



INSTRUMENTS



400 Serie

Bedienungsanleitung

Iso410 - Speed418 - Combi419 - Combi420

Prüf- und Messgeräte für die VDE0100 /VDE0105



HT Instruments GmbH

Am Waldfriedhof 1b
41352 Korschenbroich
Tel: 02161-564 581
Fax: 02161-564 583

info@HT-Instruments.de
www.HT-Instruments.de

Inhaltsverzeichnis:

1. SICHERHEITSVORKEHRUNGEN UND ARBEITSANWEISUNGEN	3
1.1. Bitte vor Gebrauch beachten	3
1.2. Während der Verwendung	4
1.3. Nach dem Gebrauch	4
1.4. Überspannungskategorien - Definitionen	5
2. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	6
2.1. Einführung	6
2.2. Messbetrieb	6
3. VORBEREITUNG ZUM GEBRAUCH	7
3.1. Überprüfung vor dem Erstgebrauch	7
3.2. Stromversorgung des Geräts	7
3.3. Kalibrierung	7
3.4. Lagerung	7
4. ANWEISUNGEN ZUM GEBRAUCH	8
4.1. Beschreibung des Geräts	8
4.2. Hintergrundbeleuchtung	8
4.3. Tastenbelegung	9
4.4. LCD-Anzeige	9
4.5. Startbildschirm	9
5. HAUPTMENÜ	10
5.1. AUTO ÷ PWR	10
5.2. SET – Geräteeinstellungen	10
5.2.1. Language (Sprache)	10
5.2.2. Automatische Abschaltung	11
5.2.3. Nennspannung	11
5.2.4. Frequenz	11
5.2.5. Netzsystem	11
5.3. MEM	11
6. PRÜFEN ELEKTRISCHER ANLAGEN	12
6.1. AUTO	12
6.1.1. Fehlerbehaftete Ergebnisse	14
6.2. LOWOHM: Niederohmmessung/ Durchgangsprüfung mit 200mA	16
6.2.1. CAL Modus	19
6.2.2. Fehlerbehaftete Ergebnisse	20
6.3. $M\Omega$ Isolationswiderstand mit 50, 100, 250, 500, 1000 V 	22
6.3.1. Fehlerbehaftete Ergebnisse	25
6.4. RCD: pulsstrom- und wechselstromsensitive RCD (Typ A und AC)	26
6.4.1. AUTO-Modus	28
6.4.2. $x\frac{1}{2}$ -Modus	29
6.4.3. $x1, x2, x5$ Modus	30
6.4.4.  Modus	31
6.4.5. RA-Modus	32
6.4.6. Fehlerbehaftete Ergebnisse	33
6.5. LOOP: Netzimpedanz ZPP, ZPN, Schleifenimpedanz Zpe, Kurzschlussstrom I_k ..	37
6.5.1. P-N-Modus (Netzimpedanz Zpn)	39
6.5.2. P-P-Modus (Netzimpedanz Zpp)	40
6.5.3. P-PE-Modus in TT- oder TN-Systemen (Schleifenimpedanz Zpe)	41
6.5.4. P-PE-Modus in IT-Systemen	42
6.5.5. Fehlerbehaftete Ergebnisse	42
6.6. R_A 15 mA: Schleifenwiderstand Zpe ohne RCD Auslösung	45

6.6.1.	Fehlerbehaftete Ergebnisse	47
6.7.	123: Messung der Drehfeldrichtung.....	50
6.7.1.	Fehlerbehaftete Ergebnisse	53
7.	ZUSATZ-MESSUNGEN	54
7.1.	AUX: Echtzeitmessung von Umweltparametern mittels externer Mess-Sonden.....	54
7.1.1.	dB-Modus (Schallpegel).....	55
7.1.2.	Luft, RH, TMP °F, TMP °C, Lux Modus.....	56
7.1.3.	Fehlerbehaftete Ergebnisse	56
7.2.	LEAK: Echtzeitmessung eines Leckstroms mit externer Stromzange	57
7.2.1.	Fehlerbehaftete Ergebnisse	58
8.	NETZ- UND LEISTUNGSANALYSE	59
8.1.	PWR: Netz- und Leistungsanalyse, Echtzeitmessung.....	59
8.1.1.	PAR Modus.....	60
8.1.2.	HRM V und HRM I Modus.....	60
9.	SPEICHER.....	61
9.1.	Speicherung von Messwerten	61
9.1.1.	Fehlerbehaftete Ergebnisse	61
9.2.	Verwaltung gespeicherter Daten	62
9.2.1.	Wiederaufrufen einer Messung.....	62
9.2.2.	Löschen der letzten oder aller Messungen.....	63
9.2.3.	Fehlerbehaftete Ergebnisse	63
10.	VERBINDUNG ZUM PC (MESSWERTE HERUNTERLADEN)	64
11.	WARTUNG	65
11.1.	Allgemeines.....	65
11.2.	Batteriewechsel	65
11.3.	Reinigung	65
11.4.	Entsorgung.....	65
12.	SPEZIFIKATIONEN	66
12.1.	Technische Daten	66
12.2.	Sicherheitsstandards	70
12.2.1.	Allgemein	70
12.2.2.	Referenzen zu den Vorschriften, Normen	70
12.2.3.	AUX	70
12.2.4.	Allgemeine Spezifikationen	70
12.3.	Umgebung.....	70
12.3.1.	Umgebungsbedingungen.....	70
12.3.2.	EMV und LVD	70
12.4.	Lieferumfang	71
12.5.	Optionales Zubehör:.....	71
13.	SERVICE	72
13.1.	Garantiebedingungen	72
13.2.	Kundendienst	72
14.	PRAKTISCHE RATSCHLÄGE ZU DEN VDE MESSUNGEN	73
14.1.	Oberwellen (Harmonische) Spannung und STROM	76
14.1.1.	Theorie	76
14.1.2.	Grenzwerte für Harmonische	77
14.1.3.	Herkunft der Oberschwingungen	77
14.1.4.	Konsequenzen aus dem Vorhandensein von Harmonischen	78
14.2.	Definition der Leistung und des Leistungsfaktors	79

1. SICHERHEITSVORKEHRUNGEN UND ARBEITSANWEISUNGEN

Dieses Messgerät wurde in Übereinstimmung mit den Richtlinien EN61557 und EN61010 über elektronische Messgeräte konstruiert. Beachten Sie bitte vor und während des Messvorgangs die untenstehende Anweisungen sorgfältig:

- Führen Sie keine Spannungs- oder Strommessungen in feuchten Umgebungen durch.
- Führen Sie keine Messungen in der Nähe explosiver Gase, Materialien oder Brennstoffe sowie in staubiger Umgebung durch.
- Vermeiden Sie die Berührung der zu prüfenden Anlage, wenn Sie keine Messung ausführen.
- Berühren Sie keine blanken Metallteile, unbenutzten Messanschlüsse, Schaltungen etc.
- Führen Sie keine Messungen aus, wenn Sie Unregelmäßigkeiten wie Deformationen, Bruchstellen, austretende Substanzen, Display ohne Anzeige etc. am Messgerät feststellen.
- Seien Sie wegen der Gefahr von Stromschlägen bei Spannungsmessungen über 25 V in speziellen Umgebungen (Gebäudehöfe, Schwimmb Becken ...) und über 50 V in normalen Umgebungen besonders aufmerksam.
- Benutzen Sie nur Original HT Zubehör

In diesem Handbuch werden folgende Symbole verwendet



Warnung: Beachten Sie die in diesem Handbuch gegebenen Anweisungen; unsachgemäßer Gebrauch kann das Instrument bzw. seine Teile beschädigen oder dessen Anwender gefährden.



DC oder AC Spannung oder Strom



Pulsierende Gleichspannung oder pulsierender Strom

1.1. BITTE VOR GEBRAUCH BEACHTEN

- Dieses Messgerät ist zum Gebrauch in den in Abschnitt 12 dargestellten Umgebungsbedingungen bestimmt. Nicht unter anderen Umgebungsbedingungen benutzen.
- Dieses Gerät kann zur Messung und Überprüfung der Sicherheit elektrischer Systeme verwendet werden. Nicht in Systemen benutzen, in denen die in Abschnitt 12 beschriebenen Grenzwerte überschritten werden.
- Wir empfehlen Ihnen die Beachtung der üblichen Sicherheitsregeln: zu Ihrem Schutz gegen gefährliche Stromeinwirkung, zum Schutz des Messgeräts 'gegen unsachgemäßen Gebrauch.
- Nur die mit dem Gerät gelieferten Zubehörteile garantieren die Erfüllung der geltenden Sicherheitsstandards. Diese müssen in einem guten Zustand sein und falls nötig durch identische ersetzt werden.
- Überprüfen Sie, ob die Batterien richtig eingesetzt wurden.
- Überprüfen Sie vor dem Verbinden der Messkabel mit der zu prüfenden Schaltung, ob die gewünschte Gerätefunktion eingestellt wurde.

1.2. WÄHREND DER VERWENDUNG

Wir empfehlen Ihnen, die folgenden Empfehlungen und Anweisungen sorgfältig durchzulesen:



WARNUNG

Die Missachtung der hier gegebenen Warnungen und Anweisungen kann das Instrument bzw. seine Teile beschädigen oder dessen Anwender gefährden.

- Trennen Sie die Messkabel von der zu testenden Schaltung, bevor Sie zwischen den Messfunktionen umschalten.
- Berühren Sie niemals ein Messkabel, auch kein unbenutztes, so lange das Messgerät mit der zu prüfenden Anlage verbunden ist.
- Vermeiden Sie Widerstandsmessungen durch Anlegen externer Spannungen. Obwohl das Messgerät dagegen geschützt ist, kann es durch Überspannung beschädigt werden.
- Platzieren Sie bei Strommessungen die Zangenbacken der Stromzange in größtmöglicher Entfernung von nicht in die Messung einbezogenen stromführenden Leitern, denn deren Magnetfeld kann das Messergebnis beeinflussen.
- Platzieren Sie bei Strommessung den stromführenden Leiter so gut wie möglich in die Mitte der Zangenbacken um die Genauigkeit zu optimieren.
- Wenn bei einer Spannungs- oder Strommessung etc. der Messwert der zu messenden Größe unverändert bleibt, muss die Funktion STOP überprüft und gegebenenfalls deaktiviert werden.



WARNUNG

Das Symbol  zeigt den Ladezustand der Batterien an. Fünf Streifen neben dem Batteriesymbol bedeuten volle Ladung der Batterie; ein Absinken der Anzahl der Streifen auf "" zeigt an, dass die Batterien nahezu leer sind. Unterbrechen Sie in diesem Fall die Messungen und ersetzen Sie die Batterien entsprechend den Anweisungen in Abschnitt 11.2.

Das Gerät ist auch ohne Batterien in der Lage, die bereits abgespeicherten Messdaten zu behalten.

1.3. NACH DEM GEBRAUCH

Nach Abschluss der Messungen bitte das Messgerät ausschalten, indem Sie die Taste ON/OFF einige Sekunden lang gedrückt halten. Haben Sie das Messgerät längere Zeit nicht benutzt, so ersetzen Sie die Batterien und befolgen Sie die Angaben in Abschnitt 3.4.

1.4. ÜBERSPANNUNGSKATEGORIEN - DEFINITIONEN

Die Norm EN61010-1 (Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, Teil 1: Allgemeine Anforderungen) definiert, was eine Messkategorie (üblicherweise Überspannungskategorie genannt) bedeutet. Unter Absatz 6.7.4: Messung von Stromkreisen, steht:

Stromkreise werden in die folgenden Messkategorien unterteilt:

- **Messkategorie IV** steht für Messungen, die an der Einspeisung einer Niederspannungsinstallation vorgenommen werden..
Beispiele hierfür sind elektrische Messgeräte und Messungen an primären Schutzeinrichtungen gegen Überstrom .
- **Messkategorie III** steht für Messungen, die an Gebäudeinstallationen durchgeführt werden.
Beispiele sind Messungen an Verteilern, Unterbrecherschaltern, Verkabelungen einschließlich Leitungen, Stromschienen, Anschlusskästen, Schaltern, Steckdosen in festen Installationen und Geräte für den industriellen Einsatz sowie einige andere Geräte wie z.B. stationäre Motoren mit permanentem Anschluss an feste Installationen.
- **Messkategorie II** steht für Messungen an Stromkreisen, die direkt an Niederspannungsinstallationen angeschlossen sind..
Beispiele hierfür sind Messungen an Haushaltsgeräten, tragbaren Werkzeugen und ähnlichen Geräten.
- **Messkategorie I** steht für Messungen, die an Stromkreisen durchgeführt werden, die nicht direkt an das Hauptnetz angeschlossen sind.
Beispiele hierfür sind Messungen an Stromkreisen, die nicht vom Hauptnetz abzweigen bzw. speziell (intern) abgesicherte, vom Hauptnetz abzweigende Stromkreise. Im zweiten Fall sind die Transienten-Belastungen variabel; aus diesem Grund erfordert die Norm, dass die Transientenfestigkeit des Geräts dem Benutzer bekannt sein muss.

2. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

2.1. EINFÜHRUNG

Unter der Voraussetzung, das es entsprechend den in diesem Handbuch gegebenen Anweisungen betrieben wird, garantiert Ihnen dieses Gerät genaue und verlässliche Messungen. Dieses Handbuch gilt für folgende Geräte: Iso410 - Speed418 - Combi419 - Combi420 Die unterschiedlichen Eigenschaften der einzelnen Modelle sind in der nachstehenden Tabelle beschrieben:

Funktion	Iso410	Speed418	Combi419	Combi420
AUTO Messung			✓	✓
LOW Ω (Niederohm)	✓		✓	✓
M Ω (Isolation)	✓		✓	✓
RCD \sim und $\sim\sim$		✓	✓	✓
Ra 15mA \perp (ohne Auslösung)		✓	✓	✓
LOOP (Impedanz und Ik)		✓	✓	✓
123 (Drehfeldrichtung)		✓	✓	✓
AUX -Eingang				✓
LEAKAGE (Leckstrom)			✓	✓
POWER (Leistung, Oberwellen)				✓

Tab. 1: Eigenschaften der Modelle der 400er Reihe

2.2. MESSBETRIEB

Das Gerät kann folgende Messungen ausführen (je nach den in der obenstehenden Tabelle beschriebenen Merkmalen):

- **AUTO** Messung, bei der automatisch die folgende Testsequenz durchgeführt wird: Gesamt-Erdungswiderstand über Steckdose, Auslösezeit des RCD Schutzschalters, Isolationswiderstand zwischen Phase und Erde.
- **LOW Ω** Niederohmmessung an Schutzleitern und Potentialausgleichsleitern mit Messströmen über 200 mA DC
- **M Ω** Messung des Isolationswiderstands mit Prüfspannungen von 50 V, 100 V, 250 V, 500 V oder 1000 V DC.
- **RCD** Messung folgender Parameter von pulsstrom-sensitiven ($\sim\sim$) und wechselstromsensitiven (\sim) Universal- und/oder selektiven RCD-Schutzschaltern: Auslösezeit, Auslösestrom, Berührungsspannung (U_t), Gesamt-Erdungswiderstand (Ra).
- **LOOP** Messung der Netzimpedanz und Schleifen-Impedanz mit Berechnung des voraussichtlichen Kurzschlußstromes Ik.
- **Ra 15mA \perp** Messung des Schleifenwiderstandes mit 15 mA ohne Auslösen des RCD-Schutzschalters'.
- **123** Anzeige der Drehfeldrichtung.
- **AUX** Messung von Umgebungsparametern (Temperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Licht- und Schallpegel) mit Hilfe optionaler Messköpfe.
- **LEAKAGE** Funktion zur Messung von Fehler- und Leckströmen in Echtzeit mit Hilfe einer (optionalen) Stromzange HT96U oder HT4005N.
- **POWER** Echtzeitanzeige der Leistungsdaten, ($\cos\phi$, Wirk-, Blind- und Scheinleistung) in einem Einphasensystem und harmonische Analyse von Spannung und Strom bis zur 49. Harmonischen mit Berechnung der nichtlinearen Verzerrungen in %.

3. VORBEREITUNG ZUM GEBRAUCH

3.1. ÜBERPRÜFUNG VOR DEM ERSTGEBRAUCH

Vor dem Versand wurden Elektronik und Mechanik des Geräts sorgfältig überprüft. Zur Auslieferung des Gerätes in optimalem Zustand wurden die bestmöglichen Vorkehrungen getroffen. Dennoch empfehlen wir, kurz zu prüfen, ob das Gerät auf dem Transport beschädigt wurde. Sollten Sie Unregelmäßigkeiten feststellen, verständigen Sie bitte den Händler.

Es empfiehlt sich auch, den Inhalt der Packung entsprechend den Angaben in Abschnitt Lieferumfang überprüfen. Falls Abweichungen auftreten, wenden Sie sich bitte an Ihren Händler. Sollte es notwendig sein, das Gerät zurückzusenden, so befolgen Sie bitte die Anweisungen in Abschnitt 13.

3.2. STROMVERSORGUNG DES GERÄTS

Das Gerät wird von 6 Batterien mit Strom versorgt. Angaben zu Batterietyp und -Lebensdauer finden Sie in Abschnitt 12.3.

Das Symbol "" zeigt den Ladezustand der Batterie an. Fünf Streifen neben dem Batteriesymbol bedeuten volle Ladung der Batterie; ein Absinken der Anzahl der Streifen auf "" zeigt an, dass die Batterien nahezu leer sind. Unterbrechen Sie in diesem Fall die Messungen und ersetzen Sie die Batterien entsprechend den Anweisungen in Abschnitt 11.2

Das Gerät ist auch ohne Batterien in der Lage, die bereits abgespeicherten Messdaten weiter zu speichern.

Zum Einsetzen der Batterien beachten Sie bitte die Angaben in Abschnitt 11.2

Das Gerät arbeitet mit modernen Algorithmen, um die Lebensdauer der Batterien zu maximieren. Im Einzelnen:

- Das Gerät schaltet die Hintergrundbeleuchtung des Displays nach ca. 5 Sekunden aus.
- Zur Erhöhung der Batterielebensdauer wird die Hintergrundbeleuchtung des Displays bei zu niedriger Batteriespannung ausgeschaltet.

3.3. KALIBRIERUNG

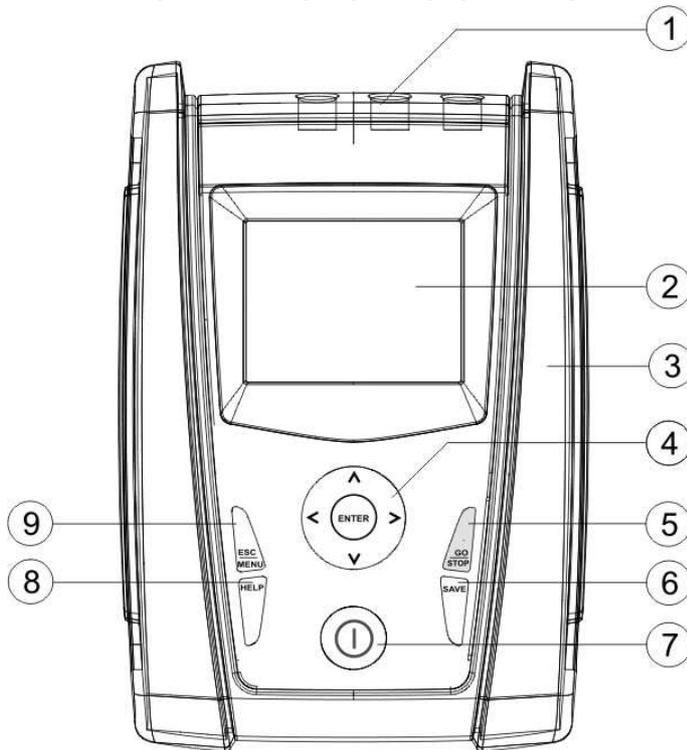
Die technischen Daten des Messgerätes entsprechen der Beschreibung in diesem Handbuch. Für seine Funktion übernehmen wir eine Garantie von einem Jahr ab Kaufdatum. Ein detailliertes Kalibrierprotokoll liegt jedem Messgerät bei.

3.4. LAGERUNG

Falls das Gerät längere Zeit unter extremen Umweltbedingungen gelagert wurde, warten Sie bitte ab, bis es sich wieder an normale Bedingungen angepasst hat, um genaue Messwerte zu garantieren.

4. ANWEISUNGEN ZUM GEBRAUCH

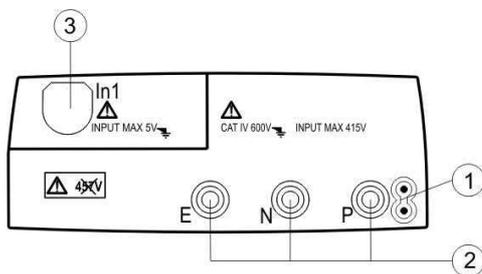
4.1. BESCHREIBUNG DES GERÄTS



LEGENDE:

1. Eingänge
2. LCD Anzeige
3. Anschluss für optisch isoliertes Schnittstellenkabel
4. Pfeil- und ENTER Taste zur Funktionsauswahl
5. GO/STOP-Taste (Start/Stop)
6. SAVE-Taste (Speichern)
7. ON/OFF-Taste (Ein/Aus)
8. HELP Taste (Hilfe)
9. ESC/MENU-Taste (Abbruch/Menü)

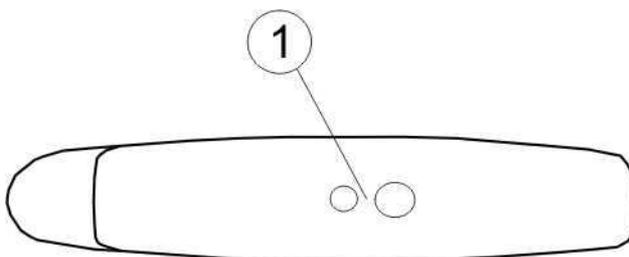
Abb. 1: Vorderseite des Messgerätes



LEGENDE:

1. Anschluss für Tastkopf
2. E, N, P Eingänge
3. In1 bzw. AUX Eingang

Abb. 2: Oberseite des Messgerätes



LEGENDE:

1. Anschluss für optisch isoliertes Schnittstellenkabel

Abb. 3: Seite des Messgerätes

4.2. HINTERGRUNDBELEUCHTUNG

Bei eingeschaltetem Gerät führt ein weiterer kurzer Druck auf die Taste zum Einschalten der Hintergrundbeleuchtung (bei ausreichender Batteriespannung). Zur Schonung der Batterien erfolgt eine automatische Abschaltung der Hintergrundbeleuchtung nach ca. 20 Sekunden.

Häufige Nutzung der Hintergrundbeleuchtung reduziert die Lebensdauer der Batterie.

4.3. TASTENBELEGUNG

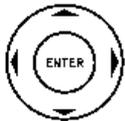
Auf der Tastatur befinden sich die folgenden Tasten:



ON/OFF-Taste zum Ein-/Ausschalten des Gerätes



ESC-Taste zum Abbruch des ausgewählten Menüpunktes ohne Bestätigung
MENU-Taste zum Aktivieren der Gerätemenüs



◀ ▶ ▲ ▼-Tasten zum Bewegen des Cursors innerhalb der verschiedenen Bildschirmmenüs zum Auswählen der gewünschten Programme und Parameter

ENTER-Taste zum Bestätigen von Änderungen und ausgewählten Programmparametern sowie zur Auswahl von Menüfunktionen



GO-Taste zum Starten einer Messung
STOP-Taste zum Beenden einer Messung



SAVE-Taste zum Speichern gemessener Werte



HELP-Taste zum Anzeigen eines Anschlussbeispiels zwischen Messgerät und zu testendem System entsprechend der gewählten Messfunktion (wird aktiviert bei > 1sec gedrückt halten) und

-Taste zum Einschalten der Hintergrundbeleuchtung

4.4. LCD-ANZEIGE

Das Display besteht aus einem Grafikmodul mit einer Auflösung von 128 x 128 Punkten. In der ersten Zeile des Displays werden der Typ des aktivierten Messverfahrens und der Ladezustand der Batterie angezeigt.

LOW Ω			
-. -. Ω			
R+		R-	
-. -. Ω		-. -. Ω	
-. mA		-. mA	
Measuring...			
AUTO	1.00 Ω		0.12 Ω
Func	Lim		CAL

4.5. STARTBILDSCHIRM

Nach Einschalten des Gerätes wird für einige Sekunden ein Startbildschirm angezeigt. Dieser enthält folgende Informationen:

- Modellbezeichnung des Messgerätes
- Name des Herstellers
- Seriennummer (SN:) des Gerätes
- Die Versionsnummer der Firmware (FW:) im Speicher des Gerätes
- Datum der letzten Kalibrierung (Calibration:)

COMBI 420 HT ITALIA SN: 12345678 FW: 1.41 Kalibrierung: 01/01/2009			

Danach schaltet das Gerät zur zuletzt ausgewählten Funktion um.

5. HAUPTMENÜ

Das Drücken der **MENU/ESC**-Taste in irgendeinem zulässigen Zustand des Gerätes führt zur Anzeige des folgenden Bildschirms, mit dessen Hilfe das Gerät eingestellte, gespeicherte Messwerte angezeigt und die gewünschte Messfunktion aktiviert werden können.

MENU	
AUTO	: Ra, RCD, MΩ
LOWΩ	: Niederohm.
MΩ	: Isolation
RCD	: RCD Test
LOOP	: Impedanz Z
Ra	: Schleife o. Aus
123	: Drehfeld
AUX	: Umgebungsp.
LEAK	: Fehlerstrom.
PWR	: Analyse
▶ SET	: Einstellungen
MEM	: Speicher

5.1. AUTO ÷ PWR

Durch Auswählen eines der zwischen den Menüpunkten AUTO und PWR aufgeführten Messverfahrens mit dem Cursor, das zu den in Tab. 1 beschriebenen Kenndaten passt, und Bestätigen der Auswahl mit **ENTER** wird das gewünschte Messverfahren eingestellt.

5.2. SET – GERÄTEEINSTELLUNGEN

Bewegen Sie den Cursor auf **SET** mit Hilfe der Pfeiltasten (▲, ▼) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display der Bildschirm mit den verschiedenen Geräteeinstellungen angezeigt.

Die vorgenommenen Einstellungen bleiben auch nach Ausschalten des Gerätes erhalten.



5.2.1. Language (Sprache)

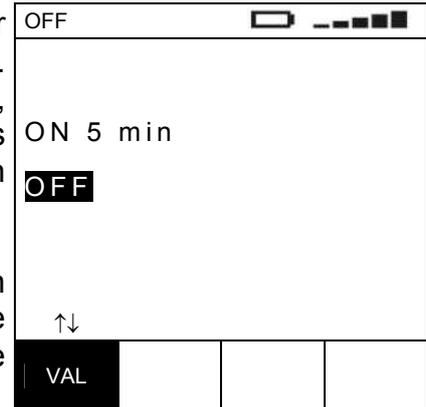
Bewegen Sie den Cursor auf **Language** mit Hilfe der Pfeiltasten (▲, ▼) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display der Bildschirm zur Einstellung der Gerätesprache angezeigt.

Wählen Sie die gewünschte Option mit Hilfe der Pfeiltasten (▲, ▼) aus. Um die Einstellungen zu speichern, drücken Sie die **ENTER**-Taste, zum Abbruch des Einstellvorgangs die **ESC**-Taste.



5.2.2. Automatische Abschaltung

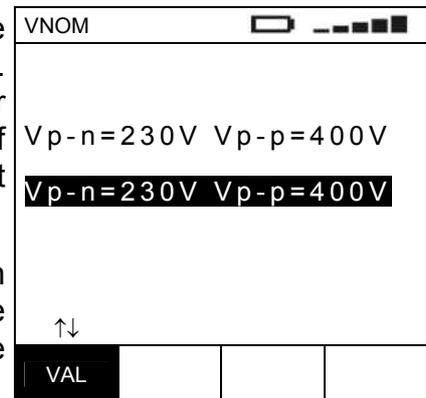
Bewegen Sie den Cursor auf **Auto power off** mit Hilfe der Pfeiltasten (▲,▼) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display ein Bildschirm angezeigt, mit dessen Hilfe Sie die automatische Abschaltung des Gerätes nach 5 Minuten Inaktivität ein- oder ausschalten können.



Wählen Sie die gewünschte Option mit Hilfe der Pfeiltasten (▲,▼) aus. Um die Einstellungen zu speichern, drücken Sie die **ENTER**-Taste, zum Abbruch des Einstellvorgangs die **ESC**-Taste.

5.2.3. Nennspannung

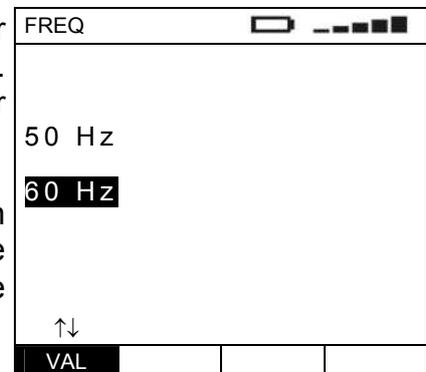
Bewegen Sie den Cursor auf **NOMINALSPANNUNG** mit Hilfe der Pfeiltasten (▲,▼) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display ein Bildschirm zur Auswahl des Wertes der Nominalspannung angezeigt, auf deren Basis der voraussichtliche Kurzschlussstrom errechnet wird.



Wählen Sie die gewünschte Option mit Hilfe der Pfeiltasten (▲,▼) aus. Um die Einstellungen zu speichern, drücken Sie die **ENTER**-Taste, zum Abbruch des Einstellvorgangs die **ESC**-Taste.

5.2.4. Frequenz

Bewegen Sie den Cursor auf **Frequenz** mit Hilfe der Pfeiltasten (▲,▼) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display der Bildschirm zur Einstellung der Netzfrequenz angezeigt.

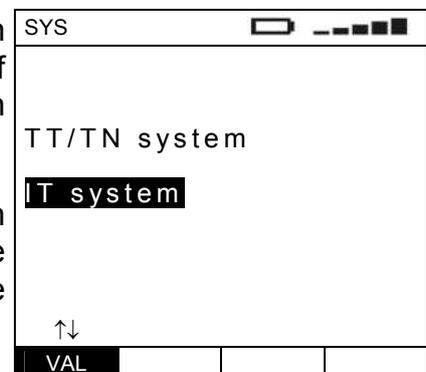


Wählen Sie die gewünschte Option mit Hilfe der Pfeiltasten (▲,▼) aus. Um die Einstellungen zu speichern, drücken Sie die **ENTER**-Taste, zum Abbruch des Einstellvorgangs die **ESC**-Taste.

5.2.5. Netzsystem

Bewegen Sie den Cursor auf **System** mit Hilfe der Pfeiltasten (▲,▼) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display der Bildschirm zur Einstellung des elektrischen Schutzsystems angezeigt.

Wählen Sie die gewünschte Option mit Hilfe der Pfeiltasten (▲,▼) aus. Um die Einstellungen zu speichern, drücken Sie die **ENTER**-Taste, zum Abbruch des Einstellvorgangs die **ESC**-Taste.



5.3. MEM

Durch Auswählen von **MEM** mit dem Cursor und der Bestätigung der Auswahl mit **ENTER** erhält man Zugang zum Gerätespeicher (§ 9).

6. PRÜFEN ELEKTRISCHER ANLAGEN

6.1. AUTO

Diese Funktion erlaubt die Ausführung einer automatischen Abfolge von Tests einschließlich der wichtigsten Prüfungen der elektrischen Sicherheit einer Anlage, d.h.:

- Erdungswiderstand (Schleifenwiderstand ohne RCD Auslösung) über Steckdose
- Auslösezeit eines RCD-Schutzschalters
- Messung des Isolationswiderstands zwischen Phase und Erde

WARNUNG



Die Messung der Auslösezeit eines RCD-Schutzschalters führt zu dessen Auslösung. **Vergewissern Sie sich daher, dass dem RCD-Schutzschalter KEINE Nutzer oder Verbraucher nachgelagert sind, die durch eine Abschaltung des Systems Schaden nehmen könnten.** Trennen Sie alle dem RCD-Schutzschalter nachgelagerten Verbraucher vom Netz, denn diese könnten zusätzliche Kriechströme erzeugen und damit die Messergebnisse wertlos machen.

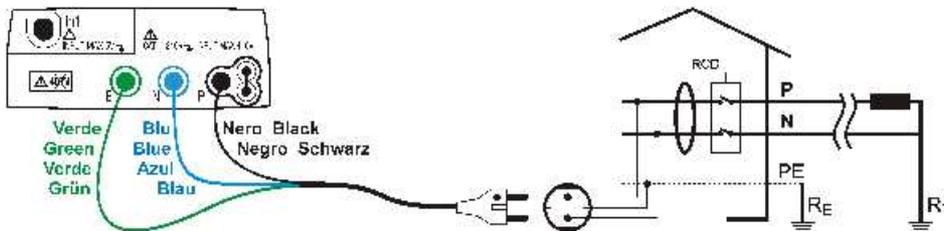


Abb. 4: Geräteanschluss mittels Schuko-Adapterkabel C2033x



Abb. 5: Geräteanschluss mit Einzelkabeln und Start/Stop Tastkopf PR400

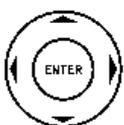
1.



Drücken Sie die **MENU**-Taste, bewegen Sie den Cursor im Hauptmenü auf **AUTO** mit Hilfe der Pfeiltasten (\blacktriangle , \blacktriangledown) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display ein Bildschirm ähnlich dem nebenstehenden angezeigt.

AUTO			
$R_a = \text{----}\Omega$ $T_{rcd} = \text{----ms}$ $R_{P-Pe} = \text{----M}\Omega$			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

2.



Benutzen Sie die \blacktriangleleft , \blacktriangleright -Tasten zur Auswahl der einzustellenden Parameter und die \blacktriangle , \blacktriangledown -Tasten zur Einstellung des jeweiligen Wertes des Parameters.

Eine Bestätigung der Auswahl mit ENTER ist nicht erforderlich.

IdN Mit Hilfe der virtuellen IdN-Taste kann der Nominalwert des Auslösestroms des RCD-Schutzschalters in folgenden Stufen eingestellt werden: **10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA**

WARNUNG



Vergewissern Sie sich, dass Sie den richtigen Wert für den Prüfstrom des RCD-Schutzschalters eingestellt haben. Falls Sie zum Testen einen höheren als den Fehlernennstrom einstellen, wird der RCD mit einem zu hohen Strom getestet, was zum schnelleren Auslösen und falschen Messwerten führen kann.

RCD Mit Hilfe der virtuellen RCD-Taste können folgende Typen des RCD-Schutzschalters ausgewählt werden: **AC, AC \bar{S} , A, A \bar{S}** .
(Die Optionen A, A \bar{S} sind nicht verfügbar, wenn als elektrisches Schutzsystem "IT" gewählt wurde)

WARNUNG



Wird die Testoption für selektive Schutzschalter ausgewählt (Symbol \bar{S}), beträgt das Zeitintervall zwischen den Messungen 60 Sekunden (30 Sekunden für Tests mit $\frac{1}{2}I_{dN}$). Im Display des Gerätes wird eine Stoppuhr mit der vor dem nächsten automatischen Test verbleibenden Zeit angezeigt.

UL Mit Hilfe der virtuellen UL-Taste wird der Grenzwert für die Berührungsspannung des zu testenden Systems in folgenden Stufen angezeigt: **25 V, 50 V**

VNom Mit Hilfe der virtuellen VNom-Taste wird der Wert der Prüfspannung für die Isolationsmessung in folgenden Stufen eingestellt: **50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V**

3. Führen Sie den grünen, blauen und schwarzen Sicherheitsbananenstecker des dreipoligen Schukokabels in die entsprechenden Eingangsbuchsen E, N und P des Messgerätes ein. Alternativ dazu können Sie Einzelkabel verwenden und die entsprechenden Krokodilklemmen an die freien Kabelenden aufstecken. Sie können auch den externen Tastkopf PR400 benutzen, indem Sie dessen mehrpoligen Steckverbinder in die Eingangsbuchse P einführen. Verbinden Sie den Schukostecker, die Krokodilklemmen oder den Tastkopf mit der elektrischen Anlage entsprechend Abb. 4 und Abb. 5

4.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf. Das Gerät beginnt mit der automatischen Testsequenz.

WARNUNG



Erscheint die Meldung "**Measuring...**" auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

5. Ist der Test beendet und sind alle gemessenen Werte korrekt, erzeugt das Gerät ein doppeltes Tonsignal und zeigt als Hinweis auf die erfolgreiche Beendigung des Tests die Meldung "OK" an, sowie einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten

AUTO			
$R_a = 49.1\ \Omega$ $T_{rcd} = 24\ ms$ $RP-Pe > 999\ M\ \Omega$			
OK			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Wert des Erdungswiderstands

Wert der Auslösezeit des RCD-Schutzschalters

Wert des Isolationswiderstands zwischen Phase und Erde

Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.



6.1.1. Fehlerbehaftete Ergebnisse

1. Das Gerät erkennt einen höheren als den errechneten Grenzwiderstand UL/IdN ($1666\ \Omega$ bei $UL=50V$ und $IdN=30mA$) bzw. einen Widerstand über dem größten des Messbereichs. Es wird ein Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden angezeigt sowie ein langes Tonsignal erzeugt. Der automatische Test wird unterbrochen.

AUTO			
$R_a = 1789\ \Omega$ $T_{rcd} = \text{----}\ ms$ $RP-Pe = \text{----}\ M\ \Omega$			
NOT OK			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Wert des Erdungswiderstands

 Berührungsspannung U_b ist $>50V$

2. Das Gerät erkennt, dass der RCD-Schutzschalter außerhalb des Zeitlimits oder gar nicht auslöst. Es wird ein Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden angezeigt sowie ein langes Tonsignal erzeugt. Der automatische Test wird unterbrochen.

AUTO			
$R_a = 1789\ \Omega$ $T_{rcd} > 999\ ms$ $RP-Pe = \text{----}\ M\ \Omega$			
NOT OK			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Wert des Erdungswiderstands

Wert der Auslösezeit des RCD-Schutzschalters

3. Liegt der Wert des Widerstands zwischen Phase und Erde unter dem eingestellten Grenzwert, zeigt das Gerät einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an und erzeugt ein langes Tonsignal

AUTO			
$R_a = 1789\ \Omega$ $T_{rcd} > 999\ ms$ $RP-Pe = 0.01\ M\ \Omega$			
NOT OK			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Wert des Erdungswiderstands

Wert der Auslösezeit des RCD-Schutzschalters

Wert des Isolationswiderstands zwischen Phase und Erde

4.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

5. Erkennt das Gerät eine Vertauschung zwischen Phase und neutralen Leitern, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Drehen Sie den Schukostecker oder überprüfen Sie die angeschlossenen Einzelkabel.

AUTO			
$R_a = \text{----}\Omega$ $T_{rcd} = \text{----ms}$ $R_{P-Pe} = \text{----M}\Omega$			
REVERSE P-N			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Phase und neutrale Leiter sind vertauscht

6. Erkennt das Gerät eine Vertauschung zwischen Phase und Schutzerde, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie die angeschlossenen Kabel

AUTO			
$R_a = \text{----}\Omega$ $T_{rcd} = \text{----ms}$ $R_{P-Pe} = \text{----M}\Omega$			
REVERSE P-PE			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Phase und Schutzerde sind vertauscht

7. Erkennt das Gerät, dass die Spannung Phase-zu-Neutralleiter und Phase-zu-Schutzerde unter dem Grenzwert liegt, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie, ob das zu testende System mit Strom versorgt wird

AUTO			
$R_a = \text{----}\Omega$ $T_{rcd} = \text{----ms}$ $R_{P-Pe} = \text{----M}\Omega$			
Low voltage			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

nicht ausreichende Spannung

8. Erkennt das Gerät, dass die Spannung Phase-zu-Neutralleiter oder Phase-zu-Schutzerde über dem Grenzwert liegt, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie, ob das Gerät irrtümlich Phase-zu-Phase angeschlossen wurde

AUTO			
$R_a = \text{----}\Omega$ $T_{rcd} = \text{----ms}$ $R_{P-Pe} = \text{----M}\Omega$			
High voltage			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

zu hohe Spannung erkannt

9.  Die vorstehend beschriebenen fehlerbehafteten Ergebnisse können nicht abgespeichert werden.

6.2. LOWOHM: NIEDEROHMMESSUNG/ DURCHGANGSPRÜFUNG MIT 200MA

Diese Funktion wird entsprechend der Norm/ EN61557-4 ausgeführt und ermöglicht die Messung des Widerstands von Schutz- und Potentialausgleichsleitern. Folgende Messmodi sind verfügbar:

- **CAL** Kompensation des Widerstands der zur Messung benutzten Kabel. Das Gerät subtrahiert automatisch den Wert des Kabelwiderstands vom gemessenen Widerstandswert. Daher ist dieser Wert jedes mal (mit Hilfe der **CAL**-Funktion) zu ermitteln, wenn die Messkabel gewechselt oder verlängert werden
- **AUTO** Das Gerät führt zwei Messungen mit jeweils vertauschter Polarität aus und zeigt den Mittelwert beider Messungen an. Empfohlener Modus zur Durchgangsprüfung
- **R+** Messung mit positiver Polarität und der Möglichkeit zur Festsetzung einer Testdauer. In einem solchen Fall kann der Benutzer eine ausreichend lange Messdauer einstellen, um während des Messvorgangs die Schutzleiter zu bewegen und damit mögliche Verbindungsfehler zu finden
- **R-** Messung mit negativer Polarität und der Möglichkeit zur Festsetzung einer Testdauer. In einem solchen Fall kann der Benutzer eine ausreichend lange Messdauer einstellen, um während des Messvorgangs die Schutzleiter zu bewegen und damit mögliche Verbindungsfehler zu finden

WARNUNG



Der Durchgangstest wird mit einem Strom über 200 mA ausgeführt, wenn der Leiterwiderstand unter 10Ω liegt (einschließlich des im Gerät nach der Kalibrierung gespeicherten Widerstandswertes der Messkabel). Bei höherem Leiterwiderstand erfolgt der Durchgangstest mit einem Strom unter 200 mA.

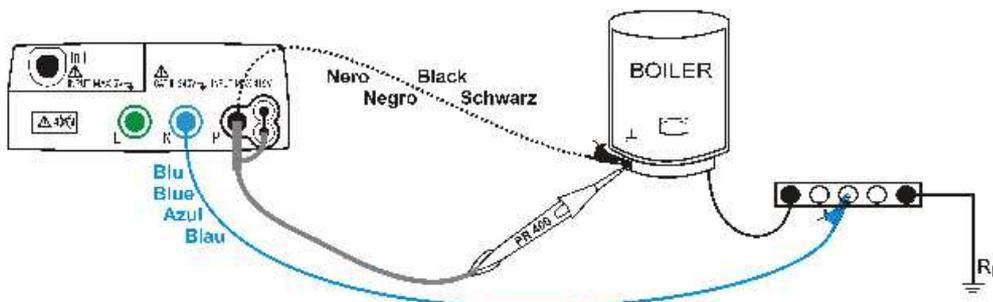
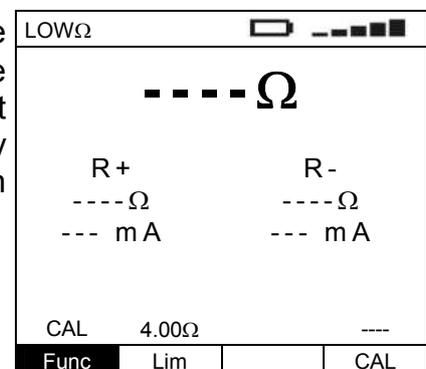


Abb. 6:
Geräteanschluss
mit Einzelkabeln
und Tastkopf

1.



Drücken Sie die **MENU**-Taste, bewegen Sie den Cursor im Hauptmenü auf **LOW Ω** mit Hilfe der Pfeiltasten (**▲**, **▼**) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display ein Bildschirm ähnlich dem nebenstehenden angezeigt.



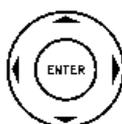
2.  Benutzen Sie die ◀ ▶-Tasten zur Auswahl der einzustellenden Parameter und die ▲ ▼-Tasten zur Einstellung des jeweiligen Wertes des Parameters.

Eine Bestätigung der Auswahl mit ENTER ist nicht erforderlich.

Func Mit Hilfe der virtuellen Func-Taste wird der Messmodus des Gerätes ausgewählt: **CAL, AUTO, R+, R-**

Lim Mit Hilfe der virtuellen Lim-Taste wird der Grenzwert für den Durchgangswiderstand in folgenden Stufen eingestellt: **1.00Ω, 2.00Ω, 3.00Ω, 4.00Ω, 5.00Ω**

3. Führen Sie den blauen und schwarzen Sicherheitsbananenstecker des jeweiligen Einzelkabels in die entsprechenden Eingangsbuchsen N und P des Messgerätes ein. Bringen Sie erforderlichenfalls Krokodilklemmen an den freien Kabelenden an. Sie können auch den Tastkopf benutzen, indem Sie dessen mehrpoligen Steckverbinder in die Eingangsbuchse P einführen.
4. Sind die mitgelieferten Kabel für die durchzuführende Messung zu kurz, so verlängern Sie das blaue Kabel.
5. Wählen Sie den **CAL**-Modus zur Kompensation des Widerstands der Messkabel aus, entsprechend den Anweisungen in Abschnitt 6.2.1.

6.  Benutzen Sie die Pfeiltasten ◀, ▶ zur Auswahl der virtuellen Func-Taste und stellen Sie den gewünschten Prüfmodus mit Hilfe der Pfeiltasten ▲, ▼ aus.

Eine Bestätigung der Auswahl mit ENTER ist nicht erforderlich.

WARNUNG



Vergewissern Sie sich vor Anschluss der Messkabel, dass die Enden des zu testenden Leiters spannungsfrei sind.

7. Verbinden Sie die Messkabel mit den Enden des zu testenden Leiters wie in Abb. 6.

WARNUNG



Vergewissern Sie sich vor jedem Test, dass der gespeicherte Kompensationswiderstand den aktuell verwendeten Messkabeln entspricht. Im Zweifelsfall wiederholen Sie den Kalibriervorgang wie in 6.2.1.

8.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf. Das Gerät beginnt mit der Ausführung des Messvorgangs.

WARNUNG



Erscheint die Meldung "**Measuring...**" auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht von dem zu testenden Leiter.

9.  Bei aktiviertem **R+** oder **R-** Modus drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf, um den Test vor Ablauf der eingestellten Zeit zu beenden.

10. Bei Anwendung des AUTO-Modus und nach Beendigung des Tests mit einem Mittelwert von R+ und R- unter dem eingestellten Grenzwert erzeugt das Gerät als Hinweis auf die positive Beendigung des Tests ein doppeltes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an

LOW Ω			
0.25 Ω			
R+	R-		
0.26 Ω	0.24 Ω		
212 mA	213 mA		
AUTO	4.00 Ω	0.21 Ω	
Func	Lim		CAL

Mittelwert zwischen R+ und R-

Werte der Testströme für R+ und R-

jeweilige Werte von R+ und R-

11. Bei Anwendung des R+ oder R- Modus und nach Beendigung des Tests mit einem Wert unter dem eingestellten Grenzwert erzeugt das Gerät als Hinweis auf die positive Beendigung des Tests ein doppeltes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an

LOW Ω			
0.25 Ω			
212 mA		1 s	
R+	4.00 Ω	1 s	0.21 Ω
Func	Lim	Temp	CAL

Widerstandswert R+ (oder R-)

Werte von Teststrom und Testzeit

- 12.



Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.2.1. CAL Modus

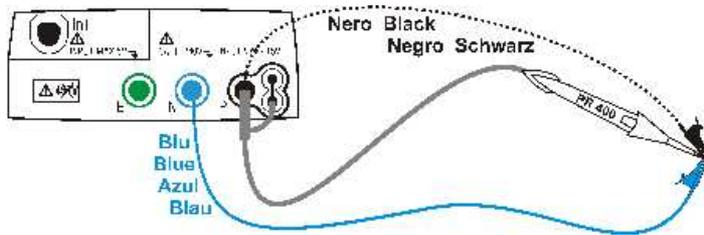


Abb. 7: Kalibrierung von Einzelkabeln und Tastkopf

1.  Benutzen Sie die Pfeiltasten ◀, ▶ zur Auswahl der virtuellen Func-Taste und stellen Sie den CAL-Modus mit Hilfe der Pfeiltasten ▲, ▼ ein. **Eine Bestätigung der Auswahl mit ENTER ist nicht erforderlich.**
2. Kürzen Sie die Leiter der Messkabel wie in Abb. 7 um sicherzustellen, dass sie guten Kontakt zu den leitenden Teilen der Krokodilklemmen haben.
3.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf. Das Gerät beginnt mit dem Kalibriervorgang der Messkabel an den sich sofort eine Verifikation des Kompensationswertes anschließt.

WARNUNG



Erscheint die Meldung **“Measuring...”** auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Erscheint die Meldung **“Waiting verify”** auf dem Display, so verifiziert das Gerät gerade den Kalibrierungswert. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

4. Nach Ende der Kalibrierung mit einem gemessenen Wert unter 5Ω erzeugt das Gerät als Hinweis auf die positive Beendigung des Tests ein doppeltes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an

LOW Ω		
- - - - Ω		
R+	R-	
---- Ω	---- Ω	
--- mA	--- mA	
CAL	4.00 Ω	0.21 Ω
Func	Lim	CAL

Wert des kalibrierten Widerstands

5. Um den gespeicherten Kalibrierungswiderstand der Messkabel zu löschen, muss der Kalibriervorgang mit einem Widerstand der Testkabel von mehr als 5Ω durchgeführt werden (d.h. mit offenen Testkabeln).

6. Wird erkannt, dass der kalibrierte Widerstand höher ist als der gemessene Widerstand plus 0.05Ω ($R_{CAL} > R_{MEAS} + 0.05\Omega$), erzeugt das Gerät ein langes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an

LOW Ω			
0.00 Ω			
R+		R-	
0.00 Ω		0.00 Ω	
214 mA		214 mA	
CAL > RES			
AUTO	4.00 Ω		0.21 Ω
Func	Lim		CAL

7. Wird bei Anwendung des CAL-Modus ein Widerstand von mehr als 5Ω zwischen den Eingangsbuchsen erkannt, so wird ein Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden angezeigt und das Gerät verbleibt in einem Zustand ohne gespeicherten Kalibrierungswiderstand

LOW Ω			
--- Ω			
R+		R-	
--- Ω		--- Ω	
--- mA		--- mA	
Reset value			
CAL	4.00 Ω		0.21 Ω
Func	Lim		CAL

8. Ist im CAL-Modus während der Verifikation des Kalibrierungswertes am Ende des CAL-Vorgangs die Bedingung:
 $R_{CAL} \leq R_{MEAS} \leq R_{CAL} + 0.05\Omega$
 nicht erfüllt, so wird ein Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden angezeigt und das Gerät verbleibt in einem Zustand ohne gespeicherten Kalibrierungswiderstand

LOW Ω			
1.98 Ω			
R+		R-	
1.98 Ω		1.98 Ω	
210 mA		210 mA	
Not correct			
CAL	4.00 Ω		--- Ω
Func	Lim		CAL

9.  Die vorstehend beschriebenen fehlerbehafteten Ergebnisse können nicht abgespeichert werden.

6.3. $M\Omega$ ISOLATIONSWIDERSTAND MIT 50, 100, 250, 500, 1000 V $\overline{\text{---}}$

Diese Funktion wird entsprechend den Normen EN61557-2 (VDE0413-Teil 2) ausgeführt und erlaubt die Messung von Isolationswiderständen zwischen aktiven Leitern und zwischen jedem aktiven Leiter und Erde. Folgende Messmodi sind verfügbar:

- MAN** In diesem Modus dauert der Test so lange, wie die **GO/STOP**-Taste am Gerät (oder die **START**-Taste am Tastkopf) gedrückt gehalten wird. Wird die **GO/STOP**-Taste (oder die **START**-Taste am Tastkopf) gedrückt und sofort wieder losgelassen, beträgt die Testdauer 2 Sekunden. (Empfohlener Modus zur Isolationsprüfung)
- TMR** In diesem Modus kann der Benutzer eine ausreichend lange Messdauer einstellen, um während des Messvorgangs die Messkabel am zu testenden Leiter entlang zu führen. Über die Dauer des gesamten Messvorgangs hinweg erzeugt das Messgerät alle 2 Sekunden ein kurzes Tonsignal (zur stabilen Ableseung des gemessenen Widerstands wird empfohlen, mindestens zwei Tonsignale abzuwarten, bis das Messkabel an einen anderen Leiter angelegt wird). Erreicht der Isolationswiderstand während des Messvorgangs einen niedrigeren als den eingestellten Grenzwert, erzeugt das Gerät ein langes Tonsignal. Zum Beenden des Tests die **GO/STOP**-Taste am Gerät (oder die **START**-Taste am Tastkopf) nochmals drücken.

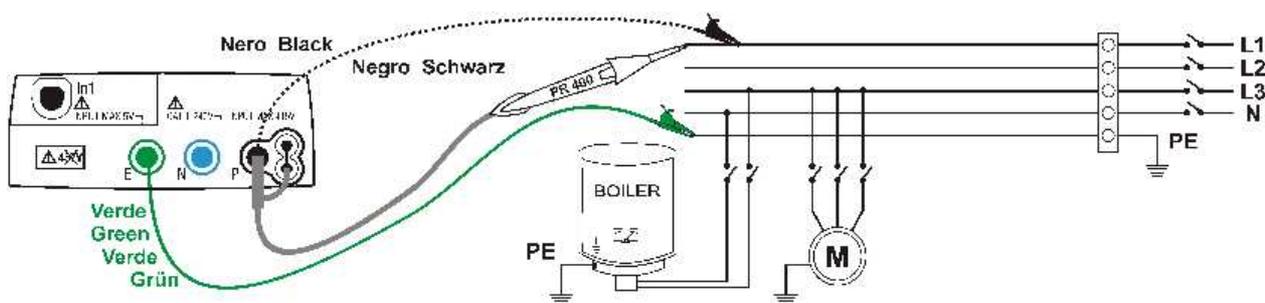


Abb. 8: Geräteanschluss mit Einzelkabeln und Tastkopf

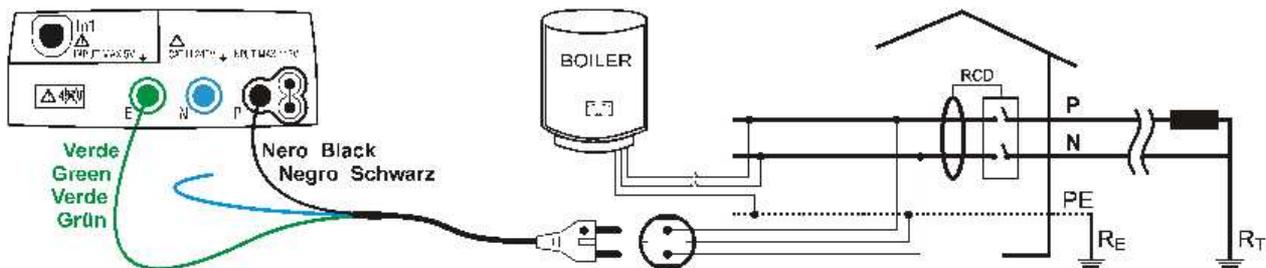


Abb. 9: Geräteanschluss mittels Schuko-3 Leiter Kabel

1.



Drücken Sie die **MENU** Taste, bewegen Sie den Cursor im Hauptmenü auf **$M\Omega$** mit Hilfe der Pfeiltasten (\blacktriangle , \blacktriangledown) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display ein Bildschirm ähnlich dem nebenstehenden angezeigt.

$M\Omega$		■■■■■	
--- $M\Omega$			
----V		---s	
MAN	500V	0.50M	
Func	VNom	Lim	

2.  Benutzen Sie die ◀ ▶-Tasten zur Auswahl der einzustellenden Parameter und die ▲ ▼-Tasten zur Einstellung des jeweiligen Wertes des Parameters.

Eine Bestätigung der Auswahl mit ENTER ist nicht erforderlich.

Func Mit Hilfe der virtuellen Func-Taste wird der Messmodus des Gerätes ausgewählt: **MAN, TMR**

VNom Mit Hilfe der virtuellen VNom-Taste wird die Testspannung in folgenden Stufen eingestellt: **50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V**

Lim Mit Hilfe der virtuellen Lim-Taste wird der Grenzwert für den Isolationswiderstand in folgenden Stufen eingestellt: **0,05 MΩ, 0,10 MΩ, 0,23 MΩ, 0,25 MΩ, 0,50 MΩ, 1,00 MΩ, 100 MΩ**

Temp Ausschließlich im TMR-Modus kann mit Hilfe der virtuellen Temp-Taste eine Testdauer im Bereich zwischen **10** und **999 Sekunden ausgewählt werden**

3. Wir empfehlen, den Wert der angelegten Spannung während des Messvorgangs und den unteren Grenzwert für eine korrekte Messung entsprechend den Vorschriften der Referenznorm zu wählen.
4. Führen Sie den grünen und schwarzen Steckverbinder des jeweiligen Einzelkabels in die entsprechenden Eingangsbuchsen E und P des Messgerätes ein. Bringen Sie erforderlichenfalls Krokodilklemmen an den freien Kabelenden an. Sie können auch den Tastkopf benutzen, indem Sie dessen mehrpoligen Steckverbinder in die Eingangsbuchse P einführen.
5. Sind die mitgelieferten Kabel für die durchzuführende Messung zu kurz, so verlängern Sie das grüne Kabel.

WARNUNG



Vergewissern Sie sich vor Anschluss der Messkabel, dass die Enden der zu testenden Leiter spannungsfrei sind.

6. Verbinden Sie die Messkabel mit den Enden der zu testenden Leiters wie in Abb. 8 und Abb. 9.

7.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf. Das Gerät beginnt mit der Ausführung des Messvorgangs.

WARNUNG



Erscheint die Meldung **“Measuring...”** auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht von dem zu testenden Leiter, denn durch im System vorhandene Streukapazitäten kann der gesamte Stromkreis noch mit einer gefährlich hohen Spannung aufgeladen bleiben

8. Unabhängig vom gewählten Messmodus legt das Gerät am Ende jedes Testvorgangs an die Ausgangsbuchsen einen Widerstand an, um die im Stromkreis vorhandenen Streukapazitäten abzubauen.

9.  Bei aktiviertem **TMR-Modus** drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf, um den Test vor Ablauf der eingestellten Zeit zu beenden.

10. Ist der gemessene Widerstandwert höher als der eingestellte Grenzwert, erzeugt das Gerät ein doppeltes Tonsignal und zeigt als Hinweis auf die erfolgreiche Beendigung des Tests die Meldung "OK" an, sowie einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten

MΩ			
578MΩ			
526 V		15 s	
OK			
MAN	500V	0.50M	15s
Func	VNom	Lim	Temp

Isolationswiderstand

Verwendete Testspannung und Testdauer

11. Ist der gemessene Widerstandwert höher als der Maximalwert des eingestellten Messbereichs, erzeugt das Gerät ein doppeltes Tonsignal und zeigt als Hinweis auf die erfolgreiche Beendigung des Tests die Meldung "OK" an, sowie einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten

MΩ			
> 999MΩ			
526 V		2 s	
OK			
MAN	500V	0.50M	
Func	VNom	Lim	

Isolationswiderstand

Verwendete Testspannung und Testdauer

12.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.3.1. Fehlerbehaftete Ergebnisse

1. Sollte das Gerät nicht in der Lage sein, die Nominalspannung zu generieren, erzeugt das Gerät am Ende des Testvorgangs ein langes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an

MΩ			
0.01MΩ			
64 V		6 s	
Not correct			
MAN	500V	0.50M	
Func	VNom	Lim	

Die gewählte Prüfspannung wird nicht erreicht.

Die Ursache kann ein Kurzschluss oder Isolationsfehler beim zu überprüfenden Objekt sein.

2. Liegt der Wert des Isolationswiderstands unter dem eingestellten Grenzwert, zeigt das Gerät einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an und erzeugt ein langes Tonsignal

MΩ			
0.19MΩ			
526 V		2 s	
Not correct			
MAN	500V	0.50M	
Func	VNom	Lim	

3.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

4. Erkennt das Gerät eine Spannung über 10 V an den oberen Eingangsbuchsen, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt und der Messvorgang beendet

MΩ			
---MΩ			
----V		---s	
Vin > Vlim			
MAN	500V	0.50M	15s
Func	VNom	Lim	Temp

5.  Die vorstehend beschriebenen fehlerbehafteten Ergebnisse können nicht abgespeichert werden.

6.4. RCD:PULSSTROM- UND WECHSELSTROMSENSITIVE RCD (TYP A UND AC)

Diese Funktion wird entsprechend der Norm EN61557-6 ausgeführt und ermöglicht die Messung von Auslösezeit und -strom von RCD-Schutzschaltern im System. Folgende Messmodi sind verfügbar:

- **AUTO** Das Gerät führt eine automatische Messung mit einem Prüfstrom vom halben, einfachen oder fünffachen Wert des eingestellten Nominalstroms durch, und in Phase mit der positiven oder negativen Halbwelle der Netzspannung. Empfohlener Modus zur Prüfung des RCD-Schutzschalters
- **x $\frac{1}{2}$** Das Gerät führt den Messvorgang mit einem Prüfstrom vom halben Wert des eingestellten Nominalstroms durch
- **x1** Das Gerät führt den Messvorgang mit einem Prüfstrom gleich dem Wert des eingestellten Nominalstroms durch
- **x2** Das Gerät führt den Messvorgang mit einem Prüfstrom vom doppelten Wert des eingestellten Nominalstroms durch
- **x5** Das Gerät führt den Messvorgang mit einem Prüfstrom vom fünffachen Wert des eingestellten Nominalstroms durch
- Das Gerät führt den Messvorgang mit einem ansteigenden Prüfstrom durch. Dieser Test kann ausgeführt werden, um den realen Auslösestrom des RCD-Schutzschalters festzustellen
- **RA** Das Gerät führt eine Messung mit einem Prüfstrom vom halben Wert des eingestellten Nominalstroms durch, um den RCD-Schutzschalter nicht auszulösen und die Berührungsspannung sowie die Schleifenimpedanz zu messen.

WARNUNG



Der Test eines RCD-Schutzschalters führt zu dessen Auslösung. **Vergewissern Sie sich daher, dass dem RCD-Schutzschalter KEINE Nutzer oder Verbraucher nachgelagert sind, die durch eine Abschaltung des Systems Schaden nehmen könnten.**

Trennen Sie alle dem RCD-Schutzschalter nachgelagerten Verbraucher vom Netz, denn diese könnten zusätzliche Fehlerströme erzeugen und damit die Messergebnisse wertlos machen.

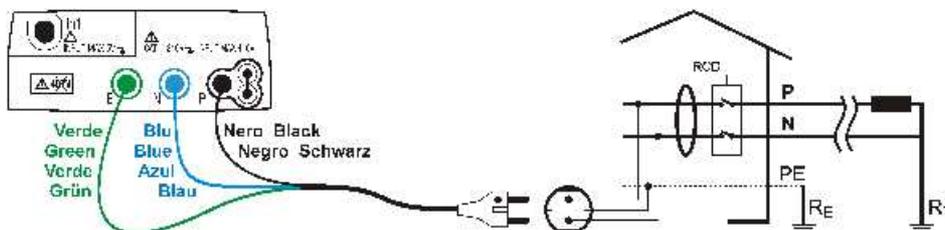


Abb. 10: Geräteanschluss zum einphasigen oder mehrphasigen Test des 230-V-RCD-Schutzschalters mittels 3 Leiter Schukokabel



Abb. 11: Geräteanschluss zum einphasigen oder mehrphasigen Test des 230-V-RCD-Schutzschalters mittels Einzelkabeln und Tastkopf

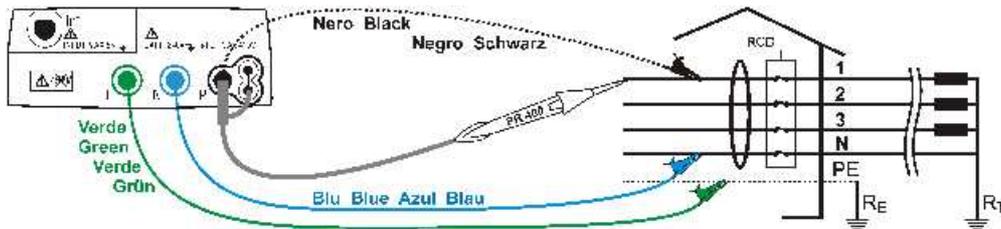


Abb. 12: Geräteanschluss zum 400V + N + PE dreiphasigen Test des RCD-Schutzschalters mittels Einzelkabeln und Tastkopf

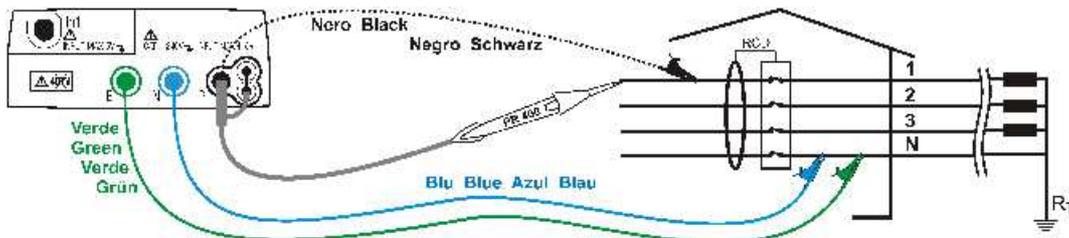


Abb. 13: Geräteanschluss zum 400V + N (ohne PE) dreiphasigen Test des RCD-Schutzschalters mittels Einzelkabeln und Tastkopf

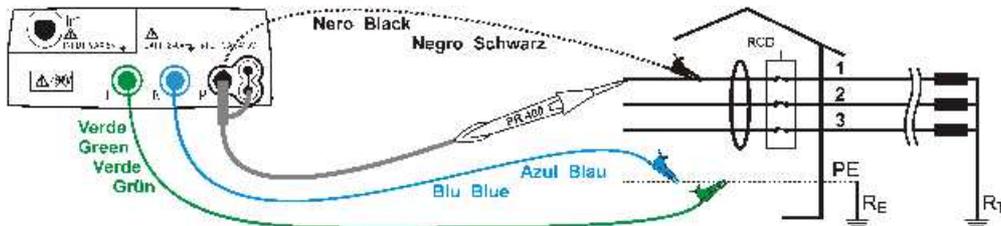
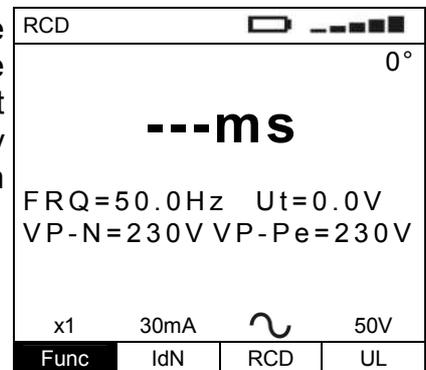


Abb. 14: Geräteanschluss zum 400V + PE (ohne N) dreiphasigen Test des RCD-Schutzschalters mittels Einzelkabeln und Tastkopf

1.



Drücken Sie die **MENU**-Taste, bewegen Sie den Cursor im Hauptmenü auf **RCD** mit Hilfe der Pfeiltasten (**▲**, **▼**) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display ein Bildschirm ähnlich dem nebenstehenden angezeigt.



2.



Benutzen Sie die **◀**, **▶**-Tasten zur Auswahl der einzustellenden Parameter und die **▲** **▼**-Tasten zur Einstellung des jeweiligen Wertes des Parameters.

Eine Bestätigung der Auswahl mit ENTER ist nicht erforderlich.

Func Mit Hilfe der virtuellen Func-Taste wird der Messmodus des Gerätes ausgewählt: **AUTO**, **x1/2**, **x1**, **x2**, **x5**, **▲**, **RA**

IdN Mit Hilfe der virtuellen IdN-Taste kann der Nominalwert des Auslösestroms des RCD-Schutzschalters in folgenden Stufen eingestellt werden: **10 mA**, **30 mA**, **100 mA**, **300 mA**, **500 mA**

RCD Mit Hilfe der virtuellen RCD-Taste können folgende Typen des RCD-Schutzschalters ausgewählt werden: **AC, AC S, A, A S** (Die Optionen **S** sind nicht verfügbar, wenn als elektrisches Schutzsystem "IT" gewählt wurde)

UL Mit Hilfe der virtuellen UL-Taste wird der Grenzwert für die Berührungsspannung des zu testenden Systems in folgenden Stufen angezeigt: **25 V, 50 V**

3. Bei irgendwelchen Zweifeln hinsichtlich des korrekten Wertes empfehlen wir, den Grenzwert für die Berührungsspannung auf 25 V, also die unterste Grenze zu setzen (aus Sicherheitsgründen).
4. Führen Sie den grünen, blauen und schwarzen Steckverbinder des dreipoligen Schukokabels in die entsprechenden Eingangsbuchsen E, N und P des Messgerätes ein. Alternativ dazu können Sie Einzelkabel verwenden und die entsprechenden Krokodilklemmen an die freien Kabelenden ankleben. Sie können auch den Tastkopf benutzen, indem Sie dessen mehrpoligen Steckverbinder in die Eingangsbuchse P einführen. Verbinden Sie den Schukostecker, die Krokodilklemmen oder den Tastkopf mit dem elektrischen Stromnetz entsprechend Abb. 10, Abb. 11, Abb. 12, Abb. 13 und Abb. 14.

6.4.1. AUTO-Modus

5.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf. Das Gerät beginnt mit der Ausführung des Messvorgangs.
6. Das Gerät führt sechs Testvorgänge in Bezug auf den Nominalstrom durch:
 - $I_{dN} \times \frac{1}{2}$ mit 0° Phasenwinkel (der RCD-Schutzschalter darf nicht auslösen)
 - $I_{dN} \times \frac{1}{2}$ mit 180° Phasenwinkel (der RCD-Schutzschalter darf nicht auslösen)
 - $I_{dN} \times 1$ mit 0° Phasenwinkel (der RCD-Schutzschalter muss auslösen, danach wieder einschalten)
 - $I_{dN} \times 1$ mit 180° Phasenwinkel (der RCD-Schutzschalter muss auslösen, danach wieder einschalten)
 - $I_{dN} \times 5$ mit 0° Phasenwinkel (der RCD-Schutzschalter muss auslösen, danach wieder einschalten)
 - $I_{dN} \times 5$ mit 180° Phasenwinkel (der RCD-Schutzschalter muss auslösen, Ende des Testvorgangs).
7. Das Testergebnis ist positiv, wenn alle Auslösezeiten mit den Grenzwerten übereinstimmen. Das Testergebnis ist negativ, wenn einer der Werte außerhalb der Grenzwerte liegt.

WARNUNG



Erscheint die Meldung "**Measuring...**" auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

5. Der Testmodus "AUTO" steht für pulsstromabhängige 500-mA-RCD-Schutzschalter (Typ A)  nicht zur Verfügung.

6. Während des Testvorgangs erzeugt das Gerät einen Leckstrom entsprechend dem auf dem Display angezeigten Multiplikationsfaktor und Phasenwinkel. Vom dritten Testvorgang an sollte der RCD-Schutzschalter ausgelöst und der Bediener ihn anschließend wieder einschalten

RCD			
	0°	180°	
x 1/2	>999ms	>999ms	
x 1	28ms	---ms	
x 5	---ms	---ms	
FRQ=50.0Hz Ut=1.4V			
VP-N=228V VP-Pe=228V			
RESUME RCD			
AUTO	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

Auslösezeiten des RCD-Schutzschalters bei verschiedenen, angewandten Strömen	des bei im Test	RCD- den Test
--	-----------------	---------------

Der Bediener wird gebeten, den RCD-Schutzschalter einzuschalten	gebeten, den wieder
---	---------------------

7. Ist der Testvorgang beendet und hatten alle sechs Einzeltests ein positives Ergebnis, zeigt das Gerät einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten an

RCD			
	0°	180°	
x 1/2	>999ms	>999ms	
x 1	28ms	31ms	
x 5	8ms	10ms	
FRQ=50.0Hz Ut=1.4V			
VP-N=228V VP-Pe=228V			
RCD OK			
AUTO	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

Auslösezeiten (in ms)

8. Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.4.2. x $\frac{1}{2}$ -Modus

Alternative:

5. Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf jeweils einmal. Das Gerät beginnt einen Messvorgang mit einem Strom im Phasenwinkel von "0°", um einen Strom in Phase mit der positiven Halbwelle der Netzspannung zu injizieren.

Oder:

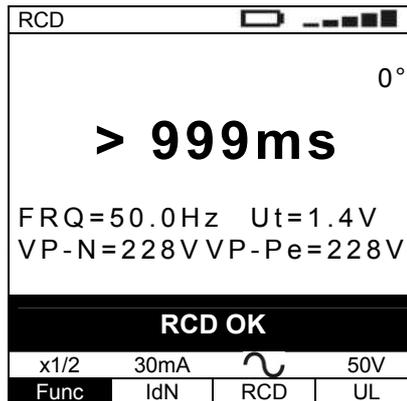
5. Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf, bevor die Bindestriche verschwinden. Das Gerät beginnt einen Messvorgang mit einem Strom im Phasenwinkel von "180°", um einen Strom in Phase mit der negativen Halbwelle der Netzspannung zu injizieren.

WARNUNG



Erscheint die Meldung "**Measuring...**" auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

6. Löst der RCD-Schutzschalter nicht aus, erzeugt das Gerät ein doppeltes Tonsignal und zeigt als Hinweis auf die erfolgreiche Beendigung des Tests einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten an



Strom mit Phasenwinkel 0° oder 180°

Auslösezeit des RCD-Schutzschalters

Erkannter Wert für die Berührungsspannung Ut in Vergleich zum Nominalwert des eingestellten Reststroms

7. Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.4.3. x1, x2, x5 Modus

Alternative:

5.



Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf jeweils einmal. Das Gerät beginnt einen Messvorgang mit einem Strom im Phasenwinkel von "0°", um einen Strom in Phase mit der positiven Halbwelle der Netzspannung zu injizieren.

Oder:

5.



Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf, bevor die Bindestriche verschwinden. Das Gerät beginnt einen Messvorgang mit einem Strom im Phasenwinkel von "180°", um einen Strom in Phase mit der negativen Halbwelle der Netzspannung zu injizieren.

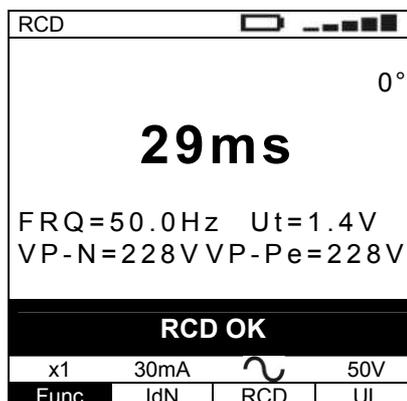
WARNUNG



Erscheint die Meldung "**Measuring...**" auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

6. Der Testmodus "x5" steht für pulstromabhängige 500-mA-RCD-Schutzschalter (Typ A) nicht zur Verfügung.

7. Löst der RCD-Schutzschalter aus und trennt den Stromkreis, und liegt die Auslösezeit innerhalb der Grenzwerte, erzeugt das Gerät als Hinweis auf die erfolgreiche Beendigung des Tests ein doppeltes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten an



Strom mit Phasenwinkel 0° oder 180°

Auslösezeit des RCD-Schutzschalters

Erkannter Wert für die Berührungsspannung Ut in Vergleich zum Nominalwert des eingestellten Reststroms

8.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.4.4. Modus

Diese Norm definiert die Auslösezeiten für RCD-Schutzschalter bei einem bestimmten Nominalstrom. Der  Modus dient zur Messung der Auslösezeit bei einem bestimmten Auslösestrom (die auch niedriger als bei Nominalspannung sein kann).

Alternative:

5.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf jeweils einmal. Das Gerät beginnt einen Messvorgang mit einem Strom im Phasenwinkel von "0°", um einen Strom in Phase mit der positiven Halbwelle der Netzspannung zu injizieren.

Oder:

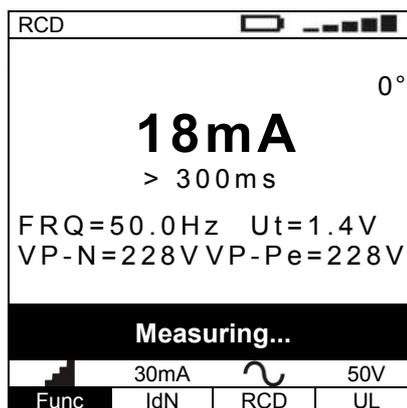
5.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf, bevor die Bindestriche verschwinden. Das Gerät beginnt einen Messvorgang mit einem Strom im Phasenwinkel von "180°", um einen Strom in Phase mit der negativen Halbwelle der Netzspannung zu injizieren.

WARNUNG



Erscheint die Meldung "**Measuring...**" auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

6. Entsprechend der Norm EN61008 muss beim Test selektiver RCD-Schutzschalter zwischen zwei Tests ein Intervall von 60 Sekunden eingehalten werden. Der  Modus steht daher für selektive RCD-Schutzschalter (sowohl Typ A als auch AC) nicht zur Verfügung.
7. Während des Testvorgangs erzeugt das Gerät eine ansteigende Fehlerspannung und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an

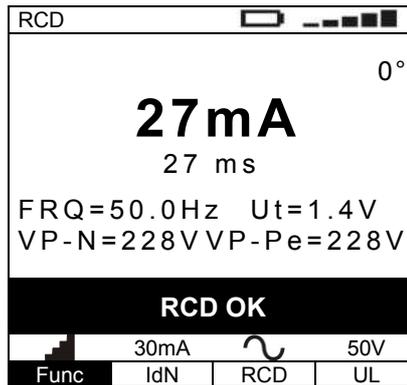


Strom mit Phasenwinkel 0° oder 180°

Messstrom

Der zu testende RCD-Schutzschalter hat beim angezeigten Teststrom nicht ausgelöst

8. Löst der RCD-Schutzschalter aus und trennt den Stromkreis, und liegen die Auslösezeit und -strom innerhalb der Grenzwerte, erzeugt das Gerät als Hinweis auf die erfolgreiche Beendigung des Tests ein doppeltes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten an



Strom mit Phasenwinkel 0° oder 180°

Auslösezeit des RCD-Schutzschalters

Auslösezeit und -strom des zu testenden RCD-Schutzschalters

9.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.4.5. RA-Modus

Im RA-Modus werden Berührungsspannung und der Schleifenwiderstand gemessen, indem ein Fehlerstrom in halber Höhe des eingestellten Nominalstroms appliziert wird, damit der RCD-Schutzschalter nicht auslöst.

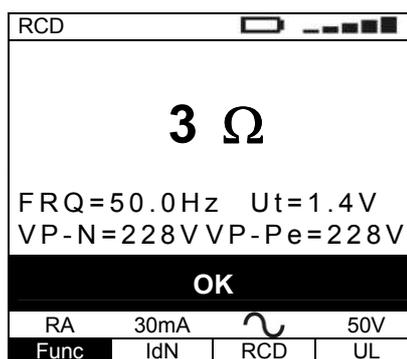
5.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf. Das Gerät beginnt mit der Ausführung des Messvorgangs.

WARNUNG



Erscheint die Meldung "**Measuring...**" auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

6. Entspricht der gemessene Widerstandwert nach Ende des Testvorgangs dem Nominalstrom und dem eingestellten Grenzwert der Berührungsspannung, $RA < UI/IdN$ (1666Ω bei $UL=50V$ and $IdN=30mA$), erzeugt das Gerät ein doppeltes akustisches Signal und zeigt die Meldung "OK" an, als Hinweis auf die erfolgreiche Beendigung des Tests, und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten an



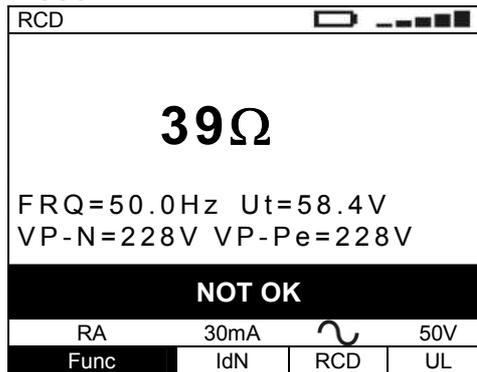
Wert des Schleifenwiderstandes

Erkannter Wert für die Berührungsspannung Ut in Vergleich zum Nominalwert des eingestellten Reststroms

7.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

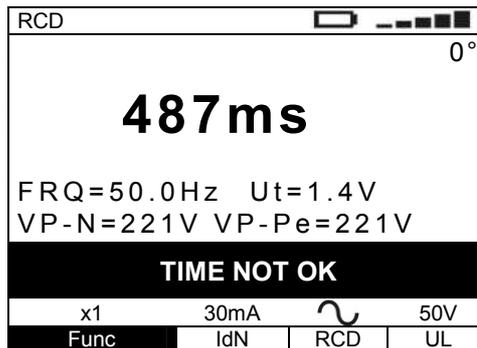
6.4.6. Fehlerbehaftete Ergebnisse

1. Falls das Gerät im RA-Modus eine Berührungsspannung über dem eingestellten Grenzwert erkennt, zeigt es die hier nebenstehende Meldung an. Überprüfen Sie die Wirkung des Schutzleiters und die Erdung



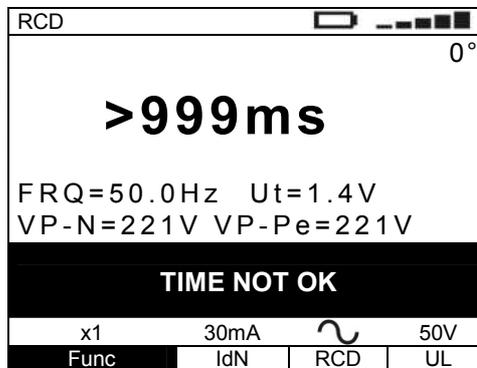
Gefährliche Berührungsspannung U_t

2. Liegt die Auslösezeit des RCD-Schutzschalters über den Grenzwerten, erzeugt das Gerät als Hinweis auf das negative Testergebnis ein langes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten an. Überprüfen Sie, ob der eingestellte Typ des RCD-Schutzschalters dem zu testenden Typ entspricht



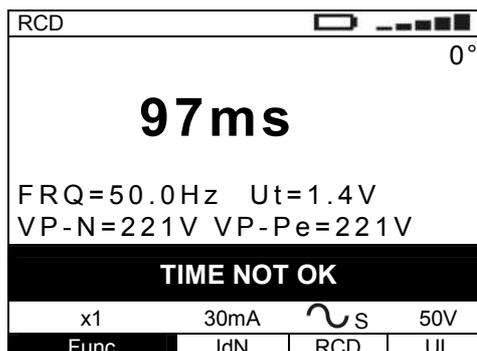
Die Auslösezeit entspricht nicht den Vorschriften

3. Löst der RCD-Schutzschalter während der maximalen Testdauer nicht aus, erzeugt das Gerät als Hinweis auf das negative Testergebnis ein langes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten an. Überprüfen Sie, ob der eingestellte Typ des RCD-Schutzschalters dem zu testenden Typ entspricht



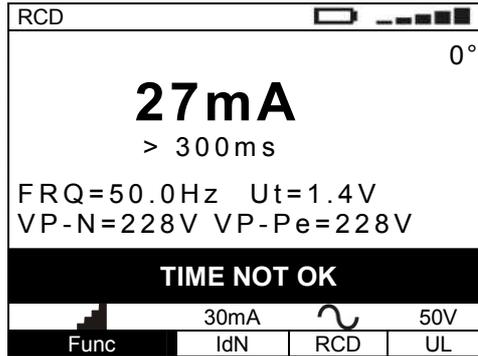
Der RCD-Schutzschalter hat während der maximalen Testdauer nicht ausgelöst

4. Liegt die Auslösezeit des selektiven RCD-Schutzschalters unter dem Grenzwert, erzeugt das Gerät als Hinweis auf das negative Testergebnis ein langes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten an. Überprüfen Sie, ob der eingestellte Typ des RCD-Schutzschalters dem zu testenden Typ entspricht



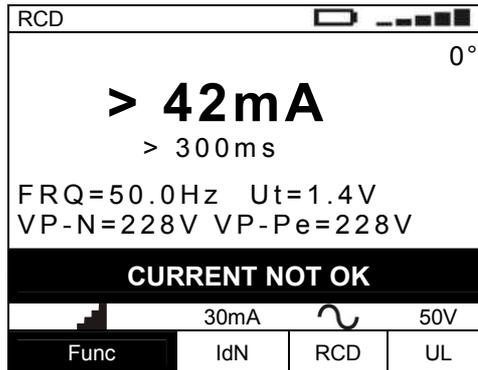
Die Auslösezeit entspricht nicht den Vorschriften

5. Wenn bei einem Test im Modus der RCD-Schutzschalter ausserhalb der max. zulässigen Zeit auslöst, erzeugt das Gerät als Hinweis auf das negative Testergebnis ein langes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten an



Die Auslösezeit stimmt nicht überein mit den Vorschriften

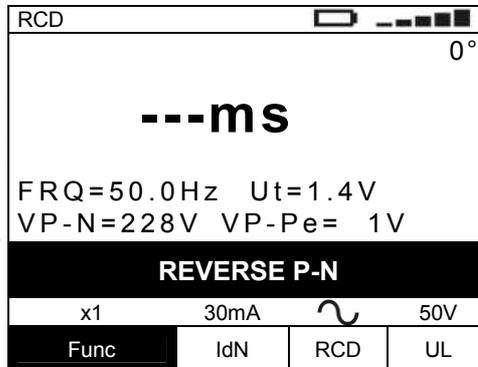
6. Wenn bei einem Test im der RCD-Schutzschalter nicht auslöst, erzeugt das Gerät ein langes Tonsignal als Hinweis auf das negative Testergebnis und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehend gezeigten an



Die Auslösezeit stimmt nicht überein

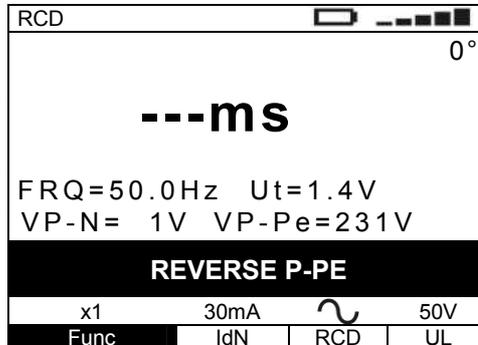
7. Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

8. Erkennt das Gerät eine Vertauschung zwischen Phase und neutralen Leitern, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Drehen Sie den Schukostecker oder überprüfen Sie die angeschlossenen Einzelkabel.



Phase und Neutralleiter sind vertauscht

9. Erkennt das Gerät eine Vertauschung zwischen Phase und PE, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie die Kabelanschlüsse



Phase und Schutzerde sind vertauscht

10. Erkennt das Gerät, dass die Spannung Phase-zu-Neutralleiter und Phase-zu-Schutzerde unter dem Grenzwert liegt, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie, ob das zu testende System mit Strom versorgt wird

RCD		0°	
---ms			
FRQ=50.0Hz Ut=1.4V VP-N= 1V VP-Pe= 1V			
zu niedrige Spannung			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

nicht ausreichende Spannung

11. Erkennt das Gerät, dass die Spannung Phase-zu-Neutralleiter oder Phase-zu-Schutzerde über dem Grenzwert liegt, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie, ob das Gerät irrtümlich Phase-zu-Phase angeschlossen wurde

RCD		0°	
---ms			
FRQ=50.0Hz Ut=1.4V VP-N=281V VP-Pe=280V			
High voltage			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

zu hohe Spannung erkannt

12. Erkennt das Gerät, dass die Spannung Phase-zu-Neutralleiter unter dem Grenzwert liegt, wird der Testvorgang nicht ausgeführt und die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie den Neutralleiter.

RCD		0°	
---ms			
FRQ=50.0Hz Ut=1.4V VP-N= 1V VP-Pe=231V			
MISSING N			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

Fehlender Neutralleiter

13. Erkennt das Gerät einen extrem hohen Erdungswiderstand, so dass es Erdleiter oder Erdung als nicht vorhanden annimmt, wird der Testvorgang nicht ausgeführt und die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie den Schutzleiteranschluss und die Erdung.

RCD		0°	
---ms			
FRQ=50.0Hz Ut=1.4V VP-N=231V VP-Pe=160V			
MISSING-PE			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

Fehlender oder unwirksamer Schutzleiter

14. Erkennt das Gerät, dass sich bei Ausführung des Tests eine Berührungsspannung über dem eingestellten Grenzwert im System aufzubauen droht, wird der Testvorgang nicht ausgeführt und die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie die Wirkung des Schutzleiters und der Erdung

RCD			
0°			
---ms			
FRQ=50.0Hz Ut=0.0V VP-N=231V VP-Pe=231V			
Ut > Ulim			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

Das Gerät erkennt eine gefährliche Berührungsspannung

15. Löst der RCD-Schutzschalter während des Selbsttests des Gerätes aus (dieser wird automatisch vor dem ausgewählten Test vom Gerät ausgeführt), zeigt das Gerät die hier nebenstehende Meldung an. Überprüfen Sie, dass alle Verbraucher hinter dem zu testenden RCD-Schutzschalter abgeklemmt sind und der eingestellte Wert für IdN dem getesteten Schutzschalter entspricht.

RCD-Schutzschalter			
0°			
---ms			
FRQ=50.0Hz Ut=0.0V VP-N=231V VP-Pe=231V			
RCD TRIPPED			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

Der RCD-Schutzschalter hat beim Selbsttest ausgelöst

16. Hat sich das Gerät nach wiederholten Tests überhitzt, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Warten Sie mit der Durchführung weiterer Testvorgänge, bis die Meldung verschwindet

RCD			
0°			
---ms			
FRQ=50.0Hz Ut=1.4V VP-N=231V VP-Pe=231V			
Hot temperature			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

Gerät überhitzt

- 17.



Die vorstehend beschriebenen fehlerbehafteten Ergebnisse können nicht abgespeichert werden.

6.5. LOOP: NETZIMPEDANZ Z_{PN} , Z_{PP} , SCHLEIFENIMPEDANZ Z_{PE} , KURZSCHLUSSSTROM I_k

Diese Funktion wird entsprechend der Norm EN61557-3 ausgeführt und ermöglicht die Messung von Netzimpedanz Z_{pn} bzw. Z_{pp} , Schleifen-Impedanz Z_{pe} und dem voraussichtlichen Kurzschlussstrom I_k . Folgende Messmodi sind verfügbar:

- **P-N** Das Gerät ermittelt die Netz-Impedanz Z_{pn} zwischen Phasen- und neutralem Leiter und errechnet den voraussichtlichen Kurzschlussstrom I_k
- **P-P** Das Gerät ermittelt die Netz-Impedanz Z_{pp} zwischen zwei Phasenleitern und errechnet den voraussichtlichen Kurzschlussstrom I_k .
- **P-PE** Das Gerät ermittelt die Schleifen-Impedanz Z_{pe} und errechnet den voraussichtlichen Kurzschlussstrom I_k

WARNUNG



Die Messung der Netz- oder Schleifen-Impedanz führt zum Fließen eines maximal möglichen Prüfstroms entsprechend den technischen Daten des Messgerätes. Dies kann zum Auslösen von magnetothermischen oder RCD-Schutzschaltern führen, sofern diese niedrigere Auslöseströme aufweisen.

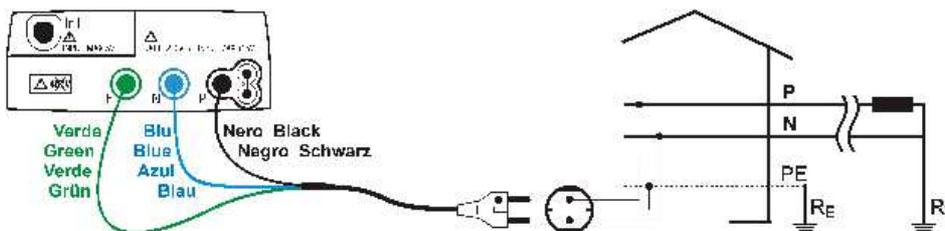


Abb. 15: Geräteanschluss zur einphasigen Messung der 230 V P-N Netzimpedanz oder P-PE Schleifen-Impedanz mittels 3 Leiter Schukokabel

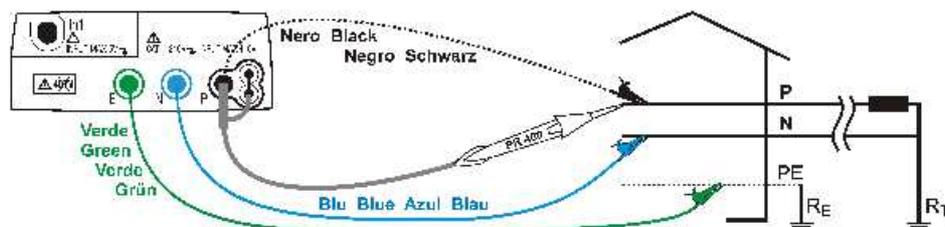


Abb. 16: Geräteanschluss zur einphasigen Messung der 230 V P-N Netzimpedanz oder P-PE Schleifen-Impedanz mittels Einzelkabeln und Tastkopf

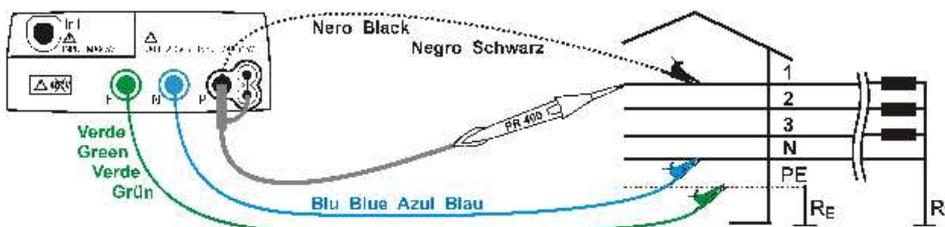


Abb. 17: Geräteanschluss zur 400 V + N + PE dreiphasigen Messung der P-N Netzimpedanz und P-PE Schleifen-Impedanz mittels Einzelkabeln und Tastkopf

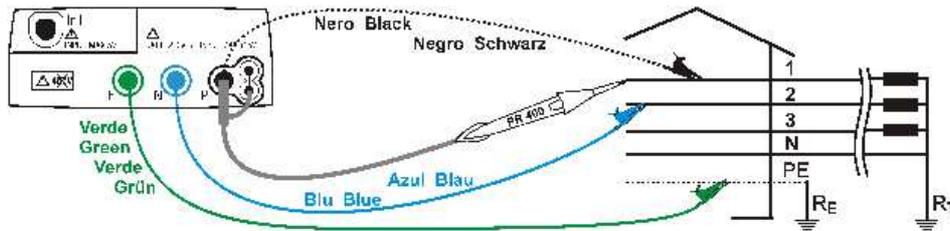


Abb. 18: Geräteanschluss zum 400V + N + PE dreiphasigen Messung der P-P Netzimpedanz mittels Einzelkabeln und Tastkopf

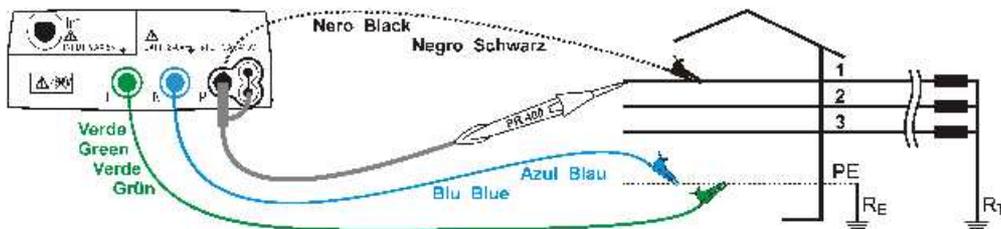
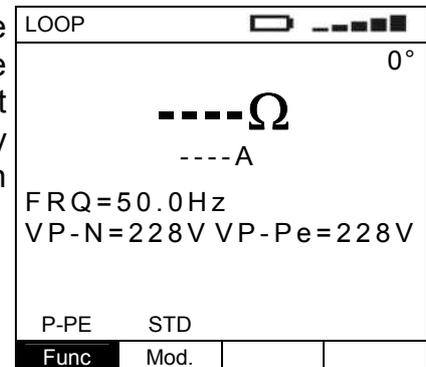


Abb. 19: Geräteanschluss zum 400V + PE (ohne N) dreiphasigen Messung der P-PE Schleifen-Impedanz mittels Einzelkabeln und Tastkopf

1.



Drücken Sie die **MENU**-Taste, bewegen Sie den Cursor im Hauptmenü auf **LOOP** mit Hilfe der Pfeiltasten (**▲**, **▼**) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display ein Bildschirm ähnlich dem nebenstehenden angezeigt.



2.



Benutzen Sie die **◀ ▶**-Tasten zur Auswahl der einzustellenden Parameter und die **▲ ▼**-Tasten zur Einstellung des jeweiligen Wertes des Parameters.

Eine Bestätigung der Auswahl mit ENTER ist nicht erforderlich.

Func Mit Hilfe der virtuellen Func-Taste wird der Messmodus des Gerätes ausgewählt: **P-N, P-P, P-PE**

UL Mit Hilfe der virtuellen UL-Taste, die nur bei eingestelltem IT-Schutzsystem und P-PE-Modus aktiv ist (§ 5.2.5), kann der Grenzwert der Berührungsspannung für das System in folgenden Stufen eingestellt werden: **25 V, 50 V**

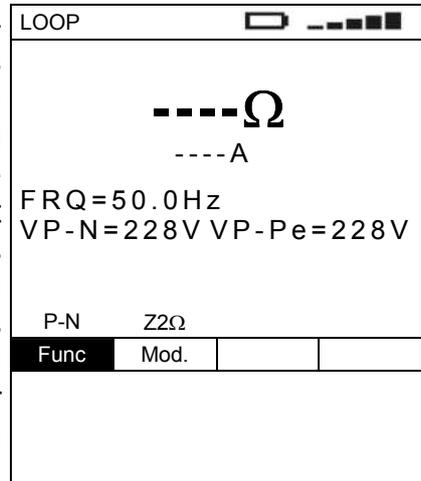
Mod. Mit Hilfe der virtuellen UL-Taste, die nur bei eingestelltem IT-Schutzsystem und P-PE-Modus aktiv ist (§ 5.2.5), kann der Arbeitsmodus des Gerätes umgeschaltet werden zwischen: **STD, (Standard) und Z2Ω (nur in Verbindung mit Messgerät IMP57)**

ICAL Mit Hilfe der virtuellen ICAL-Taste, die nur bei eingestelltem Z2-Ω Modus aktiv ist (über die MOD-Taste) kann zwischen der Anzeige des angenommenen Kurzschluss- oder Fehlerstroms umgeschaltet werden. Folgende Werte sind verfügbar: **IkMax3Ph, IkMin3Ph, IkMax2Ph, IkMin2Ph, IkMaxP-N, IkMinP-N, IkMaxP-PE, IkMinP-PE, IkSTD**

RMT Mit Hilfe der virtuellen RMT-Taste, die nur bei eingestelltem Z2-Ω Modus aktiv ist (über die MOD-Taste) können Seriennummer und Firmware-Version der vom Präzisionsimpedanzmessgerät IMP57 angezeigt werden.

3. Trennen Sie, wenn möglich, alle dem Messpunkt nachgelagerten Verbraucher ab, denn deren Impedanz kann die Testergebnisse verfälschen.

4. Wählen Sie den STD-Testmodus mit Hilfe der MOD-Taste aus. Zur Durchführung hochauflösender Tests (**bis 40kA Kurzschlussstrom**), die in der Nähe von Mittel/Niederspannungs-Transformatoren zweckmäßig sind, empfehlen wir die Arbeit im Z2Ω Modus, der die Nutzung der optionalen Zubehöreinheit IMP57 mit einschließt. Nach Auswahl des Z2Ω Modus zeigt das Gerät einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an. Verbinden Sie die Zubehöreinheit IMP57 mit Hilfe des optisch isolierten seriellen Kabels C2001 mit dem Messgerät und führen Sie die Messung entsprechend der Beschreibung in der jeweiligen Bedienungsanleitung durch.



5. Führen Sie den grünen, blauen und schwarzen Steckverbinder des dreipoligen Schukokabels in die entsprechenden Eingangsbuchsen E, N und P des Messgerätes ein. Alternativ dazu können Sie Einzelkabel verwenden und die entsprechenden Krokodilklemmen an die freien Kabelenden anklammern. Sie können auch den Tastkopf benutzen, indem Sie dessen mehrpoligen Steckverbinder in die Eingangsbuchse P einführen. Verbinden Sie den Schukostecker, die Krokodilklemmen oder den Tastkopf mit dem elektrischen Stromnetz entsprechend Abb. 15, Abb. 16, Abb. 17, Abb. 18 und Abb. 19.

6.5.1. P-N-Modus (Netzimpedanz Zpn)

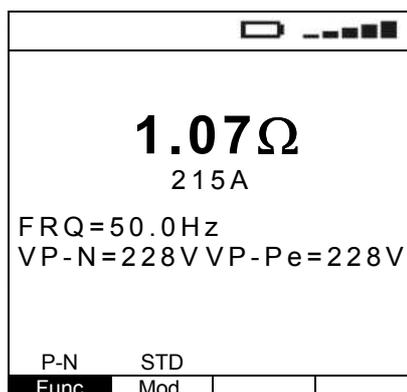
6.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf. Das Gerät beginnt mit der Ausführung des Messvorgangs.



WARNUNG

Erscheint die Meldung **“Measuring...”** auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

7. Ist der Testvorgang beendet und liegt der gemessene Wert der Impedanz unter dem Höchstwert des Messbereichs, erzeugt das Gerät als ein doppeltes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an



Gemessener Impedanzwert
Voraussichtlicher Kurzschlussstrom I _k
Gemessene Spannungen P-N und P-PE

8. Formel zur Berechnung des voraussichtlichen Kurzschlußstroms : $I_{CC} = \frac{U_N}{Z_{PN}}$

wobei: Z_{PN} die gemessene Phase-zu-Neutral-Impedanz ist

U_N die Nominalspannung Phase-zu-Neutral ist

$$U_N = 127 \text{ V wenn } V_{P-N \text{ meas}} \leq 150 \text{ V}$$

$$U_N = 230 \text{ V oder } U_N = 240 \text{ V (§ 5.2.3) wenn } V_{P-N \text{ meas}} > 150 \text{ V}$$

9.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.5.2. P-P-Modus (Netzimpedanz Z_{pp})

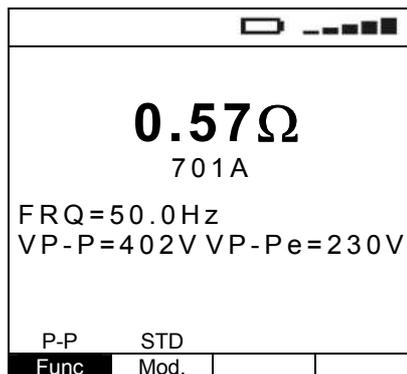
6.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf. Das Gerät beginnt mit der Ausführung des Messvorgangs.

WARNUNG



Erscheint die Meldung "**Measuring...**" auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

7. Ist der Testvorgang beendet und liegt der gemessene Wert der Impedanz unter dem Höchstwert des Messbereichs, erzeugt das Gerät als ein doppeltes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an.



Gemessener Impedanzwert
Voraussichtlicher Kurzschlussstrom
Gemessene Spannungen P-P und P-PE

8. Formel zur Berechnung des voraussichtlichen Kurzschlußstroms: $I_{CC} = \frac{U_N}{Z_{PP}}$

wobei: Z_{PP} die gemessene Phase-zu-Phase-Impedanz ist

U_N die Nominalspannung Phase-zu-Phase ist

$$U_N = 127 \text{ V wenn } V_{P-P \text{ meas}} \leq 150 \text{ V}$$

$$U_N = 230 \text{ V oder } U_N = 240 \text{ V (§ 5.2.3) wenn } 150 \text{ V} < V_{P-P \text{ meas}} \leq 265 \text{ V}$$

$$U_N = 400 \text{ V oder } U_N = 415 \text{ V (§ 5.2.3) wenn } V_{P-P \text{ meas}} > 265 \text{ V}$$

9.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.5.3. P-PE-Modus in TT- oder TN-Systemen (Schleifenimpedanz Z_{pe})

Alternative:

6.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf jeweils einmal. Das Gerät beginnt einen Messvorgang mit einem Strom im Phasenwinkel von "0°", um einen Strom in Phase mit der positiven Halbwelle der Netzspannung zu injizieren.

Oder:

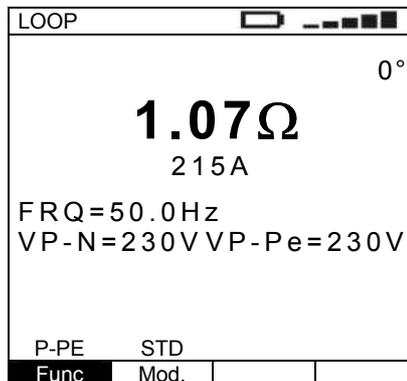
6.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät zweimal oder die **START**-Taste am Tastkopf, bevor die Bindestriche verschwinden. Das Gerät beginnt einen Messvorgang mit einem Strom im Phasenwinkel von "180°", um einen Strom in Phase mit der negativen Halbwelle der Netzspannung zu injizieren.

WARNUNG



Erscheint die Meldung "**Measuring...**" auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

7. Ist der Testvorgang beendet und liegt der gemessene Wert der Impedanz unter dem Höchstwert des Messbereichs, erzeugt das Gerät ein doppeltes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an.



Strom mit Phasenwinkel 0° oder 180°

Gemessener Impedanzwert

Voraussichtlicher Kurzschlussstrom

Gemessene Spannungen P-P und P-PE

8. Formel zur Berechnung des voraussichtlichen Kurzschlußstroms: $I_{CC} = \frac{U_N}{Z_{PE}}$

wobei: Z_{PE} die gemessene Schleifen-Impedanz ist

U_N die Nominalspannung Phase-zu-Erde ist

$$U_N = 127 \text{ V wenn } V_{P-PE \text{ meas}} \leq 150 \text{ V}$$

$$U_N = 230 \text{ V oder } U_N = 240 \text{ V (§ 5.2.3) wenn } V_{P-PE \text{ meas}} > 150 \text{ V}$$

9. In TT-Systemen kann sich der mit dem Messgerät ermittelte Impedanzwert nur auf den Wert der Schleifenimpedanz beziehen. Daher kann der gemessene Wert in Einklang mit den Vorschriften als Wert für den Gesamt-Erdungswiderstand des Systems angesehen werden.

10.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.5.4. P-PE-Modus in IT-Systemen

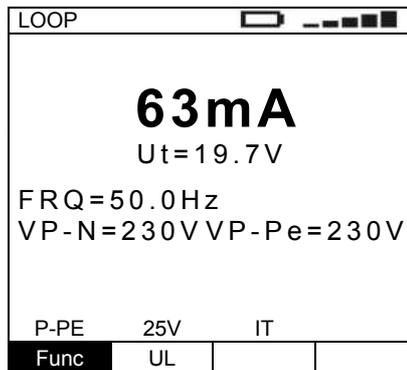
6.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf. Das Gerät beginnt mit der Ausführung des Messvorgangs.



WARNUNG

Erscheint die Meldung **“Measuring...”** auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

7. Ist der Testvorgang beendet und liegt der gemessene Wert der Berührungsspannung unter eingestellten Grenzwert, erzeugt das Gerät ein doppeltes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an



Erster Schleifenstrom

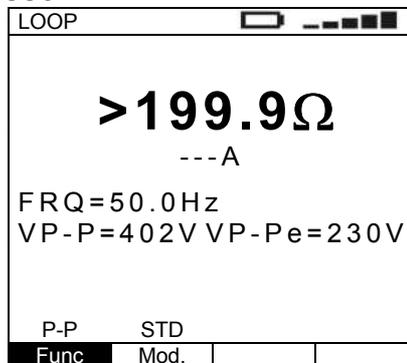
Gemessene Berührungsspannung

Gemessene Spannungen P-N und P-PE

8.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.5.5. Fehlerbehaftete Ergebnisse

1. Liegt der gemessene Wert der Impedanz über dem Höchstwert des Messbereichs, erzeugt das Gerät ein langes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an

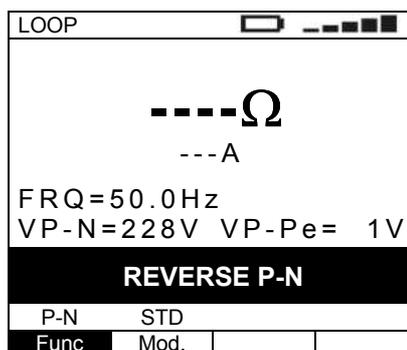


Impedanzwert über dem Höchstwert des Messbereichs

Gemessene Spannungen P-P und P-PE

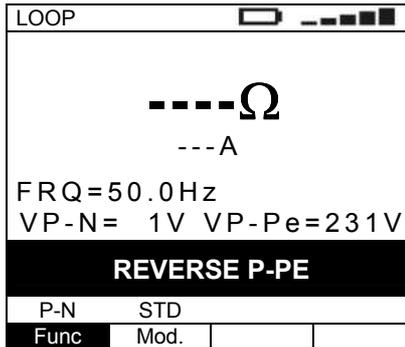
2.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

3. Erkennt das Gerät eine Vertauschung zwischen Phase und neutralen Leitern, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Drehen Sie den Schukostecker oder überprüfen Sie die angeschlossenen Einzelkabel.



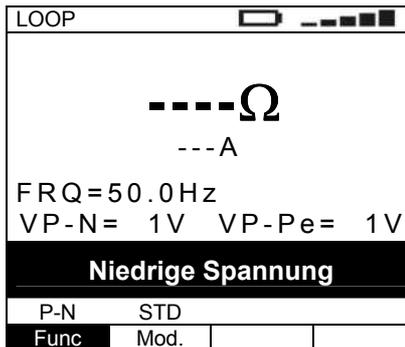
Phase und neutrale Leiter sind vertauscht

4. Erkennt das Gerät eine Vertauschung zwischen Phase und Erdleiter, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie die Kabelanschlüsse



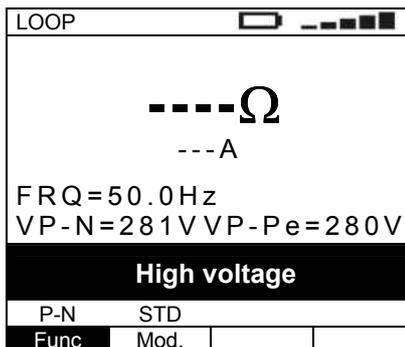
Phase und Schutzerde sind vertauscht

5. Erkennt das Gerät, dass die Spannung Phase-zu-Neutralleiter und Phase-zu-Schutz-erde unter dem Grenzwert liegt, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie, ob das zu testende System mit Strom versorgt wird



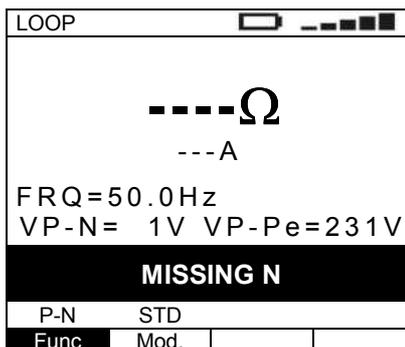
Nicht ausreichende Spannung

6. Erkennt das Gerät, dass die Spannung Phase-zu-Neutralleiter oder Phase-zu-Schutz-erde über dem Grenzwert liegt, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie, ob das Gerät irrtümlich Phase-zu-Phase angeschlossen wurde



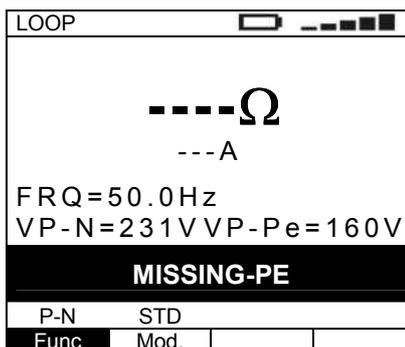
zu hohe Spannung erkannt

7. Erkennt das Gerät, dass die Spannung Phase-zu-Neutralleiter unter dem Grenzwert liegt, wird der Testvorgang nicht ausgeführt und die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie die Wirkung des Neutralleiters



Fehlender Neutralleiter

8. Erkennt das Gerät einen extrem hohen Erdungswiderstand, so dass es Erdleiter oder Erdung als nicht vorhanden annimmt, wird der Testvorgang nicht ausgeführt und die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie die Wirkung des Schutzleiters und der Erdung



Unwirksame Erdung

9. Erkennt das Gerät im P-PE-Modus, dass sich bei Ausführung des Tests eine Berührungsspannung über dem eingestellten Grenzwert im System aufzubauen droht, wird der Testvorgang nicht ausgeführt und die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie die Wirkung des Schutzleiters und der Erdung

LOOP			
			0°
---Ω ---A			
FRQ=50.0Hz			
VP-N=231V VP-Pe=231V			
Ut > Ulim			
P-PE	STD		
Func	Mod.		

Gefährliche Berührungsspannung

10. Hat sich das Gerät nach wiederholten Tests überhitzt, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Warten Sie mit der Durchführung anderer Testvorgänge, bis die Meldung verschwindet

LOOP			
			0°
---Ω ---A			
FRQ=50.0Hz			
VP-N=231V VP-Pe=231V			
Hot temperature			
P-N	STD		
Func	Mod.		

Gerät ist überhitzt

11.  Die vorstehend beschriebenen fehlerbehafteten Ergebnisse können nicht abgespeichert werden.

6.6. R_A 15 MA: SCHLEIFENWIDERSTAND ZPE OHNE RCD AUSLÖSUNG

Diese Funktion wird entsprechend der Norm EN61557-6 ausgeführt und ermöglicht die Messung des Schleifenwiderstandes ohne Auslösung des RCD (Fi).



WARNUNG

Die Messung des Schleifenwiderstandes führt zum Fließen eines Stroms zwischen Phase und Erde entsprechend den technischen Daten des Gerätes. Dies kann zum Auslösen möglicherweise vorhandener Schutzschaltungen führen, die niedrigere Auslöseströme aufweisen, bzw. sofern bereits vorhandene Fehlerströme den Kreis belasten.

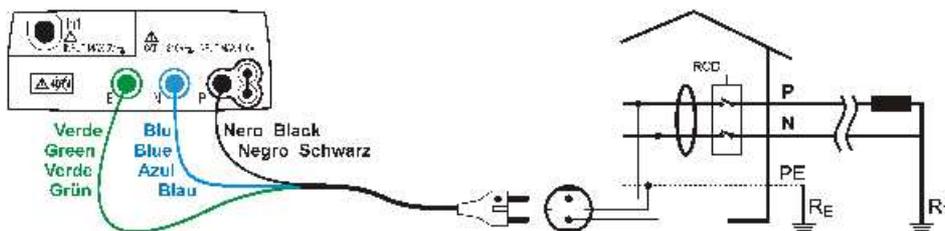


Abb. 20: Geräteanschluss zur einphasigen Messung des 230 V P-PE Schleifenwiderstandes mittels 3 Leiter Schukokabel

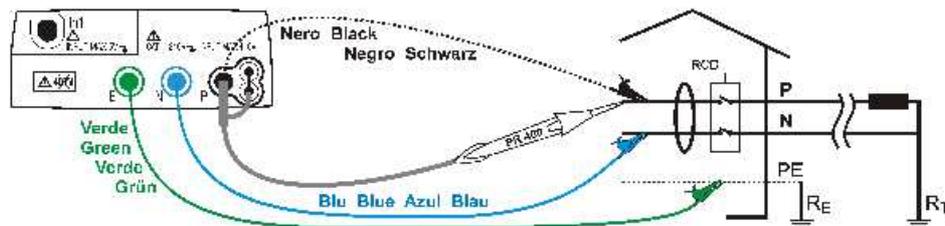


Abb. 21: Geräteanschluss zur einphasigen Messung des 230 V P-PE Schleifenwiderstandes mit Einzelkabeln und Tastkopf



Abb. 22: Geräteanschluss zum 400V + N + PE dreiphasigen Messung des P-PE Schleifenwiderstandes mittels Einzelkabeln und Tastkopf

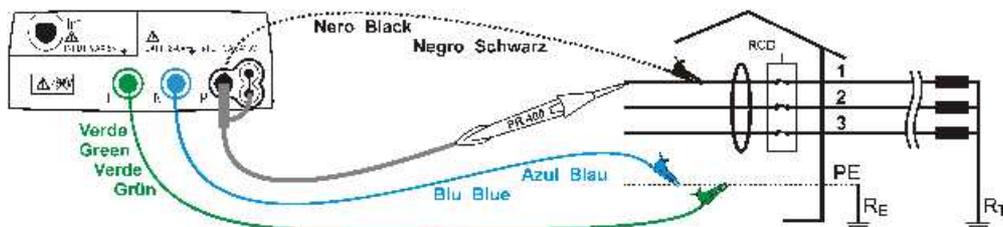
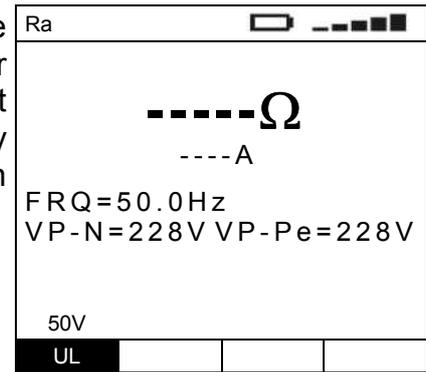


Abb. 23: Geräteanschluss zum 400V + PE (ohne N) dreiphasigen Messung des P-PE Schleifenwiderstandes mittels Einzelkabeln und Tastkopf

1.  Drücken Sie die **MENU**-Taste, bewegen Sie den Cursor im Hauptmenü auf **Ra** mit Hilfe der Pfeiltasten (**▲**, **▼**) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display ein Bildschirm ähnlich dem nebenstehenden angezeigt.



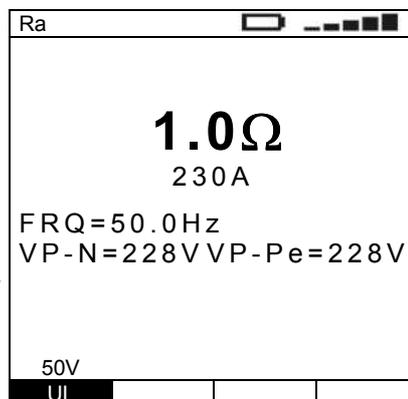
2.  Mit Hilfe der Pfeiltasten **▲**, **▼** wird der Grenzwert der Berührungsspannung des zu testenden Systems in folgenden Stufen umgeschaltet: **50 V**, **25 V**. **Eine Bestätigung der Auswahl mit ENTER ist nicht erforderlich.**
3. Trennen Sie, wenn möglich, alle dem Messpunkt nachgelagerten Verbraucher ab, denn deren Impedanz kann die Testergebnisse verfälschen.
4. Führen Sie den grünen, blauen und schwarzen Steckverbinder des dreipoligen Schukokabels in die entsprechenden Eingangsbuchsen E, N und P des Messgerätes ein. Alternativ dazu können Sie Einzelkabel verwenden und die entsprechenden Krokodilklemmen an die freien Kabelenden ankleben. Sie können auch den Tastkopf benutzen, indem Sie dessen mehrpoligen Steckverbinder in die Eingangsbuchse P einführen. Verbinden Sie den Schukostecker, die Krokodilklemmen oder den Tastkopf mit dem elektrischen Stromnetz entsprechend Abb. 20, Abb. 21, Abb. 22 und Abb. 23.
5.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf. Das Gerät beginnt mit der Ausführung des Messvorgangs.

WARNUNG



Erscheint die Meldung **“Measuring...”** auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

6. Ist der Testvorgang beendet und liegt der gemessene Widerstandswert unter dem Höchstwert des Messbereichs, erzeugt das Gerät ein doppeltes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an



Gemessener Schleifenwiderstandswert

Voraussichtlicher Kurzschlußstrom Ik

Gemessene Spannungen P-N und P-PE

7. Formel zur Berechnung des voraussichtlichen Fehlerstroms: $I_{CC} = \frac{U_N}{Z_{PE}}$

wobei: Z_{PE} die gemessene Schleifen-Impedanz ist

U_N die Nominalspannung Phase-zu-Erde ist

$U_N = 127 \text{ V}$ wenn $V_{P-PE \text{ meas}} \leq 150 \text{ V}$

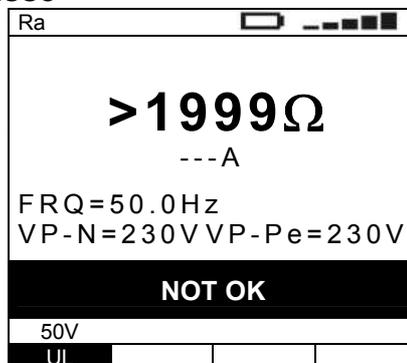
$U_N = 230 \text{ V}$ oder $U_N = 240 \text{ V}$ (§ 5.2.3) wenn $V_{P-PE \text{ meas}} > 150 \text{ V}$

8. In TT-Systemen kann sich der mit dem Messgerät ermittelte Impedanzwert nur auf dem Wert der Schleifenimpedanz beziehen. Daher kann der gemessene Wert in Einklang mit den Vorschriften als Wert für den Gesamt-Erdungswiderstand des Systems angesehen werden.

9.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.6.1. Fehlerbehaftete Ergebnisse

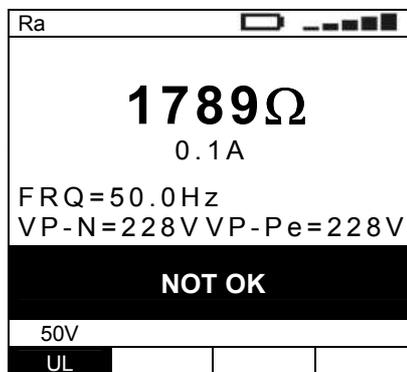
1. Liegt der gemessene Wert des Widerstandes über dem Höchstwert des Messbereichs, erzeugt das Gerät ein langes Tonsignal und zeigt einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an



Widerstandswert über dem Höchstwert des Messbereichs

Gemessene Spannungen P-P und P-PE

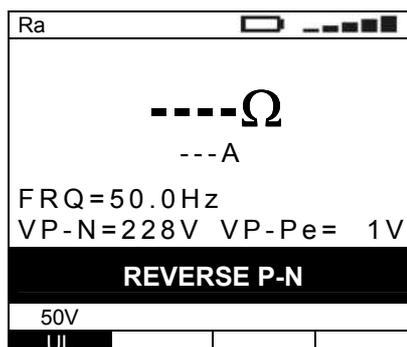
2. Erkennt das Gerät einen Widerstandswert über dem folgendermaßen berechneten Grenzwert $U_{LIM} / 30 \text{ mA}$ ($1666\Omega @ U_{LIM}=50 \text{ V}$, $833\Omega @ U_{LIM}=25 \text{ V}$), erzeugt es ein langes Tonsignal und den hier nebenstehenden Bildschirm



Widerstandswert ist höher als der folgendermaßen ermittelte Grenzwert $U_{LIM} / 30 \text{ mA}$

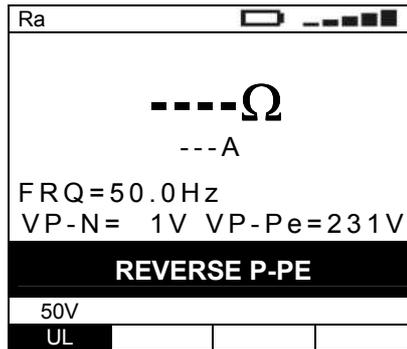
3.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

4. Erkennt das Gerät eine Vertauschung zwischen Phase und neutralen Leitern, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Drehen Sie den Schukostecker oder überprüfen Sie die angeschlossenen Einzelkabel.



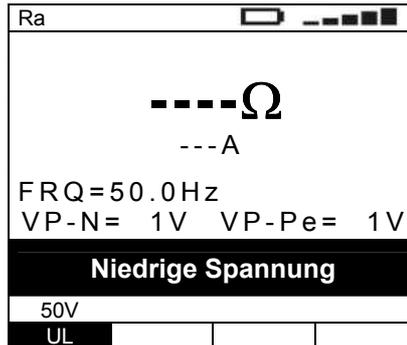
Phase und neutrale Leiter sind vertauscht

5. Erkennt das Gerät eine Vertauschung zwischen Phase und Erdleitern, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie die Kabelanschlüsse



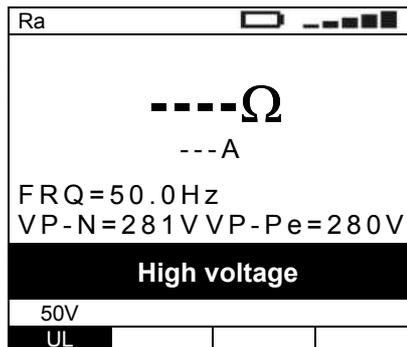
Phase und Schutzerde sind vertauscht

6. Erkennt das Gerät, dass die Spannung Phase-zu-Neutralleiter und Phase-zu-Schutz-erde unter dem Grenzwert liegt, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie, ob das zu testende System mit Strom versorgt wird



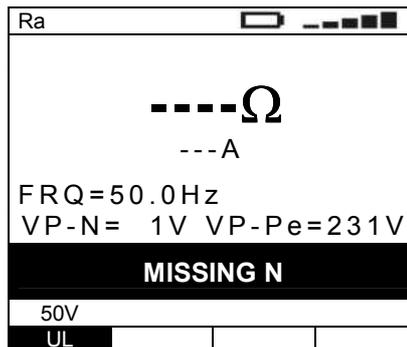
Nicht ausreichende Spannung

7. Erkennt das Gerät, dass die Spannung Phase-zu-Neutralleiter oder Phase-zu-Schutz-erde über dem Grenzwert liegt, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie, ob das Gerät irrtümlich Phase-zu-Phase angeschlossen wurde



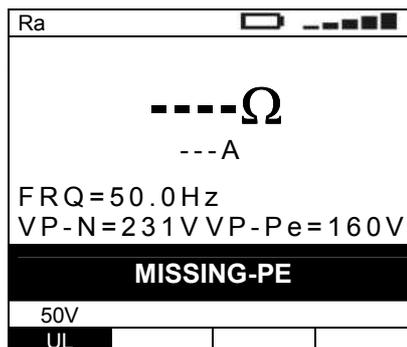
zu hohe Spannung erkannt

8. Erkennt das Gerät, dass die Spannung Phase-zu-Neutralleiter unter dem Grenzwert liegt, wird der Testvorgang nicht ausgeführt und die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie die Wirkung des Neutralleiters



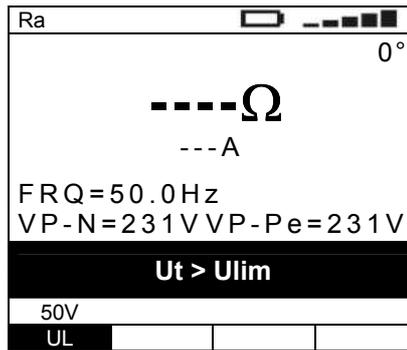
Fehlender Neutralleiter

9. Erkennt das Gerät einen extrem hohen Erdungswiderstand, so dass es Erdleiter oder Erdung als nicht vorhanden annimmt, wird der Testvorgang nicht ausgeführt und die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie die Wirkung des Schutzleiters und der Erdung



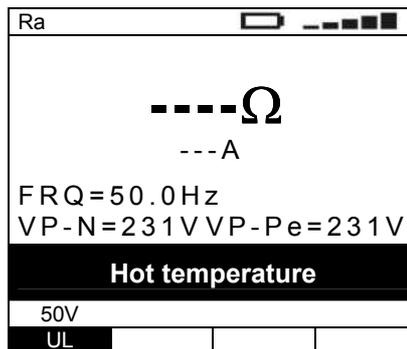
Unwirksame Erdung

10. Erkennt das Gerät, dass sich bei Ausführung des Tests eine Berührungsspannung über dem eingestellten Grenzwert im System aufzubauen droht, wird der Testvorgang nicht ausgeführt und die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Überprüfen Sie die Wirkung von Schutzleiter und Erdung



Gefährliche Berührungsspannung

11. Hat sich das Gerät nach wiederholten Tests überhitzt, wird die hier nebenstehende Meldung angezeigt. Warten Sie mit der Durchführung anderer Testvorgänge, bis die Meldung verschwindet



Gerät überhitzt

12. Die vorstehend beschriebenen fehlerbehafteten Ergebnisse können nicht abgespeichert werden.

6.7. 123: MESSUNG DER DREHFELDRICHTUNG

Diese Funktion wird entsprechend den Normen IEC / EN61557-7 ausgeführt und ermöglicht die Messung der Drehfeldrichtung durch direkte Kontaktierung spannungsführender Teile (keine Kabel mit Isolierung). Folgende Messmodi sind verfügbar:

- **1T** Methode mit einem Messkabel
- **2T** Methode mit zwei Messkabeln

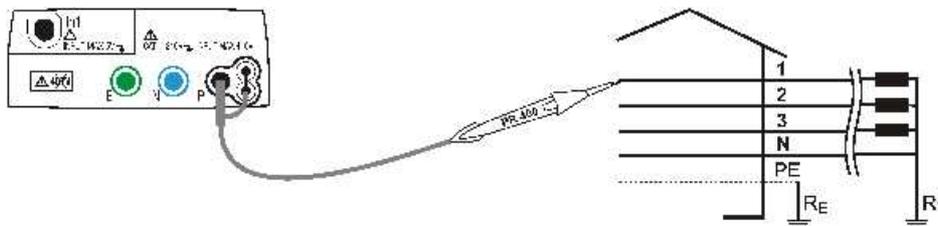


Abb. 24: Geräteanschluss zur Messung der Drehfeldrichtung mit einem Messkabel, Kontaktierung an Phase 1

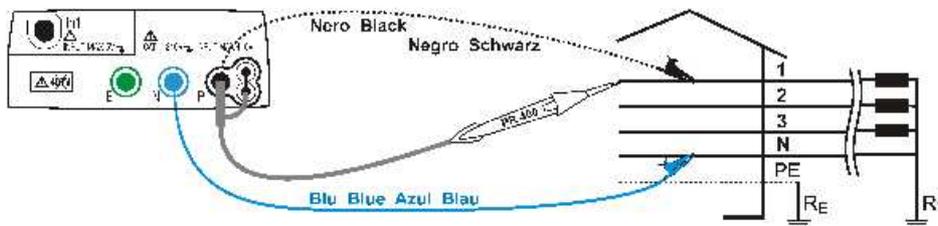
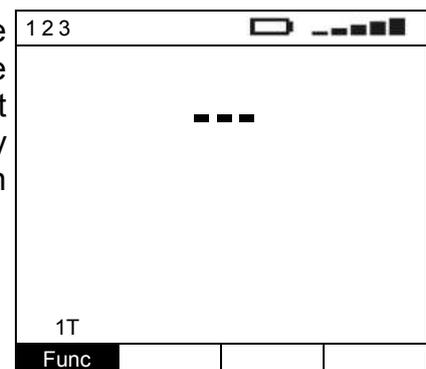


Abb. 25: Geräteanschluss zur Messung der Drehfeldrichtung mit zwei Messkabeln, Kontaktierung an Phase 1

1.



Drücken Sie die **MENU**-Taste, bewegen Sie den Cursor im Hauptmenü auf **123** mit Hilfe der Pfeiltasten (**▲**, **▼**) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display ein Bildschirm ähnlich dem nebenstehenden angezeigt.



2.



Mit Hilfe der Pfeiltasten **▲**, **▼** kann der Messmodus des Gerätes umgeschaltet werden zwischen: **1T**, **2T**.

Eine Bestätigung der Auswahl mit ENTER ist nicht erforderlich.

3.

Führen Sie den blauen und schwarzen Steckverbinder des jeweiligen Einzelkabels in die entsprechenden Eingangsbuchsen N und P des Messgerätes ein. Bringen Sie erforderlichenfalls Krokodilklemmen an den freien Kabelenden an. Sie können auch den Tastkopf benutzen, indem Sie dessen mehrpoligen Steckverbinder in die Eingangsbuchse P einführen. Verbinden Sie den Schukostecker, die Krokodilklemmen oder den Tastkopf mit dem elektrischen Stromnetz entsprechend Abb. 24 und Abb. 25.

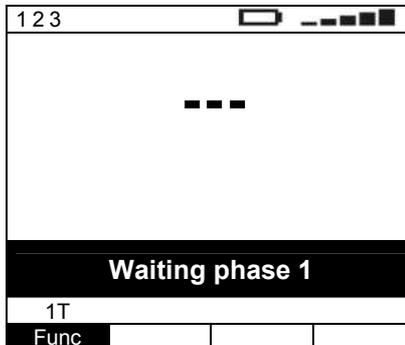
4.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Messgerät oder die **START**-Taste am Tastkopf. Das Gerät beginnt mit der Ausführung des Messvorgangs.

WARNUNG



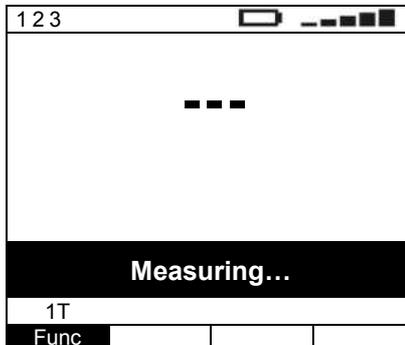
Erscheint die Meldung **“Measuring...”** auf dem Display, so führt das Gerät gerade eine Messung durch. Trennen Sie während dieser gesamten Phase das Gerät nicht vom Stromnetz.

5. Für den Zeitraum bevor an den Messkabeln eine Spannung über dem unteren Grenzwert erkannt wird, schaltet sich das Gerät auf Standby und zeigt den hier nebenstehenden Bildschirm an



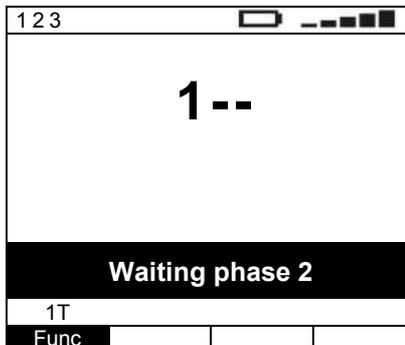
Warten auf Phase 1

6. Erkennt das Gerät eine Spannung über dem unteren Grenzwert am Messkabel, wird der hier nebenstehende Bildschirm angezeigt und die erste Spannungsmessung gestartet Solange Eingangsspannung anliegt, erzeugt das Gerät ein langes Tonsignal



Messung an Phase 1

7. Ist die Erfassung beendet, schaltet das Gerät auf Standby und zeigt den hier nebenstehenden Bildschirm an, so lange am Messkabel eine Spannung über dem unteren Grenzwert erkannt wird



Warten auf Phase 2

8. Halten Sie nun das schwarze Messkabel an die 2. Phase, wie in Abb. 26 und Abb. 27.

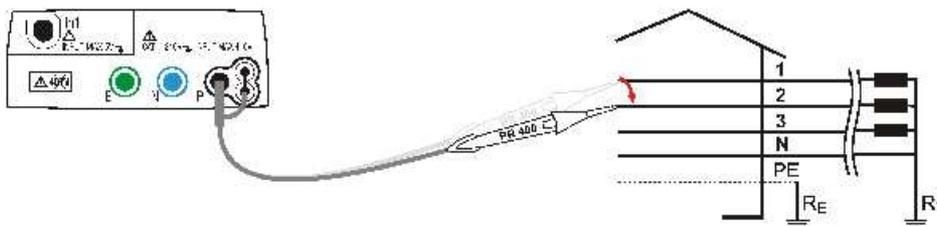


Abb. 26: Geräteanschluss zur Messung der Drehfeldrichtung mit einem Messkabel, Kontaktierung an Phase 2

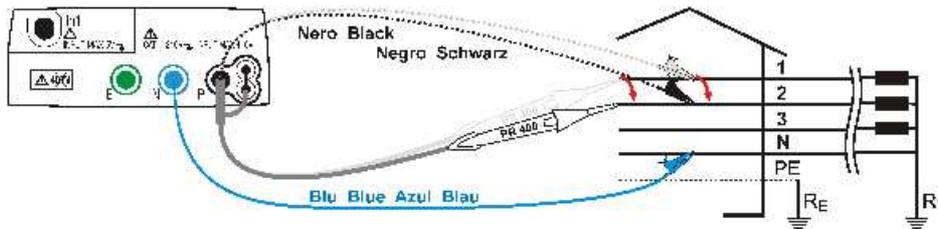
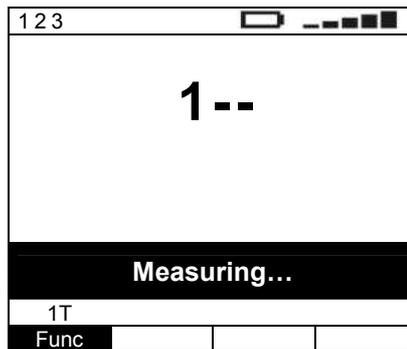


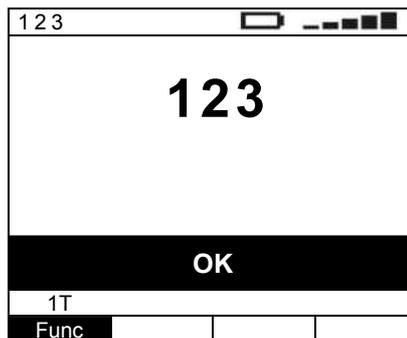
Abb. 27: Geräteanschluss zur Messung der Drehfeldrichtung mit zwei Messkabeln, Kontaktierung an Phase 2

9. Erkennt das Gerät eine Spannung über dem unteren Grenzwert am Messkabel, wird der hier nebenstehende Bildschirm angezeigt und die zweite Spannungsmessung gestartet Solange Eingangsspannung anliegt, erzeugt das Gerät ein langes Tonsignal



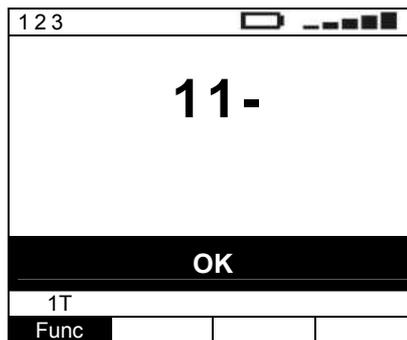
Messung an Phase 2

10. Ist die Erfassung beendet und wurde eine korrekte Drehfeldrichtung erkannt, wird "123" und die Meldung "OK" angezeigt Außerdem wird ein doppeltes Tonsignal erzeugt



Korrekte Drehfeldrichtung

11. Ist die Erfassung beendet und wurden zwei Spannungen in Phase erkannt, zeigt das Gerät einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an und erzeugt ein doppeltes Tonsignal

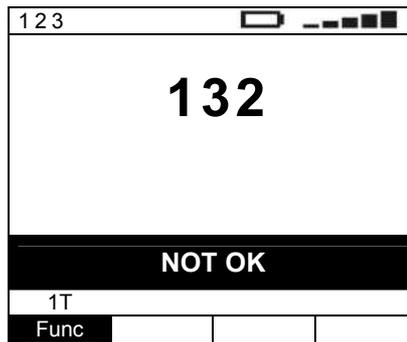


Phasengleichheit

12.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

6.7.1. Fehlerbehaftete Ergebnisse

1. Ist die Erfassung beendet und wurde eine unrichtige Drehfeldrichtung erkannt, zeigt das Gerät einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an und erzeugt ein langes Tonsignal



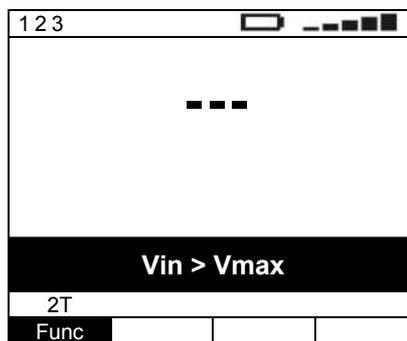
Nicht korrekte Drehfeldrichtung

2.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

3. Liegt die Zeitspanne zwischen der Erfassung des ersten und zweiten Spannungswertes über dem Grenzwert, zeigt das Gerät einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an und erzeugt ein langes Tonsignal



4. Erkennt das Gerät bei der Erfassung eine Spannung über dem oberen Grenzwert, wird der hier nebenstehende Bildschirm angezeigt und der Messvorgang abgebrochen



5.  Die vorstehend beschriebenen fehlerbehafteten Ergebnisse können nicht abgespeichert werden.

7. ZUSATZ-MESSUNGEN

7.1. AUX: ECHTZEITMESSUNG VON UMWELTPARAMETERN MITTELS EXTERNER MESS-SONDEN

Diese Funktion ermöglicht die Messung folgender Parameter mit Hilfe externer Wandler bzw. Sensoren:

- **AIR** Windgeschwindigkeit mittels Windgeschwindigkeitssensor
- **RH** Luftfeuchtigkeit mittels Luftfeuchtigkeitssensor
- **TMP °F** Lufttemperatur in °F mittels Temperatursensor
- **TMP °C** Lufttemperatur in °C mittels Temperatursensor
- **dB** Schallpegel mittels Schallpegelsensor
- **Lux** Lichtstärke mittels Lichtstärkesensor
- **VOLT** Eingangsspannung DC 0- bis 1000mV

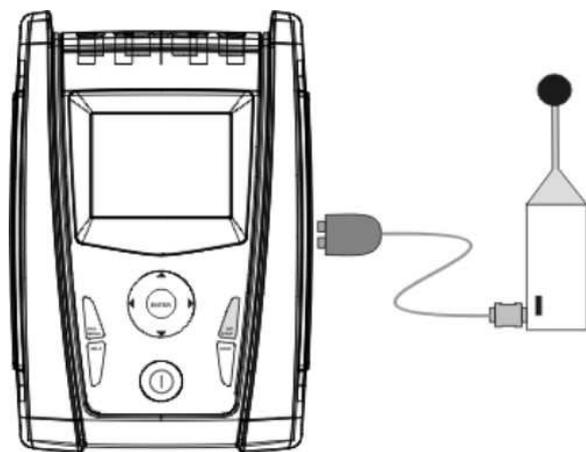
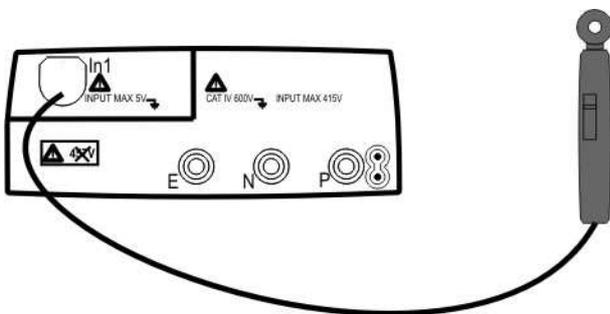
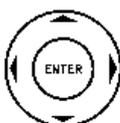


Abb. 28: Anschluss von Umweltsensoren an das Messgerät Abb. 29: Anschluss des Schalldrucksensors an das Messgerät

1.  Drücken Sie die **MENU**-Taste, bewegen Sie den Cursor im Hauptmenü auf **AUX** mit Hilfe der Pfeiltasten (**▲**, **▼**) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display ein Bildschirm ähnlich dem nebenstehenden angezeigt. Außer im dB-Modus misst das Gerät sofort den aktuellen Wert des Eingangsparameters in Echtzeit, und im rechten unteren Bereich des Displays erscheint die Meldung **RUN**

AUX			
In1	=	7.08	Lux
Lux	LX 20	RUN	
Func	FS		

2.  Benutzen Sie die **◀**, **▶**-Tasten zur Auswahl der einzustellenden Parameter und die **▲**, **▼**-Tasten zur Einstellung des jeweiligen Wertes des Parameters.
Eine Bestätigung der Auswahl mit ENTER ist nicht erforderlich.

Func Mit Hilfe der virtuellen Func-Taste wird der zu messende Umweltparameter ausgewählt: **AIR, RH, TMP °F, TMP °C, dB, Lux, VOLT**

FS Mit Hilfe der virtuellen FS-Taste, die nur im Lux-Modus mit Hilfe der Func-Taste aktiviert ist, kann der Messbereich des Sensors folgendermaßen eingestellt werden: **20, 2k, 20k**

7.1.1. dB-Modus (Schallpegel)

3. Schließen Sie den Schalldrucksensor mit Hilfe des optischen Kabels an der optischen Eingang des Messgerätes an

4.  Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste. Das Gerät beginnt mit der Messung des Schalldrucks. Es werden folgende Werte angezeigt:
- SPL Schalldruck
 - Peak Spitzenwert für Schalldruck
 - Duration Verstrichene Zeit seit Beginn der Messung

AUX  		
SPL	----	dB
Peak	----	dB
Duration	0000:00:00	
dB		
Func		

5.  Drücken Sie nochmals die **GO/STOP**-Taste. Das Gerät beendet den Messvorgang und zeigt die folgenden Werte an:
- Leq Äquivalentwert für Schalldruck
 - Peak Spitzenwert für Schalldruck
 - Duration Zeitdauer der Messung

AUX  		
Leq	----	dB
Peak	----	dB
Duration	0000:00:00	
dB		
Func		

Der Äquivalentwert des Schalldruckes ist folgendermaßen definiert:

6.
$$Leq = 10 \log_{10} \frac{\frac{1}{T} \int_0^T P_i^2 dt}{P_0^2}$$

wobei: P_0 ist der Referenzdruck, ca. $2 \cdot 10^5$ Pa
 P_i ist der Momentandruck des Schallemissionsbereichs

In der Praxis wird die Formel wie folgt angewandt: $Leq = 10 \log_{10} \frac{\sum_{i=1}^N N_i 10^{\frac{L_i}{10}}}{N}$

wobei: L_i ist der momentane Abtastwert des Pegels [dB]
 N_i ist die Anzahl der Stichproben mit dem jeweiligen Abtastwert L_i für den Pegel
 N ist die Gesamtzahl der gemessenen Stichproben

7. Bitte beachten Sie, dass L_{ep} , der individuelle Belastungswert, definiert ist als der Äquivalentwert eines Schallemissionsbereichs, dem eine Person einen normalen Arbeitstag lang (8 Stunden) ausgesetzt ist. "Lep" entspricht daher dem für 8 Stunden berechneten Wert von "Leq".

8.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse nach Ende der Messung die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

7.1.2. Luft, RH, TMP °F, TMP °C, Lux Modus

3. Führen Sie den Steckverbinder des benutzten Tastkopfes in den Geräteeingang In 1 ein und vergewissern Sie sich, das der Tastkopf angeschlossen und die Geräteeinstellung entsprechend korrekt ist

4.  Die **GO/STOP**-Taste drücken. Das Gerät beendet die Aktualisierung des Messwertes und im rechten unteren Bereich des Displays erscheint die Meldung **STOP**. Drücken Sie nochmals dieselbe Taste um die Echtzeitmessung und -anzeige des Momentanwertes des jeweiligen Eingangsparameters neu zu starten. In diesem Fall erscheint im rechten unteren Bereich des Displays die Meldung **RUN**.

AUX ▢ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬			
In1	=	7.08	Lux
Lux	LX 20	STOP	
Func	FS		

5.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse (sowohl im RUN- als auch im STOP-Modus) die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

7.1.3. Fehlerbehaftete Ergebnisse

1. Liegt der Eingangswert im AIR, RH, TMP °F, TMP °C, Lux oder VOLT Modus über dem Höchstwert des Messbereichs, zeigt das Gerät einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an. Überprüfen Sie, ob der Höchstwert des Messbereichs am Messgerät mit dem des Messwandlers übereinstimmt

AUX ▢ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬			
In1	>	20.00	kLux
Lux	Lx 20k		
Func	FS		

Gemessener Wert übersteigt den Höchstwert des Messbereichs

2.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

3. nur "DB" Schallmodus: Wird die Messung ohne einen am Messgerät angeschlossenen Schalldrucksensor begonnen, wird ein Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden angezeigt

AUX ▢ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬			
SPL	----	dB	
Peak	----	dB	
Durata	0000:00:00		
NO HT55			
dB			
Func			

Das Gerät erkennt keinen Schalldrucksensor HT55

4.  Die vorstehend beschriebenen fehlerbehafteten Ergebnisse können nicht abgespeichert werden.

WARNUNG



Möglicherweise vorhandene zusätzliche Erdungen können den Messwert beeinflussen. Wegen der Schwierigkeit dieses Messvorgangs und der manchmal auftretenden großen Probleme beim Entfernen der Stromzange empfehlen wir, die Messung indirekt durchzuführen.

6.  Die **GO/STOP**-Taste drücken. Das Gerät beendet die Aktualisierung des Messwertes und im rechten unteren Bereich des Displays erscheint die Meldung **STOP**. Drücken Sie nochmals dieselbe Taste um die Echtzeitmessung und -anzeige des Momentanwertes des jeweiligen Eingansparameters neu zu starten. In diesem Fall erscheint im rechten unteren Bereich des Displays die Meldung **RUN**

LEAK		▢ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬
I	=	7.0 mA
I _{max}	=	12.0 mA
1A		STOP
FS		

7.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse (sowohl im RUN- als auch im STOP-Modus) die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

7.2.1. Fehlerbehaftete Ergebnisse

1. Erkennt das Gerät, dass der Strom den Höchstwert des eingestellten Messbereichs übersteigt, wird der nebenstehende Bildschirm angezeigt. Überprüfen Sie, ob der Höchstwert des Messbereichs am Messgerät mit dem des Messwandlers übereinstimmt

LEAK		▢ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬
I	>	100.0 A
I _{max}	>	100.0 A
100A		RUN
FS		

Gemessener Wert übersteigt den Höchstwert des Messbereichs

2.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

8. NETZ- UND LEISTUNGSANALYSE

8.1. PWR: NETZ- UND LEISTUNGSANALYSE, ECHTZEITMESSUNG

Diese Funktion ermöglicht die Messung der Spannung des elektrischen Stromnetzes und der relevanten Harmonischen. Mit Hilfe einer externen Stromzange ist es auch möglich, den Strom und seine relevanten Oberwellen zu messen und ebenso andere Parameter wie Leistung, Leistungsfaktor etc. Folgende Messmodi sind verfügbar:

- **PAR** Messung von Parameter wie Strom, Spannung, Leistung, Leistungsfaktor etc.
- **HRM V** Messung der Oberwellen (Harmonischen) der Spannung
- **HRM I** Messung der Oberwellen (Harmonischen) des Stromes

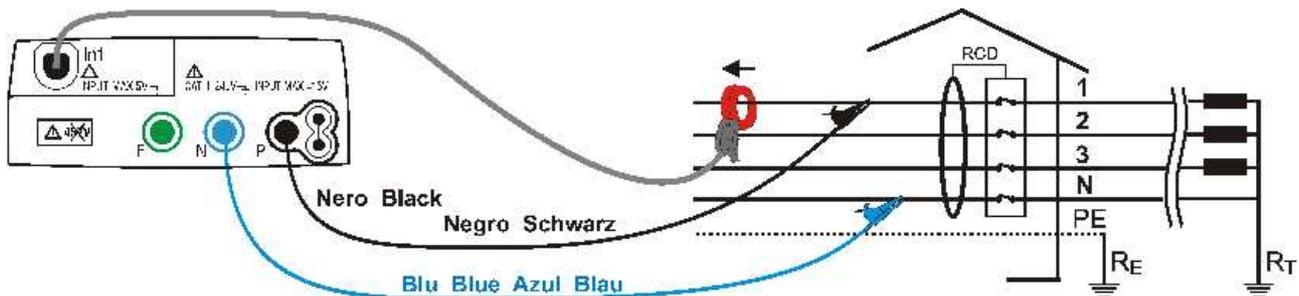
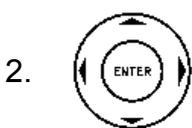


Abb. 32: Geräteanschluss für Netzanalysemessungen



Drücken Sie die **MENU**-Taste, bewegen Sie den Cursor im Hauptmenü auf **PWR** mit Hilfe der Pfeiltasten (**▲**, **▼**) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Das Gerät misst den aktuellen Wert der Eingangsparameter in Echtzeit, zeigt diesen in einem Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an, und im rechten unteren Bereich des Displays erscheint die Meldung **RUN**.

PWR			
V	= 230.8 V		
I	= 27.2 A		
f	= 50.0 Hz		
P	= 5.09 kW		
S	= 6.28 kVA		
Q	= 2.14 kVAR		
pf	= 0.94 i		
dpf	= 0.94 i		
PAR	100A		RUN
Func	FS		



Benutzen Sie die **◀ ▶**-Tasten zur Auswahl der einzustellenden Parameter und die **▲ ▼**-Tasten zur Einstellung des jeweiligen Wertes des Parameters.

Eine Bestätigung der Auswahl mit ENTER ist nicht erforderlich.

Func Mit Hilfe der virtuellen Func-Taste wird der Messmodus des Gerätes ausgewählt: **PAR, HRM V, HRM I**

FS Mit Hilfe der virtuellen FS-Taste, die nur im PAR-Modus mit Hilfe der Func-Taste aktiviert ist, kann der Messbereich der Stromzange folgendermaßen eingestellt werden: **1 A, 5A, 10 A, 30 A, 100 A, 200 A, 300 A, 400 A, 1000 A, 2000 A, 3000 A**. Änderungen am FS-Wert wirken sich auch auf die Nutzung der LEAK-Funktion aus (§ 7.2)

PAG Mit Hilfe der virtuellen FS-Taste, die nur im HRM-V- oder HRM-I-Modus mit Hilfe der Func-Taste aktiviert ist, kann das Säulendiagramm der Harmonischen Fenster für Fenster durchblättert werden: Folgende Einstellungen sind verfügbar: **h02÷h08, h09÷h15, h16÷h22, h23÷h29, h30÷h36, h37÷h43, h44÷h50**

hxx Mit Hilfe der virtuellen FS-Taste, die nur im HRM-V- oder HRM-I-Modus mit Hilfe der Func-Taste aktiviert ist, kann die anzuzeigende Ordnungsnummer der Harmonischen erhöht oder vermindert werden

3. Führen Sie den Stecker der Stromzange in Eingang In1 des Messgerätes ein
4. Klemmen Sie die zu testende Phase an. Führen Sie den **schwarzen** und **blauen** Stecker der Einzelkabel in die jeweiligen Eingangsbuchsen **P** und **N** des Messgerätes ein. Stecken Sie die jeweiligen Krokodilklemmen auf die freien Kabelenden und schließen Sie die Messkabel an den zu testenden Leiter an, wie in Abb. 32. Der Pfeil an der Stromzange muss in Richtung des Leistungsflusses zeigen, d.h. von der Spannungsquelle zum Verbraucher

8.1.1. PAR Modus

5.  Die **GO/STOP**-Taste drücken. Das Gerät beendet die Aktualisierung des Messwertes, und im rechten unteren Bereich des Displays erscheint die Meldung **STOP**. Drücken Sie nochmals dieselbe Taste um die Echtzeitmessung und -anzeige des Momentanwertes des jeweiligen Eingansparameters neu zu starten. In diesem Fall erscheint im rechten unteren Bereich des Displays die Meldung **RUN**

PWR		[Progress Bar]	
V	=	230.8	V
I	=	27.2	A
f	=	50.0	Hz
P	=	5.09	kW
Q	=	2.14	kVAR
S	=	6.28	kVA
pf	=	0.94	i
dpf	=	0.94	i
PAR	100A	STOP	
Func	FS		

6.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse (sowohl im RUN- als auch im STOP-Modus) die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

8.1.2. HRM V und HRM I Modus

8.  Die **GO/STOP**-Taste drücken. Das Gerät beendet die Aktualisierung des Messwertes und im rechten unteren Bereich des Displays erscheint die Meldung **STOP**. Drücken Sie nochmals dieselbe Taste um die Echtzeitmessung und -anzeige des Momentanwertes des jeweiligen Eingansparameters neu zu starten. In diesem Fall erscheint im rechten unteren Bereich des Displays die Meldung **RUN**

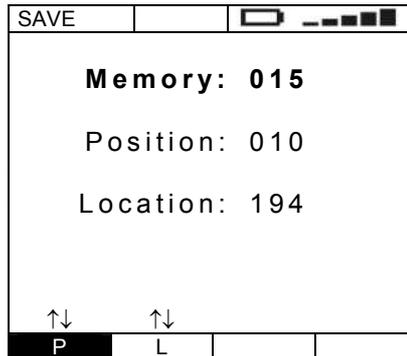
PWR		[Progress Bar]	
[Bar Chart]			
h02	=	10.0	%
thdV	=	11.5	%
HRM V	↑↓	↑↓	STOP
Func	PAG	hxx	

7.  Zum Speichern der angezeigten Ergebnisse (sowohl im RUN- als auch im STOP-Modus) die **SAVE**-Taste zweimal oder die **SAVE**-Taste einmal und anschließend die **ENTER**-Taste drücken (§ 9.1)

9. SPEICHER

9.1. SPEICHERUNG VON MESSWERTEN

1. Nach dem ersten Drücken der SAVE-Taste, wie in den Abschnitten zu den einzelnen Messfunktionen beschrieben, zeigt das Gerät einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehendem an

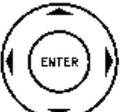


Erste verfügbare Speicheradresse (zuletzt gespeicherte +1)

Zuletzt eingestellter Wert für Parameter P (Platz oder Pfad)

Zuletzt eingestellter Wert für Parameter L

2. Die Parameter P (Messpunkt) und L (Ort der Messung) helfen dem Bediener bei der Bezeichnung der Stelle, an der die Messung ausgeführt wurde. Die Werte dieser Parameter können zwischen 001 und 255 frei ausgewählt werden und sind nicht an die sich jeweils erhöhende Speicheradresse der Messergebnisse gebunden.
3. Die Speicheradresse, an der die Messwerte abgespeichert werden, kann nicht verändert werden. Das Gerät benutzt dazu immer die erste verfügbare Adresse, d.h. die auf die zuletzt benutzte folgende Adresse. (fortlaufende Nummerierung)

4.  Benutzen Sie die ◀ ▶-Tasten zur Auswahl der einzustellenden Parameter und die ▲ ▼-Tasten zur Einstellung des jeweiligen Wertes des Parameters.

Alternative:

5.  oder



Zum Abspeichern der Messwerte die **ENTER** oder **SAVE**-Taste drücken. Das Gerät bestätigt die Speicherung mit einem doppelten Tonsignal

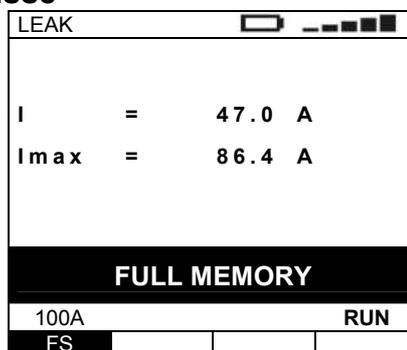
Oder:

5. 

Zum Abbrechen ohne Speicherung die **ESC**-Taste drücken

9.1.1. Fehlerbehaftete Ergebnisse

1. Lösen Sie einen Speichervorgang aus, wenn alle 500 Speicheradressen belegt sind, zeigt das Gerät einen Bildschirm ähnlich dem hier nebenstehenden an



Der gesamte Gerätespeicher ist bereits belegt

9.2. VERWALTUNG GESPEICHERTER DATEN

- 

Drücken Sie die **MENU**-Taste, bewegen Sie den Cursor im Hauptmenü auf **MEM** mit Hilfe der Pfeiltasten (**▲**, **▼**) und bestätigen Sie mit **ENTER**. Anschließend wird auf dem Display ein Bildschirm ähnlich dem nebenstehenden angezeigt und es wird folgendes aufgelistet:

 - MEM Speicherplatznummer
 - TIPO Art der durchgeführten Messung
 - P Platznummer P (frei wählbar)
 - L Stromfadnummer (frei wählbar)

MEM	Typ	P	L
001	Low O	110	044
002	Riso	110	044
003	Riso	110	096
004	RCD	110	096
005	Zpe	110	096
006	Riso	110	096
007	Riso	223	112
Tot.355		Free. 145	
↑↓	↑↓	TOT	
REC	PAG	CANC	

Die verschiedenen durchgeführten Messungen werden in aufsteigender Zellenreihenfolge angezeigt (beginnend mit der ältesten bis zur neuesten). Die Anzahl der verwendeten Speicherzellen und die Anzahl der verfügbaren Speicheradressen wird ebenfalls angezeigt

- 

Benutzen Sie die **◀▶** Tasten zur Auswahl der einzustellenden Parameter und die **▲, ▼** Tasten zur Einstellung des jeweiligen Wertes des Parameters.

REC Mit Hilfe der virtuellen REC-Taste können Sie nacheinander durch die angezeigten Messungen scrollen und die wieder aufzurufende Messung auswählen

PAG Mit Hilfe der virtuellen PAG-Taste können Sie durch die auf jeder Seite angezeigten Messungen scrollen (in Gruppen von jeweils 7 Messungen) und so die wieder aufzurufende Messung schneller auswählen

CANC Mit Hilfe der virtuellen CANC-Taste können Sie die letzte oder alle Messungen im Speicher löschen. Folgende Optionen stehen zur Verfügung: **LST, TOT**

9.2.1. Wiederaufrufen einer Messung

- 

Mit Hilfe der virtuellen REC- und PAG-Taste können Sie die anzuzeigende Messung auswählen. Wenn Sie die **ENTER**-Taste drücken, zeigt das Messgerät die gewählte Messung an, einschließlich zugehöriger Info.

RCD	0°	180°
x 1/2	>999ms	>999ms
x 1	28ms	31ms
x 5	8ms	10ms
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V
VP-N=228V		VP-Pe=228V
RCD OK		
AUTO	30mA	50V
Func	IdN	UL

- 

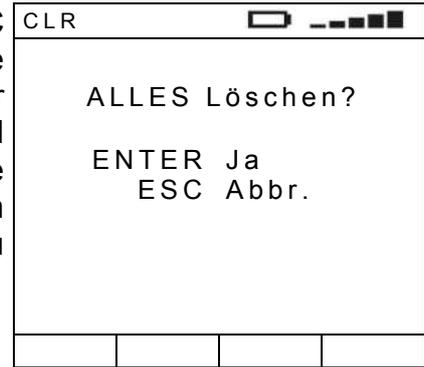
Drücken Sie die Taste **ESC**, um zur Liste der gespeicherten Messungen zurückzukehren

- 

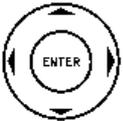
Drücken Sie die Taste **ESC**, um zum Hauptmenü zurückzukehren

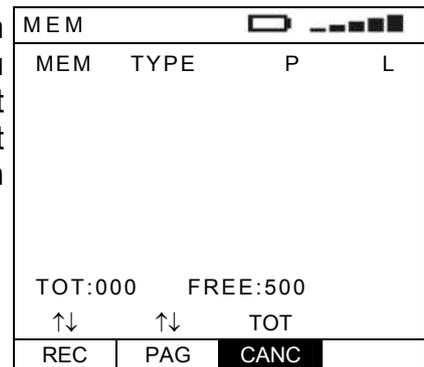
9.2.2. Löschen der letzten oder aller Messungen

3.  Wählen Sie mit der virtuellen Taste CANCEL oder TOT, je nachdem, ob Sie die letzte Messung oder alle Messungen im Speicher löschen möchten. Drücken Sie anschließend die **ENTER**-Taste. Das Messgerät fordert Sie mit einem Bildschirm ähnlich dem nebenstehend gezeigten auf, die Löschung zu bestätigen



Alternative Methode:

4.  Drücken Sie die **ENTER**-Taste, um die Löschung der Messungen zu bestätigen. Falls alle im Messgerät gespeicherten Messungen gelöscht werden, wird ein Bildschirm ähnlich dem nebenstehenden angezeigt



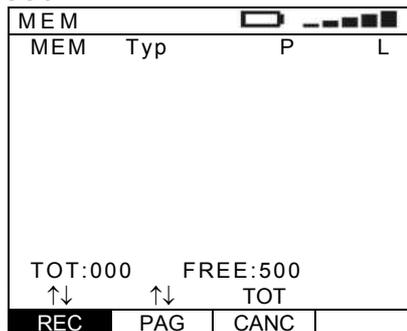
Oder:

4.  Drücken Sie die Taste **ESC**, um zur Liste der gespeicherten Messungen zurückzukehren

5.  Drücken Sie die Taste **ESC**, um zum Hauptmenü zurückzukehren

9.2.3. Fehlerbehaftete Ergebnisse

1. Falls keine Messungen gespeichert sind und es wird auf den Speicher des Messgeräts zugegriffen, wird ein Bildschirm ähnlich dem nebenstehenden angezeigt. Keine der Tasten ist aktiv, mit Ausnahme der ESC-Taste, um zum Verwaltungsmenü des Messgerätes zurückzukehren.



10. VERBINDUNG ZUM PC (MESSWERTE HERUNTERLADEN)

Die Verbindung zwischen PC und Instrument wird durch die serielle optisch isolierte Schnittstelle und dem Schnittstellenkabel C2001 (Rs-232 Kabel) oder C2006 (USB Kabel) hergestellt. Vor dem Arbeiten mit dieser Verbindung ist es notwendig, die geeignete COM-Schnittstelle und Baudrate (9600) an Ihrem PC oder Notebook auszuwählen. Um diesen Parameter einzustellen starten Sie die Software "Toplite oder Topview.

ACHTUNG: Die ausgewählte Schnittstelle sollte NICHT mit anderen Geräten oder Anwendungen geteilt werden (Beispiel-Maus, Modem, etc.)

Um die gespeicherten Daten vom Instrument zum PC zu übertragen, beachten Sie folgenden Ablauf:

1.  Drücken Sie die **ON** Taste um das Messgerät einzuschalten
2. Verbinden Sie das Instrument mit dem PC über das optoisolierte Kabel C2001 oder C2006
3. Starten Sie die Software Topview oder Topview Lite um die gespeicherten Daten vom Instrument zum PC zu übertragen.

Weitere Informationen zu der Daten und Protokollsoftware entnehmen Sie bitte der zugehörigen Bedienungsanleitung **TOPVIEW LITE**

11. WARTUNG

11.1. ALLGEMEINES

Dies ist ein Präzisionsmessgerät. Befolgen Sie die Anweisungen für Betrieb und Lagerung in dieser Anleitung genau, um mögliche Schäden oder Gefahren zu vermeiden. Verwenden Sie dieses Messgerät nicht unter ungünstigen Bedingungen wie hoher Temperatur oder Feuchtigkeit. Setzen Sie das Gerät keiner direkten Sonneneinstrahlung aus. Achten Sie darauf, das Messgerät nach dem Gebrauch auszuschalten. Wenn das Gerät für einen längeren Zeitraum nicht verwendet wird, ist es empfehlenswert, die Batterien entfernen, um den Austritt von Batterieflüssigkeit zu vermeiden, die interne Schaltungen beschädigen könnte.

11.2. BATTERIEWECHSEL

Wenn die Anzeige für niedrigen Batteriestand (§ **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) müssen die Batterien ausgewechselt werden.



VORSICHT

Nur erfahrene Techniker können das Gerät öffnen und die Batterien wechseln. Vor dem Entfernen der Batterien trennen Sie die Messleitungen von den Eingangsanschlüssen, um Stromschläge zu vermeiden.

1. Schalten Sie das Gerät aus.
2. Entfernen Sie die Messleitungen von den Eingangsanschlüssen.
3. Entfernen Sie die Batteriefachabdeckung mit Hilfe von einem Schraubendreher
4. Entfernen Sie alle Batterien und tauschen Sie sie durch neue des gleichen Typs (siehe Abschnitt 12.3.) aus, und achten Sie auf die richtige Polung.
5. Setzen Sie die Abdeckung des Batteriefaches wieder auf und befestigen sie es mit der Schraube
6. Sorgen Sie für eine fachgemäße Entsorgung der Batterien.

11.3. REINIGUNG

Reinigen Sie das Gerät mit einem trockenen Tuch. Verwenden Sie keine feuchten Tücher, Lösemittel, Wasser, usw.

11.4. ENTSORGUNG



Vorsicht: Dieses Symbol zeigt an, dass das Gerät und die einzelnen Zubehörteile fachgemäß und getrennt voneinander entsorgt werden müssen

12. SPEZIFIKATIONEN

12.1. TECHNISCHE DATEN

Niederohmmessung (LOW Ω)

Bereich [Ω]	Auflösung [Ω]	Genauigkeit
0.00 ÷ 9.99	0.01	$\pm(2.0\%rdg + 2dgt)$
10.0 ÷ 99.9	0.1	

Prüfstrom >200mA DC bis zu 5 Ω (inclusive Widerstand der Kalibration)
 Auflösung 1mA, Genauigkeit $\pm(5.0\%rdg + 5dgt)$
 Leerlaufspannung $4 < V_0 < 24V$
 Testmodus AUTO: automatische Umpolung, Summer ertönt sofern Prüfstrom < 200mA
 R+, R-: feste Polarität, Summer ertönt sofern Prüfstrom < 200mA

Isolationsmessung (M Ω)

Prüfspannung [V]	Bereich [M Ω]	Auflösung [M Ω]	Genauigkeit
50	0.01 ÷ 9.99	0.01	$\pm(2.0\%rdg + 2dgt)$
	10.0 ÷ 49.9	0.1	
	50.0 ÷ 99.9	0.1	$\pm(5.0\%rdg + 2dgt)$
100	0.01 ÷ 9.99	0.01	$\pm(2.0\%rdg + 2dgt)$
	10.0 ÷ 99.9	0.1	
	100 ÷ 199	1	$\pm(5.0\%rdg + 2dgt)$
250	0.01 ÷ 9.99	0.01	$\pm(2.0\%rdg + 2dgt)$
	10.0 ÷ 99.9	0.1	
	100 ÷ 249	1	
	250 ÷ 499	1	$\pm(5.0\%rdg + 2dgt)$
500	0.01 ÷ 9.99	0.01	$\pm(2.0\%rdg + 2dgt)$
	10.0 ÷ 99.9	0.1	
	100 ÷ 499	1	
	500 ÷ 999	1	$\pm(5.0\%rdg + 2dgt)$
1000	0.01 ÷ 9.99	0.01	$\pm(2.0\%rdg + 2dgt)$
	10.0 ÷ 99.9	0.1	
	100 ÷ 999	1	
	1000 ÷ 1999	1	$\pm(5.0\%rdg + 2dgt)$

Leerlaufspannung < 1.25 x gewählte Prüfspannung
 Kurzschlussstrom < 15mA (peak)
 Prüfspannung Auflösung: 1V, Genauigkeit $\pm(5.0\%rdg + 5dgt)$ @ R_{mis} > 0.5% FS
 Prüfstrom > 2.2mA mit 230k Ω @ 500V > 1mA mit 1k Ω @ bei anderen V_{nom}

RCD TEST

Phase-Neutral und Phase-Erde Spannungsbereich (110 ÷ 240V) $\pm 10\%$
 Frequenz 50Hz $\pm 0.5Hz$, 60Hz $\pm 0.5Hz$
 Prüfstrom (I_{dN}) 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA
 Berührungsspannung (ULIM) 25V, 50V

Auslösezeit (x $\frac{1}{2}$, x1, x2, x5, AUTO)

Faktor [x I _{dN}]	Bereich [ms]	Auflösung [ms]	Genauigkeit
$\frac{1}{2}$, 1	1 ÷ 999 allg. und selektiv	1	$\pm(2.0\%rdg + 2dgt)$
2	1 ÷ 200 general		
	1 ÷ 250 selektiv		
5	1 ÷ 50 general		
	1 ÷ 160 selektiv		

RCD Typ AC () , A () , allgemein and selektiv
 Prüfstrom (I_{dN}) multiplifier x1, x2, x5, AUTO: Genauigkeit: -0%, +10% I_{dN}
 multiplifier x $\frac{1}{2}$: Genauigkeit: -10%, +0% I_{dN}

Auslösestrom I_a (A)

I_{dN} [mA]	Typ	Bereich I_{dN} [mA]	Auflösung [mA]	Genauigkeit
≤ 10	AC	(0.5 ÷ 1.4) I_{dN}	0.1 I_{dN}	-0%, +10%rdg
	A	(0.5 ÷ 2) I_{dN}		
> 10	AC	(0.5 ÷ 1.4) I_{dN}		
	A	(0.5 ÷ 2) I_{dN}		

RCD Typ: AC (⌚), A (⌚), Allgemein und selektiv
 Auslösezeit : Auflösung 1ms, Genauigkeit ±(2.0%rdg + 2dgt)

Schutzerderwiderstand (Ra)

Bereich [Ω]	Auflösung [Ω]	Genauigkeit
1 ÷ 1999	1	±(5.0%rdg + 3dgt)

RCD Typ AC (⌚), A (⌚), Allgemein und selektiv
 Prüfstrom < ½ I_{dN} , Genauigkeit: -10%, +0% I_{dN}
 Berührungsspannung U_t Bereich: 0 ÷ 2 U_t lim Auflösung: 0.1V Genauigkeit: -0%, +(5%rdg + 3dgt)

Netz- und Schleifenimpedanz (LOOP)

Phase-Neutral und Phase-Erde Spannungsbereich (110 ÷ 240V) ±10%
 Phase-Phase Spannungsbereich (110 ÷ 415V) ±10%
 Frequenz 50Hz ±0.5Hz, 60Hz ±0.5Hz

TT und TN System

Bereich [Ω]	Auflösung [Ω]	Genauigkeit
0.01 ÷ 9.99	0.01	±(5.0%rdg + 3dgt)
10.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999 (nur Phase-Erde)	1	

Max. Prüfstrom 3A @ 127V, 6A @ 230V, 10A @ 400V

IT System

Bereich [mA]	Auflösung [mA]	Genauigkeit
5 ÷ 999	1	±(5.0%rdg + 3dgt)

Berührungsspannung, Grenzwert (UL)

25V, 50V

Schleifenwiderstand (Ra)

Bereich [Ω]	Auflösung [Ω]	Genauigkeit
0.01 ÷ 9.99	0.01	±(5.0%rdg + 1Ω)
10.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999 (phase-earth only)	1	

Prüfstrom <15mA
 Berührungsspannung (ULIM) 25V, 50V
 Phase-Neutral und Phase-Erde Spannungsbereich (110 ÷ 240V) ±10%
 Frequenz 50Hz ±0.5Hz, 60Hz ±0.5Hz

Drehfeldrichtungsmessung (1 polig)

Spannungsbereich P-N, P-PE	Frequenzbereich	Anzeigegergebnisse
(100V ÷ 240V) ±10%	50Hz ± 0.5Hz, 60Hz ± 0.5Hz	"123"→Richtig, "132"→Falsch

Die Messung ist nur bei direktem Kontakt mit spannungsführenden Teilen möglich

Leckstrommessung (LEAK)

Bereich [mV]	Auflösung [mA]	Genauigkeit
1 ÷ 1200.0	0,1 mA	±(1.0%rdg + 2dgt)

Max. Crestfaktor ≤ 3
 Ansprechzeit 10ms
 Frequenz 50Hz ±0.5Hz, 60Hz ±0.5Hz

Umweltparameter (AUX)

Parameter	Bereich	Auflösung	verarbeitendes Signal	Genauigkeit
Temperatur	-20.0 ÷ 80.0°C	0.1°C	-20 ÷ +80mV	±(2.0%rdg + 2dgt)
	-4.0 ÷ 176.0°F	0.1°F	-4 ÷ +176mV	
Feuchte	0.0 ÷ 100.0% RH	0.1% RH	0 ÷ +100mV	
DC Spannung	±(0.0 ÷ 999.9mV)	0.1mV	±(0.2 ÷ 999.9mV)	
Lichtstärke	0.001 ÷ 20.00Lux	0.001 ÷ 0.02Lux	0 ÷ +100mV	
	0.1 ÷ 2000Lux	0.1 ÷ 2Lux	0 ÷ +100mV	
	1 ÷ 20000Lux	0.1 ÷ 2Lux	0 ÷ +100mV	

Netzanalyse (PWR)
Frequenz

Bereich [Hz]	Auflösung [Hz]	Genauigkeit
47.0 ÷ 63.0	0.1	±(2.0%rdg + 2dgt)

Spannungsbereich 5.0 ÷ 265.0
 Strombereich 0.005 ÷ 1.2 x FS

Spannung AC TRMS (Eingänge P, N, E)

Bereich [V]	Auflösung [V]	Genauigkeit
5.0 ÷ 265.0	0.1V	±(0.5%rdg + 2dgt)

Max. Crestfaktor ≤ 1,5
 Frequenz 47.0 ÷ 63.0 Hz

Spannung harmonische Oberschwingungen

Bereich [V]	Auflösung [V]	Order	Genauigkeit
0.0 ÷ 265.0	0.1V	2 ÷ 15	±(2.0%rdg + 5dgt)
		16 ÷ 49	±(5.0%rdg + 10dgt)

Frequenz 47.0 ÷ 63.0 Hz

Strommessung

Bereich [A]	Auflösung [A]	Genauigkeit
0.005 ÷ 1.2 x FS	Siehe Tab. 2	±(1.0%rdg + 2dgt)

Max. Crestfaktor ≤ 3
 Frequenz 47.0 ÷ 63.0 Hz

Strom harmonische Oberschwingungen

Bereich [V]	Auflösung [A]	Order	Genauigkeit
0.005 ÷ 1.2 x FS	siehe Tab. 2	2 ÷ 15	±(2.0%rdg + 5dgt)
		16 ÷ 49	±(5.0%rdg + 10dgt)

Frequenz 47.0 ÷ 63.0 Hz
 Strom Grundwelle ≥ 0.020 x FS

Messbereich [A]	Auflösung [A]	Messbereich [A]	Auflösung [A]
1	0.001	300	0.1
10	0.01	400	0.1
30	0.01	1000	1
100	0.1	2000	1
200	0.1	3000	1

Tab. 2: Stromwandler in Verbindung mit dem Messgerät

Wirk-, Blind-, Scheinleistung (Eingänge P, N oder E + In1) bei $\cos\phi=1$, $V_{\text{mess}} > 60 \text{ V}$, $\text{Freq}=50,0 \text{ Hz}$

Bereich [W, VAR, VA]	Auflösung [W, VAR, VA]	Max Messbereich Stromzange [A]	Genauigkeit
0.0 ÷ 999.9	0.1	FS ≤ 1	±(1.0%rdg + 6dgt)
1.000 ÷ 9.999 k	0.001 k		
0.000 ÷ 9.999 k	0.001 k	1 < FS ≤ 10	
10.00 ÷ 99.99 k	0.01 k	10 < FS ≤ 100	
0.00 ÷ 99.99 k	0.01 k		
100.0 ÷ 999.9 k	0.1 k	100 < FS ≤ 3000	
0.0 ÷ 999.9 k	0.1 k		
1000 ÷ 9999 k	1 k		

Leistungsfaktor - $\cos\phi$ (@ $V_{\text{mess}} > 60 \text{ V}$, $\text{Freq} = 50,0 \text{ Hz}$)

Strombereich [A]	Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0.005 ÷ 0.1 x FS	0.80c ÷ 1.00 ÷ 0.80i	0.01	± 2°
0.1 ÷ 1.2 x FS			± 1°

12.2. SICHERHEITSSTANDARDS

12.2.1. Allgemein

Instrument :	IEC / EN61010-1, IEC / EN61557-2, -3, -4, -6, -7 VDE0413 Teil 2, -3, -4, -6, -7
Technische Dokumentation:	IEC / EN61187
Zubehör Sicherheit:	IEC / EN61010-031 IEC / EN61010-2-032
Insulation:	doppelte Isolation
Verschmutzungsgrad :	2
Innenverwend. Max.-Höhe:	2000m
Überspannungskategorie:	CAT III 240V zu Erde, max. 415V zwischen den Eingängen

12.2.2. Referenzen zu den Vorschriften, Normen

LOW Ω (200mA), Niederohmmessung	EN61557-4
M Ω , Isolationsmessung	EN61557-2
RCD:	EN61557-6
Loop, Zpe, Zpn, Zpp, Impedanzmessung	EN61557-3
Ra 15 _{mA} Schleifenwiderstand	EN61557-3
123 , Drehfeldmessung	EN61557-7

12.2.3. AUX

Schallpegelmessung	IEC / EN60651:1994/A1 Typ 1, IEC / EN60804:1994/A2 type 1DLgs. 195/2001
--------------------	--

12.2.4. Allgemeine Spezifikationen

Mechanische Angaben

Abmessungen:	235 (L) x 165 (B) x 75 (T)
Gewicht (inkl. Batterien):	ca. 1250g

Stromversorgung

Batterietyp:	6 Batterien 1.5 V – LR6 – AA – AM3 – MN 1500
Anzeige für niedrigen Batteriestand:	das Symbol "  " wird angezeigt, wenn die Batteriespannung zu gering ist
Batterielebensdauer	ca. 48 Stunden in PWR Funktion VDE Messungen > 600 Tests
Auto power off:	nach 5 min

Display:	LCD mit Hintergrundbeleuchtung, 73x65 mm
Speicher	für max. 500 Messwerte
PC Schnittstelle:	optische Schnittstelle

12.3. UMGEBUNG

12.3.1. Umgebungsbedingungen

Arbeits-Kalibrierungs-Temperatur:	23° ± 5°C
Arbeitstemperatur:	0 ÷ 40°C
Maximale relative Luftfeuchte:	<80%UR
Lagertemperatur:	-10 ÷ 60°C
Lagerfeuchtigkeit:	<80%UR

12.3.2. EMV und LVD

Das Messgerät wurde gemäß den EMV Richtlinien und den Normen EN61326-1 (1997) + A1 (1998) entworfen und auf deren Einhaltung überprüft.

12.4. LIEFERUMFANG

Modell	Iso410	Speed418	Combi419	Combi420
Geräteschutztasche Borsa75N	✓	✓	✓	✓
Kalibrierzertifikat	✓	✓	✓	✓
Kurzbedienungsanleitung	✓	✓	✓	✓
Handbuch auf CD ROM	✓	✓	✓	✓
3 Leiter Schukokabel C2033x		✓	✓	✓
Messleitungssatz Universalkit	✓		✓	✓
6 Batterien Typ 1,5V , AA	✓	✓	✓	✓

12.5. OPTIONALES ZUBEHÖR:

Beschreibung

Artikel

- Geräteschutztasche mit Gurt zur freihändigen Bedienung SP-0400
- Fernbedienung (Tastkopf mit Start /Stop Funktion) PR400
- Stromzange 5mA bis 100A AC, HT4005N
- Fehlerstrom-Zange 1mA bis 1000A , Durchmesser 54 mm HT-96U
- Stromzange für Stromschienen 200A/2000A HP302C
- Stromzange für Stromschienen 300A/3000A HP303C
- Temperatur und Feuchtigkeitssonde HT52/05
- Multi-Bereichs- Beleuchtungsstärkesonde 20-2000-20000Lux/2V HT53/05
- Schallpegelmesser HT55
- Adapterkabel für Eingang I1, AUX ABNACON

- Adapter zur genauen Messung hoher Kurzschlussströme bis **60kA** **IMP57**
 Prüfstrom: max.200 A AC
 Messbereich: 0,1mΩ –199,9mΩ und 200mΩ bis 1999mΩ
 Genauigkeit: +/- 5% + 1mΩ

Software & Kabel

- optisch isoliertes Schnittstellenkabel mit RS-232 Anschluss C2001
- optisch isoliertes Schnittstellenkabel mit USB Anschluss C2006
- (einfache Datenverarbeitung und Protokollerstellung) Topview Lite
- Prüf- und Protokollsoftware mit einfacher Datenbank Protokollmanager HT
- professionelle Prüf- und Protokollsoftware mit Datenbank **elektromanager HT**

13. SERVICE

13.1. GARANTIEBEDINGUNGEN

Für dieses Gerät gewähren wir Garantie auf Material- oder Produktionsfehler, entsprechend unseren allgemeinen Geschäftsbedingungen. Während der Garantiefrist behält sich der Hersteller das Recht vor, das Produkt wahlweise zu reparieren oder zu ersetzen.

Falls Sie das Gerät aus irgendeinem Grund für Reparatur oder Austausch einschicken müssen, setzen Sie sich bitte zuerst mit dem lokalen Händler in Verbindung, bei dem Sie das Gerät gekauft haben. Vergessen Sie nicht, einen Bericht über die Gründe für das Einschicken beizulegen (erkannte Mängel). Verwenden Sie nur die Originalverpackung. Alle Schäden beim Versand, die auf Nichtverwendung der Originalverpackung zurückzuführen sind, hat auf jeden Fall der Kunde zu tragen.

Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Personen- oder Sachschäden.

Von der Garantie ausgenommen sind:

- Zubehör und Batterien (nicht durch die Garantie gedeckt)
- Reparaturen, die aufgrund unsachgemäßer Verwendung (einschließlich Anpassung an bestimmte Anwendungen, die in der Bedienungsanleitung nicht berücksichtigt sind) oder durch unsachgemäße Kombination mit inkompatiblen Zubehörteilen oder Geräten erforderlich werden.
- Reparaturen, die aufgrund von Beschädigungen durch ungeeignete Transportverpackung erforderlich werden.
- Reparaturen, die aufgrund von vorhergegangenen Reparaturversuchen durch ungeschulte oder nicht autorisierte Personen erforderlich werden.
- Geräte, die aus irgendwelchen Gründen vom Kunden selbst modifiziert wurden, ohne dass das ausdrückliche Einverständnis unserer technischen Abteilung dafür vorlag.

Der Inhalt dieser Bedienungsanleitung darf ohne das Einverständnis des Herstellers in keiner Form reproduziert werden.

Unsere Produkte sind patentiert und unsere Warenzeichen eingetragen. Wir behalten uns das Recht vor, Spezifikationen und Preise aufgrund eventuell notwendiger technischer Verbesserungen oder Entwicklungen zu ändern

13.2. KUNDENDIENST

Für den Fall, dass das Gerät nicht korrekt funktioniert, stellen Sie vor der Kontaktaufnahme mit Ihrem Händler sicher, dass die Batterien korrekt eingesetzt sind und funktionieren. Überprüfen Sie die Messkabel und ersetzen Sie diese bei Bedarf. Stellen Sie sicher, dass Ihre Betriebsabläufe der in dieser Betriebsanleitung beschriebenen Vorgehensweise entsprechen.

Falls Sie das Gerät aus irgendeinem Grund zur Reparatur oder zum Austausch einschicken müssen, setzen Sie sich zuerst mit Ihrem lokalen Händler in Verbindung, beim dem Sie das Gerät gekauft haben. Vergessen Sie nicht, einen Bericht über die Gründe für das Einschicken beizulegen (erkannte Mängel). Verwenden Sie nur die Originalverpackung. Alle Schäden beim Versand, die auf Nichtverwendung der Originalverpackung zurückzuführen sind, hat auf jeden Fall der Kunde zu tragen.

Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Personen- oder Sachschäden

14. PRAKTISCHE RATSCHLÄGE ZU DEN VDE MESSUNGEN

• **LOW Ω (NIEDEROHMMESSUNG)**

Durchgangsprüfung an Schutzleitern, und Potentialausgleichsleitern

Die Messung entspricht EN 61557-4 und VDE 0413 Teil 4.

Die Niederohmmessung dient zur Überprüfung einer niederohmigen Verbindung des Schutzleiters oder Potentialausgleichsleiters an allen Anschlußstellen. Vor Beginn der Messung ist eine Kalibrierung der Meßleitungen angebracht um den Widerstand der verwendeten Meßleitung zu kompensieren.

Eine niederohmige Verbindung des Schutzleiters liegt vor wenn der gemessene Widerstand kleiner als 1 Ohm ist. Bei Potentialausgleichsleiter gilt als Richtwert < 0,1 Ohm.

Die Messung wird in zwei Stufen (für beiden Polaritäten) durchgeführt, wobei die Polarität automatisch umgekehrt wird. Der arithmetische Mittelwert beider Teilmessungen wird auch dargestellt.

WARNUNG



Bevor Sie einen Durchgangstest durchführen, schalten Sie den zu prüfenden Schaltkreis spannungsfrei und entladen Sie alle Kapazitäten.

• **Riso (Isolationsmessung)**

Die Messung wird entsprechend EN61557-2 und VDE 0413 Teil 2 vorgenommen.

Die Prüfung des Isolationswiderstandes gehört zu den wichtigsten Prüfungen um die Sicherheit von elektrischen Anlagen beurteilen zu können. Folgen der Isolationsfehler sind u.a. Kurzschluss, Erd- oder Körperschluß

WARNUNG



Vor Durchführung der Isolationsmessung, schalten Sie die Spannung vom Prüfschaltkreis ab und trennen Sie jeden vorhandenen Verbraucher .

Wenn Sie die Isolation an einem elektrischen System prüfen, führen Sie folgende Messungen durch:

- Isolation zwischen jeder Phase und Erde.
- Isolation zwischen Neutralleiter und Erde.
- Isolation zwischen jeder Phase und Neutralleiter.
- Isolation zwischen den einzelnen Phasen (vorausgesetzt, daß dieser Vorgang keine Beschädigung irgendwelcher Teile des Prüfschaltkreises bewirkt).

Norm	Beschreibung	Prüfspannung	Grenzwert
VDE 0100 IEC 64-8/6	Systeme SELV oder PELV Syst. bis zu 500V Systeme über 500V	250VDC 500VDC 1000VDC	> 0.25MΩ > 0.5MΩ > 1. MΩ
VDE 0100 IEC 64-8/6	Isolationen von Böden und Wänden in zivilen Anlagen Isolationen von Böden und Wänden in Systemen über 500V	500VDC 1000VDC	> 50kΩ (wenn Un<500V) > 100kΩ (wenn Un >500V)
EN60439	Schalttafeln 230/400V	500VDC	> 230kΩ
EN60204	Elektrische Ausrüstungen von Maschinen	500VDC	> 1MΩ
VDE 0100 IEC 64-8/6	Isolationen von Böden in medizinischen Räumen	500VDC	1MΩ (bei Böden bis 1 Jahr alt) 100MΩ (bei Böden > 1 Jahr alt)

Tab Mindestwerte für den Isolationswiderstand

• FI-TEST (RCD)

Die Messung entspricht VDE 0413 Teil 6.

WARNUNG



Die manuelle Überprüfung der RCD (FI) Auslösezeit bewirkt die Auslösung der Schutzeinrichtung. Vergewissern Sie sich deshalb, daß **KEIN** Verbraucher mit dem Zweig verbunden ist, in dem der RCD (FI) geprüft wird der durch die Abschaltung des Systems in Mitleidenschaft gezogen werden könnte. Wenn möglich, schalten Sie jede Last ab, die mit dem Zweig des Differential-Schalters verbunden ist, - da andere Fehlerleckströme mit einfließen können, die das Prüfergebnis beeinträchtigen können.

Die Auslösung des Differentialschalters (RCD) muss innerhalb der max. zulässigen Abschaltzeit gemäß folgender Tabelle erfolgen:

RCD (FI) Typ	$I_{\Delta N} \times 1$	$I_{\Delta N} \times 5$	Bemerkung
Allgemein	0,3s	0,04s	Max Auslösezeit in Sekunden
Selektiv S	0,5s	0,15s	Max Auslösezeit in Sekunden
	0,13s	0,05s	Min. Auslöseverzögerung in Sekunden

* Bei Nennwerten $I_{\Delta N} \leq 30\text{mA}$ beträgt der 5-fache Prüfstrom 0,25A.

Für Ströme gleich $\frac{1}{2} I_{\Delta N}$ sollte der FI überhaupt nicht abschalten

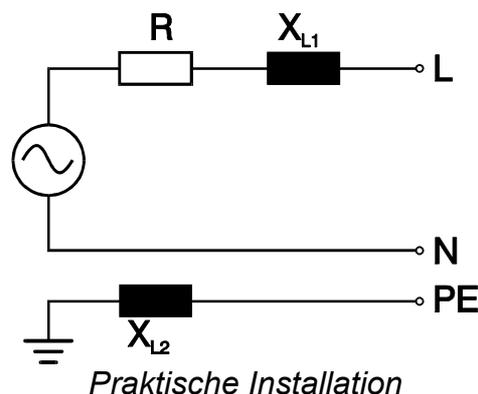
• Schleifen- (Zs) und Netz-Impedanz Zi

Warum ist die Leitungsimpedanz Z_{pn} oder Schleifenimpedanz Z_{pe} sowie der zu erwartende Kurzschlußstrom I_k zu bestimmen?

- um festzustellen, ob die verwendeten Sicherungen ausreichen (Fehlernennstrom und Abschaltleistung)
- zur Dimensionierung des Schutzsystems
- zur Bestimmung der Tauglichkeit der Stromquelle
- zur Bestimmung der Kontaktqualität (Messung bei hohen Stromimpulsen)

Die Messung der Schleifenimpedanz dient im wesentlichen zur Ermittlung des voraussichtlichen Kurzschlußstromes bei einem Kurzschluss zwischen den Leitern. Dabei sollte die Schleifenimpedanz möglichst klein sein damit im Kurzschlußfall ein genügend hoher Strom fließt. Nur dann ist eine sichere und schnelle Auslösung der Sicherungen gewährleistet.

Warum wird die Impedanz $Z = R + jX_L$ und nicht nur der Widerstand R gemessen?



Erfolgt die Messung in der Nähe eines Transformators oder ist eine induktive Last mit dem Transformator in Reihe geschaltet, so hat der induktive Teil der Impedanz bereits einen erheblichen Einfluß auf den zu erwartenden Kurzschlußstrom. Darum ist die Impedanz der für die Berechnung des Kurzschlußstromes richtige Parameter. Der Kurzschlußstrom wird in Bezug auf den Nennwert der Netzspannung berechnet.

Die entsprechenden Grenzwerte zur Beurteilung der Überstrom- Schutzeinrichtungen sind der VDE 0100 Teil 610 Seite 12 zu entnehmen (Anhang F)

14.1. OBERWELLEN (HARMONISCHE) SPANNUNG UND STROM

14.1.1. Theorie

Jede periodische, nicht sinusförmige Kurvenform lässt sich gemäß folgender Beziehung als eine Summe von Sinusschwingungen darstellen, deren Frequenzen ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz sind:

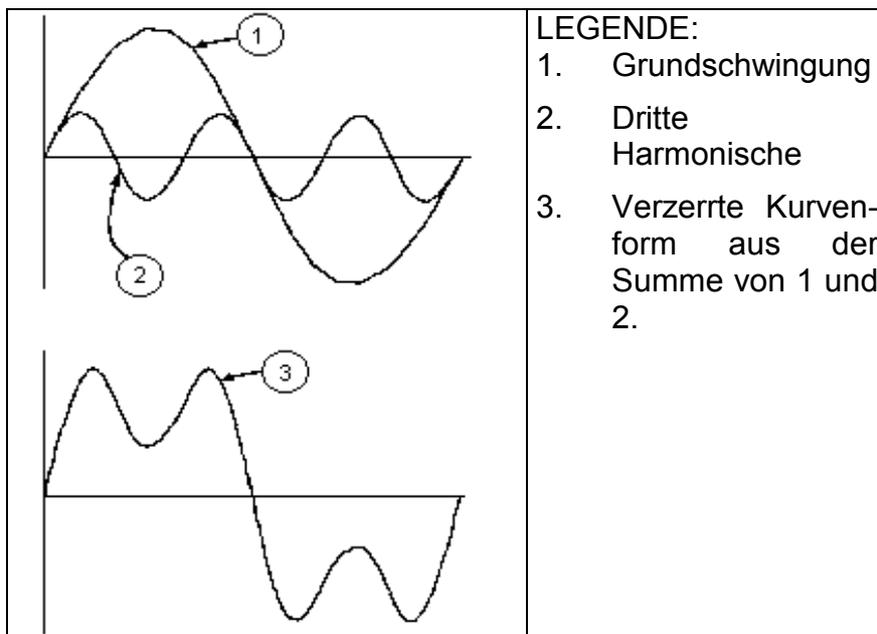
$$u(t) = U_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \hat{u}_k \sin(\omega_k t + \varphi_k) \quad (1)$$

wobei:

U_0 = Mittelwert von $u(t)$

\hat{u}_1 = Amplitude der Grundschwingung von $u(t)$

\hat{u}_k = Amplitude der k.ten Harmonischen von $u(t)$



Ergebnis der Addition zweier verschiedener Frequenzen.

Im Stromnetz hat die Grundschwingung eine Frequenz von 50 Hz, die zweite Harmonische eine Frequenz von 100 Hz, die dritte Harmonische eine Frequenz von 150 Hz und so weiter. Verzerrungen durch Harmonische oder Oberschwingungen sind ein andauernder Zustand, nicht zu verwechseln mit kurzen Erscheinungen von wenigen Minuten, wie Spitzen, Einbrüchen oder Schwankungen.

In (1) läuft der Index k von 1 bis Unendlich. In Wirklichkeit jedoch besteht ein Signal nur aus einer begrenzten Anzahl von Harmonischen: Es gibt immer eine Ordnungszahl, ab der die Höhe der Harmonischen vernachlässigbar klein ist. Die Europamorm EN 50160 empfiehlt, den Index in obiger Formel (1) bis zur 40. Harmonischen zu berücksichtigen. Die Gesamt-Verzerrung THD als Indikator für die Präsenz von Oberschwingungen in % ist definiert als:

$$THDu = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} U_h^2}}{U_1}$$

Dieser Index nimmt alle Harmonische in seine Rechnung auf. Je höher er ist, desto verformter erhalten Sie die Wellenform.

14.1.2. Grenzwerte für Harmonische

EN-50160 legt die Grenzen für die Spannungsharmonischen fest, die in ein Netz durch einen Stromversorger eingeleitet werden können. Unter normalen Bedingungen, während irgendeiner Periode in der Woche, 95% wenn der RMS Wert jeder Spannungsharmonischen, gemittelt über 10 Minuten, wird niedriger zu sein haben, als oder gleich der Werte, die in der folgenden Tabelle angegeben sind.

Die Gesamtharmonische Oberwelligkeit (THD) der Versorgungsspannung (einschließlich aller die Harmonischen bis zur 40. Order) muss niedriger als oder gleich bis zu 8% sein.

Ungerade Harmonische				Geraden Harmonische	
Keine Vielfache von 3		Vielfache von 3		Order h	Relative Spannung %Max
Order h	Relative Spannung % Max	Order h	Relative Spannung % Max		
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6..24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

Diese Grenzen, theoretisch anwendbar nur für die Lieferanten von elektrischer Energie, stellen jedoch eine Serie von Bezugswerten bereit, innerhalb derer die Harmonischen, die durch den Benutzer in das Netzwerk eingespeist werden, enthalten sein müssen.

14.1.3. Herkunft der Oberschwingungen

Jedes elektrische Betriebsmittel, das Sinusschwingungen verändert oder nur einen Teil einer solchen Schwingung aufnimmt, verursacht Verzerrungen der Sinusschwingung und somit Oberschwingungen (Harmonische).

Alle Signale sind in gewisser Weise ein Gemisch von Oberschwingungen. Der am häufigsten auftretende Fall ist die Oberschwingungs-Verzerrung durch nicht lineare Lasten, wie elektrische Haushaltsgeräte, Computer oder drehzahlveränderliche Antriebe (Frequenz-Umrichter).

Harmonische Verzerrungen verursachen erhebliche Ströme, deren Frequenzen ungerade Vielfache der Grundfrequenz sind. Harmonische Ströme beanspruchen den Neutralleiter in elektrischen Netzen beträchtlich.

In den meisten Ländern ist das Versorgungsnetz 3-phasig 50 / 60Hz mit einem primär im Dreieck und sekundär im Stern verschalteten Transformator. Die Sekundärwicklung erzeugt allgemein 230V AC von Außen- zu Neutralleiter und 400V AC zwischen den Außenleitern. Die symmetrische Belastung der Außenleiter bereitete bei der Auslegung von elektrischen Netzen schon immer Kopfzerbrechen.

Bis vor einigen Jahrzehnten war die vektorielle Summe aller Ströme in einem gut symmetrierten Netz gleich Null oder ganz klein (bestimmt durch die Schwierigkeit, eine perfekte Symmetrierung der Lasten zu erreichen). Die Lasten waren Glühlampen, kleine Motoren und andere lineare Lasten. Das Ergebnis war ein nahezu sinusförmiger Strom in jedem Außenleiter und ein niedriger Neutralleiterstrom bei einer Frequenz von 50 / 60Hz. „Moderne“ Geräte, wie Fernseher, Leuchtstofflampen, Video-Geräte und Mikrowellenherde verbrauchen normalerweise immer nur für einen Bruchteil einer Periode Strom und

verursachen so nicht lineare Lasten und folglich nicht lineare Ströme. All dies erzeugt ungerade Harmonische der 50 / 60Hz Netz-Frequenz.

Aus diesem Grund enthalten die Ströme der Verteiltransformatoren nicht nur eine 50Hz (oder 60Hz) Komponente, sondern auch eine 150Hz (oder 180Hz) Komponente, eine 250Hz (oder 300Hz) Komponente und andere erhebliche harmonische Komponenten hoch bis zu 750Hz (oder 900Hz) und höher.

Die vektorielle Summe der Ströme in einem gut symmetrierten Netz, das nicht lineare Lasten versorgt, mag ziemlich klein sein. Jedoch zeigt die Summe aller Ströme kein völliges Verschwinden der Harmonischen.

Die **ungeraden Vielfachen der dritten Harmonischen** (bezeichnet als „TRIPLE N'S“) **erscheinen als Summe im Neutralleiter** und können ein Überhitzen des Neutralleiters verursachen, gerade auch bei symmetrischer Last.

14.1.4. Konsequenzen aus dem Vorhandensein von Harmonischen

Im Allgemeinen verursachen Harmonische geradzahliger Ordnung, also die zweite, vierte etc. keine Probleme. „Tripel“ Harmonische, ungerade Vielfache von drei, addieren sich im Neutralleiter (anstatt sich gegenseitig aufzuheben) und erzeugen so den Zustand der **Überhitzung des Leiters**, was eine extreme Gefahr bedeutet.

Planer sollten, um bei der Auslegung von Energie-Verteilanlagen die Oberschwingungs-Ströme zu berücksichtigen, folgende drei Regeln beachten:

- Der Neutralleiter-Querschnitt muss hinreichend groß bemessen sein.
- Der Verteiltrafo muss über ein zusätzliches Kühlsystem verfügen, um mit seiner Nennlast betrieben werden zu können, wenn er nicht für Oberschwingungs-Belastung ausgelegt ist. Dies ist notwendig, weil der Oberschwingungs-Strom im Neutralleiter der Sekundärwicklung in der im Dreieck verschalteten Primärwicklung einen Kreisstrom erzeugt. Dieser zirkulierende Oberschwingungs-Strom heizt den Transformator auf.
- Harmonische Außenleiterströme können den Transformator nur begrenzt passieren. Dies kann zur Verzerrung der Spannungs-Kurvenform führen, so dass diese ebenfalls höhere Frequenzen enthält und leicht jeden Kompensations-Kondensator überlasten kann.

Die fünfte und die elfte Harmonische haben gegenläufigen Umlaufsinn, erschweren den Lauf von Motoren und verkürzen dadurch deren Lebensdauer.

Im Allgemeinen gilt:

Je höher die Ordnungszahl der Harmonischen, desto kleiner ist Ihre Energie und deshalb die Einwirkung auf die Anlage (ausgenommen Transformatoren).

14.2. DEFINITION DER LEISTUNG UND DES LEISTUNGSFAKTORS

In einem gewöhnlichen dreiphasigen Netz mit Sinus-Spannungen gelten folgende Definitionen:

Außenleiter-Wirkleistung: (n=1,2,3)	$P_n = V_{nN} \cdot I_n \cdot \cos(\varphi_n)$
Außenleiter-Scheinleistung: (n=1, 2, 3)	$S_n = V_{nN} \cdot I_n$
Außenleiter-Blindleistung: (n=1, 2, 3)	$Q_n = \sqrt{S_n^2 - P_n^2}$
Außenleiter-Leistungsfaktor: (n=1, 2, 3)	$P_{F_n} = \frac{P_n}{S_n}$
Gesamt-Wirkleistung:	$P_{TOT} = P_1 + P_2 + P_3$
Gesamt-Blindleistung:	$Q_{TOT} = Q_1 + Q_2 + Q_3$
Gesamt-Scheinleistung:	$S_{TOT} = \sqrt{P_{TOT}^2 + Q_{TOT}^2}$
Gesamt-Leistungsfaktor:	$P_{F_{TOT}} = \frac{P_{TOT}}{S_{TOT}}$

wobei:

V_{nN} = Effektivwert der Spannung zwischen Außenleitern und Neutralleiter,

I_n = Effektivwert des Außenleiterstroms,

φ_n = Phasenverschiebungswinkel zwischen Spannung und Strom der Außenleiter.

Sind die vorhandenen Spannungen und Ströme verzerrt, ändern sich die vorgenannten Beziehungen wie folgt:

Außenleiter-Wirkleistung: (n=1, 2, 3)	$P_n = \sum_{k=0}^{\infty} V_{k_n} I_{k_n} \cos(\varphi_{k_n})$
Außenleiter-Scheinleistung: (n=1, 2, 3)	$S_n = V_{nN} \cdot I_n$
Außenleiter-Blindleistung: (n=1, 2, 3)	$Q_n = \sqrt{S_n^2 - P_n^2}$
Außenleiter-Leistungsfaktor: (n=1, 2, 3)	$P_{F_n} = \frac{P_n}{S_n}$
Verschiebung des Leistungsfaktors: (n=1,2,3)	$\text{dpf}_n = \cos \varphi_{1n}$ = Phasenverschiebung zwischen den Grundschwingungen von Spannung und Strom in Außen- leiter n.
Gesamt-Wirkleistung:	$P_{TOT} = P_1 + P_2 + P_3$
Gesamt-Blindleistung:	$Q_{TOT} = Q_1 + Q_2 + Q_3$
Gesamt-Scheinleistung:	$S_{TOT} = \sqrt{P_{TOT}^2 + Q_{TOT}^2}$
Gesamt-Leistungsfaktor:	$P_{F_{TOT}} = \frac{P_{TOT}}{S_{TOT}}$

Anmerkung:

Obiger Ausdruck für die Außenleiter-Blindleistung ist nur auf sinusförmige Verläufe anwendbar.

Um dies zu verstehen mag es nützlich sein, in Betracht zu ziehen, dass beides, Oberschwingungen und Blindleistung, neben anderen Auswirkungen entsprechend dem erhöhten Effektivwert des Stroms ein Ansteigen der Verlustleistung im Netz bewirkt.

Obiger Beziehung nach addiert sich die durch die Harmonischen verursachte Verlustleistung zu derjenigen, die durch die Blindleistung ohnehin schon entsteht. Gerade wenn zwei die Verlustleistung im Netz erhöhenden Ereignisse zusammenfallen, ist es im Allgemeinen unzutreffend, diese beiden Ursachen der Verlustleistung lägen in Phase zueinander und könnten deshalb arithmetisch addiert werden.

Daher hat man für den Fall eines mit Oberschwingungen belasteten Netzes einen weiteren Parameter, genannt **(Verzerrungs-) Leistungsfaktor (dpf)**, festgelegt.

Für die Praxis stellt dieser Parameter (dpf) ein Maß für die aus Grundschwingungs-Blindleistung (Phasenwinkel zwischen Spannung und Grundschwingung des Stroms) und der zusätzlichen Belastung durch Oberschwingungen dar.