

BENNING



Installationsprüfgerät

BENNING IT 115

Bedienungsanleitung

Hersteller:

Benning Elektrotechnik und Elektronik GmbH & Co. KG
Münsterstraße 135 - 137
D - 46397 Bocholt
Phone: +49 (0) 2871 - 93 - 0 • Fax: +49 (0) 2871 - 93 - 429
www.benning.de • duspol@benning.de



Dieses Symbol auf Ihrem Gerät stellt sicher, dass das Gerät die Anforderungen der EU (Europäische Union) hinsichtlich der Sicherheit und elektromagnetischen Verträglichkeit von Geräten erfüllt

© 2016 BENNING

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

IDNR. 20 752 418

TN: 10135915.02

Inhaltsverzeichnis

1 Vorwort	5
2 Sicherheits- und Bedienhinweise	6
2.1 Warnhinweise.....	6
2.2 Batterien/Akkus und Ladegerät	10
2.3 Normen	12
3 Gerätebeschreibung	13
3.1 Vorderseite.....	13
3.2 Anschlussfeld.....	14
3.3 Rückseite	15
3.4 Tragen des Prüfgerätes.....	16
3.4.1 Befestigung des Trageriemens	17
3.5 Lieferumfang und optionales Zubehör	18
3.5.1 Standard-Lieferumfang	18
3.5.2 Optionales Zubehör	18
4 Gerätebedienung	19
4.1 Anzeigen und Warntöne	19
4.1.1 Anschlussmonitor	19
4.1.2 Batterieanzeige	19
4.1.3 Warnhinweise und Meldungen.....	19
4.1.4 Bewertungsfeld.....	20
4.1.5 Warntöne	20
4.1.6 Hilfe-Menü (HELP-Taste)	21
4.1.7 Hintergrundbeleuchtung und Kontrast	21
4.2 Funktionswahlschalter	22
4.3 SETTINGS-Einstellungen.....	23
4.3.1 Sprache	23
4.3.2 FI/RCD-Prüfung	23
4.3.3 Isc-Faktor (Skalierungsfaktor).....	25
4.3.4 Commander EIN/AUS	25
4.3.5 Werkseinstellungen	26
5 Messungen	28
5.1 TRMS Spannung, Frequenz und Phasenfolge	28
5.2 Isolationswiderstand.....	30
5.3 Niederohmwiderstand/Durchgangsprüfung	32
5.3.1 Niederohmwiderstand mit 200 mA Prüfstrom.....	32
5.3.2 Durchgangsprüfung mit 7 mA Prüfstrom	33
5.3.3 Kompensation (Nullabgleich) des Prüfleitungswiderstandes	34
5.4 Prüfen von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen FI/RCDs	35
5.4.1 Berührungsspannung (Uc).....	36
5.4.2 Auslösezeit (RCD t)	37
5.4.3 Auslösestrom (RCD I).....	37
5.4.4 Automatikprüfung	38
5.5 Schleifenimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom	41
5.6 Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom/ Spannungsfall	43
5.6.1 Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom.....	44
5.6.2 Spannungsfall.....	45
5.7 Erdungswiderstand	47

5.8	Prüfung des Schutzleiteranschlusses	49
6	Wartung	51
6.1	Ersetzen der Sicherungen.....	51
6.2	Reinigung.....	51
6.3	Periodische Kalibrierung	51
6.4	Service	52
7	Technische Daten	53
7.1	Isolationswiderstand.....	53
7.2	Niederohmwidderstand/Durchgangsprüfung	54
7.2.1	Niederohmwidderstand R LOW	54
7.2.2	Durchgangsprüfung	54
7.3	Fehlerstromschutzeinrichtung FI/RCD.....	54
7.3.1	Allgemeine Daten	54
7.3.2	Berührungsspannung (Uc).....	55
7.3.3	Auslösezeit (RCD t)	55
7.3.4	Auslösestrom (RCD I)	56
7.4	Schleifenimpedanz und unbeeinflusster Fehlerstrom	57
7.4.1	Funktion Zs (Systeme ohne FI/RCD)	57
7.4.2	Funktion Zs rcd (Systeme mit FI/RCD)	57
7.5	Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom/ Spannungsfall	58
7.6	Erdungswiderstand	58
7.7	TRMS Spannung, Frequenz und Phasenfolge	59
7.7.1	TRMS Spannung (AC/DC).....	59
7.7.2	Spannung des Anschlussmonitors.....	59
7.7.3	Frequenz	59
7.7.4	Phasenfolge (Drehfeld)	59
7.8	Allgemeine Daten.....	59
Anhang A	Sicherungstabelle – Unbeeinflusster Kurzschlussstrom	61
Anhang B	Standard und optionales Zubehör pro Messfunktion	64
Anhang C	Commander-Prüfspitze, Commander-Prüfstecker	65
C.1	 Sicherheitswarnungen	65
C.2	Batterien	65
C.3	Beschreibung der optionalen Commander	66
C.4	LED-Anzeigen der Commander	67

1 Vorwort

BENNING beglückwünscht Sie zum Kauf des Installationsprüfgerätes BENNING IT 115 und seines Zubehöres. Das Installationsprüfgerät BENNING IT 115 ist ein multifunktionales Prüfgerät zur Prüfung elektrischer Anlagen gemäß DIN VDE 0100-600 (IEC 60364-6) und DIN VDE 0105-100 (EN 50110).

Folgende Messungen und Prüfungen können durchgeführt werden:

- TRUE RMS Spannung, Frequenz und Drehfeld (Phasenfolge)
- Niederohmwiderstand, Durchgangsprüfung
- Isolationswiderstand
- Fehlerstromschutzeinrichtung (FI/RCD)
- Schleifenimpedanz ohne Auslösung des FI/RCD
- Leitungsimpedanz und Spannungsfall
- Erdungswiderstand über optionales Erdungsset

Das grafische Display mit Hintergrundbeleuchtung ermöglicht ein einfaches Ablesen der Messergebnisse, Anzeigen, Messparameter und Meldungen. Zwei Gut/Schlecht-Anzeigen (rote/grüne LED's) befinden sich seitlich neben dem LC-Display.

Das BENNING IT 115 ist mit allem notwendigen Zubehör für eine komfortable Prüfung ausgestattet. Es wird gemeinsam mit dem gesamten Zubehör in einer gepolsterten Tragetasche aufbewahrt.

2 Sicherheits- und Bedienhinweise

In der Bedienungsanleitung und auf dem Prüfgerät werden folgende Symbole verwendet:



Achtung, Gefahr, Bedienungsanleitung beachten!



Warnung vor gefährlicher Spannung!



Schutzklasse II



Erde (Spannung gegen Erde)

2.1 Warnhinweise

Um ein hohes Maß an Bediensicherheit während der Prüfungen und Messungen zu erreichen und um Schäden an dem BENNING IT 115 zu vermeiden, müssen folgende allgemeine Warnhinweise beachtet werden.



Warnhinweise - Allgemeine Informationen:

- Wird das Prüfgerät nicht wie in dieser Bedienungsanleitung beschrieben eingesetzt, so kann der durch das Prüfgerät bereitgestellte Schutz beeinträchtigt werden!
- Lesen Sie die Bedienungsanleitung aufmerksam durch, da die Benutzung des Prüfgerätes anderenfalls Gefahren für Bediener, Prüfgerät oder Prüfobjekt darstellen könnte!
- Das Prüfgerät bzw. das zugehörige Zubehör niemals verwenden, wenn es eine sichtbare Beschädigung aufweist!
- Beachten Sie alle allgemeinen Sicherheitsvorschriften, um das Risiko eines elektrischen Schlagens beim Umgang mit lebensgefährlichen Spannungen zu vermeiden!
- Falls eine Sicherung durchgebrannt ist, gehen Sie nach den Anweisungen in dieser Bedienungsanleitung vor! Verwenden Sie ausschließlich Sicherungen, die den Spezifikationen entsprechen!
- Verwenden Sie das Prüfgerät nicht in AC-Versorgungssystemen mit Spannungen über 550 V AC.
- Servicearbeiten, Reparaturen und Einstellungen des Prüfgerätes und der Zubehörteile dürfen nur von autorisiertem Fachpersonal ausgeführt werden!
- Verwenden Sie nur standardmäßiges oder optionales BENNING-Zubehör, das Sie von Ihrem Händler erhalten haben!

- Beachten Sie, dass die Messkategorie einiger Zubehörteile geringer als die des Prüfgerätes ist. Prüfspitzen und Commander-Prüfspitzen verfügen über abnehmbare Aufsteckkappen. Wenn diese entfernt werden, reduziert sich die Messkategorie auf CAT II. Prüfen Sie die Markierungen der Zubehörteile!
ohne Aufsteckkappe, 18-mm-Spitze: CAT II 1000 V gegen Erde
mit Aufsteckkappe, 4-mm-Spitze: CAT II 1000 V/CAT III 600 V/CAT IV 300 V gegen Erde
- Das Prüfgerät wird mit wiederaufladbaren NiMh-Akkus geliefert. Die Akkus dürfen nur wie auf dem Schild am Batteriefachdeckel oder wie in dieser Bedienungsanleitung angegeben und nur durch Akkus desselben Typs ausgetauscht werden. Verwenden Sie keine Standard-Alkali-Batterien, während das Ladegerät geschlossen ist, da diese sonst explodieren können!
- Im Inneren des Gerätes liegen gefährliche Spannungen an. Trennen Sie alle Prüfleitungen, entfernen Sie das Ladegerät und schalten Sie das Prüfgerät aus, bevor Sie die Abdeckung des Batterie-/Sicherungsfachs öffnen.
- Alle üblichen Sicherheitsbestimmungen müssen beachtet werden, um einen elektrischen Schlag bei Arbeiten an elektrischen Anlagen zu vermeiden!



Warnhinweise im Zusammenhang mit den Messungen:

Isolationswiderstand

- Die Messung des Isolationswiderstandes darf nur an spannungsfreien Prüfobjekten durchgeführt werden!
- Berühren Sie das Prüfobjekt keinesfalls während der Messung, bevor es nicht vollständig entladen ist! Es besteht Gefahr vor elektrischen Schlägen!
- Wenn an kapazitiven Prüfobjekten eine Isolationswiderstandsmessung durchgeführt wird, erfolgt die Entladung unter Umständen zeitverzögert! Die Warnmeldung  und die aktuelle Spannung werden während der Entladung angezeigt, bis die Spannung unter 30 V fällt.
- Schließen Sie keinen Messeingang an eine externe Spannung größer als 550 V (AC oder DC) an, um das Prüfgerät nicht zu beschädigen!

Niederohmmessung/Durchgangsprüfung

- Niederohmmessungen/Durchgangsprüfungen dürfen nur an spannungsfreien Prüfobjekten durchgeführt werden!
- Parallelschleifen können das Prüfergebnis beeinflussen.

Prüfung des PE-Anschlusses

- Wenn am PE-Anschluss eine Phasenspannung erfasst wird, sofort alle Messungen stoppen. Stellen Sie sicher, dass der Fehler in der Anlage behoben wird, bevor Sie mit den Messungen fortfahren!

Anmerkungen im Zusammenhang mit den Messungen:

Allgemeines

- Die Anzeige  bedeutet, dass die gewählte Messung aufgrund von irregulären Bedingungen an den Eingangsklemmen nicht durchgeführt werden kann.
- Messungen des Isolationswiderstandes, Niederohmwiderstandes, Durchgangs und des Erdungswiderstandes können nur im spannungsfreien Zustand durchgeführt werden.
- Die GUT/SCHLECHT-Anzeige wird aktiviert, wenn ein Grenzwert eingestellt wurde. Zur Bewertung der Messergebnisse sind geeignete Grenzwerte zu wählen.
- Wenn nur zwei der drei Prüfleitungen an die zu prüfende elektrische Anlage angeschlossen werden, ist nur der Spannungswert zwischen diesen beiden Prüfleitungen gültig.

Isolationswiderstand

- Die 3-Leiter-Prüfleitung und die Commander-Prüfspitze können zur Messung des Isolationswiderstandes verwendet werden.
- Wenn an den Prüfklemmen eine Spannung von über 30 V (AC oder DC) gemessen wird, kann die Messung des Isolierwiderstandes nicht ausgeführt werden.
- Das Prüfgerät entlädt Prüfobjekte automatisch nach Abschluss der Messung.
- Durch ein Doppelklick auf die Taste TEST wird eine kontinuierliche (fortlaufende) Messung durchgeführt.

Niederohmmessung/Durchgangsprüfung

- Wenn an den Prüfklemmen eine Spannung von über 10 V (AC oder DC) gemessen wird, kann die Niederohmmessung/Durchgangsprüfung nicht ausgeführt werden.
- Bevor eine Niederohmmessung/Durchgangsprüfung durchgeführt wird, kompensieren Sie falls nötig den Prüfleitungswiderstand.

Erdungswiderstand

- Wenn an den Prüfklemmen eine Spannung von über 30 V (AC oder DC) gemessen wird, kann die Messung des Erdungswiderstandes nicht ausgeführt werden.
- Wenn an den Prüfklemmen H und E oder S eine Störspannung von über 5 V festgestellt wird, wird das Warnsymbol "" angezeigt, was darauf hinweist, dass das Messergebnis möglicherweise beeinflusst wurde!

Fehlerstromschutzeinrichtung (FI/RCD)

- Die Parameter, die für eine Messfunktion eingestellt wurden, werden auch für andere FI/RCD-Messfunktionen übernommen!
- Die Messung der Berührungsspannung sorgt üblicherweise nicht für das Auslösen der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (FI/RCD). Jedoch könnte die Auslösegrenze infolge von Leckströmen über den PE-Schutzleiter oder über kapazitive Verbindungen zwischen den Leitern L und PE überschritten werden.
- Die Messung der Schleifenimpedanz Zsrcd benötigt im Vergleich zur Schleifenimpedanz RL (Unterergebnis der Berührungsspannung) mehr Zeit, bietet jedoch eine deutlich höhere Genauigkeit.
- Die Auslösezeit- und Auslösestrommessung wird nur durchgeführt, wenn die Berührungsspannung bei Nenndifferenzstrom geringer als der eingestellte Grenzwert der Berührungsspannung ist.
- Die automatische Prüffolge (FI/RCD AUTO-Funktion) wird angehalten, wenn die Auslösezeit außerhalb des zulässigen Wertes liegt.

Schleifenimpedanz

- Der untere Grenzwert des unbeeinflussten Kurzschlussstromes hängt vom Sicherungstyp, von der Strombemessung und der Auslösezeit der Sicherung sowie vom ISC-Skalierungsfaktor ab.
- Die angegebene Genauigkeit der geprüften Parameter gilt nur, wenn die Netzspannung während der Messung stabil ist.
- Die Messung der Schleifenimpedanz (Z_s) löst Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen aus.
- Die Messung der Schleifenimpedanz (Z_{srcd}) löst normalerweise die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung nicht aus. Allerdings kann die Auslösegrenze infolge von Leckströmen überschritten werden, die zum PE-Schutzleiter oder über die kapazitive Verbindung zwischen den Leitern L und PE fließen.

Leitungsimpedanz/Spannungsfall

- Bei der Messung der Leitungsimpedanz Phase gegen Phase $Z_i(L-L)$ mit miteinander kontaktierten Prüfleitungen PE und N wird eine Warnung vor gefährlicher PE-Spannung ausgegeben. Die Messung wird dennoch ausgeführt.
- Die angegebene Genauigkeit der geprüften Parameter gilt nur, wenn die Netzspannung während der Messung stabil ist.
- Die Prüfanschlüsse L und N werden je nach erfasster Anschlussspannung automatisch vertauscht.

Prüfung des PE-Schutzleiteranschlusses

- Der PE-Anschluss kann nur in den Schalterpositionen FI/RCD, $Z_s(L-PE)$ und $Z_i(L-N/L)$ geprüft werden!
- Für eine korrekte Messung des PE-Anschlusses muss die Taste TEST einige Sekunden lang berührt werden.
- Achten Sie darauf, dass Sie nicht auf einem isolierten Boden stehen, da das Prüfergebnis sonst fehlerhaft sein kann!

2.2 Batterien/Akkus und Ladegerät

Das Gerät kann mit sechs Alkali-Batterien (Typ AA) oder mit wiederaufladbaren NiMh-Batterien (Akkus) betrieben werden. Die angegebene Betriebszeit bezieht sich auf Akkus mit einer Nennleistung von 2100 mAh. Der Ladezustand der Batterien wird permanent im unteren rechten Teil des LC-Displays angezeigt. Wenn die Batteriespannung zu schwach ist, wird dies wie in der Abbildung 2.1 angezeigt. Die Anzeige erscheint einige Sekunden bevor sich das Gerät ausschaltet.



Abbildung 2.1: Anzeige für entladene Batterien

Die Ladung der wiederaufladbaren NiMh-Akkus erfolgt automatisch sobald das Ladegerät mit der Ladebuchse des Prüfgerätes verbunden wird. Die Polarität der Ladebuchse wird in Abbildung 2.2 angezeigt. Eine integrierte Schutzschaltung steuert den Ladevorgang und stellt eine optimale Batterielebensdauer sicher.



Abbildung 2.2: Polarität der Ladebuchse

Symbol:



Anzeige des Akkuladenvorgangs



Abbildung 2.3: Ladung in Betrieb



Allgemeine Warnhinweise:

- Wenn das Prüfgerät an eine Anlage angeschlossen ist, kann im Batteriefach eine lebensgefährliche Spannung anliegen! Beim Austauschen der Batterien/Akkus bzw. bevor die Abdeckung des Batterie-/Sicherungsfachs geöffnet wird, sind alle Prüfleitungen/Zubehörteile vom Prüfgerät zu trennen und das Prüfgerät auszuschalten.
- Es ist sicherzustellen, dass die Batterien/Akkus korrekt eingesetzt werden, da das Prüfgerät sonst nicht betrieben werden kann und sich die Akkus entladen.
- Keinesfalls Alkali-Batterien aufladen!
- Verwenden Sie ausschließlich das im Lieferumfang befindliche Ladegerät!

Hinweise:

- Das Ladegerät im Prüfgerät ist ein Zellenpack-Ladegerät. Das bedeutet, die Akkus werden beim Laden in Reihe geschaltet. Die Akkus müssen daher äquivalent sein (gleiche Ladung, gleicher Zustand, gleicher Typ und gleiches Alter).
- Falls das Prüfgerät über einen längeren Zeitraum nicht verwendet wird, sind alle Akkus aus dem Batteriefach zu entnehmen.
- Es dürfen nur Alkali-Batterien bzw. wiederaufladbare NiMh-Batterien der Größe AA verwendet werden. Eine Verwendung von Akkus mit einer Leistung von mindestens 2100 mAh wird empfohlen.

- Während des Ladevorgangs von Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht verwendet wurden (länger als 6 Monate), können unvorhersehbare chemische Vorgänge auftreten. In diesem Fall wird empfohlen den Lade-/Entladezyklus mindestens 2-4 Mal zu wiederholen.
- Falls nach mehrmaligem Laden/Entladen keine Verbesserung aufgetreten ist, sollte jeder Akku einzeln geprüft werden (Vergleich der Akkuspannungen, Prüfung in einem Zellenladegerät etc.). Höchstwahrscheinlich haben nur einige der Akkus an Leistung eingebüßt. Wenn ein Akku sich von den anderen unterscheidet, kann dies zu fehlerhafter Funktion des gesamten Akkublocks führen!
- Die oben beschriebenen Effekte dürfen nicht mit der normalen Reduzierung der Batteriekapazität über die Zeit verwechselt werden. Jede wiederaufladbare Batterie (Akku) verliert durch wiederholte Lade-/Entladezyklen an Batteriekapazität. Diese Informationen werden in den technischen Daten des Batterieherstellers bereitgestellt.

2.3 Normen

Das BENNING IT 115 wird in Übereinstimmung mit folgenden Vorschriften gebaut und geprüft:

Elektrromagnetische Verträglichkeit (EMV)

EN 61326-1	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen Klasse B (Handgeräte in kontrollierten EM-Umgebungen)
------------	--

Sicherheit (LVD)

EN 61010-1	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 61010-2-030	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise
EN 61010-031	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 031: Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum elektrischen Messen und Prüfen
EN 61010-2-032	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 2-032: Besonderheiten für handgeholtene und handbediente Stromsonden für elektrische Prüfungen und Messungen

Funktionalität

EN 61557	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis 1000 V _{AC} und 1500 V _{DC} – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen Teil 1: Allgemeine Anforderungen Teil 2: Isolationswiderstand Teil 3: Schleifenwiderstand Teil 4: Widerstand des Erdungsanschlusses und Potentialausgleichs Teil 5: Erdungswiderstand Teil 6: Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) in TT-/TN-/IT-Systemen Teil 7: Drehfeld (Phasenfolge) Teil 10: Kombinierte Prüfgeräte
----------	--

Referenznormen für elektrische Installationen und Komponenten

EN 61008	Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen
EN 61009	Fehlerstrom-Schutzschalter mit eingebautem Überstromschutz für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen
EN 60364-4-41	Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 4-41 Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag
BS 7671	IEE Wiring Regulations (17th edition)
AS / NZS 3017	Electrical installations – Verification guidelines

Hinweis zu EN- und IEC-Normen:

- Diese Bedienungsanleitung enthält Referenzen zu europäische Normen. Alle Normen der Reihe EN 6XXXX (z. B. EN 61010) entsprechen den jeweiligen IEC-Normen mit derselben Nummer (z. B. IEC 61010). Sie unterscheiden sich lediglich in den, aufgrund der europäischen Harmonisierungsverfahren, modifizierten Teilen.

3 Gerätbeschreibung

3.1 Vorderseite

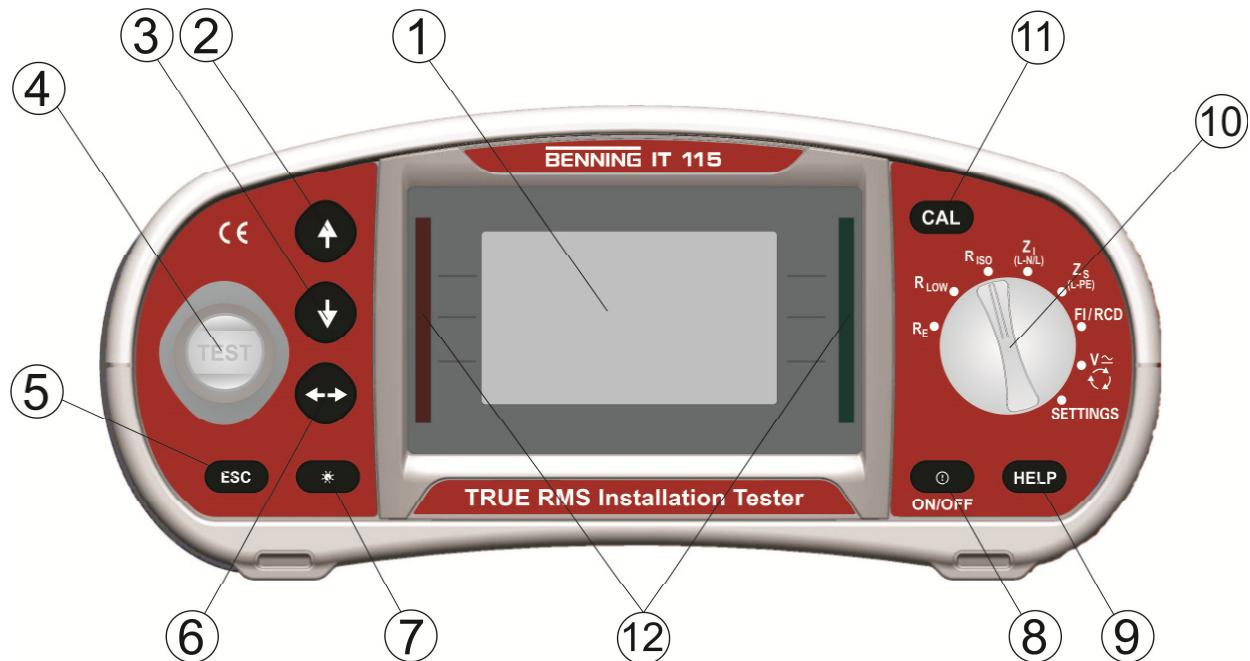


Abbildung 3.1: Vorderseite

Legende:

1	LCD	Matrix-Display mit 128 x 64 Bildpunkten und Hintergrundbeleuchtung.
2	AUF	Ändert ausgewählte Parameter.
3	AB	
4	TEST	Start der Messung. PE-Berührungselektrode für Schutzleiteranschluss.
5	ESC	Zurück/Abbruch.
6	TAB	Wählt Parameter in der eingestellten Messfunktion aus.
7	Hintergrundbeleuchtung Kontrast	Ändert Hintergrundbeleuchtung und Kontrast.
8	ON/OFF	Gerät ein- oder ausschalten. Automatische Abschaltung (APO) ohne Tastenbetätigung nach 15 Min.
9	HELP	Hilfefunktion mit Anschlussbildern
10	Funktionswahlschalter	Drehschalter zur Auswahl der Messfunktionen und SETTINGS-Einstellungen.
11	CAL	Zur Kalibrierung der Prüfleitungen in der R LOW und DURCHGANGS-Funktion. Startet die Z _{REF} -Messung in der Unterfunktion ΔU Spannungsfall.
12	Grüne/rote LED	GUT/SCHLECHT-Anzeige der Messergebnisse.

3.2 Anschlussfeld

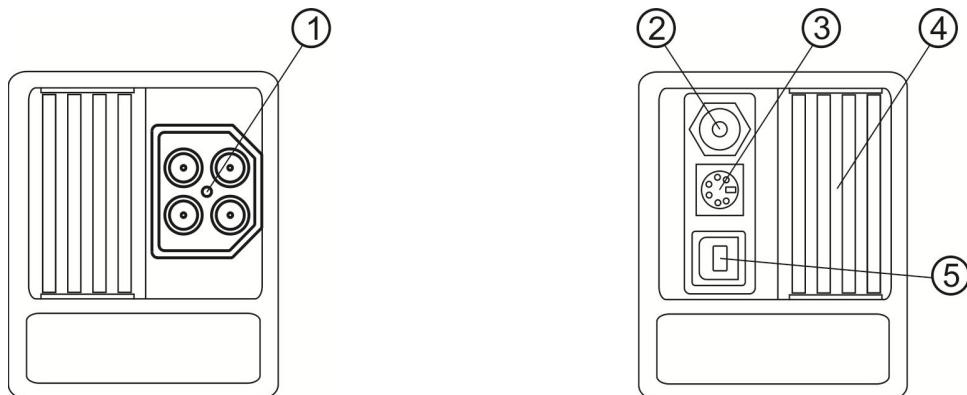


Abbildung 3.2: Anschlussfeld

Legende:

1	Prüfanschluss	Messeingänge/-ausgänge.
2	Ladebuchse	Zur Ladung der wiederaufladbaren NiMh-Akkus.
3	PS/2-Buchse	Serielle RS-232-Schnittstelle für Servicezwecke
4	Schutzabdeckung	
5	USB-Anschluss	Ohne Funktion



Warnungen!

- Die höchstzulässige Spannung zwischen den Prüfklemmen und der Erde beträgt 550 V!
- Die höchstzulässige Spannung zwischen den Prüfklemmen beträgt 550 V!
- Die maximal kurzzeitig zulässige Spannung des externen Ladegerätes beträgt 14 V!

3.3 Rückseite

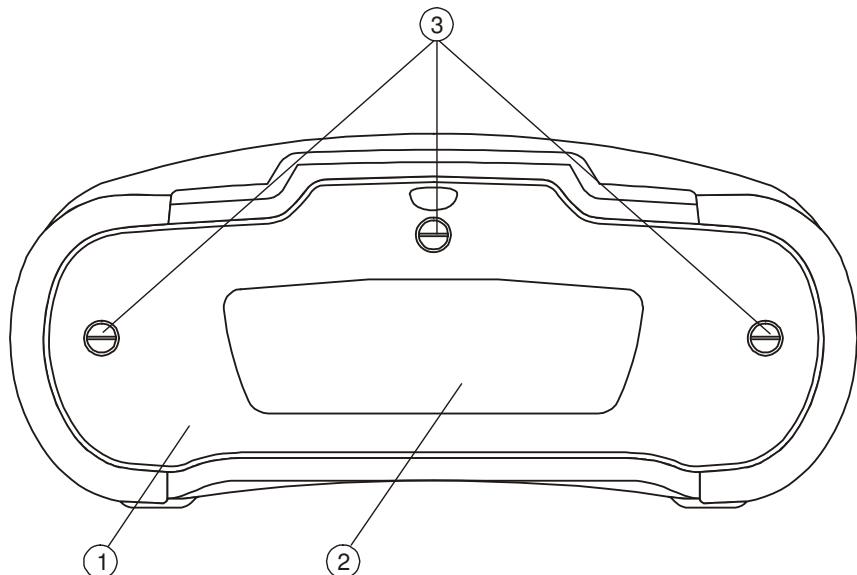


Abbildung 3.3: Rückseite

Legende:

1	Abdeckung des Batterie-/Sicherungsfachs
2	Informationsschild
3	Schrauben für die Abdeckung des Batterie-/Sicherungsfachs

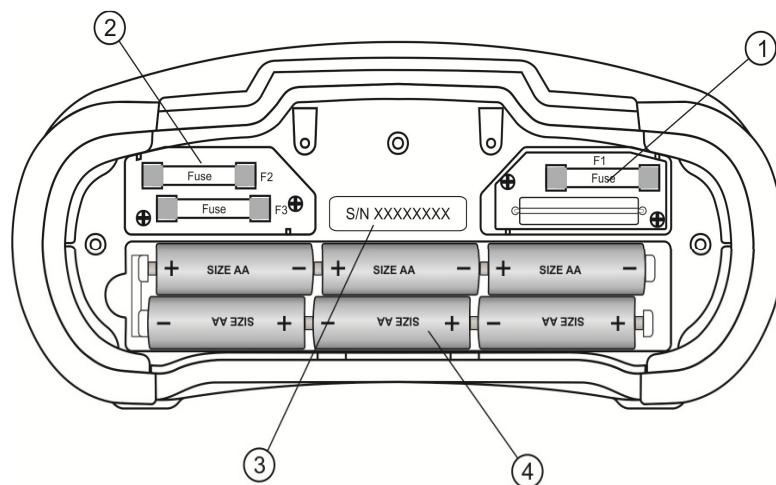


Abbildung 3.4: Batterie- und Sicherungsfach

Legende:

1	Sicherung F1	M 315 mA/250 V
2	Sicherungen F2 und F3	F 4 A/500 V (Abschaltvermögen 50 kA)
3	Seriennummernschild	
4	Akkus/Batterien	Größe AA, Alkali/wiederaufladbar NiMh, Anzahl: 6 Stück

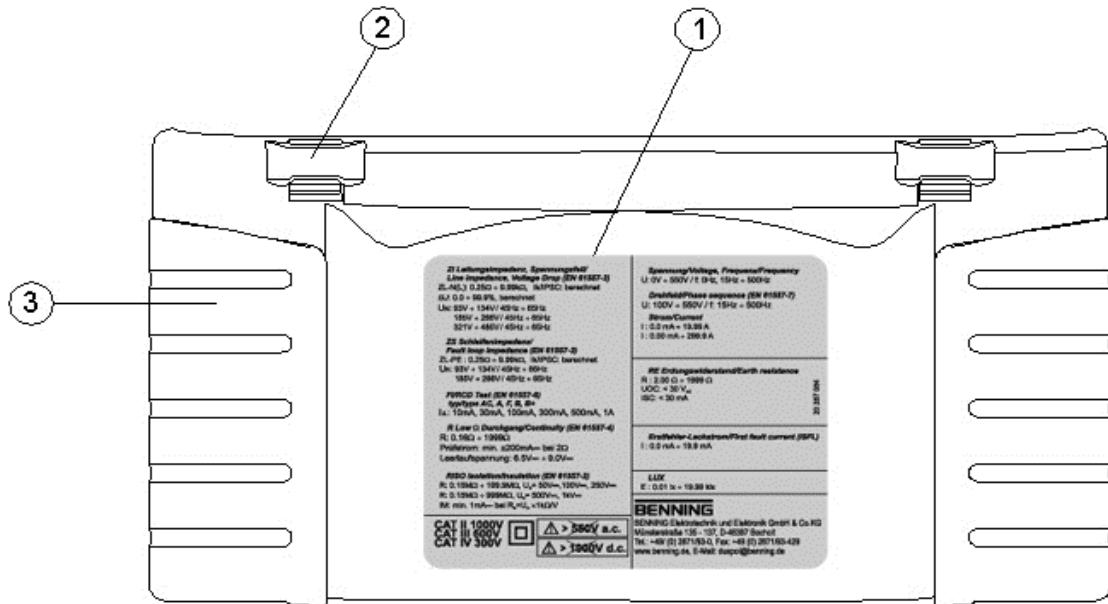


Abbildung 3.5: Bodenansicht

Legende:

1	Informationsschild
2	Tragegurtöffnungen
3	Seitenabdeckungen

3.4 Tragen des Prüfgerätes

Mit dem standardmäßigen Lieferumfang kann das Prüfgerät auf verschiedene Arten getragen werden.



Das Prüfgerät hängt mit dem Trageriemen um den Hals des Bedieners.



Das Prüfgerät kann auch in der gepolsterten Tasche getragen und liegend verwendet werden. Die Tragetasche besitzt eine Öffnung zur Durchführung der Prüfleitung.

3.4.1 Befestigung des Trageriemens

Wählen Sie zwischen einer der beiden Methoden:

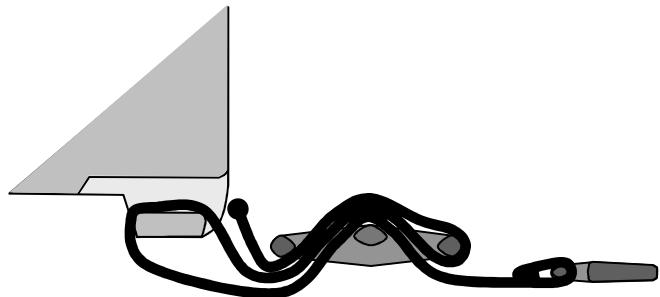


Abbildung 3.6: Erste Methode

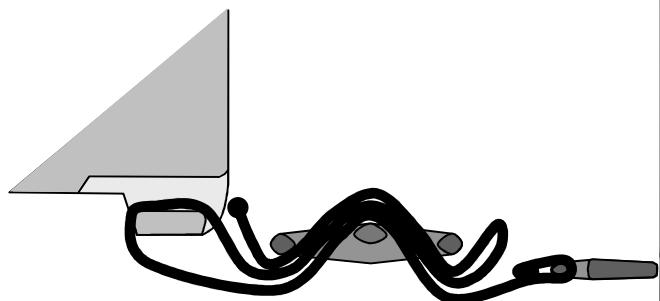


Abbildung 3.7: Alternative Methode

Bitte prüfen Sie regelmäßig die sichere Befestigung.

3.5 Lieferumfang und optionales Zubehör

3.5.1 Standard-Lieferumfang

- 1 x Installationsprüfgerät BENNING IT 115
- 1 x Gepolsterte Tragetasche
- 1 x Prüfkabel mit Schutzkontaktstecker
- 1 x Universelle 3-Leiter-Prüfleitung (schwarz, blau, grün)
- 1 x Prüfspitzenatz (schwarz, blau, grün)
- 1 x Krokodilklemmensatz (schwarz, blau, grün)
- 1 x Trageriemen
- 6 x Wiederaufladbare NiMh-Akkus, Größe AA
- 1 x Ladegerät
- 1 x CD-Rom mit Bedienungsanleitung und Kurzanleitung im PDF-Format
- 1 x Kurzanleitung
- 1 x Kalibrierzertifikat

3.5.2 Optionales Zubehör

Erdungsset

Erdungsset, 2 Erdspieße, 3 Prüfleitungen,
2 x L = 20 m, 1 x L = 4,5 m Art. Nr.: 044113



COMMANDER-Prüfspitze

mit TEST-Taste zur Auslösung des Messvorgangs, Gut/Schlecht-Anzeige über grün/rote LED, PE-Berührungselektrode zur Erkennung der Phasenspannung am Schutzleiteranschluss PE, Taste für Messstellen- und Displaybeleuchtung

Art. Nr.: 044155



Commander-Prüfstecker

Für Schutzkontaktsteckdose, schaltbar mit TEST-Taste, Gut/Schlecht-Anzeige über grüne/rote LED, PE-Berührungselektrode zur Erkennung der Phasenspannung am Schutzleiteranschluss PE.

Art. Nr.: 044149



CEE-Messadapter

16 A, 5-polig, zur Messung von Spannung und Phasenfolge (Drehfeld) an 16 A CEE-Steckdosen.

Art. Nr.: 044148



40 m Messleitung

40 m Messleitung mit Aufwickler und Handschlaufe, zur Messung von Schutzleiterverbindungen.

Art. Nr.: 044039



4 Gerätbedienung

4.1 Anzeigen und Warntöne

4.1.1 Anschlussmonitor

Der Anschlussmonitor zeigt die anliegenden Spannungen an den Prüfklemmen sowie Informationen über die aktiven Prüfklemmen im Wechselstromnetz an.

	Die anliegende Spannung wird zusammen mit der Prüfklemmendarstellung angezeigt. Alle drei Prüfklemmen L, N und PE werden für die ausgewählte Messung verwendet.
	Die anliegende Spannung wird zusammen mit der Prüfklemmendarstellung angezeigt. Die Prüfanschlüsse L und N werden für die ausgewählte Messung verwendet.
	Die Prüfklemmen L und PE sind aktive Prüfklemmen. Die N-Prüfklemme sollte ebenso angeschlossen werden, um eine korrekte Eingangsspannung aufzuweisen.
	Die anliegende Polarität der Prüfspannung (R LOW, R ISO) wird an den Ausgangsklemmen L und N angezeigt.

4.1.2 Batterieanzeige

Die Batterieanzeige zeigt den aktuellen Ladezustand des Akkus und den Anschluss eines externen Ladegerätes an.

	Batteriekapazitätsanzeige.
	Ladezustand gering. Der Ladezustand ist zu gering, um korrekte Messergebnisse zu garantieren. Ersetzen Sie die Batterien oder laden Sie die Akkus auf.
	Ladung läuft (bei angeschlossenem Ladegerät).

4.1.3 Warnhinweise und Meldungen

Folgende Warnhinweise und Meldungen werden angezeigt:

	Warnung! An den Prüfklemmen liegt eine hohe Spannung an.
	Warnung! Gefährliche Spannung am PE-Anschluss! Beenden Sie umgehend den Messvorgang und beheben Sie den Fehler/das Anschlussproblem, bevor Sie den Vorgang fortsetzen!
	Die Bedingungen an den Eingangsklemmen ermöglichen den Start einer Messung. Beachten Sie weitere Warnungen und Meldungen!
	Die Bedingungen an den Eingangsklemmen ermöglichen keinen Start der Messung. Beachten Sie weitere Warnungen und Meldungen!
	Die Messung läuft. Beachten Sie angezeigte Warnungen!
	Das Prüfgerät ist überhitzt. Die Messungen werden so lange ausgesetzt, bis die interne Temperatur unter den zulässigen Grenzwert gesunken ist.

	Während der Messung wurde eine hohe Störspannung festgestellt. Die Messergebnisse können verfälscht sein.
	L und N wurden getauscht.
	FI/RCD während der Messung ausgelöst (in FI/RCD-Funktionen)
	Tragbarer FI/PRCD ausgewählt (nur für Dokumentationszwecke).
	Der Widerstand der Prüfleitungen für die Niederohmmessung/ Durchgangsprüfung ist nicht kompensiert.
	Der Widerstand der Prüfleitungen für die Niederohmmessung/ Durchgangsprüfung wurde kompensiert.
	Hoher Erdungswiderstand der Messsonden. Die Messergebnisse können verfälscht sein.
	Das Messsignal liegt außerhalb des Messbereichs. Die Messergebnisse können verfälscht sein.
	Sicherung F1 ist defekt.

4.1.4 Bewertungsfeld

	Messergebnis innerhalb der voreingestellten Grenzwerte (grüne LED).
	Messergebnis außerhalb der voreingestellten Grenzwerte (rote LED).
	Messung wurde abgebrochen. Beachten Sie die angezeigten Warnhinweise und Meldungen.

4.1.5 Warntöne

Durchgehender Ton	Warnung! Gefährliche Spannung am PE-Anschluss festgestellt.
-------------------	--

4.1.6 Hilfe-Menü (HELP-Taste)

HELP	Öffnet das Hilfe-Menü.
-------------	------------------------

Für alle Messfunktionen ist ein Hilfe-Menü verfügbar. Das Hilfe-Menü enthält graphische Anschlussbilder, wie das Prüfgerät an die elektrische Anlage anzuschließen ist. Nach Auswahl der gewünschten Messfunktion kann über die HELP-Taste das entsprechende Hilfe-Menü aufgerufen werden.

Tasten im Hilfe-Menü

AUF/AB	Wählt das nächste/vorherige Anschlussbild.
ESC/HELP/ Funktionswahlschalter	Hilfe-Menü verlassen.

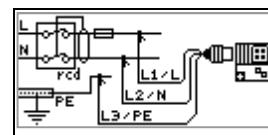
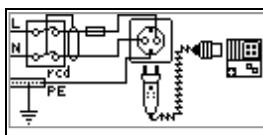


Abbildung 4.1: Anschlussbilder des Hilfe-Menüs

4.1.7 Hintergrundbeleuchtung und Kontrast

Mit der Taste für Hintergrundbeleuchtung und Kontrast können folgende Einstellungen vorgenommen werden:

Kurze Betätigung	Schaltet die Hintergrundbeleuchtung für ca. 10 Sek. ein.
1 s lang gedrückt halten	Schaltet die Hintergrundbeleuchtung dauerhaft ein, bis das Gerät ausgeschaltet oder die Taste erneut gedrückt wird.
2 s lang gedrückt halten	Ermöglicht die Einstellung des LCD-Kontrasts.



Abbildung 4.2: LCD-Kontrasteinstellung

Tasten zur Kontrasteinstellung

AUF	Kontrast erhöhen.
AB	Kontrast verringern.
TEST	Eingestellten Kontrast übernehmen.
ESC	Einstellungen ohne Änderungen beenden.

4.2 Funktionswahlschalter

Der Funktionswahlschalter dient der Auswahl der

- Prüf- und Messfunktionen
- SETTINGS-Einstellungen

Tasten-Funktion nach Auswahl der **Prüf-/Messfunktion**

AUF/AB	Wählt die Unterfunktion der eingestellten Prüf-/Messfunktion aus (nur für R LOW, ZI, Zs, FI/RCD).
TAB	Auswahl der Parameter und Grenzwerte.
TEST	Start der Messung.
ESC	Zurück/Abbruch.

Tasten-Funktion im Feld **Parameter**

AUF/AB	Ändert den ausgewählten Parameter.
TAB	Wählt den nächsten Parameter aus.

Parameter und Grenzwerte zur Bewertung von Messergebnissen

Parameter, Grenzwert	OHNE	Keine Parameter/Grenzwerte, Anzeige: ____.
	EIN	Messergebnisse – werden anhand der eingestellten Parameter und Grenzwert mit GUT/SCHLECHT bewertet.

Im Kapitel **5. Messungen** sind weitere Informationen zur Durchführung der Prüf-/ Messfunktionen des Prüfgerätes aufgeführt.

4.3 SETTINGS-Einstellungen

Stellen Sie den Funktionswahlschalter zur Auswahl der Messfunktion auf **SETTINGS**, um folgende Einstellungen am Prüfgerät vorzunehmen:

- SPRACHE** auswählen (GB, D, E, F, NL)
- RCD/FI-PRÜFUNG** (Prüfung gemäß EN 61008/EN 61009, IEC 60364-4-41, BS 7671, AS/NZS 3017)
- ISC FAKTOR Einstellung** (0,20 – 3,00)
- Commander EIN/AUS**
- WERKSDATEN** zurücksetzen



Abbildung 4.3:
SETTINGS-Einstellungen

Tasten

AUF/AB	Auswahl der Option.
TEST	Bestätigt ausgewählte Option.
ESC/ Funktionswahlschalter	Zurück/Abbruch ohne Änderung.

4.3.1 Sprache

In diesem Menü kann die Sprache eingestellt werden.



Abbildung 4.4: Sprache wählen

Tasten

AUF/AB	Auswahl der Sprache.
TEST	Bestätigt die ausgewählte Sprache und kehrt zum Einstellungs-Menü zurück.
ESC	Zurück/Abbruch zum Einstellungs-Menü.
Funktionswahlschalter	Zurück/Abbruch zur ausgewählten Messfunktion.

4.3.2 FI/RCD-Prüfung

In diesem Menü wird die für die FI/RCD-Prüfung verwendete Norm eingestellt.



Abbildung 4.5:
Auswahl der FI/RCD-Norm

Tasten

AUF/AB	Auswahl der Norm.
TEST	Bestätigt die ausgewählte Norm und kehrt zum Einstellungs-Menü zurück.
ESC	Zurück/Abbruch zum Einstellungs-Menü.
Funktionswahlschalter	Zurück/Abbruch zur ausgewählten Messfunktion.

Die maximalen FI/RCD-Abschaltzeiten sind von Norm zu Norm unterschiedlich. Die Zeiten für die einzelnen Normen sind unten aufgeführt. Standardmäßig sind die Abschaltzeiten gemäß Norm EN 60364-4-41 voreingestellt. Die Norm EN 60364-4-41 definiert gemäß Tabelle 41.1 unterschiedliche Abschaltzeiten für TN/IT-Netze und TT-Netze.

Auslösezeiten nach EN 60364-4-41 (VDE 0100-410):

	U_o	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$ ^{*)}	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
TN/IT	≤ 120 V	$t_{\Delta} > 800$ ms	$t_{\Delta} \leq 800$ ms	$t_{\Delta} < 150$ ms	$t_{\Delta} < 40$ ms
	≤ 230 V	$t_{\Delta} > 400$ ms	$t_{\Delta} \leq 400$ ms		
TT	≤ 120 V	$t_{\Delta} > 300$ ms	$t_{\Delta} \leq 300$ ms	$t_{\Delta} < 150$ ms	$t_{\Delta} < 40$ ms
	≤ 230 V	$t_{\Delta} > 200$ ms	$t_{\Delta} \leq 200$ ms		

U_o : Nennspannung Außenleiter gegen Erde

Beispiel für eine Bewertung der Auslösezeit für $I_{\Delta N}$, $U_o: \leq 230$ V:

Einstellung	Auslösezeit t_{Δ}	Bewertungsfeld
IEC 60364-4-41 TN/IT	< 400 ms	✓
	400 ms < t_{Δ} < 999 ms	✗
	> 999 ms	✗
IEC 60364-4-41 TT	< 200 ms	✓
	200 ms < t_{Δ} < 999 ms	✗
	> 999 ms	✗

Auslösezeiten nach EN 61008/EN 61009:

	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$ ^{*)}	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
Allgemeine FI/RCDs (nicht verzögert)	$t_{\Delta} > 300$ ms	$t_{\Delta} < 300$ ms	$t_{\Delta} < 150$ ms	$t_{\Delta} < 40$ ms
Selektive FI/RCD (verzögert)	$t_{\Delta} > 500$ ms	130 ms < $t_{\Delta} < 500$ ms	60 ms < $t_{\Delta} < 200$ ms	50 ms < $t_{\Delta} < 150$ ms

Auslösezeiten nach BS 7671:

	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$ ^{*)}	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
Allgemeine FI/RCDs (nicht verzögert)	$t_{\Delta} > 1999$ ms	$t_{\Delta} < 300$ ms	$t_{\Delta} < 150$ ms	$t_{\Delta} < 40$ ms
Selektive FI/RCD (verzögert)	$t_{\Delta} > 1999$ ms	130 ms < $t_{\Delta} < 500$ ms	60 ms < $t_{\Delta} < 200$ ms	50 ms < $t_{\Delta} < 150$ ms

Auslösezeiten nach AS/NZS 3017**:

FI/RCD-Typ	$I_{\Delta N}$ [mA]	$\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$ ^{*)}	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$	Anmerkung
I	≤ 10	> 999 ms	t_{Δ}	t_{Δ}	t_{Δ}	Maximale Abschaltzeit
II	$> 10 \leq 30$		40 ms	40 ms	40 ms	
III	> 30		300 ms	150 ms	40 ms	
IV S	> 30		300 ms	150 ms	40 ms	
			500 ms	200 ms	150 ms	Minimale nicht auslösende Zeit
			130 ms	60 ms	50 ms	

^{*)} Mindestprüfzeit für Strom von $\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$, FI/RCD darf nicht auslösen.

^{**) Prüfstrom und Messgenauigkeit entsprechen den Anforderungen von AS/NZS 3017.}

Maximale Prüfzeiten und gewählter Prüfstrom für allgemeine (nicht verzögerte) FI/RCD:

Standard	$1/2 \times I_{\Delta N}$	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
EN 60364-4-41	1000 ms	1000 ms	150 ms	40 ms
EN 61008/EN 61009	300 ms	300 ms	150 ms	40 ms
BS 7671	2000 ms	300 ms	150 ms	40 ms
AS/NZS 3017 (I, II, III)	1000 ms	1000 ms	150 ms	40 ms

Maximale Prüfzeiten und gewählter Prüfstrom für selektive (verzögerte) FI/RCD:

Standard	$1/2 \times I_{\Delta N}$	$I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$5 \times I_{\Delta N}$
EN 60364-4-41	1000 ms	1000 ms	200 ms	150 ms
EN 61008/EN 61009	500 ms	500 ms	200 ms	150 ms
BS 7671	2000 ms	500 ms	200 ms	150 ms
AS/NZS 3017 (IV)	1000 ms	1000 ms	200 ms	150 ms

4.3.3 Isc-Faktor (Skalierungsfaktor)

In diesem Menü wird der Isc-Faktor (Skalierungsfaktor) zur Berechnung des Kurzschlussstroms (I_k) in der Funktion ZI (L-N/L) und Zs (L-PE) eingestellt.

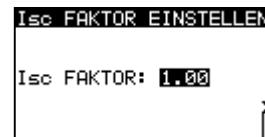


Abbildung 4.6:
Auswahl des Isc-Faktors

Tasten

AUF/AB	Ändert den Isc-Faktor.
TEST	Bestätigt den eingestellten Isc-Faktor.
ESC	Zurück/Abbruch zum Einstellungs-Menü.
Funktionswahlschalter	Zurück/Abbruch zur ausgewählten Messfunktion.

Der Kurzschlussstrom I_k im Versorgungssystem ist für die Auswahl und die Prüfung der Schutzschaltungen (Sicherungen, Überstromsicherungseinrichtungen, FI/RCDs) von hoher Bedeutung.

Der Standardwert des Isc-Faktors (I_k) beträgt 1,00. Der Wert ist den örtlichen Bestimmungen entsprechend einzustellen.

Der Isc-Faktor ist in dem Bereich von 0,20 ÷ 3,00 einstellbar.

4.3.4 Commander EIN/AUS

In diesem Menü können die optionalen Commander aktiviert oder deaktiviert werden.



Abbildung 4.7:
Auswahl der Commander-Unterstützung

Tasten

AUF/AB	Auswahl Commander EIN/Commander AUS.
TEST	Bestätigt die ausgewählte Option.
ESC	Zurück/Abbruch zum Einstellungs-Menü.
Funktionswahlschalter	Zurück/Abbruch zur ausgewählten Messfunktion.

Anmerkung:

- Die Option Commander AUS ist dafür gedacht, die Bedientasten des Commanders (außer Taste Hintergrundbeleuchtung) zu deaktivieren. Die Deaktivierung des Commanders ist dann sinnvoll, wenn starke Störquellen die Funktion des Commanders beeinflussen.

4.3.5 Werkseinstellungen

In diesem Menü können die Einstellungen, die Messparameter und die Grenzwerte des Prüfgerätes auf Werkseinstellungen zurückgesetzt werden.



Abbildung 4.8:
Abfrage zur Werkseinstellung

Tasten

AUF/AB	Auswahl der Option [JA, NEIN].
TEST	Bestätigt die ausgewählte Option.
ESC	Zurück/Abbruch zum Einstellungs-Menü.
Funktionswahlschalter	Zurück/Abbruch zur ausgewählten Messfunktion.

Anmerkung:

- Wenn auf Werkeinstellung zurückgesetzt wird, gehen alle vorgenommenen Einstellungen verloren!
- Wenn die Batterien länger als 1 Minute entfernt werden, gehen alle vorgenommenen Einstellungen verloren.

Die Werkseinstellungen sind wie folgt definiert:

Einstellungen des Prüfgerätes	Voreinstellung
Sprache	Deutsch
Kontrast	50 %
Erdungssystem	TN/TT
Isc-Faktor	1,00
FI/RCD-Normen	EN 60364-4-41
Commander-Prüfspitze (Option)	EIN

Messfunktion Unterfunktion	Parameter/Grenzwert
RE	Ohne Grenzwert
R ISO	Ohne Grenzwert Nennprüfspannung: 500 V
R LOW DURCHGANG	Ohne Grenzwert Ohne Grenzwert
ZI (L-N/L) Leitungsimpedanz ΔU Spannungsfall	Sicherungstyp: keine ausgewählt ΔU: 4,0 %, Z_{REF} : 0,00 Ω
Zs (L-PE) Schleifenimpedanz Zs rcd	Sicherungstyp: keine ausgewählt Sicherungstyp: keine ausgewählt

FI/RCD	RCD t Nennwert Differenzialstrom: $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$ FI/RCD-Typ: AC, nicht verzögert Prüfstrom mit Polarität bei Beginn:  (0°) Grenzwert Berührungsspannung: 50 V Stromfaktor: ×1
--------	---

Anmerkung:

- Das Prüfgerät kann auch auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt werden, wenn die TAB-Taste während des Einschaltens gedrückt wird.

5 Messungen

5.1 TRMS Spannung, Frequenz und Phasenfolge

Die anliegenden Spannungen an den Prüfanschlüssen werden über den Anschlussmonitor permanent angezeigt. In dem Messbereich **TRMS SPANNUNG** (Echt-Effektivwert der Spannung) können die Messwerte für Spannung (AC/DC), Frequenz und die Phasenfolge (Drehfeld) auch gespeichert werden. Die Messungen werden entsprechend der Norm EN 61557-7 durchgeführt.

Tasten-Funktion gemäß Kapitel
4.2 Funktionswahlschalter

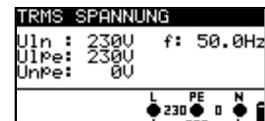


Abbildung 5.1:
Spannung im Einphasensystem

Prüfparameter

Es müssen keine Parameter eingestellt werden.

Anschlussplan

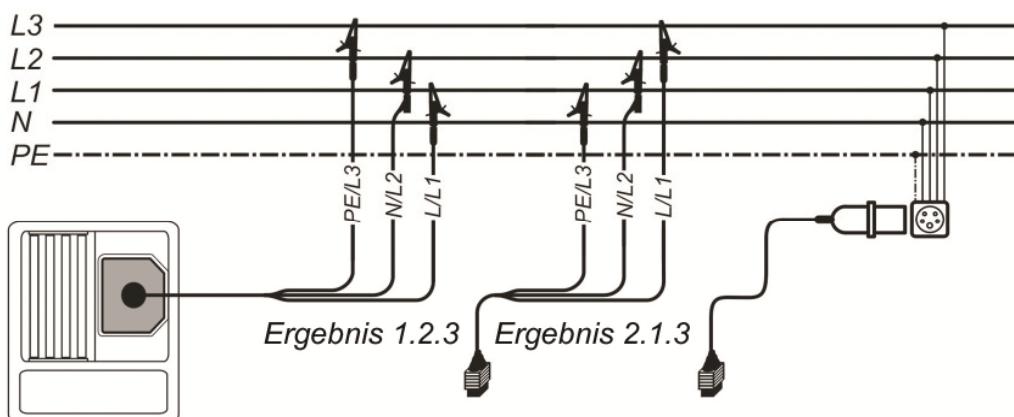


Abbildung 5.2: Anschluss der 3-Leiter-Prüfleitung und des optionalen CEE-Messadapters (044148) im Dreiphasensystem

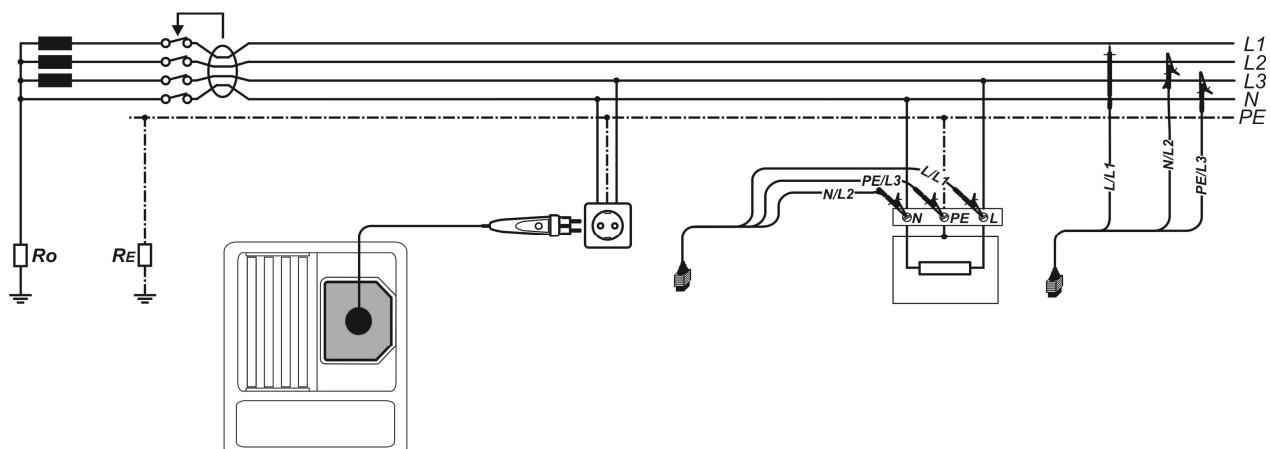


Abbildung 5.3: Anschluss des optionalen Commander-Prüfsteckers (044149) und der 3-Leiter-Prüfleitung im Ein-/Dreiphasensystem

Durchführung der Spannungsmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **V~**.
- Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.2 und Abbildung 5.3).
- Das Messergebnis wird im Display angezeigt.

Die Messung wird unmittelbar nach Auswahl der Funktion **TRMS SPANNUNG** ausgeführt.

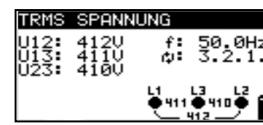
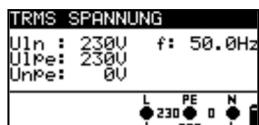


Abbildung 5.4: Beispiele für Spannungsmessungen im Einphasen- und Dreiphasensystem

Angezeigte Ergebnisse für Einphasensysteme:

- U_{lIn}** Spannung zwischen Phasen und Neutralleiter
- U_{lPe}** Spannung zwischen Phase und Schutzleiter
- U_{nPe}** Spannung zwischen Neutral- und Schutzleiter
- f** Frequenz

Angezeigte Ergebnisse für Dreiphasensysteme:

- U₁₂** Spannung zwischen den Prüfklemmen L1 und L2
- U₁₃** Spannung zwischen den Prüfklemmen L1 und L3
- U₂₃** Spannung zwischen den Prüfklemmen L2 und L3
- 1.2.3** richtiger Anschluss - Rechtsdrehfeld
- 3.2.1** falscher Anschluss - Linksdrehfeld
- f** Frequenz

Angezeigte Ergebnisse für IT-System:

- U₁₂** Spannung zwischen den Prüfklemmen L1 und L2
- U_{1pe}** Spannung zwischen Prüfklemmen L1 und PE
- U_{2pe}** Spannung zwischen Prüfklemmen L2 und PE
- f** Frequenz

5.2 Isolationswiderstand

Die Messung des Isolationswiderstandes wird durchgeführt, um den ordnungsgemäßen Zustand der Isolation nachzuweisen und eine Gefährdung durch Elektrizität auszuschließen.

Typische Anwendungsfälle sind:

- Isolationswiderstand zwischen den aktiven Leitern (L/N) der Anlage und dem Schutzleiter/Erde (PE) => Schutz vor elektrischem Schlag,
- Isolationswiderstand zwischen den aktiven Leitern (L/N) der Anlage => Schutz vor Kurzschluss (Überstrom) und Gewährleistung der Funktionssicherheit,
- Isolationswiderstand nicht leitender Räume (Wände und Böden),
- Isolationswiderstand der Erdungskabel und
- Widerstand von halbleitenden (antistatischen) Böden.

Tasten-Funktion gemäß Kapitel
4.2 Funktionswahlschalter

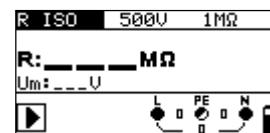


Abbildung 5.5:
Isolationswiderstand

Prüfparameter

Uiso	Nennwert Prüfspannung [50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V]
Grenzwert	Mindestwert für den Isolierwiderstand [ohne (---), 0,01 MΩ ÷ 200 MΩ]

Anschlussplan

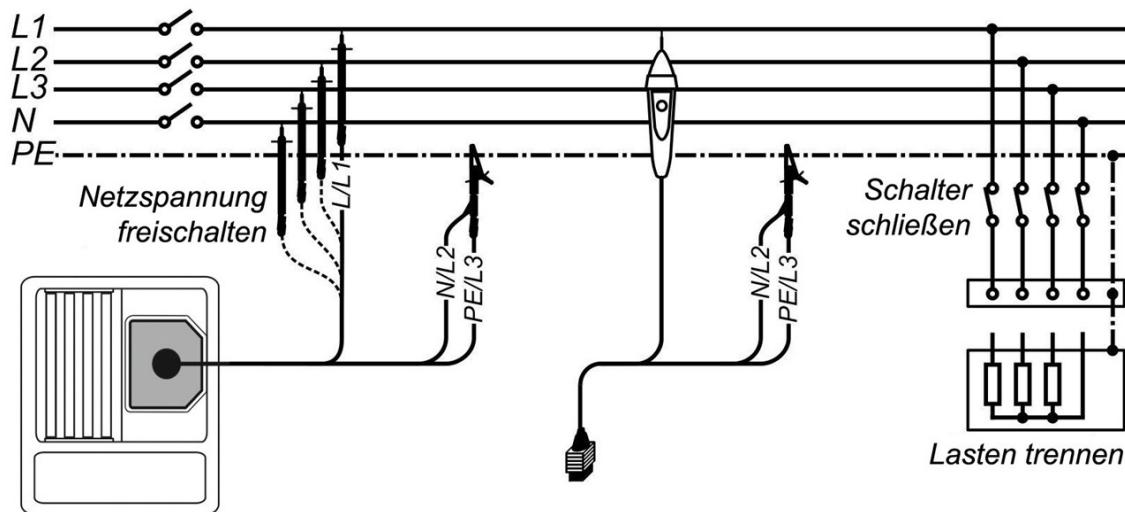


Abbildung 5.6: Anschluss der 3-Leiter-Prüfleitung und der optionalen Commander-Prüfspitze (044155)

Durchführung der Isolationswiderstandsmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **R ISO**.
- Stellen Sie die erforderliche Prüfspannung und den Grenzwert ein (optional).
- Schalten Sie das Prüfobjekt spannungsfrei und entladen Sie vorhandene Kapazitäten.
- Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.6).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu starten. Ein Doppelklick auf die Taste **TEST** ($M\Omega$ blinkt) bewirkt eine fortlaufende Messung. Ein weiterer Tastendruck beendet die Messung.
- Warten Sie nach Abschluss der Messung, bis das Prüfobjekt vollständig entladen ist.



Abbildung 5.7: Beispiel Isolationswiderstandsmessung

Angezeigte Ergebnisse:

R Isolationswiderstand

Um Prüfspannung (tatsächlicher Wert)

Achtung:

- Die Isolationswiderstandsmessung darf nur an spannungsfreien Prüfobjekten durchgeführt werden!
- Bei der Messung des Isolationswiderstandes zwischen Leitern der Anlage müssen alle Lasten getrennt und alle Schalter geschlossen sein.
- Berühren Sie während der Messung bzw. vor der vollständigen Entladung, das Prüfobjekt nicht. Es besteht die Gefahr eines Stromschlages!
- Wenn eine Isolationswiderstandsmessung an einem kapazitiven Objekt durchgeführt wird, erfolgt die automatische Entladung unter Umständen zeitverzögert. Das Warnsymbol und die tatsächliche Spannung werden während der Entladung angezeigt.
- Schließen Sie Prüfleitungen nicht an externe Spannungen über 550 V (AC oder DC) an, damit das BENNING IT 115 nicht beschädigt wird.

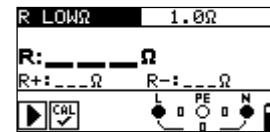
5.3 Niederohmwiderstand/Durchgangsprüfung

Die Messung des/der Niederohmwiderstandes/Durchgangsprüfung dient der Prüfung der Schutz-, Erdungs- und Potentialausgleichsleiterverbindungen einer elektrischen Anlage.

Es stehen zwei Unterfunktionen zur Verfügung:

- **R LOWΩ** - Widerstandsmessung gemäß EN 61557-4 mit einem Prüfstrom von 200 mA und Polaritätswchsel
- **DURCHGANG** - kontinuierliche Durchgangsprüfung mit einem reduzierten Prüfstrom von 7 mA.

Tasten-Funktion gemäß Kapitel
4.2 Funktionswahlschalter



*Abbildung 5.8:
Niederohmwiderstand RLOW Ω
mit 200 mA Prüfstrom*

Prüfparameter

Prüfung	Unterfunktion [R LOWΩ, DURCHGANG]
Grenzwert	Maximaler Widerstand [ohne (---), 0,1 Ω ÷ 20,0 Ω]

Zusätzlicher Prüfparameter für Unterfunktion Durchgangsprüfung

	Summer EIN (ertönt wenn Widerstand geringer ist als der eingestellter Grenzwert) oder AUS
--	--

5.3.1 Niederohmwiderstand mit 200 mA Prüfstrom

Die Widerstandsmessung wird mit automatischer Polaritätsumkehrung der Prüfspannung durchgeführt.

Anschlussplan

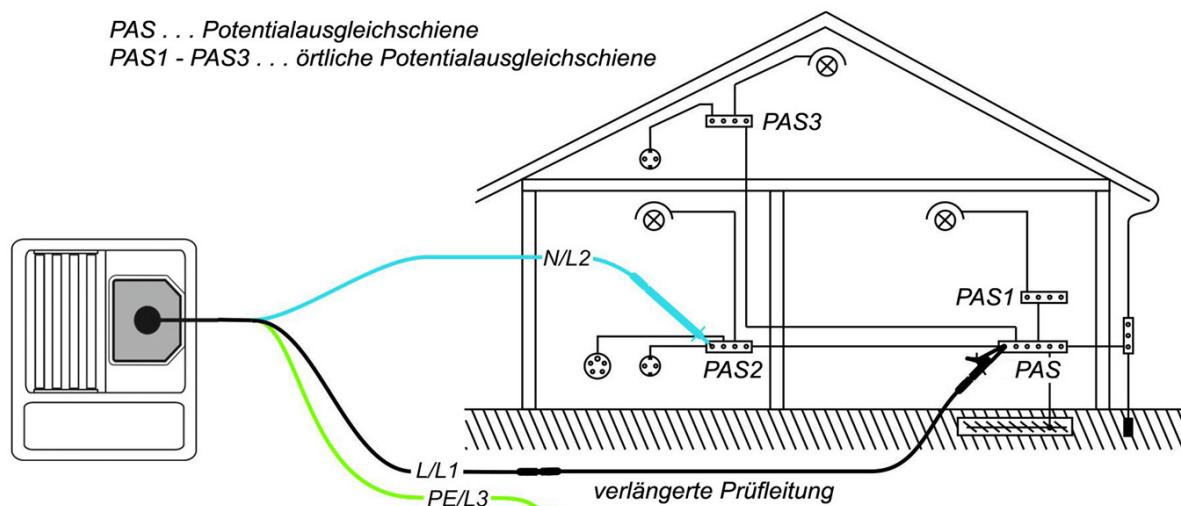


Abbildung 5.9: Anschluss der 3-Leiter-Prüfleitung und der optionalen 40 m Messleitung BENNING TA 5 (044039)

Durchführung der Niederohmmessung R LOWΩ

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **R LOW**.
- Stellen Sie die Unterfunktion auf **R LOWΩ**.
- Stellen Sie den Grenzwert ein (optional).
- Schließen Sie die Prüfleitungen an das Prüfgerät und kompensieren sie, falls erforderlich, den Prüfleitungswiderstand (siehe Kapitel 5.3.3 Kompensation (Nullabgleich) des Prüfleitungswiderstandes).
- Schalten Sie das Prüfobjekt spannungsfrei und entladen Sie vorhandene Kapazitäten.
- Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.9).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu starten.

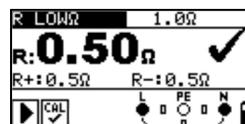


Abbildung 5.10: Beispiel Niederohmmessung R LOWΩ

Angezeigte Ergebnisse:

- R** R LOWΩ-Niederohmwiderstand
R+ Teilergebnis bei positiver Polarität
R- Teilergebnis bei negativer Prüfpolarität

5.3.2 Durchgangsprüfung mit 7 mA Prüfstrom

Diese Prüffunktion ist vergleichbar mit der Durchgangsprüfung eines Digital-Multimeters oder Durchgangsprüfers mit geringem Prüfstrom. Die kontinuierliche Prüfung erfolgt ohne Polaritätsumkehr und kann zur Prüfung von induktiven Komponenten verwendet werden.

Anschlussplan

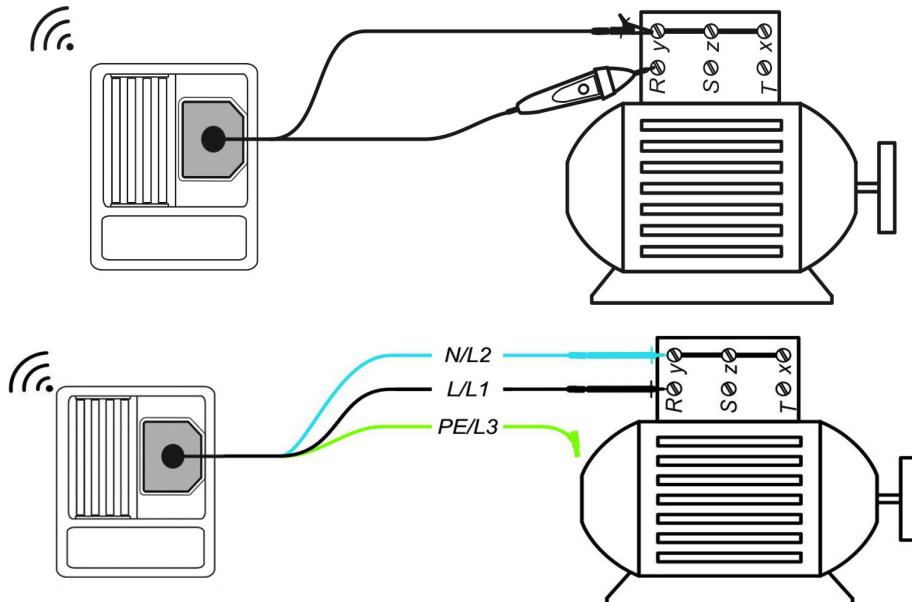


Abbildung 5.11: Anwendung der optionalen Commander-Prüfspitze und 3-Leiter-Prüfleitung

Durchführung der Durchgangsprüfung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **R LOW**.
- Stellen Sie die Unterfunktion auf **DURCHGANG**.
- Stellen Sie den Grenzwert ein (optional).
- Schließen Sie die Prüfleitungen an das Prüfgerät und kompensieren Sie, falls erforderlich, den Prüfleitungswiderstand (siehe Kapitel 5.3.3 Kompensation (Nullabgleich) des Prüfleitungswiderstandes).
- Schalten Sie das Prüfobjekt spannungsfrei und entladen Sie vorhandene Kapazitäten.
- Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.11).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu starten.
- Drücken Sie die Taste **TEST** erneut, um die Messung zu beenden.



Abbildung 5.12: Beispiel Durchgangsprüfung

Angezeigtes Ergebnis:

R Widerstand

5.3.3 Kompensation (Nullabgleich) des Prüfleitungswiderstandes

Dieses Kapitel beschreibt, wie der Widerstand der Prüfleitungen in der Funktion Niederohmmessung (**R LOWΩ**) und Durchgangsprüfung (**DURCHGANG**) kompensiert werden kann. Die Kompensation ist notwendig, da der Prüfleitungswiderstand und der Innenwiderstand des Prüfgerätes das Messergebnis beeinflussen können. Die Kompensation der Prüfleitungen ist insbesondere bei der Verwendung unterschiedlicher Messleitungslängen notwendig.



Das Symbol **CAL** wird angezeigt, wenn der Widerstand der Prüfleitungen erfolgreich kompensiert wurde.

Anschlussplan

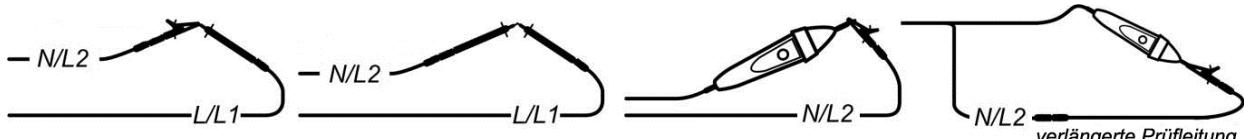


Abbildung 5.13: kurzgeschlossene 3-Leiter-Prüfleitung und optionale Commander-Prüfspitze (044155)

Durchführung der Kompensation

- Wählen Sie die Funktionen **R LOWΩ** bzw. **DURCHGANG** aus.
- Schließen Sie die Prüfleitungen an das Prüfgerät und schließen Sie die Prüfleitungen kurz (siehe Abbildung 5.13).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Widerstandsmessung durchzuführen.
- Drücken Sie die Taste **CAL**, um den Leitungswiderstand zu kompensieren.



Abbildung 5.14: Ergebnis vor der Kalibration

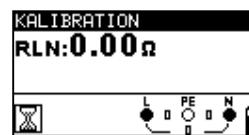


Abbildung 5.15: Ergebnis nach der Kalibration

Anmerkung:

- Der höchste Wert für die Prüfleitungskompensation ist 5Ω . Sollte der Widerstand höher sein, wird der Kompensationswert auf den Ausgangswert zurückgesetzt.



Das Symbol wird angezeigt, wenn der Widerstand der Prüfleitungen nicht kompensiert wurde.

5.4 Prüfen von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen FI/RCDs

Bei der Prüfung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in FI/RCD-geschützten Anlagen sind eine Reihe von Prüfungen und Messungen notwendig. Die Messungen basieren auf Grundlage der Norm EN 61557-6.

Folgende Prüfungen und Messungen können ausgeführt werden:

- Berührungsspannung, Auslösezeit, Auslösestrom und
- automatische FI/RCD-Prüfung.

Tasten-Funktion gemäß Kapitel
4.2 Funktionswahlschalter

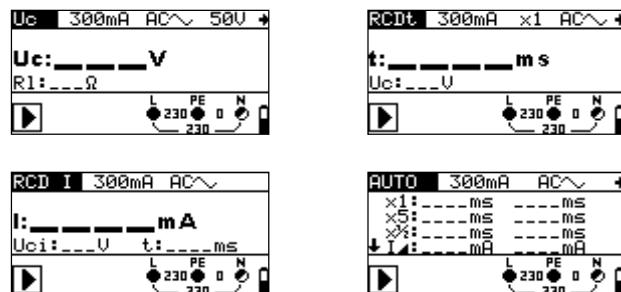


Abbildung 5.16:
FI/RCD-Prüfungen

Prüfparameter

Prüfung	Unterfunktion [Uc, RCDt, RCD I, AUTO]
$I_{\Delta N}$	Nenn-Auslösedifferenzstrom $I_{\Delta N}$ [10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1000 mA].
FI/RCD-Typ	Typ [AC, A, F] Startpolarität [\sim , \wedge , \sim , \wedge] Eigenschaften [selektiv <input checked="" type="checkbox"/> , allgemein nicht verzögert <input type="checkbox"/> , PRCD, PRCD-S, PRCD-K].
MUL	Multiplikator Prüfstrom [$\frac{1}{2}x$, 1x, 2x, 5x $I_{\Delta N}$].
Ulim	Grenzwert Berührungsspannung [25 V, 50 V].

Anmerkung:

- Der Grenzwert der Berührungsspannung Ulim kann nur in der Unterfunktion Uc eingestellt werden.
- Selektive (verzögerte) FI/RCDs haben verzögerte Abschaltzeiten. Da die Berührungsspannungsmessung und andere FI/RCD-Prüfungen die verzögerten FI/RCDs beeinflussen, dauert es einen Moment, bis diese wieder im normalen Zustand sind. Daher wird eine Verzögerung von 30 Sekunden eingefügt, bevor die standardmäßige Auslöseprüfung durchgeführt wird.
- Bei der Prüfung von einigen mobilen FI/PRCDs (z.B. PRCD-K), bei denen der Schutzleiter gegensinnig durch den Wandler geführt ist, löst dieser mobile FI/PRCD bereits bei dem 0,5-fachen Wert des Nenn-Auslösedifferenzstrom aus. Das Prüfgerät

bewertet die vorzeitige Auslösung als „Fehlauslösung“ und bricht die Prüfung ohne Messergebnis ab. Wenn diese Prüfung mit positivem Ergebnis durchgeführt worden ist, dass also nachgewiesen wurde, dass die Auslösung des mobilen FI/PRCD bei dem 0,5-fachen Wert des Nenn-Auslösedifferenzstrom erfolgt und somit der Schutzleiter nicht unterbrochen ist, kann durch Umkontakteieren des Schutzleiters die Prüfung weitergeführt werden. Anstatt des Schutzleiters (PE) der Kupplungsdoose muss bei der weiteren Prüfung der Schutzleiter (PE) einer benachbarten Steckdose kontaktiert werden. Die Prüfung kann dann wie bei einem normalen FI/RCD Schutzschalter durchgeführt werden.

Anschlussplan

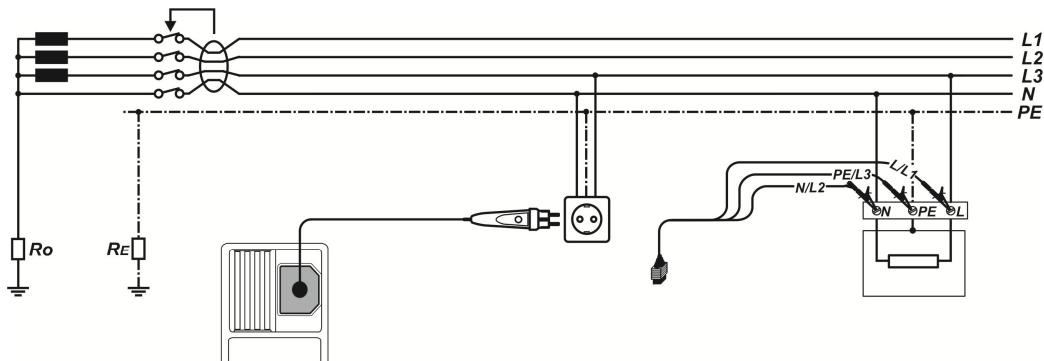


Abbildung 5.17: Anschluss des optionalen Commander-Prüfsteckers (044149) und der 3-Leiter-Prüfleitung

5.4.1 Berührungsspannung (U_c)

Leckstrom, der über die Schutzleiterverbindungen gegen Erde abfließt, verursacht einen Spannungsabfall am Erdungswiderstand, also eine Spannungsdifferenz zwischen dem PE-Potentialausgleich und Erde. Diese Spannungsdifferenz bezeichnet man als Berührungsspannung und liegt an allen zugänglichen leitenden Teilen, die an die Schutzerde PE angeschlossen sind, an. Die Berührungsspannung sollte immer geringer als die maximal zulässige Berührungsspannung sein. Die Berührungsspannung wird mit einem Prüfstrom von unter $\frac{1}{2} I_{\Delta N}$ gemessen, um ein Auslösen des FI/RCD's zu vermeiden und anschließend auf den Nennwert $I_{\Delta N}$ zu normalisieren.

Durchführung der Berührungsspannungsmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **FI/RCD**.
- Stellen Sie die Unterfunktion auf **U_c** .
- Stellen Sie die Prüfparameter ein.
- Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.17).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu starten.

Die angezeigte Berührungsspannung bezieht sich auf den Bemessungsdifferenzstrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung und wird aus Sicherheitsgründen mit einem Faktor multipliziert. Der Faktor 1,05 wird angewendet, um eine negative Toleranz des Ergebnisses zu vermeiden. Tabelle 5.1 beschreibt die Berechnung der Berührungsspannung.

FI/RCD-Typ	Berührungsspannung Uc proportional zu	Nennwert $I_{\Delta N}$
AC	<input type="checkbox"/>	$1,05 \times I_{\Delta N}$
AC	<input checked="" type="checkbox"/>	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$
A, F	<input type="checkbox"/>	$1,4 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$
A, F	<input checked="" type="checkbox"/>	$2 \times 1,4 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$
A, F	<input type="checkbox"/>	$2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$
A, F	<input checked="" type="checkbox"/>	$2 \times 2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$

Tabelle 5.1: Verhältnis zwischen Uc und $I_{\Delta N}$

Der Schleifenwiderstand ist ein rein indikativer Wert und wird aus der Berührungsspannung errechnet (ohne zusätzliche proportionale Faktoren): $R_L = \frac{U_c}{I_{\Delta N}}$.

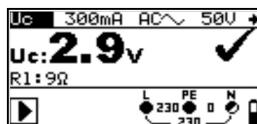


Abbildung 5.18: Beispiel Berührungsspannungsmessung

Angezeigte Ergebnisse:

Uc Berührungsspannung

RL Schleifenwiderstand (Fehlerschleifenwiderstand)

5.4.2 Auslösezeit (RCD t)

Mit der Auslösezeitmessung wird die Empfindlichkeit der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung FI/RCD bei unterschiedlichen Nenn-Auslösedifferenzströmen $I_{\Delta N}$ geprüft.

Durchführung der Auslösezeitmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **FI/RCD**.
- Stellen Sie die Unterfunktion auf **RCDt**.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein.
- Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.17).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu starten.

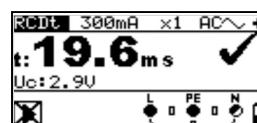


Abbildung 5.19: Beispiel Auslösezeitmessung

Angezeigtes Ergebnis:

t Auslösezeit

Uc Berührungsspannung

5.4.3 Auslösestrom (RCD I)

Zur Messung des Auslösestromes dient ein stetig ansteigender Fehlerstrom, um die Grenzempfindlichkeit der FI/RCD-Auslösung zu bestimmen. Das Prüfgerät erhöht den Fehlerstrom in kleinen Schritten innerhalb des gesamten Bereiches wie folgt:

Norm **EN 60364-4-41** (VDE 0100-410), (Einstellung unter SETTINGS → RCD/FI-Prüfung):

FI/RCD-Typ	Ansteigender Fehlerstrom		Kurvenform
	Startwert	Endwert	
AC	$0,1 \times I_{\Delta N}$	$1,1 \times I_{\Delta N}$	Sinus
A, F ($I_{\Delta N} \geq 30 \text{ mA}$)	$0,1 \times I_{\Delta N}$	$1,5 \times I_{\Delta N}$	
A, F ($I_{\Delta N} = 10 \text{ mA}$)	$0,1 \times I_{\Delta N}$	$2,2 \times I_{\Delta N}$	gepulst

Norm **EN 61008/EN 61009** (VDE 0664-10/VDE 0664-20), (Einstellung unter SETTINGS → RCD/FI-Prüfung):

FI/RCD-Typ	Ansteigender Fehlerstrom		Kurvenform
	Startwert	Endwert	
AC	$0,2 \times I_{\Delta N}$	$1,1 \times I_{\Delta N}$	Sinus
A, F ($I_{\Delta N} \geq 30 \text{ mA}$)	$0,2 \times I_{\Delta N}$	$1,5 \times I_{\Delta N}$	
A, F ($I_{\Delta N} = 10 \text{ mA}$)	$0,2 \times I_{\Delta N}$	$2,2 \times I_{\Delta N}$	gepulst

Der maximale Prüfstrom beträgt I_{Δ} (Auslösestrom) oder entspricht dem Endwert, falls der FI/RCD nicht auslöst.

Durchführung der Auslösestrommessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **FI/RCD**.
- Stellen Sie die Unterfunktion auf **RCD I**.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein.
- Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.17).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu starten.

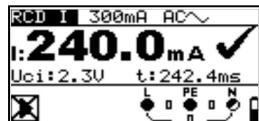


Abbildung 5.20: Beispiel Auslösestrommessung

Angezeigte Ergebnisse:

I Auslösestrom

Uci Berührungsspannung bei Auslösestrom I oder Endwert, falls der FI/RCD nicht auslöst

t Auslösezeit

5.4.4 Automatikprüfung

Die automatische FI/RCD-Prüffunktion ist dafür gedacht, eine vollständige FI/RCD-Prüfung (Auslösezeit bei verschiedenen Fehlerströmen, Auslösestrom und Berührungsspannung) in einer vom Prüfgerät gesteuerten Abfolge an automatischen Prüfungen durchzuführen.

Zusätzliche Taste

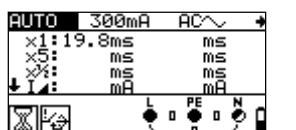
HELP/DISPLAY	Sobald die Messung beendet wurde, wechselt die Taste HELP zwischen dem oberen und unteren Teil des Ergebnisfeldes hin und her.
---------------------	---

Durchführung der Automatikprüfung

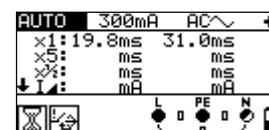
Schritte der Automatikprüfung	Hinweis
<input type="checkbox"/> Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung FI/RCD .	

□ Stellen Sie die Unterfunktion auf AUTO .	
□ Stellen Sie die Prüfparameter ein.	
□ Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt	
□ Drücken Sie die Taste TEST , um die Messung zu starten.	Start der Prüfung
□ Prüfung mit $I_{\Delta}N$, 0° (Schritt 1).	FI/RCD muss auslösen
□ FI/RCD einschalten.	
□ Prüfung mit $I_{\Delta}N$, 180° (Schritt 2).	FI/RCD muss auslösen
□ FI/RCD einschalten.	
□ Prüfung mit $5 \times I_{\Delta}N$, 0° (Schritt 3).	FI/RCD muss auslösen
□ FI/RCD einschalten.	
□ Prüfung mit $5 \times I_{\Delta}N$, 180° (Schritt 4).	FI/RCD muss auslösen
□ FI/RCD einschalten.	
□ Prüfung mit $\frac{1}{2} \times I_{\Delta}N$, 0° (Schritt 5).	FI/RCD darf nicht auslösen
□ Prüfung mit $\frac{1}{2} \times I_{\Delta}N$, 180° (Schritt 6).	FI/RCD darf nicht auslösen
□ Auslösestrom-Prüfung, 0° (Schritt 7).	FI/RCD muss auslösen
□ FI/RCD einschalten.	
□ Auslösestrom-Prüfung, 180° (Schritt 8).	FI/RCD muss auslösen
□ FI/RCD einschalten.	Ende der Prüfung.

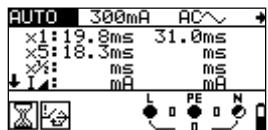
Beispiel der Prüfschritte:



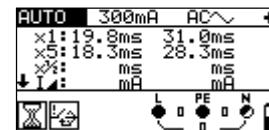
Schritt 1



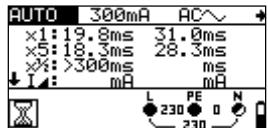
Schritt 2



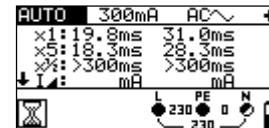
Schritt 3



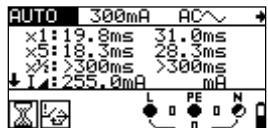
Schritt 4



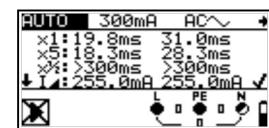
Schritt 5



Schritt 6

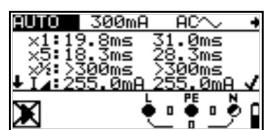


Schritt 7

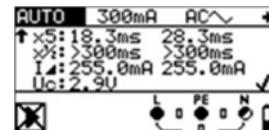


Schritt 8

Abbildung 5.21: Prüfschritte der Automatikprüfung



oben



unten

Abbildung 5.22: Die Taste **HELP** wechselt zwischen dem oberen und unteren Teil des Ergebnisfeldes hin und her.

Angezeigte Ergebnisse:

- x1** Schritt 1 Auslösezeit ($I_{\Delta}=I_{\Delta N}$, 0°)
- x1** Schritt 2 Auslösezeit ($I_{\Delta}=I_{\Delta N}$, 180°)
- x5** Schritt 3 Auslösezeit ($I_{\Delta}=5 \times I_{\Delta N}$, 0°)
- x5** Schritt 4 Auslösezeit ($I_{\Delta}=5 \times I_{\Delta N}$, 180°)
- x½** Schritt 5 Auslösezeit ($I_{\Delta}=\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$, 0°)
- x½** Schritt 6 Auslösezeit ($I_{\Delta}=\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$, 180°)
- L** Schritt 7 Auslösestrom (0°)
- L** Schritt 8 Auslösestrom (180°)
- Uc** Berührungsspannung für Nennwert $I_{\Delta N}$

Hinweise:

- Die Automatikprüfung wird sofort gestoppt, sobald eine ungültige Bedingung vorliegt, z. B. Überschreitung der maximal zulässigen Berührungsspannung oder eine Auslösezeit außerhalb des zulässigen Bereiches.
- Bei der Automatikprüfung von FI/RCD's des Types A und F mit Nenn-Auslöse-differenzströmen von 300 mA, 500 mA und 1000 mA, wird die Prüfung von $5 \times I_{\Delta N}$ nicht durchgeführt. In diesem Fall gilt die Prüfung als bestanden, wenn alle anderen Prüfungen bestanden werden.
- Die Auslösestrommessung (L, Schritt 7 und 8) wird für selektive FI/RCD's nicht durchgeführt.

5.5 Schleifenimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom

Die Schleifenimpedanz ist ein komplexer Wechselstrom-Widerstand innerhalb einer Fehler-schleife (Erdschluss L-PE), bestehend aus Stromquelle, Außenleiter und Schutzleiter. Das Prüfgerät misst die Impedanz der Schleife und berechnet den Kurzschlussstrom. Die Messung entspricht den Anforderungen der Norm EN 61557-3.

Tasten-Funktion gemäß Kapitel
4.2 Funktionswahlschalter

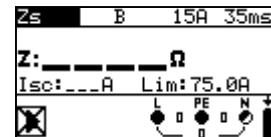


Abbildung 5.23:
Schleifenimpedanz

Prüfparameter

Prüfung	Auswahl der Unterfunktion Schleifenimpedanz [Zs, Zs rcd]
Sicherungstyp	Auswahl des Sicherungstypes [---, gL/gG, B, C, K, D]
Nennstrom	Nennstrom der Sicherung
Auslösezeit	Maximale Auslösezeit der Sicherung
Lim (Grenzwert)	Untergrenze des unbeeinflussten Kurzschlussstromes

Siehe Anhang A Sicherungstabelle.

Anschlussplan

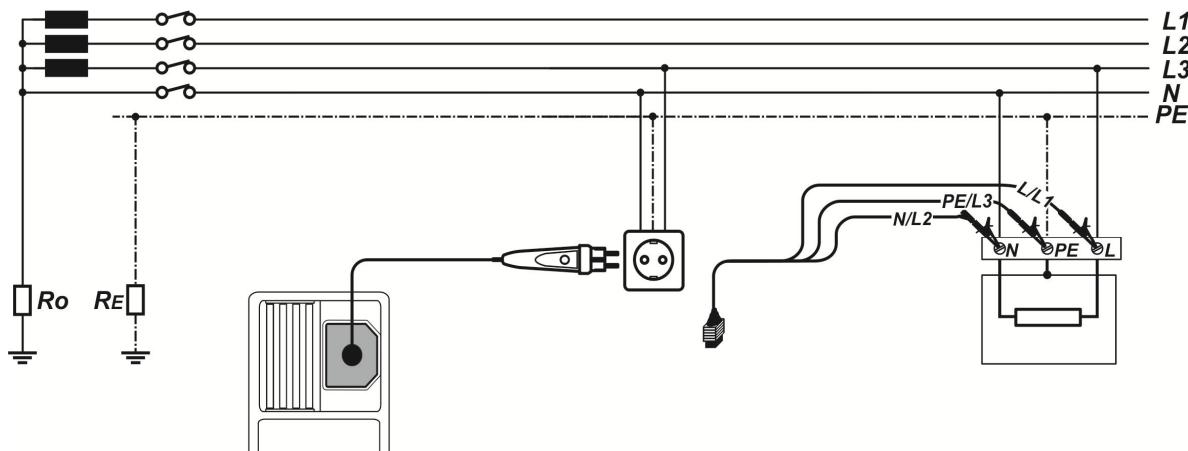


Abbildung 5.24: Anschluss des optionalen Commander-Prüfsteckers (044149)
und der 3-Leiter-Prüfleitung

Durchführung der Schleifenimpedanzmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **Zs (L-PE)**.
- Stellen Sie die Unterfunktion auf **Zs** oder **Zs rcd** (für Systeme mit FI/RCD's).
- Stellen Sie die Prüfparameter ein.
- Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.24).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu starten.

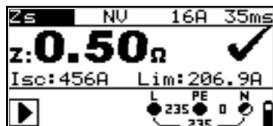


Abbildung 5.25: Beispiel Schleifenimpedanzmessung

Angezeigte Ergebnisse:

- Z** Schleifenimpedanz
Isc Unbeeinflusster Kurzschlussstrom
Lim Untergrenze des unbeeinflussten Kurzschlussstromes

Der unbeeinflusste Kurzschlussstrom I_{SC} wird wie folgt berechnet:

$$I_{SC} = \frac{U_n \times k_{SC}}{Z}$$

wobei gilt:

Un..... Nennspannung L-PE (siehe Tabelle unten),
 ksc..... Korrekturfaktor für Kurzschlussstrom Isc (siehe Kapitel 4.3.3 *Isc-Faktor*).

U_n	Spannungsbereich (L-PE)
110 V	(93 V ≤ U _{L-PE} ≤ 134 V)
230 V	(185 V ≤ U _{L-PE} ≤ 266 V)

Hinweise:

- Hohe Schwankungen der Netzspannung können die Messergebnisse beeinflussen (Symbol  im LC-Display). In diesem Fall wird empfohlen die Messungen zu wiederholen und zu prüfen, ob die Messergebnisse stabil sind.
- Die Messung des Schleifenimpedanz Zs löst die Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen FI/RCD's aus.
- Wählen Sie die Messung Zs rcd, um das Auslösen einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung FI/RCD zu vermeiden.

5.6 Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom/ Spannungsfall

Die Leitungsimpedanz ist ein komplexer Wechselstrom-Widerstand innerhalb einer Stromschleife (Kurzschluss L-N bzw. L-L), bestehend aus Stromquelle, Außen- und Neutralleiter (Einphasensystem) bzw. zwischen zwei Außenleiter (Dreiphasensystem).

Die Messung der Leitungsimpedanz entspricht den Anforderungen der Norm EN 61557-3.

Die Unterfunktion Spannungsfall überprüft, ob eine Spannung in einer elektrischen Anlage oberhalb eines zulässigen Wertes bleibt, wenn im Stromkreis der maximale Nennstrom der vorgesetzten Sicherung fließt. Die Grenzwerte werden in der Norm EN 60364-5-52 beschrieben.

Unterfunktionen:

- Z** - I-Messung der Leitungsimpedanz gemäß EN 61557-3 und
- ΔU**-Messung des Spannungsabfalls.

Tasten-Funktion gemäß Kapitel
4.2 Funktionswahlschalter

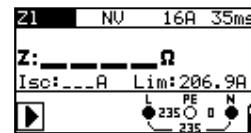


Abbildung 5.26:
Leitungsimpedanz

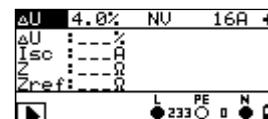


Abbildung 5.27:
Spannungsfall

Prüfparameter

Prüfung	Unterfunktion [Z] [ΔU]
Sicherungstyp	Auswahl des Sicherungstypes [---, gL/gG, B, C, K, D]
Nennstrom	Nennstrom der Sicherung
Auslösezeit	Maximale Auslösezeit der Sicherung
Lim (Grenzwert)	Untergrenze des unbeeinflussten Kurzschlussstromes

Siehe Anhang A Sicherungstabelle.

Weiterer Prüfparameter für Spannungsfallmessung

ΔU_{MAX}	Maximaler Spannungsabfall [3,0 % ÷ 9,0 %].
-------------------------	---

5.6.1 Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom

Anschlussplan

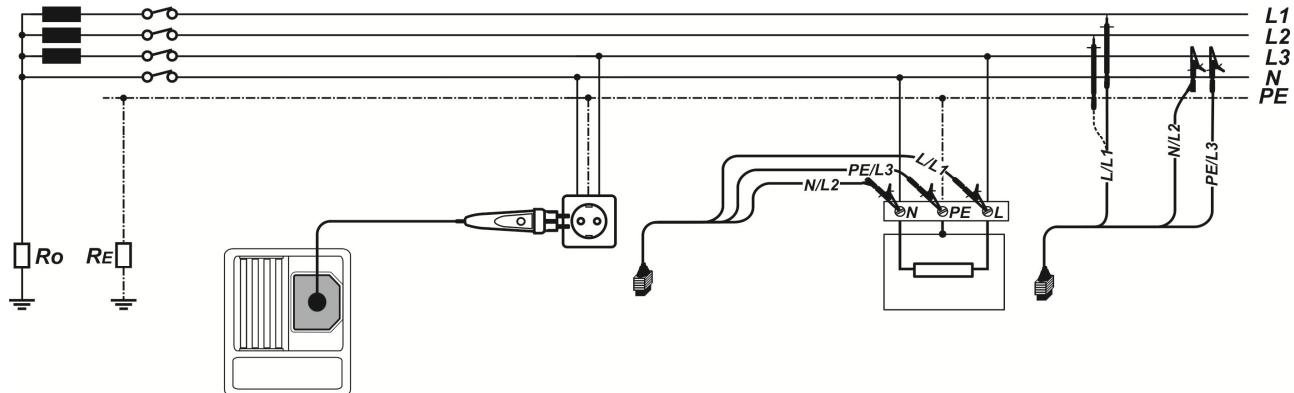


Abbildung 5.28: Anschluss des optionalen Commander-Prüfsteckers (044149) und der 3-Leiter-Prüfleitung

Durchführung der Leitungsimpedanzmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **ZI** ($L-N/L$).
- Stellen Sie die Unterfunktion auf **ZI**.
- Stellen Sie die Prüfparameter ein.
- Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt. (siehe Abbildung 5.28)
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu starten.



Abbildung 5.29: Beispiel Leitungsimpedanzmessung

Angezeigte Ergebnisse:

Z Leitungsimpedanz
Isc Unbeeinflusster Kurzschlussstrom
Lim Untergrenze des unbeeinflussten Kurzschlussstromes

Der unbeeinflusste Kurzschlussstrom wird wie folgt berechnet:

$$I_{SC} = \frac{U_n \times k_{SC}}{Z}$$

wobei gilt:

Un..... Nennspannung $L-N$ oder L_1-L_2 (siehe Tabelle unten),
 ksc..... Korrekturfaktor für Kurzschlussstrom I_{SC} (siehe Kapitel 4.3.3 I_{SC} -Faktor).

U_n	Spannungsbereich ($L-N$ oder L_1-L_2)
110 V	(93 V $\leq U_{L-N} < 134$ V)
230 V	(185 V $\leq U_{L-N} \leq 266$ V)
400 V	(321 V $< U_{L-L} \leq 485$ V)

Anmerkung:

- Hohe Schwankungen der Netzspannung können die Messergebnisse beeinflussen (Symbol  im LC-Display). In diesem Fall wird empfohlen die Messungen zu wiederholen und zu prüfen, ob die Messergebnisse stabil sind.

5.6.2 Spannungsfall

Der Spannungsfall wird, basierend auf der Differenz der Leitungsimpedanz an der Messstelle (z. B. Steckdose) und der Leitungsimpedanz an der Referenzstelle (z. B. der Verteilung), berechnet.

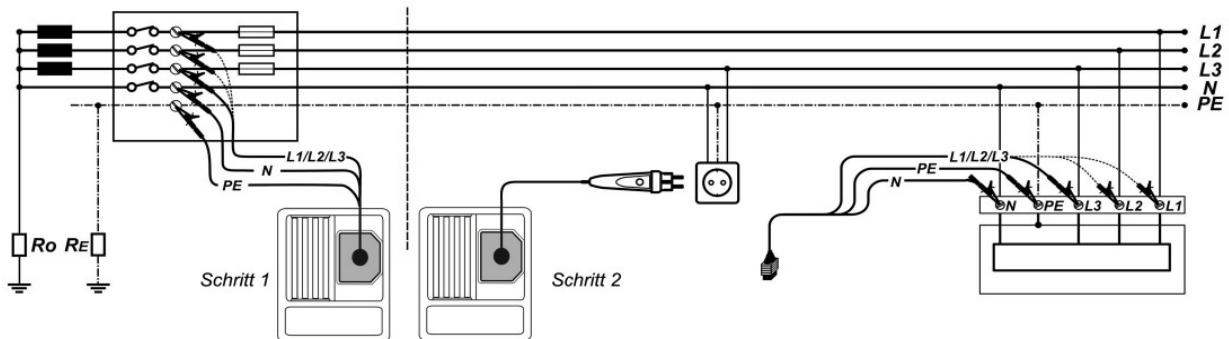
Anschlussplan

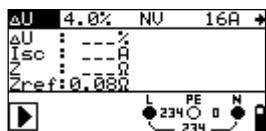
Abbildung 5.30: Anschluss des optionalen Commander-Prüfsteckers (044149) und der 3-Leiter-Prüfleitung

Durchführung der Spannungsfallmessung**Schritt 1: Messen der Impedanz Zref an der Referenzstelle**

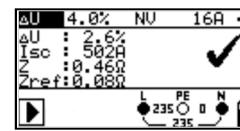
- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **ZI (L-N/L)**.
 - Stellen Sie die Unterfunktion auf **ΔU**.
 - Stellen Sie die Prüfparameter ein.
 - Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.30).
 - Drücken Sie die Taste **CAL**, um die Messung zu starten.

Schritt 2: Messen des Spannungsabfalls an der Messstelle

- Stellen Sie die Unterfunktion auf **ΔU**.
 - Stellen Sie die Prüfparameter ein (der Sicherungstyp muss ausgewählt werden).
 - Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.30).
 - Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu starten.



Schritt 1 - Zref



Schritt 2 - Spannungsabfall

Abbildung 5.31: Beispiel Spannungsfallmessung

Angezeigte Ergebnisse:

- ΔU** Spannungsfall
- I_{SC}** Unbeeinflusster Kurzschlussstrom
- Z** Leitungsimpedanz an der Messstelle
- Z_{REF}** Leitungsimpedanz an der Referenzstelle

Der Spannungsfall wird wie folgt berechnet:

$$\Delta U[\%] = \frac{(Z - Z_{REF}) \cdot I_N}{U_N} \cdot 100$$

wobei gilt:

- ΔU berechneter Spannungsfall
- Z Leitungsimpedanz an der Messstelle
- Z_{REF} Leitungsimpedanz an der Referenzstelle
- I_N Nennstrom der Sicherung
- U_N Nennspannung (siehe Tabelle unten)

U _n	Spannungsbereich (L-N oder L1-L2)
110 V	(93 V ≤ U _{L-N} < 134 V)
230 V	(185 V ≤ U _{L-N} ≤ 266 V)
400 V	(321 V < U _{L-L} ≤ 485 V)

Hinweise:

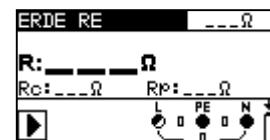
- Wenn die Referenzimpedanz nicht eingestellt wird, wird als Z_{REF} 0,00 Ω angenommen.
- Der Wert Z_{REF} wird durch Drücken der Taste CAL gelöscht (auf 0,00 Ω gesetzt), wenn das Prüfgerät nicht an eine Spannungsquelle angeschlossen ist.
- Der Wert I_{SC} wird wie im Kapitel 5.6.1 *Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom* beschrieben, berechnet.
- Wenn die gemessene Spannung außerhalb der in der oben stehenden Tabelle aufgeführten Bereiche liegt, wird der Wert des ΔU nicht berechnet.
- Hohe Schwankungen der Netzspannung können die Messergebnisse beeinflussen (Symbol  im LC-Display). In diesem Fall wird empfohlen die Messungen zu wiederholen und zu prüfen, ob die Messergebnisse stabil sind.

5.7 Erdungswiderstand

Ein ordnungsgemäßer, zuverlässig wirksamer Erder ist eine wichtige Voraussetzung für die Funktion und Sicherheit von elektrischen Anlagen.

In Kombination mit dem optionalen Erdungsset (044113) können Erdungswiderstandsmessungen an Haupterdung, Blitzableiter und lokale Erder durchgeführt werden. Die Messung entspricht der Norm EN 61557-5.

Die Erdungswiderstandsmessung erfolgt über die 3-Leiter-Messmethode mit zwei Erdspießen.



Tasten-Funktion gemäß Kapitel
4.2 Funktionswahlschalter

Abbildung 5.32:
Erdungswiderstand

Prüfparameter

Grenzwert	Maximaler Widerstand [ohne (---), 1 Ω ÷ 5 kΩ]
-----------	---

Durchführung der Erdungswiderstandsmessung

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **RE**.
- Stellen Sie den Grenzwert ein (optional).
- Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.33 und 5.34).
- Drücken Sie die Taste **TEST**, um die Messung zu starten.

Anschlussplan

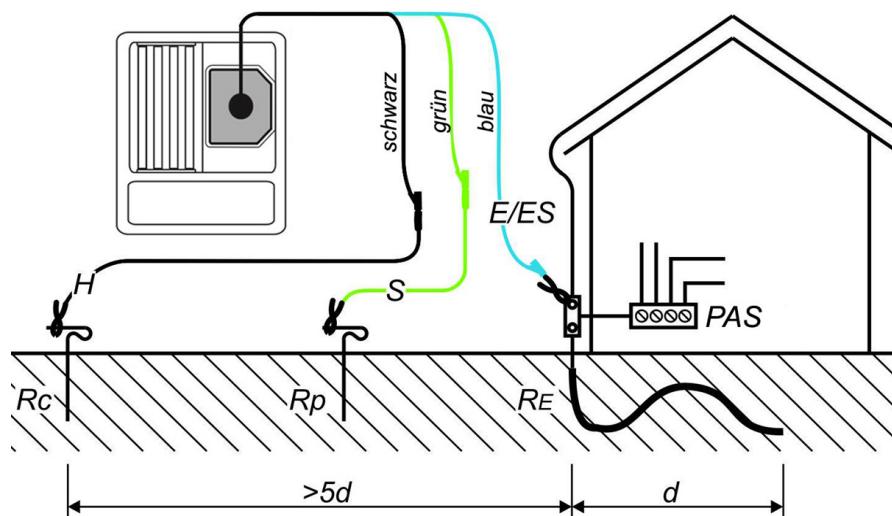


Abbildung 5.33: Anschluss des optionalen Erdungssets (044113) - Messung der Haupterdung

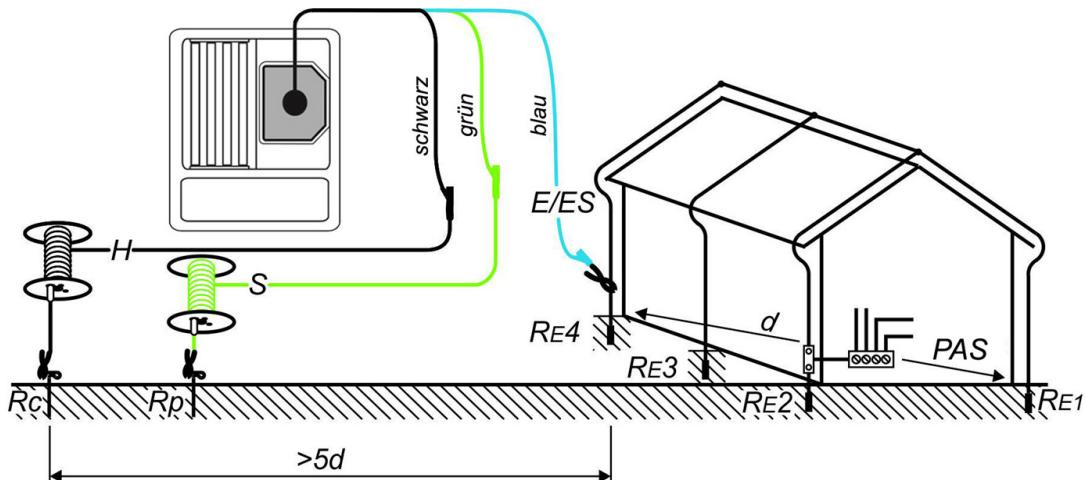


Abbildung 5.34: Anschluss des optionalen Erdungssets (044113) - Messung am Blitzableiter

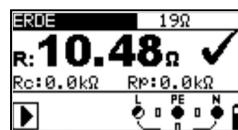


Abbildung 5.35: Beispiel Erdungswiderstandsmessung

Angezeigte Ergebnisse:

- R** Erdungswiderstand
- R_p** Widerstand der S-Sonde, Sondenwiderstand (Potential)
- R_c** Widerstand der H-Sonde, Hilfsriderwiderstand (Strom)

Hinweise:

- Ein zu hoher Widerstand der Sonden S und H können die Messergebnisse beeinflussen. In diesem Fall werden die Warnmeldungen "Rp" und "Rc" angezeigt. Eine GUT/SCHLECHT-Bewertung erfolgt nicht.
- Hohe Störströme und -spannungen können die Messergebnisse beeinflussen. Das Prüfgerät zeigt dann die Warnmeldung ⚡ an.
- Die Sonden müssen in ausreichendem Abstand vom Prüfobjekt platziert werden. Der Abstand zwischen dem Erder (E/ES) und der Sonde (H) soll mindestens 5-mal größer sein als die Tiefe oder Länge des Erders (siehe Abb. 5.33 und 5.34).

5.8 Prüfung des Schutzleiteranschlusses

Bei neuen oder modifizierten Installationen kann es vorkommen, dass der Schutzleiter PE mit dem Außenleiter L (Phase) vertauscht wurde. Dies stellt eine äußerst gefährliche Situation dar! Darum ist es wichtig, den Schutzleiteranschluss auf das Vorhandensein einer Phasenspannung zu prüfen.

Die Prüfung des Schutzleiteranschlusses erfolgt automatisch bei den Messfunktionen **ZI (L-N/L)**, **Zs (L-PE)** und **Fl/RCD** durch Berührung (> 1 Sek.) der silbernen TEST-Taste am Prüfgerät, der optionalen Commander-Prüfspitze (044155) oder des optionalen Commander-Prüfsteckers (044149).

Beispiele für die Falschverdrahtung des PE-Schutzleiteranschlusses

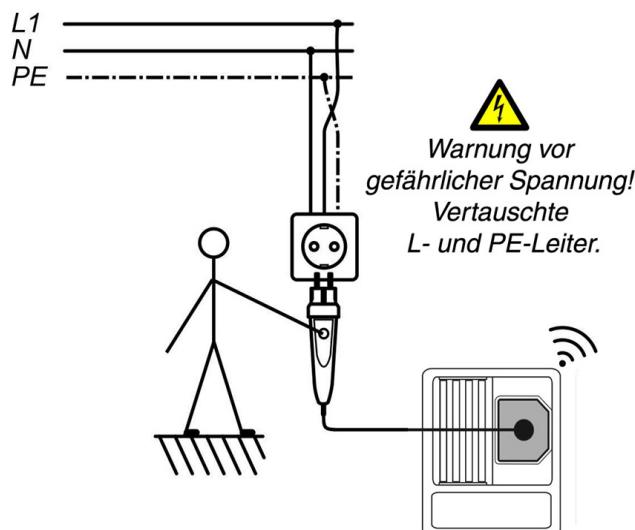


Abbildung 5.36: Vertauschte L- und PE-Leiter – Phasenspannung am PE-Leiter wird durch Berührung der TEST-Taste am Commander-Prüfstecker (Option) erkannt.

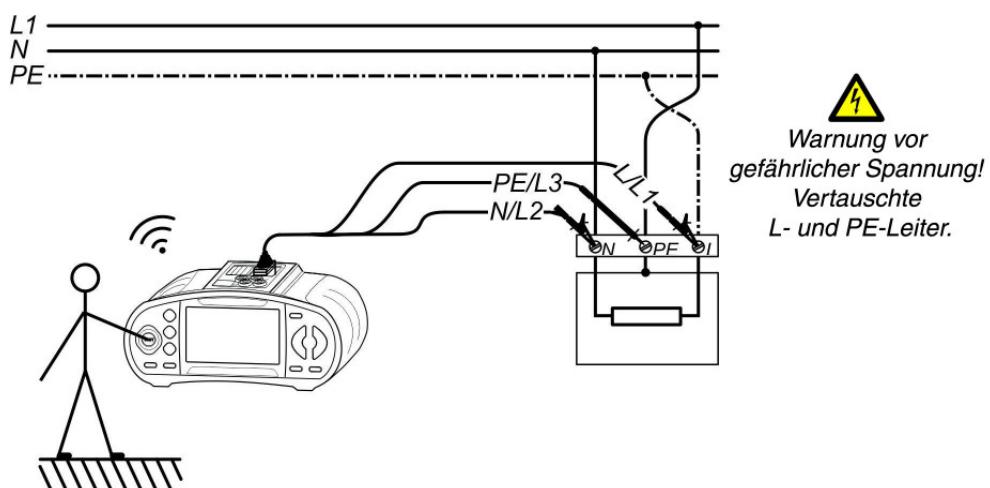


Abbildung 5.37: Vertauschte L- und PE-Leiter – Phasenspannung am PE-Leiter wird durch Berührung der TEST-Taste am Prüfgerät erkannt.

Prüfung des Schutzleiteranschlusses

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **ZI (L-N/L)**, **Zs (L-PE)**, oder **FI/RCD**.
- Kontaktieren Sie die Prüfleitungen an das Prüfobjekt (siehe Abbildung 5.36 und 5.37).
- Berühren Sie die silberne Berührungselektrode der **TEST**-Taste für mindestens zwei Sekunden.
- Wenn am PE-Anschluss die Phasenspannung angeschlossen ist, erscheint die Warnmeldung  im LC-Display des Prüfgerätes und der Summer des Prüfgerätes ertönt. Weitere Messungen in den Funktionen **Zs (L-PE)** und **FI/RCD** werden gesperrt.

Warnung:

- Wenn am Schutzleiteranschluss die Phasenspannung erkannt wird, sofort alle Messungen stoppen und dafür sorgen, dass der Fehler abgestellt wird!

Hinweise:

- Die Prüfung des Schutzleiteranschlusses erfolgt nur in der Schaltstellung **ZI (L-N/L)**, **Zs (L-PE)** oder **FI/RCD**.
- Eine Phasenspannung am Schutzleiter wird nicht erkannt, wenn der Bediener vom Boden oder den Wänden vollständig isoliert ist!
- Siehe Anhang C Commander

6 Wartung

Nicht autorisiertem Personal ist es nicht gestattet, das Prüfgerät zu öffnen. Außer den Batterien/Akkus und den Sicherungen gibt es im Prüfgerät keine austauschbaren Komponenten.

6.1 Ersetzen der Sicherungen

Hinter der rückseitigen Abdeckung des Prüfgerätes befinden sich drei Sicherungen:

F1

M 0,315 A/250 V, 20×5 mm (757211)

Diese Sicherung dient dem Schutz der internen Schaltkreise der Niederohmmessung/Durchgangsprüfung, falls die Prüfspitzen während der Messung versehentlich an die Netzspannung angeschlossen werden.

F2, F3

F 4 A/500 V, 32×6,3 mm, Abschaltvermögen: 50 kA (757212)

Allgemeine Sicherungen von Prüfanschlüssen L/L1 und N/L2.

Die Position der Sicherungen kann im Kapitel 3.3 *Rückseite* eingesehen werden.

Warnungen:

- Trennen Sie alle Prüfleitungen und schalten Sie das Prüfgerät aus, bevor Sie das Batterie-/Sicherungsfach öffnen, da im Gerät gefährliche Spannungen anliegen!
- Ersetzen Sie die defekte Sicherung nur durch Originalsicherungen, da das Prüfgerät oder das Zubehör sonst beschädigt werden können und/oder die Sicherheit des Bedieners eingeschränkt ist!

6.2 Reinigung

Für das Gehäuse ist keine spezielle Wartung erforderlich. Zur Reinigung der Oberfläche des Prüfgerätes oder der Zubehörteile ist ein weiches, leicht angefeuchtetes Tuch mit etwas Seifenwasser oder Alkohol zu verwenden. Anschließend müssen das Prüfgerät oder die Zubehörteile vollständig trocknen, bevor es wieder verwendet werden kann.

Warnungen:

- Verwenden Sie keine Flüssigkeiten auf Benzin- oder Kohlenwasserstoffbasis!
- Schütten Sie keine Reinigungsflüssigkeiten über das Prüfgerät!

6.3 Periodische Kalibrierung

Es ist wichtig, das Prüfgerät regelmäßig zu kalibrieren, damit die in dieser Bedienungsanleitung aufgeführten technischen Daten garantiert werden. Es wird eine jährliche Kalibrierung empfohlen. Die Kalibrierung darf nur durch einen autorisierten Techniker durchgeführt werden. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen an Ihren Händler oder an den BENNING Service

6.4 Service

Für anfallende Reparatur- und Servicearbeiten wenden Sie sich bitte an Ihren Händler oder den BENNING Service.

BENNING Elektrotechnik und Elektronik GmbH & Co KG
Robert-Bosch-Str. 20
D - 46397 Bocholt

BENNING Helpdesk Telefon-Nr.: +49 (0) 2871 - 93 - 555

www.benning.de • hotline@benning.de

7 Technische Daten

7.1 Isolationswiderstand

Isolationswiderstand (Nennspannungen 50 V_{DC}, 100 V_{DC} und 250 V_{DC})

Messbereich gemäß EN 61557-2: 0,15 MΩ ÷ 199,9 MΩ

Messbereich (MΩ)	Auflösung (MΩ)	Genauigkeit
0,00 ÷ 19,99	0,01	±(5 % des Messwertes + 3 Digit)
20,0 ÷ 99,9	0,1	±(10 % des Messwertes)
100,0 ÷ 199,9		±(20 % des Messwertes)

Isolationswiderstand (Nennspannungen 500 V_{DC} und 1000 V_{DC})

Messbereich gemäß EN 61557-2: 0,15 MΩ ÷ 999 MΩ

Messbereich (MΩ)	Auflösung (MΩ)	Genauigkeit
0,00 ÷ 19,99	0,01	±(5 % des Messwertes + 3 Digit)
20,0 ÷ 199,9	0,1	±(5 % des Messwertes)
200 ÷ 999	1	±(10 % des Messwertes)

Spannung

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0 ÷ 1200	1	±(3 % des Messwertes + 3 Digit)

Nennspannungen 50 V_{DC}, 100 V_{DC}, 250 V_{DC}, 500 V_{DC}, 1000 V_{DC}

Leerlaufspannung -0 %/+20 % der Nennspannung

Messstrom min. 1 mA bei R_N=U_N×1 kΩ/V

Kurzschlussstrom max. 3 mA

Anzahl möglicher Prüfungen > 1200, bei vollständig geladener Batterie/Akku

Automatische Entladung nach Prüfung.

Die angegebene Genauigkeit gilt bei Verwendung der 3-Leiter-Prüfleitung und bis 100 MΩ bei Verwendung der optionalen Commander-Prüfspitze.

Die angegebene Genauigkeit gilt bis 100 MΩ bei einer relativen Luftfeuchtigkeit > 85 %.

Falls das Prüfgerät feucht wird, kann das Ergebnis beeinträchtigt werden. In diesem Fall wird empfohlen, das Prüfgerät und sein Zubehör mindestens 24 Stunden lang zu trocknen.

Der maximale Fehler unter Betriebsbedingungen entspricht dem maximalen Fehler unter Referenzbedingung ± 5 % des Messwertes.

7.2 Niederohmwiderstand/Durchgangsprüfung

7.2.1 Niederohmwiderstand R LOW

Messbereich gemäß EN 61557-4: 0,16 Ω ÷ 1999 Ω

Messbereich R (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
0,00 ÷ 19,99	0,01	±(3 % des Messwertes + 3 Digit)
20,0 ÷ 199,9	0,1	
200 ÷ 1999	1	±(5 % des Messwertes)

Messbereich R+, R- (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
0,0 ÷ 199,9	0,1	
200 ÷ 1999	1	± (5 % des Messwertes + 5 Digit)

Leerlaufspannung 6,5 V DC ÷ 9 V DC

Messtrom min. 200 mA bei Lastwiderstand von 2 Ω

Kompensation der Prüfleitung bis 5 Ω

Anzahl möglicher Prüfungen > 2000, bei vollständig geladener Batterien/Akku

Automatische Polaritätsumkehrung der Prüfspannung.

7.2.2 Durchgangsprüfung

Messbereich (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
0,0 ÷ 19,9	0,1	
20 ÷ 1999	1	±(5 % des Messwertes + 3 Digit)

Leerlaufspannung 6,5 V DC ÷ 9 V DC

Kurzschlussstrom max. 8,5 mA

Kompensation der Prüfleitung bis 5 Ω

7.3 Fehlerstromschutzeinrichtung FI/RCD

7.3.1 Allgemeine Daten

Nenn-Auslösedifferenzstrom 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1000 mA

Genauigkeit -0 / +0,1·IΔ; IΔ = IΔN, 2×IΔN, 5×IΔN

-0,1·IΔ / +0; IΔ = 0,5×IΔN

AS/NZS: ± 5 %

Form des Prüfstromes sinusförmig (Typ AC), pulsierend (Typ A, Typ F),

DC-Offset für pulsierender Prüfstrom 6 mA (typisch)

FI/RCD-Typ unverzögert, verzögert (S)

Anfangspolarität des Prüfstromes 0° oder 180°

Spannungsbereich 93 V ÷ 134 V (45 Hz ÷ 65 Hz)

185 V ÷ 266 V (45 Hz ÷ 65 Hz)

Stromauswahl für Prüfung der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (Effektivwert berechnet zu 20 ms) nach IEC 61009:

$I_{\Delta N}$ (mA)	$I_{\Delta N} \times 1/2$		$I_{\Delta N} \times 1$		$I_{\Delta N} \times 2$		$I_{\Delta N} \times 5$		FI/RCD I_A	
	AC	A, F	AC	A, F	AC	A, F	AC	A, F	AC	A, F
10	5	3,5	10	20	20	40	50	100	✓	✓
30	15	10,5	30	42	60	84	150	212	✓	✓
100	50	35	100	141	200	282	500	707	✓	✓
300	150	105	300	424	600	848	1500	-	✓	✓
500	250	175	500	707	1000	1410	2500	-	✓	✓
1000	500	350	1000	1410	2000	-	-	-	✓	✓

„-“nicht zutreffend

Typ ACPrüfstrom sinusförmig

Typ A, Typ FPrüfstrom pulsierend

7.3.2 Berührungsspannung (Uc)

Messbereich gemäß EN 61557-6: 20,0 V ÷ 31,0 V für Grenzwert 25 V

Messbereich gemäß EN 61557-6: 20,0 V ÷ 62,0 V für Grenzwert 50 V

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0,0 ÷ 19,9	0,1	(-0 % / +15 %) des Messwertes ± 10 Digit
20,0 ÷ 99,9	0,1	(-0 % / +15 %) des Messwertes

Die Genauigkeitsangaben sind gültig bei stabiler Netzspannung und Schutzleiterverbindungen ohne Störspannungen.

Prüfstrom max. $0,5 \times I_{\Delta N}$

Grenzwert Berührungsspannung 25 V, 50 V

Die Genauigkeitsangaben gelten für den gesamten Messbereich.

7.3.3 Auslösezeit (RCD t)

Der komplette Messbereich entspricht den Anforderungen der Norm EN 61557-6.

Messbereich (ms)	Auflösung (ms)	Genauigkeit
0,0 ÷ 40,0	0,1	±1 ms
0,0 ÷ max. Zeit *	0,1	±3 ms

* Die maximale Messdauer ist abhängig von der eingestellten FI/RCD-Prüfnorm (siehe Kapitel 4.3.2 FI/RCD-Prüfung) - Spezifikation ist gültig maximale Zeiten >40 ms.

Prüfstrom $1/2 \times I_{\Delta N}$, $I_{\Delta N}$, $2 \times I_{\Delta N}$, $5 \times I_{\Delta N}$

$5 \times I_{\Delta N}$ ist nicht verfügbar für $I_{\Delta N}=1000$ mA (FI/RCD Typ AC) oder $I_{\Delta N} \geq 300$ mA (FI/RCD Typ A, Typ F).

$2 \times I_{\Delta N}$ ist nicht verfügbar für $I_{\Delta N}=1000$ mA (FI/RCD Typ A, Typ F).

Die Genauigkeitsangaben gelten für den gesamten Messbereich.

7.3.4 Auslösestrom (RCD I)

Auslösestrom

Norm **EN 60364-4-41** (VDE 0100-410), (Einstellung unter SETTINGS → RCD/FI-Prüfung):
Der komplette Messbereich entspricht den Anforderungen der Norm EN 61557-6.

Messbereich I_A	Auflösung I_A	Genauigkeit
$0,1 \times I_{\Delta N} \div 1,1 \times I_{\Delta N}$ (Typ AC)	$0,05 \times I_{\Delta N}$	$\pm 0,1 \times I_{\Delta N}$
$0,1 \times I_{\Delta N} \div 1,5 \times I_{\Delta N}$ (Typ A, $I_{\Delta N} \geq 30$ mA)	$0,05 \times I_{\Delta N}$	$\pm 0,1 \times I_{\Delta N}$
$0,1 \times I_{\Delta N} \div 2,2 \times I_{\Delta N}$ (Typ A, $I_{\Delta N} \geq 30$ mA)	$0,05 \times I_{\Delta N}$	$\pm 0,1 \times I_{\Delta N}$

Norm **EN 61008/EN 61009** (VDE 0664-10/VDE 0664-20), (Einstellung unter SETTINGS → RCD/FI-Prüfung):

Der komplette Messbereich entspricht den Anforderungen der Norm EN 61557-6.

Messbereich I_A	Auflösung I_A	Genauigkeit
$0,2 \times I_{\Delta N} \div 1,1 \times I_{\Delta N}$ (Typ AC)	$0,05 \times I_{\Delta N}$	$\pm 0,1 \times I_{\Delta N}$
$0,2 \times I_{\Delta N} \div 1,5 \times I_{\Delta N}$ (Typ A, $I_{\Delta N} \geq 30$ mA)	$0,05 \times I_{\Delta N}$	$\pm 0,1 \times I_{\Delta N}$
$0,2 \times I_{\Delta N} \div 2,2 \times I_{\Delta N}$ (Typ A, $I_{\Delta N} \geq 30$ mA)	$0,05 \times I_{\Delta N}$	$\pm 0,1 \times I_{\Delta N}$

Auslösezeit

Messbereich (ms)	Auflösung (ms)	Genauigkeit
$0 \div 300$	1	± 3 ms

Berührungsspannung

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
$0,0 \div 19,9$	0,1	(-0 % / +15 %) des Messwertes ± 10 Digit
$20,0 \div 99,9$	0,1	(-0 % / +15 %) des Messwertes

Die Genauigkeitsangaben sind gültig bei stabiler Netzspannung und Schutzleiterverbindungen ohne Störspannungen.

Die Genauigkeitsangaben gelten für den gesamten Messbereich.

Auslösestromgrenzen

FI/RCD-Typ	Auslösestrom		
	Untere Grenze	Obere Grenze	
		$I_{\Delta N} < 30$ mA	$I_{\Delta N} \geq 30$ mA
AC (Sinus)	$0,5 \times I_{\Delta N}$		$I_{\Delta N}$
A, F (gepulst)	$0,35 \times I_{\Delta N}$	$2 \times I_{\Delta N}$	$1,4 \times I_{\Delta N}$

Hinweis:

Bei Auswahl der Norm **EN 60364-4-41** (SETTINGS-Einstellung → RCD/FI-Prüfung) wird ein Auslösestrom kleiner der unteren Grenze ohne eine Bewertung (\times / ✓) angezeigt.

7.4 Schleifenimpedanz und unbeeinflusster Fehlerstrom

7.4.1 Funktion Zs (Systeme ohne FI/RCD)

Schleifenimpedanz

Messbereich gemäß EN 61557-3: $0,25 \Omega \div 9,99 \text{ k}\Omega$

Messbereich (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
$0,00 \div 9,99$	0,01	$\pm (5\% \text{ des Messwertes} + 5 \text{ Digit})$
$10,0 \div 99,9$	0,1	
$100 \div 999$	1	
$1,00 \text{ k} \div 9,99 \text{ k}$	10	$\pm 10\% \text{ des Messwertes}$

Unbeeinflusster Fehlerstrom (berechneter Wert)

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
$0,00 \div 9,99$	0,01	Beachten Sie die Genauigkeit der Schleifenimpedanzmessung
$10,0 \div 99,9$	0,1	
$100 \div 999$	1	
$1,00 \text{ k} \div 9,99 \text{ k}$	10	
$10,0 \text{ k} \div 23,0 \text{ k}$	100	

Die Genauigkeitsangabe ist gültig, wenn die Netzspannung während der Messung stabil ist.

Prüfstrom (bei 230 V)..... 6,5 A (10 ms)

Nennspannungsbereich..... 93 V \div 134 V (45 Hz \div 65 Hz)

185 V \div 266 V (45 Hz \div 65 Hz)

7.4.2 Funktion Zs rcd (Systeme mit FI/RCD)

Schleifenimpedanz

Messbereich gemäß EN 61557-3: $0,46 \Omega \div 9,99 \text{ k}\Omega$

Messbereich (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
$0,00 \div 9,99$	0,01	$\pm (5\% \text{ des Messwertes} + 10 \text{ Digit})$
$10,0 \div 99,9$	0,1	
$100 \div 999$	1	
$1,00 \text{ k} \div 9,99 \text{ k}$	10	$\pm 10\% \text{ des Messwertes}$

Die Genauigkeit kann durch Störspannungen auf der Netzspannung beeinträchtigt werden.

Unbeeinflusster Fehlerstrom (berechneter Wert)

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
$0,00 \div 9,99$	0,01	Beachten Sie die Genauigkeit der Schleifenimpedanzmessung
$10,0 \div 99,9$	0,1	
$100 \div 999$	1	
$1,00 \text{ k} \div 9,99 \text{ k}$	10	
$10,0 \text{ k} \div 23,0 \text{ k}$	100	

Nennspannungsbereich..... 93 V \div 134 V (45 Hz \div 65 Hz)

185 V \div 266 V (45 Hz \div 65 Hz)

Keine Auslösung der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung FI/RCD.

7.5 Leitungsimpedanz und unbeeinflusster Kurzschlussstrom/ Spannungsfall

Leitungsimpedanz

Messbereich gemäß EN 61557-3: $0,25 \Omega \div 9,99 \text{ k}\Omega$

Messbereich (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
$0,00 \div 9,99$	0,01	$\pm (5 \% \text{ des Messwertes} + 5 \text{ Digit})$
$10,0 \div 99,9$	0,1	
$100 \div 999$	1	
$1,00 \text{ k} \div 9,99 \text{ k}$	10	$\pm 10 \% \text{ des Messwertes}$

Unbeeinflusster Kurzschlussstrom (berechneter Wert)

Messbereich (A)	Auflösung (A)	Genauigkeit
$0,00 \div 0,99$	0,01	Beachten Sie die Genauigkeit der Leitungsimpedanzmessung
$1,0 \div 99,9$	0,1	
$100 \div 999$	1	
$1,00 \text{ k} \div 99,99 \text{ k}$	10	
$100 \text{ k} \div 199 \text{ k}$	1000	

Prüfstrom (bei 230 V)..... 6,5 A (10 ms)

Nennspannungsbereich..... 93 V \div 134 V (45 Hz \div 65 Hz)

185 V \div 266 V (45 Hz \div 65 Hz)

321 V \div 485 V (45 Hz \div 65 Hz)

Spannungsfall (berechneter Wert)

Messbereich (%)	Auflösung (%)	Genauigkeit
$0,0 \div 99,9$	0,1	Beachten Sie die Genauigkeit der Leitungsimpedanzmessung*

Z_{REF} -Messbereich $0,00 \Omega \div 20,0 \Omega$

* Siehe Kapitel 5.6.2 Spannungsfall für die Berechnung des Spannungsfalles

7.6 Erdungswiderstand

Messbereich gemäß EN61557-5: $2,00 \Omega \div 1999 \Omega$

Messbereich (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
$0,00 \div 19,99$	0,01	$\pm (5 \% \text{ des Messwertes} + 5 \text{ Digit})$
$20,0 \div 199,9$	0,1	
$200 \div 9999$	1	

Maximaler Hilfsriderwiderstand R_C $100 \times R_E$ oder $50 \text{ k}\Omega$ (jeweils geringerer Wert)

Maximaler Sondenwiderstand R_P $100 \times R_E$ oder $50 \text{ k}\Omega$ (jeweils geringerer Wert)

Zusätzlicher Fehler bei $R_{C\max}$ oder $R_{P\max}$ $\pm (10 \% \text{ des Messwertes} + 10 \text{ Digit})$

Zusätzlicher Fehler bei 3 V-Störspannung (50 Hz) $\pm (5 \% \text{ des Messwertes} + 10 \text{ Digit})$

Leerlaufspannung < 30 VAC

Kurzschlussstrom < 30 mA

Frequenz der Prüfspannung 125 Hz, Sinus

Störspannungs-Anzeigeschwelle 1 V (< 50Ω , maximal)

Automatische Messung des Hilfsrider- und des Sondenwiderstandes.

Automatische Überwachung der Störspannung.

7.7 TRMS Spannung, Frequenz und Phasenfolge

7.7.1 TRMS Spannung (AC/DC)

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
0 ÷ 550	1	± (2 % des Messwertes + 2 Digit)

Messverfahren..... Echt-Effektivwert (TRMS)

Frequenzbereich..... 0 Hz, 14 Hz ÷ 500 Hz

7.7.2 Spannung des Anschlussmonitors

Messbereich (V)	Auflösung (V)	Genauigkeit
10 ÷ 550	1	±(2 % des Messwertes + 2 Digit)

7.7.3 Frequenz

Messbereich (Hz)	Auflösung (Hz)	Genauigkeit
0,00 ÷ 9,99	0,01	±(0,2 % des Messwertes + 1 Ziffer)
10,0 ÷ 499,9	0,1	

Spannungsbereich..... 10 V ÷ 550 V

7.7.4 Phasenfolge (Drehfeld)

Spannungsbereich..... 100 V_{AC} ÷ 550 V_{AC}

Frequenzbereich..... 14 Hz ÷ 500 Hz

Angezeigtes Ergebnis 1.2.3 oder 3.2.1

7.8 Allgemeine Daten

Versorgungsspannung..... 9 V_{DC} (6×1,5 V Batterie oder Akku, Typ AA)

Betrieb..... typisch 20 h

Ladebuchse, Eingangsspannung..... 12 V ± 10 %

Ladebuchse, Eingangsstrom 400 mA max.

Akku-Ladestrom 250 mA (intern geregelt)

Messkategorie 1000 V CAT II gegen Erde

600 V CAT III gegen Erde

300 V CAT IV gegen Erde

Schutzklasse doppelte Isolierung

Verschmutzungsgrad..... 2

Schutzklasse IP 40

Display Matrix-Display mit 128 x 64 Bildpunkten und
Hintergrundbeleuchtung

Abmessungen (B × H × T) 23 cm × 10,3 cm × 11,5 cm

Gewicht 1,3 kg, ohne Batterien/Akkus

Referenzbedingungen

Temperaturbereich +10 °C ÷ +30 °C

Luftfeuchtebereich 40 % rel. Luftfeuchte ÷ 70 % rel. Luftfeuchte

Betriebsbedingungen

Temperaturbereich 0 °C ÷ +40 °C

Maximale relative Luftfeuchte 95 % rel. Luftfeuchte (0 °C ÷ 40 °C), nicht kondensierend

Lagerbedingungen

Temperaturbereich -10 °C ÷ +70 °C

Maximale relative Luftfeuchtigkeit 90 % rel. Luftfeuchte (-10 °C ÷ +40 °C)
80 % rel. Luftfeuchte (40 °C ÷ 60 °C)

Die Genauigkeitsangaben gelten für das 1. Jahr der Nutzung unter Referenzbedingungen. Falls es in der jeweiligen Messfunktion nicht anders spezifiziert wird, muss für die Nutzung unter Betriebsbedingungen zusätzlich ein maximaler Fehler von + 1 % des Messwertes + 1 Digit berücksichtigt werden.

Anhang A Sicherungstabelle – Unbeeinflusster Kurzschlussstrom

Sicherung, Betriebsklasse gL/gG

gG: Ganzbereichssicherung für allgemeine Anwendungen, hauptsächlich Kabel- und Leitungsschutz

gL: frühere VDE-Betriebsklasse, ersetzt durch gG

Nenn-strom (A)	Trennzeit [s]				
	35m	0,1	0,2	0,4	5
Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)					
2	32,5	22,3	18,7	15,9	9,1
4	65,6	46,4	38,8	31,9	18,7
6	102,8	70	56,5	46,4	26,7
10	165,8	115,3	96,5	80,7	46,4
16	206,9	150,8	126,1	107,4	66,3
20	276,8	204,2	170,8	145,5	86,7
25	361,3	257,5	215,4	180,2	109,3
35	618,1	453,2	374	308,7	169,5
50	919,2	640	545	464,2	266,9
63	1217,2	821,7	663,3	545	319,1
80	1567,2	1133,1	964,9	836,5	447,9
100	2075,3	1429	1195,4	1018	585,4
125	2826,3	2006	1708,3	1454,8	765,1
160	3538,2	2485,1	2042,1	1678,1	947,9
200	4555,5	3488,5	2970,8	2529,9	1354,5
250	6032,4	4399,6	3615,3	2918,2	1590,6
315	7766,8	6066,6	4985,1	4096,4	2272,9
400	10577,7	7929,1	6632,9	5450,5	2766,1
500	13619	10933,5	8825,4	7515,7	3952,7
630	19619,3	14037,4	11534,9	9310,9	4985,1
710	19712,3	17766,9	14341,3	11996,9	6423,2
800	25260,3	20059,8	16192,1	13545,1	7252,1
1000	34402,1	23555,5	19356,3	16192,1	9146,2
1250	45555,1	36152,6	29182,1	24411,6	13070,1

Leitungsschutzschalter, Auslöse-Charakteristik BBereich der Sofortauslösung: $3 - 5 \times I_N$

Nenn-strom (A)	Trennzeit [s]				
	35m	0,1	0,2	0,4	5
Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)					
6	30	30	30	30	30
10	50	50	50	50	50
13	65	65	65	65	65
15	75	75	75	75	75
16	80	80	80	80	80
20	100	100	100	100	100
25	125	125	125	125	125
32	160	160	160	160	160
40	200	200	200	200	200
50	250	250	250	250	250
63	315	315	315	315	315

Leitungsschutzschalter, Auslöse-Charakteristik CBereich der Sofortauslösung: $5 - 10 \times I_N$

Nenn-strom (A)	Trennzeit [s]				
	35m	0,1	0,2	0,4	5
Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)					
0,5	5	5	5	5	2,7
1	10	10	10	10	5,4
1,6	16	16	16	16	8,6
2	20	20	20	20	10,8
4	40	40	40	40	21,6
6	60	60	60	60	32,4
10	100	100	100	100	54
13	130	130	130	130	70,2
15	150	150	150	150	83
16	160	160	160	160	86,4
20	200	200	200	200	108
25	250	250	250	250	135
32	320	320	320	320	172,8
40	400	400	400	400	216
50	500	500	500	500	270
63	630	630	630	630	340,2

Leitungsschutzschalter, Auslöse-Charakteristik KBereich der Sofortauslösung: $8 - 14 \times I_N$

Nenn- strom (A)	Trennzeit [s]				
	35m	0,1	0,2	0,4	
	Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)				
0,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
1	15	15	15	15	
1,6	24	24	24	24	
2	30	30	30	30	
4	60	60	60	60	
6	90	90	90	90	
10	150	150	150	150	
13	195	195	195	195	
15	225	225	225	225	
16	240	240	240	240	
20	300	300	300	300	
25	375	375	375	375	
32	480	480	480	480	

Leitungsschutzschalter, Auslöse-Charakteristik DBereich der Sofortauslösung: $10 - 20 \times I_N$

Nenn- strom (A)	Trennzeit [s]					
	35m	0,1	0,2	0,4	5	
	Minimaler unbeeinflusster Kurzschlussstrom (A)					
0,5	10	10	10	10	10	2,7
1	20	20	20	20	20	5,4
1,6	32	32	32	32	32	8,6
2	40	40	40	40	40	10,8
4	80	80	80	80	80	21,6
6	120	120	120	120	120	32,4
10	200	200	200	200	200	54
13	260	260	260	260	260	70,2
15	300	300	300	300	300	81
16	320	320	320	320	320	86,4
20	400	400	400	400	400	108
25	500	500	500	500	500	135
32	640	640	640	640	640	172,8

Anhang B Standard und optionales Zubehör pro Messfunktion

In der Tabelle unten sind empfohlene standardmäßige und optionale Zubehörteile aufgeführt, die für die einzelnen Messungen erforderlich sind. Weitere Informationen über das standardmäßige und optionale Zubehör finden Sie im Kapitel 3.5.

Messfunktion	Geeignetes Zubehör (Zubehör mit Art.-Nr. sind optional)
Isolationswiderstand	<input type="checkbox"/> Universelle 3-Leiter-Prüfleitung <input type="checkbox"/> Commander-Prüfspitze, schaltbar mit TEST-Taste (044155)
Niederohmwiderstand Durchgangsprüfung	<input type="checkbox"/> Universelle 3-Leiter-Prüfleitung <input type="checkbox"/> Commander-Prüfspitze, schaltbar mit TEST-Taste (044155) <input type="checkbox"/> BENNING TA 5, 40 m Messleitung (044039)
Leitungsimpedanz (Spannungsfall) Schleifenimpedanz	<input type="checkbox"/> Universelle 3-Leiter-Prüfleitung <input type="checkbox"/> Prüfkabel mit Schutzkontaktstecker <input type="checkbox"/> Commander-Prüfstecker für Schutzkontaktsteckdose, schaltbar mit TEST-Taste (044149) <input type="checkbox"/> Commander-Prüfspitze, schaltbar mit TEST-Taste (044155)
FI/RCD-Prüfung	<input type="checkbox"/> Universelle 3-Leiter-Prüfleitung <input type="checkbox"/> Prüfkabel mit Schutzkontaktstecker <input type="checkbox"/> Commander-Prüfstecker für Schutzkontaktsteckdose, schaltbar mit TEST-Taste (044149)
Erdungswiderstand	<input type="checkbox"/> Universelle 3-Leiter-Prüfleitung <input type="checkbox"/> Erdungsset bestehend aus zwei Erdspießen, 3 Prüfleitungen (044113)
Phasenfolge (Drehfeld)	<input type="checkbox"/> Universelle 3-Leiter-Prüfleitung <input type="checkbox"/> CEE-Messadapter, 16 A, 5-polig, zur Messung von Spannung und Drehfeld (044148)
Spannung, Frequenz	<input type="checkbox"/> Universelle 3-Leiter-Prüfleitung <input type="checkbox"/> Commander-Prüfspitze, schaltbar mit TEST-Taste (044155) <input type="checkbox"/> Prüfkabel mit Schutzkontaktstecker <input type="checkbox"/> Commander-Prüfstecker für Schutzkontaktsteckdose, schaltbar mit TEST-Taste(044149)

Anhang C Commander-Prüfspitze, Commander-Prüfstecker

C.1 Sicherheitswarnungen

Messkategorien der optionalen Commander:

Commander-Prüfspitze (schaltbar mit TEST-Taste)

Art. Nr.: 044155

ohne Aufsteckkappe, 18-mm-Spitze:

CAT II 1000 V gegen Erde

mit Aufsteckkappe, 4-mm-Spitze:

CAT II 1000 V/CAT III 600 V/CAT IV 300 V
gegen Erde

Commander-Prüfstecker für Schutzkontakt-Steckdose (schaltbar mit TEST-Taste)

Art. Nr.: 044149

CAT II 300 V gegen Erde

- Die Messkategorien der Commander können geringer sein als die Schutzkategorie des Prüfgerätes.
- Wenn am Schutzleiteranschluss die Phasenspannung erkannt wird, sofort alle Messungen stoppen und dafür sorgen, dass der Fehler abgestellt wird.
- Wenn Sie die Batterien/Akkus tauschen oder die Batteriefachabdeckung öffnen, trennen Sie den Commander vom Prüfgerät und der Installation.
- Für anfallende Reparatur- und Servicearbeiten wenden Sie sich bitte an Ihren Händler oder den BENNING Service.

C.2 Batterien

Die optionalen Commander können mit zwei Alkali-Batterien oder zwei wiederaufladbaren NiMh-Batterien (Akkus) der Größe AAA betrieben werden. Die übliche Betriebszeit beträgt ca. 40 Stunden und gilt für eine Kapazität von mindestens 850 mAh.

Hinweise:

- Wenn die Commander über einen längeren Zeitraum nicht verwendet werden, sind die Batterien/Akkus aus dem Batteriefach zu entfernen.
- Es dürfen nur Alkali-Batterien bzw. wiederaufladbare NiMh-Batterien der Größe AAA verwendet werden. Bei der Verwendung von wiederaufladbaren Akkus sollten eine Mindestkapazität von 850 mAh eingehalten werden.
- Es ist sicherzustellen, dass die Batterien/Akkus korrekt eingesetzt werden, da der Commander sonst nicht betrieben werden kann und sich die Batterien/Akkus entladen.

C.3 Beschreibung der optionalen Commander



Abbildung C.1: Vorderseite der Commander-Prüfspitze, schaltbar mit TEST-Taste (044155)

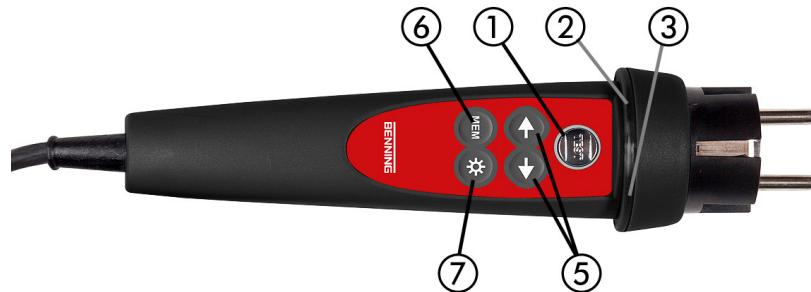


Abbildung C.2: Vorderseite des optionalen Commander-Prüfsteckers für Schutzkontaktsteckdose, schaltbar mit TEST-Taste (044149)

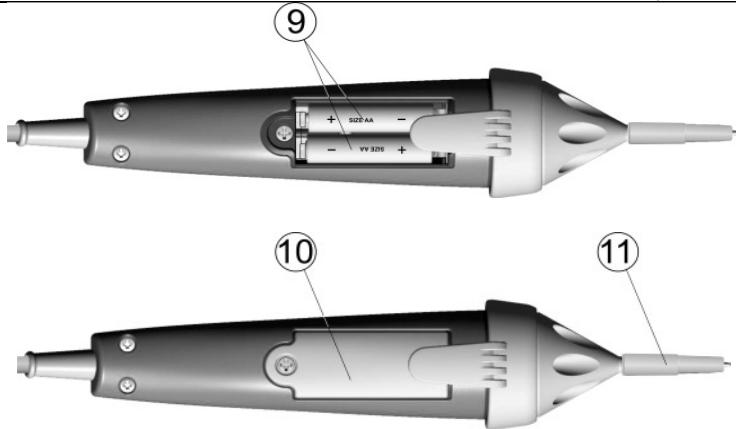


Abbildung C.3: Rückseite der Commander-Prüfspitze, schaltbar mit TEST-Taste (044155)

Legende:

1 TEST	Start der Messung. PE-Berührungsselektrode für Schutzleiteranschluss.
2 LED	Linke Status RGB-LED.
3 LED	Rechte Status RGB-LED.
4 LED's	LED's der Messstellenbeleuchtung.
5 Funktionswahltasten	BENNING IT 115: ohne Funktion BENNING IT 130: Auswahl der Messfunktion
6 MEM	BENNING IT 115: ohne Funktion BENNING IT 130: Speichern/Aufrufen von Ergebnissen
7 LCD-Beleuchtung	Ein-/Ausschalten der LCD-Beleuchtung am Prüfgerät.
8 Messstellenbeleuchtung	Ein-/Ausschalten der Messstellenbeleuchtung.
9 Batterien/Akkus	Größe AAA, Alkali-Batterien oder NiMh Akkus.
10 Batteriefachabdeckung	Batteriefachabdeckung.
11 Aufsteckkappe	Abnehmbare Aufsteckkappe CAT IV 300 V.

C.4 LED-Anzeigen der optionalen Commander

Beide LED's gelb	Warnung! Phasenspannung am PE-Anschluss des Commanders! Anzeige erfolgt nur, wenn silberne TEST-Taste des Commanders für > 1 Sek. berührt wird!
Rechte LED rot	Messergebnis außerhalb der voreingestellten Grenzwerte.
Rechte LED grün	Messergebnis innerhalb der voreingestellten Grenzwerte.
Linke LED blinkt blau	Commander überwacht die Eingangsspannung.
Linke LED orange	Spannung zwischen Prüfanschlüssen ist höher als 50 V.
Beide LED's blinken rot	Batteriespannung des Commanders ist gering.
Beide LED's rot und Commander schaltet ab	Batteriespannung zu gering, um den Commander betreiben zu können.

Prüfung des Schutzeleiteranschlusses

- Wählen Sie mit dem Funktionswahlschalter die Schaltstellung **ZI (L-N/L)**, **Zs (L-PE)** oder **Fl/RCD**.
- Schließen Sie den optionalen Commander-Prüfstecker (044149) an das Prüfobjekt (siehe Abbildung C.4).
- Berühren Sie die silberne Berührungselektrode der **TEST**-Taste am Commander für mindestens eine Sekunde.
- Wenn am PE-Anschluss des Commanders die Phasenspannung erkannt wird, leuchten die LED's des Commanders gelb auf. Zusätzlich erscheint die Warnmeldung  im LC-Display des Prüfgerätes und der Summer ertönt. Weitere Messungen müssen sofort gestoppt werden.

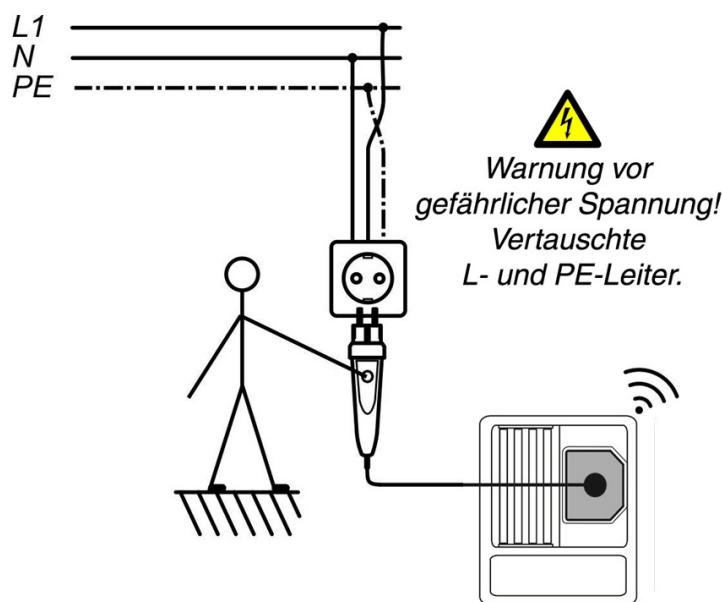


Abbildung C.4: Vertauschte L- und PE-Leiter, Phasenspannung am PE-Anschluss wird durch Berührung der TEST-Taste am optionalen Commander-Prüfstecker (044149) erkannt.