

SMART^{EC}®

RCD-Schleifenwiderstands- und
Netzinnenwiderstandsprüfgerät
MI 2120

Bedienerhandbuch

Code No. 20 750 605



METREL®

Hersteller:

METREL d.d.
Horjul 188
1354 Horjul
Slovenia

© 2000 Metrel

Dies Handbuch darf ohne schriftliche Erlaubnis von METREL weder ganz noch auszugsweise reproduziert werden.

Inhaltsverzeichnis

1. EINFÜHRUNG	4
1.1. Merkmale	4
1.2. Angewandte Normen und Vorschriften	4
2. GERÄTEBESCHREIBUNG	5
2.1. Gehäuse.....	5
2.2. Bedienoberfläche	5
2.3. Anschlüsse	6
2.4. Geräteunterseite.....	7
2.5. Zubehör.....	7
3. WARNUNGEN UND MELDUNGEN DES PRÜFGERÄTES	8
3.1. Warnungen	8
3.2. Display - Meldungen.....	9
4. MESSUNGEN	10
4.1. RCD-Funktionen.....	10
4.1.1. Berührungsspannung	11
4.1.2 Schleifenwiderstand R_{L-PE}	12
4.1.3. Auslösezeit $t/\Delta N \times xx$	13
4.1.4. Auslösestrom (Rampe)  $I\Delta$	15
4.2. Schleifenwiderstand R_{L-PE} , Netzzinnenwiderstand R_{L-N}	16
5. BEHANDLUNG DER MESSERGEBNISSE.....	17
5.1. Speicherung der Messergebnisse.....	17
5.2. Speichern.....	18
5.3. Datenübertragung	21
6. WARTUNG	21
6.1. Inspektion	21
6.2. Batterietausch	21
6.3. Reinigung.....	23
6.4. Service	23
7. SPEZIFIKATIONEN	23
7.1. Messungen	23
7.2. Allgemeine Spezifikationen	27

1. Einführung

1.1. Merkmale

Das **SMARTEC RCD Schleifen- und Netzzinnenwiderstandsprüfgerät** ist für den mobilen Einsatz entwickelt, mit Batterieversorgung und stabil für den alltäglichen Gebrauch. Es prüft die elektrische Sicherheit des Versorgungsnetzes einschließlich der darin eingebauten Fehlerstromschutzschalter (RCDs). Die Aussagen sind so klar und deutlich wie möglich gestaltet.

Das Gerät trägt die Erfahrung aus vielen Jahren Erfahrung in Design und Herstellung elektrischer Mess- und Prüfgeräte.

Die Funktionen des **SMARTEC**-Prüfgerätes:

- Auslösestrom
- Auslösezeit
- Berührungsspannungsmessung
- Schleifenwiderstand ohne Auslösen des RCD
- Spannungs- und Frequenzmessung
- Schleifenwiderstand und erwartbarer Kurzschlussstrom
- Netzzinnenwiderstand R_{L-N} und erwartbarer Kurzschlussstrom

Merkmale:

- Wahl zwischen Standard- und Selektiv-RCDs
- Wechselstrom- und Puls-sensitive RCDs
- Wahl des Nennstromes $I_{\Delta N}$ von 10 mA bis 1000 mA
- Wahl der Startflanke des Prüfstromes
- Wahl des Grenzwertes für die Berührungsspannung
- Großer Messwertspeicher
- PC - Schnittstelle

Ein kundenspezifisches LCD-Display präsentiert leicht ablesbar und übersichtlich die Messeergebnisse. Die Bedienung ist einfach und logisch, eine spezielle Einführung über das Lesen und Verstehen dieser Bedienungsanleitung hinaus ist nicht erforderlich.

Das Prüfgerät erlaubt die Speicherung der Messeergebnisse. Eine professionelle Software erlaubt den Datentransfer zwischen Gerät und PC in beiden Richtungen. So können Messreihen wesentlich schneller und einfacher verwertet werden als durch manuelle Erfassung der Ergebnisse.

1.2. Angewandte Normen und Vorschriften

Betrieb des Gerätes	IEC / EN 61557-1, IEC / EN 61557-3, IEC / EN 61557-6 DIN VDE 100, BS 7671 – 16 th edition
EMV(EMC):	EN 50081-1, EN 50082-1, IEC 61326 Klasse B

Sicherheit

EN/IEC 61010-1 (Instrument),
EN/IEC 61010-2-31 (Zubehör)

2. Gerätebeschreibung

2.1. Gehäuse

Das Messgerät befindet sich in einem Plastikgehäuse. Die Schutzart ist in den technischen Daten spezifiziert. Der Bedienbereich mit Display und Bedientasten wird durch einen beweglichen Deckel geschützt.

Beachte! Der Schutzdeckel ist nicht abnehmbar. Falls der Deckel fehlen sollte, darf das Gerät nicht mehr betrieben werden (Elektrisches Sicherheitsrisiko)

2.2. Bedienoberfläche

Die Bedienoberfläche besteht aus dem Display, einem Drehschalter und einigen Bedientasten:

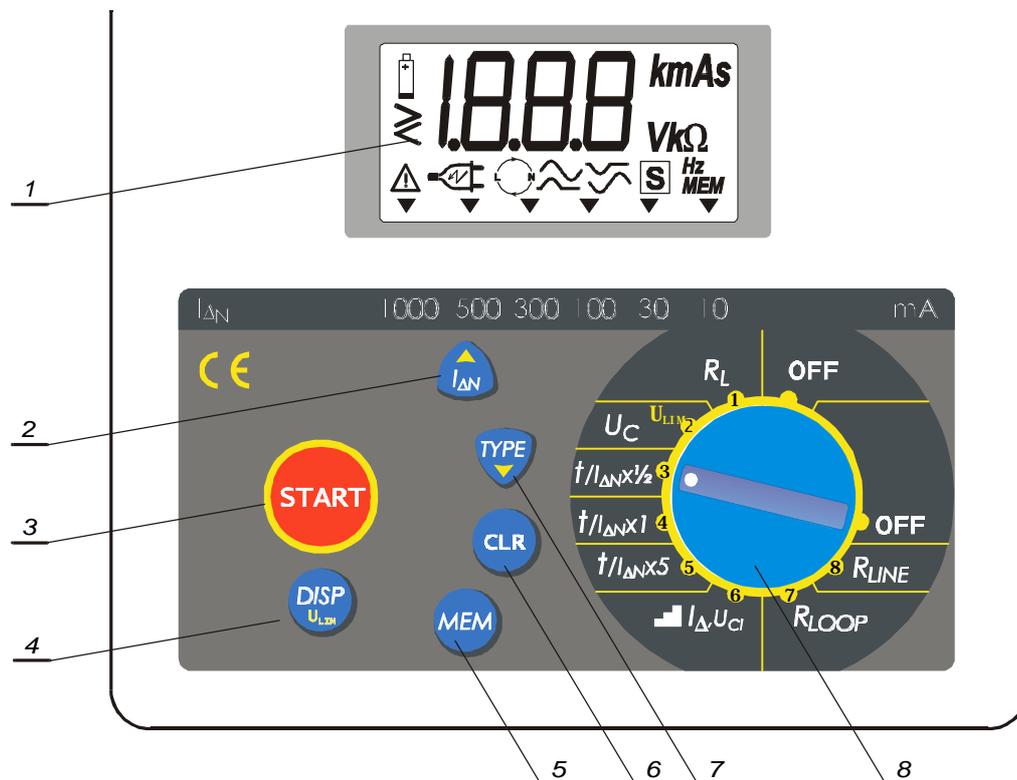


Bild 1. Bedienpanel

Erklärung:

- 1 kundenspezifisches **LCD**-Display.
- 2 **IΔN / up** Doppelfunktion: Erhöhung des Nenn-Fehlerstromes und der Speichergruppe
- 3 **START** –Taste für jede Messung
- 4 **DISP / U_{lim}** Dreifachfunktion: Anzeige der Nebenergebnisse, Anzeige der gewählten Funktion, Wahl des Grenzwertes der Berührungsspannung (25 V oder 50 V).
- 5 **MEM** speichert Ergebnisse oder zeigt sie wieder an
- 6 **CLR** löscht einzelne Speicherinhalte oder den ganzen Speicher
- 7 **TYPE / down** Doppelfunktion: wählt Standard- bzw. Selektiv-RCD oder erniedrigt die adressierte Speichergruppe
- 8 **Drehschalter** für die Auswahl der Prüffunktion

2.3. Anschlüsse

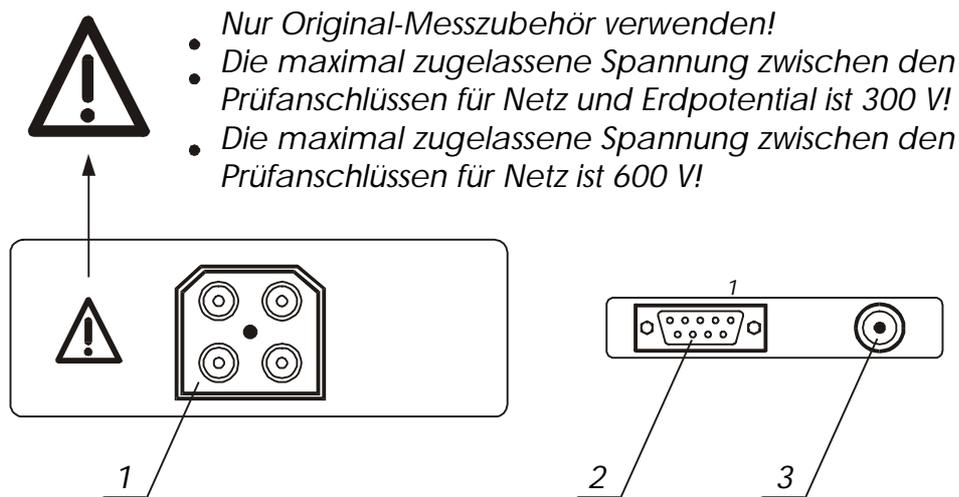


Bild 2. Anschlüsse

Erklärung:

- 1 Prüfsteckdose
- 2 RS 232 – Anschluss zur Verbindung mit dem PC
- 3 Batterie – Lade - Anschluss

Die Prüfsteckdose dient dem Anschluss der Prüfkabel. Sie ist nur bei geöffnetem Schutzdeckel zugänglich. In diesem Zustand sind aber RS 232-Stecker und der Eingang für das Ladenetzteil nicht erreichbar, was in der elektrischen Sicherheit begründet ist. Eine Umgehung dieser gegenseitigen Verriegelung ist nicht zulässig.

2.4. Geräteunterseite

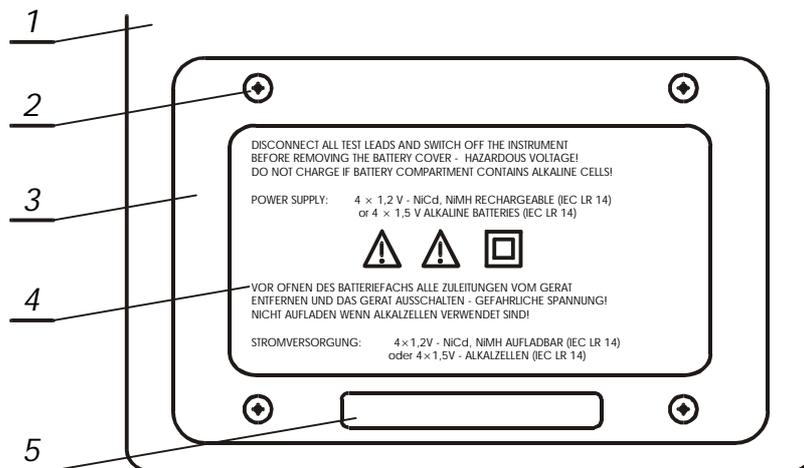


Bild 3. Bild der Geräteunterseite

Erklärung:

- 1 Plastik - Gehäuse
- 2 Gehäuseschrauben (4 Stück) verschließen das Batteriefach
- 3 Deckel für Batteriefach
- 4 Warnhinweise mehrsprachig
- 5 Geräteschild

2.5. Zubehör

Zu dem Prüfgerät gibt es reichhaltiges Standard – Zubehör und einige Optionen, die zusätzlich gekauft werden können. Eine Liste des Standard – Zubehörs und der z. Zt. verfügbaren Optionen erfahren Sie aktuell jederzeit bei Ihren Metrel – Vertriebspartner. Oder Sie besuchen die Metrel – Homepage unter <http://www.metrel.si>

3. Warnungen und Meldungen des Prüfgerätes

3.1. Warnungen

Um größtmögliche Sicherheit für den Bediener zu gewährleisten, und um das Gerät vor Beschädigung zu schützen, ist es unbedingt erforderlich, dass Sie die folgenden Hinweise beachten:

- **Falls Sie das Prüfgerät anders als in dieser Bedienungsanleitung beschrieben einsetzen, kann die durch das Gerät gegebene Sicherheit beeinträchtigt sein!**
- **Benutzen Sie weder Gerät noch Zubehör, wenn Sie Beschädigungen erkennen!**
- **Reparaturen und eine Kalibrierung des Prüfgerätes darf nur von ausgebildetem Fachpersonal durchgeführt werden!**
- **Beachten Sie alle Regeln und Vorschriften im Umgang mit elektrischen Installation, um sich vor Verletzungen oder elektrischem Schlag zu schützen!**
- **Benutzen Sie nur Original – Zubehör von Ihrem Metrel – Distributor.**
- **Eine zwischen N und PE existierende Spannung kann die Messung beeinflussen.**
- **⚠ Das Auftreten dieses Symbols im Display des Gerätes bedeutet: “Unbedingt die Bedienungsanleitung genau lesen!” Dieses Symbol fordert unmittelbare Handlung!**
- **⚠ Das Auftreten dieses Symbols im Display des Gerätes zeigt einen gefährlichen Zustand an, und es ist nicht auszuschließen, dass lebensgefährliche Spannungen vorhanden sind.**
- **Entfernen Sie alle Zuleitungen zum Gerät, ehe Sie den Batteriedeckel öffnen!**
- **Versuchen Sie nicht, zu laden, wenn statt der Akkus normale Batterien im Batteriefach sind!**
- **Der Betrieb des Gerätes mit defekten Schutzdeckel ist strengstens untersagt. Aus Gründen der elektrischen Sicherheit dürfen die Ladebuchse und die RS 232C-Schnittstelle nicht zugänglich sein, wenn das Gerät prüft!**

3.2. Display - Meldungen

Das Display gibt dem Bediener eine ganze Reihe von Hinweisen zusätzlich zu den Messergebnissen. Es ist wichtig, diese richtig zu deuten.

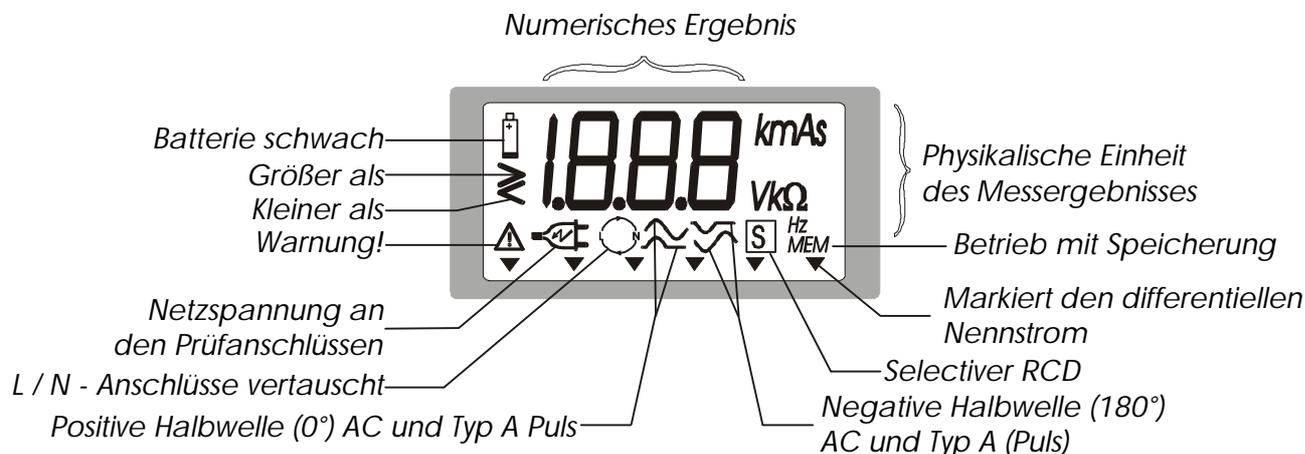


Bild 4. Anzeigesymbole

Beschreibung möglicher Meldungen:

> 20.0 Ω blinkend	Netzzinnenwid. R_{L-N} größer als 20 Ω bei der R_L - Messung
>1999	Messbereichsüberschreitung
>50V (>25V)	Gemessene Berührungsspannung höher als der Grenzwert
hot	Gerät überhitzt – ruhen und abkühlen lassen!
SEr	Serielle Übertragung aktiv
rcd	RCD ausgelöst
PE	L und PE vertauscht
rES	*Reset des Gerätes (löscht alle Speicher)
End MEM	Alle Speicherplätze voll
MEM	Betrieb mit Speicher (Abspeichern oder Zurückholen)
no MEM	Keine Daten zu speichern oder zurückzurufen
rCL	Recall Funktion aktiviert
Clr blinkend	Bestätige oder verneine die Speicherung des Ergebnisses
Clr / ALL wechselnd	Bestätige oder verneine die Löschung aller Messwertspeicher

Tabelle 1. Meldungen

Merke!

* Dies Zeichen erscheint beim ersten Einsetzen von Batterien oder wenn in dem Gerät für einige Stunden keine Batterien waren, oder wenn der Microprozessor einen schweren Fehler im Speicher entdeckt oder wenn ein Total-Reset befohlen wurde.

4. Messungen

4.1. RCD-Funktionen

Die folgenden zwei Grafiken zeigen die Prüfanordnung für die Durchführung der RCD-Messungen wie Berührungsspannung, Auslösezeit und Auslösestrom, der Messung von Schleifenwiderstand (R_{L-PE}), Netzzinnenwiderstand (R_{L-N}), in Bild 5 mit Hilfe des "Prüfkabels mit Schuko-Stecker", in Bild 6 unter Verwendung des universellen Prüfkabels.

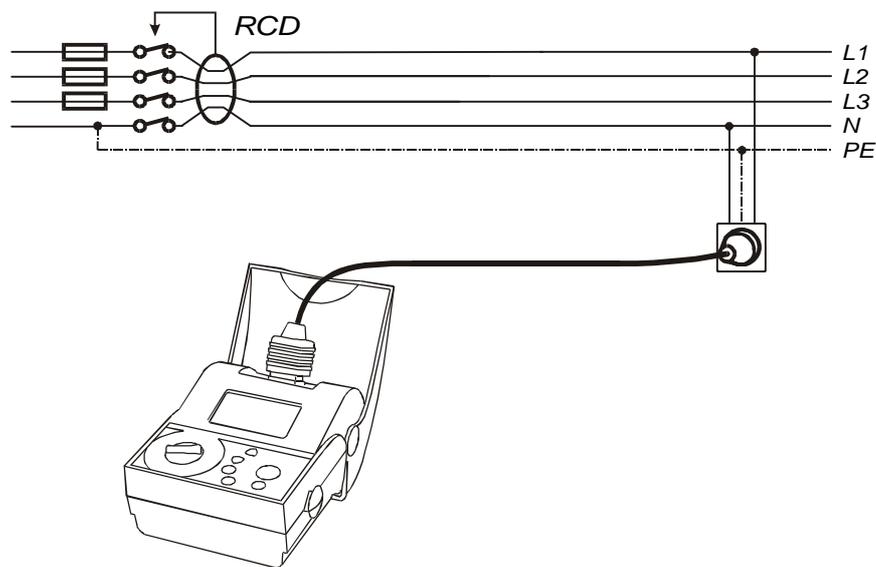


Bild 5. Anschluss über Prüfkabel mit Schuko-Stecker

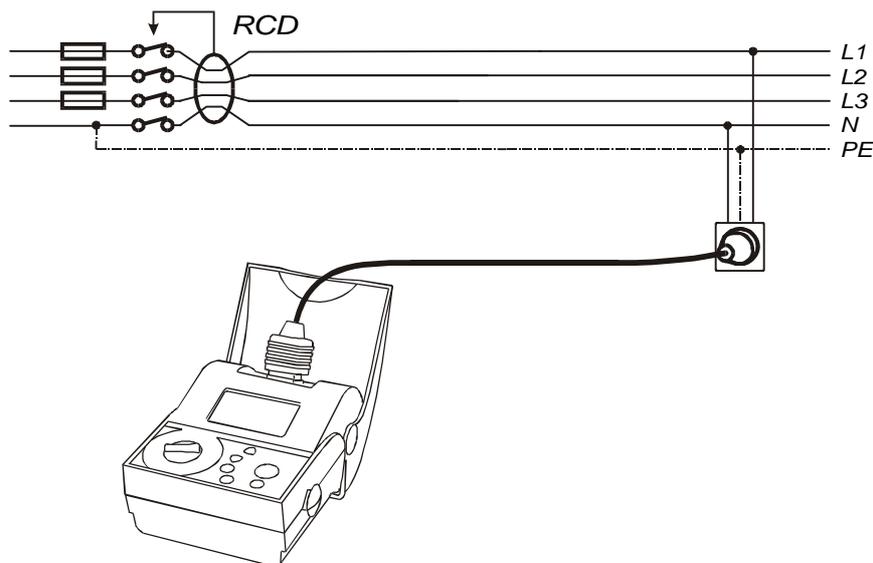


Bild 6. Anschluss über universelles Prüfkabel, auch für 3-Phasen-Prüfungen

4.1.1. Berührungsspannung

Geringe Leckströme, die zum PE fließen, erzeugen über den Erdungswiderstand einen Spannungsabfall, der als Berührungsspannung bekannt ist. Diese Spannung ist allen mit PE verbundenen leitenden Teilen vorhanden und muß unbedingt niedriger als der Sicherheitsgrenzwert sein, also z.B. 50V im häuslichen Bereich.

Die Berührungsspannung wird gemessen, ohne den RCD auszulösen. R_L ist der Widerstand der Fehlerstromschleife und errechnet sich wie folgt:

$$R_L = U_B / I_{\Delta N}$$

mit:

- U_B Gemessene Berührungsspannung bei Nenn-Differenzstrom
- $I_{\Delta N}$ Nenn-Differenzstrom (eingestellt am Gerät)

Durchführung der Messung:

- Verbinden Sie das Instrument wie in Bild 5 oder 6 geschildert mit der elektrischen Installation.
- Wählen Sie Funktion U_C über den Drehschalter
- Bestimmen Sie den Grenzwert der Berührungsspannung U_{lim} (25 or 50 V) unter benutzung der **DISP/ U_{lim}** - Taste
- Wählen Sie den RCD-Typ (Standard/Selektiv und AC bzw A Typ für AC-sensitiv oder Puls-sensitiv) mit Hilfe der **TYPE/down** - Taste
- Programmieren Sie den Nenn-Auslösestrom $I_{\Delta N}$ (10, 30, 100, 300, 500 or 1000 mA) durch mehrmaliges Drücken der **$I_{\Delta N}/up$** - Taste
- Drücken Sie die **START** – Taste und warten Sie, bis die Messung beendet ist.
- Lesen Sie das Ergebnis im Display ab. (Berührungsspannung bei vorgegebenem Nominalstrom - Standard RCD oder doppelter nom. Differenzstrom - Selektiver RCD), siehe Bild unten.
- Fragen Sie die Nebenergebnisse ab (Schleifenwiderstand R_{L-PE}) durch einmaliges Drücken der **DISP/ U_{lim}** - Taste oder die programmierte Grenze für die Berührungsspannung durch zweimaliges Drücken der **DISP/ U_{lim}** – Taste.
- Das Messergebnis kann in den Speicher des Gerätes übernommen werden durch Drücken der Tasten **MEM**, **$I_{\Delta N}/up$** und **TYPE/down**. Näheres dazu siehe Kapitel 5.2. Speichern.



Bild 7. Ergebnisbeispiele (eingestellt $I_{\Delta N} = 10mA$, $U_{lim} = 50V$, 0° , AC-Typ)

Merke!

- Der spezifizierte Spannungsbereich für die Engangsspannung ist 100 bis 264 V. Das Symbol  und die voreingestellte Spannung U_{L-PE} erscheint nach Drücken der **START** - Taste, falls die Spannung niedriger als 100 V oder höher als 264 V ist.
- Ein Strom von einem defekten Verbraucher in den PE kann das Ergebnis erheblich verfälschen. Entfernen Sie deshalb vor der Messung alle Verbraucher vom Stromkreis!
- Die spezifizierten Genauigkeitsangaben sind nur gültig, wenn die Erdung an PE angeschlossen und PE frei von Fremdspannungen ist.

4.1.2 Schleifenwiderstand R_{L-PE}

Diese Messung wird ohne Auslösung der RCD ausgeführt. Sie ist genauer als das Nebenergebnis R_L bei der Berührungsspannungsmessung und wird auf die im folgenden beschriebene Art ausgeführt:

Durchführung der Messung:

- Wählen Sie die Funktion R_L mit dem Drehschalter und stellen Sie den Nenn-Fehlerstrom $I_{\Delta N}$ ein (10, 30, 100, 300, 500 or 1000 mA). Verwenden Sie zur Einstellung die Taste $I_{\Delta N}/up$.
- Der Grenzwert für die Berührungsspannung ist nur in der Drehschalterstellung U_c veränderbar (25 or 50 V)! Er muß allerdings auch nur selten verändert werden.
- Verbinden Sie das Prüfgerät mit dem zu prüfenden Stromkreis entsprechend Bild 5 oder 6.
- Drücken Sie die **START** – Taste und warten Sie das Ergebnis ab. Unter gewissen Bedingungen kann die Messung bis zu einer Minute dauern, um ein genaues Ergebnis zu erzielen.
- Lesen Sie das Ergebnis ab.
- Rufen Sie auch die Nebenergebnisse ab mit der Taste **DISP/Um**. Einmal drücken gibt die Berührungsspannung, zweimal drücken den Grenzwert für die Berührungsspannung.
- Das Messergebnis kann abgespeichert werden. Dazu verwenden Sie die Tasten **MEM**, $I_{\Delta N}/up$ und **TYPE/down**. Genaueres dazu in Kapitel **5.2 Speichern**

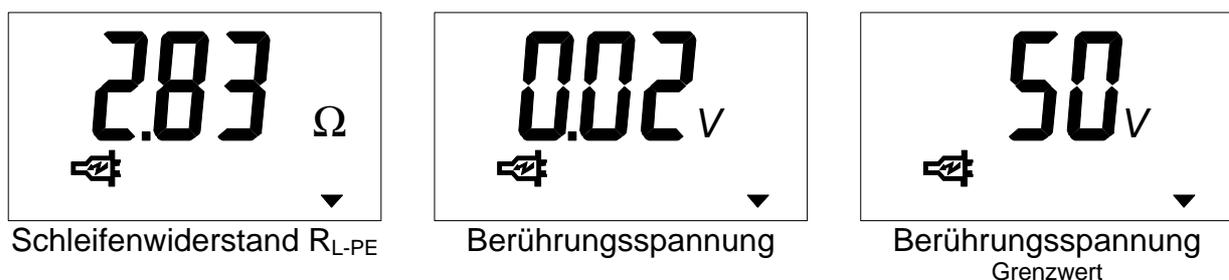


Bild 8. Beispiele für ein Messergebnis mit Nebenergebnissen (Nennstrom $I_{\Delta N} = 10\text{mA}$, $U_{lim} = 50\text{V}$)

Merke!

- Der spezifizierte Spannungsbereich für die Eingangsspannung ist 100 bis 264 V. Das Symbol \triangle und die voreingestellte Spannung U_{L-PE} erscheint nach Drücken der **START** - Taste, falls die Spannung niedriger als 100 V oder höher als 264 V ist.
- Ein Strom von einem defekten Verbraucher in den PE kann das Ergebnis erheblich verfälschen. Entfernen Sie deshalb vor der Messung alle Verbraucher vom Stromkreis!
- Die spezifizierten Genauigkeitsangaben sind nur gültig, wenn die Erdung an PE angeschlossen und PE frei von Fremdspannungen ist.
- U_{lim} (25 oder 50 V) ist in der Berührungsspannungsmessung voreingestellt worden. Sie wird mit dem Ergebnis verglichen und das Warnsymbol \triangle angezeigt, falls das Ergebnis außerhalb der Grenzen liegt.

4.1.3. Auslösezeit $t/I_{\Delta N} \times xx$

Ein RCD muß im Fehlerfalle innerhalb einer vorgegebenen Zeit auslösen! In der EN 61009 sind die folgenden Werte vorgegeben.

RCD-Typ	$I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	Bemerkung
Standard	0.3 s	0.04 s	Max. Auslösezeit
Selektiv	0.5 s	0.15 s	Max. Auslösezeit
	0.13 s	0.05 s	Min. Auslösezeit

Tabelle 2. Auslösezeiten nach EN 61009

Dieses Kapitel behandelt die folgenden Funktionen:

- $t / I_{\Delta N} \times 0,5$ Auslösezeit, gemessen mit dem halben Nennfehlerstrom. Der RCD sollte nicht auslösen.
- $t / I_{\Delta N} \times 1$ Auslösezeit, gemessen mit dem Nennfehlerstrom. Der RCD sollte innerhalb vorgegebener Zeit auslösen.
- $t / I_{\Delta N} \times 5$ Auslösezeit, gemessen mit fünfmal Nennfehlerstrom. Der RCD sollte innerhalb vorgegebener Zeit auslösen.

Durchführung der Messung:

- Verbinden Sie das Instrument wie in Bild 5 oder 6 geschildert mit der elektrischen Installation.
- Wählen Sie die gewünschte Funktion ($t / I_{\Delta N} \times 0,5$, $t / I_{\Delta N} \times 1$ or $t / I_{\Delta N} \times 5$) mit Hilfe des Drehschalters.
- Denken Sie daran, dass Sie U_{lim} (25 or 50 V) bereits für die Berührungsspannungsmessung programmiert haben.
- Wählen Sie den RCD-Typ (Standard/Selektiv und AC/A Typ, wechselfrequenz- oder Pulsstrom-sensitiv) mit Hilfe der **TYPE**/down Taste.
- Stellen Sie den Nennfehlerstrom $I_{\Delta N}$ Ihres zu prüfenden RCD ein (10, 30, 100, 300, 500 or 1000 mA) unter Verwendung der **$I_{\Delta N}$** /up Taste.
- Drücken Sie die **START** – Taste und warten Sie, bis die Messung beendet ist.

Wichtig:

- Ein Doppelclick auf die START – Taste wechselt die Polarität der Start-Phase. Weitere Erklärungen dazu später.
- Lesen Sie das Ergebnis (Auslösezeit des RCD) ab. Siehe dazu folgendes Bild.
- Rufen Sie die Nebenergebnisse ab: Berührungsspannung (bei Nennfehlerstrom des Standard-RCD bzw. dem Doppelten des Nennfehlerstromes bei Selektiv - RCD) durch einfaches Drücken der **DISP/Ulim** – Taste oder maximale Berührungsspannung, (voreingestellt) durch zweifaches Drücken der **DISP/Ulim** – Taste.
- Das Messergebnis kann in den Speicher des Gerätes übernommen werden durch Drücken der Tasten **MEM**, **I_{ΔN}/up** und **TYPE/down**. Näheres dazu siehe Kapitel **5.2. Speichern**.

Es gibt RCDs, die in ihrer Empfindlichkeit polaritätsabhängig sind, weshalb es sinnvoll sein kann, das Verhalten bei beiden Polaritäten des Auslösestromes zu prüfen.

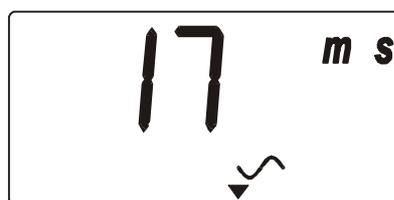


Startet mit positiver Polarität (0°)

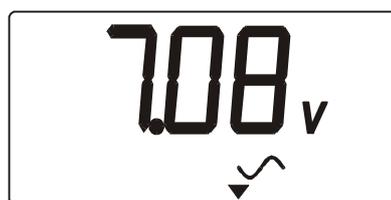


Startet mit negativer Polarität (180°)

Bild 9. Startpolarität des Differenzprüfstromes



Auslösezeit



Berührungsspannung



Berührungsspannung
Grenzwert

Bild 10. Beispiel für ein Ergebnis bzw. Nebenergebnisse zur Prüfung der Auslösezeit ($I_{\Delta N} = 100\text{mA}$, $U_{lim} = 25\text{V}$, 180° , AC Typ voreingestellt)

Prüfung selektiver RCDs

Aus Sicherheitsgründen ist, unabhängig vom RCD-Typ, der Messung eine Überprüfung der Berührungsspannung vorangestellt. Da selektive RCD auf der Basis der Intergration von Fehlerströmen arbeiten, ist es notwendig, dass sich der RCD wieder stabilisieren kann. Sonst wäre die Prüfung ungültig. Deshalb ist in einigen Prüfschritten eine Verzögerung von 30 s eingebaut. Die verbleibende Restzeit wird von 30 bis 0 herunterzählend im Display angezeigt.

Merke!

- Der spezifizierte Spannungsbereich für die Engangsspannung ist 100 bis 264 V. Das Symbol \triangle und die voreingestellte Spannung U_{L-PE} erscheint nach Drücken der START - Taste, falls die Spannung niedriger als 100 V oder höher als 264 V ist.

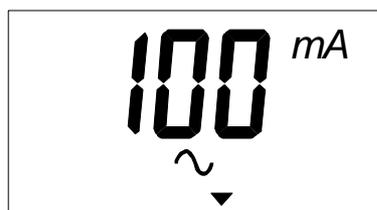
- Ein Strom von einem defekten Verbraucher in den PE kann das Ergebnis erheblich verfälschen. Entfernen Sie deshalb vor der Messung alle Verbraucher vom Stromkreis!
- Es ist empfohlen, alle drei Prüfungen zur Auslösezeit des RCD durchzuführen, um die volle Funktion des RCD zu überprüfen.
- Falls eine Berührungsspannung größer als U_{lim} gemessen wird, dann wird die Messung sofort abgebrochen und ein Warnsignal erscheint zusammen mit der Anzeige U_C

4.1.4. Auslösestrom (Rampe) I_{Δ}

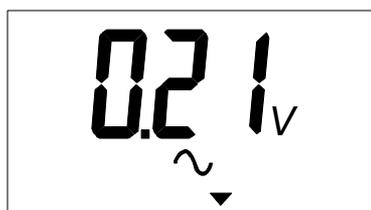
Um die Empfindlichkeit eines RCD zu messen, verwendet man eine ansteigende Fehlerstromrampe. Der RCD wird im Verlauf der Rampe irgendwann auslösen, bzw. ist defekt, wenn er bei I_N noch nicht ausgelöst hat.

Durchführung der Messung:

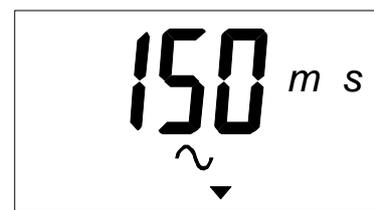
- Verbinden Sie das Instrument wie in Bild 5 oder 6 geschildert mit der elektrischen Installation.
- Wählen Sie die Funktion  I_{Δ} mit Hilfe des Drehschalters.
- Denken Sie daran, dass Sie U_{lim} (25 or 50 V) bereits für die Berührungsspannungsmessung programmiert haben.
- Programmieren Sie den Nenn-Auslösestrom $I_{\Delta N}$ (10, 30, 100, 300, 500 or 1000 mA) durch mehrmaliges Drücken der $I_{\Delta N}/up$ - Taste
- Wählen Sie den RCD-Typ (AC or A, also Puls-sensitiv).
- Drücken Sie die Starttaste und warten Sie das Ende der Messung ab. Wichtig: Ein Doppelclick auf die **START** - Taste wendet die Polarität des Prüfstromes)
- Lesen Sie das Messergebnis für den Auslösestrom ab. Siehe dazu auch das untenstehende Bild.
- Rufen Sie die Nebenergebnisse ab durch mehrfaches Drücken der Taste **DISP/** U_{lim} (Berührungsspannung bei Nennfehlerstrom, Auslösezeit bei gemessenem Auslösestrom und programmierte max. Berührungsspannung U_{lim})
- Das Messergebnis kann abgespeichert werden. Dazu verwenden Sie die Tasten **MEM**, $I_{\Delta N}/up$ und **TYPE/down**. Genaueres dazu in Kapitel 5.2 **Speichern**



Gemessener Auslösestrom I_{Δ}



Berührungsspannung



Auslösezeit bei gemessenem Auslösestrom

Bild 11. Beispielergebnis zur Messung des Auslösestromes (voreingestellt: $I_{\Delta} = 100\text{mA}$, 0° , AC Typ)

Die Berührungsspannung wird aus dem gemessenen Auslösestrom errechnet und nach **Hinzurechnung eines Sicherheitsaufschlages von 5% angezeigt.**

Merke!

- Der spezifizierte Spannungsbereich für die Eingangsspannung ist 100 bis 264 V. Das Symbol  und die voreingestellte Spannung U_{L-PE} erscheint nach Drücken der **START** - Taste, falls die Spannung niedriger als 100 V oder höher als 264 V ist.
- Falls eine Berührungsspannung größer als U_{lim} gemessen wird, dann wird die Messung sofort abgebrochen und ein Warnsignal erscheint zusammen mit der Anzeige U_c

4.2. Schleifenwiderstand R_{L-PE} , Netzzinnenwiderstand R_{L-N}

Alle Widerstandsmessungen werden mit einem Prüfstrom von 2,5 A durchgeführt, und zwar zwischen Phase und Neutraleiter, Phase und Phase, oder zwischen Phase und PE. Der erwartbare Kurzschlussstrom errechnet sich auf der Basis der gemessenen Innenwiderstände wie folgt:

$$I_k = U_n / R_{L-N(\text{oder L oder PE})}$$

mit: U_n 115 V ($100 \leq U_{eing.} < 160$ V)
 230 V ($160 \leq U_{eing.} \leq 264$ V)
 400 V ($264 < U_{eing.} \leq 440$ V) nur Netzzinnenwiderstand R_{L-N}

Durchführung der Messung:

- Verbinden Sie das Instrument wie in Bild 5 oder 6 geschildert mit der elektrischen Installation.
- Wählen Sie die Funktion **Netzzinnenwiderstand R_{L-N}** oder **Schleifenwiderstand R_{L-PE}** mit Hilfe des Drehschalters. Die gewählte Spannung, U_{L-N} , U_{L-L} oder U_{L-PE} wird permanent gemessen und angezeigt.
- Drücken Sie die **START** – Taste und warten Sie das Ergebnis der Messung ab.
- Lesen Sie das Messergebnis ab (Widerstandswert). Siehe Bild unten.
- Rufen Sie die Nebenergebnisse ab (Erwartbarer Kurzschlussstrom) durch Drücken der Taste **DISP**.
- Das Messergebnis kann in den Speicher des Gerätes übernommen werden durch Drücken der Tasten **MEM**, $\Delta N/up$ und **TYPE/down**. Näheres dazu siehe Kapitel 5.2. **Speichern**.



Widerstandsergebnis



Erwartbarer Kurzschlussstrom

Bild 12. Beispielergebnisse

Merke!

- Der spezifizierte Spannungsbereich für die Eingangsspannung ist 100 bis 264 V. Das Symbol \triangle und die voreingestellte Spannung U_{L-PE} erscheint nach Drücken der START - Taste, falls die Spannung niedriger als 100 V oder höher als 264 V ist.
- Die spezifizierte Genauigkeit setzt eine stabile Netzspannung für den gesamten Messvorgang voraus!

5. Behandlung der Messergebnisse

5.1. Speicherung der Messergebnisse

Die Speicherung der Messergebnisse in Gruppen organisiert, in denen Messserien gestapelt werden. Der Bediener kann bis zu 1999 Gruppen definieren. Jede Gruppe enthält einen Stapel von Messergebnissen, wobei zum Messeergebnis auch alle seine Nebenergebnisse gehören.

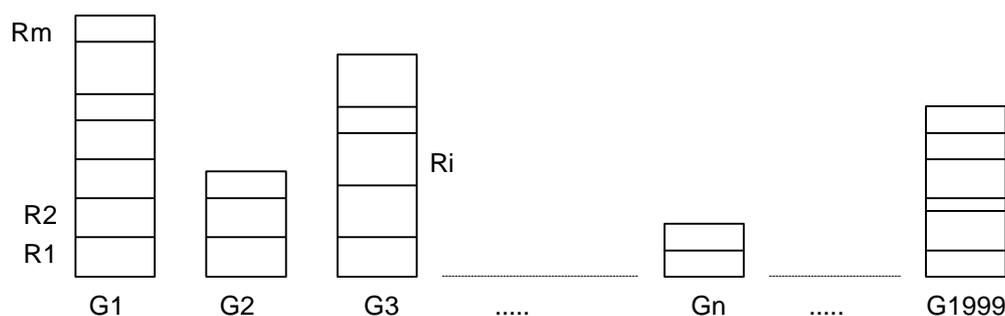


Bild 13. Organisation der Speicherzellen

Der Inhalt der Speicherzelle R_i in G_3 ist also abhängig von der Funktion und enthält je nach Messung auch mehrere Nebenergebnisse in derselben Speicherzelle R_i .

Praktisches Beispiel zur Speicherorganisation

Eine Hausinstallation soll geprüft werden und die Ergebnisse schnell und nachvollziehbar gespeichert werden. Zur Vorbereitung wird empfohlen, z.B. unter Zuhilfenahme der Grundrisses oder des Verdrahtungsplanes Einheiten zu definieren und zu markieren. Das können Räume sein oder Stromkreise, die über mehrere Räume gehen, oder Stockwerke, etc. Eine Einheit wird einer Gruppennummer zugeordnet. Der Wertevorrat reicht von 1 bis 1999. Entsprechend dem Testplan geht der Prüfer später von Raum zu Raum. Befindet er sich innerhalb einer Gruppe, so kann der Messwert gespeichert werden. Wechselt man zu einer anderen Gruppe, dann ist vor der Speicherung des Messwertes die neue Gruppenadresse einzustellen. Die aktuelle Gruppe wird vor jeder Speicherung angezeigt. Ergebnisse der Messungen in einer Gruppe stehen in der Reihenfolge der Speicherung hintereinander. Es ist möglich, alle Ergebnisse in eine einzige Gruppe zu speichern, wenn eine spätere Trennung nicht erforderlich ist.

5.2. Speichern

Die folgenden Tasten dienen der Speicherung von Messergebnissen: **MEM**, \uparrow , \downarrow und **CLR**. Folgendes kann gemacht werden:

Ergebnis speichern
(Ergebnis angezeigt)

- Drücke die **MEM** – Taste. Die aktuell gültige Gruppe wird angeboten
- Benutze \uparrow und \downarrow - Tasten, um eine andere Gruppe zu wählen
- Drücke die **MEM** – Taste erneut zur Speicherung des Ergebnisses



Nummer der angebotenen Gruppe



Einmal gespeichert - **keine** Möglichkeit, das Ergebnis ein zweites Mal zu speichern

Bild 14. Gruppenadresse und Anzeige bei einer (versehentlichen) Doppelspeicherung

Merke!

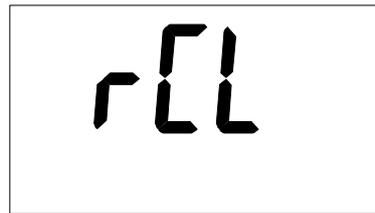
- Drücke die **START** – Taste oder betätige den Drehschalter, um das Speichermenu zu verlassen
- Jedes Messergebnis kann nur einmal gespeichert werden

Abgespeicherte Ergebnisse abrufen:

- Drücke die **MEM** – Taste unmittelbar nach Betätigen des Drehschalters. Der Schriftzug **MEM** wird auf dem Display erscheinen, dann kurze Zeit **rCL**, gefolgt von der zuletzt angesprochenen Gruppenadresse
- Falls keine Daten im Speicher sind, wird für eine Sekunde **no** und **MEM** angezeigt, danach die für die eingestellte Betriebsart gewohnte Anzeige
- Wähle die Gruppe mit Hilfe der Tasten \uparrow und \downarrow
- Drücke die **MEM** – Taste erneut zur Auswahl der angewählten Gruppe. Falls in der Gruppe keine Messwerte gespeichert sind, blinkt **no** und **MEM** gefolgt von der Gruppenadresse
- Über die **DISP** – Taste können die Nebenergebnisse oder Messparameter abgerufen werden.
- Innerhalb einer Gruppe kann durch Betätigung der \uparrow oder \downarrow - Tasten zum nächsten oder vorherigen Ergebnis gewechselt werden. Nach jeder Eingabe wird zuerst der Funktionscode und dann das eingespeicherte Ergebnis angezeigt.
- Um die Gruppe zu wechseln, die **MEM** – Taste drücken und der beschreibung ab Punkt b) folgen.

Merke!

START – Taste drücken oder Drehschalter betätigen, um das Speicher-Abruf-Menu zu verlassen.



Anzeige beim Einstieg in das Speicher-Abruf-Menu



Angewählte Gruppe



Speicher leer



Code der gespeicherten Messfunktion
(Drehschalterposition 7 = RLINE,
Netzinnenwiderstand R_{L-N})



Gespeichertes Messergebnis
(RLINE)



Nebenergebnis erwartbarer
Kurzschlussstrom

Bild 15. Information auf dem Display im Verlaufe eines Speicherabrufes

**Speicher – Total
-Löschung:**

- Verlasse das Speichermenu, (Speichern oder Rückrufen), und drücke dann die **CLR** – Taste solange, bis im Display **Clr** und **ALL** angezeigt wird. Lasse die Taste dann los.
- Drücke **CLR** erneut, und alle Speicherinhalte sind gelöscht!



Bild 16. Anzeige zur Löschung des gesamten Speichers, muß mit **CLR** bestätigt werden

Merke!

Drücke die **START** – Taste oder betätige den Drehschalter, um die Löschung zu verhindern.

Löschung des letzten gespeicherten Ergebnisses:

- a) Verlasse das Speichermenu, drücke die **CLR** - Taste. Es erscheint **Clr** im Display.
- b) Drücke erneut **CLR**, und der letzte Speichereintrag ist gelöscht.



Bild 17. Löschung muß bestätigt werden

Merke!

Drücke die **START** – Taste oder betätige den Drehschalter, um die Löschung zu verhindern.

Gespeicherte Werte

Je nach Art der Prüfung werden eine Reihe von Nebenergebnissen oder Parametern mitgespeichert.

Funktion	Nr.	Gespeicherte Daten	Funktion	Nr.	Parameter
R_L	1	Funktionscode Schleifenwiderstand Berührungsspannung U _{lim} , I _{ΔN} ,	t/I_{ΔN}×5	5	Funktionscode Auslösezeit Berührungsspannung U _{lim} , I _{ΔN} , Polarität des Prüfstromes RCD – Typ (AC oder A)
U_c	2	Funktionscode Berührungsspannung Schleifenwiderstand U _{lim} , I _{ΔN} , Polarität des Prüfstromes RCD – Typ (AC oder A)	I_Δ	6	Funktionscode Auslösestrom Berührungsspannung Auslösezeit U _{lim} , I _{ΔN} , Polarität des Prüfstromes
t/I_{ΔN}×0.5	3	Funktionscode Auslösezeit Berührungsspannung U _{lim} , I _{ΔN} , Polarität des Prüfstromes RCD – Typ (AC oder A)	R_{LINE}	7	Funktionscode Netzinneinwiderstand R _{L-N} , Erwartbarer Kurzschlussstrom
t/I_{ΔN}×1	4	Funktionscode Auslösezeit Berührungsspannung U _{lim} , I _{ΔN} , Polarität des Prüfstromes RCD – Typ (AC oder A)	R_{LOOP}	8	Funktionscode Schleifenwiderstand R _{L-PE} , Erwartbarer Kurzschlussstrom

5.3. Datenübertragung

Gespeicherte Werte können auf PC übertragen werden. Eine spezielle, auf PC lauffähige Software kann das Gerät identifizieren und alle Daten aus dem Speicher in den PC holen.

Vorgehensweise zur Datenübertragung:

- Verbinden Sie einen COM-Port des PC mit Hilfe des Schnittstellenkabels mit dem Instrument
- Schalten Sie PC und Messgerät ein.
- Starten Sie das Programm **smartlink.exe**.
- PC und Messgerät erkennen einander
- Das PC – Programm bietet folgende Möglichkeiten:
- Daten – Download
- Speicherlöschung
- Veränderung und Download von Benutzerdaten
- Erzeugung eines einfachen Reports
- Erstellung einer Datei, die in Spreadsheets übernommen werden kann

Das Programm **smartlink.exe** basiert auf Windows 95/98. Lesen Sie den mitgelieferten Begleittext in README.TXT zu Hinweisen über die Installation auf anderen Betriebssystemen.

6. Wartung

6.1. Inspektion

Um die Sicherheit des Anwenders zu gewährleisten, sollte es regelmäßige und gute Gewohnheit sein, das Gerät zu inspizieren. Prüfen Sie das Gerät auf Beschädigungen, ebenso wie das Zubehör! Im Falle, dass Schäden erkennbar sind, sichern Sie das Gerät gegen Gebrauch und lassen Sie es in einer Fachwerkstatt, typischerweise bei Hersteller oder Distributor, wieder instandsetzen.

6.2. Batterietausch

Das Batterie – Warnsymbol befindet sich in der linken oberen Ecke des Displays und zeigt niedrige Batteriespannung an ($U_{bat} < 4.2 \text{ V}$).

In diesem Falle sind die Batterien baldmöglichst zu wechseln, um einwandfreie Funktion und Genauigkeit des Messgerätes zu gewährleisten.

Bei einer Batterierestspannung von etwa 4.0 Volt schaltet das Gerät selbständig aus, nachdem es vorher **bat** im Display angezeigt hat.

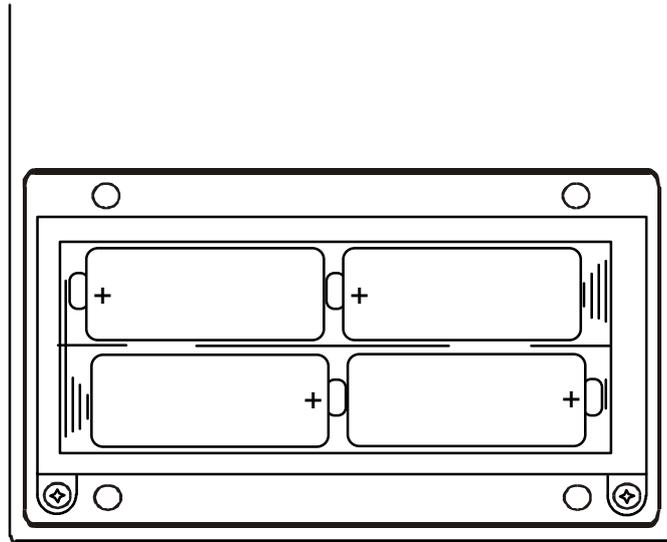


Bild 18. Lage der Batterien – Achten Sie auf die Polaritäten

Merke!

- **Alle Batterien gleichzeitig tauschen**
- **⚠ Schalten Sie das Gerät aus und entfernen Sie alle Zuleitungen zum Gerät, ehe Sie den Deckel zum Batteriefach öffnen.**

Die nominale Versorgungsspannung ist 6 V DC. Verwenden Sie 4 x 1.5 V Alkaline Beatterien, Typ IEC LR14 (Maße: Durchmesser = 26 mm, Länge = 50 mm).

Ein Satz neuer Alkaline – Batterien speist das Gerät für ungefähr 150 Stunden.

Wiederaufladbare NiCd oder NiMH – Akkus können verwendet werden. Das Messgerät hat einen Anschluss für ein externes Ladenetzteil. Die Akkus werden im eingebauten Zustand wiederaufgeladen.

Merke!

- Legen Sie die Batterien mit richtiger Polarität ein. Im anderen Falle wird das Messgerät nicht arbeiten, und die Batterien können sich entladen.
- Wenn das Gerät über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wird, sollten Sie die Batterien herausnehmen.
- Um die gespeicherten Daten zu erhalten, sorgen Sie dafür, dass die batterielose Zeitspanne, z. B. beim Batteriewechsel, 1 min nicht überschreitet.

Warnung!

- Versuchen Sie nicht, in der Batteriehalterung befindliche Alkaline-Batterien zu laden!
- Beachten Sie alle einschlägigen Vorschriften zur Behandlung, Wartung und Entsorgung von Batterien und wiederaufladbaren Akkus.

6.3. Reinigung

Verwenden Sie ein weiches Tuch, angefeuchtet mit Seifenwasser oder Spiritus und lassen Sie das Gerät ausreichend und gut trocknen, ehe Sie es wieder in Betrieb setzen.

Merke!

- **Verwenden Sie keine organischen Lösungsmittel!**
- **Vermeiden Sie Reinigungs- oder andere Flüssigkeiten auf dem Messgerät!**

6.4. Service

Reparaturen innerhalb der Garantiezeit: Bitte wenden Sie sich an Ihren Distributor.

Wichtig!

- Nicht autorisierte Personen dürfen das Gerät nicht öffnen. Sicherheitsrisiko und Garantieverlust!

7. Spezifikationen

7.1. Messungen

RCD – Allgemeine Daten

Einstellbarer Nennfehlerstrom des RCD:	10, 30, 100, 300, 500, 1000 mA
Genauigkeit des Differenzprüfstromes:	0 bis +0.1I _Δ ; I _Δ = I _{ΔN} , 5×I _{ΔN} -0.1I _{ΔN} bis 0; I _Δ = 0.5×I _{ΔN}
Form des Prüfstromes:	Sinuswelle, gepulst
Startphase	0° oder 180°
RCD Typ:	Standard or Selektiv
Eingangsspannungsbereich:	100 V bis 264 V 45 - 65 Hz

RCD Prüfstrom-Wahl (RMS-Wert berechnet auf 20ms) entsprechend IEC 61009:

I _{ΔN} (mA)	I _{ΔN} × 1/2		I _{ΔN} × 1		I _{ΔN} × 5		RCD I _Δ	
	AC	A	AC	A	AC	A	AC	A
10	5	3.5	10	20	50	100	✓	✓
30	15	10.5	30	42	150	212	✓	✓
100	50	35	100	141	500	707	✓	✓
300	150	105	300	424	1500	n.a.	✓	✓
500	250	175	500	707	2500	n.a.	✓	✓
1000	500	350	1000	1410	n.a.	n.a.	✓	n.a.

n.a. nicht anwendbar
 AC Typ Sinusförmiger Prüfstrom
 A Typ gepulster Differenzprüfstrom

RCD – Berührungsspannung U_c

Messbereich U_c (10 ÷ 100) V

Anzeigebereich U_c (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit*
0.00 ÷ 19.99	0.01	(0 bis +10)% ± 0.2V
20.0 ÷ 99.9	0.1	

*Unter der Voraussetzung, dass:

- die Netzspannung für die Dauer der Messung stabil ist.
- der PE frei von Fremdspannungen ist

Prüfstrom: <math>< 0.5 \times I_{\Delta N}</math>
 Grenzwerte für Berührungsspannung: 25 or 50 V

Die Berührungsspannung ist berechnet auf den Nennfehlerstrom $I_{\Delta N}$ (Standard RCDs) bzw. das Doppelte des Nennfehlerstromes $2I_{\Delta N}$ (Selektive RCD).

Messbereich R_L (U_c Funktion) (0.2 ÷ 1999)Ω Siehe Kapitel 4.1.1

Anzeigebereich R_L (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
0.00 ÷ 19.99	0.01	Abhängig von der Genauigkeit der Berührungsspannungsmessung
20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999	1	

Berechnung: $R_L = U_c / I_{\Delta N}$
 Prüfstrom: <math>< 0.5 \times I_{\Delta N}</math>

RCD – Schleifenwiderstand R_{L-PE} (RCD löst nicht aus)

Messbereich R_L (0.2 ÷ 10 k)Ω

Anzeigebereich R_L (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
0.00 ÷ 19.99	0.01	± (5% v.M. + 0.05V/ $I_{\Delta N}$ + 0.2Ω)
20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999	1	
2.00k ÷ 10.00k	0.01k	

Berechnung $R_L = U_c / I_{\Delta N}$
 Prüfstrom <math>< 0.5 I_{\Delta N}</math>

RCD – Auslösezeit

Prüfstrom: $0.5 \times I_{\Delta N}$, $I_{\Delta N}$, $5 \times I_{\Delta N}$
 (Faktor x5 bei Nennstrom $I_{\Delta N} = 500\text{mA}$ nicht verfügbar)

Messbereich (Standard Typ): ab 0 ms

Anzeigebereich t Standard RCD (ms)	Auflösung (ms)	Genauigkeit
0 ÷ 300 ($1/2 I_{\Delta N}$, $I_{\Delta N}$)	1	±3ms
0 ÷ 40 ($5 I_{\Delta N}$)		

Messbereich (Selektiver RCD): ab 0 ms

Anzeigebereich t (ms) Selektiver RCD	Auflösung (ms)	Genauigkeit
0 ÷ 500 (1/2I _{ΔN} , I _{ΔN})	1	±3ms
0 ÷ 150 (5I _{ΔN})		

RCD – Auslösestrom

Messbereich I_Δ: (0.2 ÷ 1.1)I_{ΔN} – sinusförmiger Strom

Anzeigebereich I _Δ	Auflösung	Genauigkeit
0.2I _{ΔN} ÷ 1.1I _{ΔN}	0.05I _{ΔN}	±0.1I _{ΔN}

Messbereich I_Δ: (0.2 ÷ 1.5)I_{ΔN} – Gepulster Strom

Anzeigebereich I _Δ	Auflösung	Genauigkeit
0.2I _{ΔN} ÷ 1.5I _{ΔN}	0.05I _{ΔN}	±0.1I _{ΔN}

Messbereich U_{ci}: (10 ÷ 100)V

Anzeigebereich U _{ci} (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit *
0.00 ÷ 19.99	0.01	(0 bis +10)% ± 0.2V
20.0 ÷ 99.9	0.1	

*Die Genauigkeit gilt unter der Voraussetzung, dass:

- Die Netzspannung während der gesamten Messung stabil ist
- PE frei von Fremdspannungen ist

Die Spannung U_{ci} ist berechnet, um den **Auslösestrom I_Δ** zu messen.

Schleifenwiderstand R_{L-PE} und erwartbarer Kurzschlussstrom

Messbereich R_{LOOP} (0.2 ÷ 1999)Ω

Anzeigebereich Z _{L-PE} (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
0.00 ÷ 19.99	0.01	±(5% v.M. + 0.05Ω)
20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999	1	

Anzeigebereich I _{pSC} (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
0.06 ÷ 19.99	0.01	Unter Berücksichtigung der Genauigkeit von R _{LOOP}
20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999	1	
2.00k ÷ 19.99k	10	
20.0k ÷ 24.4k	100	

I_k Berechnung:

$$I_k = U_N * 1.06 / R_{LOOP}$$

$$U_N = 115 \text{ V}; (100 \text{ V} \leq U_{inp} < 160 \text{ V})$$

$$U_N = 230 \text{ V}; (160 \text{ V} \leq U_{inp} \leq 264 \text{ V})$$

$$2.5 \text{ A}$$

Max. Prüfstrom

Nenneingangsspannung

100 bis 264 V, 45 - 65 Hz

Netzinnenwiderstand R_{L-N} und erwartbarer Kurzschlussstrom

Messbereich R_{LINE} (0.2 ÷ 1999)Ω

Anzeigeumfang R_{LINE} (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
0.00 ÷ 19.99	0.01	±(5% v.M. + 0.05Ω)
20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999	1	

Anzeigeumfang I_k (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
0.06 ÷ 19.99	0.01	Unter Berücksichtigung der Genauigkeit von R_{LINE}
20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999	1	
2.00k ÷ 19.99k	10	
20.0k ÷ 42.4k	100	

I_k - Berechnung:

$$I_k = UN \cdot 1.06 / R_{LINE}$$

$UN = 115 \text{ V}; (100 \text{ V} \leq U_{inp} < 160 \text{ V})$
 $UN = 230 \text{ V}; (160 \text{ V} \leq U_{inp} \leq 264 \text{ V})$
 $UN = 400 \text{ V}; (264 \text{ V} < U_{inp} \leq 440 \text{ V})$

Max. Prüfstrom:

2.5 A

Nenneingangsspannung:

100 bis 440 V, 45 - 65 Hz

Spannung U_{L-PE}

Anzeigeumfang U (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0 ÷ 440	1	±(3% v.M. + 3V)

Nennfrequenzbereich: DC, 45 – 65 Hz

Spannung U_{L-N}

Anzeigeumfang U (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0 ÷ 440	1	±(3% v.M. + 3V)

Nennfrequenzbereich: DC, 45 – 65 Hz

7.2. Allgemeine Spezifikationen

Versorgungsspannung	6V DC (4 x 1.5V Alkaline Batterien IEC LR14) oder 4.8V DC (4 x 1.2V NiCd, NiMH wiederaufladbar, IEC LR14)
Batterieladung	1.5 Stunden für eine volle Ladung (mit Schnelladegerät)
Auto Power Off	Ja, nach ca. 10 min. ohne Aktivität
Maße (B x H x T)	15.5 x 9.5 x 19 cm
Gewicht (ohne Zubehör, mit Batterien)	1.2 kg
Anzeige	Kundenspezifische LCD
Memory	ca. 1000 Messungen
PC-Verbindung	RS 232 (9600 Bd, no parity, 8 bit data, 1 Stop bit)
Schutzklasse	II (doppelt schutzisoliert)
Überspannungskategorie	CATIII 300V
Verschmutzungsgrad	2
Schutzart	IP 54
Arbeitstemperatur	0 ÷ 40 °C
Referenztemperaturbereich	10 ÷ 30 °C
Max. Luftfeuchtigkeit	85 % RH (0 ÷ 40°C)
Referenzluftfeuchtigkeit	40 ÷ 60 % RH