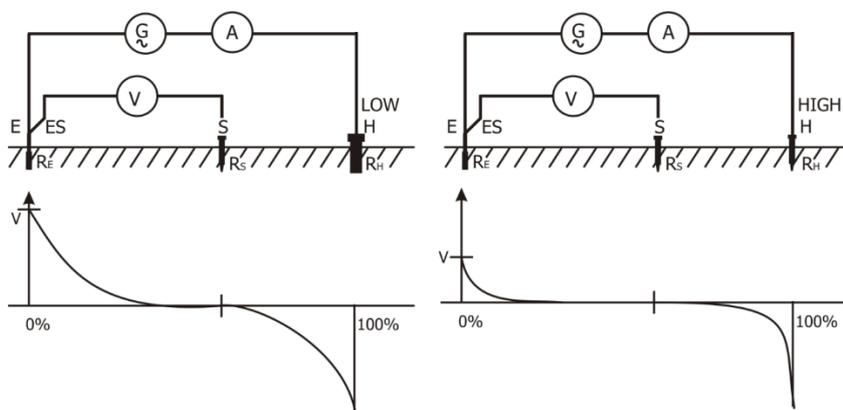


Abbildung C.5: Unterschiedliche gemessene Spannungsabfälle bei niedrigem und hohem Prüfspitzenwiderstand

# Appendix D – Programmieren von Auto Sequences® in Metrel ES Manager

Der Auto Sequence® Editor ist ein Teil der Metrel ES Manager-Software. Im Auto Sequence® Editor können Auto Sequences® vorprogrammiert und in Gruppen organisiert werden, bevor sie auf dem Gerät geladen werden.

## D.1 Arbeitsbereich des Auto Sequence® Editor

Um den Arbeitsbereich von Auto Sequence® Editor zu öffnen, wählen Sie auf der Registerkarte

„Startseite“ der Computersoftware Metrel ES Manager  aus. Der Arbeitsbereich

von Auto Sequence® Editor ist in vier Hauptbereiche unterteilt. Auf der linken Seite **1** wird die Struktur der ausgewählten Auto Sequence®-Gruppe angezeigt. Im mittleren Teil des Arbeitsbereichs **2** werden die Elemente der ausgewählten Auto Sequence® angezeigt. Auf der rechten Seite werden die Listen mit den verfügbaren Einzeltests **3** sowie mit den Ablaufbefehlen **4** angezeigt.

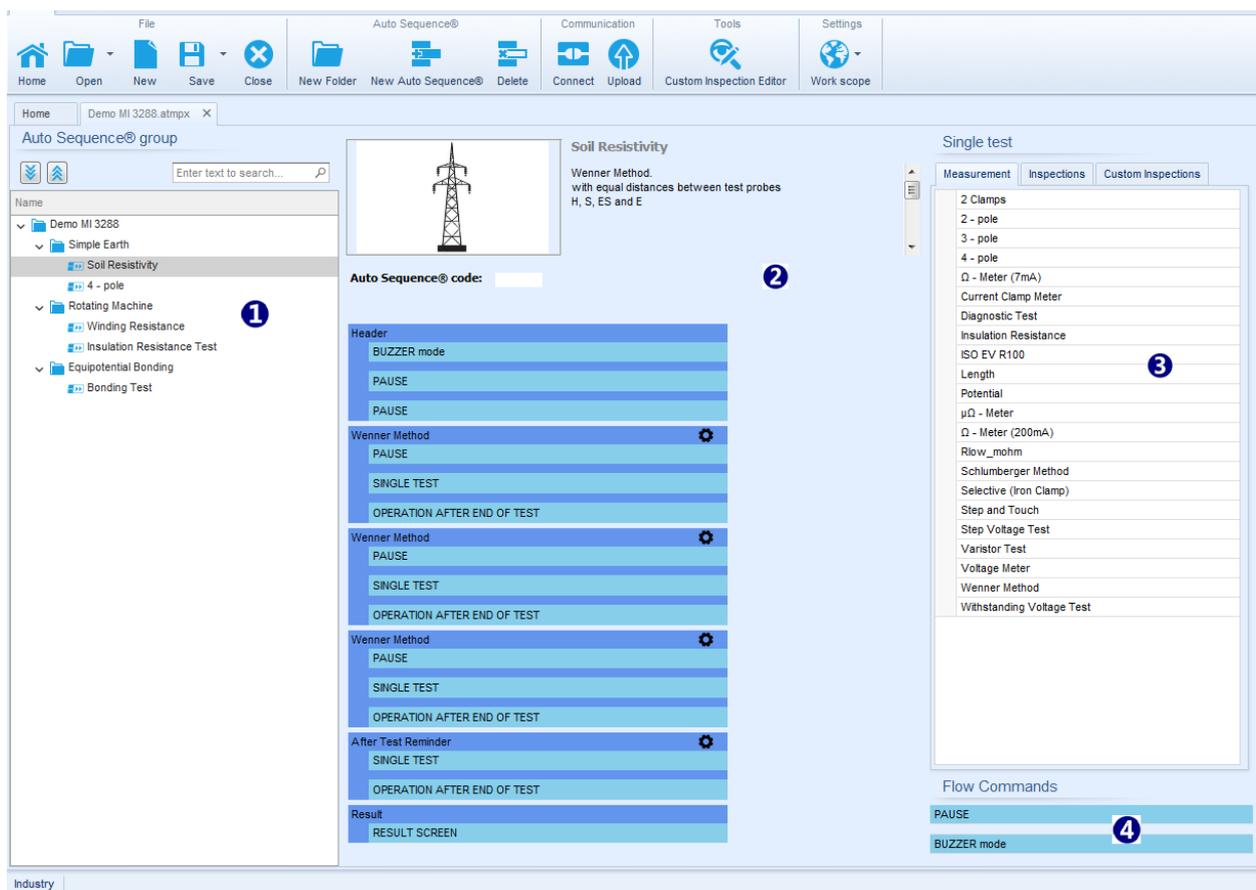


Abbildung D.1: Arbeitsbereich des Auto Sequence® Editor

Eine 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 Einfügen geeigneter Einzeltests **3** (Messungen, Prüfungen und benutzerdefinierte Prüfungen) und Ablaufbefehle **4** sowie dem Festlegen der Parameter können beliebige Auto Sequences® erstellt werden.

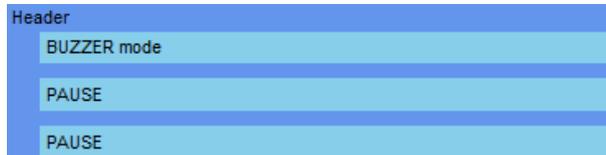


Abbildung D.2: Beispiel für eine Auto Sequence®-Kopfzeile

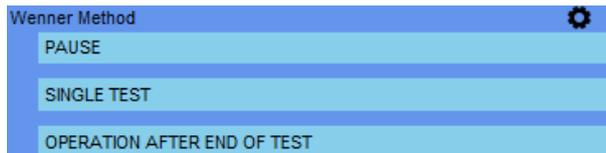


Abbildung D.3: Beispiel für einen Messschritt



Abbildung D.4: Beispiel für einen Auto Sequence®-Ergebnisteil

## D.2 Verwalten von Auto Sequences®-Gruppen

Die Auto Sequences® können in verschiedene benutzerdefinierte Auto Sequences®-Gruppen unterteilt werden. Die einzelnen Auto Sequence®-Gruppen werden in einer Datei gespeichert. Im Auto Sequence® Editor können mehrere Dateien gleichzeitig geöffnet werden. Innerhalb der Auto Sequence®-Gruppe kann eine Baumstruktur mit Ordnern/Unterordnern organisiert werden, die Auto Sequences® enthalten. Die Baumstruktur der jeweils aktiven Auto Sequence®-Gruppe wird auf der linken Seite des Arbeitsbereichs von Auto Sequence® Editor angezeigt (siehe *Abbildung D.5*).

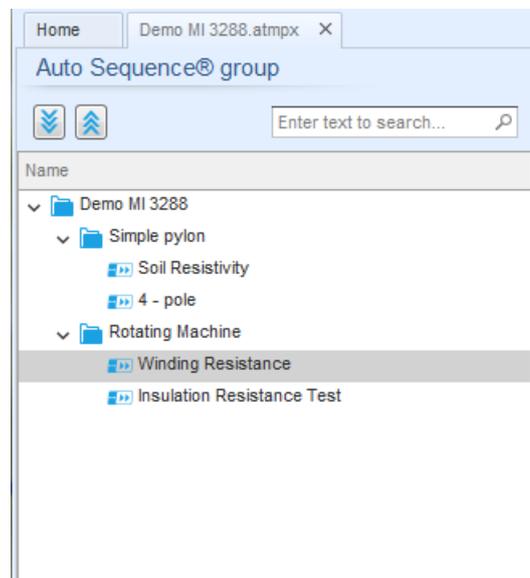


Abbildung D.5: Baumstruktur der Auto Sequence®-Gruppen

Die Bedienungsoptionen für Auto Sequence®-Gruppen sind in der Menüleiste oben im Arbeitsbereich von Auto Sequence®-Editor verfügbar.

### Optionen für Dateivorgänge;



Öffnet das Auto Sequence Editor-Startfenster.



Öffnet eine Datei (Auto Sequence®-Gruppe).



Erstellt eine neue Datei (Auto Sequence®-Gruppe).



Speichert die geöffnete Auto Sequence®-Gruppe in einer Datei.



Schließt die Datei (Auto Sequence®-Gruppe).

### Ansichtsoptionen für die Auto Sequence®-Gruppe:



Erweitert alle Ordner/Unterordner/Auto Sequences®.



Minimiert alle Ordner/Unterordner/Auto Sequences®.



Sucht in der Auto Sequence®-Gruppe nach Namen. In *Anhang D.2.2 Suchen in der ausgewählten Auto Sequence®-Gruppe* finden Sie weitere Informationen.

### Optionen für Auto Sequence®-Gruppenvorgänge (auch mit einem Rechtsklick auf einen Ordner oder eine Auto Sequence® verfügbar)



Fügt der Gruppe einen neuen Ordner/Unterordner hinzu.



Fügt der Gruppe eine neue Auto Sequence® hinzu.



Löscht:

- die ausgewählte Auto Sequence®.
- den ausgewählten Ordner mit allen Unterordnern und Auto Sequences®.

### Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf die ausgewählte Auto Sequence® oder den Ordner klicken, wird ein Menü mit weiteren Optionen angezeigt:



**Auto Sequence®:** Bearbeiten von Name, Beschreibung und Bild (siehe Abbildung D.6).

**Ordner:** Bearbeiten des Ordernamens



**Auto Sequence®: Kopieren in die Zwischenablage**

**Ordner:** Kopiert in die Zwischenablage einschließlich der Unterordner und Auto Sequences®



**Auto Sequence®:** Einfügen an der ausgewählten Stelle

**Ordner:** Einfügen an der ausgewählten Stelle



**Auto Sequence®:** Erstellt eine Verknüpfung zur ausgewählten Auto Sequence®

Wenn Sie auf den Objektnamen doppelklicken, können Sie den Namen bearbeiten.

**DOPPELKLICK**  
**K** **Auto Sequence®-Name:** Bearbeiten des Auto Sequence®-Namens  
 **Insulation Resistance Test**  
**Ordnername:** Bearbeiten des Ordnernamens  **Rotating Machine**

Verschieben Sie die ausgewählte Auto Sequence® oder den Ordner/Unterordner per Drag&Drop an einen neuen Speicherort.

Die „Drag&Drop“-Funktion entspricht „Ausschneiden“ und „Einfügen“ in einem einzigen Schritt.

**DRAG&DROP**  in Ordner verschieben  
 einfügen

## D.2.1 Bearbeiten von Auto Sequence®-Name, -Beschreibung und -Bild

Wenn die Funktion BEARBEITEN für eine Auto Sequence® ausgewählt wurde, wird das in *Abbildung D.6* abgebildete Menü für das Bearbeiten angezeigt. Die Bearbeitungsoptionen lauten:

**Name:** Bearbeitet oder ändert den Auto Sequence®-Namen.

**Beschreibung:** Es kann ein beliebiger Text als zusätzliche Beschreibung der Auto Sequence® eingegeben werden.

**Bild:** Das Bild für die Auto Sequence®-Messanordnung kann eingegeben oder gelöscht werden.

... Ruft das Suchmenü für den Bildspeicherort auf.

**X** Löscht das Bild aus der Auto Sequence®.

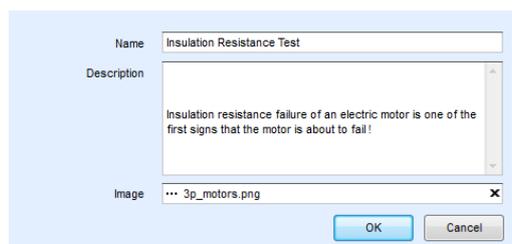


Abbildung D.6: Bearbeiten der Auto Sequence®-Kopfzeile

## D.2.2 Suchen in der ausgewählten Auto Sequence®-Gruppe

Wenn Sie in das Suchfeld Text eingeben und auf das Suchsymbol  klicken, werden die gefundenen Ergebnisse automatisch mit einem orangefarbenen Hintergrund hervorgehoben, und das erste gefundene Ergebnis (Ordner oder Auto Sequence®) wird fett hervorgehoben. Klicken Sie erneut auf das Suchsymbol , um das nächste Suchergebnis hervorzuheben. Die Suchfunktion ist für die Ordner, Unterordner und Auto Sequences® der ausgewählten Auto Sequence®-Gruppe verfügbar. Der Suchtext kann gelöscht werden, indem Sie die Schaltfläche „Löschen“  auswählen.

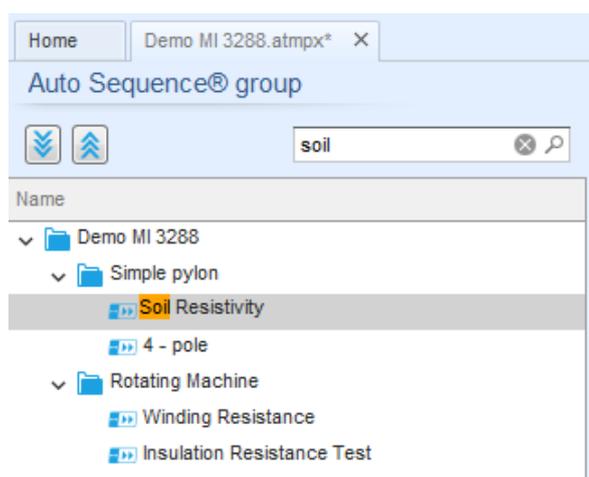


Abbildung D.7: Beispiel für ein Suchergebnis in einer Auto Sequence®-Gruppe

## D.3 Auto Sequence®-Elemente

### D.3.1 Auto Sequence®-Schritte

Es gibt drei Arten von Auto Sequence®-Schritten.

#### Kopfzeile

Der Kopfzeilen-Schritt ist in der Standardeinstellung leer.

Dem Kopfzeilen-Schritt können Ablaufbefehle hinzugefügt werden.

#### Messungsschritt

Der Messungsschritt umfasst in der Standardeinstellung die Befehle „Einzeltest“ und „Betrieb nach Ende des Testablaufs“. Dem Messungsschritt können weitere Ablaufbefehle hinzugefügt werden.

#### Ergebnis

Der Ergebnisschritt umfasst in der Standardeinstellung den Ablaufbefehl „Ergebnisfenster“. Dem Ergebnisschritt können weitere Ablaufbefehle hinzugefügt werden.

### D.3.2 Einzeltests

Die Einzeltests entsprechen denen im Messungsmenü von Metrel ES Manager.

Für die Messungen können Grenzwerte und Parameter eingestellt werden. Es können keine Ergebnisse und Teilergebnisse eingestellt werden.

### D.3.3 Ablaufbefehle

Ablaufbefehle werden zum Steuern des Messablaufs verwendet. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel *D.5 Beschreibung der Ablaufbefehle*.

### D.3.4 Anzahl der Messschritte

Häufig muss derselbe Messschritt an mehreren Punkten des zu prüfenden Geräts durchgeführt werden. Sie können einstellen, wie oft ein Messschritt wiederholt werden soll. Alle Ergebnisse der ausgeführten Einzeltests werden im Auto Sequence®-Ergebnis so gespeichert, als seien sie als separate Messschritte programmiert worden.

## D.4 Erstellen/Bearbeiten einer Auto Sequence®

Wenn Sie eine Auto Sequence® von Grund auf neu erstellen, sind in der Standardeinstellung der erste (Kopfzeile) und der letzte Schritt (Ergebnis) verfügbar. Die Messschritte werden vom Benutzer eingefügt.

#### Optionen:

Hinzufügen eines Messschritts

Wenn Sie auf einen Einzeltest doppelklicken, wird als letzter Messschritt ein neuer Messschritt angezeigt. Dieser kann zudem per Drag&Drop an die entsprechende Stelle der Auto Sequence® verschoben werden.

Hinzufügen von Ablaufbefehlen

Der ausgewählte Ablaufbefehl kann aus der Liste der Ablaufbefehle per Drag&Drop an die entsprechende Stelle eines beliebigen Auto Sequence® -Schritts verschoben werden.

Ändern der Position des Ablaufbefehls innerhalb eines Schritts

Klicken Sie auf ein Element, und verwenden Sie die Tasten



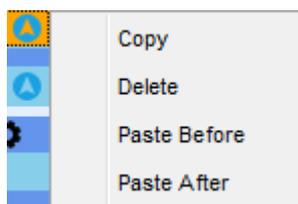
Anzeigen/Ändern der Parameter von Ablaufbefehlen oder Einzeltests.

Doppelklicken Sie auf das Element.

Festlegen der Anzahl der Messschritte

Geben Sie eine Zahl in das Feld  ein.

#### Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den ausgewählten Messschritt/Ablaufbefehl.



Kopieren – davor Einfügen

Ein Messschritt/Ablaufbefehl kann kopiert und über der ausgewählten Stelle in derselben oder einer anderen Auto Sequence® eingefügt werden.

Kopieren – danach Einfügen

Ein Messschritt/Ablaufbefehl kann kopiert und unter der ausgewählten Stelle in derselben oder einer anderen Auto

Sequence® eingefügt werden.

Löschen

Löscht den ausgewählten Messschritt/Ablaufbefehl.

## D.5 Beschreibung der Ablaufbefehle

Doppelklicken Sie auf den hinzugefügten Ablaufbefehl, um ein Menüfenster zu öffnen, in dem Texte oder Bilder eingegeben werden können. Zudem können Sie hier externe Befehle aktivieren sowie Parameter einstellen.

Die Ablaufbefehl-Fenster „Betrieb nach Abschluss des Tests“ und „Ergebnisse“ werden automatisch befüllt, während andere vom Benutzer im Ablaufbefehl-Menü ausgewählt werden können.

### Pause

Pausenbefehle mit Textnachrichten oder Bildern können an beliebiger Stelle in die Messschritte eingefügt werden. Ein Warnsymbol kann eigenständig festgelegt oder einer Textnachricht hinzugefügt werden. In das Feld „Text“ im Menüfenster kann eine beliebige Textnachricht eingegeben werden.

#### Parameter:

Art der Pause	Text und/oder Warnung anzeigen ( <input checked="" type="checkbox"/> aktivieren, um Warnsymbol anzuzeigen)
	Bild anzeigen ( "" zum Bildspeicherort navigieren)
Dauer	Anzahl in Sekunden, unendlich (keine Eingabe)

### Summer-Modus

Auf bestandene oder fehlgeschlagene Messungen wird mit Pieptönen hingewiesen.

- Bestanden – zweifacher Piepton nach dem Test
- Fehlgeschlagen – langer Piepton nach dem Test

Der Piepton ertönt direkt nach der Einzeltestmessung.

#### Parameter:

Zustand	Ein – aktiviert den Summer-Modus
	Aus – deaktiviert den Summer-Modus

### Betrieb nach Abschluss des Tests

Dieser Ablaufbefehl steuert den Ablauf der Auto Sequence® in Bezug auf die Messergebnisse.

#### Parameter:

Betrieb nach Abschluss des Tests	Der Betrieb kann abhängig davon, ob die Messung als bestanden, fehlgeschlagen oder ohne Status beendet wurde, individuell eingestellt werden.
– Bestanden	
– Fehlgeschlagen	
– Kein Status	

- 
- |         |  |
|---------|--|
| Manuell | – Die Testsequenz wird angehalten und wartet auf einen entsprechenden externen Befehl (Taste TEST, externer Befehl...), um fortzufahren. |
| Auto    | – Die Testsequenz wird automatisch fortgesetzt.  |
- 

**Ergebnisfenster**

Dieser Ablaufbefehl steuert den Ablauf nach dem Abschluss der Auto Sequence®.

**Parameter:**

- 
- |   |  |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Automatisches Speichern | Die Auto Sequence®-Ergebnisse werden im temporären Arbeitsbereich gespeichert. |
|---|--|

Es wird ein neuer Knoten mit Datum und Uhrzeit erstellt. Unter dem Knoten werden die Auto Sequence®-Ergebnisse oder (wenn der Ablaufbefehl „Geräte-Info“ aktiviert wurde) ein neues Gerät sowie die Auto Sequence®-Ergebnisse gespeichert.

Unter einem Knoten können bis zu 100 Auto Sequence®-Ergebnisse oder Geräte automatisch gespeichert werden. Wenn mehr Ergebnisse/Geräte verfügbar sind, werden diese auf mehrere Knoten verteilt.

Die Einstellung „Lokal speichern“ ist in der Standardeinstellung deaktiviert.

**Hinweis**

- Dieser Ablaufbefehl ist nur dann aktiv, wenn die Auto Sequence® im Auto Sequence®-Hauptmenü (und nicht in der Speicherverwaltung) gestartet wird.
- 

## D.6 Programmieren benutzerdefinierter Prüfungen

Mit dem Tool Custom Inspection Editor können beliebige Aufgaben für benutzerdefinierte Prüfungen programmiert werden, das Sie im Arbeitsbereich von Auto Sequence® Editor aufrufen können. Benutzerdefinierte Prüfungen werden in einer eigenen INDF-Datei mit benutzerdefiniertem Namen gespeichert. Um benutzerdefinierte Prüfungen als Einzeltest innerhalb der Auto Sequence®-Gruppe durchzuführen, sollte zunächst die entsprechende Datei mit den jeweiligen benutzerdefinierten Prüfungen geöffnet werden.

### D.6.1 Erstellen und Bearbeiten von benutzerdefinierten Prüfungen

Der Arbeitsbereich des Custom Inspection Editor wird durch Auswählen des Symbols



im Auto Sequences®-Hauptmenü aufgerufen. Er ist in zwei Hauptbereiche unterteilt, siehe:

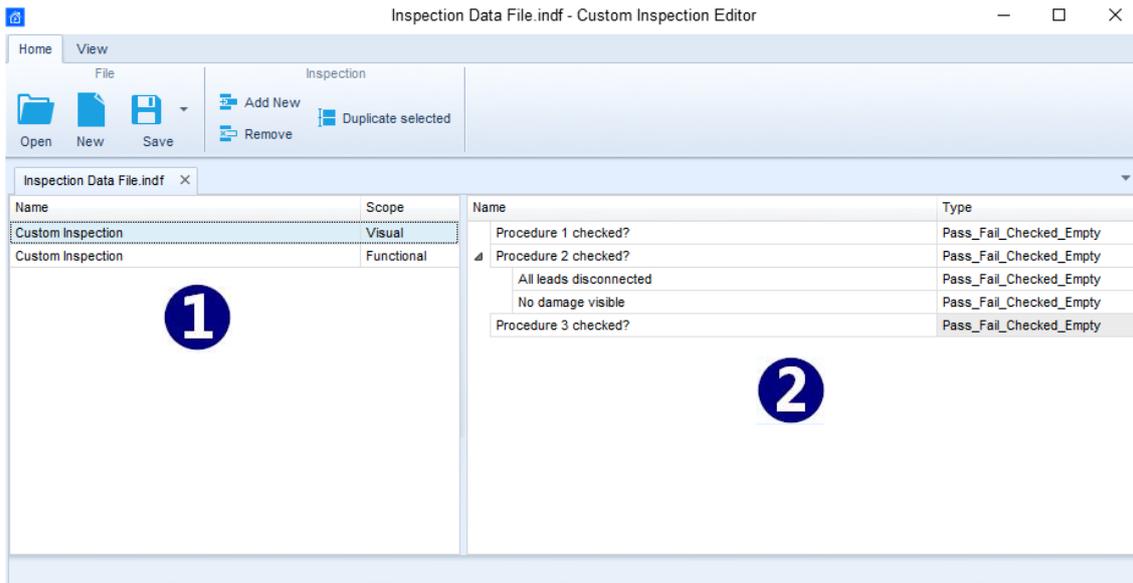


Abbildung D.8: Custom Inspection Editor-Arbeitsbereich

### Optionen im Custom Inspection Editor-Hauptmenü:



Öffnet eine vorhandene Datendatei für die benutzerdefinierte Prüfung. Wenn Sie diese Option auswählen, wird ein Suchmenü zum Suchen nach dem Speicherort der INDF-Datei mit Daten für mindestens eine benutzerdefinierte Prüfung angezeigt. Die ausgewählte Datei wird auf einer eigenen Registerkarte geöffnet, die mit dem Dateinamen versehen ist.



Erstellt eine neue Datei mit Daten für eine benutzerdefinierte Prüfung. Die neue Registerkarte mit einem leerem Arbeitsbereich wird geöffnet. Der Standardname der neuen Registerkarte lautet *Prüfdatendatei*; sie kann beim Speichern umbenannt werden.



Speichert die auf der aktiven Registerkarte geöffnete Datendatei für die benutzerdefinierte Prüfung. Das Menü zum Navigieren zum Speicherort des Ordners sowie zum Bearbeiten des Dateinamens wird geöffnet. Navigieren Sie zum Speicherort, bestätigen Sie das Überschreiben, wenn die Datei bereits vorhanden ist, oder bearbeiten Sie den Dateinamen, um die Datei als neue Datendatei für die benutzerdefinierte Prüfung zu speichern.



Fügt eine neue benutzerdefinierte Prüfung hinzu. Eine neue Prüfung mit dem Standardnamen *Benutzerdefinierte Prüfung* und dem Standardumfang *Sicht* wird im Arbeitsbereich des Editors angezeigt. Sie umfasst eine Elementaufgabe mit dem Standardnamen „Benutzerdefinierte Prüfung“ und dem Standardtyp *Pass\_Fail\_Checked\_Empty*. Der Standardname und -typ können bearbeitet und geändert werden.



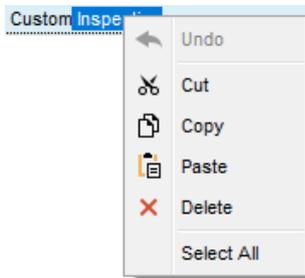
Entfernt die ausgewählte benutzerdefinierte Prüfung. Um eine Prüfung auszuwählen, klicken Sie in das Feld „Prüfungsname“. Um sie zu entfernen, wählen Sie das Symbol im Hauptmenü des Editors aus. Vor dem Entfernen wird der Benutzer aufgefordert, den Löschvorgang zu bestätigen.



Dupliziert die ausgewählte benutzerdefinierte Prüfung. Die ausgewählte benutzerdefinierte Prüfung kann einschließlich des Umfangs und aller benutzerdefinierter Prüfungselemente und Unterelemente oder nur der ausgewählten Elemente oder Unterelemente der benutzerdefinierten Prüfung einschließlich des Typs dupliziert werden.

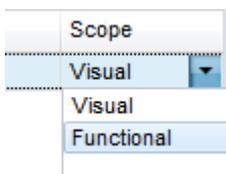
## Bearbeiten des Namens und des Umfangs der Prüfung

### Bearbeiten des Prüfungsname



Klicken Sie auf das Feld „Prüfungsname“, um diesen zu bearbeiten. Ziehen Sie den Mauszeiger bei gedrückter linker Maustaste, um Buchstaben und Wörter auszuwählen. Positionieren Sie die Maustaste, und doppelklicken Sie, um ein Wort des Namens auszuwählen. Die Schritte können auch mit der Tastatur ausgeführt werden.

Drücken Sie die rechte Maustaste, um das Menü „Bearbeiten“ zu aktivieren, und wählen Sie die entsprechende Aktion aus (siehe Abbildung links). Im Menü wird zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden; derzeit nicht verfügbare Optionen sind ausgegraut.

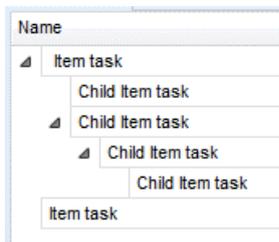


### Bearbeiten des Prüfungsumfangs

Klicken Sie auf das Feld „Prüfungsumfang“, um das links abgebildete Auswahlmenü zu öffnen. Optionen:

**Sicht** ist für eine Sichtprüfung des Testobjekts vorgesehen  
**Funktion** ermöglicht einen Funktionstest des Objekts

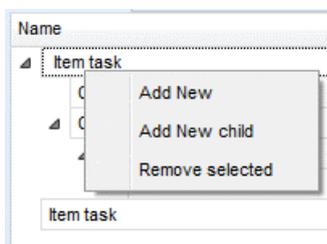
## Bearbeiten der Elementaufgabenstruktur der Prüfung



Die Elementaufgaben der ausgewählten Prüfung werden in der Spalte „Name“ auf der rechten Seite des Editor-Arbeitsbereichs aufgelistet.

Alle Elementaufgaben können über untergeordnete Elementaufgaben verfügen, und die untergeordneten Elemente können über eigene untergeordnete Elementaufgaben verfügen usw.

Es kann eine beliebige Baumstruktur mit Elementaufgaben und -unteraufgaben erstellt werden (siehe Abbildung links).



### Hinzufügen eines neuen Elementaufgabenverfahrens:

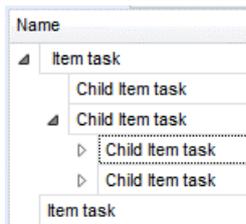
Positionieren Sie den Mauszeiger über dem Namen der Elementaufgabe, und klicken Sie mit der rechten Maustaste, um die Elementaufgabe auszuwählen und ein Menü mit Optionen zu öffnen:

**Neu hinzufügen:** eine neue Elementaufgabe wird auf der obersten Strukturebene hinzugefügt

**Neues untergeordnetes Element hinzufügen:** eine neue untergeordnete Elementaufgabe wird unter dem ausgewählten Element hinzugefügt

**Ausgewählte entfernen:** die ausgewählte Elementaufgabe wird mit allen Unteraufgaben gelöscht

Der Standardname der neuen Elementaufgabe lautet *Benutzerdefinierte Prüfung*, und der Standardtyp ist *Pass\_Fail\_Checked\_Empty*. Beide können bearbeitet/geändert werden.



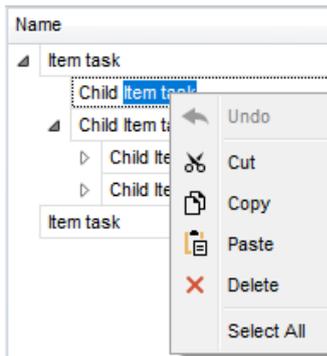
Elementaufgaben, die untergeordnete Elementaufgaben enthalten, sind mit einem Dreieck vor dem Namen gekennzeichnet.

Klicken Sie auf das Dreiecksymbol:

- ▲ Baumstruktur der Elementaufgaben minimieren
- ▶ Baumstruktur der Elementaufgaben erweitern

## Bearbeiten des Namens und Typs der Elementaufgabe

### Bearbeiten des Namens der Elementaufgabe:

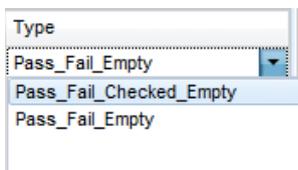


Klicken Sie auf das Feld „Name der Elementaufgabe“, um diesen zu bearbeiten.

Ziehen Sie den Mauszeiger bei gedrückter linker Maustaste, um Buchstaben und Wörter auszuwählen. Positionieren Sie die Maustaste, und doppelklicken Sie, um ein Wort des Namens auszuwählen. Die Schritte können auch mit der Tastatur ausgeführt werden.

Drücken Sie die rechte Maustaste, um das Menü „Bearbeiten“ zu aktivieren, und wählen Sie die entsprechende Aktion aus (siehe Abbildung links). Im Menü wird zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden; derzeit nicht verfügbare Optionen sind ausgegraut.

### Bearbeiten des Typs der Elementaufgabe:



Klicken Sie auf das Feld „Elementtyp“, um das links abgebildete Auswahlmengü zu öffnen. Folgende Kontrollkästchen-Statuszuordnungsoptionen sind verfügbar:

**Pass\_Fail\_Checked\_Empty:** Bestanden, Fehlgeschlagen, Geprüft, Leer (Standard)

**Pass\_Fail\_Empty:** Bestanden, Fehlgeschlagen-Auswahl, Leer (Standard) Wert

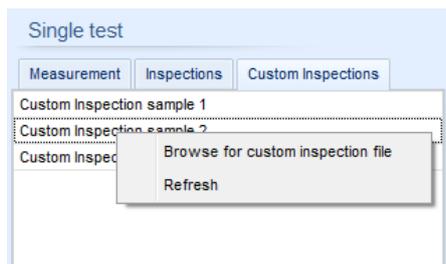
## D.6.2 Übernehmen von benutzerdefinierten Prüfungen

Benutzerdefinierte Prüfungen können in Auto Sequences® übernommen werden. Eine direkte Zuordnung der benutzerdefinierten Prüfung zu den Strukturelementen von Metrel ES Manager ist nicht möglich.

Nach dem Öffnen der Datendatei für die benutzerdefinierte Prüfung werden die verfügbaren Prüfungen auf der Registerkarte „Benutzerdefinierte Prüfungen“ im Bereich „Einzeltest“ von Auto Sequence® Editor aufgelistet. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel *D.1 Arbeitsbereich des Auto Sequence® Editor*.

Die benutzerdefinierte Prüfung wird der Auto Sequence als Einzeltest hinzugefügt. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel *D.4 Erstellen/Bearbeiten einer Auto Sequence®*.

### Öffnen/Ändern der Datendatei für die Prüfung



Positionieren Sie den Mauszeiger im Bereich der Liste der benutzerdefinierten Prüfungen, und klicken Sie mit der rechten Maustaste, um das Optionsmenü zu öffnen:

**Aktualisieren:** Der Inhalt einer bereits geöffneten Datendatei für die Prüfung wird aktualisiert.

**Suchen nach Datei für benutzerdefinierte Prüfung:** Das Menü zum Durchsuchen des Ordners, in dem sich die neue Datendatei für die Prüfung befindet, wird geöffnet.



Nach dem Bestätigen der Auswahl wird eine neue Datendatei für die Prüfung geöffnet und die Liste der verfügbaren benutzerdefinierten Prüfungen geändert.

**Hinweis:**

- › Wenn der Arbeitsbereich von Metrel ES Manager geändert wird, bleibt die geöffnete Datendatei für die Prüfung aktiv, und die verfügbaren benutzerdefinierten Prüfungen ändern sich nicht.