



TeraOhm 5 kV Plus

MI 3201

Benutzerhandbuch

Version 1.2, Code-Nr. 20 751 345

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Einführung.....	4
1.1	Eigenschaften.....	4
1.2	Angewandte Normen.....	4
2	Beschreibung des Instruments	5
2.1	Gehäuse des Instruments	5
2.2	Bedienoberfläche	5
2.3	Anschlüsse	6
2.4	Zubehör	7
2.5	Prüfleitungen	7
3	Warnungen	9
4	Durchführen von Messungen	11
4.1	Einschalten des Instruments	11
4.2	Konfiguration	13
5	Messungen	14
5.1	Allgemeine Informationen zur Hochspannungsprüfung mit Gleichspannung .	14
5.2	Schirmanschluss	19
5.3	Filteroptionen.....	20
5.4	Spannungsmessung.....	21
5.5	Messung des Isolationswiderstands.....	22
5.6	Diagnostic Test (Diagnoseprüfung)	26
5.7	Stufenspannungsprüfung des Isolationswiderstands	32
5.8	Stehspannung	36
6	Arbeiten mit den Ergebnissen	39
6.1	Speichern, Abrufen und Löschen von Ergebnissen.....	39
6.2	Übertragen von Ergebnissen auf einen PC	42
7	Wartung	43
7.1	Inspektion	43
7.2	Erstmaliges Einsetzen und Laden der Batterien.....	43
7.3	Austausch und Laden der Batterien	43
7.4	Reinigung	45
7.5	Kalibrierung	45
7.6	Kundendienst	45
8	Technische Daten	46
8.1	Messspezifikationen	46
8.2	Allgemeine Daten	49

1 Allgemeine Einführung

1.1 Eigenschaften

Der Tester **TeraOhm 5 kV Plus** ist ein tragbares, batterie- oder netzbetriebenes Prüfgerät, das für die Prüfung des Isolationswiderstands unter Verwendung hoher Prüfspannungen bis zu 5 kV vorgesehen ist.

Das Instrument wurde auf der Grundlage des umfangreichen Wissens und der Erfahrung entwickelt und hergestellt, die über viele Jahre der Arbeit auf diesem Gebiet erworben wurden.

Das Prüfgerät **TeraOhm 5 kV Plus** bietet folgende Funktionen:

- Messung hoher Isolationswiderstände bis zu 10 TΩ
 - Programmierbare Prüfspannung von 250 V bis zu 5 kV in Stufen von 25 V
 - R(t)-Diagramme
 - Programmierbarer Timer (1 s bis 30 min)
 - Automatisches Entladen des Prüflings nach Abschluss der Messung
 - Kapazitätsmessung
- Isolationswiderstandsmessung über der Prüfspannung (Prüfung mit stufenweiser Spannungserhöhung)
 - Fünf diskrete Prüfspannungen, die innerhalb eines vorgegebenen Spannungsbereichs proportional verteilt sind
 - Programmierbarer Timer 1 min bis 30 min pro Stufe
- Polarisationsindex (PI), *Dielektrisches Absorptionsverhältnis (DAR)* und *Dielektrisches Entladungsverhältnis (DD)*
 - $PI = R_{1s}(t_2) / R_{1s}(t_1)$
 - $DAR = R_{1min} / R_{15s}$
 - $DD = I_{entl} / C \cdot U$
- Stehspannung (DC) bis zu 5 kV
 - Programmierbare Rampenprüfspannung von 250 V bis 5 kV
 - Rampe hoher Auflösung (ca. 25 V pro Stufe)
 - Programmierbarer Stromschwellenwert bis zu 5 mA
- Spannungs- und Frequenzmessung bis zu 600 V Wechsel-/Gleichspannung

Eine Punktmatrix-LCD-Anzeige bietet leichte Lesbarkeit der Ergebnisse und aller zugehörigen Parameter. Die Bedienung ist unkompliziert und eindeutig, um den Bediener in die Lage zu versetzen, das Instrument ohne die Notwendigkeit einer besonderen Schulung (außer diese Bedienungsanleitung zu lesen und zu verstehen) einsetzen zu können.

Die Prüfergebnisse können im Instrument gespeichert werden. Die neue professionelle PC-Software ermöglicht die unkomplizierte Übertragung von Prüfergebnissen und anderen Parametern in beiden Richtungen zwischen dem Prüfgerät und dem PC.

1.2 Angewandte Normen

Betrieb des Instruments	IEC/ EN 61557-2
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	EN 61326 Klasse B
Sicherheit	EN 61010-1 (Instrument), EN 61010-031 (Zubehör)

2 Beschreibung des Instruments

2.1 Gehäuse des Instruments

Das Instrument ist in einem Kunststoffgehäuse untergebracht, das die in den allgemeinen technischen Daten angegebene Schutzklasse einhält.

2.2 Bedienoberfläche

Die Bedienoberfläche ist im nachstehenden **Bild 1** gezeigt.

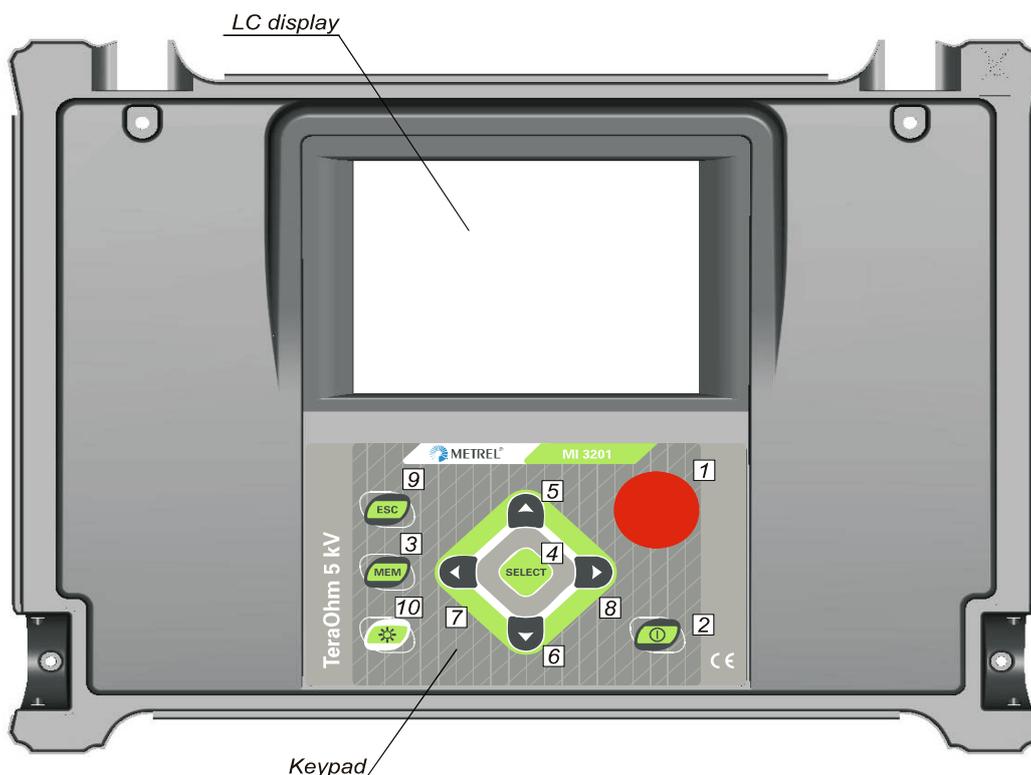


Bild 1. Vorderseite

Legende:

- 1..... **START/STOPP**-Taste zum Starten oder Stoppen einer beliebigen Messung.
- 2..... **EIN/AUS**-Taste zum Ein- bzw. Ausschalten des Instruments.
- 3..... **MEM**-Taste zum Speichern, Abrufen oder Löschen von Ergebnissen.
- 4..... **SELECT**-Taste zur Aktivierung des Einstellmodus für die ausgewählte Funktion oder zum Wählen eines einzustellenden aktiven Parameters.
- 5..... ▲ **Cursor**-Taste zur Auswahl einer Option, aufwärts.
- 6..... ▼ **Cursor**-Taste zur Auswahl einer Option, abwärts.
- 7..... ◀ **Cursor**-Taste zum Verringern des ausgewählten Parameters.
- 8..... ▶ **Cursor**-Taste zum Erhöhen des ausgewählten Parameters.
- 9..... **ESC**-Taste zum Verlassen des ausgewählten Modus.
- 10..... **Beleuchtungstaste** zum Ein- oder Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung.

2.3 Anschlüsse

Das Prüfgerät **TeraOhm 5 kV Plus** besitzt die folgenden Anschlüsse:

-
- Anschluss für Prüfleitungen über vier Sicherheitsbananenbuchsen (**Bild 2**),
- Anschluss für das Netzkabel zur Netzsteckdose und Kommunikationsbuchsen (USB und RS232) (**Bild 3**).

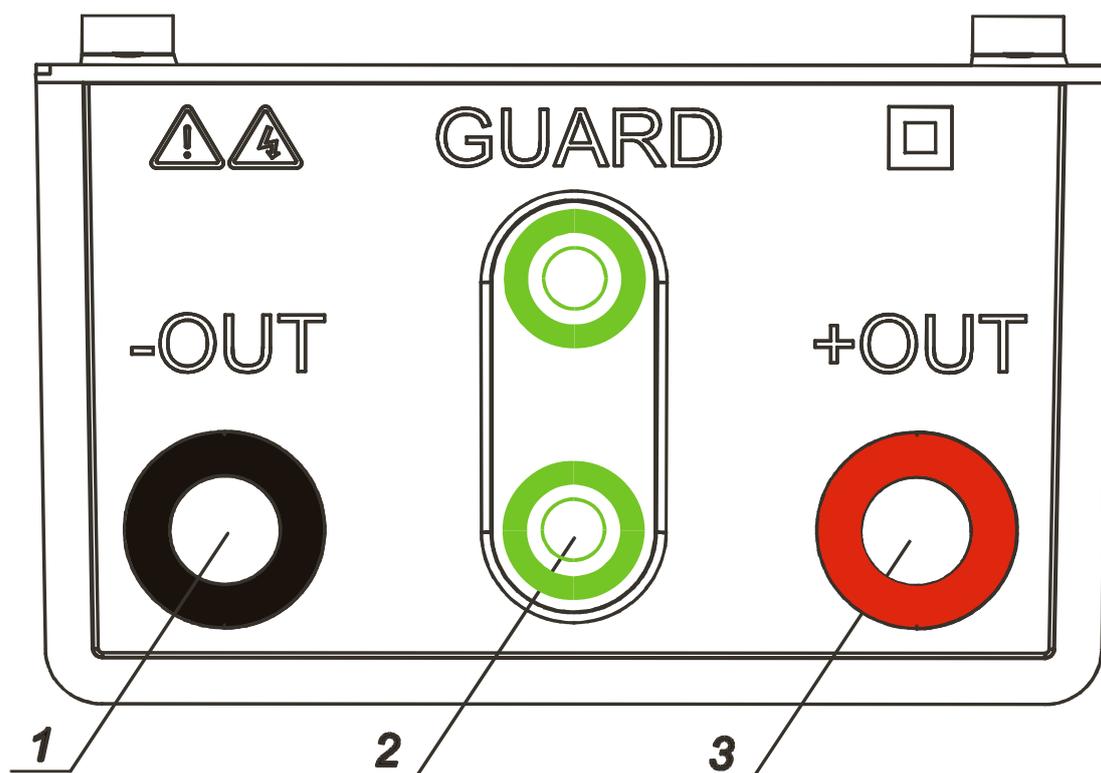


Bild 2. Anschluss für Prüfleitungen

- 1..... Negative **Prüfklemme** für Isolationswiderstand (-OUT).
- 2..... **GUARD**-Prüfklemme (Schirm), um mögliche Leckströme beim Messen der Isolation abzuleiten. Die beiden grünen Buchsen sind innerhalb des Instruments miteinander verbunden.
- 3..... Positive **Prüfklemme** für Isolationswiderstand (+OUT).



Benutzen Sie nur Original-Prüfzubehör!

Die maximal zulässige externe Spannung zwischen den Prüfanschlüssen und Masse beträgt 600 V!

Die maximal zulässige externe Spannung zwischen den Prüfanschlüssen beträgt 600 V!

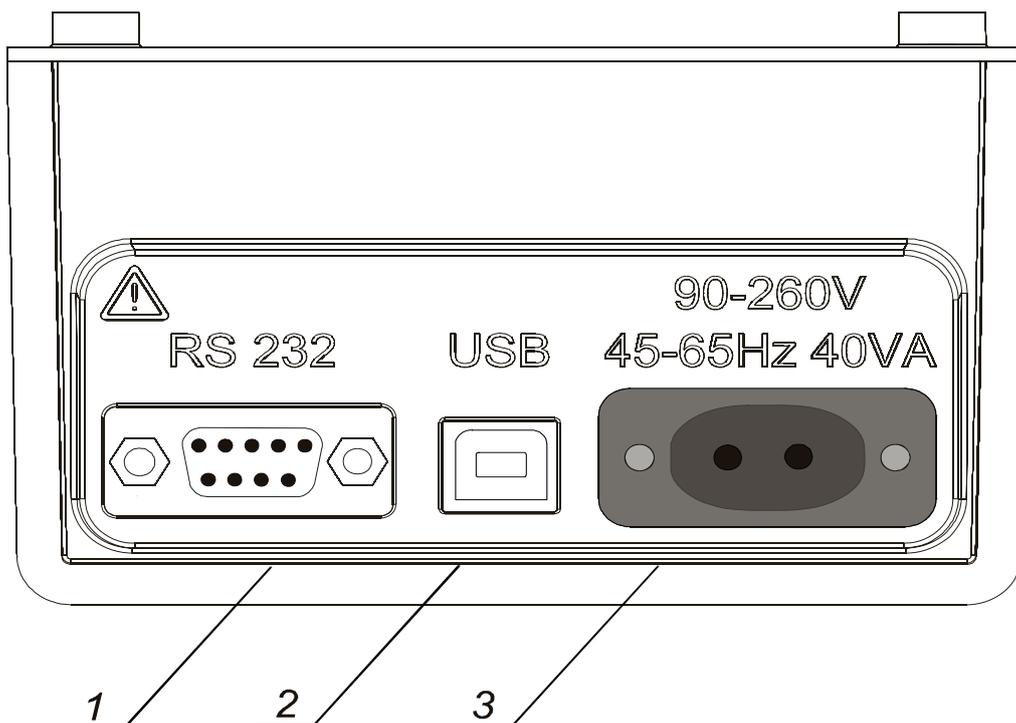


Bild 3: Kommunikations- und Netzanschlüsse

- 1..... Galvanisch getrennter **RS232-Anschluss** zum Verbinden des Instruments mit einem PC.
- 2..... Galvanisch getrennter **USB-Anschluss** zum Verbinden des Instruments mit einem PC.
- 3..... Netzstecker zum Anschluss des Instruments an die Netzversorgung.



Benutzen Sie nur das Original-Netzkabel!

2.4 Zubehör

Das Zubehör besteht aus standardmäßigen und optionalen Zubehörteilen. Das optionale Zubehör kann auf Anfrage geliefert werden. Zur Standardkonfiguration und zu den Optionen lesen Sie die beiliegende Liste oder Sie wenden sich an Ihren Händler oder besuchen die METREL-Homepage: <http://www.metrel.si>.

2.5 Prüfleitungen

Die Standardlänge der Prüfleitungen beträgt 2 m; optionale Längen sind 8 m und 15 m. Weitere Informationen zur Standardkonfiguration sowie zu den Optionen finden Sie in der beiliegenden Liste oder Sie wenden sich an Ihren Händler oder besuchen die METREL-Homepage: <http://www.metrel.si>.

Alle Prüflleitungen bestehen aus geschirmtem Hochspannungskabel, weil geschirmte Leitungen eine höhere Genauigkeit bei Messungen bieten und unempfindlicher gegenüber Störungen sind, die sich in industrieller Umgebung ergeben.

2.5.1 Geschirmte Hochspannungsprüfspitzen mit Hochspannungskrokodilklemmen

	<p>Anwendungshinweise: Diese Prüflleitungen sind für das diagnostische Prüfen der Isolation sowie für das Prüfen der Isolation von Hand vorgesehen.</p> <p>Isolationsdaten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hochspannungsbananenstecker (rot, schwarz): DC 10 kV (Grundisolierung); - Hochspannungsprüfspitze (rot, schwarz): DC 10 kV (Grundisolierung); - Krokodilklemme (rot, schwarz): DC 10 kV (Grundisolierung); - Schirmbanannenstecker (grün): 600V KAT IV (Schutzisolierung); - Kabel (gelb): 12 kV (geschirmt).
--	---

2.5.2 Schirmprüflleitung mit Krokodilklemmen

Isolationsdaten:

- Schirmprüflleitung mit Bananensteckern (grün): 600V KAT IV (Schutzisolierung);
- Krokodilklemme (grün): 600 V KAT IV (Schutzisolierung).

3 Warnungen

Um bei der Durchführung verschiedener Prüfungen und Messungen mit dem Prüfgerät **TeraOhm 5 kV Plus** das höchste Sicherheitsniveau für den Bediener zu erreichen und um Schäden an der Prüfeinrichtung zu vermeiden, müssen die folgenden Warnhinweise beachtet werden:

BEDEUTUNG DER SYMBOLE

	Dieses Symbol auf dem Instrument bedeutet: „Lesen Sie die Bedienungsanleitung besonders sorgfältig durch!“
	Dieses Symbol auf dem Instrument bedeutet: „An den Prüfklemmen kann eine gefährliche Spannung über 70 V anliegen!“.

ALLGEMEINE VORSICHTSMASSNAHMEN

- ◆ Wenn das Prüfgerät nicht in der in diesem Benutzerhandbuch vorgeschriebenen Weise benutzt wird, kann der durch das Gerät bereitgestellte Schutz beeinträchtigt werden!
- ◆ Benutzen Sie das Messgerät und das Zubehör nicht, wenn Schäden erkennbar sind!
- ◆ Beachten Sie alle allgemein bekannten Vorsichtsmaßnahmen, um das Risiko eines Stromschlags beim Umgang mit elektrischen Anlagen auszuschließen!
- ◆ Wartungseingriffe oder Neukalibrierungen dürfen nur durch einen zugelassenen Fachmann durchgeführt werden!
- ◆ Nur ausreichend geschulte und kompetente Personen dürfen das Instrument bedienen.
- ◆ Eine Punktmatrix-LCD-Anzeige bietet leichte Lesbarkeit der Ergebnisse und aller zugehörigen Parameter. Die Bedienung ist einfach und eindeutig; der Bediener benötigt zum Einsatz des Instruments keine besondere Schulung (außer diese Bedienungsanleitung zu lesen und zu verstehen).

BATTERIEN

- ◆ Nehmen Sie vor dem Öffnen des Batteriefachdeckels alle Prüflleitungen und das Netzkabel ab, und schalten Sie das Gerät aus!
- ◆ Verwenden Sie nur wiederaufladbare NiMH-Batterien (IEC LR14)!

EXTERNE SPANNUNGEN

- ◆ Schließen Sie das Instrument nicht an eine andere Netzspannung an als auf dem Schild neben der Netzbuchse angegeben ist, sonst könnte das Instrument beschädigt werden.
- Schließen Sie die Prüfklemmen nicht an eine höhere Spannung als 600 V (Gleich- oder Wechselspannung, Umgebung KAT IV) an, um Schäden am Prüfgerät zu vermeiden.

ARBEITEN MIT DEM INSTRUMENT

- ◆ Verwenden Sie nur von Ihrem Händler geliefertes Standard- oder Sonderprüfzubehör!
- ◆ Bevor die Prüflleitungen an den Prüfling angeschlossen werden, muss dieser ausgeschaltet (d. h. spannungsfrei gemacht) werden.
- ◆ Berühren Sie während der Prüfung keine leitenden Teile des Prüflings.
- ◆ Stellen Sie sicher, dass der Prüfling abgetrennt (Netzspannung abgetrennt) ist, bevor Sie mit der Isolationswiderstandsmessung beginnen!
- Berühren Sie den Prüfling während der Prüfung nicht; es besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags!
- Bei einem kapazitiven Prüfling (langes Kabel usw.) ist die automatische Entladung des Objekts möglicherweise unmittelbar nach Abschluss der Prüfung nicht abgeschlossen – die Meldung „Please wait, discharging“ (Bitte warten, Entladen läuft) wird angezeigt.

UMGANG MIT KAPAZITIVEN LASTEN

- ◆ Beachten Sie, dass 40 nF, auf 1 kV aufgeladen, oder 9 nF, auf 5 kV aufgeladen, lebensgefährlich sind.
- ◆ Berühren Sie den Prüfling niemals während der Prüfung, bevor er vollständig entladen ist.
- ◆ Die maximale externe Spannung zwischen je zwei Leitungen beträgt 600 V (Umgebung der KAT IV).

4 Durchführen von Messungen

4.1 Einschalten des Instruments

Selbstkalibrierung

Das Instrument wird durch Drücken der **EIN/AUS**-Taste eingeschaltet. Nach dem Einschalten führt das Instrument die Selbstkalibrierung aus (**Bild 4**).

Hinweis:

Wenn Batterien defekt sind oder fehlen und das Instrument vom Netz versorgt wird, schaltet es sich nicht EIN.

Die Prüfleitungen sollten während der Selbstkalibrierung abgetrennt sein. Andernfalls könnte der Selbstkalibrierungsvorgang fehlschlagen und das Gerät fordert Sie zum Abtrennen der Prüfleitungen und zum Aus- und Wiedereinschalten auf.

Nach Abschluss der Selbstkalibrierung erscheint das **HAUPTMENÜ** (**Bild 5**), und das Instrument ist betriebsbereit.

Die Selbstkalibrierung verhindert eine Verringerung der Genauigkeit bei der Messung sehr niedriger Ströme. Sie kompensiert die Auswirkungen von Alterung, Temperatur- und Feuchtigkeitsänderungen usw.

Eine erneute Selbstkalibrierung wird empfohlen, wenn sich die Temperatur um mehr als 5 °C ändert.

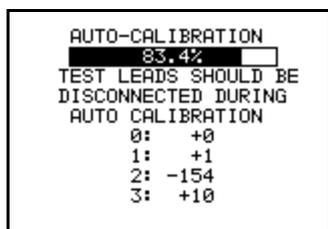


Bild 4. Zustand „Selbstkalibrierung“

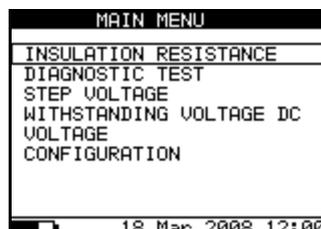


Bild 5. Hauptmenü

Hinweis:

Falls das Instrument während der Selbstkalibrierung einen unzulässigen Zustand erkennt, wird die folgende Warnmeldung angezeigt:

ERROR!

-TEST LEADS CONNECTED:

DISCONNECT AND SWITCH ON THE INSTRUMENT AGAIN

- CONDITIONS OUT OF RANGE: PRESS START TO CONTINUE

(FEHLER!

-PRÜFLEITUNGEN ANGESCHLOSSEN:

TRENNEN SIE SIE AB UND SCHALTEN SIE DAS INSTRUMENT WIEDER EIN

- BEDINGUNGEN AUSSERHALB DES GÜLTIGKEITSBEREICHS: DRÜCKEN SIE START, UM FORTZUFAHREN)

Mögliche Gründe dafür, dass Bedingungen außerhalb des zulässigen Bereichs liegen, sind zu hohe Feuchtigkeit, zu hohe Temperatur usw. In diesem Fall ist es möglich, Messungen durch erneutes Drücken der Taste START/STOPP durchzuführen, aber die Ergebnisse könnten außerhalb der technischen Spezifikation liegen.

Netzbetrieb des Instruments

Wenn Sie das Instrument im ausgeschalteten Zustand an die Netzversorgung anschließen, beginnt das interne Ladegerät, die Batterien zu laden, aber das Instrument bleibt ausgeschaltet. In der linken unteren Ecke des LCD-Bildschirms erscheinen das Symbol eines Netzsteckers und das blinkende Batteriesymbol, um darauf hinzuweisen, dass die Batterien geladen werden.

Hinweis: Wenn Batterien defekt sind oder fehlen, funktioniert das Ladegerät nicht. In der unteren linken Ecke des LCD-Bildschirms erscheint dann nur das Netzsteckersymbol (ohne Batterieanzeige).

Wenn das Instrument im eingeschalteten Zustand an die Netzversorgung angeschlossen wird, schaltet es automatisch von Batterie- auf Netzversorgung um. In der unteren linken Ecke des LCD-Bildschirms erscheint das Steckersymbol. Wenn sich das Instrument nicht im Messmodus* befindet, beginnt das interne Ladegerät, die Batterien zu laden. In der linken unteren Ecke des LCD-Bildschirms beginnt die Batterieanzeige zu blinken und weist damit darauf hin, dass die Batterien geladen werden.

Hinweis: Es wird davon abgeraten, das Instrument an die Netzversorgung anzuschließen oder davon zu trennen, während es sich im Messmodus* befindet.

*Messmodus: Wenn das Instrument eine Prüfung durchführt.

Betrieb mit Hintergrundbeleuchtung (Instrument batteriebetrieben)

Nach dem Einschalten des Instruments wird die Hintergrundbeleuchtung des LCD-Displays automatisch eingeschaltet. Sie kann durch kurzes Drücken der **BELEUCHTUNGS**-Taste aus- und eingeschaltet werden.

Betrieb mit Hintergrundbeleuchtung (Instrument netzbetrieben)

Nach dem Einschalten des Instruments ist die Hintergrundbeleuchtung des LCD-Displays automatisch ausgeschaltet. Sie kann durch kurzes Drücken der **BELEUCHTUNGS**-Taste aus- und eingeschaltet werden.

Ausschaltfunktion

Das Instrument kann nur durch Drücken der **EIN/AUS**-Taste ausgeschaltet werden. Eine automatische Ausschaltfunktion steht nicht zur Verfügung, um die Durchführung von Langzeitmessungen zu erlauben.

4.2 Konfiguration

Die Konfigurationsfunktion ermöglicht die Auswahl und das Einstellen der Parameter, die nicht direkt mit dem Messverfahren zu tun haben (**Bild 6**).

Im unteren Teil des Displays wird der Status der Stromversorgung angezeigt.

Zum Einstellen einiger der Konfigurationsparameter muss das folgende Verfahren durchgeführt werden:

1. Benutzen Sie die Pfeile \uparrow und \downarrow , um den einzustellenden Parameter (die Zeile) auszuwählen.
2. Benutzen Sie die Pfeile \leftarrow und \rightarrow , um den Wert des ausgewählten Parameters zu ändern. Falls sich in einer Zeile zwei oder mehr Unterparameter befinden (z. B. Datum und Uhrzeit), benutzen Sie die Taste **SELECT**, um zum nächsten Unterparameter und zurück zu springen.

Löschen aller Speicherstellen

1. Wählen Sie **Configuration** aus dem Hauptmenü.
2. Markieren Sie mit den Pfeilen \uparrow und \downarrow die Option **Memory Clear**.
3. Drücken Sie die Taste **SELECT**. (Die Meldung „Press MEM to confirm!“ [Zum Bestätigen MEM drücken!] wird angezeigt.)
4. Drücken Sie die Taste **MEM**, um alle Speicherstellen zu löschen, oder **ESC**, um den Vorgang abzubrechen.

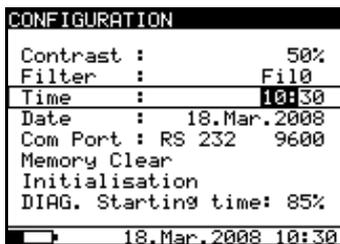


Bild 6. Konfigurationszustand

Parameter	Wert	Hinweis
Contrast	0%..100%	Einstellung des Kontrasts des LCD-Displays
Filter	Fil1, Fil2, Fil3, Fil0	Auswahl des Störunterdrückungsfilters, siehe Kapitel 5.3, Filteroptionen
Time		Einstellen der aktuellen Uhrzeit (Stunde : Minute)
Date		Einstellen des aktuellen Datums (Tag.Monat.Jahr)
Com Port	RS 232 4800, RS 232 9600, RS 232 19200, USB 115000	Auswahl von Kommunikationsmodus und Baudrate
Memory clear		Löschen aller Speicherstellen
Initialization		Nur für Werks- und Kundendienstwartung!
DIAG. Starting time	0%..90%	Einstellung des Timer-Starts für die Funktionen DIAGNOSTIC TEST entsprechend der Nennspannung (Unominal). Siehe zusätzliche Erklärung in Kapitel 5.6.

Tabelle 1. Konfigurationsparameter

5 Messungen

5.1 Allgemeine Informationen zur Hochspannungsprüfung mit Gleichspannung

Zweck der Isolationsprüfungen

Isolationsmaterialien sind wichtige Teile in fast jedem elektrischen Produkt. Die Eigenschaften des Materials hängen nicht nur von seiner Zusammensetzung, sondern auch von Temperatur, Verschmutzung, Feuchtigkeit, Alterung, elektrischen und mechanischen Beanspruchungen usw. ab. Sicherheit und Betriebszuverlässigkeit erfordern die regelmäßige Wertung und Prüfung des Isolationsmaterials, um sicherzustellen, dass es in gutem Betriebszustand gehalten wird. Zum Prüfen der Isolationsmaterialien werden Hochspannungsprüfungen eingesetzt.

Gleichspannungs- gegenüber Wechselspannungsprüfung

Das Prüfen mit Gleichspannung wird weithin als ebenso nützlich anerkannt wie das Prüfen mit Wechselspannung oder gepulster Spannung. Gleichspannungen können für Durchschlagsprüfungen insbesondere dort eingesetzt werden, wo hohe kapazitive Leckströme bei Messungen mit Wechselspannung oder gepulster Spannung stören. Gleichspannung wird vor allem für Prüfungen mit Isolationswiderstandsmessung angewandt. Bei dieser Art Prüfung wird die Spannung durch die entsprechende Produktanwendungsgruppe bestimmt. Diese Prüfspannung ist niedriger als die für die Stehspannungsprüfung eingesetzte Spannung; daher können die Prüfungen häufiger angewandt werden, ohne das geprüfte Material zu beanspruchen.

Typische Isolationsprüfungen

Allgemein 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 darauf hinweisen, ob ein Austausch des Isolationssystems erforderlich ist.

Typische Beispiele dafür, wo die Prüfung des Isolationswiderstands und seine Diagnose empfohlen werden, sind Transformator- und Motorisolationssysteme, Kabel und andere elektrische Einrichtungen.

Elektrische Darstellung von Isolationsmaterial

Bild 7 stellt das Ersatzschaltbild eines Isolationsmaterials dar.

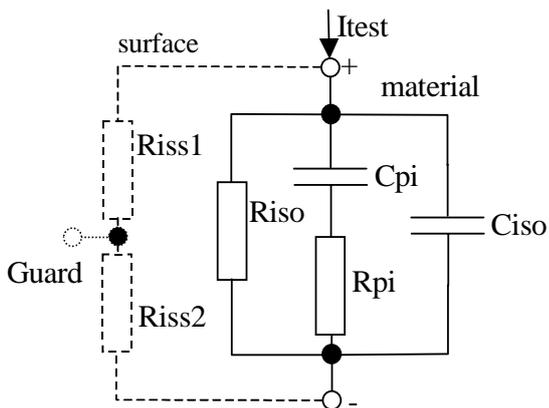


Bild 7.

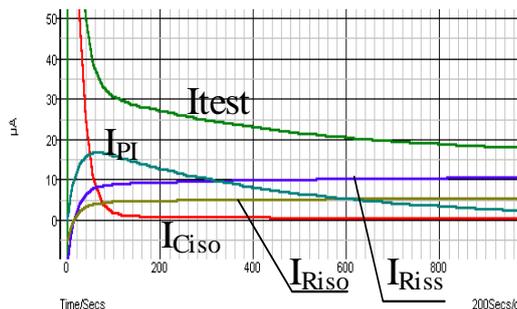


Bild 8.

R_{iss1} und R_{iss2} – spezifischer Oberflächenwiderstand (Position eines optionalen Schirmanschlusses)

R_{iso} – tatsächlicher Isolationswiderstand des Materials

C_{iso} – Kapazität des Materials

C_{pi} , R_{pi} – stellen Polarisierungseffekte dar.

Bild 8 zeigt typische Ströme für diesen Kreis.

$I_{test} = \text{Gesamtprüfstrom } (I_{test} = I_{pi} + I_{RISO} + I_{RISS})$

I_{pi} = Polarisations-Absorptionsstrom

I_{RISO} = tatsächlicher Isolationsstrom

I_{RISS} = Oberflächenleckstrom

Einige Anwendungsbeispiele für das TeraOhm 5 kV Plus

Grundprüfung des Isolationswiderstands

Praktisch jede Norm, die sich mit der Sicherheit elektrischer Einrichtungen und Anlagen befasst, erfordert die Durchführung einer grundlegenden Isolationsprüfung. Bei der Prüfung niedrigerer Werte (im $M\Omega$ -Bereich) herrscht gewöhnlich der Grundisolationswiderstand (R_{iso}) vor. Die Ergebnisse sind zweckmäßig und stabilisieren sich schnell.

Es ist wichtig, Folgendes zu berücksichtigen:

- Spannung, Zeit und Grenzwert werden gewöhnlich in der betreffenden Norm oder Bestimmung vorgegeben.
- Die Messzeit sollte auf 60 s oder die minimale Zeit gesetzt werden, die zum Aufladen der Isolationskapazität (C_{iso}) benötigt wird.
- Manchmal muss die Umgebungstemperatur berücksichtigt und das Ergebnis auf eine Standardtemperatur von $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ normiert werden.
- Wenn Oberflächenleckströme die Messung stören (siehe Riss oben), benutzen Sie den Schirmanschluss (siehe 5.2.). Dies wird wesentlich, wenn die Messwerte im $G\Omega$ -Bereich liegen.

Spannungsabhängigkeitsprüfung - Stufenspannungsprüfung

Diese Prüfung zeigt, ob die geprüfte Isolation elektrisch oder mechanisch beansprucht wurde. In diesem Fall werden die Anzahl und das Ausmaß von Isolationsanomalien (z.

B. Rissen, örtlichen Durchbrüchen, leitenden Teilen usw.) erhöht, und die Gesamtdurchschlagsspannung ist reduziert. Zu hohe Feuchtigkeit und Verschmutzung spielen eine wesentliche Rolle, besonders im Fall mechanischer Beanspruchung.

- Die Stufen der Prüfspannung liegen gewöhnlich nahe bei denen, die bei der DC-Stehspannungsprüfung erforderlich sind.
- Manchmal wird empfohlen, die Maximalspannung für diese Prüfung nicht höher als 60 % der Stehspannung zu wählen.

Falls die Ergebnisse aufeinanderfolgender Prüfungen eine Verringerung des geprüften Isolationswiderstands zeigen, sollte die Isolation ersetzt werden.

Zeitabhängigkeitsprüfung – Diagnoseprüfung

POLARISATIONINDEX

Der Zweck dieser Diagnoseprüfung ist es, den Einfluss des Polarisationsanteils der Isolation (R_{pi}, C_{pi}) zu bewerten.

Nach Anlegen einer hohen Spannung an einen Isolator richten sich die im Isolator verteilten elektrischen Dipole zum angelegten elektrischen Feld aus. Dieses Phänomen nennt man Polarisation. Während sich die Moleküle polarisieren, verringert der Polarisationsstrom (Absorptionsstrom) den Gesamisolationswiderstand des Materials. Der Absorptionsstrom (I_{PI}) bricht typischerweise nach einigen Minuten zusammen. Wenn der Gesamtwiderstand des Materials nicht ansteigt, bedeutet dies, dass andere Ströme (z. B. Oberflächenleckagen) beim Gesamisolationswiderstand vorherrschen.

- PI ist definiert als das Verhältnis der in zwei Zeitfenstern gemessenen Widerstände. Typischerweise nimmt man das Verhältnis des 10-Minuten-Werts zum 1-Minuten-Wert, aber dies ist keine Regel.
- Die Prüfung wird üblicherweise bei derselben Spannung durchgeführt wie die Isolationswiderstandsprüfung.
- Falls der 1-Minuten-Isolationswiderstand größer als 5000 MΩ ist, dann ist diese Messung möglicherweise nicht gültig (neue, moderne Isolationstypen).
- Das in Transformatoren oder Motoren eingesetzte Ölpapier ist ein typisches Isolationsmaterial, das diese Prüfung erforderlich macht.

Allgemein weisen Isolatoren, die sich in gutem Zustand befinden, einen hohen Polarisationsindex auf, während dies bei beschädigten Isolatoren nicht der Fall ist. Beachten Sie, dass diese Regel nicht immer gilt. Weitere Informationen finden Sie in dem Metrel-Handbuch **Insulation Testing Techniques** (Isolationsprüftechniken).

Allgemein anwendbare Werte:

Wert von PI	Zustand des geprüften Materials
1 bis 1,5	Nicht akzeptabel (ältere Typen)
2 bis 4 (typisch 3)	Wird als gute Isolation betrachtet (ältere Typen)
4 (sehr hoher Isolationswiderstand)	Moderner Typ von (guten) Isolationssystemen

Beispiel für minimal akzeptable Werte für Motorisolation (IEEE 43):
 Klasse A =1,5; Klasse B = 2,0; Klasse F =2,0; Klasse H =2,0.

DIELEKTRISCHE ENTLADUNG

Der Polarisierungseffekt (unter „Polarisierungsindex“ beschrieben) verursacht die Bildung einer Kapazität (Cpi). Idealerweise würde sich diese Ladung sofort abbauen, wenn eine Spannung von dem Material entfernt wird. In der Praxis ist dies nicht der Fall.

In Verbindung mit dem Polarisationsindex (PI) ist die dielektrische Entladung DD eine weitere Möglichkeit, die Qualität und Brauchbarkeit eines Isolationsmaterials zu überprüfen. Ein Material, das sich schnell entlädt, würde einen niedrigen Wert ergeben, während ein Material, das eine lange Zeit zum Entladen benötigt, einen höheren Wert liefert (in nachstehender Tabelle beschrieben; weitere Informationen siehe Abschnitt 5.6).

DD-Wert	Geprüfter Materialzustand
> 4	schlecht
2 - 4	kritisch
< 2	gut

Stehspannungsprüfung

Einige Normen erlauben die Verwendung einer Gleichspannung als Alternative zur Stehspannungsprüfung mit Wechselspannung. Zu diesem Zweck muss die Prüfspannung eine gegebene Zeit über der zu prüfenden Isolation angelegt sein. Das Isolationsmaterial wird nur dann als gut bewertet, wenn kein Durchschlag oder Überschlag aufgetreten ist. Die Normen empfehlen, diese Prüfung bei einer niedrigen Spannung zu beginnen und die endgültige Prüfspannung mit einem Anstieg zu erreichen, der den Ladestrom unter dem Grenzwert der Stromschwelle hält. Die Prüfung dauert normalerweise 1 min.

Die Stehspannungsprüfung oder dielektrische Prüfung wird eingesetzt für:

- Typprüfungen (Abnahmeprüfungen), wenn ein neues Produkt zur Fertigung vorbereitet wird,
- Routineprüfungen (Produktionsprüfungen) zur Überprüfung der Sicherheit für jedes Produkt,
- Wartungs- und Kundendienstprüfungen für alle Geräte, deren Isolationssystem einem möglichen Abbau unterworfen sein kann.

Einige Beispiele für DC-Stehspannungsprüfwerte sind:

Norm (nur Probenwerte)	Spannung
EN/IEC 61010-1 KAT II 300 V Grundisolierung	1970 V
EN/IEC 61010-1 KAT II 300 V Schutzisolierung	3150 V
IEC 60439-1 (Abstand zwischen unter Spannung stehenden Teilen...), Stoßstehspannung 4 kV, 500 m	4700 V
IEC 60598-1	2120 V

Feuchtigkeit und Isolationswiderstandsmessungen

Beim Prüfen außerhalb der Referenz-Umgebungsbedingungen kann die Qualität der Messungen des Isolationswiderstands durch Feuchtigkeit beeinträchtigt werden. Feuchtigkeit erzeugt Leckstrompfade auf der Oberfläche des gesamten Messsystems (d. h. geprüfter Isolator, Prüflleitungen, Messinstrument usw.). Der Einfluss von Feuchtigkeit verringert die Genauigkeit insbesondere beim Prüfen sehr hoher Widerstände (d. h. Teraohm). Die schlechtesten Bedingungen treten in Umgebungen

mit hoher Kondensatbildung auf, die auch die Sicherheit beeinträchtigen kann. Im Falle hoher Feuchtigkeit wird empfohlen, den Prüfraum vor und während der Messungen zu belüften. Im Falle kondensierter Feuchtigkeit muss das Messsystem trocknen, und es können mehrere Stunden oder sogar Tage Erholzeit nötig sein.

5.2 Schirmanschluss

Der Zweck des GUARD-Anschlusses (Schirm) ist es, mögliche Leckströme (z. B. Oberflächenströme) abzuleiten, die nicht auf das gemessene Isolationsmaterial selbst, sondern auf die Verschmutzung und Feuchtigkeit der Oberfläche zurückzuführen sind. Dieser Strom stört die Messung, d.h. das Ergebnis für den Isolationswiderstand wird durch diesen Strom beeinflusst. Der GUARD-Anschluss ist intern mit demselben Potential verbunden wie die negative Prüfklemme (schwarz). Die GUARD-Prüfklemme sollte mit dem Prüfling verbunden werden, um den größten Teil des unerwünschten Leckstroms zu erfassen, siehe **Bild 9** unten.

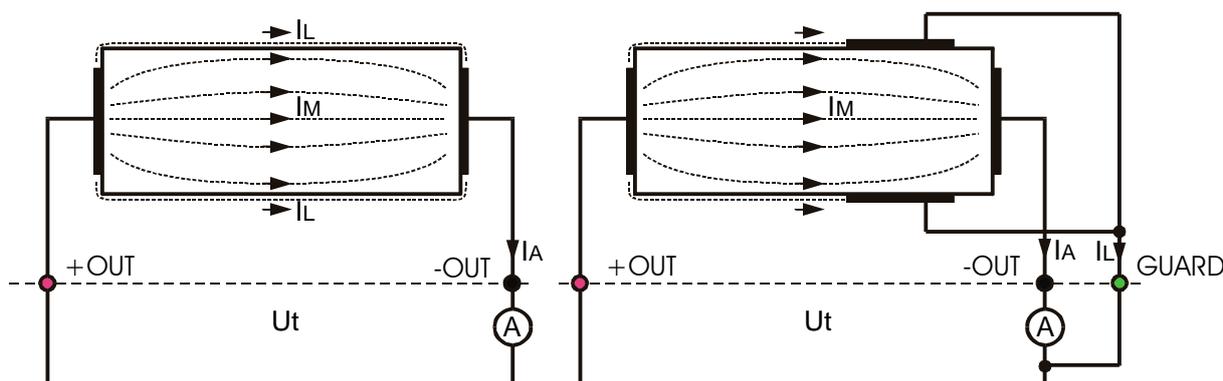


Bild 9. Verbindung des GUARD-Anschlusses mit dem Messobjekt

Mit:

Ut..... Prüfspannung

Il..... Leckstrom (verursacht durch Oberflächenschmutz und -feuchtigkeit)

Im..... Strom durch Material (abhängig vom Materialzustand)

IA..... Strom durch Amperemeter

Ergebnis ohne Verwendung des GUARD-Anschlusses: $R_{is} = U_t / I_A = U_t / (I_M + I_L)$
...falsches Ergebnis.

Ergebnis unter Verwendung des GUARD-Anschlusses: $R_{is} = U_t / I_A = U_t / I_M$
.....korrektes Ergebnis.

Es wird empfohlen, den GUARD-Anschluss zu verwenden, wenn hohe Isolationswiderstände ($>10 \text{ G}\Omega$) gemessen werden.

Hinweis:

- Der GUARD-Anschluss wird durch eine interne Impedanz (200 k Ω) geschützt.
- Das Instrument hat zwei GUARD-Anschlüsse zur einfachen Verbindung geschirmter Messleitungen.

5.3 Filteroptionen

Es sind Filter eingebaut, um den Einfluss von Störsignalen auf die Messergebnisse zu reduzieren. Diese Option ermöglicht stabilere Ergebnisse, besonders wenn man es mit hohen Isolationswiderständen zu tun hat (Isolationswiderstand, Diagnoseprüfung, stufenweise Spannung). Bei diesen Funktionen wird der Status der Filteroption in der oberen rechten Ecke des Displays angezeigt. Die nachstehende Tabelle enthält eine Definition der einzelnen Filteroptionen:

Filteroption	Bedeutung
Fil0	Tiefpassfilter mit Grenzfrequenz 0,5 Hz in der Signalleitung.
Fil1	Zusätzliches Tiefpassfilter mit Grenzfrequenz 0,05 Hz in der Signalleitung.
Fil2	Fil1 mit erhöhter Integrationszeit (4 s).
Fil3	Fil2 mit zusätzlicher zyklischer Mittelwertbildung von 5 Ergebnissen.

Tabelle 2. Filteroptionen

ZWECK DES FILTERNS

Vereinfacht ausgedrückt, glätten die Filter die Messströme durch Mittelwertbildung und Bandbreitenbegrenzung. Es gibt mehrere Störquellen:

- Wechselströme bei Netzfrequenz und ihren Oberwellen, Schaltspitzen usw. machen die Ergebnisse instabil. Diese Ströme entstehen meistens infolge von Übersprechen über Isolationskapazitäten nahe spannungsführenden Systemen.
- Andere in die elektromagnetische Umgebung der geprüften Isolierung induzierte oder eingekoppelte Ströme.
- Restwelligkeit vom internen Hochspannungsregler.
- Ladeeffekte von hoch kapazitiven Lasten und/oder langen Kabeln.

Bei Isolation mit hohem Widerstand sind Spannungsänderungen relativ gering; daher ist es das Wichtigste, den Messstrom zu filtern.

Hinweis:

Alle gewählten Filteroptionen erhöhen die Einschwingzeit, Fil1 auf 60 s, Fil2 auf 70 s und Fil3 auf 120 s.

- Bei der Verwendung von Filtern muss genau auf die Auswahl der Zeitintervalle geachtet werden.
- Die empfohlenen minimalen Messzeiten bei der Verwendung von Filtern sind die Einschwingzeiten der gewählten Filteroption.

Beispiel:

Ein Störstrom von 1 mA / 50 Hz trägt bei der Messung von 1 G Ω etwa ± 15 % zur Streuung des Messergebnisses bei.

Durch Wahl der Option FIL1 reduziert sich die Streuung auf weniger als ± 2 %.

Im Allgemeinen verbessert die Verwendung von FIL2 und FIL3 die Störunterdrückung weiter.

5.4 Spannungsmessung

Mit der Wahl dieser Funktion werden die folgenden Zustände angezeigt (Anfangszustand und Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung). Siehe nachstehendes **Bild 10**.

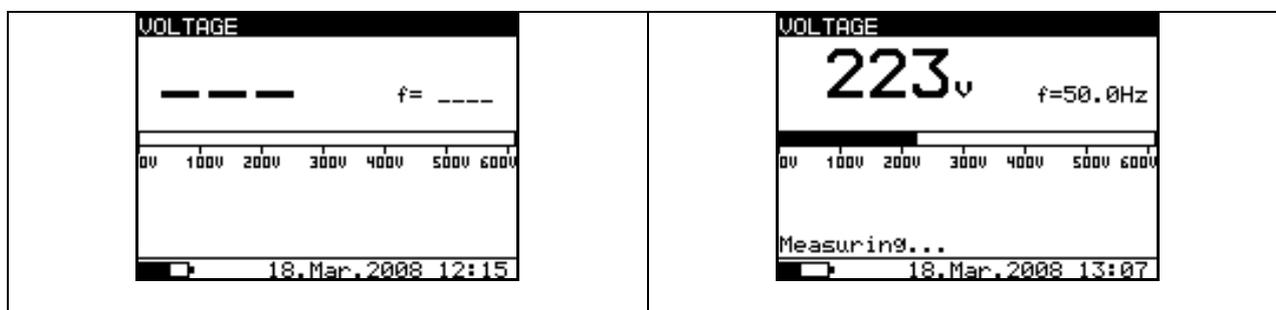


Bild 10. Anzeigezustände der Funktion VOLTAGE (Spannung)

Messverfahren:

- Verbinden Sie die Messleitungen mit dem Instrument und der gemessenen Spannungsquelle.
- Drücken Sie die **START/STOPP**-Taste, um die Messung zu starten; eine kontinuierliche Messung beginnt.
- Drücken Sie erneut die **START/STOPP**-Taste, um die Messung zu stoppen.
- Das Ergebnis (siehe rechter Teil in **Bild 10**) kann optional durch zweimaliges Drücken der Taste **MEM** gespeichert werden, siehe Kapitel 6.1: Speichern, Abrufen und Löschen.

Warnung!

- Zu Sicherheitsmaßnahmen beachten Sie das Kapitel „Warnungen“!

5.5 Messung des Isolationswiderstands

Mit der Wahl dieser Funktion werden die folgenden Zustände angezeigt (Anfangszustand und Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung). **Bild 11** zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm deaktiviert ist.

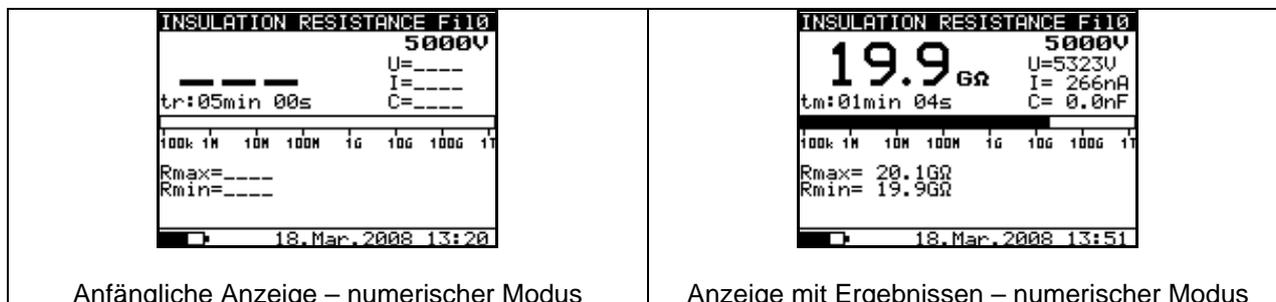


Bild 11. Anzeigezustände der Funktion INSULATION RESISTANCE (Isolationswiderstand) - R(t)-Diagramm deaktiviert

Bild 12 zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist. Wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist, können Sie einfach im anfänglichen Zustand und im Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung durch Drücken der Tasten ↑ oder ↓ zwischen numerischem und grafischem Modus umschalten.

- ↑ grafischer Modus
- ↓ numerischer Modus

Hinweis:

- Es ist nicht möglich, den Darstellungsmodus umzuschalten, während eine Messung läuft!!!

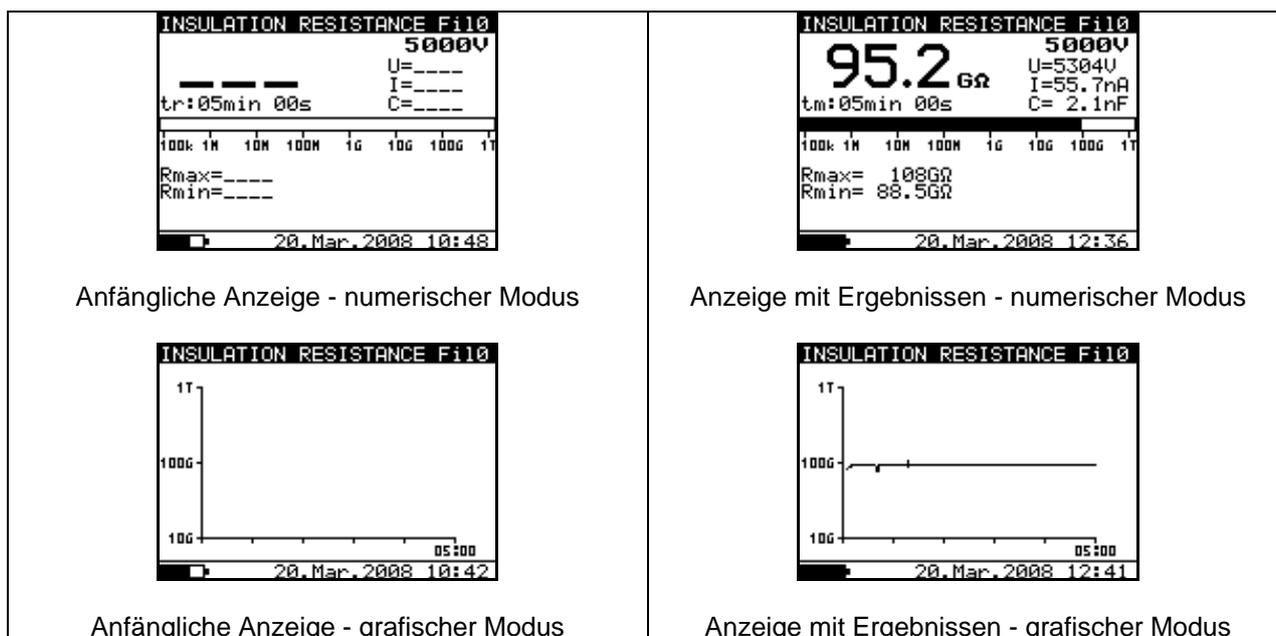


Bild 12. Anzeigezustände der Funktion INSULATION RESISTANCE (Isolationswiderstand) - R(t)-Diagramm aktiviert

Messverfahren:

- Verbinden Sie die Prüflleitungen mit dem Instrument und dem Prüfling.
- Wählen Sie im **HAUPTMENÜ** die Funktion **INSULATION RESISTANCE** (Isolationswiderstand).
- Drücken Sie die **START/STOPP**-Taste und lassen Sie sie los; eine kontinuierliche Messung beginnt.
- Warten Sie, bis sich das Prüfergebnis stabilisiert hat, und drücken Sie dann wieder die **START/STOPP**-Taste, um die Messung anzuhalten, oder warten Sie, bis der eventuell eingestellte Timer abläuft.
- Warten Sie, bis der Prüfling entladen ist.
- Das Ergebnis kann optional durch zweimaliges Drücken der **MEM**-Taste gespeichert werden, siehe Kapitel 6.1: Speichern, Abrufen und Löschen.

Legende der angezeigten Symbole:

INSULATION RESISTANCE	Bezeichnung der gewählten Funktion
Fil0 (Fil1, Fil2, Fil3)	Aktivierter Filtertyp, siehe Kapitel 5.3. Konfiguration
5000V	Eingestellte Prüfspannung
U=5323V	Tatsächliche Prüfspannung – Messwert
I=266nA	Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert
19.9GΩ	Isolationswiderstand – Ergebnis
C=0.0nF	Kapazität des Prüflings
tm:04min 26s	Timerinformation – Prüfdauer
Bar	Analoge Darstellung des Ergebnisses
Rmax=20.1GΩ	Maximalwert des Ergebnisses (nur wenn der Timer aktiviert ist)
Rmin=19.9GΩ	Minimalwert des Ergebnisses (nur wenn der Timer aktiviert ist)

Hinweise:

- Wenn der Timer deaktiviert ist, wird anstelle des Timerwerts **OFF** angezeigt.
- Während einer Messung zeigt die Timerinformation die Restzeit an, die bis zum Abschluss der Messung gebraucht wird (tr); dagegen wird nach Abschluss die Testdauer (tm) angezeigt.
- Während der Messung erscheint ein Hochspannungswarnsymbol auf dem Display, um den Bediener vor einer potentiell gefährlichen Prüfspannung zu warnen.
- Der Wert der Kapazität wird während des abschließenden Entladens des Prüflings gemessen.

Einstellen der Parameter für die Isolationswiderstandsprüfung:

- Drücken Sie die Taste **SELECT**; das Einstellmenü erscheint im Display, siehe **Bild 13**.
- Wählen Sie mit den Tasten \uparrow und \downarrow den einzustellenden Parameter (die Zeile).
- Stellen Sie den Parameter mit den Tasten \leftarrow und \rightarrow ein. Springen Sie durch Drücken der Taste **SELECT** zum nächsten Unterparameter (wenn es zwei oder mehr Unterparameter gibt) und wiederholen Sie die Einstellung.
- Beenden Sie die Einstellung durch Drücken der Taste **ESC** oder der **START/STOPP**-Taste (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

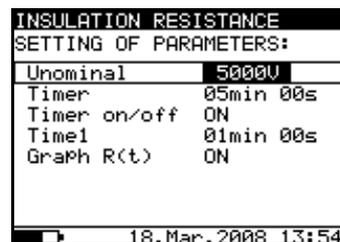


Bild 13. Einstellmenü bei der Isolationswiderstandsmessung

Legende der angezeigten Symbole:

INSULATION RESISTANCE		Bezeichnung der gewählten Funktion
SETTING PARAMETERS:		
Unominal	5000V	Eingestellte Prüfspannung (Nennspannung) – Schrittweite 25 V
Timer	5min 00s	Dauer der Messung
Timer on/off	ON	ON: Timer aktiviert; OFF: Timer deaktiviert
Time1	01min 00s	Zeit zum Akzeptieren und Anzeigen der ersten Ergebnisse für Rmin und Rmax
Graph R(t)	ON	Aktivieren/Deaktivieren des R(t)-Diagramms

Timer und Time1 sind unabhängige Zeitgeber. Die maximale Zeit beträgt jeweils 30 min 60 s.

Aktivieren/Deaktivieren des R(t)-Diagramms und Einstellen der Parameter für das **R(t)-Diagramm** in der Funktion **Isolationswiderstand**:

- Drücken Sie die Taste **SELECT**; das Einstellmenü erscheint im Display, siehe **Bild 14**.
- Wählen Sie mit den Tasten \uparrow und \downarrow den einzustellenden Parameter **Graph R(t)**.
- **Aktivieren/deaktivieren** Sie **Graph R(t)** mit den Tasten \leftarrow und \rightarrow .
- Drücken Sie die Taste **SELECT**, um die Parameter für **Graph R(t)** einzustellen, siehe **Bild 15**. Drücken Sie die Taste **ESC**, um zum Grund-Einstellmenü in der Funktion **Isolationswiderstand** zurückzukehren.
- Beenden Sie die Einstellungen durch Drücken der Taste **ESC** oder der **START/STOPP**-Taste (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

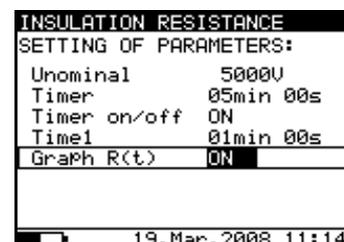


Bild 14. Einstellmenü bei der Isolationswiderstandsmessung

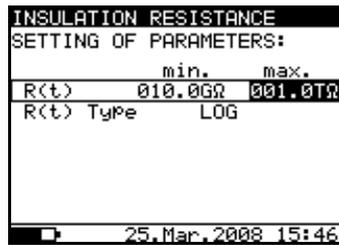


Bild 15. Einstellmenü für das R(t)-Diagramm

Hinweise:

- Wenn der Timer ausgeschaltet ist, ist es nicht möglich, das R(t)-Diagramm zu aktivieren.
- Die Zeitdauer des R(t)-Diagramms ist gleich dem Wert des Timers.
- Der Timerwert kann sehr groß sein (bis zu 30 Minuten); daher wird bei der Ausgabe des R(t)-Diagramms auf das Display ein spezieller Algorithmus zur automatischen Skalierung benutzt.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit der Taste ← aktiviert werden.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit den Tasten ← und → verschoben werden.

Warnung!

- Zu Sicherheitsmaßnahmen beachten Sie das Kapitel „Warnungen“!

5.6 Diagnostic Test (Diagnoseprüfung)

Mit der Wahl dieser Funktion werden die folgenden Zustände angezeigt (Anfangszustand und Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung). **Bild 16** zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm deaktiviert ist.

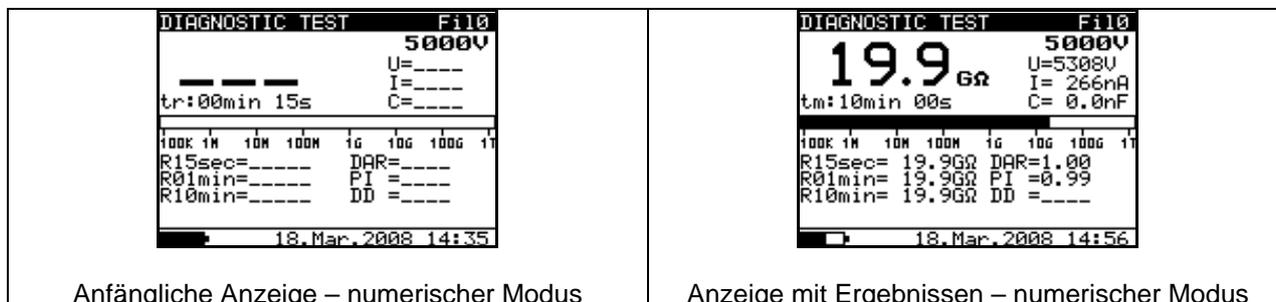


Bild 16. Anzeigezustände der Diagnoseprüfung - R(t)-Diagramm deaktiviert

Bild 17 zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist. Wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist, können Sie einfach im anfänglichen Zustand und im Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung durch Drücken der Tasten ↑ oder ↓ zwischen numerischem und grafischem Modus umschalten.

- ↑ grafischer Modus
- ↓ numerischer Modus

Hinweis:

- Es ist nicht möglich, den Darstellungsmodus umzuschalten, während eine Messung läuft!!!

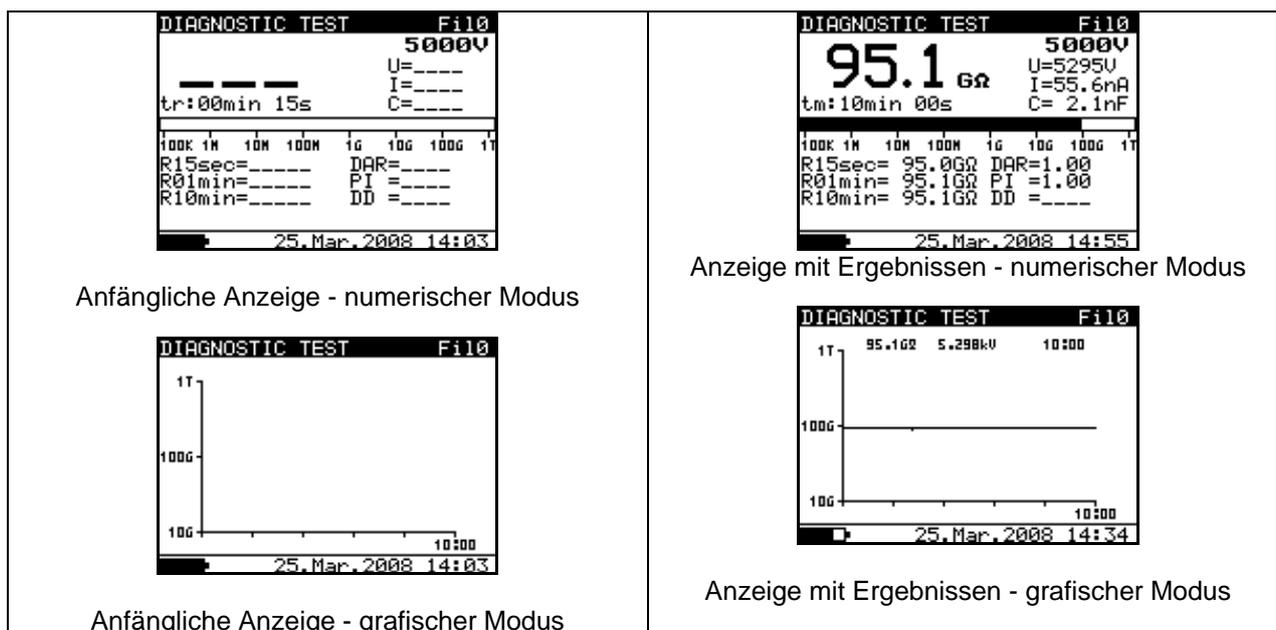


Bild 17. Anzeigezustände der Diagnoseprüfung - R(t)-Diagramm aktiviert

Die Diagnoseprüfung ist ein Langzeittest zum Bewerten der Qualität des zu prüfenden Isolationsmaterials. Die Ergebnisse dieser Prüfung ermöglichen eine Entscheidung über den vorsorglichen Austausch von Isolationsmaterial.

DIELEKTRISCHES ABSORPTIONSVERHÄLTNIS (DAR)

DAR ist das Verhältnis der Isolationswiderstandswerte, gemessen nach 15 s und nach 1 min. Die DC-Prüfspannung steht während der gesamten Prüfungsperiode an. (Auch die Isolationswiderstandsmessung läuft weiter.) Nach dem Abschluss wird der DAR-Wert angezeigt:

$$DAR = \frac{R_{iso}(1\text{min})}{R_{iso}(15\text{s})}$$

Einige anwendbare Werte:

DAR-Wert	Zustand des geprüften Materials
< 1,25	Nicht akzeptabel
< 1,6	Wird als gute Isolation betrachtet
> 1,6	Ausgezeichnet

Hinweis: Bei der Bestimmung von R_{iso} (15 s) achten Sie auf die Kapazität des Prüflings. Sie muss innerhalb des ersten Zeitabschnitts (15 s) aufgeladen sein. Die ungefähre maximale Kapazität wird unter Verwendung folgender Gleichung ermittelt:

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

mit

t..... Dauer des ersten Zeitabschnitts (z. B. 15 s)

U..... Prüfspannung

Um dieses Problem zu umgehen, erhöhen Sie den Parameter **DIAG. Starting time** im Menü CONFIGURATION, weil der Start des Timers in den Funktionen unter DIAGNOSTIC TEST von der Prüfspannung abhängt. Der Timer beginnt zu laufen, wenn die Prüfspannung die Schwellenspannung erreicht, die das Produkt der Parameter **DIAG. Starting time** und **Unominal** (Nennprüfspannung) ist.

Die Verwendung von Filtern (Fil1, Fil2, Fil3) wird in der DAR-Funktion nicht empfohlen!

Die Analyse der Veränderung des gemessenen Isolationswiderstandes über die Zeit und die Berechnung von DAR und PI sind sehr nützliche Wartungstests für ein Isolationsmaterial.

POLARISATIONSINDEX (PI)

PI ist das Verhältnis der Isolationswiderstandswerte, gemessen nach 1 Minute und nach 10 Minuten. Die DC-Prüfspannung steht während des gesamten Messzeitraums an.

(Auch eine Isolationswiderstandsmessung läuft.) Nach Abschluss wird das PI-Verhältnis angezeigt:

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

Hinweis: Achten Sie bei der Bestimmung von $R_{iso}(1 \text{ min})$ genau auf die Kapazität des Prüflings. Sie muss innerhalb des ersten Zeitabschnitts (1 min) aufgeladen sein. Die ungefähre maximale Kapazität wird unter Verwendung folgender Gleichung ermittelt:

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

Mit:

t..... Dauer des ersten Zeitabschnitts (z. B. 1 min)

U..... Prüfspannung.

Um dieses Problem zu umgehen, erhöhen Sie den Parameter **DIAG. Starting time** im Menü CONFIGURATION, weil der Start des Timers in den Funktionen unter DIAGNOSTIC TEST von der Prüfspannung abhängt. Der Timer beginnt zu laufen, wenn die Prüfspannung die Schwellenspannung erreicht, die das Produkt der Parameter **DIAG. Starting time** und **Unominal** (Nennprüfspannung) ist.

Die Analyse der Veränderung des gemessenen Isolationswiderstandes über die Zeit und die Berechnung von DAR und PI sind sehr nützliche Wartungstests für ein Isolationsmaterial.

PRÜFUNG DER DIELEKTRISCHEN ENTLADUNG (DD)

DD ist die diagnostische Isolationsprüfung, die nach Abschluss der Isolationswiderstandsmessung ausgeführt wird. Typischerweise wird das Isolationsmaterial 10 bis 30 min an der Prüfspannung gelassen und dann entladen, bevor die DD-Prüfung ausgeführt wird. Nach 1 Minute wird ein Entladestrom gemessen, um die Ladungsreabsorption des Isolationsmaterials zu erfassen. Ein hoher Reabsorptionsstrom weist auf eine – meist durch Feuchtigkeit hervorgerufene – kontaminierte Isolation hin:

$$DD = \frac{I_{dis1 \text{ min}} [mA]}{U [V] \cdot C [F]}$$

Mit:

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

UPrüfspannung

CKapazität des Prüflings.

Messverfahren:

- Wählen Sie im **HAUPTMENÜ** die Funktion **DIAGNOSTIC TEST**.
- Schließen Sie die Messleitungen an das Instrument und den Prüfling an.
- Drücken Sie die **START/STOPP**-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis der Timer abläuft; das Ergebnis wird angezeigt.
- Warten Sie, bis sich der Prüfling entladen hat.
- Das Ergebnis kann optional durch zweimaliges Drücken der Taste **MEM** gespeichert werden, siehe Kapitel 6.1: Speichern, Abrufen und Löschen.

Legende der angezeigten Symbole:

DIAGNOSTIC TEST	Bezeichnung der gewählten Funktion
Fi10 (Fi11, Fi12, Fi13)	Aktivierter Filtertyp, siehe Kapitel 5.3. Konfiguration
5000V	Eingestellte Prüfspannung – Schrittweite 25 V
U=5295	Tatsächliche Prüfspannung – Messwert
I=55.6nA	Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert
10.5GΩ	Isolationswiderstand – Ergebnis
C=2.1nf	Kapazität des Prüflings
Tr:00min 15s	Eingestellter Timerwert
Bar	Analoge Darstellung des Ergebnisses Riso
R15sec=10.6GΩ	Nach der eingestellten Zeit 1 gemessener Widerstandswert
R01min=10.5GΩ	Nach der eingestellten Zeit 2 gemessener Widerstandswert
R10min=10.5GΩ	Nach der eingestellten Zeit 3 gemessener Widerstandswert
DAR=1.67	DAR als Verhältnis von R1min / R15s
PI=1.21	PI als Verhältnis von R03/R02
DD=___	Ergebnis für DD

Hinweise:

- Während der Messung erscheint ein Hochspannungswarnsymbol auf dem Display, um den Bediener vor einer potentiell gefährlichen Prüfspannung zu warnen.
- Der Wert der Kapazität wird während des abschließenden Entladens des Prüflings gemessen.
- Falls dies aktiviert ist, misst das Instrument die dielektrische Entladung (DD), wenn die Kapazität im Bereich 5 nF bis 50 µF liegt.

Einstellparameter für die Diagnoseprüfung:

- Drücken Sie die Taste **SELECT**; das Einstellmenü erscheint im Display, siehe **Bild 18**.
- Wählen Sie mit den Tasten \uparrow und \downarrow den einzustellenden Parameter.
- Stellen Sie den Parameter mit den Tasten \leftarrow und \rightarrow ein.

Beenden Sie die Einstellung durch Drücken der Taste **ESC** oder der **START/STOPP**-Taste (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

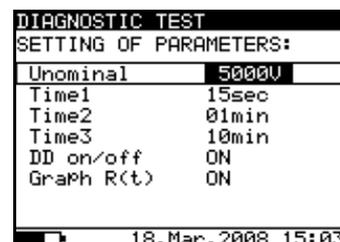


Bild 18. Einstellmenü der Diagnoseprüfung

Legende der angezeigten Symbole:

DIAGNOSTIC TEST		Bezeichnung der gewählten Funktion
SETTING PARAMETERS:		
Unominal	5000V	Eingestellte Prüfspannung – Schrittweite 25 V
Time1	01min	Zeitpunkt zum Erfassen des Ergebnisses für R1min
Time2	02min	Zeitpunkt zum Erfassen des Ergebnisses für R2min und zum Berechnen von DAR
Time3	03min	Zeitpunkt zum Erfassen des Ergebnisses für R3min und zum Berechnen von PI
DD on/off	ON	ON: DD aktiviert; OFF: DD deaktiviert
Graph R(t)	ON	Aktivieren/Deaktivieren des R(t)-Diagramms

Time1, Time2 und Time3 sind Timer mit demselben Startpunkt. Der Wert stellt jeweils die Dauer vom Start der Messung an dar. Die maximale Zeit beträgt 30 min. Das folgende **BILD 19** zeigt die Beziehungen zwischen den Timern.

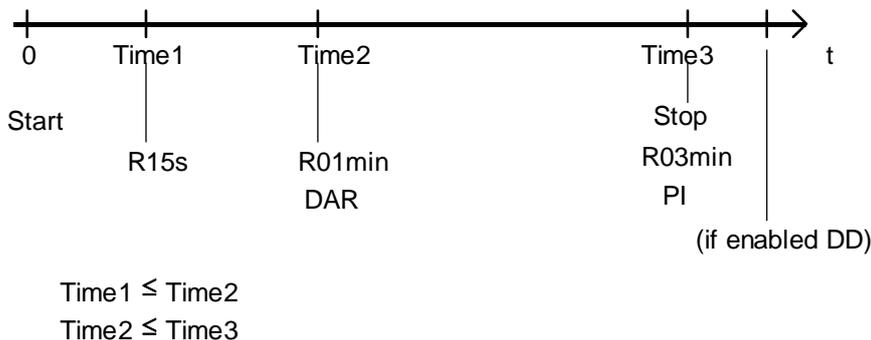


Bild 19. Beziehungen zwischen den Timern

Aktivieren/Deaktivieren des R(t)-Diagramms und Einstellen der Parameter für das R(t)-Diagramm in der Funktion **Diagnostic Test** (Diagnoseprüfung):

- Drücken Sie die Taste **SELECT**; das Einstellmenü erscheint im Display, siehe **Bild 20**.
- Wählen Sie mit den Tasten **↑** und **↓** den einzustellenden Parameter **Graph R(t)**.
- **Aktivieren/deaktivieren** Sie **Graph R(t)** mit den Tasten **←** und **→**.
- Drücken Sie die Taste **SELECT**, um die Parameter für **Graph R(t)** einzustellen, siehe **Bild 21**. Drücken Sie die Taste **ESC**, um zum Grund-Einstellmenü der Funktion **Diagnostic Test** (Diagnoseprüfung) zurückzukehren.

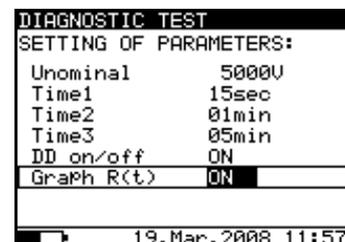


Bild 20. Einstellmenü für die Messung bei der Diagnoseprüfung

- Beenden Sie die Einstellungen durch Drücken der Taste **ESC** oder der **START/STOPP**-Taste (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

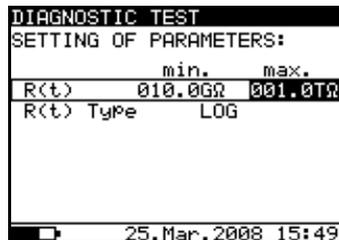


Bild 21. Einstellmenü für das R(t)-Diagramm

Hinweise:

- Die Zeitdauer des R(t)-Diagramms ist gleich dem Wert von Timer 3.
- Der Timerwert könnte sehr groß sein (bis zu 30 Minuten); daher wird bei der Ausgabe des R(t)-Diagramms auf das Display ein spezieller Algorithmus zur automatischen Skalierung benutzt.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit der Taste ← aktiviert werden.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit den Tasten ← und → verschoben werden.

Warnung!

- Zu Sicherheitsmaßnahmen beachten Sie das Kapitel „Warnungen“!

5.7 Stufenspannungsprüfung des Isolationswiderstands

Mit der Wahl dieser Funktion werden die folgenden Zustände angezeigt (Anfangszustand und Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung). **Bild 22** zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm deaktiviert ist.

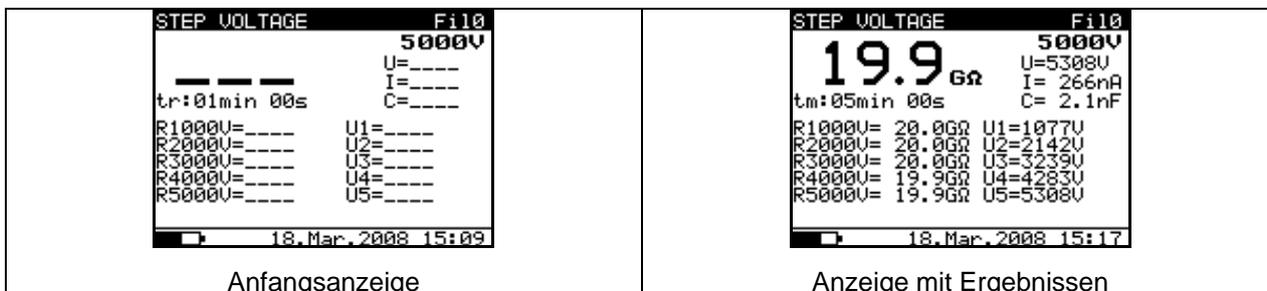


Bild 22. Anzeigezustände der Funktion **Step Voltage** (Stufenspannung) - **R(t)-Diagramm deaktiviert**

Bild 23 zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist. Wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist, können Sie einfach im anfänglichen Zustand und im Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung durch Drücken der Tasten \uparrow oder \downarrow zwischen numerischem und grafischem Modus umschalten.

- \uparrow grafischer Modus
- \downarrow numerischer Modus

Hinweis:

- Es ist nicht möglich, den Darstellungsmodus umzuschalten, während eine Messung läuft!!!

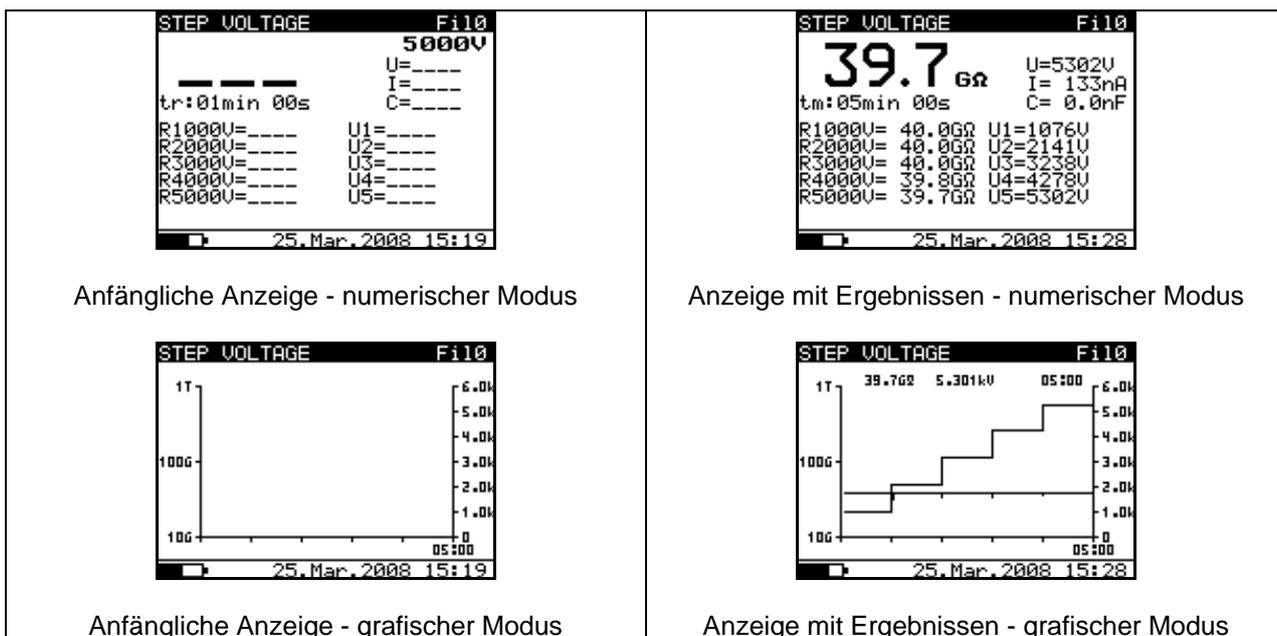


Bild 23. Anzeigezustände der Funktion **Step Voltage** (Stufenspannung) - **R(t)-Diagramm aktiviert**

Bei dieser Prüfung wird die Isolation in fünf gleichen Zeitintervallen mit Prüfspannungen ab einem Fünftel der Endprüfspannung bis zum Endwert geprüft (siehe **Bild 24**). Diese Funktion gibt die Beziehung zwischen dem Isolationswiderstand eines Materials und der angelegten Spannung an.

Messverfahren:

- Verbinden Sie die Prüflleitungen mit dem Instrument und dem Prüfling.
- Drücken Sie die **START/STOPP**-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis der Timer abläuft; das Ergebnis wird angezeigt.
- Warten Sie, bis der Prüfling entladen ist.
- Die Ergebnisse können optional durch zweimaliges Drücken der Taste **MEM** gespeichert werden, siehe Kapitel 6.1: Speichern, Abrufen und Löschen gespeicherter Ergebnisse.

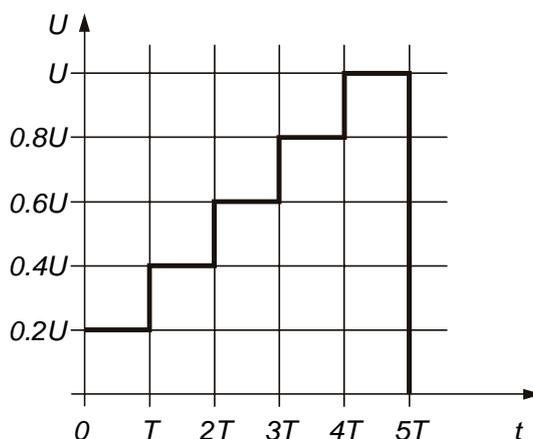


Bild 24. Stufenweise erhöhte Prüfspannung

Legende der angezeigten Symbole:

STEP VOLTAGE	Bezeichnung der gewählten Funktion
Fi10 (Fi11, Fi12, Fi13)	Aktivierter Filtertyp, siehe Kapitel 5.3. Konfiguration
5000V	Eingestellte Prüfspannung – Schrittweite 125 V
U=5308V	Tatsächliche Prüfspannung – Messwert
I=266nA	Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert
19.9GΩ	Isolationswiderstand – Ergebnis
C=1.2nF	Kapazität des Prüflings
Tm:05min 00s	Tatsächliche Prüfdauer
R1000V=20.0GΩ	Letztes Ergebnis der 1. Stufe
R2000V=20.0GΩ	Letztes Ergebnis der 2. Stufe
R3000V=20.0GΩ	Letztes Ergebnis der 3. Stufe
R4000V=19.9GΩ	Letztes Ergebnis der 4. Stufe
R5000V=19.9GΩ	Letztes Ergebnis der 5. Stufe
U1=1077V	1. Stufenspannung
U2=2142V	2. Stufenspannung
U3=3239V	3. Stufenspannung
U4=4283V	4. Stufenspannung
U5=5308V	5. Stufenspannung

Hinweise:

- Die Timerinformation enthält die Zeit vom Start der Messung bis zum Abschluss jeder Stufenmessung.
- Nach Abschluss der Messung zeigt die Timerinformation die gesamte Messzeit an.
- Während der Messung erscheint ein Hochspannungswarnsymbol auf dem Display, um den Bediener vor einer potentiell gefährlichen Prüfspannung zu warnen.
- Der Wert der Kapazität wird während des abschließenden Entladens des Prüflings gemessen.

Einstellen der Parameter für die Stufenspannungsprüfung:

- Drücken Sie die Taste **SELECT**; das Einstellmenü (**Bild 25**) erscheint im Display.
- Wählen Sie mit den Tasten ↓ und ↑ den einzustellenden Parameter (die Zeile).
- Stellen Sie den Parameter mit den Tasten ← und → ein.

Beenden Sie die Einstellung der Parameter durch Drücken der Taste **ESC** oder der **START/STOPP**-Taste (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

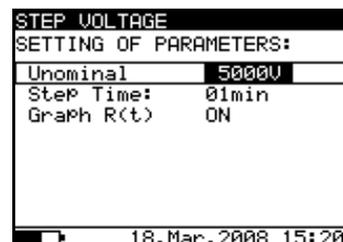


Bild 25. Einstellmenü bei der Stufenspannungsprüfung

Legende der angezeigten Symbole:

STEP VOLTAGE		Bezeichnung der gewählten Funktion
SETTING PARAMETERS:		
Unominal	5000V	Eingestellte Prüfspannung – Schrittweite 125 V
Step Time	01min	Messdauer pro Stufe
Graph R(t)	ON	Aktivieren/Deaktivieren des R(t)-Diagramms

Hinweis:

- Der Maximalwert für Step Time beträgt 30 min.

Aktivieren/Deaktivieren des R(t)-Diagramms und Einstellen der Parameter für das R(t)-Diagramm in der Funktion **Step Voltage** (Stufenspannung):

- Drücken Sie die Taste **SELECT**; das Einstellmenü erscheint im Display, siehe **Bild 26**.
- Wählen Sie mit den Tasten ↑ und ↓ den einzustellenden Parameter **Graph R(t)**.
- **Aktivieren/deaktivieren Sie Graph R(t)** mit den Tasten ← und →.
- Drücken Sie die Taste **SELECT**, um die Parameter für **Graph R(t)** einzustellen, siehe **Bild 27**. Drücken Sie die Taste **ESC**, um zum Grund-Einstellmenü in der Funktion **Step Voltage** (Stufenspannung) zurückzukehren.

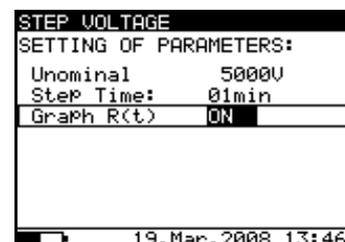


Bild 26. Einstellmenü bei der Stufenspannungsprüfung

- Beenden Sie die Einstellungen durch Drücken der Taste **ESC** oder der **START/STOPP**-Taste (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

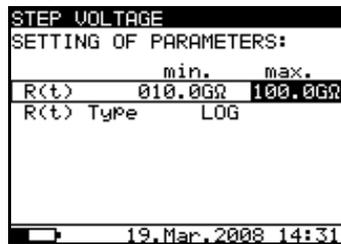


Bild 27. Einstellmenü für das R(t)-Diagramm

Hinweise:

- Die Zeitdauer des R(t)-Diagramms ist gleich dem Wert der Step Time (Stufenzeit), multipliziert mit 5.
- Der Timerwert könnte sehr groß sein (bis zu 150 Minuten); daher wird bei der Ausgabe des R(t)-Diagramms auf das Display ein spezieller Algorithmus zur automatischen Skalierung benutzt.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit der Taste ← aktiviert werden.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit den Tasten ← und → verschoben werden.

Warnung!

- Zu Sicherheitsmaßnahmen beachten Sie das Kapitel „Warnungen“!

5.8 Stehspannung

Diese Funktion bietet eine Stehspannungsprüfung von Isolationsmaterial. Sie umfasst zwei Arten von Prüfungen:

- a) Durchschlagsspannungsprüfung von Hochspannungsbauteilen, z. B. Überspannungsableitern
- b) DC-Stehspannungsprüfung zu Zwecken der Isolationseinordnung.

Beide Funktionen erfordern eine Erfassung des Durchschlagsstroms. In der Funktion wird die Prüfspannung von der Anfangsspannung bis zur Endspannung über eine vorgegebene Zeit (durch die Parameter eingestellt) erhöht. Die Endspannung wird dann über eine vorgegebene Prüfzeit gehalten (siehe **Bild 28**).

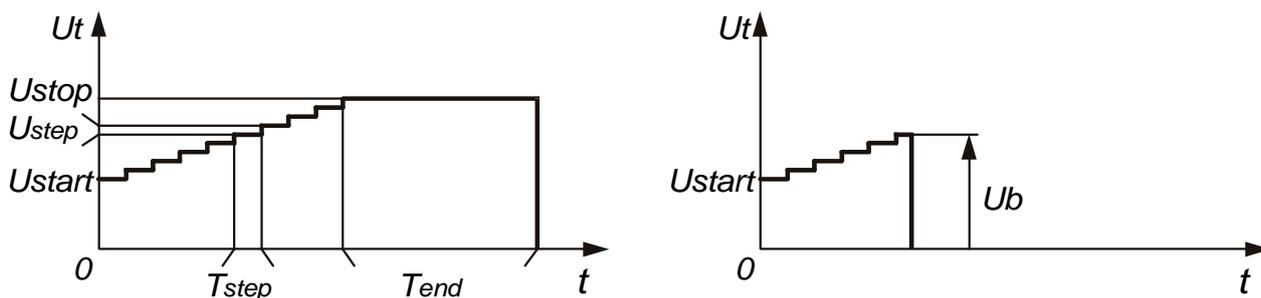


Bild 28. Darstellung der Prüfspannung ohne Durchschlag (linker Teil) und mit Durchschlag (rechter Teil)

- Ut..... Prüfspannung
- Ustop .. Endprüfspannung
- Ustep .. Spannungsstufe, ca. 25 V (fester Wert - nicht einstellbar)
- Ustart .. Startspannung
- Tstep... Dauer der Prüfspannung pro Stufe
- Tend ... Konstante Dauer der Prüfspannung nach Erreichen des Endwertes
- t..... Zeit
- Ub..... Durchschlagsspannung

Mit der Wahl dieser Funktion werden die folgenden Zustände angezeigt. **Bild 29** zeigt den anfänglichen Bildschirm und einen Bildschirm mit Ergebnissen nach Abschluss einer Messung.

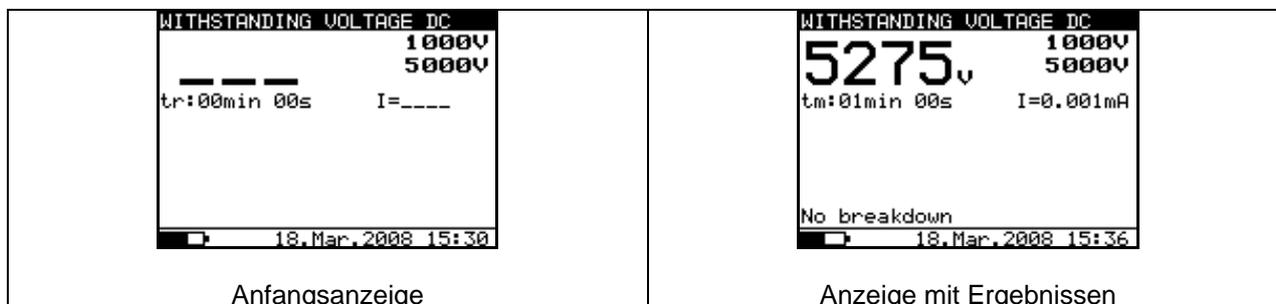


Bild 29. Anzeigezustände der Stehspannungsfunktion

Legende der angezeigten Symbole:

WITHSTANDING VOLTAGE DC	Bezeichnung der gewählten Funktion
1000V	Startprüfspannung
5000V	Stoppprüfspannung
5275V	Tatsächliche Prüfspannung – Messwert
I=0.001mA	Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert
tm:01min 00s	Timerinformation

Messverfahren:

- Schließen Sie die Messleitungen an das Instrument und den Prüfling an.
- Drücken Sie die **START/STOPP**-Taste, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis die eingestellten Timer ablaufen oder ein Durchschlag auftritt. (Das Ergebnis wird angezeigt.)
- Warten Sie, bis der Prüfling entladen ist.
- Die Ergebnisse können durch zweimaliges Drücken der Taste **MEM** gespeichert werden, siehe Kapitel 6.1: Speichern, Abrufen und Löschen gespeicherter Ergebnisse.

Hinweis:

- Ein Durchschlag wird erkannt, wenn der gemessene Strom den eingestellten Strompegel I_{trigg} erreicht oder überschreitet.

Hinweise:

- Während der Messung zeigt die Timerinformation die Zeit an, die noch zur Fertigstellung jedes Schrittes benötigt wird. Nach Abschluss der Messung zeigt sie die gesamte Messzeit an.
- Während der Messung erscheint ein Hochspannungswarnsymbol auf dem Display, um den Bediener vor einer potentiell gefährlichen Prüfspannung zu warnen.

Legende der angezeigten Symbole:

WITHSTANDING VOLTAGE DC	Bezeichnung der gewählten Funktion
SETTING PARAMETERS:	
Ustart	1000V Startprüfspannung, Schrittweite = 25 V
Ustop	5000V Stoppprüfspannung, Schrittweite = 25 V
Tstep	00min 00s Dauer der Prüfspannung für eine Stufe
Tend	01min 00s Dauer der konstanten Prüfspannung nach Erreichen des Stoppwertes
Itrigg	1.000mA Eingestellter Auslöseleckstrom, Stufe = 10 µA

Einstellen der Parameter für die Stehspannungsprüfung:

- Drücken Sie die Taste **SELECT**. (Das Einstellmenü erscheint im Display, siehe **Bild 30**).
- Wählen Sie mit den Tasten ↓ und ↑ den einzustellenden Parameter (die Zeile).
- Stellen Sie den Parameter mit den Tasten ← und → ein oder springen Sie durch Drücken der Taste **SELECT** zum nächsten Unterparameter (wenn es zwei oder mehr Unterparameter gibt) und wiederholen

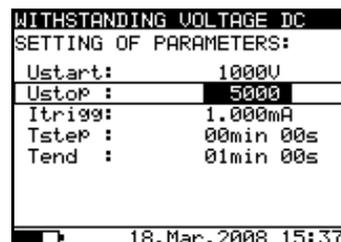


Bild 30. Einstellmenü bei der Funktion Stehspannungsprüfung

Sie die Einstellung.

- Beenden Sie die Einstellung der Parameter durch Drücken der Taste **ESC** oder der **START/STOPP**-Taste (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

Hinweise:

Tstep und Tend sind unabhängige Timer. Die maximale Zeit für jeden Timer beträgt 30 min 60 s. Tend beginnt nach Abschluss der Rampenzeit. Die Rampenzeit kann berechnet werden mit:

$$\text{Tramp} \approx \text{Tstep} \cdot (\text{Ustop} - \text{Ustart}) / 25 \text{ V}$$

Wenn Tstep auf 00min 00s eingestellt ist, erhöht sich die Rampenspannung um etwa 25 V pro 2 s.

Warnung!

- Zu Sicherheitsmaßnahmen beachten Sie das Kapitel „Warnungen“!

6 Arbeiten mit den Ergebnissen

6.1 Speichern, Abrufen und Löschen von Ergebnissen

Das Instrument enthält einen batteriegepufferten Speicher, um die Ergebnisse zu bewahren, wenn die Spannungsversorgung abgetrennt wird. Dies erlaubt dem Prüftechniker, die Messungen durchzuführen und später abzurufen. Auf diese Weise kann der Techniker Ergebnisse am Instrument abrufen, analysieren und ausdrucken oder sie zur weiteren Analyse auf einen Computer übertragen.

Nach Drücken der Taste **MEM** wird das Speichermenü (**Bild 31**) angezeigt. Hier hat der Techniker die Wahl, Ergebnisse zu speichern, abzurufen oder zu löschen.

SAVE | CLR | RCL | nnnn

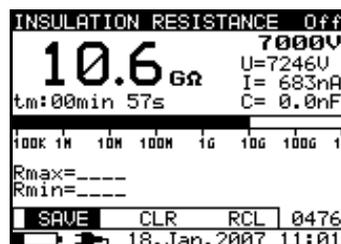


Bild 31. Menü Speicherbetrieb

Hinweise:

nnnn ist die laufende Nummer des Ergebnisses

Es gibt die folgenden, mit den Pfeiltasten ← oder → auswählbaren Optionen:

- Zum Abspeichern des Ergebnisses: Wählen Sie **SAVE** und bestätigen Sie durch Drücken der Taste **MEM**. Wenn Graph R(t) (R(t)-Diagramm) in der Messung aktiviert ist, wird es automatisch mit der Messung gespeichert.
- Zum Abrufen eines gespeicherten Ergebnisses: Wählen Sie **RCL** und bestätigen Sie durch Drücken der Taste **MEM**. Das letzte gespeicherte Ergebnis wird angezeigt. Das Menü wird ersetzt durch:

Abrufen einer Messung ohne das R(t)-Diagramm:

Recall: 0006

Abrufen einer Messung mit dem R(t)-Diagramm:

Recall: 0007 G

„0006“ und „0007“ stellen jeweils die laufende Nummer der gespeicherten Ergebnisse dar. Der Buchstabe G steht für das R(t)-Diagramm, falls beigefügt. Mit den Tasten ↑ und ↓ kann in den Ergebnissen geblättert werden.

Zum Anschauen des R(t)-Diagramms drücken Sie die Taste **SELECT**, zur Rückkehr zum numerischen Messergebnis die Taste **ESC**.

Die Abruffunktion kann durch Drücken der Taste **ESC** oder **Start** verlassen werden.

- Zum Löschen des letzten gespeicherten Ergebnisses: Wählen Sie **CLR** und bestätigen Sie durch Drücken der Taste **MEM**.

Zum Löschen des gesamten Speichers siehe Abschnitt 4.2.: Konfiguration.

Zusätzlich zum Hauptergebnis werden auch die Untergebnissen und Parameter der gewählten Funktion aufgezeichnet. Die folgende Liste beschreibt alle für jede Funktion gespeicherten Daten.

Funktion	Liste der gespeicherten Daten
Voltage	Funktionsbezeichnung Gemessene Spannung Frequenz der Messspannung Laufende Nummer des gespeicherten Ergebnisses Datum * Uhrzeit *
Insulation resistance	Funktionsbezeichnung Gemessener Isolationswiderstandswert Eingestellte Prüfspannung Tatsächliche Prüfspannung - Messwert Tatsächlicher Prüfstrom - Messwert Kapazität des Prüflings Dauer der Messung Erfasster Maximalwert des gemessenen Widerstands Erfasster Maximalwert des gemessenen Widerstands Laufende Nummer des gespeicherten Ergebnisses Datum * Uhrzeit *
Diagnostic test	Funktionsbezeichnung Letzter gemessener Isolationswiderstand Eingestellte Prüfspannung Tatsächliche Prüfspannung - Messwert Tatsächlicher Prüfstrom - Messwert Kapazität des Prüflings Dauer der vollständigen Prüfung Nach T1 erfasster Isolationswiderstand Nach T2 erfasster Isolationswiderstand Nach T3 erfasster Isolationswiderstand DAR-Wert PI-Wert DD-Wert Laufende Nummer des gespeicherten Ergebnisses Datum * Uhrzeit *

Withstanding voltage DC	Funktionsbezeichnung Letzte gemessene Prüfspannung Eingestellte Startspannung Eingestellte Stoppspannung Eingestellter Auslösestromwert Tatsächlicher Prüfstrom - Messwert Eingestellte Stufenprüfzeit Eingestellte Endzeit Tatsächliche Prüfzeit (bei der Stoppprüfspannung) Laufende Nummer des gespeicherten Ergebnisses Datum * Uhrzeit *
Step voltage	Funktionsbezeichnung Letzter gemessener Isolationswiderstand Eingestellte Prüfspannung Tatsächliche Prüfspannung - Messwert Tatsächlicher Prüfstrom - Messwert Kapazität des Prüflings Gesamt-Messdauer Gemessener Widerstand in der ersten Stufe mit Nennspannung Tatsächliche Prüfspannung in der ersten Stufe - Messwert Gemessener Widerstand in der zweiten Stufe mit Nennspannung Tatsächliche Prüfspannung in der zweiten Stufe - Messwert Gemessener Widerstand in der dritten Stufe mit ihrer Nennspannung Tatsächliche Prüfspannung in der dritten Stufe - Messwert Gemessener Widerstand in der vierten Stufe mit Nennspannung Tatsächliche Prüfspannung in der vierten Stufe - Messwert Gemessener Widerstand in der letzten Stufe mit Nennspannung Tatsächliche Prüfspannung in der letzten Stufe - Messwert Laufende Nummer des gespeicherten Ergebnisses Datum * Uhrzeit *

Hinweis:

- *Datum und Uhrzeit **der Speicherung** des Prüfergebnisses werden auf den PC übertragen, während Datum und Uhrzeit **des Abrufens** beim Abruf von Ergebnissen angezeigt werden.

6.2 Übertragen von Ergebnissen auf einen PC

Gespeicherte Ergebnisse können auf einen PC übertragen werden. Ein spezielles Kommunikationsprogramm – **TeraLink-PRO** – bietet die Möglichkeit, das Instrument zu erkennen und die Daten herunterzuladen.

Übertragung der gespeicherten Daten:

Verbinden Sie das Instrument über das Kommunikationskabel (RS232 oder USB) mit der betreffenden Schnittstelle des PCs.

- Schalten Sie sowohl den PC als auch das Instrument ein.
- Stellen Sie im Menü CONFIGURATION des Instruments (Kapitel 4.2) den Kommunikationsmodus (RS232 oder USB) und die entsprechende Baudrate ein. Verlassen Sie anschließend das Menü CONFIGURATION durch Drücken der Taste ESC.
- Führen Sie das Programm **Teralink-PRO** auf dem PC aus. Stellen Sie im Menü Configuration / Com Port die Schnittstelle und die Baudrate ein. Es kann auch die Funktion **Auto Find** verwendet werden, um die Einstellungen für die Schnittstelle automatisch zu konfigurieren. Wenn die Funktion **Auto Find** bei der ersten Ausführung nicht erfolgreich ist, versuchen Sie es nochmals.
- Der PC und das Instrument sollten einander automatisch erkennen.

Mit dem Programm TeraLink können folgende Aufgaben erfüllt werden:

- Herunterladen von Daten;
- Löschen der Daten des Instruments;
- Ändern und Herunterladen von Benutzerdaten;
- Erstellen eines einfachen Protokollformulars;
- Erstellen einer Datei zum Import in eine Tabellenkalkulation.

Das Programm **Teralink-PRO** ist eine PC-Software unter Windows **2000/XP/VISTA™**.

7 Wartung

7.1 Inspektion

Um die Sicherheit des Bedieners zu gewährleisten und die Zuverlässigkeit des Instruments zu sichern, ist zu empfehlen, das Instrument regelmäßig zu kontrollieren. Stellen Sie sicher, dass das Instrument und sein Zubehör nicht beschädigt sind. Wenn ein Defekt gefunden wird, wenden Sie sich an Ihren Kundendienst, Händler oder Hersteller.

7.2 Erstmaliges Einsetzen und Laden der Batterien

Die Batteriezellen befinden sich im unteren Teil des Gerätegehäuses unter der Batterieabdeckung (siehe **Bild 32**). Beim erstmaligen Einsetzen der Batterien beachten Sie bitte Folgendes:

- ◆ **Trennen Sie vor dem Öffnen der Batterieabdeckung das gesamte Messzubehör und das Netzkabel vom Instrument, um einen elektrischen Schlag zu vermeiden.**
- ◆ **Nehmen Sie die Batterieabdeckung ab.**
- ◆ **Setzen Sie die Batterien korrekt ein (siehe **Bild 32**), sonst funktioniert das Prüfgerät nicht!**
- ◆ **Setzen Sie die Batterieabdeckung wieder auf und befestigen Sie sie.**

Schließen Sie das Gerät 14 Stunden lang an das Stromnetz an, um die Batterien voll aufzuladen. (Der typische Ladestrom beträgt 300 mA.)

Wenn Sie die Batterien zum ersten Mal laden, sind etwa 3 Lade- und Entladezyklen nötig, damit die Batterien die volle Kapazität erreichen.

7.3 Austausch und Laden der Batterien

Das Instrument ist zum Betrieb über wiederaufladbare Batterien mit Netzunterstützung vorgesehen. Das Display enthält eine Anzeige über den Batteriezustand (links unten im Display). Wenn die Anzeige für schwache Batterieladung erscheint, müssen die Batterien geladen werden; schließen Sie das Gerät 14 Stunden lang an das Stromnetz an, um die Zellen wieder aufzuladen. Der typische Ladestrom beträgt 300 mA.

Hinweis:

- Nach der vollen Ladezeit braucht der Bediener das Gerät nicht vom Netz zu trennen. Das Gerät kann permanent angeschlossen bleiben.

Voll geladene wiederaufladbare Batterien können das Gerät ca. 4 h lang versorgen (fortlaufende Prüfarbeiten bei 10 kV).

Falls die Batterien lange Zeit gelagert wurden, sind etwa 3 Lade- und Entladezyklen nötig, damit sie die volle Kapazität erreichen.

Die Batteriezellen sind im unteren Teil des Gerätegehäuses unter der Batterieabdeckung untergebracht (siehe **Bild 32**). Falls die Batterien defekt werden, beachten Sie bitte Folgendes:

- ◆ **Vor dem Öffnen der Batterieabdeckung schalten Sie die Versorgung aus und trennen das gesamte Messzubehör und das Netzkabel vom Instrument, um einen elektrischen Schlag zu vermeiden.**
- ◆ **Nehmen Sie die Batterieabdeckung ab.**
- ◆ **Alle sechs Zellen müssen durch Zellen desselben Typs ersetzt werden.**
- ◆ **Setzen Sie die Batterien korrekt ein (siehe **Bild 32**), sonst funktioniert das Prüfgerät nicht, und die Batterien können sich entladen!**
- ◆ **Setzen Sie die Batterieabdeckung wieder auf und befestigen Sie sie.**
- ◆ **Das Gerät funktioniert nur, wenn aufladbare Batterien im Instrument eingesetzt sind.**

Die Versorgungs-Nennspannung beträgt 7,2 V Gleichspannung. Verwenden Sie sechs NiMH-Zellen einer Größe, die IEC LR14 entspricht (Maße: Durchmesser = 26 mm, Höhe = 46 mm). Korrekte Polung der Batterien: siehe folgendes **Bild 32**.

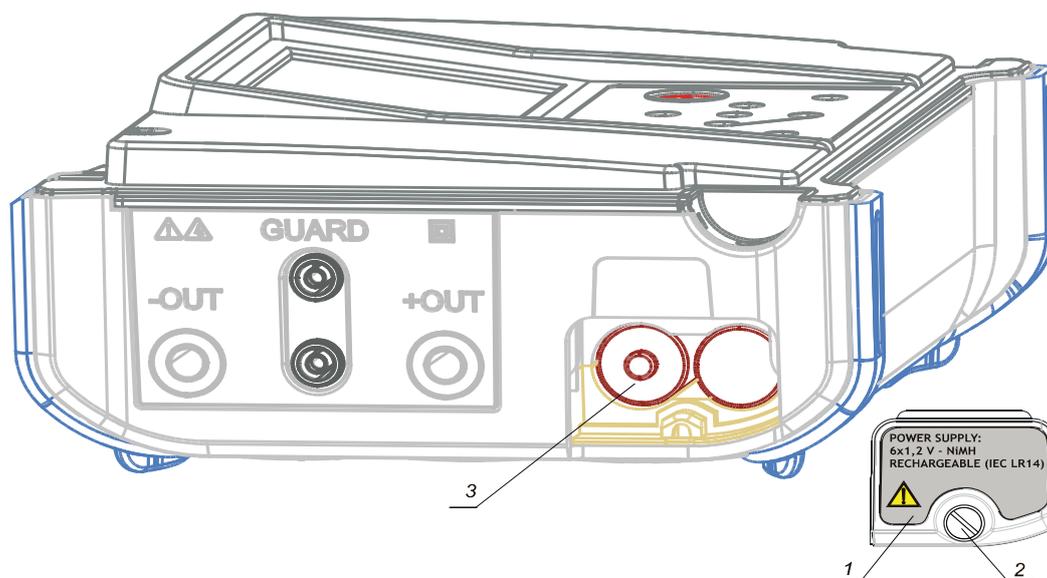


Bild 32. Korrekte Polung der eingesetzten Batterien

- 1..... Batteriedeckel
- 2..... Schraube (zum Ersetzen der Batterien zu lösen).
- 3..... Korrekt eingesetzte Batterien.

Achten Sie darauf, dass Batterien entsprechend den Richtlinien des Herstellers und gemäß den örtlichen und nationalen Bestimmungen der Behörden benutzt und entsorgt werden.



**TRENNEN SIE ALLE PRÜFLEITUNGEN AB UND SCHALTEN SIE DAS INSTRUMENT AUS, BEVOR SIE DEN BATTERIEFACHDECKEL ABNEHMEN!
GEFÄHRLICHE SPANNUNG!**

7.4 Reinigung

Benutzen Sie ein weiches Tuch, das leicht mit Seifenwasser oder Spiritus angefeuchtet ist, um die Oberfläche des Instruments zu reinigen. Lassen Sie danach das Instrument vor dem Gebrauch vollständig abtrocknen.

Hinweise!

- Keine Flüssigkeiten auf der Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen verwenden!
- Keine Reinigungsflüssigkeit über das Gerät schütten!

7.5 Kalibrierung

Es ist wichtig, dass alle Messinstrumente regelmäßig kalibriert werden. Bei gelegentlichem täglichem Gebrauch empfehlen wir die Durchführung einer jährlichen Kalibrierung. Wenn das Instrument jeden Tag durchgehend im Gebrauch ist, empfehlen wir eine Kalibrierung alle sechs Monate.

7.6 Kundendienst

Bei Reparaturen unter oder außerhalb der Garantie wenden Sie sich zu weiteren Informationen an Ihren Händler.

8 Technische Daten

8.1 Messspezifikationen

Hinweis: Alle Daten zur Genauigkeit beziehen sich auf Nenn (Referenz)-Umgebungsbedingungen.

Isolationswiderstand

Nennprüfspannung: 250 V bis 5 kV, Stufen von 25V

Stromvermögen des Prüfgenerators: >1 mA

Kurzschlussprüfstrom: 5 mA.

Automatisches Entladen des Prüflings: Ja

Messbereich Riso: 0,12 MΩ bis 10 TΩ*)

Anzeigebereich Riso	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 999 kΩ	1 kΩ	±(5 % der Anzeige + 3 Digits)
1,00 ÷ 9,99 MΩ	10 kΩ	
10,0 ÷ 99,9 MΩ	100 kΩ	
100 ÷ 999 MΩ	1 MΩ	
1,00 ÷ 9,99 GΩ	10 MΩ	
10,0 ÷ 99,9 GΩ	100 MΩ	
100 ÷ 999 GΩ	1 GΩ	±(15 % der Anzeige + 3 Digits)
1,00 ÷ 10,00 TΩ	10 GΩ	

Der Vollausschlag des Isolationswiderstands wird nach folgender Gleichung definiert:

$$R_{FS} = 2 \text{ G}\Omega * U_{\text{test}}[\text{V}]$$

DC-Prüfspannung:

Spannungswert: 250 V bis 5 kV.

Genauigkeit: -0 / +10 % + 20 V.

Ausgangsleistung: max. 5 W

Anzeigebereich Prüfspannung (V)	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 5500 V	1 V	±(3 % der Anzeige + 3 V)

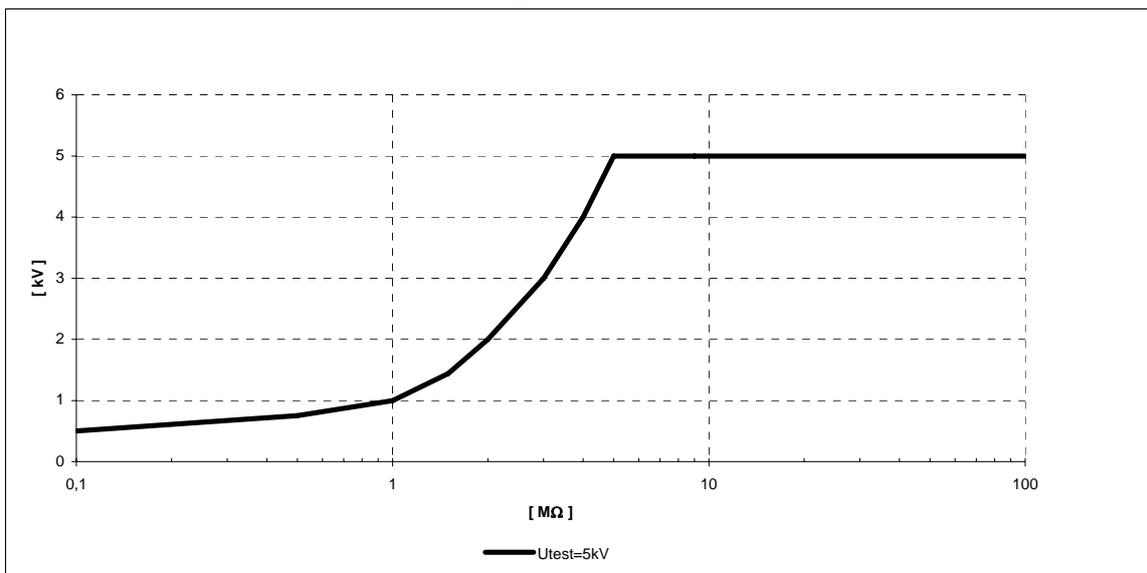
Strom:

Anzeigebereich I (mA)	Auflösung	Genauigkeit
1 ÷ 5,5 mA	10 μA	±(5 % der Anzeige + 0,05 nA)
100 ÷ 999 μA	1 μA	
10 ÷ 99,9 μA	100 nA	
1 ÷ 9,99 μA	10 nA	
100 ÷ 999 nA	1 nA	
10 ÷ 99,9 nA	0,1 nA	
0 ÷ 9,99 nA	0,01 nA	

Störstromunterdrückung (Widerstandslast)

Filteroption	Maximaler Strom bei 50 Hz (mAeff).
Fil0	1,5
Fil1	2,5
Fil2	4,5
Fil3	5

Generatorvermögen über dem Widerstand



Dielektrisches Absorptionsverhältnis DAR

Anzeigebereich DAR	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 99,9	0,01	±(5 % der Anzeige + 2 Digits)

Polarisationsindex PI

Anzeigebereich PI	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 99,9	0,01	±(5 % der Anzeige + 2 Digits)

Dielektrischer Verlustfaktor DD

Anzeigebereich DD	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 99,9	0,01	±(5 % der Anzeige + 2 Digits)

Kapazitätsbereich für DD-Prüfung: 5 nF bis 50 µF.

Stufenspannung

DC-Prüfspannung:

Spannungswert:

Jeder Wert innerhalb 1000 V (200 V, 400 V, 600 V, 800 V, 1000 V) und 5 kV (1000 V, 2000 V, 3000 V, 4000 V, 5000 V), Stufen von 125 V.

Genauigkeit:

-0 / +10 % + 20 V.

Anzeigebereich Prüfspannung (V)	Auflösung	Genauigkeit
---------------------------------	-----------	-------------

0 ÷ 5500 V	1 V	±(3 % der Anzeige + 3 V)
------------	-----	--------------------------

Leckstrom

Anzeigebereich Itrigg (mA)	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 5,5	1 µA	±(3 % der Anzeige + 3 Digits)

DC-Stehspannung

DC-Prüfspannung:

Spannungswert: 250 V bis 5 kV, Stufen von 25 V.

Genauigkeit: -0 / +10 % + 20 V.

Anzeigebereich Prüfspannung (V)	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 5500 V	1 V	±(3 % der Anzeige + 3 V)

Leckstrom

Anzeigebereich Itrigg (mA)	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 5,5	1 µA	±(3 % der Anzeige + 3 Digits)

Spannung

Wechsel- oder Gleichspannung

Anzeigebereich externe Spannung (V)	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 600	1 V	±(3 % der Anzeige + 4 V)

Frequenz der externen Spannung

Anzeigebereich (Hz)	Auflösung	Genauigkeit
0 und 45 ÷ 65	0,1 Hz	±0,2 Hz

Hinweis:

- Bei Frequenz zwischen 0 und 45 Hz wird angezeigt: <45 Hz.
- Bei Frequenz über 65 Hz wird angezeigt: >65 Hz.
- Bei Spannungen unter 10 V wird das Frequenzergebnis angezeigt als ---

Eingangswiderstand: 3 MΩ ± 10 %

Kapazität

Messbereich C: 50 µF*

Anzeigebereich C	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 99,9 nF	0,1 nF	±(5 % der Anzeige + 4 nF)
100 ÷ 999 nF	1 nF	
1 ÷ 50 µF	10 nF	

C gemessen, wenn R > 5 MΩ

*Der Vollausschlag der Kapazität wird nach folgender Gleichung definiert:

$$C_{FS} = 10 \mu F * U_{test}[kV]$$

8.2 Allgemeine Daten

Batterieversorgung	7,2 V= (6 x 1,2 V NiMH IEC LR14)
Netzversorgung	90-260 V~, 45-65 Hz, 60 VA
.....	(KAT III / 300 V)
Schutzklasse	Schutzisolierung <input type="checkbox"/>
Überspannungskategorie:.....	600 V KAT IV
Verschmutzungsgrad.....	2
Schutzgrad	IP 44 bei geschlossenem Gehäuse
Abmessungen (B x H x T).....	31 x 13 x 25 cm
Gewicht (ohne Zubehör, mit Batterien)	3 kg
Visuelle und akustische Warnungen.....	Ja
Display	LCD-Punktmatrix mit
.....	Hintergrundbeleuchtung – (160 x 116 Pixel)
Speicher	Interner nichtflüchtiger Speicher,
.....	1000 numerische Messungen mit Uhrzeit
.....	und Datum.

UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

Betriebstemperaturbereich	-10 ÷ 50 °C
Nenn- (Referenz-)Temperaturbereich.....	10 ÷ 30 °C
Lagerungstemperaturbereich.....	-20 ÷ +70 °C.
Max. Luftfeuchtigkeit	90 % r.F. (0 - 40 °C), ohne Kondensatbildung
Nenn- (Referenz-)Feuchtigkeitsbereich	40 ÷ 60 % r. F.
Nennhöhenlage	bis zu 2000 m

SELBSTKALIBRIERUNG

Selbstkalibrierung des Messsystems..... nach jedem Einschalten

ANSCHLUSSSYSTEM

Zwei Sicherheitsbananensteckerbuchsen .	+OUT, -OUT (10 kV KAT I, Grundisolierung)
Zwei SCHIRM-Bananensteckerbuchsen ...	GUARD (600V KAT IV, Schutzisolierung)
Schirmwiderstand	200 kΩ ± 10 %

ENTLADEN

Nach Abschluss jeder Messung.

Entladewiderstand:	300 kΩ ± 10 %
--------------------------	---------------

SERIELLE KOMMUNIKATION RS232

Serielle Kommunikation RS232	galvanisch getrennt
Baudraten:	4800, 9600, 19200 Baud, 1 Stoppbit,
.....	keine Parität.
Anschluss:	9-polige D-Standardbuchse RS232.

USB-KOMMUNIKATION

USB-Slave-Kommunikation	galvanisch getrennt
Baudrate:	115000 Baud,
Anschluss:	Standard-USB-Verbinder Typ B.

UHR

Eingebaute Echtzeituhr.....	Ständig angezeigt und als Parameter in Kombination mit dem Ergebnis gespeichert.
-----------------------------	--

Legende**Bild 1**

LC display	LCD-Display
Keypad	Tastatur

Bild 3

Please wait, discharging	Bitte warten, Entladen läuft
--------------------------	------------------------------

Bild 4

AUTO-CALIBRATION	SELBSTKALIBRIERUNG
TEST LEADS SHOULD BE DISCONNECTED DURING AUTO CALIBRATION	DIE PRÜFLEITUNGEN SOLLTEN WÄHREND DER SELBSTKALIBRIERUNG ABGETRENNT SEIN

Bild 4.2

Configuration	Konfiguration
Memory Clear	Speicher löschen
Press MEM to confirm!	Zum Bestätigen MEM drücken!

Bild 5

MAIN MENU	HAUPTMENÜ
INSULATION RESISTANCE	ISOLATIONSWIDERSTAND
DIAGNOSTIC TEST	DIAGNOSEPRÜFUNG
STEP VOLTAGE	STUFENSPANNUNG
WITHSTANDING VOLTAGE DC	DC-STEHSpannung
VOLTAGE	Spannung
CONFIGURATION	KONFIGURATION
18.Mar.2008	18.Mär.2008

Bild 6, Tabelle 1

Contrast	Kontrast
Filter	Filter
Time	Uhrzeit
Date	Datum
Com Port	Com-Schnittstelle
Memory clear	Speicher löschen
Initialization	Initialisierung
DIAG. Starting time	Startzeit der DIAGN.
Unominal	Unenn

Bild 7

surface	Oberfläche
material	Material
Guard	Schirm
Time/Secs	Zeit/s
200Secs/div	200 s/Teilstr.

Bild 10

VOLTAGE	SPANNUNG
Measuring	Messung läuft

Bild 11, 12, 13, 14, Tabellen

INSULATION RESISTANCE	ISOLATIONSWIDERSTAND
SETTING PARAMETERS	EINSTELLEN VON PARAMETERN
Unominal	Unenn
Timer	Timer
Timer on/off	Timer ein/aus
ON	EIN
OFF	AUS
Time1	Zeit1
Graph R(t)	R(t)-Diagramm

Bild 15

INSULATION RESISTANCE	ISOLATIONSWIDERSTAND
SETTING OF PARAMETERS	EINSTELLEN VON PARAMETERN
Type	Typ

Bild 16, 17

DIAGNOSTIC TEST	DIAGNOSEPRÜFUNG
-----------------	-----------------

Text zu DIELEKTRISCHES ABSORPTIONSVERHÄLTNIS (DAR),
POLARISATIONSDIAGNOSTIK (PI),

DIAG. Starting time	Startzeit der DIAGN.
DIAGNOSTIC TEST	DIAGNOSEPRÜFUNG
Unominal	Unenn

Bild 18, 20

DIAGNOSTIC TEST	DIAGNOSEPRÜFUNG
SETTING OF PARAMETERS	EINSTELLEN VON PARAMETERN
Unominal	Unenn
Time1	Zeit1
on/off	ein/aus
ON	EIN

Bild 19

Time1	Zeit1
Start	Start
Stop	Stopp
if enabled DD	wenn aktiviert, DD

Bild 21

DIAGNOSTIC TEST	DIAGNOSEPRÜFUNG
SETTING OF PARAMETERS	EINSTELLEN VON PARAMETERN
Type	Typ

Bild 22, 23

STEP VOLTAGE	STUFENSPANNUNG
--------------	----------------

18.Mar.2008	18.Mär.2008
-------------	-------------

Bild 24

0.2U	0,2 U
0.4U	0,4 U
0.6U	0,6 U
0.8U	0,8 U

Bild 25, 26

STEP VOLTAGE	STUFENSPANNUNG
SETTING OF PARAMETERS	EINSTELLEN VON PARAMETERN
Unominal	Unenn
Step Time	Stufenzeit
Graph R(t)	R(t)-Diagramm
ON	EIN
18.Mar.2008	18.Mär.2008

Bild 27

STEP VOLTAGE	STUFENSPANNUNG
SETTING OF PARAMETERS	EINSTELLEN VON PARAMETERN
Type	Typ
19.Mar.2008	19.Mär.2008

Bild 28

U_{step}	U_{Stufe}
T_{step}	T_{Stufe}

Bild 29

WITHSTANDING VOLTAGE DC	DC-STEHSpannung
No breakdown	Kein Durchschlag
18.Mar.2008	18.Mär.2008

Bild 30

WITHSTANDING VOLTAGE DC	DC-STEHSpannung
SETTING OF PARAMETERS	EINSTELLEN VON PARAMETERN
T_{step}	T_{Stufe}
18.Mar.2008	18.Mär.2008

Bild 31

INSULATION RESISTANCE	ISOLATIONSWIDERSTAND
SAVE	SPEICHERN
CLR	LÖSCHEN
RCL	ABRUFEN
18.Jan.2007	18.Jan.2007

folgender Text:

Recall:	Abgerufen:
---------	------------