



TeraOhmXA 10 kV
MI 3210
Bedienungsanleitung
Version 1.3.2; Code Nr. 20 752 360

Händler:

Hersteller:

METREL Mess- und Prüftechnik GmbH
Orchideenstraße 24
90542 Eckental
Germany
Website: <http://www.metrel.de>
E-Mail: metrel@metrel.de



Das Kennzeichen auf Ihrem Gerät bescheinigt, dass es die Anforderungen der EU (Europäische Union) an Sicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit erfüllt

© 2013 - 2015 METREL

Diese Veröffentlichung darf ohne schriftliche Genehmigung durch METREL weder vollständig noch teilweise vervielfältigt oder in sonstiger Weise verwendet werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Beschreibung	5
1.1	Merkmale	5
2	Sicherheits-und Betriebshinweise.....	6
2.1	Warnungen und Hinweise	6
2.2	Akku und Laden des Bleiakkus	9
2.2.1	Vorladung	10
2.3	Geltende Normen	12
3	Gerätebeschreibung	14
3.1	Gerätegehäuse	14
3.2	Bedienfeld.....	14
3.3	Zubehör	16
3.3.1	Messleitungen	16
3.4	Display-Organisation.....	18
3.4.1	Messergebnisfenster	18
3.4.2	Messkontrollfenster.....	19
3.4.3	Nachrichten Fenster	21
3.4.4	Akku-, Zeit- und Kommunikationsanzeige	22
3.4.5	Messergebniszeile	22
3.4.6	Grafische Darstellung der gemessenen Daten	23
3.4.7	Hintergrundlicht betrieb.....	23
4	Hauptmenü	24
4.1	Hauptmenü des Geräts.....	24
4.2	Benutzerdefinierte Prüfungen	25
4.2.1	Erstellen einer benutzerdefinierten Prüfung.....	25
4.3	Speichermenü.....	26
4.3.1	Ergebnisse speichern	26
4.3.2	Abrufen von Ergebnissen	27
4.3.3	Ergebnisse löschen	28
4.3.4	Benutzerdefinierte Prüfung löschen.....	28
4.3.5	Löschen des gesamten Speicherinhalts	29
4.4	Einstellungsmenü	29
4.4.1	Sprachauswahl	30
4.4.2	Auswahl der Grundeinstellungen	30
4.4.3	Uhrzeit auswahl	30
4.4.4	Auswahl des Datums	30
4.4.5	Übertragungsmodus	31
4.4.6	Kontrastauswahl	31
4.4.7	Warnsignal.....	31
4.4.8	Diagrammauswahl.....	31
4.4.9	Durchschlagsauswahl.....	32
4.4.10	Angaben zum Gerät.....	32
4.5	Hilfe Menü.....	32
5	Messungen	33
5.1	Allgemeine Informationen zu Hochspannungsprüfungen.....	33
5.1.1	Der Zweck von Isolationsprüfungen.....	33
5.1.2	DC vs. AC Prüfspannung.....	33

5.1.3	Typische Isolationsprüfungen	33
5.1.4	Elektrische Darstellung von Isolationsmaterial	34
5.2	Einige Anwendungsbeispiele	35
5.2.1	Grundlegende Isolationswiderstandsprüfung.....	35
5.2.2	Spannungabhängigkeitsprüfung - Stufenspannungsprüfung	35
5.2.3	Zeitabhängigkeitsprüfung - Diagnoseprüfung	35
5.2.4	Stoßspannungsprüfung	37
5.3	GUARD-Klemme (Prüfableitklemme).....	38
5.4	Mittelungsoptionen.....	39
5.4.1	Der Zweck der Mittelung.....	39
5.4.2	Beispiel für die Mittelung.....	40
5.5	Messmenü	41
5.6	Messung des Isolationswiderstands	42
5.6.1	Grenze festlegen	44
5.7	Diagnoseprüfung	45
5.7.1	Dielektrisches Absorptionsverhältnis (DAR)	47
5.7.2	Polarisationsindex (PI).....	47
5.7.3	Dielektrische Entladungsprüfung (DD).....	48
5.8	Stufenspannungsprüfung.....	50
5.9	Stoßspannungsprüfung.....	52
5.10	True RMS Voltmeter	54
6	Kommunikation	55
7	Wartung	56
7.1	Einsetzen und Austausch der Akkus	56
7.2	Reinigung.....	58
7.3	Regelmäßige Kalibrierung	58
7.4	Kundendienst.....	58
8	Technische Daten	59
8.1	True RMS Voltmeter	61
8.2	Allgemeine Daten	62
Appendix A – Fernbedienung		63

1 Allgemeine Beschreibung

1.1 Merkmale

Das **TeraOhm XA 10 kV (MI 3210)** ist ein tragbares, netz- oder batteriebetriebenes Prüfgerät mit einem hervorragenden IP-Schutz (IP65), das für die Diagnose des Isolationswiderstands unter Verwendung von hohen Prüfspannungen bis zu 10 kV bestimmt ist. Es wurde mit dem umfangreichen Wissen und der im Laufe vieler Jahre Tätigkeit in diesem Bereich erworbenen Erfahrung entwickelt und hergestellt.

Verfügbare Funktionen und Merkmale, die das **TeraOhm XA 10kV** Messgerät bietet:

- Breiter Messbereich (5 kΩ ... 20 TΩ);
- Isolationsmessung;
- Stufenspannungsprüfung;
- Prüfung der Spannungsfestigkeit (DC) bis zu 10 kV;
- Spannungs- und Frequenzmessung bis zu 550 V TRMS
- Polarisationsindex (PI);
- Dielektrisches Absorptionsverhältnis (Dielectric Absorption Ratio - DAR);
- Dielektrisches Entladungsverhältnis (Dielectric Discharge Ratio - DD);
- Diagramm R(t);
- Einstellbare Prüfspannung (50 V...10 kV) in 50 V- und 100 V-Schritten;
- Programmierbarer Timer;
- Automatisches Entladen des Prüflings nach Abschluss der Messung;
- Kapazitätsmessung;
- AC-Eingangstrom Geräuschunterdrückung (1 mA@600 V);
- Feststellung von Hochspannungsausfällen;
- Grenzstatus;
- Zusätzliche Mittelung des Ergebnisses (5, 10, 30, 60)
- Kommunikation über USB und RS232;
- Hohe Überspannungskategorie CAT IV / 600 V.

Ein **320x240 Punktmatrix-LCD** ermöglicht leicht lesbare Ergebnisse und bietet alle verbundenen Parameter.

Der Betrieb ist unkompliziert und eindeutig, um dem Nutzer zu ermöglichen, das Gerät ohne eine spezielle Schulung bedienen zu können (ausgenommen das Lesen und Verstehen dieser Betriebsanleitung).

Die Prüfergebnisse können im Gerät gespeichert werden. Die PC Software HVLink PRO, die als Bestandteil des Standardsets im Lieferumfang enthalten ist, ermöglicht die Übertragung der gemessenen Ergebnisse auf den PC, von wo aus sie analysiert oder ausgedruckt werden können.

2 Sicherheits-und Betriebshinweise

2.1 Warnungen und Hinweise

Um ein Höchstmaß an Bediensicherheit bei der Durchführung verschiedener Prüfungen zu erreichen, empfiehlt Metrel Ihr **TeraOhm XA 10kV** Prüfgerät ausschließlich in unbeschädigtem Zustand zu verwenden. Wenn Sie die Prüfausrüstung verwenden, beachten Sie bitte die folgenden allgemeinen Warnungen:

-  Dieses Symbol am Instrument bedeutet „Lesen Sie das Handbuch für eine sichere Anwendung des Gerätes sorgfältig durch.“ Bei diesem Symbol besteht Handlungsbedarf!
-  Dieses Symbol am Instrument bedeutet: „Gefährliche Spannung kann an den Anschlüssen anliegen!“
- Wenn das Prüfgerät nicht in der in dieser Bedienungsanleitung vorgeschriebenen Art und Weise benutzt wird, kann die Sicherheit beeinträchtigt werden, die das Gerät bietet.
- Bitte lesen Sie diese Bedienungsanleitung aufmerksam durch, da ansonsten die Nutzung des Prüfgeräts eine Gefahr für den Benutzer, das Prüfgerät an sich oder für den Prüfling darstellen könnte.
- Benutzen Sie das Instrument und das Zubehör nicht, wenn ein Schaden festgestellt wurde!
- Alle allgemein bekannten Vorkehrungen sind zu beachten, um während des Umgangs mit gefährlichen Spannungen die Gefahr eines Stromschlages auszuschließen!
- Schließen Sie das Instrument nicht an eine andere Netzspannung an als auf dem Schild neben dem Netzanschluss angegeben ist, sonst kann das Gerät beschädigt werden.
- Wartungseingriffe oder Justierungen dürfen nur von kompetentem und autorisiertem Personal durchgeführt werden.
- Gefährliche Spannungen befinden sich im Inneren des Gerätes. Entfernen Sie alle Leitungen, den Netzstecker und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie die Batteriefach-Abdeckung öffnen.
- Sämtliche Sicherheitsvorkehrungen müssen beachtet werden um das Risiko eines Stromschlages während der Arbeit an elektrischen Anlagen zu vermeiden!
- Benutzen Sie die Ausrüstung nicht in nasser Umgebung, bei explosivem Gas, Dampf oder Staub.

- Nur entsprechend geschulte und kompetente Personen dürfen das Gerät betreiben.



Warnung bezüglich Messfunktionen: Arbeiten mit dem Instrument

- Verwenden Sie nur standardmäßiges oder optionales Prüfzubehör, das Sie über Ihren Händler beziehen.
- Prüfspitzen sollten nur für TRMS Spannungsprüfung (CAT IV 600 V) verwendet werden.
- Verwenden Sie für TRMS Spannungsmessung bei CAT III oder CAT IV Umgebung nicht die Hochspannungsprüfleitung mit Prüfspitze. Es besteht das Risiko der Überbrückung von zwei geladenen Leitern was zu Überschlag und Kurzschluss führen kann.
- Verbinden Sie Zubehör zum Prüfgerät immer bevor Sie die Hochspannungsprüfung starten. Berühren Sie nie Prüfleitungen oder Krokodilklemmen während der Messung. Nur das Handstück der Hochspannungsprüfleitung darf während der Messung berührt werden.
- Berühren Sie während des Tests keine leitenden Teile des Prüflings, es besteht das Risiko eines Stromschlages!
- Vergewissern Sie sich, dass der Prüfling von der Netzspannung getrennt und entladen ist, bevor Sie die Prüfleitungen anschließen und die Messung starten (außer Spannungsmessung).
- Bei einem kapazitiven Prüfling benötigt das automatische Entladen des Prüflings nach dem Abschluss der Messung möglicherweise einige Zeit.
- Schließen Sie Prüfklemmen nicht an externe Spannungen über 600 V Gleich- oder Wechselspannung (CAT IV Umgebung) damit das Prüfinstrument nicht beschädigt wird!
- In seltenen Fällen (interner Fehler) ist es möglich, dass sich das Prüfinstrument unkontrolliert verhält (LCD blinkt, blockiert, Tasten reagieren nicht, etc.). Bitte betrachten Sie in diesem Fall das Prüfgerät und das Prüfobjekt als lebensgefährlich, schalten Sie es unter Einhaltung der Sicherheitsvorkehrungen aus und Entladen Sie den Prüfling manuell.

Umgang mit kapazitiven Lasten

- Beachten Sie, dass 40 nF auf 1 kV aufgeladen oder 4 nF auf 10 kV aufgeladen, lebensgefährlich sind!

- Berühren Sie niemals den Prüfling während der Prüfung, bevor er vollständig automatisch oder manuell entladen ist!
- Wegen der dielektrischen Absorption des Prüflings mit kapazitiven Eigenschaften (Kondensatoren, Kabel, Transformatoren, etc.) muss dieser nach dem Messprozess kurzgeschlossen werden.

Hinweis:

Für manuelles Entladen empfiehlt Metrel den Einsatz des A 1513 Discharge link. Die internen Entlade Widerstände des A 1513 stellen eine sichere Entladung bis zu 10uF bei 10kV dar.

**Akkurelevante Warnhinweise:**

- ❑ Die Akkus niemals in einem Feuer entsorgen, da dies eine Explosion hervorrufen oder ein toxisches Gas erzeugen kann
- ❑ Die Akkus nicht versuchen auseinanderzubauen, zu zerquetschen oder zu zerstechen, da dies zum Auslaufen von Schwefelsäure führen kann, die Verletzungen verursachen könnte.
- ❑ Die Polarität der externen Kontakte auf einem Akku nicht kurzschließen oder umkehren.
- ❑ Den Akku von Kindern fernhalten.
- ❑ Den Akku nicht übermäßigen Stößen/Einwirkungen oder Vibrationen aussetzen.
- ❑ Keinen beschädigten Akku verwenden.
- ❑ Das Gerät verwendet einen ventilgeregelten (versiegelte) Bleiakku (LC – R123R4PG). Es wurde darauf ausgelegt, den Akku der Nutzung entsprechend automatisch zu laden und die Kapazität zu erhalten.

2.2 Akku und Laden des Bleiakkus

Das Gerät wurde entwickelt, um von wiederaufladbaren Blei - Säure Akkus oder mit Netzstromversorgung betrieben zu werden. Das LCD enthält eine Anzeige des Akkuzustands und der Stromquelle (oberer linker Abschnitt des LCD). Falls die Batterie zu schwach ist, zeigt das Gerät dies so an, wie in Abbildung 2.1 dargestellt.

Symbol:

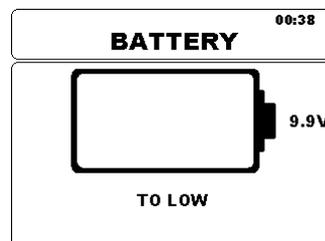
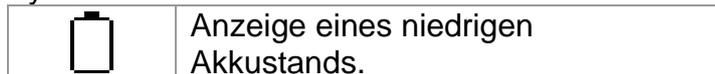


Abbildung 2.1: Akkuprüfung

Die Akkus werden immer dann aufgeladen, wenn das Netzteil an das Gerät angeschlossen ist. Die Netzsteckdose ist in Abbildung 2.2 dargestellt. Eingebaute Schaltkreise (CC, CV) steuern den Ladevorgang und gewährleisten eine maximale Lebensdauer der Akkus. Die Betriebsdauer ist für Akkus mit einer Nennladung von 3,4 Ah angegeben.



Abbildung 2.2: Netzsteckdose (C7)

Das Gerät erkennt automatisch die angeschlossene Stromversorgung und beginnt mit dem Laden.

Symbol:

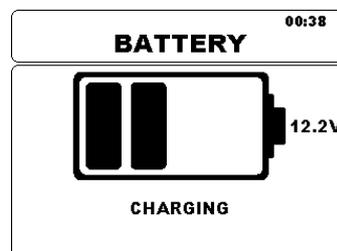


Abbildung 2.3: Ladeanzeige

Akku und Lademerkmal	Typisch
Akkutyp	LC-R123R4PG
Lademodus	CC / CV
Nennspannung	12,0 V
Nennkapazität	3,4 Ah
Max. Ladespannung	14,0 V
Max. Ladestrom	1,2 A
Max. Entladestrom	2,5 A
Typische Entladezeit	4 Stunden

Typisches Ladeprofil, das auch in diesem Gerät verwendet wird, ist in Abbildung 2.4 dargestellt.

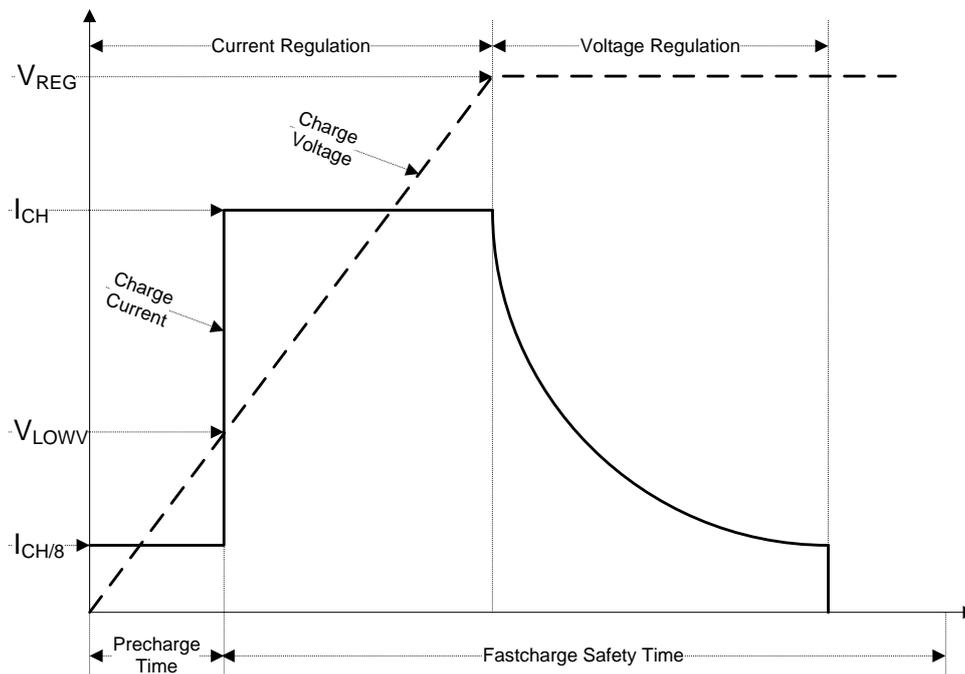


Abbildung 2.4: Typisches Ladeprofil

Dabei sind:

- V_{REG} Akkuladespannung
- V_{LOWV} Vorladungsgrenzspannung
- I_{CH} Akkuladestrom
- $I_{CH/8}$ 1/8 des Ladestroms

2.2.1 Vorladung

Wenn die Akkuspannung beim Einschalten unter der V_{LOWV} Grenze ist, legt das Ladegerät 1/8 des Ladestroms an den Akku an. Die Vorladungsfunktion dient der Auffrischung stark entladener Akkus. Wird die V_{LOWV} Grenze nicht innerhalb von 30 Minuten der beginnenden Vorladung erreicht, schaltet sich das Ladegerät aus und ein FEHLER wird angezeigt.

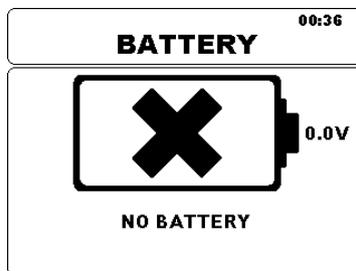


Abbildung 2.5: Anzeige, dass kein Akku vorhanden ist

Hinweis:

- Als Sicherung bietet das Ladegerät auch einen internen 5-Stunden-Ladetimer für eine schnelle Aufladung.

Die übliche Ladezeit beträgt vier Stunden in einem Temperaturbereich zwischen 5°C bis 60°C.

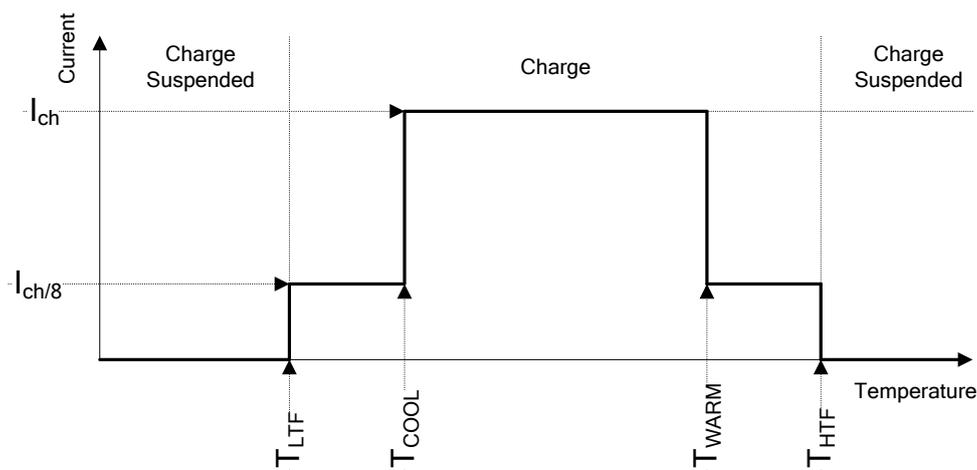


Abbildung 2.6: Typischer Ladestrom vs. Temperaturprofil

Dabei sind:

- T_{LTF} Grenzwert für Kalttemperatur (typ. -15°C)
- T_{LTF} Grenzwert für Kühltemperatur (typ. 0°C)
- T_{LTF} Grenzwert für Warmtemperatur (typ. +60°C)
- T_{LTF} Grenzwert für Heißtemperatur (typ. +75°C)

Das Ladegerät überwacht die Akkutemperatur ständig. Um einen Ladezyklus zu initiieren, muss die Akkutemperatur innerhalb der T_{LTF} bis T_{HTF} Grenzwerte liegen. Liegt die Akkutemperatur außerhalb dieses Bereichs, setzt der Regler den Ladevorgang aus und wartet, bis die Akkutemperatur innerhalb des T_{LTF} bis T_{HTF} Bereichs liegt.

Liegt die Akkutemperatur zwischen den T_{LTF} und T_{COOL} Grenzwerten oder zwischen den T_{WARM} und T_{HTW} Grenzwerten, wird die Aufladung automatisch auf $I_{CH/8}$ (1/8 des Ladestroms) reduziert.

2.3 Geltende Normen

Das TeraOhm XA 10kV Gerät wird gemäß den folgenden Vorschriften hergestellt und geprüft:

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

EN 61326 Elektrische Mess-, Steuer-, Regel und Laborgeräte - EMC Anforderungen Klasse A

Sicherheit (Niederspannungsrichtlinie)

EN 61010 - 1 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

EN 61010 - 2 - 030 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 2-030: Besondere Anforderungen an Prüf- und Messstromkreise

EN 61010 - 2 - 033 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 2-033: Besondere Anforderungen an handgeführte Multi-Messgeräte und sonstige Messgeräte für den privaten und professionellen Gebrauch, die die Netzspannung messen können

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

Einige weitere Empfehlungen

IEEE 43 – 2000 Empfohlene Praxis zur Prüfung des Isolationswiderstands rotierender Maschinen:

- 1 M Ω + 1 M Ω / 1000 V Rating der Geräte für Isolationssysteme vor 1970;
- 5 M Ω für Motoren mit Träufelwicklung unter 600 Volt;
- 100 M Ω für Motoren mit Formspulenwicklung über 600 Volt und Armaturen;

IEC 60439-1 Niederspannungsschaltanlage und Schaltgetriebebaugruppe - Teil 1:

Typgeprüfte und teilweise typgeprüfte Baugruppen:

- Umfang der Isolierungsprüfung: alternatives Verfahren zur Verifizierung der dielektrischen Eigenschaften durch Isolationswiderstandsmessung;
- Beschreibung: a.d.c. Prüfspannung (500 V) wird auf die Isolierung angelegt und ihr Widerstand wird gemessen. Die Isolierung ist ordnungsgemäß, wenn ihr Widerstand hoch genug ist (1000 Ω / V der Nennspannung des Kreises);

IEC 61558 Trenntransformatoren und isolierende Sicherheitstransformatoren:

- Prüfspannung: 500 V, Messzeitraum: 1 min;
 - Mindestisolationswiderstand für Basisisolierung: 2 M Ω ;
 - Mindestisolationswiderstand für ergänzende Isolierung: 5 M Ω ;
 - Mindestisolationswiderstand für verstärkte Isolierung: 7 M Ω ;
-

Hinweis:

Immunität gegen abgestrahlte RF-Felder (Feldstärke: 10V/m, Modulation: AM, 80%, 1 kHz)

Spannungsbereich	Betriebsbedingungen	Störung < 5 %	Störung > 5 %
50 V	100 MΩ	300 MHz ÷ 900 MHz	900 MHz ÷ 1 GHz
1000 V	200 GΩ	/	300 MHz ÷ 1 GHz
10000 V	200 GΩ	300 MHz ÷ 600 MHz	600 MHz ÷ 800 MHz

Hinweis zu EN- und IEC-Normen:

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

3 Gerätebeschreibung

3.1 Gerätegehäuse

Das Gerät ist in einer Kunststoffbox untergebracht, die die in den allgemeinen Spezifikationen definierte Schutzklasse erfüllt.

3.2 Bedienfeld

Die Bedienertafel wird in der nachstehenden Abbildung 3.1. dargestellt.

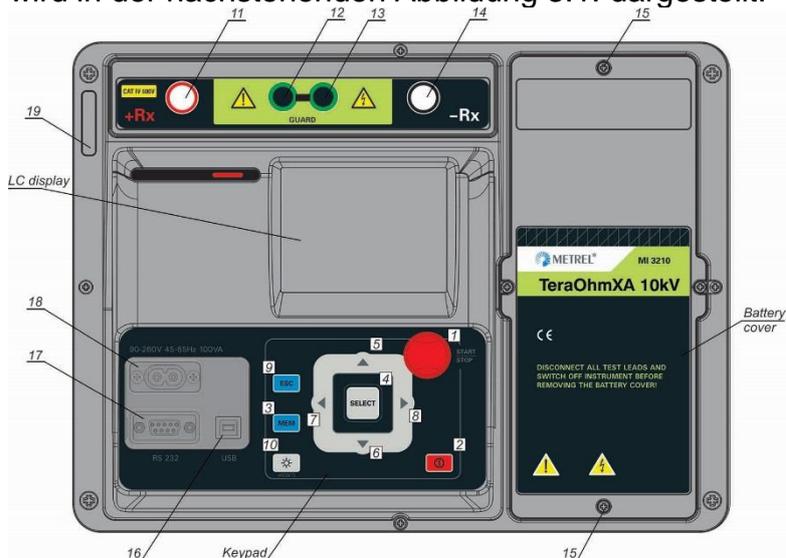


Abbildung 3.1: Die Bedienfeld

Tastenfeld:

1	START / STOPP	Startet oder stoppt die Messung. Schaltet das Gerät ein oder aus.
2	EIN/AUS	Das Gerät schaltet sich 15 Minuten nach dem letzten Tastendruck automatisch aus.
3	MEM	Speichern/Abrufen/Löschen von Prüfungen im Gerätespeicher.
4	SELECT (Auswählen)	Um für die ausgewählte Funktion in den Setup-Modus zu gelangen oder um den einzustellenden aktiven Parameter auszuwählen.
5,6	▲ ▼	Eine Option wählen - nach oben, nach unten.
7,8	◀ ▶	Den ausgewählten Parameter senken oder erhöhen.
9	ESC	Den ausgewählten Modus verlassen.
10	☀	Das Hintergrundlicht des Displays EIN- oder AUSschalten. RÜCKSETZEN des Geräts (Taste 5 Sekunden oder länger halten).

Display-Abschnitt:

20	Warnleuchte (rot) für Hochspannung.
----	-------------------------------------

Klemmen-Abschnitt:

11	+ Rx	Positive Hochspannungs-Ausgangsklemme.
12,13	GUARD	Guard-Eingangsklemmen.

14	- Rx	Negative Hochspannungs-Eingangsklemme.
----	-------------	--

Leistungs- und Kommunikationsabschnitt:

19	C7	Eingangsleistungs-Netzsteckdose (C7)
18	USB	USB-Kommunikationsanschluss (USB-Standardanschluss - Typ B)
18	RS232	RS232 Kommunikationsanschluss (Standard RS232 9-polige D Buchse)

Warnhinweise!

- ❑ **Die maximal zulässige Spannung zwischen einem beliebigen Prüfanschluss und der Erde beträgt 600 V!**
- ❑ **Die maximal zulässige Spannung zwischen den Prüfanschlüssen beträgt 600 V!**
- ❑ **Nur Originalprüfzubehör verwenden!**
- ❑ **Die max. Anschlussdauer an einem Objekt mit einer externen Spannung bis 600 V beträgt 5 min (mögliche Überhitzung des Instruments selbst in AUS Position).**

3.3 Zubehör

Das Zubehör besteht aus standardmäßigem und optionalem Zubehör. Optionales Zubehör kann auf Anfrage geliefert werden. Beziehen Sie sich auf die beigefügte Liste für die Standardkonfiguration und Optionen oder kontaktieren Sie Ihren Händler oder gehen Sie auf die METREL Homepage: <http://www.metrel.si>.

3.3.1 Messleitungen

Die Standardlänge einer abgeschirmten Hochspannungsmessleitung mit Spitze beträgt 2 m. Die Standardlänge von abgeschirmten Hochspannungsmessleitungen mit (roten, schwarzen) Bananensteckern ist 3 m; die optionalen Längen betragen 8 m und 15 m. Beziehen Sie sich für weitere Details auf die beigefügte Liste zur Standardkonfiguration und Optionen oder kontaktieren Sie Ihren Händler oder gehen Sie auf die METREL Homepage: <http://www.metrel.de>.

Alle Messleitungen sind aus abgeschirmten Hochspannungskabel hergestellt, weil abgeschirmtes Kabel eine höhere Genauigkeit und Immunität gegen Messstörungen ermöglicht, die in Industrieumgebungen auftreten können.

Abgeschirmte Hochspannungsmessleitung mit Hochspannungsspitze

Anwendungshinweise:

Diese Messleistung ist auf die handgeführte Prüfung der Isolierung ausgelegt.

Isolationswerte:

- Handgeführter Teil 10 kV d.c. (verstärkte Isolierung)
- Hochspannungsbananenstecker (rot) zum Anschluss an das Gerät: 10 kV d.c. (Basisisolierung);
- Bananenschutzstecker (grün): 600 V CAT IV (verstärkte Isolierung);
- Kabel (gelb): 12 kV (abgeschirmt).



Abbildung 3.2: HV Messleitung mit Hochspannungsspitze

Abgeschirmte Hochspannungsmessleitung mit Krokodilklemmen.

Anwendungshinweise:

Diese Messleitungen sind auf die diagnostische Prüfung der Isolierung ausgelegt. Sie können auch für die handgeführte Prüfung mit Prüfspannungen bis zu 5 kV d.c. verwendet werden.

Isolationswerte:

- ❑ Hochspannungsbananenstecker (rot, schwarz): 10 kV d.c. (Basisisolierung), 5 kV d.c. (verstärkte Isolierung);
- ❑ Krokodilklemmen (rot, schwarz): 10 kV d.c. (Basisisolierung), 5 kV d.c. (verstärkte Isolierung);
- ❑ Bananenschutzstecker (grün): 600 V CAT IV (verstärkte Isolierung);
- ❑ Kabel (gelb): 12 kV (abgeschirmt).



Abbildung 3.3: HV-Messleitungen mit Krokodilklemmen

Schutzmessleitung mit Krokodilklemmen

Isolationswerte:

- ❑ Schutzmessleitung mit Bananensteckern (grün): 600 V CAT IV (verstärkte Isolierung);
- ❑ Krokodilklemme (grün): 600 V CAT IV (verstärkte Isolierung)



Abbildung 3.4: Schutzleitung mit Krokodilklemme

Prüfspitzen

Anwendungshinweise:

- ❑ Prüfspitzen, die auf abgeschirmte Hochspannungsmessleitungen angewendet werden, sind auf die CAT IV, 600 V, TRMS Spannungsmessungen ausgelegt.



Abbildung 3.5: Prüfspitzen

3.4 Display-Organisation

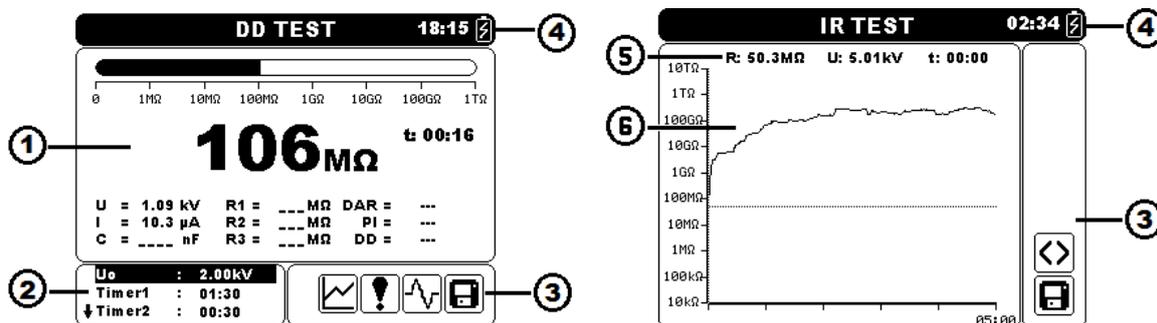


Abbildung 3.6: Typisches Funktionsdisplay und Kurvenbildschirm

1	Messergebnisfenster
2	Messkontrollfenster
3	Nachrichtenfenster
4	Akku-, Zeit- und Kommunikationsanzeige
5	Messergebniszeile
6	Grafische Darstellung der gemessenen Daten

3.4.1 Messergebnisfenster

Das Messfenster zeigt alle relevanten Daten während der Messung an.

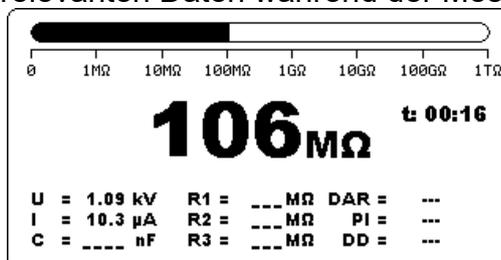


Abbildung 3.7: Messfenster

Gemessener Isolationswiderstand

Wird in der Bildschirmmitte mit der größten Schrift angezeigt. Während der Messung wird dieses Ergebnis alle paar Sekunden aktualisiert. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird.

Balkendiagramm

Stellt den gemessenen Isolationswiderstand graphisch in Bezug auf den Messbereich dar. Es zeigt außerdem den Grenzwert an, falls dieser aktiviert ist.

U

Zeigt die Ausgangsspannung an. Während der Messung wird dieses Ergebnis alle paar Sekunden aktualisiert. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird.

I	Zeigt die Eingangsspannung an. Während der Messung wird dieses Ergebnis alle paar Sekunden aktualisiert. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird.
C	Zeigt die an den Ausgangsklemmen gemessene Kapazität an. Der Wert der Kapazität wird während der finalen Entladung des Prüfobjekts gemessen.
R1, R2, R3	Zeigt die am Timer1, Timer2, Timer3 gemessenen Widerstände. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Diagnoseprüfung).
R1, R2, R3,R4, R5	Zeigt die in Schritt eins bis fünf gemessenen Widerstände an. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Stufenspannungsprüfung).
U1, U2, U3, U4, U5	Zeigt die in Schritt eins bis fünf gemessenen Spannungen an. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Stufenspannungsprüfung).
DAR	Zeigt das Dielectric Absorption Ratio [Dielektrische Absorptionskennzahl] an. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Diagnoseprüfung).
PI	Zeigt den Polarisierungsindex an. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Diagnoseprüfung).
DD	Zeigt das Dielectric Discharge [Dielektrische Entladung] Ergebnis an. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird das Ergebnis solange auf dem Bildschirm angezeigt, bis eine neue Messung gestartet wird (erscheint nur in der Diagnoseprüfung).
f	Zeigt die Frequenz der gemessenen Spannung an (erscheint nur im True RMS Voltmeter).
t	Zeigt die Prüfzeit an (mm:ss).

3.4.2 Messkontrollfenster

Das Kontrollfenster ermöglicht dem Nutzer, die Kontrollmessparameter zu modifizieren.

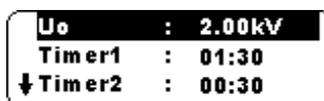


Abbildung 3.8: Kontrollfenster

Un	Ermöglicht dem Nutzer, die gewünschte Prüfspannung festzulegen.
Timer1	Ermöglicht dem Nutzer, die gewünschte Messdauer bei der Isolationswiderstandsprüfung festzulegen. Verzögerung für den Start der DAR-Messung in der Diagnoseprüfung. (mm:ss) – Schritt 1 s (max Zeit 99 min).
Timer2	Verzögerung für den Start der PI-Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
Timer3	Ermöglicht dem Nutzer, die gewünschte Messdauer (mm:ss) festzulegen – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
DD	Ermöglicht dem Nutzer, die dielektrische Entlademessung zu aktivieren oder zu deaktivieren.
ltrgg	Ermöglicht dem Nutzer, das gewünschte Auslöseniveau festzulegen – Schritt 100 μ A (max. Strom 5 mA).
Tstart	Ermöglicht dem Nutzer, die Startprüfspannungszeit (mm:ss) festzulegen – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
Tend	Ermöglicht dem Nutzer, die konstante Endprüfspannungszeit (mm:ss) festzulegen – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
Ustart	Ermöglicht dem Nutzer, die gewünschte Startprüfspannung festzulegen.
Uend	Ermöglicht dem Nutzer, die gewünschte Endprüfspannung festzulegen.
Tramp	Ermöglicht dem Nutzer, die Dauer der Prüframpe (mm:ss) festzulegen – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
HI Lim	Ermöglicht dem Nutzer die Obergrenze festzulegen (Wert wird am Ende der Messung evaluiert).
AVG	Ermöglicht dem Nutzer, die zusätzliche Mittelung des Ergebnisses festzulegen (AUS, 5, 10, 30, 60).

3.4.3 Nachrichten Fenster

In dem Meldungsfeld werden Warnhinweise und Meldungen angezeigt.



Abbildung 3.9: Nachrichtenfenster

- | | |
|---|--|
|  | An den Messklemmen ist Hochspannung vorhanden (> 50 V rms). |
|  | Das Prüfergebn kann gespeichert werden. |
|  | An den Messklemmen sind AC-Geräusche vorhanden (+ Rx, - Rx). |
|  | Ein Störfall oder ein Überspannungseignis ist aufgetreten. |
|  | Gerät ist überhitzt. Der Messvorgang wird deaktiviert. |
|  | Die graphische Darstellung ist aktiviert. |
|  | Die Protokollierung der graphischen Darstellung ist aktiviert (interner Flash-Speicher). |
|  | Der interne Flash-Speicher ist voll (Protokollierung der graphischen Darstellung ist deaktiviert). |
|  | Messergebnis liegt innerhalb der definierten Grenzwerte. |
|  | Messergebnis liegt außerhalb der definierten Grenzwerte. |

3.4.4 Akku-, Zeit- und Kommunikationsanzeige

Diese Symbole zeigen den Ladezustand eines Akkus an, den Anschluss des Ladegeräts sowie den Kommunikationsstatus. Eine Zeitanzeige ist ebenfalls vorhanden.

	Batteriekapazitätsanzeige.
	Geringer Ladestand. <i>Den Akku wieder aufladen.</i>
	Wiederaufladung läuft (wenn das Anschlusskabel angeschlossen ist).
08:26	Zeitanzeige (hh:mm).
	USB-Kommunikation ist aktiviert.
	Bluetooth-Kommunikation ist aktiviert.

Hinweis:

- Jedes gespeicherte Ergebnis wird um Datum und Uhrzeit ergänzt.

3.4.5 Messergebniszeile

R	Zeigt den Isolationswiderstand an. Während der Messung wird dieses Ergebnis alle paar Sekunden aktualisiert. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird der Isolationswiderstand an der Cursor-Position angezeigt.
U	Zeigt die Ausgangsspannung an. Während der Messung wird dieses Ergebnis alle paar Sekunden aktualisiert. Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird die Ausgangsspannung an der Cursor-Position angezeigt.
t	Zeigt die Prüfzeit an (mm:ss). Wenn die Messung abgeschlossen ist, wird die Zeit an der Cursor-Position angezeigt.

Hinweis:

- Die Mittelung in der Messergebniszeile wird während der Messung in allen Funktionen ungeachtet der Einstellungen deaktiviert.

3.4.6 Grafische Darstellung der gemessenen Daten

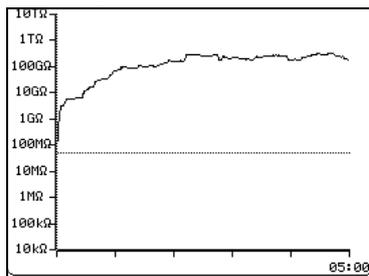


Abbildung 3.10: Diagrammbildschirm

Gemessene oder gemittelte Isolationswiderstandswerte in Bezug auf die Messzeit werden in diesem zweidimensionalen R/t-Diagramm dargestellt. Während der Messung kann auch eine graphische Online-Darstellung beobachtet werden. Wenn die Messung abgeschlossen ist, heftet der Cursor zur Detailanalyse an der graphischen Darstellung.

3.4.7 Hintergrundlicht betrieb

Nach dem EINSchalten des Geräts wird das LCD-Hintergrundlicht automatisch EINGeschaltet. Es kann durch einfaches Anklicken der ☀ (**LIGHT**) Taste AUS und EIN geschaltet werden.

Hinweis:

- Beim Drücken und Halten der Licht (☀) Taste für ungefähr 5 s, wird das Gerät ZURÜCKGESETZT!

4 Hauptmenü

4.1 Hauptmenü des Geräts

Vom Hauptmenü des Gerätes aus stehen fünf Optionen zur Verfügung: Messungen, benutzerdefinierte Prüfungen, Speichermenü, Einstellungsmenü und Hilfe-Menü.

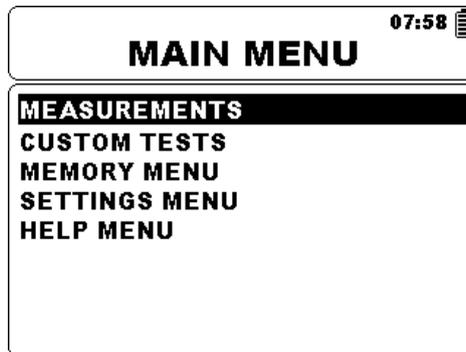


Abbildung 4.1: Hauptmenü des Geräts

Tasten:

Wählen Sie einen der folgenden Menüpunkte aus:

- ▲ ▼

<Messungen> Siehe Kapitel 4.5;
- <Benutzerdefinierte Prüfungen>** Siehe Kapitel 4.2;
- <Speichermenü>** Speichermanagement, siehe Kapitel 4.3;
- <Einstellungsmenü>** Einrichten des Geräts, siehe Kapitel 4.4;
- <Hilfemenü>** Hilfebildschirme, siehe Kapitel 4.6;

SELECT
(Auswählen) Bestätigt die Auswahl.

4.2 Benutzerdefinierte Prüfungen

Dieses Menü enthält eine Liste von speziell vorbereiteten Prüfungen. Die häufig verwendeten Prüfungen werden standardmäßig oder durch den Nutzer der Liste hinzugefügt. Bis zu 30 benutzerdefinierte Prüfungen können im Vorfeld programmiert werden.

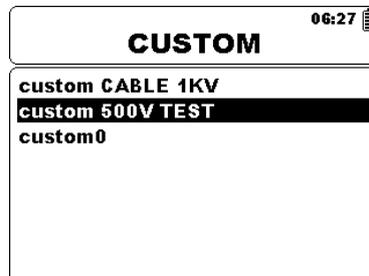


Abbildung 4.2: Benutzerdefiniertes Prüfungsmenü

Tasten:

▲ ▼	Wählen Sie einen der folgenden Menüpunkte aus:
SELECT (Auswählen)	Bestätigt die Auswahl.
ESC	Keht zum Hauptmenü zurück.

4.2.1 Erstellen einer benutzerdefinierten Prüfung

Der Nutzer hat die Möglichkeit, alle benutzerdefinierten Parametereinstellungen zu speichern.

Geben Sie einfach die gewünschte Messung ein, bearbeiten Sie die Prüfparameter und drücken Sie die **MEM** Taste. Der Texteingabebildschirm erscheint, wenn es kein zu speicherndes Ergebnis mehr gibt.

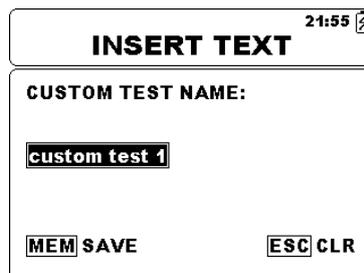


Abbildung 4.3: Texteingabebildschirm

Tasten im Texteingabebildschirm:

▲ ▼	Wählt einen Buchstaben aus.
SELECT (Auswählen)	Wählt den nächsten Buchstaben aus.
MEM	Name bestätigen und zur ausgewählten Messung zurückkehren.
ESC	Löscht den letzten Buchstaben. Keht ohne Änderungen zur ausgewählten Messung zurück.

4.3 Speichermenü

Das Messergebnis kann mit allen relevanten Parametern im Speicher des Geräts gespeichert werden. Der Speicher des Geräts ist in 3 Ebenen unterteilt: OBJECT, DUT und LINE. Die OBJECT, DUT und LINE Ebene kann bis zu 199 Orte enthalten.

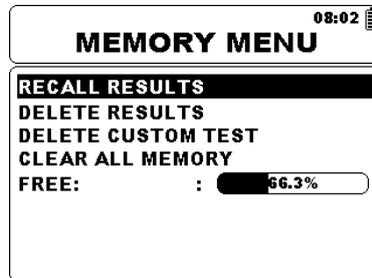


Abbildung 4.4: Speichermenü

Tasten:

▲ ▼	Wählen Sie einen der folgenden Punkte aus.
SELECT (Auswählen)	Bestätigt die Auswahl.
ESC	Kehrt zum Hauptmenü zurück.

4.3.1 Ergebnisse speichern

Nach Abschluss einer Prüfung stehen die Ergebnisse und Parameter zum Speichern bereit. Durch Drücken der Taste **MEM** gelangt der Benutzer in das Speichermenü.

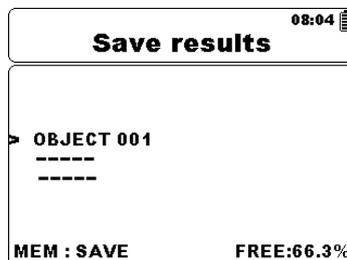


Abbildung 4.5: Speichermenü

Tasten:

◀ ▶	Wählt OBJECT, DUT sowie die LINE-Nummer aus.
▲ ▼	An einen anderen Ort springen.
MEM	Speichert das Messergebnis an einem ausgewählten Ort und kehrt zum Messergebnisbildschirm zurück.
ESC	Kehrt ohne Speichern zum Messergebnisbildschirm zurück.

Das Gerät piept um anzuzeigen, dass das Ergebnis erfolgreich im Speicher gespeichert wurde.

Hinweis:

- Jedes gespeicherte Prüfergebnis enthält außerdem Datum und Zeitstempel (tt:mm:jjjj, hh:mm).

4.3.2 Abrufen von Ergebnissen

Um in das Menü Ergebnisse abfragen zu gelangen muss im Speichermenü die Taste **SELECT** gedrückt werden.

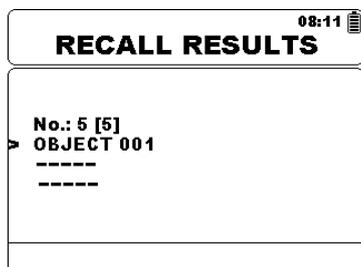


Abbildung 4.6: Ergebnismenü abrufen

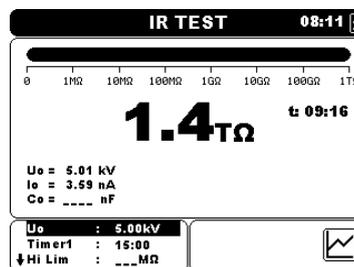


Abbildung 4.7: Abgerufener Ergebnisbildschirm

Tasten im Abruf-Menü:

▲ ▼	Wählt einen der folgenden Punkte OBJECT /DUT / LINE aus.
◀ ▶	Den Parameter senken oder erhöhen.
SELECT (Auswählen)	Ruft Ergebnis am ausgewählten Ort ab.
ESC	Kehrt zum Speichermenü zurück.

Tasten im Ergebnisabrufbildschirm:

◀ ▶	Schaltet zwischen den gespeicherten Ergebnissen unter ausgewähltes OBJECT /DUT / LINE hin und her.
SELECT (Auswählen)	Ermöglicht Zugang zum Bildschirm Ergebnisdiagramm abrufen, sofern vorhanden.
ESC	Kehrt zum Menü Ergebnisse abrufen zurück.

Tasten im Bildschirm Ergebnisdiagramm abrufen:

◀ ▶	Den Cursor die protokollierten Daten entlang scrollen.
SELECT (Auswählen)	Kehrt zu Ergebnisbildschirm abrufen zurück.
ESC	Kehrt zum Menü Ergebnisse abrufen zurück.

4.3.3 Ergebnisse löschen

Um in das Menü Ergebnisse löschen zu gelangen muss im Speichermenü die Taste **SELECT** gedrückt werden. Einzelne Messungen oder alle Messungen unter dem ausgewählten OBJECT, DUT und LINE können gelöscht werden.

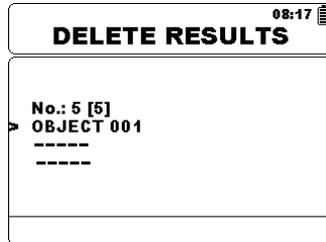


Abbildung 4.8: Alle Messungen unter dem ausgewählten Objekt löschen

Tasten im Menü Ergebnisse löschen:

▲ ▼	Wählt einen der folgenden Punkte OBJECT /DUT / LINE aus.
◀ ▶	Den Parameter senken oder erhöhen.
SELECT (Auswählen)	Ermöglicht Zugang zum Bildschirm Bestätigung löschen.
MEM	Aktiviert das Messungsfeld zum Löschen einzelner Messungen.
ESC	Keht zum Speichermenü zurück.

Tasten im Messungsfeld zum Löschen einzelner Messungen:

◀ ▶	Die zu löschende Messung auswählen.
SELECT (Auswählen)	Ermöglicht Zugang zum Bildschirm Bestätigung löschen.
ESC / MEM	Keht zum Strukturfeld zurück.

Tasten im Bildschirm Bestätigung löschen:

SELECT (Auswählen)	Löscht Ergebnis(se) an ausgewähltem Ort.
ESC	Keht ohne Änderungen zum Menü Löschen von Ergebnissen zurück.

4.3.4 Benutzerdefinierte Prüfung löschen

Eine einzelne benutzerdefinierte Prüfung kann einfach durch Auswahl der Prüfung aus der Liste aller Prüfungen und Drücken der MEM-Taste gelöscht werden.

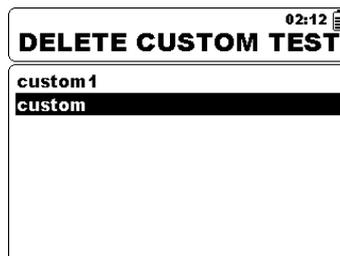


Abbildung 4.9: Benutzerdefinierte Prüfung löschen

Tasten im Menü Benutzerdefinierte Prüfung löschen:

▲ ▼	Wählt eine der folgenden Prüfungen aus.
SELECT (Auswählen)	Ausgewählte Prüfung löschen.
ESC	Keht zum Speichermenü zurück.

4.3.5 Löschen des gesamten Speicherinhalts

Bei der Auswahl der Funktion **Alle Speicher löschen** im Speichermenü wird der gesamte Speicherinhalt gelöscht.

Tasten im Bildschirm Alle Speicherbestätigungen Löschen:

◀ ▶	Wechselt zwischen JA oder NEIN.
SELECT (Auswählen)	Löscht den gesamten Speicherinhalt (falls JA ausgewählt wurde).
ESC	Keht ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

4.4 Einstellungsmenü

Im Einstellungsmenü können verschiedene Parameter und Einstellungen des Geräts angezeigt oder eingestellt werden.

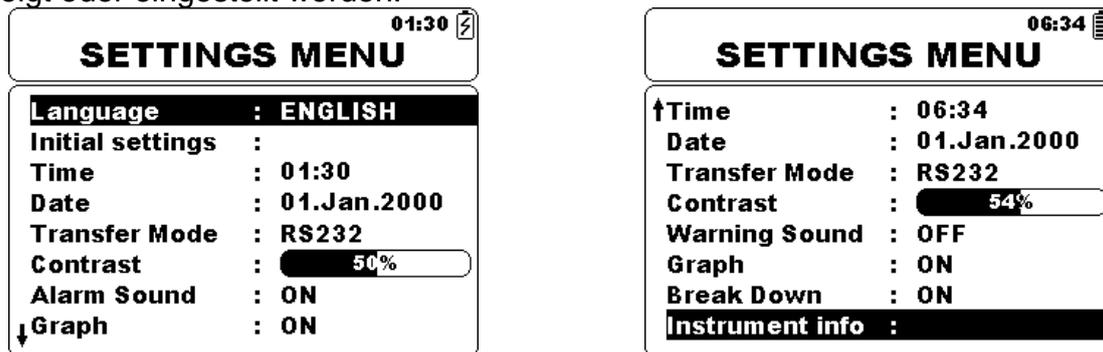


Abbildung 4.10: Einstellungsmenü

Tasten:

Die zu justierende oder anzuzeigende Einstellung auswählen:

<Sprache> Gerätesprache;

<Starteinstellungen> Werkseinstellungen;

<Zeit> Zeiteinstellungen;

<Datum> Datumseinstellungen;

<Übertragungsmodus> Auswahl des Kommunikationsmodus;

<Kontrast> LCD-Kontrasteinstellungen;

<Warnsignal> aktiviert oder deaktiviert das Warnsignal für Hochspannung;

<Diagramm> schaltet das Diagramm ein oder aus;

<Ausfall> aktiviert oder deaktiviert die Ausfallerkennung;

<Geräteinformation> Grundlegende Geräteinformation.

▲ ▼	
SELECT (Auswählen)	Bestätigt die Auswahl.
ESC	Keht zum Hauptmenü zurück.

4.4.1 Sprachauswahl

Die Gerätesprache kann festgelegt werden.

Tasten:

◀ ▶	Schaltet zwischen verschiedenen Sprachen hin und her (Änderungen werden automatisch gespeichert).
-----	---

Hinweis:

- Es ist keine Bestätigung erforderlich, um die gewünschte Sprache festzulegen.

4.4.2 Auswahl der Grundeinstellungen

In diesem Menü können die folgenden Geräteparameter auf ihre Anfangswerte festgelegt werden:

- Alle Messparameter;
- Sprache;
- Übertragungsmodus;
- Kontrasteinstellungen;
- Benutzerdefinierte Messungen

Tasten:

◀ ▶	Wechselt zwischen JA oder NEIN.
SELECT (Auswählen)	Bestätigt die Auswahl und den Neustart des Geräts (falls JA ausgewählt wurde).
ESC	Keht ohne Änderungen zum Hauptmenü zurück.

Hinweis:

- Die Anwendung der Starteinstellungen führt zum Neustart des Geräts.

4.4.3 Uhrzeit auswahl

In dieser Auswahl kann die Uhrzeit des Geräts festgelegt werden.

Tasten:

◀ ▶	Die Parameter senken oder erhöhen (Änderungen werden automatisch gespeichert).
SELECT (Auswählen)	Den zu ändernden Parameter auswählen.

Jedes gespeicherte Ergebnis wird um die Uhrzeit ergänzt.

4.4.4 Auswahl des Datums

In dieser Auswahl kann das Datum des Geräts festgelegt werden.

Tasten:

◀ ▶	Die Parameter senken oder erhöhen (Änderungen werden automatisch gespeichert).
SELECT (Auswählen)	Den zu ändernden Parameter auswählen.

Jedes gespeicherte Ergebnis wird um das Datum ergänzt.

Hinweis:

- Wenn der Akku entfernt wird, geht die Uhrzeit und das Datum des Geräts verloren.

4.4.5 Übertragungsmodus

Der Kommunikationsmodus des Geräts kann festgelegt werden.

Tasten:

◀ ▶ Schaltet zwischen RS232, USB und Bluetooth hin und her.

Hinweis:

- Es ist keine Bestätigung erforderlich, um den gewünschten Übertragungsmodus festzulegen.

4.4.6 Kontrastauswahl

In dieser Auswahl kann der Kontrast des Displays festgelegt werden.

Tasten:

◀ ▶ Legt den Kontrastwert fest (Änderungen werden automatisch gespeichert).

Hinweis:

- Bei Nutzung des Geräts in einer kalten Umgebung muss das Kontrastniveau erhöht werden.

4.4.7 Warnsignal

In dieser Auswahl kann das Warnsignal eingestellt werden. Sofern aktiviert, ertönt das Warnsignal, wenn Hochspannung (≥ 50 V rms) an den Eingangsklemmen +Rx bis -Rx vorhanden ist.

Tasten:

◀ ▶ Schaltet zwischen JA oder NEIN hin und her (Änderungen werden automatisch gespeichert).

4.4.8 Diagrammauswahl

In dieser Auswahl kann die Protokollierung des Diagramms R(t) festgelegt werden.

Tasten:

◀ ▶ Schaltet zwischen JA oder NEIN hin und her (Änderungen werden automatisch gespeichert).

Hinweis:

- Wenn  Symbol angezeigt wird, ist der interne Flash-Speicher voll und die Protokollierung der graphischen Darstellung wird deaktiviert.

4.4.9 Durchschlagsauswahl

In dieser Auswahl kann der Durchschlag eingestellt werden. Wenn ausgelöst, stoppt der Durchschlagskreis das Messverfahren automatisch.

Tasten:

- ◀ ▶ Schaltet zwischen JA oder NEIN hin und her (Änderungen werden automatisch gespeichert).

Hinweise:

- Der Durchschlag ist bei der Stoßspannungsprüfung und im Ladestatus des Hochspannungsgenerators nicht aktiv.
- Der Durchschlag ist aktiv, wenn die Ausgangsspannungen auf höher oder gleich 1kV eingestellt wurden!

4.4.10 Angaben zum Gerät

In diesem Menü werden die folgenden Gerätedaten angezeigt:

- Firmware-Version;
- Seriennummer;
- Kalibrierungsdatum;
- Akkutyp.

4.5 Hilfe Menü

Das Hilfe-Menü enthält Schaltschemen für die Darstellung, wie das Gerät richtig an die verschiedenen Prüfobjekte angeschlossen wird.

Tasten im Hilfe-Menü:

- ▲ ▼ Wählt den nächsten/vorherigen Hilfe-Bildschirm aus.

- ESC Kehrt zum **Einstellungsmenü** zurück.

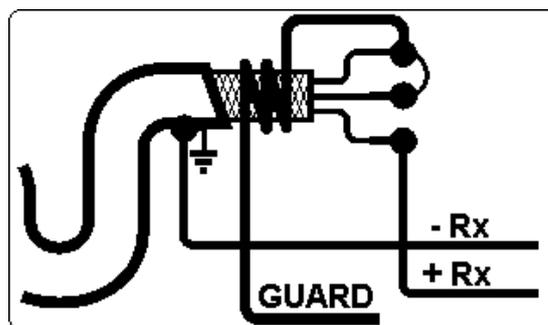
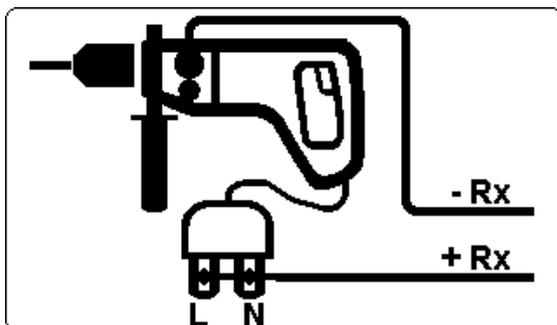


Abbildung 4.11: Beispiele von Hilfe-Bildschirmen

5 Messungen

5.1 Allgemeine Informationen zu Hochspannungsprüfungen

5.1.1 Der Zweck von Isolationsprüfungen

Isolationsmaterialien sind wichtige Bestandteile bei fast jedem elektrischen Produkt. Die Eigenschaften des Materials hängen nicht nur von seinen geklammerten Merkmalen ab, sondern auch von der Temperatur, Verschmutzung, Feuchtigkeit, Alterung, elektrischer und mechanischer Belastung usw. ab. Sicherheit und Betriebszuverlässigkeit erfordern die regelmäßige Wartung und Prüfung des Isolationsmaterials, um sicherzustellen, dass es in einem guten Betriebszustand gehalten wird. Hochspannungsprüfungen werden verwendet, um Isolationsmaterialien zu prüfen.

5.1.2 DC vs. AC Prüfspannung

Die Prüfung mit einer DC-Spannung wird im Allgemeinen als ebenso sinnvoll akzeptiert wie die Prüfung mit AC- und/oder gepulsten Spannungen. DC-Spannungen können für Durchschlagsprüfungen verwendet werden, insbesondere dort, wo hohe kapazitive Leckagenströme mit Messungen interferieren, bei denen AC- oder gepulste Spannungen verwendet werden. DC wird hauptsächlich für Prüfungen verwendet, bei denen der Isolationswiderstand gemessen wird. Bei dieser Prüfungsart wird die Spannung durch die entsprechende Produktanwendungsgruppe definiert. Diese Spannung ist niedriger als die in der Stoßspannungsprüfung verwendete Spannung, somit können die Prüfungen häufiger angewendet werden, ohne das Prüfmaterial zu belasten.

5.1.3 Typische Isolationsprüfungen

Im Allgemeinen bestehen Isolationswiderstandsprüfungen aus den folgenden möglichen Verfahren:

- Einfache Isolationswiderstandsmessung, auch Stichprobe genannt;
- Messung der Beziehung zwischen Spannung und Isolationswiderstand;
- Messung der Beziehung zwischen Zeit und Isolationswiderstand
- Prüfung der Restladung nach der dielektrischen Entladung.

Die Ergebnisse dieser Prüfung können anzeigen, ob ein Austausch des Isolationssystems erforderlich ist.

Typische Beispiele, bei denen die Prüfung des Isolationswiderstands und dessen Diagnose empfohlen wird, sind Transformator- und Motorisolationssysteme, Kabel und sonstige Elektrogeräte.

5.1.4 Elektrische Darstellung von Isolationsmaterial

Die Abbildung 5.1 zeigt den äquivalenten Stromkreis eines Isolationsmaterials an.

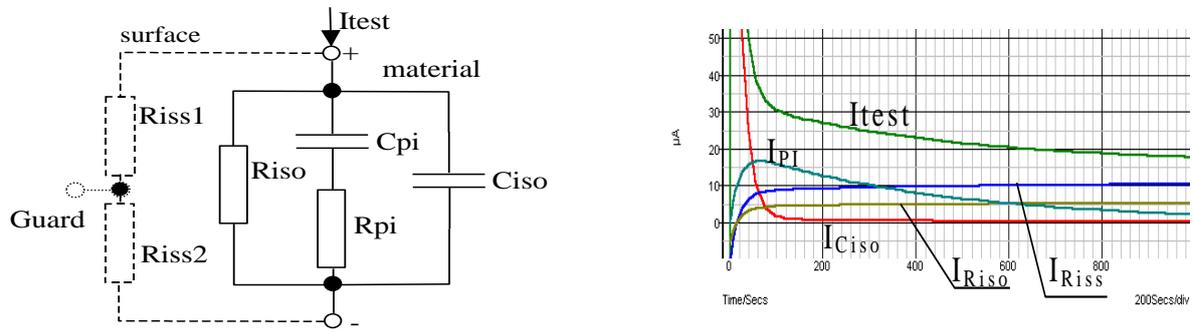


Abbildung 5.1: Isolationsmaterial

Dabei sind:

- R_{iss1} und R_{iss2} Oberflächenwiderstand (Position des optionalen Schutzanschlusses)
- R_{iso} Tatsächlicher Isolationswiderstand des Materials
- C_{iso} Kapazität des Materials
- C_{pi} , R_{pi} Stellt Polarisierungseffekte dar
- I_{test} Gesamtprüfstrom ($I_{test} = I_{pi} + I_{Riso} + I_{Riss}$)
- I_{pi} Polarisationsabsorptionsstrom
- I_{Riso} Tatsächlicher Isolationsstrom
- I_{Riss} Oberflächenleckagenstrom

5.2 Einige Anwendungsbeispiele

5.2.1 Grundlegende Isolationswiderstandsprüfung

Nahezu jede Norm die Sicherheit von elektrischen Geräten und Anlagen betreffend erfordert die Durchführung einer Isolationsbasisprüfung. Bei der Prüfung niedrigerer Werte (im Bereich $M\Omega$), dominiert üblicherweise der Isolationswiderstand (Riso). Die Ergebnisse sind angemessen und stabilisieren sich schnell.

Es ist wichtig, an folgendes zu denken:

- Die Spannung, Zeit und Grenze werden normalerweise in der entsprechenden Norm oder Bestimmung angegeben.
- Die Messzeit sollte auf 60 s eingestellt werden oder auf die minimale für die Isolationskapazität erforderliche Zeit, um den Ciso aufzuladen.
- Manchmal ist es erforderlich, die Umgebungstemperatur zu berücksichtigen und das Ergebnis auf eine Standardtemperatur von 40 °C anzupassen.
- Wenn die Oberflächenleckagenströme mit den Messungen interferieren (siehe Riss oben), dann ist der Schutzanschluss zu verwenden. Dies wird entscheidend, wenn die gemessenen Werte im $G\Omega$ Bereich liegen.

5.2.2 Spannungsabhängigkeitsprüfung - Stufenspannungsprüfung

Diese Prüfung zeigt, ob die Isolierung unter der Prüfung elektrisch oder mechanisch beansprucht wurde. In diesem Fall wird die Anzahl und Größe von Isolationsanomalien (z.B. Risse, lokale Ausfälle, leitfähige Teile usw.) erhöht und die Gesamtdurchschlagsspannung wird reduziert. Übermäßige Feuchtigkeit und Verschmutzung spielen eine wichtige Rolle, insbesondere im Falle von mechanischer Beanspruchung.

- Die Prüfspannungsstufen sind normalerweise ähnlich den in der DC-Stoßprüfung erforderlichen Stufen.
- Manchmal wird empfohlen, dass die maximale Spannung für diese Prüfung nicht mehr als 60 % der Stoßspannung betragen darf.

Wenn die Ergebnisse nachfolgender Prüfungen eine Reduktion im geprüften Isolationswiderstand aufweisen, dann muss die Isolierung ersetzt werden.

5.2.3 Zeitabhängigkeitsprüfung - Diagnoseprüfung

5.2.3.1 Polarisationsindex - PI

Der Zweck dieser Diagnoseprüfung ist die Evaluierung der Auswirkungen des Polarisationsstroms der Isolierung (R_{pi} , C_{pi}). Nach dem Anlegen einer hohen Spannung an den Isolator, richten sich die im Isolator verteilten elektrischen Dipole selbst mit dem angelegten elektrischen Feld aus. Dieses Phänomen wird Polarisation genannt. Da die Moleküle polarisieren, senkt der Polarisationsstrom (Absorption) den Gesamtisolationswiderstand des Materials.

Der Absorptionsstrom (IPI) bricht normalerweise nach ein paar Minuten zusammen. Wenn sich der Gesamtwiderstand des Materials nicht erhöht, heißt dies, dass sonstige Ströme (z.B. Oberflächenleckagen) den Gesamtisolationswiderstand dominieren.

- PI wird als das Verhältnis der gemessenen Widerstände in zwei Zeitfenstern definiert. Das üblichste Verhältnis liegt bei einem Wert von 10 min zu einem Wert von 1 min, aber dies ist keine Regel.
- Die Prüfung wird normalerweise mit der gleichen Spannung durchgeführt wie die Isolationswiderstandsprüfung.
- Wenn der einminütige Isolationswiderstand höher als 5000 MΩ ist, dann kann diese Messung nicht gültig sein (neue moderne Isolationsarten).
- Das in Transformatoren oder Motoren verwendete Ölpapier ist ein typisches Isolationsmaterial, das diese Prüfung erfordert.

Im Allgemeinen weisen Isolatoren, die in einem guten Zustand sind, einen "hohen" Polarisationsindex auf, während beschädigte Isolatoren dies nicht tun. Beachten Sie, dass diese Regel nicht immer gilt. Beziehen Sie sich für weitere Informationen auf das Metrel-Handbuch **Isolationsprüfungstechniken**.

Allgemein anwendbare Werte:

PI-Wert	Geprüfter Materialstatus
1 – 1,5	Nicht akzeptabel (ältere Typen)
2 – 4 (normalerweise 3)	Als gute Isolierung erachtet (ältere Typen)
>4 (sehr hoher Isolationswiderstand)	Moderner Typ (guter) Isolationssysteme

Beispiel für die niedrigsten annehmbaren Werte zur Motorenisolation (IEEE 43):
 Klasse A =1,5, Klasse B = 2,0, Klasse F =2,0, Klasse H =2,0.

5.2.3.2 Dielektrische Entladung - DD

Ein zusätzlicher Effekt der Polarisation ist die wiederhergestellte Ladung (von Cpi) nach der üblichen Entladung nach einer abgeschlossenen Prüfung. Dies kann auch eine zusätzliche Messung zur Evaluierung der Qualität des Isolationsmaterials sein. Dieser Effekt tritt im Allgemeinen in Isolationssystemen mit einem hohen Kapazität-Ciso auf.

Der Polarisationseffekt (beschrieben im "Polarisationsindex") verursacht eine zu formende Kapazität (Cpi). Idealerweise würde diese Ladung sofort abgeleitet, wenn eine Spannung vom Material entfernt wird. In der Praxis ist dies nicht der Fall.

In Zusammenhang mit dem Polarisationsindex (PI) ist die dielektrische Entladung (DD) eine weitere Möglichkeit, um die Qualität und Eignung eines Isolationsmaterials zu prüfen. Ein Material, das sich schnell entlädt, weist einen niedrigen Wert auf, während ein Material, das zum Entladen lange braucht einen höheren Wert aufweist (beschrieben in der nachstehenden Tabelle, für weitere Informationen siehe Abschnitt 5.6).

DD-Wert	Geprüfter Materialstatus
> 4	Schlecht
2 – 4	Kritisch
< 2	Gut

5.2.4 Stoßspannungsprüfung

Einige Normen erlauben die Nutzung einer DC-Spannung als Alternative zur Stoßspannungsprüfung. Für diesen Zweck muss die Prüfspannung unter der Prüfung für eine spezielle Zeit in der Isolierung vorhanden sein. Das Isolationsmaterial besteht nur, wenn es keinen Störfall oder Überschlag gibt. Normen empfehlen, die Prüfung mit einer geringen Spannung zu beginnen und die finale Prüfspannung mit einem Anstieg zu erreichen, der den Ladestrom unter der Grenze der Stromschwelle hält. Die Prüfdauer dauert normalerweise 1 min.

Die Stoßspannungsprüfung oder die dielektrische Prüfung wird normalerweise angewendet für:

- Typenprüfungen (Akzeptanz), wenn ein neues Produkt für die Fertigung vorbereitet wird,
- Routineprüfungen (Produktion) zur Verifikation der Sicherheit bei jedem Produkt,
- Wartungs- und Kundendienstprüfungen für alle Geräte, bei denen das Isolationssystem einer Verschlechterung ausgesetzt werden kann.

Einige Beispiele für DC-Stoßspannungsprüfungswerte:

Standard (nur Musterwerte)	Spannung
EN/IEC 61010-1 CAT II 300 V (Stromnetze) Basisisolierung	2100 V
EN/IEC 61010-1 CAT II 300 V (Stromnetze) verstärkte Isolierung	4200 V
IEC 60439-1 (Abstand zwischen stromführenden Teilen...), Stoßimpulsspannung 4 kV, 500 m	4700 V
IEC 60598-1	2120 V

Feuchtigkeits- und Isolationswiderstandsmessungen

Bei der Prüfung außerhalb der Referenzumweltbedingungen kann die Qualität der Isolationswiderstandsmessungen durch Feuchtigkeit beeinträchtigt werden. Feuchtigkeit führt der Oberfläche des kompletten Messsystems (d.h. dem zu prüfenden Isolator, den Messleitungen, dem Messgerät usw.) Leckagenpfade zu. Der Einfluss der Feuchtigkeit reduziert die Genauigkeit, insbesondere bei der Prüfung sehr hoher Widerstände (d.h. Tera Ohm). Die schlechtesten Bedingungen entstehen in Umgebungen mit hoher Kondensation, die auch die Sicherheit reduzieren können. Im Falle von hoher Feuchtigkeit wird empfohlen, die Prüfbereiche vor und während der Messungen zu belüften. Im Falle kondensierter Feuchtigkeit muss das Messsystem trocknen und es kann einige Stunden oder sogar ein paar Tage dauern, bis es wieder hergestellt ist.

5.3 GUARD-Klemme (Prüfableitklemme)

Der Zweck der GUARD-Klemme ist die Abführung potenzieller Leckagenströme (z.B. Oberflächenströme), die kein Ergebnis des gemessenen Isolationsmaterials selbst sind, sondern ein Ergebnis der Oberflächenkontamination und Feuchtigkeit. Dieser Strom beeinträchtigt die Messung, d.h. das Isolationswiderstandsergebnis wird von diesem Strom beeinflusst. Die GUARD-Klemme ist intern an das gleiche Potenzial angeschlossen wie die negative Prüfklemme (die schwarze). Der GUARD-Messfühler muss an das Prüfobjekt angeschlossen werden, um den größten Teil des ungewollten Leckagenstroms zu erfassen, siehe die nachstehende Abbildung.

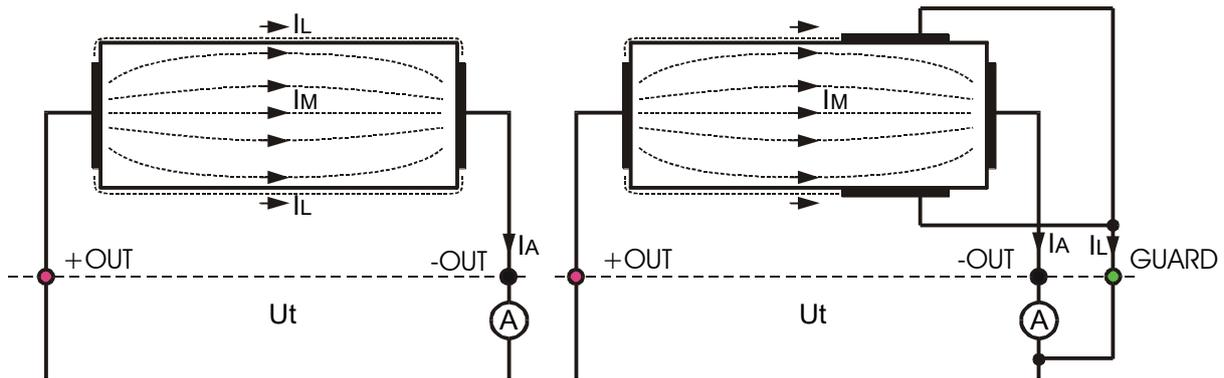


Abbildung 5.2: Anschluss der GUARD-Klemme an das Messobjekt

Dabei sind:

- Ut Prüfspannung
- IL Leckagenstrom (aufgrund von Oberflächenschmutz und Feuchtigkeit)
- IM..... Materialstrom (aufgrund der Materialbedingungen)
- IA A-Messgerätstrom

Ergebnis ohne Verwendung der GUARD-Klemme:

$$R_{ins} = \frac{U_t}{I_A} = \frac{U_t}{(I_M + I_L)} \text{ Falsches Ergebnis.}$$

Ergebnis mit Verwendung der GUARD-Klemme:

$$R_{ins} = \frac{U_t}{I_A} = \frac{U_t}{I_M} \text{ Richtiges Ergebnis.}$$

Es wird empfohlen, den GUARD-Anschluss zu verwenden, wenn ein hoher Isolationswiderstand (>10 GΩ) gemessen wird.

Hinweise:

- Die Prüfableitklemme wird durch den Innenwiderstand geschützt (400 kΩ).
- Das Gerät hat zwei Prüfableitklemmen für einen einfachen Anschluss der abgeschirmten Messleitungen.

5.4 Mittelungsoptionen

Filter und die zusätzliche Mittelung sind eingebaut, um den Einfluss von Geräuschen auf die Messergebnisse zu reduzieren. Diese Option ermöglicht stabilere Ergebnisse, insbesondere im Umgang mit hohen Isolationswiderständen.

Bei der Isolationsmessung wird der Status der Mittelungsoption im Messkontrollfenster des LCD-Bildschirms angezeigt. Die nachstehende Tabelle enthält eine Definition der einzelnen Filteroptionen:

Mittelungsoptionen	Einschwingzeit	Bedeutung
- - -	0 s	Mittelung ist aktiviert
5 Ergebnisse	5 s	Gleitender Durchschnitt von 5 Ergebnissen
10 Ergebnisse	10 s	Gleitender Durchschnitt von 10 Ergebnissen
30 Ergebnisse	30 s	Gleitender Durchschnitt von 30 Ergebnissen
60 Ergebnisse	60 s	Gleitender Durchschnitt von 60 Ergebnissen

5.4.1 Der Zweck der Mittelung

In einfachen Worten wird die Messung durch die Mittelung ausgeglichen.

Es gibt verschiedene Störquellen:

- ❑ AC-Ströme auf Höhe der Netzfrequenz und ihrer Oberwellen, Schalttransienten usw. sorgen für eine Instabilität der Ergebnisse. Diese Ströme werden meistens durch Isolationskapazitäten in der Nähe von spannungsführenden Systemen übersprochen,
- ❑ Sonstige Ströme werden im elektromagnetischen Umfeld der zu prüfenden Isolierung induziert oder gekoppelt.
- ❑ **Rippelstrom aus einer internen Hochspannungsquelle.**

$$i(t) = C \times \frac{dU(t)}{dt}$$

- ❑ Ladeffekte hochkapazitiver Lasten und / oder langer Kabel.

Spannungsänderungen sind relativ begrenzt bei einer hoch-ohmigen Isolierung, somit besteht der wichtigste Punkt darin, den gemessenen Strom zu filtern.

Hinweise:

- ❑ Jede der ausgewählten Mittelungsoptionen erhöht die Einschwingzeit.
- ❑ Es ist notwendig, bei der Verwendung der Mittelung sehr genau auf die Auswahl der Zeitintervalle zu achten.
- ❑ Die empfohlenen Mindestmesszeiten bei der Verwendung der Mittelung sowie die Einschwingzeiten der ausgewählten Mittelungsoption.

5.4.2 Beispiel für die Mittelung

Kapazitives Prüfobjekt 200 nF
Messung des Isolationswiderstands

Prüfparameter:

$U_n = 5,00 \text{ kV}$

Timer1 = 5:00 min

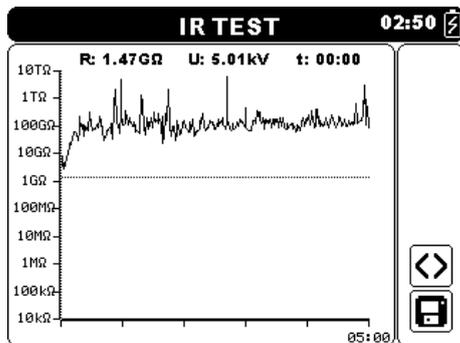


Abbildung 5.3: Isolationsmessung (AVG _ _)

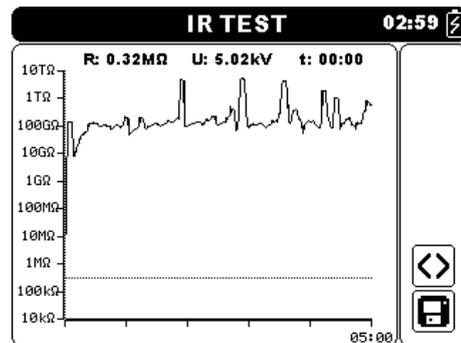


Abbildung 5.4: Isolationsmessung (AVG 5s)

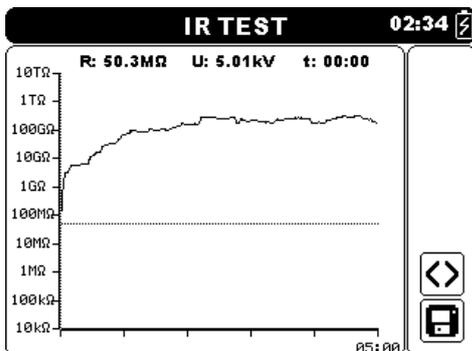


Abbildung 5.5: Isolationsmessung (AVG 30s)

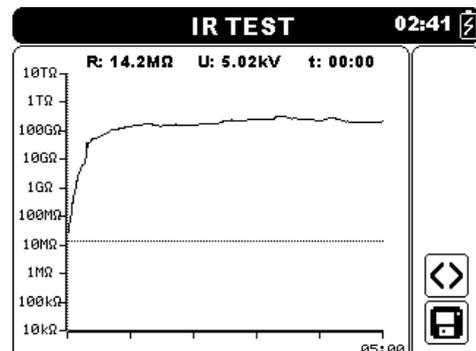


Abbildung 5.6: Isolationsmessung (AVG 60s)

5.5 Messmenü

Im Messmenü können fünf verschiedene Messungen und Prüfungen ausgewählt werden.

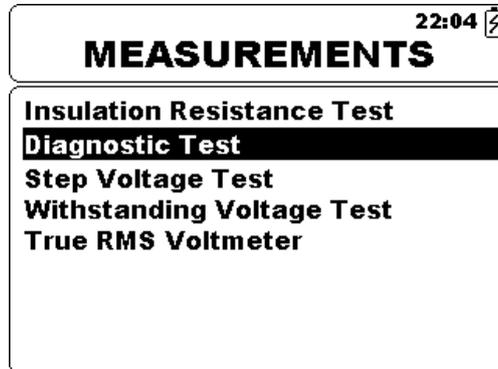


Abbildung 5.7: Messmenü

Tasten:

▲ ▼	Wählt Messung oder Prüfung aus.
SELECT (Auswählen)	Bietet Zugriff auf das ausgewählte Messfunktionsfenster.
ESC	Kehrt zum <i>Hauptmenü</i> zurück.

5.6 Messung des Isolationswiderstands

Die Prüfung kann vom Fenster Isolationswiderstandsmessung aus gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung können die Parameter Ausgangsspannung, Timer, Höchstgrenze und zusätzliche Mittelung bearbeitet werden.

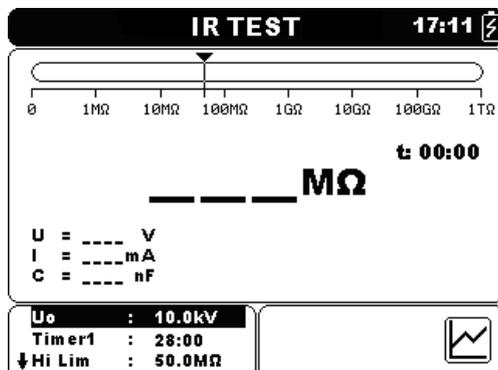


Abbildung 5.8: Menü zur Isolationswiderstandsmessung

Prüfparameter für die Messung des Isolationswiderstands

Un	Prüfspannung festlegen – Schritt 50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV).
Timer1	Dauer der Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
Hi Lim	Grenzwertauswahl (AUS, 0,50 MΩ – 1,0 TΩ).
AVG	Zusätzliche Mittelung des Ergebniswerts (AUS, 5, 10, 30, 60).

Tasten:

▲ ▼	Wählt das zu ändernde Feld aus.
◀ ▶	Verändert das gewählte Feld.
SELECT (Auswählen)	Schaltet zwischen der Diagrammansicht und der Ergebnisansicht hin und her. (Die graphische Darstellung muss im Einstellungs Menü aktiviert sein).
MEM	Bietet Zugang zum Menü Benutzerdefinierte Prüfung Speichern. Speichert Ergebnisse (sofern vorhanden).
START/ STOPP	Startet oder stoppt die Isolationswiderstandsmessung.
ESC	Verlässt das Messmenü.

Tasten im Diagrammbildschirm - Messung abgeschlossen:

◀ ▶	Den Cursor die angezeigten Diagramm Daten entlang scrollen.
▲ ▼	Cursor ein / aus

Verfahren für die Isolationsmessung:

- ❑ Die Funktion **Isolationswiderstandsmessung** auswählen.
- ❑ Die Prüfungsparameter festlegen (Spannung, Timer, Obergrenze, Mittelung).
- ❑ Die Prüfungsleitungen an das Gerät und das Prüfungsobjekt anschließen.
- ❑ Drücken Sie die Taste **START/STOPP**, um die Messung zu starten.
- ❑ Die Taste SELECT drücken, um zwischen der Kurven- und Ergebnisansicht hin- und her zu schalten (optional).
- ❑ Warten, bis sich das Prüfungsergebnis stabilisiert hat, dann erneut die Taste **START/STOPP** drücken um die Messung zu stoppen oder warten, bis der Timer abgelaufen ist.
- ❑ Warten, dass das zu prüfende Objekt entlädt.
- ❑ Das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional) speichern.

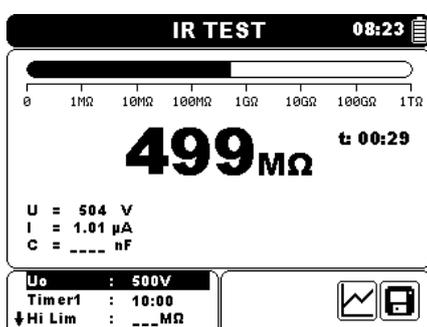


Abbildung 5.9: Beispiel für das Ergebnis einer Isolationswiderstandsmessung

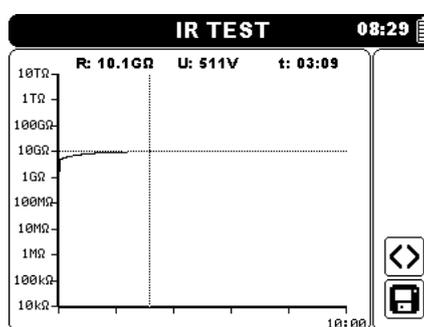


Abbildung 5.10: Beispiel für die Diagrammansicht einer Isolationswiderstandsmessung

Warnhinweise:

- ❑ **Für Sicherheitsmaßnahmen siehe das Kapitel Warnungen!**
- ❑ **Berühren Sie das Prüfobjekt während der Messung nicht oder bevor es vollständig entladen ist! Gefahr eines elektrischen Schlags!**

Hinweise:

- ❑ Beim Starten der Messung die angezeigten Warnungen berücksichtigen!
- ❑ Ein Hochspannungswarnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor einer möglicherweise gefährlichen Prüfspannung zu warnen.
- ❑ Der Wert der Kapazität wird während der finalen Entladung des Prüfobjekts gemessen.

5.6.1 Grenze festlegen

Mit der Höchstgrenze kann der Benutzer den Widerstandsgrenzwert festlegen. Der gemessene Widerstand wird mit der Grenze verglichen. Das Ergebnis wird nur validiert, wenn es innerhalb der vorgegebenen Grenze liegt. Die Grenzwertanzeige wird durch das Balkendiagramm angezeigt Diagramm-Marker (siehe Abbildung 5.10).

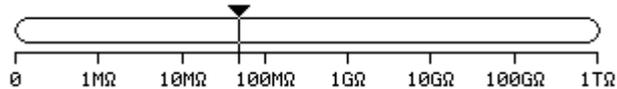


Abbildung 5.11:Grenzmarker

Nachrichtenfenster:



Messergebnis liegt innerhalb der festgelegten Grenze.



Messergebnis liegt außerhalb der festgelegten Grenze.

Hinweis:

- Die Bestanden/Fehlgeschlagen-Anzeige erscheint nur, wenn die Grenze festgelegt wurde und wenn kein Durchschlag, Überspannung oder Geräusch während der Messung erkannt wird.

5.7 Diagnoseprüfung

Die Diagnoseprüfung ist eine Langzeitprüfung zur Bewertung der Qualität des geprüften Isolationsmaterials. Die Ergebnisse dieser Prüfung ermöglichen die Entscheidung zum präventiven Austausch des Isolationsmaterials. Die Prüfung kann vom Diagnoseprüfungsfenster aus gestartet werden. Vor der Durchführung einer Prüfung, können die Parameter bearbeitet werden.

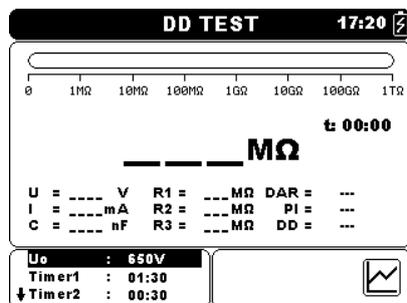


Abbildung 5.12: Menü für die Diagnoseprüfung

Prüfparameter für die Diagnoseprüfung

Un	Prüfspannung festlegen – Schritt 50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV).
Timer1	Verzögerung beim Start der DAR-Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
Timer2	Verzögerung beim Start der PI-Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
Timer3	Dauer der Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
DD	Aktiviert oder deaktiviert die dielektrische Entladungsprüfung.
AVG	Zusätzliche Mittelung des Ergebniswerts (AUS, 5, 10, 30, 60).

Tasten:

▲ ▼	Wählt das zu ändernde Feld aus.
◀ ▶	Verändert das gewählte Feld.
SELECT (Auswählen)	Schaltet zwischen der Diagrammansicht und der Ergebnisansicht hin und her. (Die graphische Darstellung muss im Einstellungsmenü aktiviert sein).
MEM	Bietet Zugang zum Menü Benutzerdefinierte Prüfung Speichern. Speichert Ergebnisse (sofern vorhanden).
START/ STOPP	Startet oder stoppt die Diagnoseprüfung.
ESC	Verlässt das Messmenü.

Tasten im Diagrammbildschirm - Messung abgeschlossen:

◀ ▶	Den Cursor die angezeigten Diagrammdaten entlang scrollen.
▲ ▼	Cursor ein / aus

Verfahren zur Diagnoseprüfung:

- ❑ Die Funktion **Diagnoseprüfung** auswählen.
- ❑ Die Prüfungsparameter festlegen (Spannung, Timer1 ...).
- ❑ Die Prüfungsleitungen an das Gerät und das Prüfungsobjekt anschließen.
- ❑ Drücken Sie die Taste **START/STOPP**, um die Messung zu starten.
- ❑ Die Taste **SELECT** drücken, um zwischen der Kurven- und Ergebnisansicht hin- und her zu schalten (optional).
- ❑ Warten, dass die eingestellten Timer ablaufen.
- ❑ Warten, dass das zu prüfende Objekt entlädt.
- ❑ Das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional) speichern.

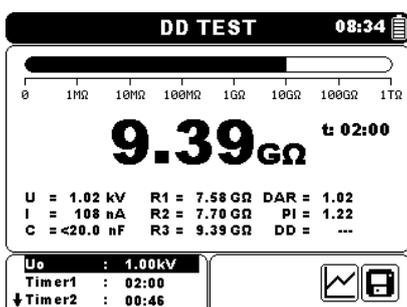


Abbildung 5.13: Beispiel eines diagnostischen Prüfungsergebnisses

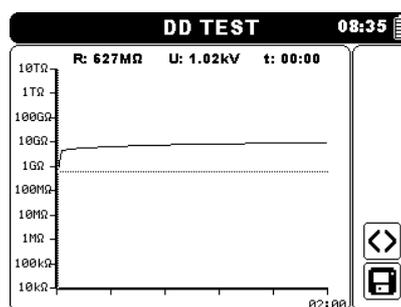
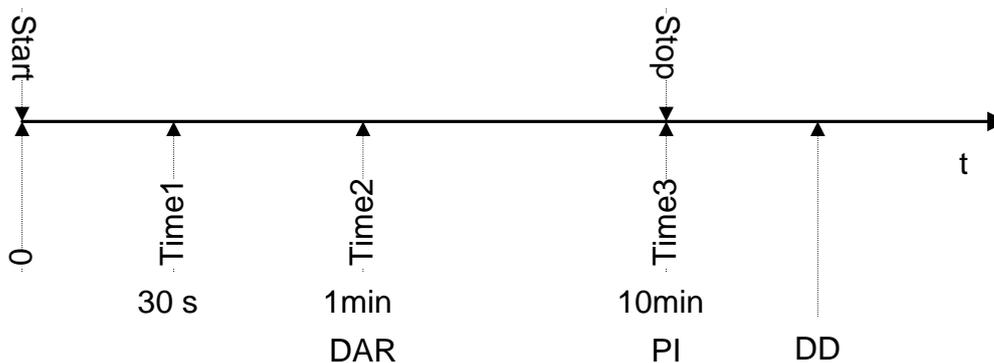


Abbildung 5.14: Beispiel einer Diagrammansicht für die Diagnoseprüfung

Timer1, Timer2 und Timer3 sind Timer mit dem gleichen Ausgangspunkt. Der Wert jedes einzelnen stellt die Dauer ab dem Start der Messung dar. Die Höchstdauer ist auf 99 min begrenzt. Die folgende Abbildung zeigt die Timer-Beziehungen an.



Time1 ≤ Time2

Time2 ≤ Time3

Abbildung 5.15 Timer-Beziehungen

5.7.1 Dielektrisches Absorptionsverhältnis (DAR)

DAR ist das Verhältnis der Isolationswiderstandswerte, die nach 30 Sekunden und nach 1 Minute gemessen werden. Die DC-Prüfspannung ist während der gesamten Messdauer vorhanden (eine Isolationswiderstandsmessung wird ebenfalls kontinuierlich ausgeführt). Am Ende wird das DAR-Verhältnis angezeigt:

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

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

DAR-Wert	Geprüfter Materialstatus
< 1	Schlechte Isolierung
$1 \leq DAR \leq 1,25$	Akzeptable Isolierung
> 1,4	Sehr gute Isolierung

Hinweis:

- Bei der Bestimmung des Riso (30 s) ganz besonders auf die Kapazität der Prüfobjekte achten. Es muss im ersten Zeitabschnitt (30 s) aufgeladen werden. Ungefähre maximale Kapazität mit:

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

Dabei sind:

t..... Periode der ersten Zeiteinheit (z.B. 30 s).

U Prüfspannung.

5.7.2 Polarisationsindex (PI)

PI ist das Verhältnis der Isolationswiderstandswerte, die nach einer Minute und nach 10 Minuten gemessen werden. Die DC-Prüfspannung ist während der gesamten Messdauer vorhanden (eine Isolationswiderstandsmessung wird ebenfalls ausgeführt). Mit Abschluss der Prüfung wird das PI-Verhältnis angezeigt:

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

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

PI-Wert	Geprüfter Materialstatus
1 – 1,5	Nicht akzeptabel (ältere Typen)
2 – 4	Als gute Isolierung erachtet (ältere Typen)
4	Moderner Typ guter Isolationssysteme

Hinweis:

- Bei der Bestimmung des Riso (1 min) ganz besonders auf die Kapazität der Prüfobjekte achten. Es muss im ersten Zeitabschnitt (1 min) aufgeladen werden. Ungefähre maximale Kapazität mit:

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

Dabei sind:

t Periode der ersten Zeiteinheit (z.B. 1 min).

U Prüfspannung.

Die Analyse der Änderung im gemessenen Isolationswiderstand im Laufe der Zeit sowie die Berechnung des DAR und PI sind sehr sinnvolle Wartungsprüfungen eines Isolationsmaterials.

5.7.3 Dielektrische Entladungsprüfung (DD)

DD ist die diagnostische Isolationsprüfung, die nach Abschluss der Isolationswiderstandsmessung durchgeführt wird. Üblicherweise bleibt das Isolationsmaterial 1 ÷ 30 min an der Prüfspannung angeschlossen und wird dann entladen, bevor die DD-Prüfung durchgeführt wird. Nach einer Minute wird ein Entladestrom gemessen, um die Laderesorption des Isolationsmaterials zu erkennen. Ein hoher Resorptionsstrom weist auf eine kontaminierte Isolation hin (hauptsächlich aufgrund von Feuchtigkeit):

$$DD = \frac{I_{dis1 \text{ min}} [nA]}{U [V] \times C [\mu F]}$$

Dabei sind:

$I_{dis1 \text{ min}}$ Entladestrom, der 1 min nach der regulären Entladung gemessen wird.

C Kapazität des Prüfobjekts.

U Prüfspannung.

Ein hoher Resorptionsstrom zeigt, dass die Isolierung kontaminiert wurde, normalerweise durch Feuchtigkeit. Typische Werte der dielektrischen Entladung werden in der Tabelle dargestellt.

DD-Wert	Geprüfter Materialstatus
> 4	Schlecht
2 – 4	Kritisch
< 2	Gut

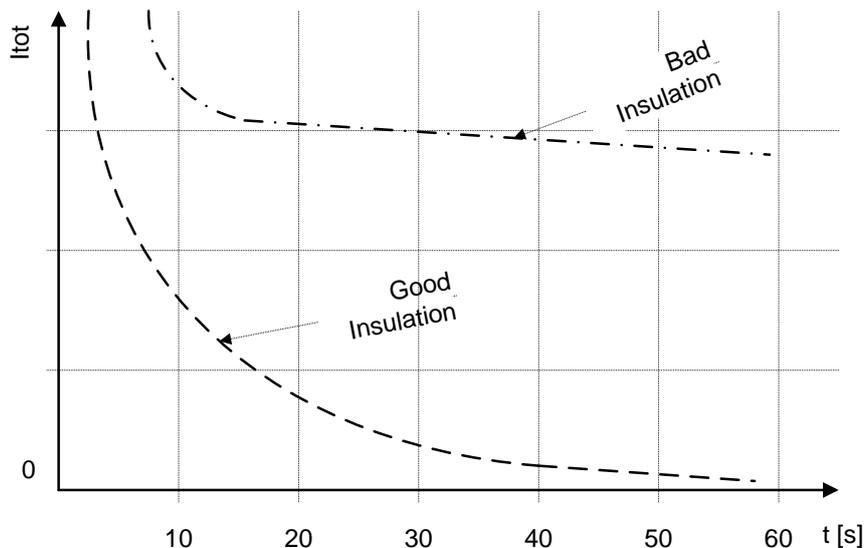


Abbildung 5.16: Das Strom-/Zeitdiagramm einer guten und schlechten Isolierung, geprüft mit dem dielektrischen Entladeverfahren

Die dielektrische Entladungsprüfung ist sehr sinnvoll für die Prüfung einer Mehrschichtisolation. Diese Prüfung kann übermäßige Entladeströme identifizieren, die auftreten, wenn eine Schicht einer Mehrschichtisolation beschädigt oder kontaminiert ist. Dieser Zustand wird weder von einer Stichprobe noch von der Polarisierungsindexprüfung erkannt. Der Entladestrom ist bei einer bekannten Spannung und Kapazität höher, wenn eine interne Schicht beschädigt ist. Die Zeitkonstante dieser einzelnen Schicht unterscheidet sich von anderen Schichten, wodurch ein Strom erzeugt wird, der höher ist als der einer Schallisolation.

Warnhinweise:

- ❑ **Für Sicherheitsmaßnahmen siehe das Kapitel Warnungen!**
- ❑ **Berühren Sie das Prüfobjekt während der Messung nicht oder bevor es vollständig entladen ist! Gefahr eines elektrischen Schlags!**

Hinweise:

- ❑ Beim Starten der Messung die angezeigten Warnungen berücksichtigen!
- ❑ Ein Hochspannungswarnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor einer möglicherweise gefährlichen Prüfspannung zu warnen.
- ❑ Der Wert der Kapazität wird während der finalen Entladung des Prüfobjekts gemessen.
- ❑ Falls aktiviert, misst das Gerät die dielektrische Entladung, wenn die Kapazität innerhalb des Bereichs von 20 nF bis 50 μ F liegt.
- ❑ Die Zeitdauer der Kurve $R(t)$ entspricht dem Wert von Timer3.
- ❑ Der Timer-Wert könnte sehr lang sein (bis zu 99 Minuten), somit wird der spezielle Automatikdezimierungsalgorithmus verwendet, um die Kurve $R(t)$ auf den LCD zu schreiben.
- ❑ Wenn die zusätzliche Mittelung des Ergebniswerts eingeschaltet ist, werden PI und DAR nicht berechnet (---).

5.8 Stufenspannungsprüfung

Bei dieser Prüfung wird die Isolierung in fünf gleich langen Zeiträumen mit Prüfspannungen von einem Fünftel der finalen Prüfspannung bis zur Vollaussteuerung gemessen (Abbildung 5.17). Diese Funktion stellt die Beziehung zwischen dem Materialisoliationswiderstand und seiner angelegten Spannung dar.

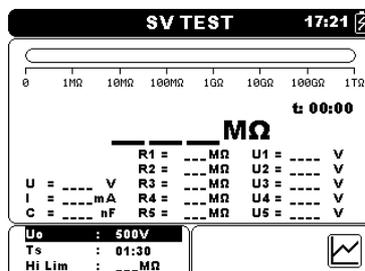


Abbildung 5.17: Menü für die Stufenspannungsprüfung

Prüfparameter für die Stufenspannungsprüfung

Un	Prüfspannung festlegen – Schritt 50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV).
Timer1	Dauer der Messung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
AVG	Zusätzliche Mittelung des Ergebniswerts (AUS, 5, 10, 30, 60).

Tasten:

▲ ▼	Wählt das zu ändernde Feld aus.
◀ ▶	Verändert das gewählte Feld.
SELECT (Auswählen)	Schaltet zwischen der Diagrammansicht und der Ergebnisansicht hin und her. (Die graphische Darstellung muss im Einstellungs Menü aktiviert sein).
MEM	Bietet Zugang zum Menü Benutzerdefinierte Prüfung Speichern. Speichert Ergebnisse (sofern vorhanden).
START/STOPP	Startet oder stoppt die Stufenspannungsprüfung.
ESC	Verlässt das Messmenü.

Tasten im Diagrammbildschirm - Messung abgeschlossen:

◀ ▶	Den Cursor die angezeigten Diagramm Daten entlang scrollen.
▲ ▼	Cursor ein / aus.

Stufenspannungsprüfverfahren:

- Die Funktion **Stufenspannungsprüfung** auswählen.
- Die Prüfungsparameter festlegen (Spannung, Timer ...).
- Die Prüfungsleitungen an das Gerät und das Prüfungsobjekt anschließen.
- Drücken Sie die Taste **START/STOPP**, um die Messung zu starten.
- Die Taste **SELECT** drücken, um zwischen der Kurven- und Ergebnisansicht hin- und her zu schalten (optional).
- Warten, dass die eingestellten Timer ablaufen.
- Warten, dass das zu prüfende Objekt entlädt.
- Das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional) speichern.

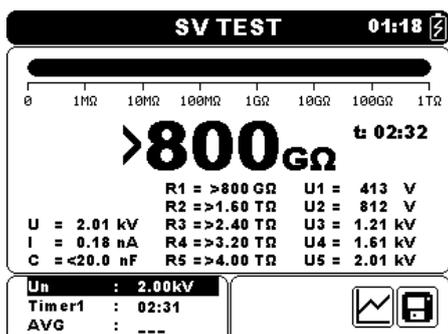


Abbildung 5.18: Beispiel eines Stufenspannungsprüfungsergebnisses

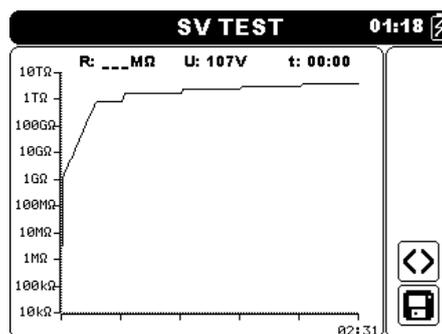


Abbildung 5.19: Beispiel einer Diagrammansicht für die Stufenspannungsprüfung

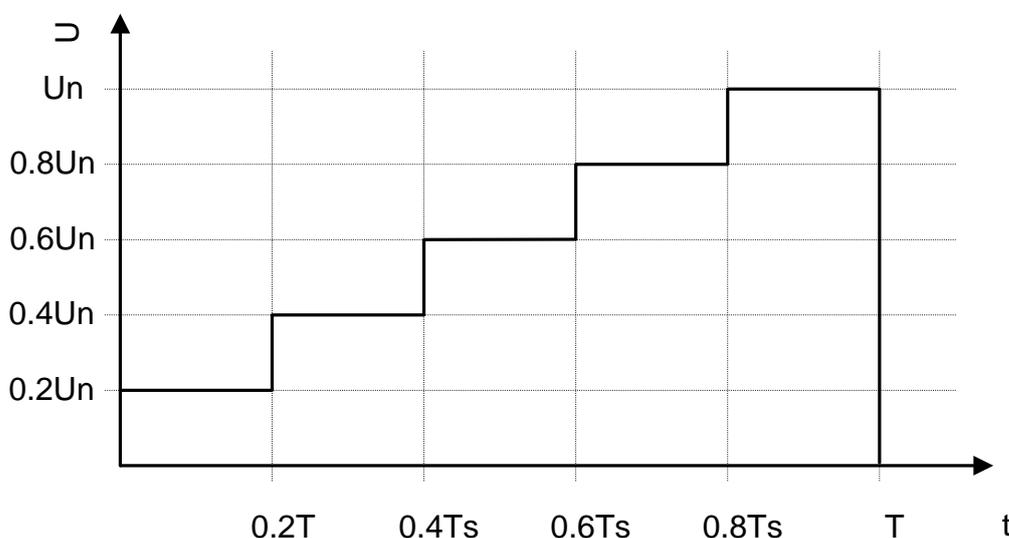


Abbildung 5.20 Herauftransformierende Spannungsprüfung

Warnhinweise:

- ❑ Für Sicherheitsmaßnahmen siehe das Kapitel Warnungen!
- ❑ Berühren Sie das Prüfobjekt während der Messung nicht oder bevor es vollständig entladen ist! Gefahr eines elektrischen Schlags!

Hinweise:

- ❑ Beim Starten der Messung die angezeigten Warnungen berücksichtigen!
- ❑ Ein Hochspannungswarnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor einer möglicherweise gefährlichen Prüfspannung zu warnen.
- ❑ Der Wert der Kapazität wird während der finalen Entladung des Prüfobjekts gemessen.
- ❑ Die Timer-Information zeigt nach Abschluss der Messung den vollständigen Messzeitraum.

5.9 Stoßspannungsprüfung

Diese Funktion bietet eine Stoßspannungsprüfung des Isolationsmaterials. Sie deckt zwei Arten von Prüfungen ab:

- Durchschlagsspannungsprüfung eines Hochspannungsgeräts, z.B. Überspannungssuppressoren.
- DC-Widerstandsspannungsprüfung zu Zwecken der Isolationskoordination.

Beide Funktionen erfordern die Erkennung des Durchschlagstroms. In der Funktion wird die Prüfspannung über eine im Vorfeld festgelegte Zeit (durch die Parameter festgelegt) von der Startspannung auf die Stoppspannung erhöht. Die Stoppspannung wird dann für eine im Vorfeld festgelegte Prüfzeit beibehalten.

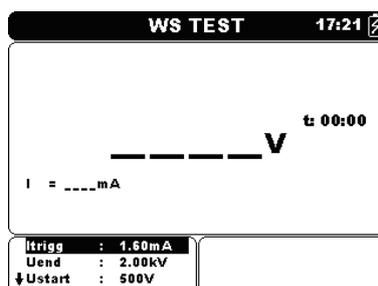


Abbildung 5.21: Menü für die Stoßspannungsprüfung

Prüfparameter für die Stoßspannungsprüfung

Itrigg	Auslöseleckagenstromschritt festlegen – 100 μ A (max 1,00 mA).
Ustart	Prüfspannung stoppen – Schritt 50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV).
Uend	Prüfspannung starten – Schritt 50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV).
Tramp	Dauer der Testrampenspannung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
Tstart	Dauer der Startprüfspannung (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).
Tend	Dauer der konstanten Prüfspannung nach dem Erreichen des Stoppwerts (mm:ss) – Schritt 1 s (max. Zeit 99 min).

Tasten:

▲ ▼	Wählt das zu ändernde Feld aus.
◀ ▶	Verändert das gewählte Feld.
MEM	Bietet Zugang zum Menü Benutzerdefinierte Prüfung Speichern. Speichert Ergebnisse (sofern vorhanden).
START/STOPP	Start oder Stopp der Stoßspannungsprüfung.
ESC	Verlässt das Messmenü.

Prüfungsverfahren zur Stoßspannung:

- Die Funktion **Stoßspannungsprüfung** auswählen.
- Die Prüfungsparameter festlegen (Spannung, Timer ...).
- Die Prüfungsleitungen an das Gerät und das Prüfungsobjekt anschließen.
- Drücken Sie die Taste **START/STOPP**, um die Messung zu starten.

- ❑ Warten, bis der eingestellte Timer abläuft oder ein Störfall auftritt, (das Ergebnis wird angezeigt).
- ❑ Warten, dass das zu prüfende Objekt entlädt.
- ❑ Das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional) speichern.

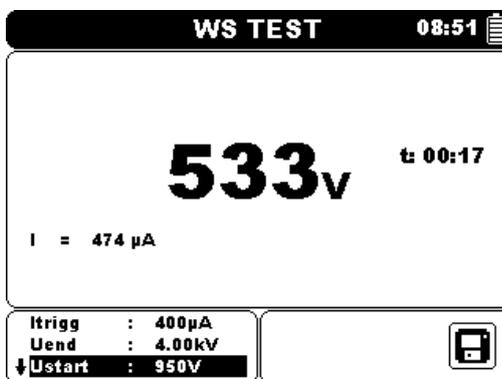


Abbildung 5.22: Beispiel eines Stoßspannungsprüfungsergebnisses

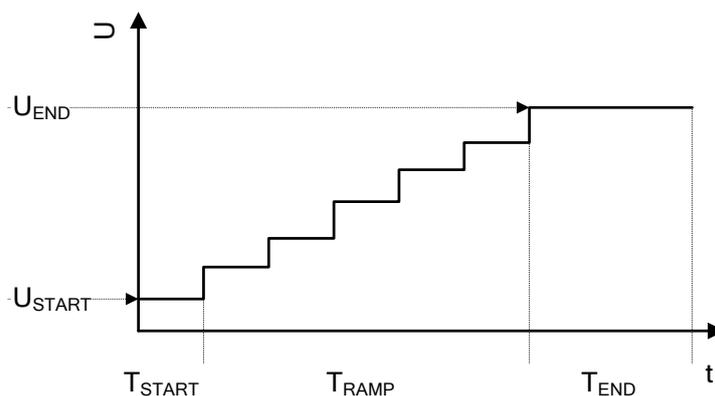


Abbildung 5.23 Prüfungsspannungsdarstellung ohne Durchschlag

- U_{START}..... Prüfspannung starten.
- U_{END}..... Prüfspannung beenden.
- T_{RAMP} Dauer der Testrampe.
- T_{START} Dauer der Startprüfspannung.
- T_{END} Dauer der Prüfspannung nach dem Erreichen des U_{END} Werts.

Hinweise:

- ❑ Ein Ausfall wird erkannt, wenn der gemessene Strom das festgelegte Niveau I_{trigg} erreicht oder überschreitet.
- ❑ Ein Hochspannungswarnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor einer möglicherweise gefährlichen Prüfspannung zu warnen.

5.10 True RMS Voltmeter

Es handelt sich um eine einfache Funktion, die die Spannung und Frequenz an den -Rx und -Rx Anschlüssen dauerhaft misst. Die gemessene Spannung und die Frequenz in der Funktion True RMS Voltmeter kann gespeichert werden. Diese Funktion ist für eine schnelle Überprüfung einer möglichen Spannung auf dem zu prüfenden Objekt.

Prüfkreis für die Spannungsmessung

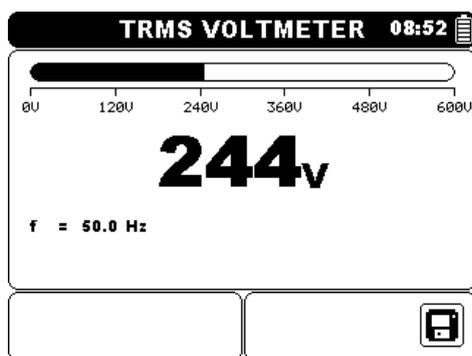


Abbildung 5.24: True RMS Voltmeteranzeige

Messverfahren:

- ❑ Die Funktion **True RMS Voltmeter** auswählen.
- ❑ Schließen Sie die Prüflleitungen am Messgerät an..
- ❑ Schließen Sie die Prüflleitungen mit den Prüfspitzen oder Krokodilklemmen an den Messpunkten an.
- ❑ Das Ergebnis durch Drücken der Taste **MEM** (optional) speichern.

Warnhinweise:

- ❑ Für Sicherheitsmaßnahmen siehe das Kapitel Warnungen!
- ❑ Die max. Anschlussdauer an einem Objekt mit einer externen Spannung bis 600 V beträgt 5 min (mögliche Überhitzung des Instruments selbst in AUS Position).

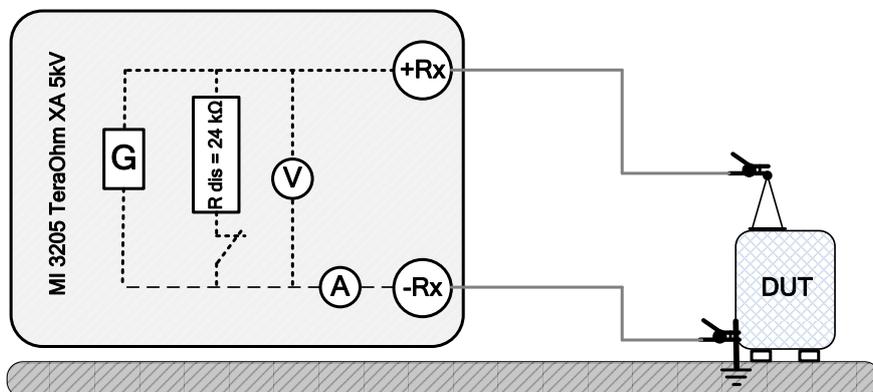


Abbildung 5.25: Beispiel True RMS Voltmeter

6 Kommunikation

Das Gerät kann mit der HVLink PRO PC Software kommunizieren. Die folgende Aktion wird unterstützt:

- Gespeicherte Ergebnisse können heruntergeladen und auf einem PC gespeichert werden.

Ein spezielles Kommunikationsprogramm auf dem PC erkennt das Gerät automatisch und ermöglicht die Datenübertragung zwischen Gerät und PC.

Auf dem Gerät stehen zwei Kommunikationsschnittstellen zur Verfügung: USB oder RS 232.

Übertragung gespeicherter Daten:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">❑ Kommunikation über RS 232: Verbinden Sie einen COM-Port des PC über das serielle Kommunikationskabel RS232 mit dem RS 232-Anschluss des Geräts.❑ Kommunikation über USB: Verbinden Sie einen USB-Anschluss des PC über das USB-Schnittstellenkabel mit dem USB-Anschluss des Geräts.❑ Schalten Sie den PC und das Gerät ein.❑ Den gewünschten Kommunikationsanschluss RS 232 oder USB festlegen.❑ Die HVLink Pro PC Software ausführen.❑ Das Gerät ist bereit, die Daten auf den PC herunterzuladen. |
|---|

Hinweis:

- ❑ Vor Verwendung der USB-Schnittstelle sollten die USB-Treiber auf dem PC installiert sein. Anleitungen zur USB-Installation finden Sie auf der Installations-CD.

7 Wartung

Unbefugten Personen ist es nicht gestattet, das TeraOhm XA 10kV Gerät zu öffnen. Außer den Akkus gibt es im Inneren des Geräts keine vom Benutzer zu ersetzenden Bauteile.

7.1 Einsetzen und Austausch der Akkus

Der Akku wird im Akku Fach des Gerätegehäuses unter der Akkuabdeckung gelagert (siehe Abbildung 7.1). Im Falle eines defekten Akkus bitte folgendes beachten:

Schritt 1

Den Strom abschalten, das Messzubehör sowie das am Gerät angeschlossene Netzkabel vor dem Öffnen der Akkuabdeckung trennen, um einen Stromschlag zu vermeiden.

Schritt 2

Akkuabdeckung entfernen (siehe Abbildung 7.1) !



Abbildung 7.1: Schrauben für Akkuabdeckung

Schritt 3

Mit einem Akku des gleichen Typs austauschen.

Schritt 4

Den Akku korrekt einsetzen und die Polarität prüfen (siehe Abbildung 7.2) !



Abbildung 7.2: Korrektur eingesetztter Akku

Schritt 5

Die Akkuabdeckung wieder befestigen.

Sicherstellen, dass alle Akkus gemäß den Herstellerrichtlinien und in Übereinstimmung mit den Richtlinien lokaler und nationaler Behörden verwendet und entsorgt werden.

Hinweis:

- Der Bediener muss das Gerät nach der vollständigen Ladezeit nicht vom Netzanschluss trennen. Das Gerät kann dauerhaft angeschlossen werden.

Warnhinweise:

-  **Das Messzubehör und den Netzanschluss trennen und das Gerät vor dem Öffnen der Akkuabdeckung ausschalten!**
- **Nur einen wieder aufladbaren LC-R123R4PG Akku verwenden!**

7.2 Reinigung

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

Warnhinweise:

- Verwenden Sie keine Flüssigkeiten auf der Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen!
- Schütten Sie keine Reinigungsflüssigkeit über das Gerät!

7.3 Regelmäßige Kalibrierung

Es ist sehr wichtig, dass das Prüfgerät regelmäßig kalibriert wird, damit die in dieser Anleitung aufgeführten technischen Daten gewährleistet werden. Wir empfehlen eine jährliche Kalibrierung. Die Kalibrierung darf nur von autorisiertem Fachpersonal durchgeführt werden. Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte Ihren Händler.

7.4 Kundendienst

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

8 Technische Daten

Nennprüfungsbereich50 V - 10 kV
 Spannungsschritt50 V (50 V – 1 kV) und 100 V (1 kV – 10 kV)
 Genauigkeit der Ausgangsspannung-0%, +10% ± 10 V

Strombelastbarkeit des Prüfgenerators.....> 1 mA
 Kurzschluss- / Laststrom.....5 mA ± 10 %
 Laderate für eine kapazitive Last < 3 s / µF bei 10 kV

Automatische Entladungja
 Entladerate für eine kapazitive Last < 0,25 s / µF bei 10 kV
 Entladungswiderstand.....41 kΩ ± 10 %

Balkendiagrammbereich0 ÷ 1 TΩ (logarithmische Skala)
 Schutzwiderstand.....400 kΩ ± 5 %
 AC-Eingangsstrom Geräuschunterdrückung.. 1 mA @ 600 V (4 mA max)
 Zusätzliche FilteroptionenAus, 5s, 10s, 30s, 60s (Gleitender Durchschnitt)

Widerstand

Messbereich (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
0,01 ÷ 9,99 M	10 k	±(5 % des Ablesewerts + 3 Stellen)
10,0 ÷ 99,9 M	100 k	
100 ÷ 999 M	1 M	
1,00 ÷ 9,99 G	10 M	
10,0 ÷ 99,9 G	100 M	
100 ÷ 999 G	1 G	
1,0 ÷ 9,9 T	100 G	±(15 % des Ablesewerts + 1 Stellen)
10 ÷ 20 T	1 T	

Tabelle 8.1: Widerstandsmessbereiche und Genauigkeit (10 kV)

Hinweise:

- Der Skalenendwert des Widerstands (R_{FS}) hängt von der Nennprüfungsspannung (U_N) ab und wird gemäß der folgenden Gleichung definiert:

$$R_{FS} = 2 * 10^9 [\Omega / V] * U_N [V]$$

- Die Genauigkeit gegenüber dem Messbereichswiderstand wird in der nachstehenden Tabelle definiert:

Messbereich (Ω)	Genauigkeit
$R < \frac{R_{FS}}{20}$	±(5 % des Ablesewerts + 3 Stellen)
$\frac{R_{FS}}{20} \geq R \geq R_{FS}$	±(15 % des Ablesewerts + 1 Stellen)

Strom

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
1,00 ÷ 5,00 m	10 μ	$\pm(5\%$ des Ablesewerts + 3 Stellen)
100 ÷ 999 μ	1 μ	
10,0 ÷ 99,9 μ	100 n	
1,00 ÷ 9,99 μ	10 n	
100 ÷ 999 n	1 n	
10,0 ÷ 99,9 n	100 p	$\pm(10\%$ des Ablesewerts + 0,15 nA)
0,00 ÷ 9,99 n	10 p	

Tabelle 8.2: Aktuelle Messbereiche und Genauigkeit

Spannung

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0 ÷ 999	1	$\pm(5\%$ des Ablesewerts + 3 Stellen)
1,00 ÷ 9,99 k	10	
10,0 ÷ 14,0 k	100	

Tabelle 8.3: Spannungsmessbereiche und Genauigkeit

Kapazität

Messbereich (F)	Auflösung (F)	Genauigkeit
20 ÷ 999 n	1 n	$\pm(5\%$ des Ablesewerts + 3 Stellen)
1,00 ÷ 9,99 μ	10 n	
10,0 ÷ 50,0 μ	100 n	

Tabelle 8.4: Kapazitätsmessbereiche und Genauigkeit

Nennspannungsbereich 500 V ÷ 10 kV

Dielektrisches Absorptionsverhältnis DAR

Display-Bereich DAR	Auflösung	Genauigkeit
0,01 ÷ 9,99	0,01	$\pm(5\%$ des Ablesewerts + 3 Stellen)
10,0 ÷ 100,0	0,1	

Tabelle 8.5: DAR-Displaybereiche und Genauigkeit

Polarisationsindex PI

Display-Bereich PI	Auflösung	Genauigkeit
0,01 ÷ 9,99	0,01	$\pm(5\%$ des Ablesewerts + 2 Stellen)
10,0 ÷ 100,0	0,1	

Tabelle 8.6: PI-Displaybereiche und Genauigkeit

Dielektrische Entladungsprüfung DD

Anzeigebereich DD	Auflösung	Genauigkeit
0,01 ÷ 9,99	0,01	±(5 % des Ablesewerts + 2 Stellen)
10,0 ÷ 100,0	0,1	

Tabelle 8.7: DD-Displaybereiche und Genauigkeit

Hinweise:

- Alle Daten im Hinblick auf die Genauigkeit sind für die nominale Referenzmessung von Umweltbedingungen gegeben.
- Der Fehler unter Betriebsbedingungen darf maximal der Fehler unter Referenzbedingungen (in der Anleitung für jede Funktion angegeben) 5% des Messwerts + 3 Stellen sein, sofern in der Anleitung für spezielle Funktionen nichts anderes angegeben ist.
- Kapazitätsbereich für DD-Prüfung: 20 nF bis 50 µF.

8.1 True RMS Voltmeter

Spannung

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
5,0 ÷ 49,9	0,1	±(2 % des Ablesewerts + 2 Stellen)
50 ÷ 550	1	

Ergebnisart..... Effektivwert (trms)
 Nennfrequenzbereich..... DC, 45 Hz ÷ 65 Hz
 Eingangswiderstand..... 40 kΩ ± 10 %

Frequenz

Messbereich (Hz)	Auflösung (Hz)	Genauigkeit
10 ÷ 500	0,1	±(0,2 % des Ablesewerts + 1 Stelle)

Nennspannungsbereich 5 V ÷ 550 V

8.2 Allgemeine Daten

Akkubetrieb	12 V DC (3,4 Ah Blei – Säure)
Akkuladezeit.....	normalerweise 4 h (Tiefentladung)
Akkubetriebszeit:	
Ruhezustand.....	> 24 h
Messungen	> 3 h kontinuierliche Prüfung 100 MΩ Last @ 10 kV
.....	> 5 h kontinuierliche Prüfung 100 MΩ Last @ 5 kV
Auto-Abschalttimer.....	15 min (Ruhezustand)
Stromnetz.....	90-260 V _{AC} , 45-65 Hz, 100 VA (300 V CAT II)
Schutzklasse	verstärkte Isolierung 
Überspannungskategorie	600 V CAT IV
Verschmutzungsgrad	2
Schutzklasse	IP 65 (Gehäuse geschlossen)
Abmessungen (b × h × t).....	36 x 16 x 33 cm
Gewicht.....	6,5 kg (mit Akku und Zubehör)
Ton- und optisches Warnsignal.....	Ja
Display	320 x 240 Punktmatrix-Display mit Hintergrundbeleuchtung
Referenzbedingungen:	
Referenztemperaturbereich	25 °C ± 5 °C
Referenzfeuchtigkeitsbereich	40 % rF ÷ 60 % rF
Betriebsbedingungen:	
Arbeitstemperaturbereich.....	-10 °C ÷ 50 °C
Maximale relative Feuchtigkeit.....	90 % rF (0 °C ÷ 40 °C), ohne Kondensatbildung
Arbeitsnennhöhe	bis zu 2000 m
Lagerbedingungen:	
Temperaturbereich.....	-10 °C ÷ +70 °C
Maximale relative Feuchtigkeit.....	90 % rF (-10 °C ÷ +40 °C) 80 % rF (40 °C ÷ 60 °C)
RS 232 Serienkommunikation.....	galvanisch getrennt
Baud-Rate:.....	9600 Baud-Rate, 1 Stoppbit, keine Parität
Anschluss:.....	Standard RS232 9-polige D Buchse
USB Slave-Kommunikation.....	galvanisch getrennt
Baud-Rate.....	9600 Baud-Rate
Anschluss.....	USB-Standardanschluss - Typ B
Bluetooth-Kommunikation	
Baud-Rate:.....	115200 Baud-Rate
Speicher.....	1000 Speicherorte (4 MB Flash-Speicher)
Echtzeit-Uhrenfehler	± 50 ppm

Appendix A – Fernbedienung

Die Fernbedienungsfunktion dient der Abstandskontrolle des Geräts MI 3210 TeraOhmXA 10kV über RS232, USB oder Bluetooth-Kommunikation (optional).

Tastaturbetrieb

Alle Funktionen der Tastatur können über Fernbedienungskommunikation betätigt werden.

Tabelle A.1 zeigt die entsprechende Syntax an, um die Gerätetasten zu steuern. Wenn das Gerät den Befehl empfängt, wird dieser als bestätigt zurückgesendet.

Tastatur	Syntax	Bedeutung
START / STOPP	~KEY;START	Startet oder stoppt die Messung.
EIN/AUS	~ KEY;OFF	Schaltet das Gerät aus.
MEM	~ KEY;MEM	Speichern/Abgerufen/Löschen von Prüfungen im Gerätespeicher.
SELECT (Auswählen)	~ KEY;SELECT	Um für die ausgewählte Funktion in den Setup-Modus zu gelangen oder um den einzustellenden aktiven Parameter auszuwählen.
▲	~ KEY;UP	Eine Option wählen - nach oben, nach unten.
▼	~ KEY;DOWN	Eine Option wählen - nach oben, nach unten.
◀	~ KEY;LEFT	Den ausgewählten Parameter senken oder erhöhen.
▶	~ KEY;RIGHT	Den ausgewählten Parameter senken oder erhöhen.
ESC	~ KEY;ESC	Den ausgewählten Modus verlassen.
	~ KEY;LIGHT	Das Hintergrundlicht des Displays EIN- oder AUSSchalten.

Tabelle A.1: Befehle über Tastaturbetrieb

Prüfbetrieb

Alle gespeicherten benutzerdefinierten Prüfungen können durch Kommunikation über Fernbedienung durchgeführt werden. Tabelle A.2 zeigt die entsprechende Syntax an, um eine benutzerdefinierte Prüfung zu starten. Wenn das Gerät den Befehl empfängt, wird dieser als bestätigt zurückgesendet.

Benutzerdefinierte Prüfungen	Syntax	Bedeutung
KABEL, 1kV	~RUN;CUSTOM;CABEL 1kV	Ausgewählte benutzerdefinierte Prüfung ausführen.
500V TEST	~RUN;CUSTOM;500V TEST	Ausgewählte benutzerdefinierte Prüfung ausführen.

~REZIM;PRINT_RESULTS;ON	Aktiviert das Drucken von Ergebnissen (U,I,t).
~REZIM;PRINT_RESULTS;OFF	Deaktiviert das Drucken von Ergebnissen (U,I,t).

Tabelle A.2: Beispiele für Betriebsbefehle bei benutzerdefinierten Prüfungen