



UK
CA
CE

PQA924

Bedienungsanleitung



INHALT

1.	VORSICHTSMAßNAHMEN UND SICHERHEITSMASßNAHMEN	3
1.1.	Allgemeines	3
1.2.	Vorbemerkungen	4
1.3.	Während der Verwendung	5
1.4.	Nach der Verwendung	5
2.	ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	6
2.1.	Einführung	6
2.2.	Funktionsweise des Instruments	6
2.3.	Startbildschirm	6
3.	VORBEREITUNG ZUM GEBRAUCH	7
3.1.	Vorbereitende Prüfung	7
3.2.	Versorgung des Messinstruments	7
3.3.	Lagerung	7
4.	NOMENKLATUR	8
4.1.	Beschreibung des Instruments	8
4.2.	Beschreibung der Funktionstasten	9
4.3.	Displayanzeigen-Beschreibung	10
5.	HAUPTMENÜ	11
5.1.	Allgemeine Konfiguration	12
5.1.1.	Systemsprache einstellen	12
5.1.2.	Definition von Messkabelfarben und internen Parametern	13
5.1.3.	Einstellung der Helligkeit des Displays	14
5.1.4.	Einstellung des Tastentons	14
5.1.5.	Einstellung der automatischen Abschaltung	14
5.1.6.	Einstellung des Passwortschutzes	14
5.1.7.	WLAN-Hotspot-Einstellung	15
5.1.8.	Kalibrierung des Touchscreen-Displays	15
5.1.9.	Einstellung des Namens des Bedieners	16
5.1.10.	Datums-/Zeiteinstellung	16
5.1.11.	Kommunikationseinstellung über Ethernet-Netzwerk	17
5.2.	Analysator-Einstellungen	20
5.2.1.	Einstellung von Systemtyp, Frequenz und Nennspannung	20
5.2.2.	Einstellung der Art der Stromwandler	21
5.2.3.	Parametereinstellung für Strommessung an externen TAs	23
5.3.	Rekorder Konfiguration	26
5.3.1.	Einstellung der Aufzeichnungsparameter	27
5.3.2.	Einstellung der vordefinierten Konfigurationen	31
5.4.	Echtzeit-Funktion	32
5.4.1.	Anzeige numerischer Werte	32
5.4.2.	Signalkurvenanzeige	36
5.4.3.	Anzeige der Harmonischenanalyse	39
5.4.4.	Anzeige des Vektordiagramms	43
6.	ANWEISUNGEN ZUM GEBRAUCH	47
6.1.	Anschlüsse des Messinstruments an die Anlage	47
6.1.1.	Einphasiges 2-Leiter-System	47
6.1.2.	Dreiphasiges 4-Leiter-System	48
6.1.3.	Dreiphasiges 3-Leiter-System	49
6.1.4.	Dreiphasiges 3-Leiter-System, Aron-Schaltung	50
6.1.5.	Dreiphasiges 4-Leiter-System Mittelanzapfung, 3Ph HL	51
6.1.6.	Dreiphasiges 3-Leiter-System 3Ph 2E	52
6.1.7.	Einphasiges 3-Leiter-System 1F PC	53
6.2.	Autoset-Funktion	54
6.3.	Starten und Stoppen einer Aufzeichnung	57
6.4.	Gespeicherte Daten	59
6.5.	Instrumentinformationen	60
7.	ANSCHLIEßEN DES INSTRUMENTS AN EINEN PC	61
8.	WARTUNG	64

8.1.	Allgemeines.....	64
8.2.	Auswechseln oder Aufladen der internen Batterien	64
8.3.	Reinigung des Instruments	65
9.	TECHNISCHE DATEN.....	66
9.1.	Technische Eigenschaften	66
9.2.	Allgemeine Eigenschaften	70
9.3.	Klimabedingungen für den Gebrauch	71
9.4.	Zubehör.....	71
10.	ANHANG – THEORIE.....	72
10.1.	Spannungsanomalien	72
10.2.	Harmonische von Spannung und Strom	73
10.2.1.	Theorie.....	73
10.2.2.	Grenzwerte für Spannungs-Harmonische	74
10.2.3.	Ursachen für das Vorhandensein von Harmonische	75
10.2.4.	Auswirkungen des Vorhandenseins von Harmonische	76
10.2.5.	Wahlparameter der elektrischen Transformatoren – K-Faktor	76
10.2.6.	Interharmonische	77
10.3.	Anlaufströme	78
10.4.	Flicker	80
10.5.	Spannungsdissymmetrie.....	81
10.6.	Schnelle Spannungstransienten	82
10.7.	Definitionen der berechnete Netzwerkparameter	83
10.7.1.	Leistungskonventionen und Leistungsfaktoren	85
10.7.2.	ARON-Schaltung	87
10.8.	Anschluss des Instrumentes an externe Stromwandler	88
10.9.	Messverfahren	89
11.	KUNDENDIENST.....	90
11.1.	Garantiebedingungen	90
11.2.	Kundendienst.....	90

1. VORSICHTSMAßNAHMEN UND SICHERHEITSMABNAHMEN

1.1. ALLGEMEINES

Das Instrument wurde gemäß der Richtlinie IEC/EN61010-1 über elektronische Messinstrumente entwickelt. Zu Ihrer Sicherheit und um eine Beschädigung des Instrumentes zu vermeiden, befolgen Sie bitte die in diesem Handbuch beschriebenen Verfahren und lesen Sie alle Hinweise vor dem Symbol sorgfältig durch .

Vor und während der Durchführung der Maßnahmen sind folgende Hinweise zu beachten:

- Führen Sie keine Spannungs- oder Strommessungen in feuchter Umgebung durch.
- Führen Sie keine Messungen in Gegenwart von Gasen oder explosiven Materialien, Brennstoffen oder in staubiger Umgebung durch.
- Vermeiden Sie den Kontakt mit dem zu prüfenden Stromkreis, wenn keine Messungen durchgeführt werden.
- Vermeiden Sie den Kontakt mit freiliegenden Metallteilen, unbenutzten Messklemmen, Stromkreisen usw.
- Führen Sie keine Messungen durch, wenn Sie Defekte am Instrument feststellen, wie z. B. Verformungen, Bruchstellen, Auslaufen von Substanzen, keine Anzeige auf dem Display usw.

In diesem Handbuch und auf dem Instrument werden folgende Symbole verwendet:



WARNUNG: Befolgen Sie die Anweisungen in der Bedienungsanleitung; eine unsachgemäße Verwendung kann zu Schäden am Instrument oder seinen Komponenten führen.



Hochspannungsgefahr: Stromschlaggefahr



Doppelte Isolierung



Gleichspannung bzw. Gleichstrom (AC)



Erdung



WARNUNG: Das auf dem Instrument angegebene Symbol weist darauf hin, dass dieses sowie sein Zubehör getrennt vom Hausmüll entsorgt und einer fachgerechten Wiederverwertung zugeführt werden müssen

1.2. VORBEMERKUNGEN

- Das Instrument wurde für den Einsatz unter den in § 9.3 angegebenen Umgebungsbedingungen entwickelt. Das Vorhandensein erheblich unterschiedlicher Umgebungsbedingungen kann die Sicherheit des Instruments und des Bedieners gefährden. Warten Sie in jedem Fall vor dem Gebrauch, bis die Bedingungen im Inneren des Instruments mit den Bedingungen der Umgebung, in der es betrieben wird, vergleichbar sind.
- Es kann für **SPANNUNGS- und STROMMESSUNGEN** an Anlagen mit der Überspannungskategorie CAT IV 600VAC, CAT III 1000VAC gegen Erde mit einer maximalen Spannung von 1000V Inter den Eingängen verwendet werden.
- Wir bitten Sie, die normalen Sicherheitsregeln zu befolgen, die in den Verfahren für Arbeiten unter Spannung vorgesehen sind, und die vorgesehene PSA zum Schutz vor gefährlichen Strömen zu verwenden und das Instrument vor falscher Verwendung zu schützen
- Für den Fall, dass das Fehlen einer Spannungsanzeige eine Gefahr für den Bediener darstellen könnte, führen Sie vor der Messung unter Spannung immer eine Durchgangsprüfung durch, um den korrekten Anschluss und den Zustand der Spitzen zu bestätigen
- Die Einhaltung der Sicherheitsstandards ist nur durch das mit dem Instrument mitgelieferte Zubehör gewährleistet. Dieses muss in gutem Zustand sein und gegebenenfalls durch identische Modelle ersetzt werden.
- Führen Sie keine Messungen an Stromkreisen durch, die die angegebenen Strom- und Spannungsgrenzen überschreiten.
- Bevor Sie die Kabel, Krokodilklemmen und Wandler an den zu prüfende Stromkreis anschließen, überprüfen Sie, ob die gewünschte Funktion ausgewählt ist.



WARNUNG

Führen Sie eine vollständige Aufladung der internen Batterien durch und lassen Sie sie **mindestens 14 Stunden** lang aufladen, wenn Sie das Instrument nach dem Kauf zum ersten Mal verwenden.

1.3. WÄHREND DER VERWENDUNG

Bitte lesen Sie die folgenden Empfehlungen und Anweisungen sorgfältig durch:



WARNUNG

Die Nichtbeachtung der Warnhinweise und/oder Anweisungen kann das Instrument und/oder seine Komponenten beschädigen oder eine Gefahrenquelle für den Bediener darstellen.

- Wenn das Instrument an den zu prüfenden Stromkreis angeschlossen ist, berühren Sie niemals einen unbenutzten Anschluss.
- Während der Strommessung kann jeder andere Strom, der sich in der Nähe der Wandler befindet, die Messgenauigkeit beeinflussen.
- Positionieren Sie den Leiter während der Strommessung immer so weit wie möglich in der Mitte des Ringkerns, um eine genauere Ablesung zu erhalten.
- Wenn während einer Messung der Wert oder das Vorzeichen der untersuchten Größe konstant bleibt, prüfen Sie, ob die Funktion „**HOLD**“ aktiviert ist.

1.4. NACH DER VERWENDUNG

- Wenn die Messungen abgeschlossen sind, schalten Sie das Instrument mit der **ON/OFF**-Taste aus.
- Wenn Sie beabsichtigen, das Instrument über einen längeren Zeitraum nicht zu verwenden, beachten Sie die Aufbewahrungsvorschriften in § 3.3

2. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

2.1. EINFÜHRUNG

Das **PQA924** wurde entwickelt, um auf schnellste und einfachste Weise Untersuchungen der Strom- & Spannungsqualität gemäß den Anforderungen der Norm **IEC/EN61000-4-30** durchzuführen. Es bietet eine Touchscreen Benutzeroberfläche, erweiterte Autokonfigurations-funktionen und eine intuitive Software für die Analyse der Ergebnisse und die Erstellung von Messprotokollen. Das PQA924 bietet auch eine hohe Messgenauigkeit (**S-Klasse**), die häufig in anspruchsvollen Untersuchungen der Strom- & Spannungsqualität verwendet wird.

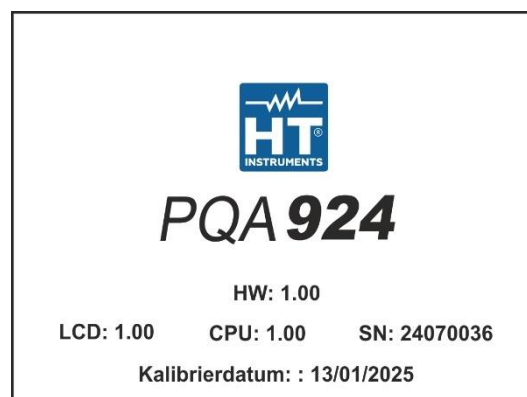
2.2. FUNKTIONSWEISE DES INSTRUMENTS

Das PQA924 ist in der Lage, jedes kritische Ereignis im Zusammenhang mit der Netzqualität zu erfassen: schnelle Spannungstransienten, Harmonische und Interharmonische von Spannung und Strom, LeistungsHarmonische, Spannungsfälle, Spannungsspitzen und Einschaltstrom sowie eine Flicker-Analyse, d. h. alle möglichen Parameter, die es ermöglichen, das untersuchte elektrische System zu charakterisieren. Insbesondere kann das Instrument bis zu **3180 Kanäle**, Spannungs-Strom-Ereignisse gleichzeitig aufzeichnen:

- **Bis zu 386 Kanäle** für Netzwerkparametern (130 Kategorien: Frequenz, Spannung, Strom, Leistung usw.)
- **Bis zu 2225** Harmonischeswerte (Amplituden und Phasen der Spannungs- und StromHarmonische bis zur 63. Ordnung, LeistungsHarmonische bis 63. Ordnung, THD%, k-Faktoren)
- **Bis zu 536** Interharmonische Werte (Interharmonische Gruppen bis 63. Ordnung für Spannungen und Ströme, THD%)
- **Bis zu 24 Kanäle** für Energiedaten (aktive und reaktive Energien)
- **Bis zu 6 Kanäle** für Flicker-Daten (Pst-, Plt-Spannungen)
- Ereignisse im Zusammenhang mit Spannungsfällen, Spannungsschwankungen und Spannungsunterbrechungen
- Ereignisse im Zusammenhang mit schnellen Spannungstransienten (**max. Spannung 8kV, Mindestdauer 1µs**)
- Ereignisse im Zusammenhang mit Einschaltströmen (**ab 10ms**)

2.3. STARTBILDSCHIRM

Wenn Sie das Instrument über die **ON/OFF-Taste** einschalten, wird der folgende Bildschirm für einige Sekunden der Initialisierung angezeigt:



Darin werden (neben dem Hersteller und dem Modell des Instruments) angezeigt:

- Die Seriennummer des Instruments (SN).
- Die Firmware- und Hardware-Versionen des Instruments (LCD, CPU, HW).
- Das Datum der letzten durchgeführten Kalibrierung (Kalibrierungsdatum:).

3. VORBEREITUNG ZUM GEBRAUCH

3.1. VORBEREITENDE PRÜFUNG

Das Instrument wurde elektrisch und mechanisch geprüft. Es wurden alle möglichen Vorkehrungen getroffen, um eine unbeschädigte Lieferung zu gewährleisten. Es wird jedoch empfohlen, es kurz zu überprüfen, um eventuelle während des Transports erlittene Schäden festzustellen. Wenn Sie Fehler feststellen, wenden Sie sich sofort an Ihren Spediteur. Es wird auch empfohlen, die in der beiliegenden Packliste angegebene Standardausstattung zu überprüfen. Bei Unstimmigkeiten wenden Sie sich bitte an Ihren Händler. Sollten Sie das Instrument zurückschicken müssen, folgen Sie bitte den Anweisungen in § 11.

3.2. VERSORGUNG DES MESSINSTRUMENTS

Das Instrument kann mit 6x1,5V AA-Alkaline-Batterien oder 6x1,2V AA-NiMH-Batterien betrieben werden, die über das mitgelieferte externe Netzteil wieder aufgeladen werden können. Hinweise zum Auswechseln oder Aufladen der Batterien siehe § 8.2.



WARNUNG

- Während einer Aufzeichnung **wird die Verwendung des mitgelieferten externen Netzteils empfohlen**
- Führen Sie eine **vollständige Aufladung der internen Batterien durch und lassen Sie sie mindestens 14 Stunden lang aufladen, wenn Sie das Instrument nach dem Kauf zum ersten Mal verwenden**
- Die vom Instrument gespeicherten Daten gehen auch ohne Batterien nicht verloren.
- Das Instrument lädt die NiMH-Batterien nicht bei Temperaturen auf, die außerhalb des zulässigen Bereichs liegen (0÷40 °C)
- Verwenden Sie nur Batterien des gleichen Typs (also entweder nur Alkaline oder nur wiederaufladbare NiMH)
- Das Instrument lädt die Batterien nicht auf, wenn es den verwendeten Batterietyp nicht erkennen kann (z. B. wenn fälschlicherweise NiMH- und Alkaline-Batterien vorhanden sind).

Um die Batterielaufzeit maximal zu erhöhen, verfügt das Instrument über eine automatische Abschaltfunktion ca. 5 Minuten nach dem Drücken einer Taste oder eines Buttons auf dem Touchscreen-Display (siehe § 5.1.5).

3.3. LAGERUNG

Das Instrument wurde für den Einsatz unter den in § 9.3 angegebenen Umgebungsbedingungen entwickelt. Das Vorhandensein erheblich unterschiedlicher Umgebungsbedingungen kann die Sicherheit des Instruments und des Bedieners gefährden und/oder keine präzisen Messungen gewährleisten. **Entfernen Sie die Batterien, wenn Sie das Instrument über einen längeren Zeitraum nicht verwenden möchten.** Warten Sie nach einer Lagerzeit und/oder unter extremen Umgebungsbedingungen vor dem Gebrauch, bis die Bedingungen im Inneren des Instrumentes mit den Bedingungen der Umgebung, in der es betrieben wird, vergleichbar sind.

4. NOMENKLATUR

4.1. BESCHREIBUNG DES INSTRUMENTS

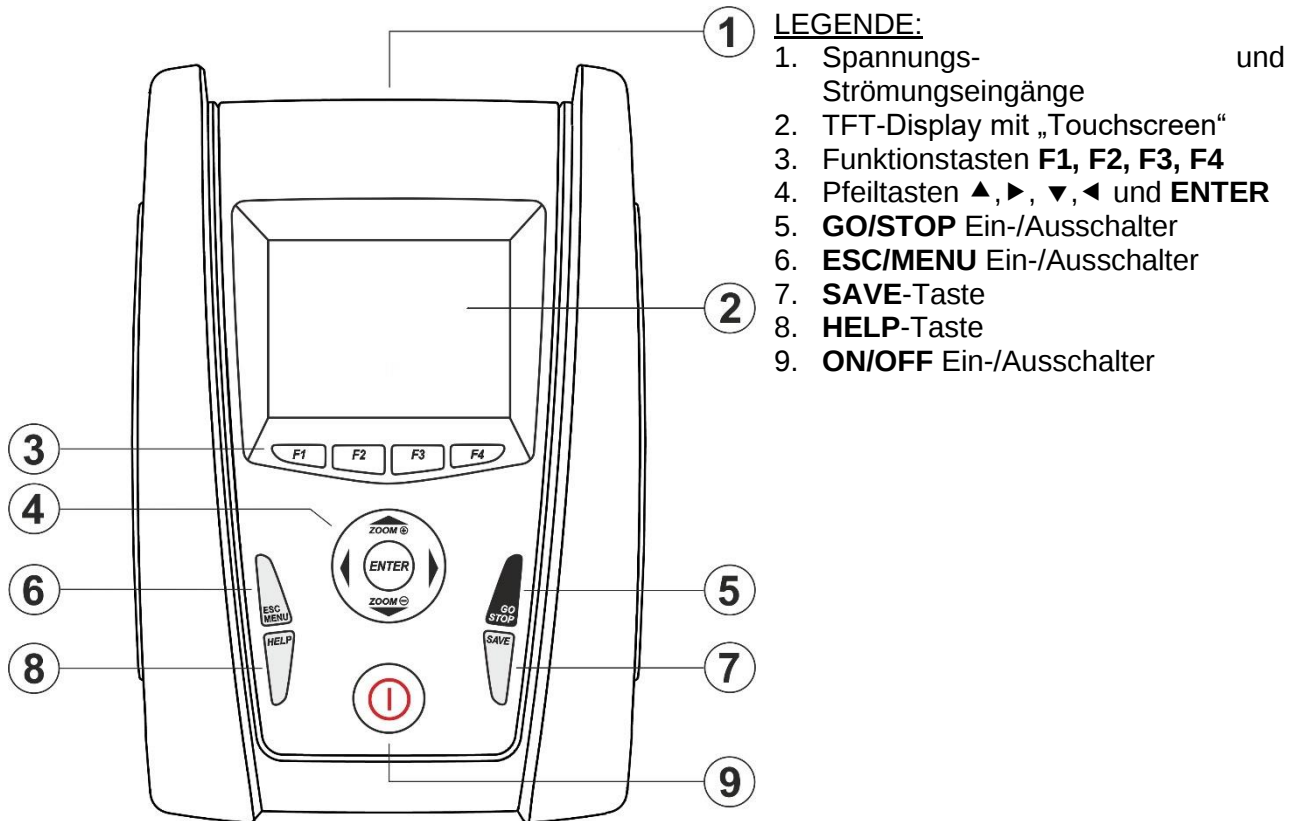


Abb. 1: Darstellung Frontseite des Instruments

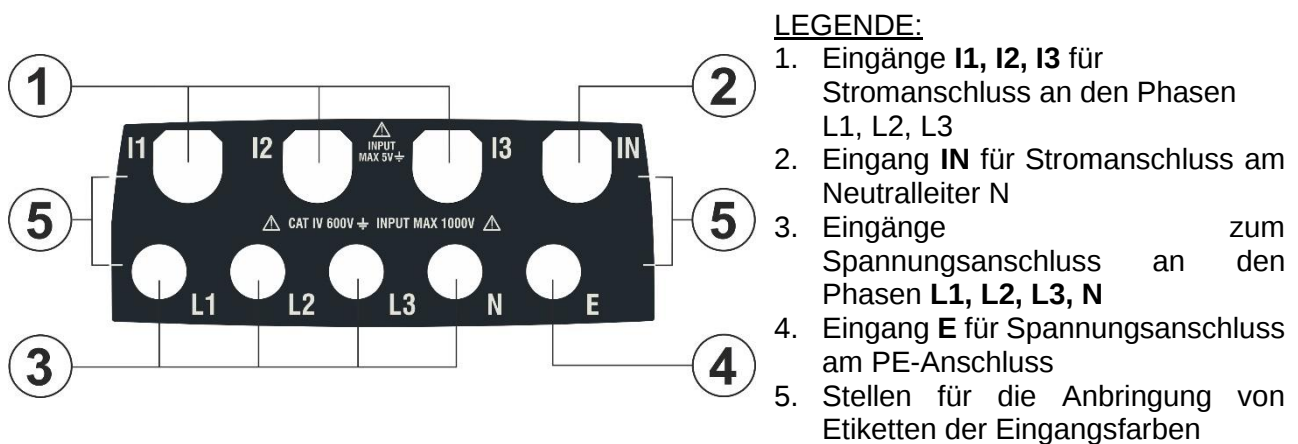


Abb. 2: Beschreibung der Instrumenteeringangsklemmen

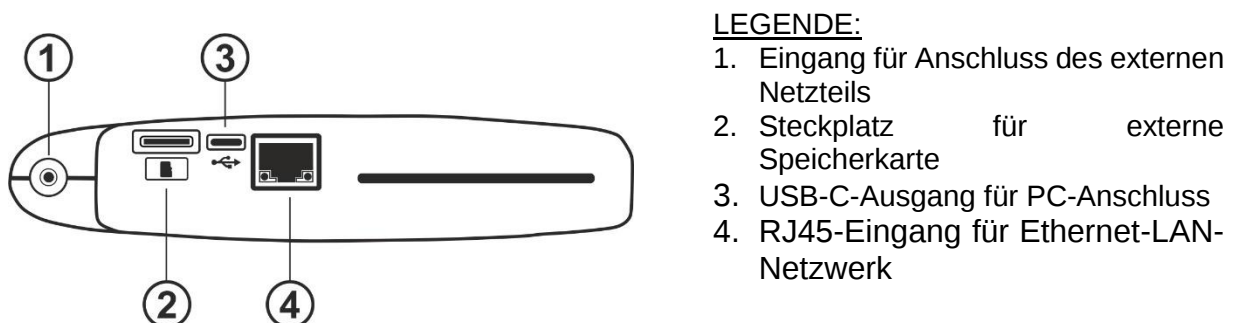


Abb. 3: Beschreibung der seitlichen Anschlüsse des Instruments

4.2. BESCHREIBUNG DER FUNKTIONSTASTEN

Die Beschreibung der am Instrument vorhandenen Funktionstasten ist nachstehend aufgeführt.

Funktionstaste	Beschreibung
ON/OFF	Drücken Sie die ON/OFF-Taste und <u>lassen Sie sie nach etwa 1 Sekunde</u> los, um das Instrument einzuschalten. Um das Instrument auszuschalten, halten Sie diese Taste etwa 2 Sekunden lang gedrückt. Wenn das Instrument blockiert, halten Sie die ON/OFF-Taste <u>Inter 3 und 10 Sekunden</u> lang gedrückt, um das Ausschalten zu erzwingen
F1, F2, F3, F4	Multifunktionstasten. Die Funktion, die diese Tasten in den verschiedenen Funktionen des Instruments erfüllen, wird durch das Symbol dargestellt, das am unteren Rand des Displays auf der Taste selbst angezeigt wird
ESC	Ausgangstaste aus den verschiedenen Menüs und Unterbetriebsarten. Das Symbol „  “ auf den Bildschirmen führt die gleiche Funktion interaktiv aus.
ENTER	Taste mit Doppelfunktion: ➤ Bestätigung der in den Menüs vorgenommenen Einstellungen ➤ Aktivierung/Deaktivierung der Funktion „HOLD“, mit der der Wert der vom Instrument gemessenen Parameter auch während einer laufenden Aufzeichnung auf dem Display fixiert werden kann. Das Symbol „“ erscheint/verschwindet bei jedem Drücken auf dem Display, wie im Folgenden dargestellt Abb. 4:

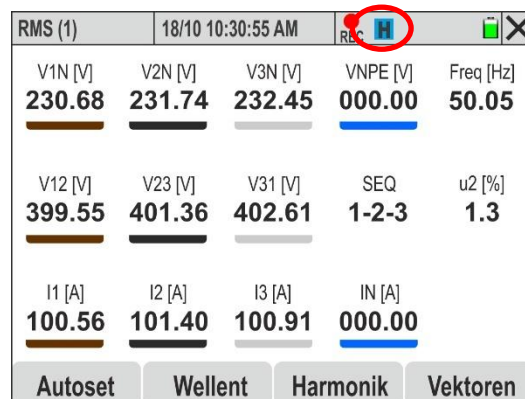
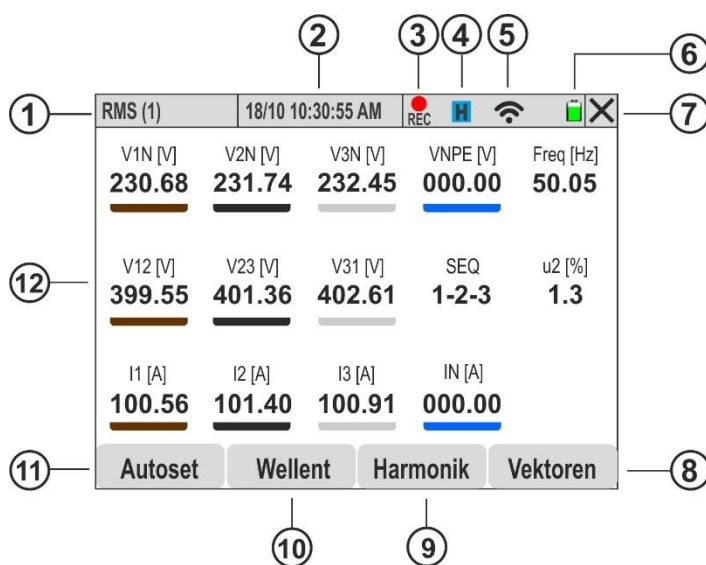


Abb. 4: Aktivierung der HOLD-Funktion

◀, ▲, ▶, ▼	Mit den Pfeiltasten können Sie den Cursor innerhalb der verschiedenen Bildschirme bewegen, um die gewünschten Programmierparameter auszuwählen. Mit den gleichen Tasten kann im manuellen Modus eine Skalierung für die Anzeige von Graphen innerhalb der Multimeterfunktion vorgenommen werden, um die Anzeigeauflösung des Signalverlaufs zu verbessern (siehe § 5.1.2). Mit den Pfeiltasten ◀ und ▶ können Sie auch die internen Seiten auf den Bildschirmen durchsuchen, auf denen sie verfügbar sind
SAVE	Mit dieser Taste können die Parametereinstellungen innerhalb der Menüs gespeichert werden
GO/STOP	Manuelles Starten/Stoppen der Aufzeichnung (siehe § 6.3)
HELP	Aktiviert ein kontextsensitives Hilfefenster, das eine Hilfe zur Bedeutung des Bildschirms bietet, der in diesem Moment auf dem Display angezeigt wird. Die Taste ist für jede Funktion aktiv

4.3. DISPLAYANZEIGEN-BESCHREIBUNG

Das Display ist ein TFT-Farbgrafikmodul mit einer Abmessung von 73x57mm (320x240pxl) vom Typ „Touchscreen“, das resistiv ist und daher die Möglichkeit der direkten Interaktion durch die Verwendung des mitgelieferten Stiftzeigers PT400 bietet, der in die Seite des Instruments eingesetzt wird, oder mit den Fingern (die eventuelle Verwendung von Handschuhen beeinträchtigt den Betrieb nicht). Die den Parametern zugeordneten Referenzfarben können je nach gewähltem Land in den allgemeinen Einstellungen je nach Farbe der verwendeten Messleitungen unterschiedlich sein (siehe § 5.1.2)



LEGENDE:

1. Auf dem Bildschirm angezeigte Parameter und gewählter Systemtyp
2. Eingestelltes Systemdatum /- Uhrzeit
3. Anzeige Aufzeichnung läuft
4. HOLD-Funktion aktiv
5. WLAN-Verbindung aktiv
6. Batteriestandsanzeige
7. Symbol zum Schließen des aktiven Fensters
8. Symbol zum Öffnen von Bildschirmen für Vektordarstellungen
9. Symbol zum Öffnen von Bildschirmen für die Harmonischeanalyse
10. Symbol zum Öffnen von Bildschirmen für die Signalwellenformen
11. Symbol zum Öffnen von Bildschirmen für die Steuerung der Autoset-Funktion
12. Anzeigebereich Parameterwerte in Echtzeit

Abb. 5: Displayanzeigen-Beschreibung

5. HAUPTMENÜ

Bei jedem Einschalten zeigt das Instrument automatisch den Bildschirm „Allgemeines Menü“ an, der in der folgenden Abb. 6 dargestellt wird und in dem die Symbole angezeigt werden, die direkt mit einer Berührung oder über die Pfeil- und **ENTER**-Tasten ausgewählt werden können. Ein hellblauer Rahmen umgibt immer das ausgewählte Symbol.

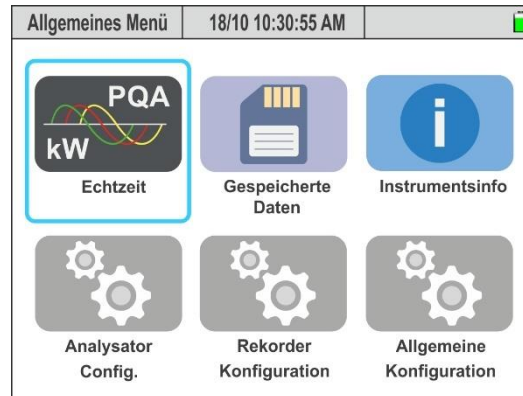


Abb. 6: Hauptmenü-Bildschirm

Folgende Symbole sind vorhanden

- **Echtzeit** → Bereich zur Anzeige der Messergebnisse in Echtzeit (siehe § 5.4)
- **Gespeicherte Daten** → Bereich zur Anzeige der Liste aller im Instrumentespeicher gespeicherten Aufzeichnungen (siehe § 6.4)
- **Instrumentsinfo** → Bereich mit den allgemeinen Informationen über das Instrument (siehe § 6.5)
- **Analysator config.** → Bereich zur Einstellung der elektrischen Parameter des Instruments und des elektrischen Systems (siehe § 5.2)
- **Rekorder Konfiguration** → Bereich zur Einstellung der Aufzeichnungsparameter (siehe § 5.3)
- **Allgemeine Konfiguration** → Bereich zur Einstellung der allgemeinen Parameter des Instruments (siehe § 5.1)

5.1. ALLGEMEINE KONFIGURATION

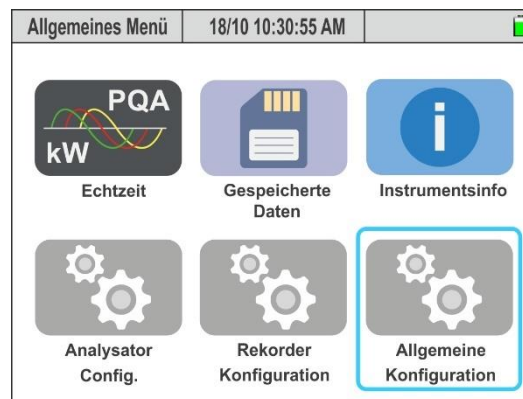


Abb. 7: Hauptmenü-Bildschirm – Bereich Allgemeine Konfiguration

In diesem Bereich können Sie die folgenden Parameter einstellen:

- Systemsprache
- Systemdatum/-uhrzeit
- Helligkeit des Displays
- Passwortschutz für Aufzeichnungen.
- Mit den Tasten verknüpfter Ton.
- Aktivieren/Deaktivieren der automatischen Abschaltung
- Kalibrierung des Touchscreen-Displays
- Name des Bedieners
- Mit den Parametern verknüpfte Farben (je nach gewähltem Land)
- WLAN-Verbindung aktivieren/deaktivieren
- Konfiguration der Verbindungsparameter zum LAN-Ethernet-Lokalnetzwerk

Drücken Sie die **ENTER-Taste** (oder tippen Sie auf das entsprechende Symbol auf dem Display), um das Menü „Allgemeine Einstellungen“ aufzurufen. Das Instrument zeigt die folgenden Bildschirme an, die mit einem vertikalen Ziehen des Fingers auf dem Touchscreen ausgewählt werden können

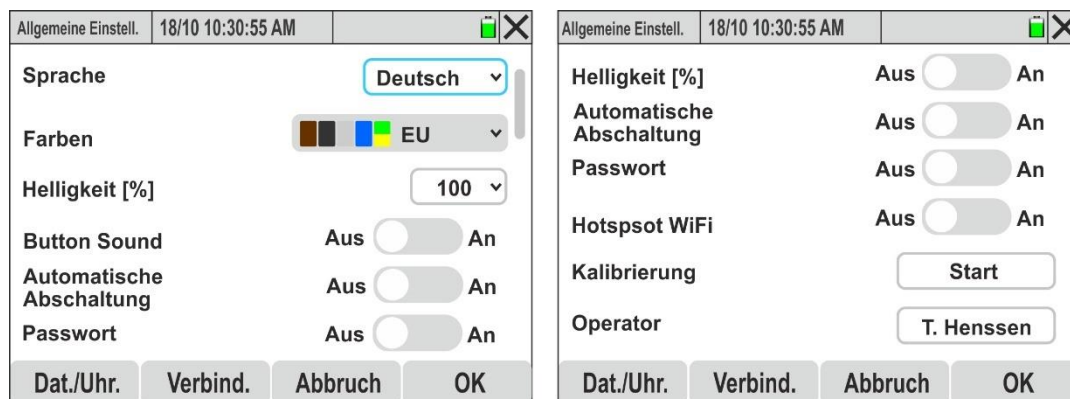


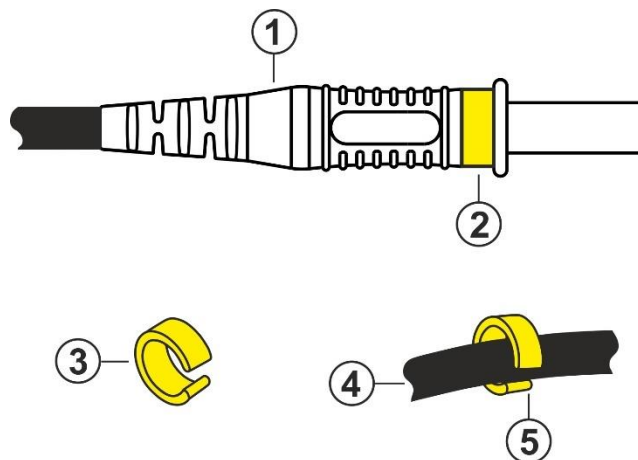
Abb. 8: Bildschirme Allgemeine Konfiguration

5.1.1. Systemsprache einstellen

1. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“, das dem Feld „Sprache“ entspricht
2. Wählen Sie die gewünschte Sprache aus den verfügbaren Optionen aus
3. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „OK“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
4. Tippen Sie auf das Symbol „☒“, die **ESC-Taste** oder die **F3-Taste**, um zu beenden, ohne zu speichern

5.1.2. Definition von Messkabelfarben und internen Parametern

Das Instrument ermöglicht die individuelle Anpassung der „Farbe“ der Anschlusskabel (Spannungen und amperometrische Wandler), indem die mitgelieferten Farbringe angebracht werden, wie in Abb. 9 dargestellt



LEGENDE:

1. Sondenabschluss zur Spannungsmessung
2. Montage des Farbrings am Spannungsmessanschluss
3. Farbiger Ring mit ineinandergreifender Öffnung
4. Klemmwandlerkabel
5. Montage des Farbrings am Klemmwandlerkabel

Abb. 9: Montage von Farbringen an Messklemmen

Ebenso ist es möglich, die Platte der Eingangsanschlüsse (siehe Abb. 2) durch Anbringen eines Etiketts mit den Farben der Kabel zu personalisieren. Ein Beispiel für die in den verschiedenen Ländern gebräuchlichen „Standard“-Farben finden Sie im Folgenden Tabelle 1. Das Instrument ermöglicht auch eine ähnliche Anpassung der Farben, die für die in den verschiedenen Messbildschirmen angezeigten elektrischen Größen verwendet werden.

	EU, GB neu	GB alt, Indien	AUS, NZL	USA	Kanada	CHN, RUS	Jap
L1							
L2							
L3							
N							
E							

Tabelle 1: Liste der Hintergrundfarben für interne Bildschirme

1. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „“, das dem Feld „Farben“ entspricht
2. Wählen Sie das gewünschte Land aus den verfügbaren Optionen aus. Die der Tabelle 1 entsprechenden Farben sind in dem entsprechenden Feld angegeben
3. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „**OK**“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
4. Tippen Sie auf das Symbol „“ oder die **ESC**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern

WARNUNG



- Verwenden Sie die Farbringe im mitgelieferten **KIT802**, um die Kabel in den gewünschten Farben zu markieren.
- Das Instrument wird mit einem **neutralen** Anschlussetikett geliefert (siehe Abb. 2). Bringen Sie das Etikett mit der gewünschten Kabelfarbe (je nach gewähltem Land) unter den im mitgelieferten Kit **YMETK0042HT0** verfügbaren an, (siehe Abb. 2 – Teil 5).

5.1.3. Einstellung der Helligkeit des Displays

1. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „“, das dem Feld „Helligkeit (%)“ entspricht
2. Stellen Sie den prozentualen Wert der Helligkeit in das Feld ein: **0÷100 %**
3. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „**OK**“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
4. Tippen Sie auf das Symbol „“ oder die **ESC**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern

5.1.4. Einstellung des Tastentons

Mit dem Instrument können Sie dem Drücken einer beliebigen Taste auf der Vorderseite einen kurzen Ton zuordnen.

1. Bewegen Sie den virtuellen Wahlschalter des Feldes „Button Sound“ mit einem Fingertipp in die Position „**An**“ (Aktivierung) oder in die Position „**Aus**“ (Deaktivierung) der Funktion
2. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „**OK**“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
3. Tippen Sie auf das Symbol „“, die **ESC**-Taste oder die **F3**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern

5.1.5. Einstellung der automatischen Abschaltung

Das Instrument ermöglicht die Aktivierung oder Deaktivierung der automatischen Abschaltfunktion, um die Ladung der internen Batterien zu erhalten. Wenn diese Funktion ausgewählt ist, wird sie aktiviert, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Es wurde ca. **5 Minuten** lang keine Aktion ausgeführt (Tasten, Touch, WLAN-/Ethernet-Befehle).
 - Instrument nicht an das externe Netzteil angeschlossen
 - Keine laufende Aufzeichnung
1. Bewegen Sie den virtuellen Wahlschalter des Feldes „Automatische Abschaltung“ mit einem Fingertipp in die Position „**An**“ (Aktivierung) oder in die Position „**Aus**“ (Deaktivierung) der Funktion
 2. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „**OK**“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
 3. Tippen Sie auf das Symbol „“, die **ESC**-Taste oder die **F3**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern

5.1.6. Einstellung des Passwortschutzes

Das Instrument ist mit einem festen (**nicht änderbaren**) Schutzpasswort ausgestattet, um versehentliche Unterbrechungen während eines laufenden Aufzeichnungsvorgangs zu vermeiden.

1. Bewegen Sie den virtuellen Wahlschalter des Feldes „Passwort“ mit einem Fingertipp in die Position „**An**“ (Aktivierung) oder in die Position „**Aus**“ (Deaktivierung) der Funktion
2. Wenn diese Option ausgewählt ist und die **GO/STOP**-Taste gedrückt wird, stoppt das Instrument die Aufzeichnung nicht, sondern fordert Sie auf nacheinander die folgenden Tasten auf dem Instrument einzugeben:

F1, F4, F3, F2

3. Wenn ein falsches Passwort eingegeben wird zeigt das Instrument die Meldung „Falsches Passwort“ an und Sie müssen den Vorgang wiederholen
4. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „**OK**“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
5. Tippen Sie auf das Symbol „“, die **ESC**-Taste oder die **F3**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern

5.1.7. WLAN-Hotspot-Einstellung

Das Instrument kann eine Verbindung zum PC verwalten, um die im Speicher gespeicherten Daten über eine WLAN-Verbindung herunterzuladen, die in diesem Bereich aktiviert werden kann.

1. Bewegen Sie den virtuellen Wahlschalter des Feldes „**Hotspot WiFi**“ mit einem Fingertipp in die Position „**An**“ (Aktivierung) oder in die Position „**Aus**“ (Deaktivierung) der Funktion
2. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „**OK**“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
3. Tippen Sie auf das Symbol „“, die **ESC**-Taste oder die **F3**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern
4. Beachten Sie das Vorhandensein des Symbols „“ im oberen Teil des Fensters (siehe Abb. 5 – Teil 5), um die Aktivierung der WLAN-Verbindung zu identifizieren

5.1.8. Kalibrierung des Touchscreen-Displays

Dieser Vorgang kann erforderlich sein, wenn festgestellt wird, dass einige Funktionen innerhalb des Touchscreen-Displays nicht richtig positioniert oder mit dem PT400-Zeiger nicht auswählbar sind

1. Wählen Sie im Feld „Kalibrierung“ den Punkt „**Start**“. Das Instrument gibt die Meldung „Klicken Sie oben links“ aus. Tippen Sie auf den oberen Teil des Bildschirms in der Nähe der blauen Markierung an der linken Ecke (siehe Abb. 10 – links)
2. Das Instrument gibt die Meldung „Klicken Sie oben rechts“ aus. Tippen Sie auf den oberen Teil des Bildschirms in der Nähe der blauen Markierung auf der rechten Seite (siehe Abb. 10 – rechts)



Abb. 10: Touchscreen-Kalibrierungsbildschirme – Oberer Teil

3. Das Instrument gibt die Meldung „Klicken Sie unten rechts auf“ aus. Tippen Sie auf den unteren Teil des Bildschirms in der Nähe der blauen Markierung auf der rechten Seite (siehe Abb. 11 – links)



Abb. 11: Touchscreen-Kalibrierungsbildschirme – Unterer Teil

4. Das Instrument gibt die Meldung „Klicken Sie unten links auf“ aus. Tippen Sie auf den unteren Teil des Bildschirms in der Nähe der blauen Markierung an der linken Ecke (siehe Abb. 11 – Mitte)
5. Nach Abschluss der Vorgänge zeigt das Instrument den Bildschirm von Abb. 11 – rechts
6. Tippen Sie auf das blaue Symbol in der oberen linken Ecke, um den Vorgang abzuschließen und zum Hauptmenü zurückzukehren

5.1.9. Einstellung des Namens des Bedieners

Mit dieser Option können Sie den Namen des Bedieners angeben, der die Messungen mit dem Instrument ausführt. Dieser Name wird in die mit der Verwaltungssoftware erstellten Berichte aufgenommen.

1. Tippen Sie auf das Feld im Bereich „Operator“. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt.



Abb. 12: Einstellung des Namens des Operator

2. Verwenden Sie die Bildschirmtastatur, um den Bedienernamen (**max. 23 Zeichen**) einzustellen und den Vorgang durch Antippen des Symbols „✓“ zu bestätigen
3. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „OK“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
4. Tippen Sie auf das Symbol „✕“ oder die **ESC**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern

5.1.10. Datums-/Zeiteinstellung

1. Drücken Sie die Taste **F1** oder tippen Sie auf **Dat./Uhr.** auf dem Display. Die folgende Bildschirmseite erscheint im Display:

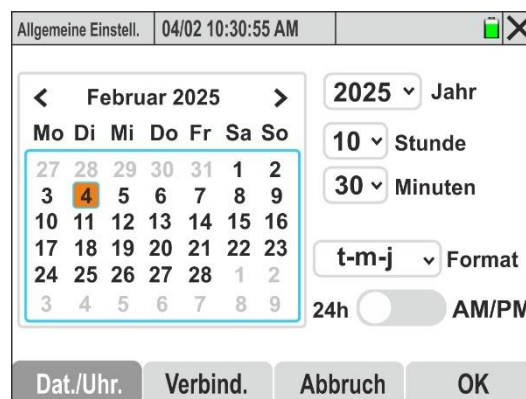


Abb. 13: Datums-/Zeiteinstellung

2. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „✓“ des Feldes „Jahr“ und wählen Sie das entsprechende Jahr aus
3. Verwenden Sie im Kalender die Menüs < oder > , um den Referenzmonat auszuwählen, und tippen Sie auf den gewünschten Tag, der in orange angezeigt wird
4. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „✓“ des Feldes „Stunde“ und des Feldes „Minuten“ und stellen Sie die Systemzeit ein

- Öffnen Sie das Dropdown-Menü „**▼**“ des Feldes „Format“, indem Sie das gewünschte Zeitformat unter den Optionen einstellen: **t-m-j** (Tag-Monat-Jahr), **j-m-t** (Jahr-Monat-Tag), **j-t-m** (Jahr-Tag-Monat)
- Bewegen Sie den virtuellen Formatwahlschalter mit einem Fingertipp in die Position „**24h**“ (24-Stunden-Format) oder in die Position „**AM/PM**“
- Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „**OK**“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
- Tippen Sie auf das Symbol „**✕**“, die **ESC**-Taste oder die **F3**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern

5.1.11. Kommunikationseinstellung über Ethernet-Netzwerk

Das Instrument kann an ein **lokales LAN-Ethernet-Netzwerk** angeschlossen und von einem **mit demselben Netzwerk verbundenen PC** abgefragt werden.

- Drücken Sie die Taste **F2** oder tippen Sie auf **Verbind.** zum Display. Der Bildschirm von Abb. 14 – links wird auf dem Display angezeigt

DHCP-Modus (empfohlen)

- Wählen Sie im Feld „IP“ die Option „DHCP“, wenn Sie die mit dem internen LAN verknüpfte IP-Adresse nicht von vornherein kennen
- Schließen Sie das Firmennetzwerkkabel am RJ45-Eingang an das Instrument an (siehe Abb. 3 – Teil 4) und bestätigen Sie mit „**OK**“ oder drücken Sie die Taste **F4**
- Schalten Sie das Instrument aus und wieder ein.** Wenn Sie zum Verbindungsbereich zurückkehren, wird die IP-Adresse angezeigt, die dem Instrument vom Netzwerkrouter zugewiesen wurde (siehe Abb. 14 – rechts)

Allgemeine Einstell.	18/10 10:30:55 AM		
Verbindung:	Ethernet		
IP	DHCP		
IP zuweisen:	172.16.0.171		
Gateway	0.0.0.0		
Port	7		
Dat./Uhr.	Verbind.	Abbruch	OK

Allgemeine Einstell.	18/10 10:30:55 AM		
Verbindung:	Ethernet		
IP	DHCP		
IP zuweisen:	192.168.0.144		
Gateway	192.168.0.1		
Port	7		
Dat./Uhr.	Verbind.	Abbruch	OK

Abb. 14: Kommunikationseinstellung über Ethernet-Netzwerk – DHCP-Modus

- Notieren Sie sich den Wert der IP-Adresse und kehren Sie zum Hauptmenü zurück, indem Sie auf „**Abbruch**“ tippen



WARNUNG

Die Einträge „Ethernet“, „IP zuweisen“, „Gateway“ und „Port“ der IP-Adresse können im DHCP-Modus nicht geändert werden

- Installieren Sie die **HTAgorà**-Software auf Ihrem PC
- Klicken Sie auf das Symbol „**Einstellungen**“. Das folgende Fenster wird auf dem Display angezeigt
- Wählen Sie die Option „**Netz**“, geben Sie die IP-Adresse des zuvor definierten Instruments ein (siehe Abb. 14 – rechts) und bestätigen Sie mit „**OK**“
- Führen Sie das Verfahren zum Erfassen und Anschließen des Instruments gemäß § 7 durch.

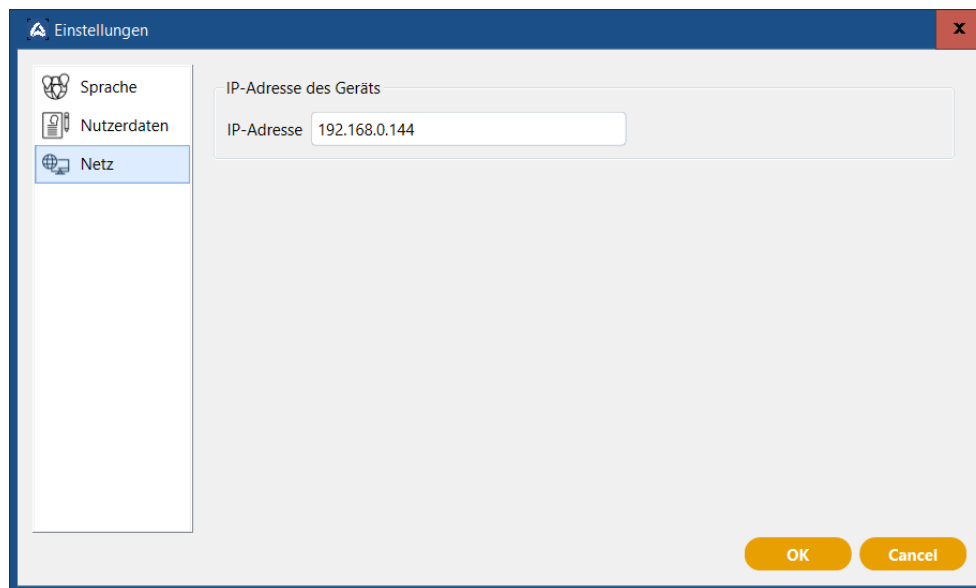


Abb. 15: Einstellung der IP-Adresse in der HTAgorà-Software – DHCP-Modus

Statischer IP-Modus

10. Für den Fall, dass Sie die Verbindungsparameter des LAN-Netzwerks manuell definieren möchten, wählen Sie die Option „**Benutzerdefiniert**“ im IP-Feld, wie in Abb. 16 gezeigt:

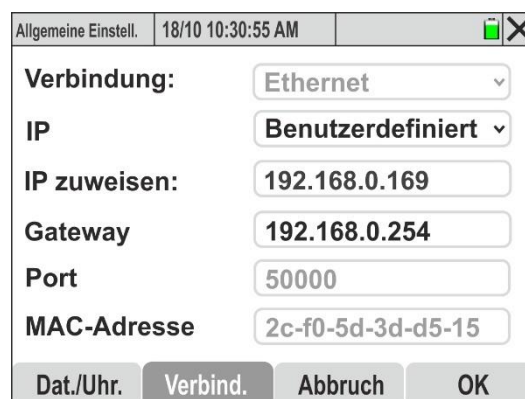


Abb. 16: Kommunikationseinstellung über Ethernet-Netzwerk – Modus Benutzerdefiniert



WARNUNG

- Die MAC-Adresse ist eindeutig für das betreffende Instrument und eindeutig nicht änderbar
- Die Nummer des für die Kommunikation verwendeten Ports, die **nicht geändert werden kann**, lautet **50000**
- Die Kommunikation Inter Instrument und PC ist unter folgenden Bedingungen möglich:
 - Eingestellte IP-Adresse, die **nicht** von anderen mit dem Netzwerk verbundenen Instrumenten verwendet wird
 - Netzwerk-Firewall führt keine Blöcke für den Kommunikationsport und/oder die eingestellte IP-Adresse ein
 - Instrument und PC **sind mit demselben Subnetz oder zwei Subnetzen verbunden**, die miteinander kommunizieren können

11. Tippen Sie auf den Wert, der dem Feld „IP zuweisen“ zugeordnet ist. Der Bildschirm von Abb. 17 – links wird auf dem Display angezeigt



Abb. 17: Einstellung Ethernet-Netzwerkparameter – Modus Benutzerdefiniert

12. Verwenden Sie die Bildschirmtastatur, um den Wert der IP-Adresse einzustellen und den Vorgang durch Antippen des Symbols „✓“ zu bestätigen.
13. Tippen Sie auf den Wert, der dem Feld „Gateway“ zugeordnet ist. Der Bildschirm von Abb. 17 – rechts wird auf dem Display angezeigt
14. Verwenden Sie die Bildschirmtastatur, um den Wert des „Gateway“ einzustellen und den Vorgang durch Antippen des Symbols „✓“ zu bestätigen.
15. Installieren Sie die **HTAgorà**-Software auf Ihrem PC
16. Klicken Sie auf das Symbol „**Einstellungen**“. Das folgende Fenster wird auf dem Display angezeigt
17. Wählen Sie die Option „**Netz**“, geben Sie die IP-Adresse des zuvor definierten Instruments ein (siehe Abb. 16) und bestätigen Sie mit „**OK**“
18. Führen Sie das Verfahren zum Erfassen und Anschließen des Instruments gemäß § 7

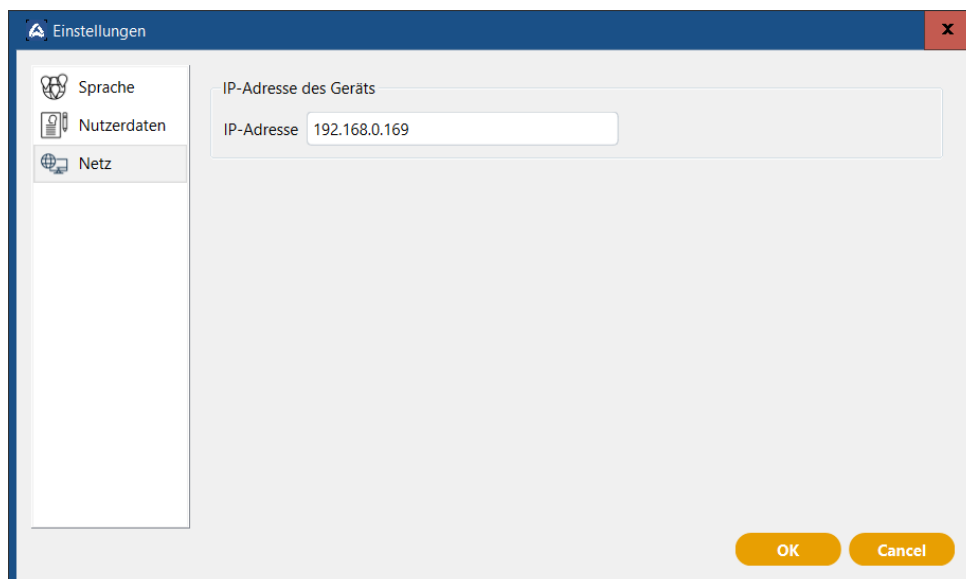


Abb. 18: Einstellung der IP-Adresse in der HTAgorà-Software – Modus Benutzerdefiniert

5.2. ANALYSATOR-EINSTELLUNGEN

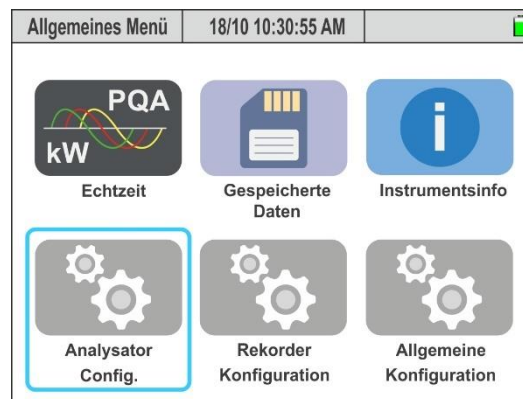


Abb. 19: Analysator-Einstellungen

In diesem Bereich ermöglicht das Instrument grundlegende und erweiterte Auswahlen in Bezug auf die Art des zu prüfenden Systems und die verwendeten Wandler. Insbesondere ist es möglich, Folgendes auszuwählen/einzustellen:

- Die Art des Systems, die Nennspannung und die Frequenz
- Die Art der Stromwandler für die Messung der Phasenströme
- Die Art des Stromwandlers für die Messung des Neutralleiterstroms
- Den Skalenendwert der für die Messung der Phasenströme verwendeten Stromwandler
- Den Skalenendwert der zur Neutralleiterstrommessung verwendeten Stromwandlers
- **Bei Anschluss an externe Stromwandler** den Skalenendwert der primären und sekundären Stromwandler auf den Phasen- und Neutralleitern
- Das Spannungswandlerverhältnis bei Anschluss an externe TVs



WARNUNG

Das Instrument ermöglicht auch die Einstellung von Messwandlern unterschiedlicher Art für Phasenströme und Neutralleiterstrom

Drücken Sie die **ENTER**-Taste (oder tippen Sie auf das entsprechende Symbol auf dem Display), um das Menü „Analysator-Einstellungen“ aufzurufen. Das Instrument zeigt die folgenden Bildschirme an, die bei Bedarf mit einem vertikalen Ziehen des Fingers auf dem Touchscreen ausgewählt werden können

5.2.1. Einstellung von Systemtyp, Frequenz und Nennspannung

1. Wählen Sie den Modus „Analysator Config.“. Das Instrument zeigt den folgenden Bildschirm (mit Länderauswahl „EU“ – siehe § 5.1.2)

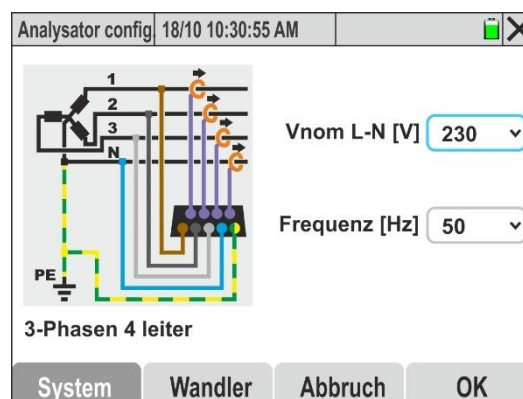


Abb. 20: Einstellung von Systemtyp, Frequenz und Nennspannung

2. Tippen Sie auf die Abbildung auf dem Bildschirm, um den Typ des zu prüfenden elektrischen Systems zu ändern. Das Instrument bietet zyklisch die folgenden Optionen:
 - **1-Phase 2-Leiter-System** (siehe § 6.1.1)
 - **3-Phasen 4-Leiter -System** (siehe § 6.1.2)
 - **3-Phasen 3-Leiter -System** (siehe § 6.1.3)
 - **3-Phasen 3-Leiter Aron -System** (siehe § 6.1.4)
 - **3-Phasen 4-Leiter Hilfphase 3Ph HL -System** (siehe § 6.1.5)
 - **3-Phasen 3-Leiter Offen Y 2Ph 2E -System** (siehe § 6.1.6)
 - **Hilfphase 3-Leiter -System 1Ph PC** (siehe § 6.1.7)
3. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“, das dem Feld „Vnom L-N oder L-L“ entspricht
4. Wählen Sie den Wert der Nennspannung des Systems aus den Optionen: **100 V, 105 V, 110 V, 115 V, 120 V, 125 V, 127 V, 150 V, 190 V, 200 V, 208 V, 216 V, 220 V, 230 V, 240 V, 250 V, 277 V, 346 V, 380 V, 400 V, 415 V, 433 V, 440 V, 480 V, 575 V, 690 V**. Die verfügbaren Werte hängen auch von der Art des gewählten Systems ab
5. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“, das dem Feld „Frequenz“ entspricht
6. Wählen Sie den Wert der Systemfrequenz aus den Optionen: **50 Hz, 60 Hz**
7. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „OK“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
8. Tippen Sie auf das Symbol „☒“ oder die **ESC**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern

5.2.2. Einstellung der Art der Stromwandler

Das Instrument führt Strommessungen auf folgende Weise durch:

- Direkte Messung über Stromwandler mit starrem oder flexiblem Ringkern mit Auswahl **verschiedener Modelle** für Phasenströme und Neutralleiterstrom
- Messung an sekundären Stromwandlern (TA) **an der Anlage** mit starren Ringkern-Wandlern (typische Anwendung von MS/NS-Systemen)

1. Wählen Sie den Punkt „**Wandler**“. Das Instrument verfügt über den folgenden Bildschirm, dessen Einträge je nach gewähltem Systemtyp **unterschiedlich sein können**

Abb. 21: Einstellungen Stromwandler und zugehörige FS

2. Bewegen Sie den virtuellen Wahlschalter mit einem Fingertipp in die Position „Stromzangen“, um den Wandlertyp für die Messung der Phasenströme, des (ggf.) Neutralleiterstroms und des entsprechenden Skalenendwerts (FS) zu definieren.
3. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“, das den Feldern „Phasenstromz. Mod.“ und „Neutraler Stromzangen“ entspricht, indem Sie den Stromwandlertyp aus den folgenden Optionen auswählen:

- **Starre Zange** → Standard- Stromwandler mit starrem Ringkern (siehe Modelle in der Packliste, die dem Instrument beiliegt), anschließbar über Adapter **ACON3F5M**
 - **HTFlex315** → flexibler Stromwandler für Wechselstrom bis **6000A**, max. Innendurchmesser Ringkern **80 mm**
 - **HTFlex335** → flexibler Stromwandler für Wechselstrom bis **6000A**, max. Innendurchmesser Ringkern **174 mm**
 - **HTFlex355** → flexibler Stromwandler für Wechselstrom bis **10000A**, max. Innendurchmesser Ringkern **270 mm**
4. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“, das dem Feld „Phasenstromz. FS“ oder dem Feld „Neutrale Stroms. FS“ entspricht, indem Sie den Skalenendwert (FS) in Abhängigkeit von der Art des Stromwandlers auswählen, die im vorherigen Feld für die Messung der Phasenströme und des Neutraleiterstroms ausgewählt wurde. Folgende Werte stehen zur Verfügung:
- **1A, 5A, 10a, 30a, 40a, 100a, 200a, 300A, 400A, 1000A, 2000a, 3000A** → Stromwandler mit starrem Ringkern
 - **300A, 3000A, 6000A** → Flex- Stromwandler HTFlex315, HTFlex335
 - **300A, 3000A, 10000A** → Flex- Stromwandler HTFlex355



WARNUNG

- Für den Fall, dass die Stromwandler mit einem Skalenendschalter (FS) ausgestattet sind, ist es notwendig, dass der am Instrument eingestellte SE **immer** derselbe ist wie der an den Stromwandler ausgewählte FS, **um korrekte Messergebnisse zu erhalten**
- Die flexiblen Messwandler haben keinen physikalisch wählbaren FS, aber das Instrument ermöglicht dennoch die Einstellung von Interströmen, mit denen die Messauflösung optimiert werden kann
- Berücksichtigen Sie im Allgemeinen **0,5 % FS** als **Mindestwert, der von Stromwandler gemessen** werden kann, sofern in den technischen Spezifikationen des Instruments nichts anderes angegeben ist

5. Tippen Sie auf das Feld „**TV-Verhältnis**“, um das Übersetzungsverhältnis aller Spannungswandler (TV) in der untersuchten Anlage einzustellen, um korrekte Messwerte zu erhalten, die mit dem Primärwert der Transformatoren selbst verbunden sind. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:

Analysator config. 18/10 10:30:55 AM

TV -Verhältnis 1

100 [1...9999]

1	2	3	← x
4	5	6	< >
7	8	9	✓
+/-	0	-	⏻

Abb. 22: Einstellen des Transformationsverhältnisses externe TVs

6. Verwenden Sie die Bildschirmtastatur, um den Wert des Transformationsverhältnisses des TV einzustellen und den Vorgang durch Tippen auf das Symbol „✓“ zu bestätigen. Der Wert muss im Bereich von: **1÷9999** liegen. Die Anzeige **[1...9999]** wird angezeigt, wenn versucht wird, einen Wert außerhalb des Bereichs einzustellen



WARNUNG

Lassen Sie immer den Standardwert „1“ in Abwesenheit von Tvs an der Anlage , um eine korrekte direkte Spannungsmessung durchzuführen

7. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „OK“ oder die Funktionstaste **F4**, um die ausgewählten Einstellungen zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments bestehen bleiben
8. Tippen Sie auf das Symbol „☒“, die **ESC**-Taste oder die **F3**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern

5.2.3. Parametereinstellung für Strommessung an externen TAs

1. Wählen Sie den Punkt „Wandler“. Das Instrument verfügt über den folgenden Bildschirm, dessen Einträge je nach Art des ausgewählten Systems **unterschiedlich sein können** . In Abb. 23 ist das Beispiel eines 3-phasigen, 4-Leiter Systems:

Abb. 23: Einstellungen externe TA-Stromparameter (3-Phasen-4-Leiter-System)

2. Bewegen Sie den virtuellen Wahlschalter mit einem Fingertipp in die Position „CT/Stromzangen“ , um die Ströme des Primär- und Sekundärkreislaufs der TA-Stromwandler, den Stromwandlertyp für die Messung der Phasen- und Neutraleiterströme an den Sekundärströmen der TA und das Transformationsverhältnis aller externen TVs zu definieren. Informationen zu den Anschlüssen siehe § 10.8
3. Tippen Sie auf das Feld „CT:Phase Primärstrom [A]“ für die Einstellung des Primärstroms des TA. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:

Abb. 24: Primärstromeinstellung externer TA am Phasenleiter

4. Verwenden Sie die Bildschirmtastatur, um den Primärstromwert des TA einzustellen und den Vorgang durch Tippen auf das Symbol „✓“ zu bestätigen. Er muss innerhalb des Bereichs **10÷10000 A** liegen. Die Anzeige **[10...10000]** wird angezeigt, wenn versucht wird, einen Wert außerhalb des Bereichs einzustellen

5. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“, das dem Feld „**CT: Phase Sekundärstrom [A]**“ entspricht, und wählen Sie unter den Optionen: **1A** oder **5A** (bei Abb. 23 Einstellung eines TA mit Verhältnis 300A/5A)
6. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“, das dem Feld „**Phasenstromz. FS [A]**“ entspricht, indem Sie den FS des Stromwandlers mit starrem Ringkern auswählen, der in der Sekundärseite des TA unter den Optionen eingefügt ist: **1A, 5A, 10A**
7. Tippen Sie auf das Feld „**CT: Neutrale Primärstrom [A]**“ für die Einstellung des Primärstroms des TA am Neutraleiter. Die folgende Bildschirmseite erscheint Display:

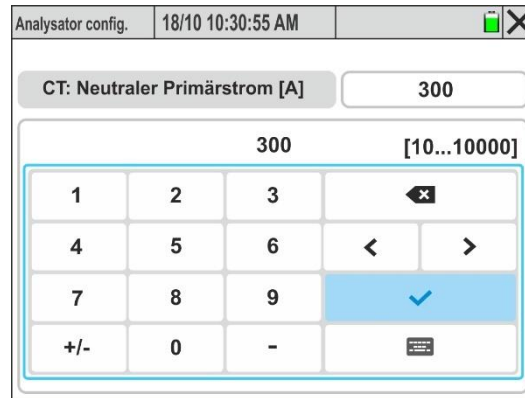


Abb. 25: Einstellung Primärstrom TA extern am Neutraleiter

8. Verwenden Sie die Bildschirmtastatur, um den Primärstromwert des Neutraleiter-TA einzustellen und den Vorgang durch Tippen auf das Symbol „✓“ zu bestätigen. Er muss innerhalb des Bereichs **10÷10000 A** liegen. Die Anzeige **[10...10000]** wird angezeigt, wenn versucht wird, einen Wert außerhalb des Bereichs einzustellen
9. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“, das dem Feld „**CT: Neutrale Sekundärstrom [A]**“ entspricht, und wählen Sie unter den Optionen: **1A** oder **5A** (bei Abb. 23 Einstellung eines TA mit Verhältnis 300A/5A)
10. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“, das dem Feld „**Neutrale Stromz. FS [A]**“ entspricht, und wählen Sie den SE des starren Ringkern-Wandlers aus, der im Sekundärkreis des Neutraleiterstromwandlers (TA) eingesetzt ist, aus den Optionen: **1A, 5A, 10A**
11. Tippen Sie auf das Feld „**TV-Verhältnis**“, um das Übersetzungsverhältnis aller Spannungswandler (TV) in der untersuchten Anlage einzustellen, um korrekte Messwerte zu erhalten, die mit dem Primärwert der Transformatoren selbst verbunden sind. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:

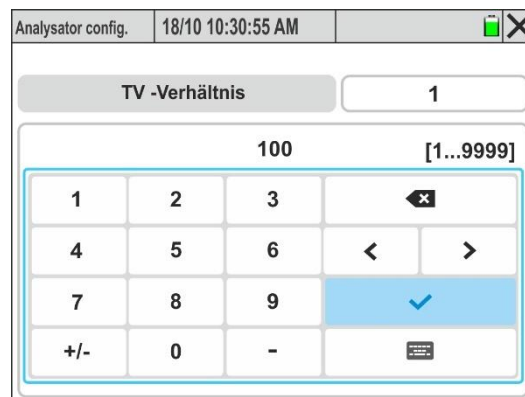


Abb. 26: Einstellen des Transformationsverhältnisses externe TVs

12. Verwenden Sie die Bildschirmtastatur, um den Wert des Spannungswandlerhältnisses des TV einzustellen und den Vorgang durch Tippen auf das Symbol „✓“ zu bestätigen. Der Wert muss im Bereich von: **1÷9999** liegen. Die Anzeige **[1...9999]** wird angezeigt, wenn versucht wird, einen Wert außerhalb des Bereichs einzustellen

**WARNUNG**

Lassen Sie immer den Standardwert „1“ in Abwesenheit von Tvs an der Anlage, um eine korrekte direkte Spannungsmessung durchzuführen

13. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „**OK**“ oder die Funktionstaste **F4**, um die ausgewählten Einstellungen zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments bestehen bleiben
14. Tippen Sie auf das Symbol „“, die **ESC**-Taste oder die **F3**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern

5.3. REKORDER KONFIGURATION

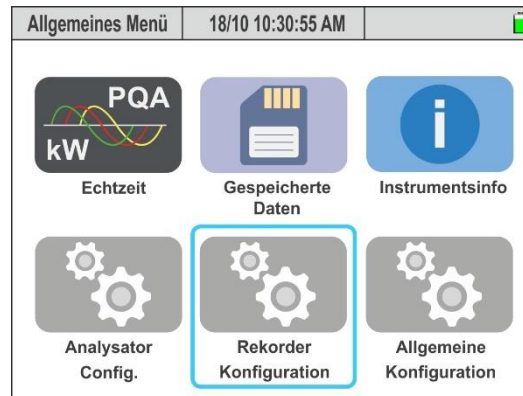


Abb. 27: Recorder Konfiguration

In diesem Bereich können Sie mit dem Instrument die folgenden Vorgänge definieren:

- Eingabe von Kommentaren zur Aufzeichnung, die im Messprotokoll enthalten sein werden
- Einstellen des **Hauptaggregationsintervalls** (Zeitscan Inter zwei aufeinanderfolgenden Speichern der Hauptnetzwerkparameter innerhalb der Aufzeichnungskampagne)
- Einstellen des **Frequenzaggregationsintervalls** (Zeitscan Inter zwei aufeinanderfolgenden Speichern des Parameters Frequenz innerhalb der Aufzeichnungskampagne)
- Einstellen des **Aggregationsintervalls der Oberwellenparameter** (Zeitscan Inter zwei aufeinanderfolgenden Speichern des Oberwellenanalyseparameters Spannungen/Ströme innerhalb der Aufzeichnungskampagne)
- Einstellen von Start und Stopp der Aufzeichnung
- Aktivierung/Deaktivierung erweiterter Analysen (Harmonische, Interharmonische, Spannungsanomalien, schnelle Transienten, Einschaltströme und Flicker)
- Verwendung von vordefinierten Konfigurationen, die eine Auswahl von nur wenigen Parametern ermöglichen, um die Aufzeichnungsautonomie zu erhöhen

WARNUNG



- Das Instrument zeichnet **immer alle** Systemparameter (**max. 3178**) auf, **ohne dass diese einzeln ausgewählt werden können**
- Die Aufzeichnungsautonomie wird vom Instrument automatisch berechnet und auf dem Display entsprechend den eingestellten Aggregationsintervallen und der Auswahl der erweiterten Analyse angezeigt. **Sie wird oben links auf dem Display angezeigt.** Dieser Wert **variiert dynamisch** in Abhängigkeit von der Programmierung der Aggregationsintervalle oder bei Verwendung der vordefinierten Konfigurationen
- Die Aufzeichnung der Hauptparameter, der Frequenz und der **Harmonischeanalyse verwenden separate und unabhängige Aggregationsintervalle**
- Die Verwendung der Standardkonfigurationen und die Deaktivierung der erweiterten Analysen erhöhen die Autonomie der Aufzeichnung
- Sie können die Aufzeichnungsparameter nicht ändern, wenn eine Aufzeichnung bereits im Gange ist

Drücken Sie die **ENTER**-Taste (oder tippen Sie auf das entsprechende Symbol auf dem Display), um das Menü „Aufzeichnungseinstellungen“ aufzurufen. Das Instrument zeigt die folgenden Bildschirme an, die bei Bedarf mit einem vertikalen Ziehen des Fingers auf dem Touchscreen ausgewählt werden können.

5.3.1. Einstellung der Aufzeichnungparameter

1. Wählen Sie den Modus „**Rekorder Konfiguration**“. Das Instrument zeigt den Bildschirm aus Abb. 28 – links

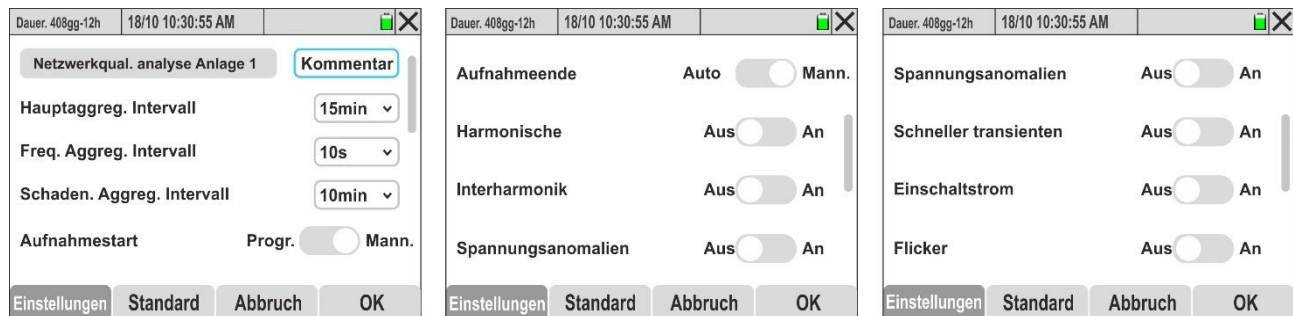


Abb. 28: Bildschirm Aufzeichnungseinstellungen

2. Tippen Sie auf das Menü „**Einstellungen**“, um auf die Einstellungsbildschirme der Aufzeichnungparameter zuzugreifen
3. Tippen Sie auf das Feld „**Kommentar**“, um einen benutzerdefinierten Kommentar einzugeben, der auch im Druckbericht angezeigt wird, den das Instrument auf den PC heruntergeladen hat. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:

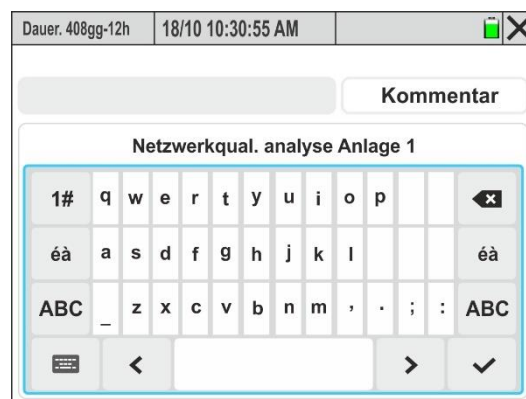


Abb. 29: Aufzeichnungskommentar einstellen

4. Verwenden Sie die alphanumerische Bildschirmtastatur, um einen Kommentar einzugeben (**max. 60 Zeichen**) und bestätigen Sie den Vorgang durch Antippen des Symbols „✓“
5. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „✓“, das dem Feld „**Hauptaggreg. Intervall**“ entspricht.
6. Wählen Sie den Hauptaggregationsbereich (bezogen auf die Größen Spannungen, Ströme, Leistungen, Leistungsfaktoren, Energien) aus den folgenden Werten: **0,2s, 3s, 10s, 15s, 18s, 30s, 1min, 5min, 10min, 15min, 30min, 60min, 120min**



WARNUNG

Durch Auswahl des **Wertes 0,2 s** sind nur die gemittelten RMS-Werte verfügbar, während für jeden Wert >0,2 s die Werte Mittel, Max und Min verfügbar sind

7. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „✓“, das dem Feld „**Freq. Aggreg. Intervall**“ entspricht.
8. Wählen Sie das Aggregationsintervall für die Häufigkeit aus den folgenden Werten aus: **1÷30s** in Schritten von **1s**
9. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „✓“, das dem Feld „**Schaden. Aggreg. Intervall**“ entspricht.
10. Wählen Sie das Aggregationsintervall für die Erfassung der Harmonischen von Spannung und Strom aus den folgenden Werten aus: **0,2 s, 3 s, 6 s 10 s, 12 s, 15 s, 18 s, 30 s, 1 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 60 min, 120 min**

11. Bewegen Sie mit einem Fingertipp den virtuellen Wahlschalter des Feldes „**Aufnahmestart**“ an eine der folgenden Positionen:

- **Mann.** → manueller Start der Aufzeichnung mit der **GO/STOP**-Taste zum nächsten Zeitpunkt „00“ nach Drücken der Taste
- **Progr.** → programmierter Start der Aufzeichnung **durch vorheriges Drücken der GO/STOP-Taste**, um das Instrument für das am Instrument eingestellte Datum/die eingestellte Uhrzeit in den Wartezustand zu versetzen. In diesem Zustand wird der Bildschirm von Abb. 30 – links auf dem Display angezeigt



WARNUNG

- Stellen Sie sicher, dass das Startdatum/die Startzeit der Aufzeichnung **immer nach** dem aktuellen Datum/der aktuellen Uhrzeit liegt
- Um das Instrument auf das eingestellte Startdatum/die eingestellte Startzeit einzustellen, muss in jedem Fall die **GO/STOP**-Taste gedrückt werden
- Nach dem Drücken der **GO/STOP**-Taste zeigt das Instrument oben im Display das Wartesymbol „REC“ an und startet dann die Aufzeichnung, wenn das eingestellte Datum/die eingestellte Uhrzeit erreicht ist

The image shows two side-by-side screenshots of the instrument's display. Both screens have a status bar at the top showing 'Dauer: 408gg-12h' and '04/01 10:30:55 AM'. The left screen is titled 'Aufnahmestart' (Recording Start) and the right is 'Aufnahmeende' (Recording End). Both screens feature a calendar for January 2025. In the 'Aufnahmestart' screen, the date 7 is highlighted in orange. In the 'Aufnahmeende' screen, the date 15 is highlighted in orange. Both screens have a time selection area with '10' for hours and '30' for minutes. At the bottom of each screen are four buttons: 'Einstellungen', 'Standard', 'Abbruch', and 'OK'. A 'Progr.' switch is visible on both screens, currently set to 'Mann.' (Manual).

Abb. 30: Datumseinstellung Beginn/Ende der geplanten Aufzeichnung

12. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „**▼**“ des Feldes „Jahr“ und wählen Sie das entsprechende Jahr aus
13. Verwenden Sie im Kalender die Menüs **<** oder **>**, um den Referenzmonat auszuwählen, und tippen Sie auf den gewünschten Tag, der in orange angezeigt wird
14. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „**▼**“ des Feldes „Stunde“ und des Feldes „Minuten“ und stellen Sie die Startzeit der Aufzeichnung ein
15. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „**OK**“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
16. Bewegen Sie den virtuellen Schalter des Feldes „**Aufnahmeende**“ mit einem Fingertipp an eine der folgenden Positionen:

- **Mann.** → manueller Stopp der Aufzeichnung mit der **GO/STOP**-Taste
- **Progr.** → programmierter Stopp der Aufzeichnung zu dem am Instrument eingestellten Datum/Uhrzeit. In diesem Zustand wird der Bildschirm von Abb. 30 – rechte Seite auf dem Display angezeigt

17. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „**▼**“ des Feldes „Jahr“ und wählen Sie das entsprechende Jahr aus
18. Verwenden Sie im Kalender die Menüs **<** oder **>**, um den Referenzmonat auszuwählen, und tippen Sie auf den gewünschten Tag, der in orange angezeigt wird
19. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „**▼**“ des Feldes „Stunde“ und des Feldes „Minuten“ und stellen Sie die Endzeit der Aufzeichnung ein

**WARNUNG**

Achten Sie darauf, dass das Enddatum/die Endzeit der Aufzeichnung **immer nach** dem Startdatum/der Startzeit der Aufzeichnung liegt. Andernfalls gibt das Instrument eine Fehlermeldung auf dem Display aus

20. Bewegen Sie mit einem Fingertipp den virtuellen Wahlschalter des Feldes „**Harmonische**“ in die Position „**An**“ (Aktivierung der Aufzeichnung der Harmonischenanalyse) oder in die Position „**Aus**“ (Deaktivierung der Aufzeichnung der Harmonischenanalyse). Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

Abb. 31: Aktivieren/Deaktivieren der Aufzeichnung der Parameter der Harmonische

21. Folgende Parameter sind wählbar:

- **Max. Ord.** → Höchste Ordnung der vom Instrument erfassten Spannungs- und Stromharmonischen (THD%, einschließlich Gleichstrom) aus den Optionen: **40** oder **63**
- Öffnen Sie das Dropdown-Menü „**▼**“ des Feldes und wählen Sie unter den Optionen die Art der vom Instrument registrierten Parameter aus: „**Amplitude**“ (nur Amplitude der Harmonischen als Absolutwert) und „**Amplitude/Phase**“ (vollständige Aufzeichnung von Amplitude und Phase der Harmonischen)

22. Verschieben Sie mit einem Fingertipp den virtuellen Wahlschalter des Feldes „**Interharmonik**“ (Spannungs- und Strom-Harmonischen, die **KEIN ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz sind** – siehe § 10.2.6) in die Position „**An**“ (Aktivierung der interharmonischen Aufzeichnung) oder in die Position „**Aus**“ (Deaktivierung der Aufzeichnung der Interharmonischen)

23. Bewegen Sie den virtuellen Wahlschalter des Feldes „**Spannungsanomalien**“ (siehe § 10.1) in die Position „**An**“ (Aktivierung der Aufzeichnung von Spannungsanomalien) oder in die Position „**Aus**“ (Deaktivierung der Aufzeichnung von Spannungsanomalien). Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

Abb. 32: Aktivieren/Deaktivieren der Aufzeichnung von Spannungsanomalien

- Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“ des Feldes **Min [%]** , um den prozentualen **Mindestwert** der Spannung in Bezug auf den Nennwert des Systems (siehe § 5.2.1) für die Erkennung von Spannungseinbrüchen, Spannungsunterbrechungen im Feld auszuwählen: **1÷30 %** in Schritten von **1 %**
- Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“ des Feldes **Max [%]** , um den **maximalen** prozentualen Wert der Spannung in Bezug auf den Nennwert des Systems (siehe § 5.2.1) für die Erkennung von Spannungsspitzen im Feld auszuwählen: **1÷30 %** in Schritten von **1 %**



WARNUNG

Die Min- und Max-Werte werden in % des Vnom-Wertes von § 5.2.1 angegeben

24. Bewegen Sie den virtuellen Wahlschalter des Feldes „**Schneller Transienten**“ (siehe § 10.6) mit einem Fingertipp in die Position „**Ein**“ (Aktivierung der Aufzeichnung von schnellen Spannungstransienten mit einer **Mindestauflösung von 1µs**) oder in die Position „**Aus**“ (Deaktivierung der Aufzeichnung von schnellen Spannungstransienten). Der Bildschirm von Abb. 33 wird auf dem Display angezeigt

Abb. 33: Aktivieren/Deaktivieren der Aufzeichnung von schnellen Spannungstransienten

25. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“ des Feldes „**Thr. [V]**“ für die Einstellung des Schwellwerts der Spannung, über dem das Ereignis erfasst und vom Messinstrument im Feld aufgezeichnet wird: **200÷8000 V** in Schritten von **50 V**
26. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „▼“ des Feldes „**Zeit [µs]**“ zum Einstellen des Zeiterfassungsintervalls des Ereignisses im Feld: **100÷1000 µs** in Schritten von **100 µs**
27. Bewegen Sie mit einem Fingertipp den virtuellen Wahlschalter des Feldes „**Einschaltström**“ (siehe § 10.3) in die Position „**An**“ (Aktivierung Ereignisaufzeichnung der Einschaltströme elektrischer Maschinen) oder in die Position „**Aus**“ (Deaktivierung Aufzeichnung Einschaltströme). Der Bildschirm von Abb. 34 – links wird auf dem Display angezeigt

Abb. 34: Aktivieren/Deaktivieren der Aufzeichnung von Anlaufströmen

28. Tippen Sie auf das Feld „**Thr. [A]**“, um den Stromschwellenwert einzustellen, ab dem das aktuelle Startereignis vom Instrument erfasst und aufgezeichnet wird. Der Bildschirm von Abb. 34 – rechts wird auf dem Display angezeigt
29. Verwenden Sie die Bildschirmtastatur, um den Schwellenwert einzustellen, der immer im Bereich von **5 ÷ 95% des FS-Werts** des aktuell ausgewählten Stromwandlers liegen muss
30. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „**▼**“ des Mittelfelds, um die Art der Erfassung des Anlaufstroms auszuwählen. Folgende Optionen sind möglich: **Fix** (das Ereignis wird bei Überschreitung der Stromschwelle erkannt) oder **Var** (Ereignis wird erkannt, wenn die Differenz Inter zwei in zwei aufeinanderfolgenden Halbperioden berechneten RMS-Werten den Grenzwert überschreitet)
31. Öffnen Sie das Dropdown-Menü „**▼**“ des Feldes „**Zeit [s]**“ zum Einstellen des Zeiterfassungsintervalls des Ereignisses im Feld: **0,2÷10,0 s** in Schritten von **0,2 s**
32. Bewegen Sie den virtuellen Wahlschalter des Feldes „**Flicker**“ (Aufzeichnung des Flicker-Phänomens auf den Eingangsspannungen des Instrumentes in Bezug auf die Anforderungen der IEC/EN 61000-4-15 – siehe § 10.4) mit einem Fingertipp in die Position „**An**“ (Aktivierung der Flicker-Aufzeichnung) oder in die Position „**Aus**“ (Deaktivierung der Flicker-Aufzeichnung)
33. Drücken Sie die Taste **SAVE** oder die Schaltfläche „**OK**“ oder die Funktionstaste **F4**, um die gewählte Einstellung zu speichern, die auch nach dem Ausschalten des Instruments erhalten bleibt
34. Tippen Sie auf das Symbol „**☒**“ oder die **ESC**-Taste, um zu beenden, ohne zu speichern

5.3.2. Einstellung der vordefinierten Konfigurationen

Um eine Hilfestellung vor dem Start einer Aufzeichnung zu geben, ermöglicht das Instrument die Auswahl vordefinierter Konfigurationen, die den typischen Situationen in industriellen elektrischen Anlagen entsprechen. Mit dem Instrument können auch **2 vordefinierte Konfigurationen** festgelegt werden, die vom Benutzer jederzeit gespeichert und abgerufen werden können. Die Auswahl dieser Konfigurationen stellt automatisch auf dem Instrument **nur** die Parameter ein, die für die Durchführung der Aufzeichnung erforderlich sind oder die vom Benutzer ausgewählt wurden. Die vordefinierten Konfigurationen sind:

- **Default:** Parametereinstellung am Werksausgang des Instruments. Diese Konfiguration **sieht die Aufzeichnung ALLER messbaren Parameter durch das Instrument vor**
- **EN50160:** Einstellung der Parameter für die Netzqualität gemäß der Norm EN 50160 in Bezug auf Spannungsanomalien, Harmonischesanalyse von Spannung, Flicker und Erkennung von schnellen Spannungstransienten (siehe § 10.2.2).

1. Wählen Sie das Menü „**Standard**“. Das Instrument zeigt den Bildschirm von Abb. 28 – links

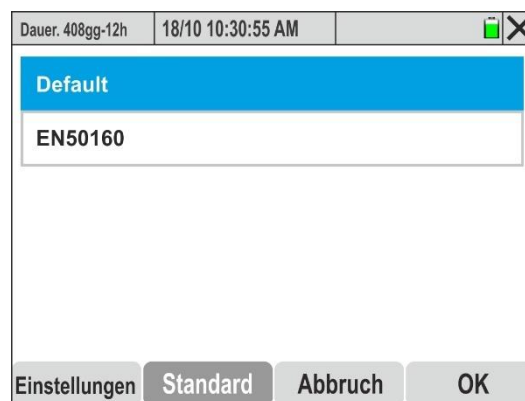


Abb. 35: Bildschirm Vordefinierte Konfigurationen

2. Tippen Sie auf eine der Einstellungen auf dem Display und bestätigen Sie mit „**OK**“. Das Instrument wählt automatisch nur die Parameter aus, die für die Ausführung der gewünschten Aufzeichnung und die Aufzeichnungsautonomie erforderlich sind.

5.4. ECHTZEIT-FUNKTION

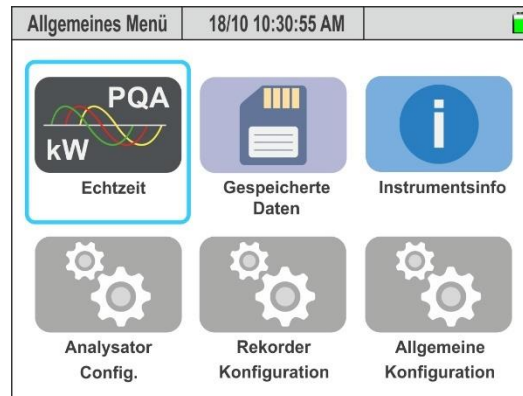


Abb. 36: Multimeter-Funktion

In diesem Bereich zeigt das Instrument die Werte der auf den Eingangskanälen in Echtzeit durchgeführten und intern berechneten Messwerte in Bezug auf Spannungen, AC TRMS-Ströme, Globalität der elektrischen Parameter für jede einzelne Phase und Summen, Flicker-Werte, Spannungsdisymmetrie, Anzeige der Wellenformen von Spannungen/Strömen für jede Phase und Summen, Anzeige der Harmonischen/Interharmonischen von Spannung und Strom bis zur 63. Ordnung für jede einzelne Phase und Summen, Anzeige des Vektordiagramms, in dem die Spannungen und Ströme mit ihren Phasenverschiebungswinkeln dargestellt sind, um die Art der Lasten zu bestimmen.

5.1.1. Anzeige numerischer Werte

Als Beispiel werden unten die Bildschirme eines **3 Phasen 4-Leiter-Systems** mit Land = **EU** gezeigt. Ähnliche Überlegungen gelten für jedes andere ausgewählte Messsystem und Land. In der oberen linken Ecke werden der Typ und die Nummer des aktuell angezeigten Bildschirms angezeigt. **Der Benutzer kann die verschiedenen verfügbaren Bildschirme mit einem horizontalen Wischen anzeigen. Die Bildschirme werden mit einem horizontalen Ziehen des Touchscreens (oder mit den Pfeiltasten ◀ und ▶) gewechselt.** Die Anzahl der verfügbaren Bildschirme hängt von der Art des betrachteten Systems ab

RMS (1)		18/10 10:30:55 AM			
V1N [V]	V2N [V]	V3N [V]	VNPE [V]	Freq [Hz]	
232.56	230.43	233.12	3.87	50.05	
V12 [V]	V23 [V]	V31 [V]	SEQ	u2% [%]	
399.55	401.36	402.61	1-2-3	1.3	
I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	IN [A]		
100.56	101.40	100.91	15.72		
Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren		

PARAMETER-LEGENDE

V1N → Spannung Phase-Neutralleiter Phase L1
 V2N → Spannung Phase-Neutralleiter Phase L2
 V3N → Spannung Phase-Neutralleiter Phase L3
 VNPE → Spannung Neutralleiter-PE
 V12 → Spannung Phase L1 - Phase L2
 V23 → Spannung Phase L2 - Phase L3
 V31 → Spannung Phase L3 - Phase L1
 u2% → Wert % Spannungssymmetrie
 SEQ → Anzeige der zyklischen Richtung der Phasen:
 „1-2-3“ => Korrekt
 „1-3-2“ => Falsch
 „*-2-3“ => Nullspannung in Phase L1
 „1-*-3“ => Nullspannung in Phase L2
 „1-2-*-“ => Nullspannung in Phase L3
 „1-*-“ => Nullspannung in den Phasen L2 und L3
 „*-2-*-“ => Nullspannung in den Phasen L1 und L3
 „*-*-3“ => Nullspannung in den Phasen L1 und L2
 Freq → Frequenz Spannungen
 I1 → Strom auf Phase L1
 I2 → Strom auf Phase L2
 I3 → Strom auf Phase L3
 IN → Strom auf Neutralleiter

Abb. 37: Seite 1/9: Numerische Spannungs- und Stromwerte

RMS (2)		18/10 10:30:55 AM		
P1 [kW]	P2 [kW]	P3 [kW]	PT [kW]	
20.35	20.80	17.64	58.79	
Q1 [kVar]	Q2 [kVar]	Q3 [kVar]	QT [kVar]	
11.33 $\mathcal{M}$	10.65 $\mathcal{M}$	-15.56 $\text{--}\mathcal{H}$	6.42 $\mathcal{M}$	
S1 [kVA]	S2 [kVA]	S3 [kVA]	ST [kVA]	
23.39	23.37	23.52	59.14	
cos ϕ 1	cos ϕ 2	cos ϕ 3	cos ϕ T	
0.87	0.89	0.75	0.99	
Pf1	Pf2	Pf3	PFT	
0.87 $\mathcal{M}$	0.89 $\mathcal{M}$	0.75 $\text{--}\mathcal{H}$	0.99	
Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren	

Abb. 38: Seite 2/9: Leistungswerte und Leistungsfaktoren

RMS (3)		18/10 10:30:55 AM		
P1fnd [kW]	P2fnd [kW]	P3fnd [kW]	PTfnd [kW]	
19.73	20.53	17.30	57.56	
Q1fnd [kVar]	Q2fnd [kVar]	Q3fnd [kVar]	QTfnd [kVar]	
11.18 $\mathcal{M}$	10.52i $\mathcal{M}$	-15.26 $\text{--}\mathcal{H}$	6.44 $\mathcal{M}$	
S1fnd [kVA]	S2fnd [kVA]	S3fnd [kVA]	STfnd [kVA]	
22.68	23.07	23.07	57.92	
cos ϕ 1	cos ϕ 2	cos ϕ 3	cos ϕ T	
0.87 $\mathcal{M}$	0.89 $\mathcal{M}$	0.75 $\text{--}\mathcal{H}$	0.99	
Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren	

Abb. 39: Seite 3/9: Leistungswerte und Leistungsfaktoren der Fundamental von U und I

RMS (4)		18/10 10:30:55 AM		
V1N [V]	THDV1N [%]	Pk V1N [V]	VNPE [V]	
232.56	4.57	328.89	3.87	
I1 [A]	THDI1 [%]	Pk I1 [A]	Freq [Hz]	
100.56	45.68	142.21	50.05	
P1 [kW]	Q1 [kVar]	S1 [kVA]	Pf1	
20.35	11.33 $\mathcal{M}$	23.39	0.87 $\mathcal{M}$	
P1fnd [kW]	Q1fnd [kVar]	S1fnd [kVA]	cos ϕ 1	
19.73	11.18 $\mathcal{M}$	22.68	0.87 $\mathcal{M}$	
Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren	

Abb. 40: Seite 4/9: Globale Werte Phase 1

RMS (5)		18/10 10:30:55 AM		
V2N [V]	THDV2N [%]	Pk V2N [V]	VNPE [V]	
230.43	3.54	325.88	3.87	
I2 [A]	THDI2 [%]	Pk I2 [A]	Freq [Hz]	
101.40	35.67	143.40	50.05	
P2 [kW]	Q2 [kVar]	S2 [kVA]	Pf2	
20.80	10.65 $\mathcal{M}$	23.37	0.89 $\mathcal{M}$	
P2fnd [kW]	Q2fnd [kVar]	S2fnd [kVA]	cos ϕ 2	
20.53	10.52 $\mathcal{M}$	23.07	0.89 $\mathcal{M}$	
Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren	

Abb. 41: Seite 5/9: Globale Werte Phase 2

PARAMETER-LEGENDE

P1, P2, P3 → Wirkleistung auf den Phasen L1, L2, L3
PT → Gesamte Wirkleistung des Systems
Q1, Q2, Q3 → Blindleistung auf die Phasen L1, L2, L3
QT → Gesamte Blindleistung des Systems
S1, S2, S3 → Scheinleistung auf Phasen L1, L2, L3
ST → Gesamte Scheinleistung des Systems
cos ϕ 1, cos ϕ 2, cos ϕ 3, cos ϕ T → Leistungsfaktor Inter den
Grundschnitungen von Spannung und Strom für
Phase und das Gesamtsystem ($\mathcal{M}$ = induktive Last; $\text{--}\mathcal{H}$
= kapazitive Last)
Pf1, Pf2, Pf3, PFT → Leistungsfaktor L1, L2, L3 und
Gesamt ($\mathcal{M}$ = induktive; $\text{--}\mathcal{H}$ = kapazitive)

PARAMETER-LEGENDE

P1fnd, P2fnd, P3fnd → Wirkleistung der **Fund.** L1, L2, L3
PTfnd → Gesamte Wirkleistung der **Fund.** im System
Q1fnd, Q2fnd, Q3fnd → Blindleistung der **Fund** L1, L2, L3
PTfnd → Gesamte Blindleistung der **Fund** im System
S1fnd, S2fnd, S3fnd → Scheinleistung **Fund** L1, L2, L3
STfnd → Gesamte Scheinleistung der **Fund** im System
cos ϕ 1, cos ϕ 2, cos ϕ 3, cos ϕ T → Leistungsfaktor Inter den
Grundschnitungen von Spannung und Strom für
Phase L1, L2, L3 und das Gesamtsystem ($\mathcal{M}$ = induktive
Last; $\text{--}\mathcal{H}$ = kapazitive Last).

PARAMETER-LEGENDE

V1N → Spannung Phase L1 - Neutraleiter
THDV1N → Harmonischesgesamtverzerrung der V1N
PkV1N → Spitzenwert der Spannung V1N
VNPE → Spannung Neutraleiter - Schutzleiter (N-PE)
I1 → Strom Phase L1
THDI1 → Harmonischesgesamtverzerrung des I1
PkI1 → Spitzenwert des Stroms I1
Freq → Netzfrequenz der Spannung
P1/Q1/S1 → Wirkleistung/Blindleistung/Scheinleistung L1
Pf1 → Leistungsfaktor Phase L1
P1fnd → Wirkleistung der Grundschnitnung Phase L1
Q1fnd → Blindleistung der Grundschnitnung Phase L1
S1fnd → Scheinleistung der Grundschnitnung Phase L1
cos ϕ 1 → Leistungsfaktor der fund. U und I Phase L1

PARAMETER-LEGENDE:

V2N → Spannung Phase L2 - Neutraleiter
THDV2N → Harmonischesgesamtverzerrung der V2N
PkV2N → Spitzenwert der Spannung V2N
VNPE → Spannung Neutraleiter - Schutzleiter (N-PE)
I2 → Strom Phase L2
THDI2 → Harmonischesgesamtverzerrung des I2
PkI2 → Spitzenwert des Stroms I2
Freq → Netzfrequenz der Spannung
P2/Q2/S2 → Wirkleistung/Blindleistung/Scheinleistung L2
Pf2 → Leistungsfaktor Phase L2
P2fnd → Wirkleistung der Grundschnitnung Phase L2
Q2fnd → Blindleistung der Grundschnitnung Phase L2
S2fnd → Scheinleistung der Grundschnitnung Phase L2
cos ϕ 2 → Leistungsfaktor der Grundschnitnung U und IL2

RMS (6)		18/10 10:30:55 AM	
V3N [V]	THDV3N [%]	Pk V3N [V]	VNPE [V]
233.12	2.56	329.68	3.87
I3 [A]	THDI3 [%]	Pk I3 [A]	Freq [Hz]
100.91	40.23	142.70	50.05
P3 [kW]	Q3 [kVAr]	S3 [kVA]	Pf3
17.64	-15.56	23.52	0.75
P3 fnd [kW]	Q3 fnd [kVAr]	S3 fnd [kVA]	cosφ3
17.30	15.26	23.07	0.75
Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren

PARAMETER-LEGENDE:

V3N → Spannung Phase L3 - Neutraleiter
 THDV3N → Harmonischesgesamtverzerrung der V3N
 PkV3N → Spitzenwert der Spannung V3N
 VNPE → Spannung Neutraleiter - Schutzleiter (N-PE)
 I3 → Strom Phase I3
 THDI3 → Harmonischesgesamtverzerrung des I3
 Freq → Netzfrequenz der Spannung
 P3/Q3/S3 → Wirkleistung/Blindleistung/Scheinleistung L3
 Pf3 → Leistungsfaktor Phase L3
 P3fnd → Wirkleistung der Grundschiwingung Phase L3
 Q3fnd → Blindleistung der Grundschiwingung Phase L3
 S3fnd → Scheinleistung der Grundschiwingung Phase L3
 cosφ3 → Leistungsfaktor der Grundschiwingung U und IL3

Abb. 42: Seite 6/9: Globale Werte Phase 3

RMS (7)		18/10 10:30:55 AM	
Pinst V1N	Pinst V2N	Pinst V3N	
0.764	0.964	0.456	
Pst V1N	Pst V2N	Pst V3N	
0.863	0.967	0.564	
Plt V1N	Plt V2N	Plt V3N	
0.000	0.000	0.000	
Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren

PARAMETER-LEGENDE:

Pinst V1N → Momentanwert des Flickers der V1N
 Pinst V2N → Momentanwert des Flickers der V2N
 Pinst V3N → Momentanwert des Flickers der V3N
 Pst V1N → Kurzzeit-Schweregrad des Flickers der V1N
 Pst V2N → Kurzzeit-Schweregrad des Flickers der V2N
 Pst V3N → Kurzzeit-Schweregrad des Flickers der V3N
 Plt V1N → Langzeit-Schweregrad des Flickers der V1N
 Plt V2N → Langzeit-Schweregrad des Flickers der V2N
 Plt V3N → Langzeit-Schweregrad des Flickers der V3N

Abb. 43: Seite 7/9: Flicker-Werte auf Eingangsspannungen

RMS (8)		18/10 10:30:55 AM	REC
Ea1 [kWh]	Ea2 [kWh]	Ea3 [kWh]	EaT [kWh]
5.088	5.200	4.410	14.70
Eri1 [kVArh]	Eri2 [kVArh]	Eri3 [kVArh]	EriT [kVArh]
2.833	2.663	0.000	5.496
Erc1 [kVArh]	Erc2 [kVArh]	Erc3 [kVArh]	ErcT [kVArh]
0.000	0.000	3.890	3.890
PkD1 [kW]	PkD2 [kW]	PkD3 [kW]	PkDT [kW]
22.69	23.57	19.54	65.80
Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren

PARAMETER-LEGENDE:

Ea1, Ea2, Ea3 Aktive → Aufgenommene Wirkenergie L1, L2, L3
 EaT → Gesamte aufgenommene Wirkenergie
 Eri1, Eri2, Eri3 → Aufgenommene induktive Blindenergie L1, L2, L3
 EriT → Gesamte aufgenommene induktive Blindenergie
 Erc1, Erc2, Erc3 → Aufgenommene kapazitive Blindenergie L1, L2, L3
 ErcT → Gesamte aufgenommene kapazitive Blindenergie
 PkD1 → Spitzenwert der aufgenommenen Energie Phase L1
 PkD2 → Spitzenwert der aufgenommenen Energie Phase L2
 PkD3 → Spitzenwert der aufgenommenen Energie Phase L3
 PkDT → Gesamt-Spitzenwert der aufgenommenen Energie

Abb. 44: Seite 8/9: Werte Aufgenommene Energie



WARNUNG

- Die Werte der von der Anlage aufgenommenen Energie werden nur während oder am Ende einer Aufzeichnung angezeigt
- Die Werte der aufgenommenen Energie werden beim Start einer neuen Aufzeichnung oder beim Ausschalten des Instrumentes zurückgesetzt

RMS (9)	18/10 10:30:55 AM	REC	
Ea1 [kWh] 1.309	Ea2 [kWh] 0.867	Ea3 [kWh] 0.558	EaT [kWh] 2.734
Eri1 [kVAh] 0.000	Eri2 [kVAh] 0.240	Eri3 [kVAh] 0.000	EiT [kVAh] 0.240
Erc1 [kVAh] 0.392	Erc2 [kVAh] 0.000	Erc3 [kVAh] 0.181	ErcT [kVAh] 0.573
PkD1 [kW] 22.69	PkD2 [kW] 23.57	PkD3 [kW] 19.54	PkDT [kW] 65.80
Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren

PARAMETER-LEGENDE:

Ea1,Ea2,Ea3 Aktive → Erzeugte Wirkenergie L1,L2,L3
 EaT → Gesamte erzeugte Wirkenergie
 Eri1,Eri2,Eri3 → Erzeugte induktive Blindenergie L1,L2,L3
 EiT → Gesamte erzeugte induktive Blindenergie
 Erc1,Erc2,Erc3 → Erzeugte kapazitive Blindenergie L1,L2,L3
 ErcT → Gesamte erzeugte kapazitive Blindenergie
 PkD1 → Spitzenwert der erzeugten Energie Phase L1
 PkD2 → Spitzenwert der erzeugten Energie Phase L2
 PkD3 → Spitzenwert der erzeugten Energie Phase L3
 PkDT → Gesamt-Spitzenwert der erzeugten Energie

Abb. 45: Seite 9/9: Werte der erzeugten Energie

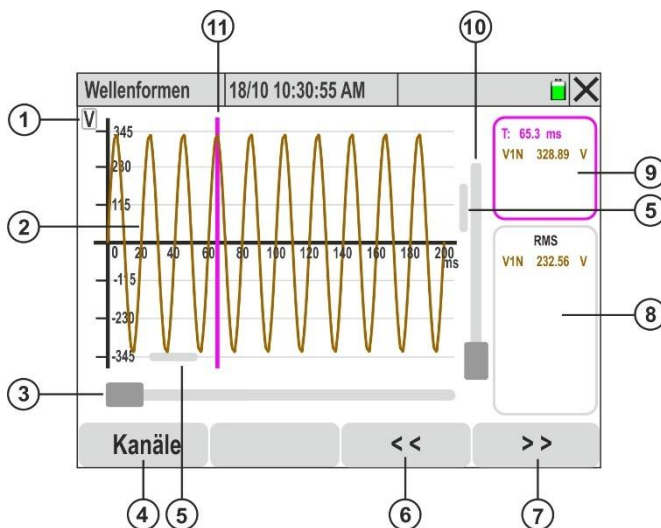
WARNUNG



- Die Werte der von der Anlage erzeugten Energie **werden nur während oder am Ende einer Aufzeichnung angezeigt**
- Die Werte der erzeugten Energie **werden beim Start einer neuen Aufzeichnung oder beim Ausschalten des Instruments zurückgesetzt**

5.1.2. Signalkurvenanzeige

Als Beispiel werden unten die Bildschirme eines **3 Phasen 4-Leiter-Systems** mit Land = **EU** gezeigt. Ähnliche Überlegungen gelten für jedes andere ausgewählte Messsystem und Land. Die Anzahl der verfügbaren Bildschirme hängt von der Art des betrachteten Systems ab. **Wenn eine Seite mit numerischen Werten vorhanden** ist, können Sie jederzeit die Anzeige der Wellenformen der Eingangsspannungs- und -stromgrößen durch Drücken der Taste **F2** oder durch Tippen auf die Schaltfläche „**Wellenf.**“ auswählen. Die Bedeutung der Symbole ist in der folgenden Abb. 46 dargestellt. Für die Bedienung des Wellenformfensters wird die Verwendung des PT400-Stiftes **empfohlen**.



LEGENDE:

1. Anzeige der angezeigten Größe (V = Spannung, A = Strom)
2. Wellenform der im Bereich „Kanäle“ ausgewählten Größe
3. **Horizontaler Zoom**-Cursor
4. Schaltfläche „Kanäle“ zur Auswahl der angezeigten Größen
5. Schieberegler für die Wellenformverschiebung auf den horizontalen und vertikalen Achsen
6. Schaltfläche zur Verschiebung der Wellenform nach links auf der horizontalen Achse (**nur bei aktiviertem Zoom**)
7. Schaltfläche zur Verschiebung der Wellenform nach rechts auf der horizontalen Achse (**nur bei aktiviertem Zoom**)
8. Anzeigebereich TRMS-Werte der ausgewählten Größen
9. Anzeigebereich Momentanwerte der Größen und Zeitachse
10. **Vertikaler Zoom**-Cursor
11. Cursor für die Anzeige der momentanen Werte auf dem Diagramm

Abb. 46: Beschreibung der Symbole auf dem Bildschirm Wellenformen



WARNUNG

- Das Instrument zeigt immer 1024 Punkte für jede Größe an, die **10 aufeinanderfolgenden Wellenformen** entspricht (max. 200ms @ 50Hz und (167ms @ 60Hz) (siehe Abb. 46)
- Die Standard-Y-Achse ist die linke Achse, auf der der Messbereich (FS) der ausgewählten Spannung oder des ausgewählten Stroms angezeigt wird. Die rechte Y-Achse ist die Achse des Stroms bei gleichzeitiger Anwesenheit von Spannung und Strom
- Der gezeigte SE wird automatisch durch die vom Benutzer ausgeführten Zoom- und/oder Translationsvorgänge angepasst
- **Tippen Sie auf einen beliebigen Punkt im Diagramm**, um den fuchsiarbenen Cursor für die Momentanwertanzeige anzuzeigen (siehe Abb. 46 – Teil 11). Tippen Sie auf den Bereich Abb. 46 – Teil 9, um den Cursor auszublenden



WARNUNG

- **Tippen Sie auf Punkte der Wellenform**, um den fuchsiarbenen Cursor an die gewünschten Stellen zu bewegen, indem Sie den Wert im Bereich Abb. 46 – Teil 9 lesen. Verwenden Sie die Pfeiltasten ◀ und ▶ für eine genaue Bewegung des Cursors auf der Zeitachse in Schritten von 0,1 ms
- Es können **bis zu 4 Kanäle gleichzeitig mit derselben Größe** (Spannung oder Strom) oder **Spannung und Strom einer einzigen Phase (V1N&I1, V2N&I2 oder V3N&I3) ausgewählt werden**
- Der maximale Wert des horizontalen Zooms ermöglicht die Anzeige **einer Periode** der Wellenform des ausgewählten Signals
- Bewegen Sie die Translationsschieber (siehe Abb. 46 – Teil 5) mit dem Stift, um exakte Punkte der zu untersuchenden Wellenform zu fokussieren

1. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Kanäle**“ (siehe Abb. 46 – Teil 4). Die folgende Bildschirmseite erscheint im Display:

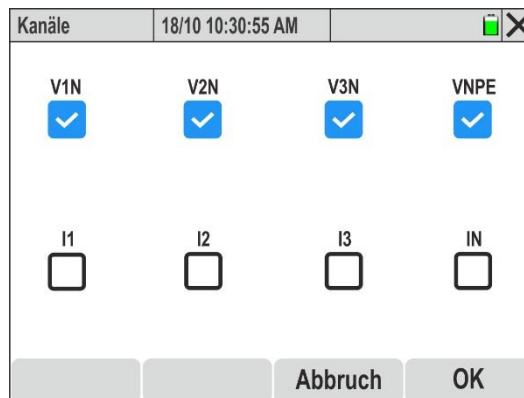


Abb. 47: Auswahl der Kanäle für die Anzeige der Wellenformen

2. Führen Sie eine der folgenden möglichen Auswahlen durch:
 - Spannungen → **bis zu 4 Signale** gleichzeitig (V1N, V2N, V3N, VPE)
 - Ströme → **bis zu 4 Signale** gleichzeitig (I1, I2, I3, IN)
 - Spannungen, Ströme → **bis zu 2 Signale** gleichzeitig (V1N&I1 oder V2N&I2, oder V3N&I3 oder VNPE&IN)
3. Bestätigen Sie mit „OK“ oder „Abbruch“, um zu beenden, ohne Vorgänge auszuführen. Im letzteren Fall bleibt die Auswahl der Signale wie zuvor
4. **Bei Auswahl der 4 Spannungen** sind die drei Wellenformen die einzelnen Phasen und der Neutraleiter und die Spannung Inter Neutraleiter und Erde in der folgenden Abbildung dargestellt:

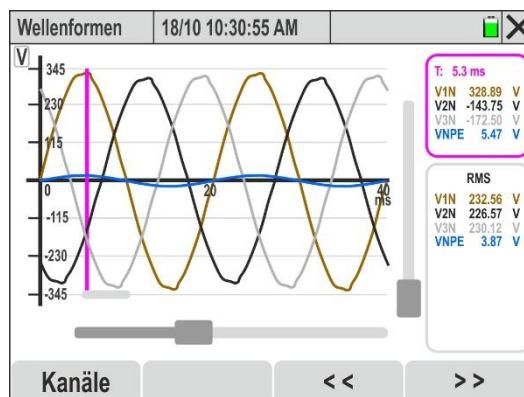


Abb. 48: Anzeige Wellenformen der Spannungen

5. **Bei Auswahl der 4 Ströme** sind die Wellenformen der einzelnen Phasen und des Neutralleiters in der folgenden Abbildung dargestellt

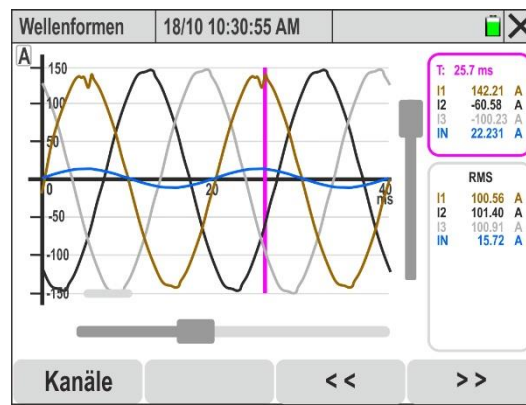


Abb. 49: Anzeige der aktuellen Wellenformen

6. **Bei der Auswahl der Spannungen und Ströme einzelner Phasen** werden die simultanen Wellenformen (z. B. bezogen auf Phase L1) in der folgenden Abbildung dargestellt:

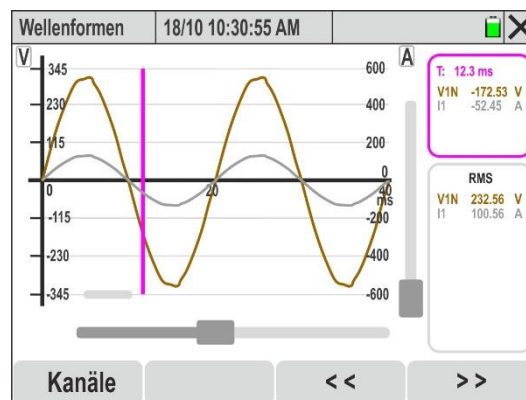


Abb. 50: Anzeige der Wellenformen von Spannung und Strom auf Phase L1

7. **Verwenden Sie den horizontalen Zoom-Schieberegler** (siehe Abb. 46 – Teil 3), um die Wellenform auf der Zeitachse zu erweitern, wie in der Abb. 51 – links gezeigt)

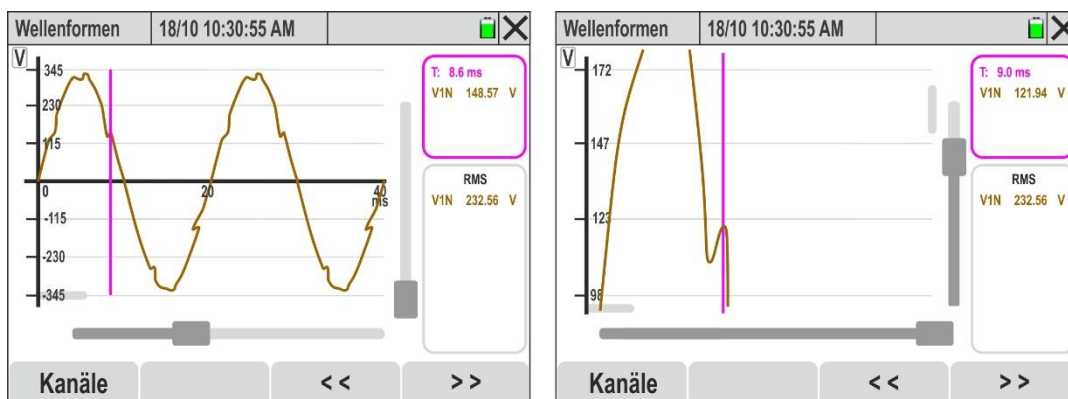
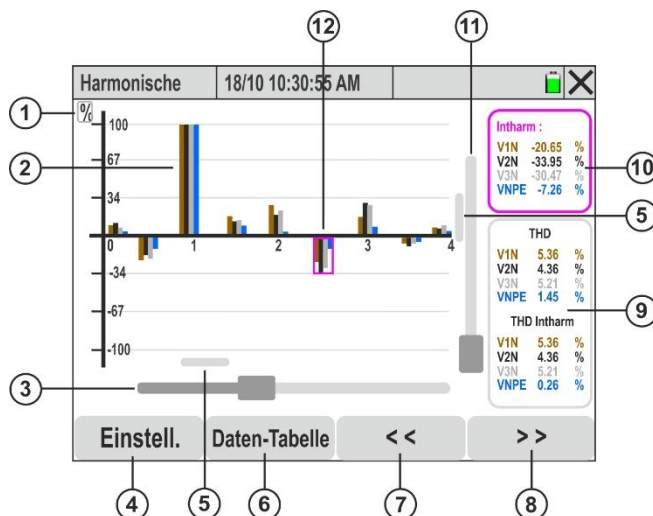


Abb. 51: Anzeige von Wellenformen mit aktivem Zoom

8. **Verwenden Sie die horizontalen und vertikalen Zoom-Schieberegler** (siehe Abb. 46 – Teile 3, 10) und die **horizontalen und vertikalen Schieberegler** (siehe Abb. 46 – Teile 5), um die Wellenform global zu erweitern, um die gewünschten Details anzuzeigen, wie in Abb. 51 – rechts angezeigt)

5.1.3. Anzeige der Harmonischenanalyse

Wenn eine Seite mit numerischen Werten vorhanden ist, können Sie jederzeit die Anzeige der Tabellen und Histogramm-Diagramme der Harmonischenanalyse von **Spannungen, Strömen und Leistungen** durch Drücken der Taste **F3** oder durch Tippen auf die Schaltfläche „**Harmonik**“ auswählen. Die Bedeutung der Symbole ist in der folgenden Abb. 52 dargestellt. Für die Bedienung des Wellenformfensters wird die Verwendung des PT400-Stiftes **empfohlen**. Als Beispiel werden unten die Bildschirme eines **4-Leiter-Dreiphasensystems + PE** mit ausgewähltem Land = **EU** gezeigt. Ähnliche Überlegungen gelten für jedes andere ausgewählte Messsystem und Land. Die Anzahl der verfügbaren Bildschirme hängt von der Art des betrachteten Systems ab



LEGENDE:

1. Anzeige der angezeigten Größe (**V** = Spannung, **A** = Strom, **W** = Leistung, % = Prozentwert)
2. Histogramm-Diagramm der ausgewählten Größe im Bereich „**Einstellungen → Kanäle**“
3. **Horizontaler Zoom-Cursor**
4. Schaltfläche „**Einstellungen**“ zur Auswahl von Größen und Anzeigemodi
5. Grafische Schieberegler für die Verschiebung auf der horizontalen und vertikalen Achse
6. Schaltfläche „**Datentabelle**“ für numerische Datenanzeige
7. Schaltfläche zur Verschiebung der Diagramme auf der horizontalen Achse nach links (**nur bei aktiviertem Zoom**) und **Erhöhung der Harmonischen-Ordnung**
8. Schaltfläche zur Verschiebung der Diagramme auf der horizontalen Achse nach rechts (**nur bei aktiviertem Zoom**) und **Erniedrigung der Harmonischen-Ordnung**
9. Anzeigebereich der Werte des Parameters THD% in Bezug auf die ausgewählten Größen
10. Anzeigebereich der momentanen Amplituden- oder Phasenwerte der im Diagramm ausgewählten Harmonischen
11. **Vertikaler Zoom-Cursor**
12. Cursor für die Anzeige der momentanen Werte auf dem Diagramm

Abb. 52: Beschreibung der Symbole auf dem Bildschirm Harmonische



WARNUNG

- **Tippen Sie auf die Nummer, die der Ordnung der Harmonischen entspricht**, um den fuchsiafarbenen Cursor für die grafische Auswahl von Histogrammen und Momentanwerten anzuzeigen (siehe Abb. 52 – Teil 12). Tippen Sie auf den Bereich Abb. 52 – Teil 10, um den Cursor auszublenden
- Verwenden Sie die Pfeiltasten ◀ und ▶ /oder die Verschiebungstasten (siehe Abb. 52 – Teile 7 und 8), um den fuchsiafarbenen Cursor in der gewünschten Ordnung der Harmonischen (von DC bis 63.) zu bewegen

1. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Einstell.**“ (Siehe Abb. 52 – Teil 4). Die folgende Bildschirmseite erscheint im Display:

Abb. 53: Auswahl der Einstellung für die Anzeige der Harmonische

2. Folgende Auswahlmöglichkeiten werden nachfolgend beschrieben:
 - **Harmonische** → Anzeige der Harmonischen **V** und **I** oder **Leistung**
 - **Visualisierung.** → Anzeige der **Amplitude** oder **Phase** der Harmonische
 - **Typ** → Anzeige von **Fundamental**, **Harmonische** und **Interharmonik**, auch gleichzeitig
 - **Harm.order** → Anzeige von **Sogar** oder **Seltsamer** Harmonische, auch gleichzeitig
 - **Werte** → Anzeige der **Prozentwerte (%)** oder **absoluten Werte (RMS)** der Harmonischen
 - **Referenz %** → Prozentanzeige der Harmonische, THD% und TID% (Interharmonik) in Bezug auf die Amplitude der **Fundamental** oder den **RMS**-Wert der Spannungs- und Stromgrößen
3. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Standard**“, um die Standardeinstellungen aus Abb. 53 wiederherzustellen
4. Bestätigen Sie mit „OK“ oder „Abbruch“, um zu beenden, ohne Vorgänge auszuführen
5. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Kanäle**“. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:

Abb. 54: Auswahl der Kanäle für die Visualisierung der Diagramme der Harmonische

5. Führen Sie eine der folgenden möglichen Auswahlen durch:
- Spannungen → **bis zu 4 Signale** gleichzeitig (V1N, V2N, V3N, VPE)
 - Ströme → **bis zu 4 Signale** gleichzeitig (I1, I2, I3, IN)
 - Spannungen, Ströme → **bis zu 2 Signale** gleichzeitig (V1N&I1 oder V2N&I2, oder V3N&I3 oder VNPE&IN)
 - Leistungen → **bis zu 3 Signale** gleichzeitig (P1, P2, P3)
6. Bestätigen Sie mit „OK“ oder „Abbrechen“, um zu beenden, ohne Vorgänge auszuführen. Im letzteren Fall bleibt die Auswahl der Signale wie zuvor
6. **Bei Auswahl der 4 Spannungen** werden die Histogramm-Diagramme der einzelnen Spannungen V1N, V2N, V3N und VNPE in Abb. 55 - links angezeigt

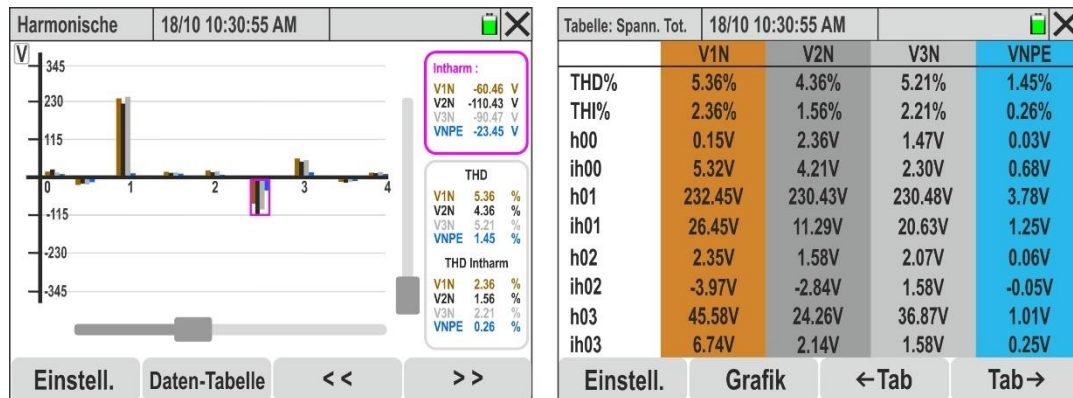


Abb. 55: Harmonischeanalyse der Spannungen im numerischen und grafischen Format

7. Auf dem Bildschirm befinden sich die Amplituden der ausgewählten Harmonischen im Format „%“ oder „RMS“ und die Prozentwerte der „THD“ (Harmonischesgesamtverzerrung) und (mit Aktivierung der Interharmonischen) die Prozentwerte der „THI“ (Interharmonischen-Gesamtverzerrung)
8. Tippen Sie auf die Schaltfläche „Daten-Tabelle“, um zur numerischen Anzeige zu wechseln. Der Bildschirm von Abb. 55 - rechts wird auf dem Display angezeigt. Die Parameter „hxx“ geben die Amplitude der Harmonische xx an, während die Parameter „ihxx“ die Amplitude der Interharmonischen xx für jeden ausgewählten Kanal angeben
9. Tippen Sie auf die Schaltflächen „<Tab“ oder „Tab->“, um zur vorherigen bzw. nächsten Seite der Parameter zu gelangen
10. **Bei Auswahl der 4 Ströme** werden die Histogramm-Diagramme der einzelnen Ströme I1, I2, I3 und IN in Abb. 56 - links angezeigt

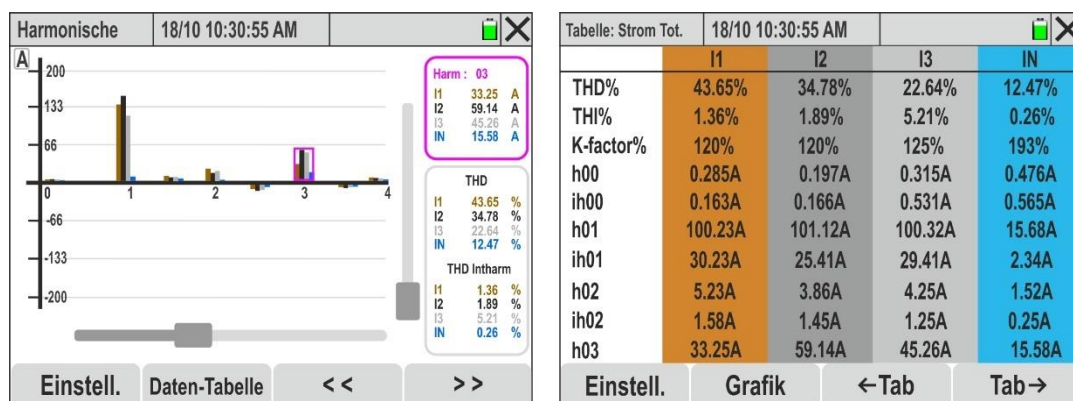


Abb. 56: Harmonischesanalyse der Ströme in numerischer und grafischer Form

11. Auf dem Bildschirm befinden sich die Amplituden der ausgewählten Harmonischen im Format „%“ oder „RMS“ und die Prozentwerte der „THD“

(Harmonischesgesamtverzerrung der Harmonischen), (falls ausgewählt) die Prozentwerte der „**THI**“ (Interharmonischen-Gesamtverzerrung) und die Prozentwerte des „**K-Faktor**“ (siehe § 10.2.5)

12. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Daten-Tabelle**“, um zur numerischen Anzeige zu wechseln. Der Bildschirm von Abb. 55 - rechts wird auf dem Display angezeigt. Die Parameter „**hxx**“ geben die Amplitude der Harmonische xx an, während die Parameter „**ihxx**“ die Amplitude der Interharmonischen xx für jeden ausgewählten Kanal angeben
13. Tippen Sie auf die Schaltflächen „**←Tab**“ oder „**Tab→**“, um zur vorherigen bzw. nächsten Seite der Parameter zu gelangen
14. Bei Auswahl der Spannungs- und Stromsignale jeder Phase werden die Histogramm-Diagramme der Paare V1N&I1, V2N&I2, V3N&I3 oder VNPE&IN in Abb. 57 angezeigt

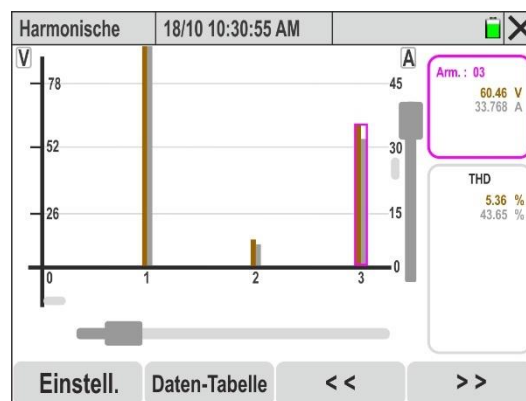


Abb. 57: Harmonischeanalyse für Spannung und Strom für jede einzelne Phase

15. Auf dem Bildschirm befinden sich die Amplituden der ausgewählten Harmonischen für Spannung und Strom im Format „%“ oder „RMS“ und die Prozentwerte der „**THD**“ (Harmonischesgesamtverzerrung der Harmonischen), (falls ausgewählt) die Prozentwerte der „**THI**“ (Interharmonischen-Gesamtverzerrung) mit unterschiedlichen Messskalen für jede Größe. Verwenden Sie die Instrumente für den vertikalen/horizontalen Zoom und die Schieberegler, um eine gezielte Anzeige der gewünschten Werte zu erhalten
16. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Daten-Tabelle**“, um zur numerischen Anzeige zu wechseln. Der Bildschirm von Abb. 55 - rechts wird auf dem Display angezeigt. Die Parameter „**hxx**“ geben die Amplitude der Harmonische xx an, während die Parameter „**ihxx**“ die Amplitude der Interharmonischen xx für jeden ausgewählten Kanal angeben
17. Bei Auswahl der 4 Spannungen oder der 4 Ströme werden die Histogrammdiagramme der Phasenwinkel in Bezug auf den Ursprung der Größen V1N, V2N, V3N, VNPE oder I1, I2, I3, IN in Abb. 58 – links angezeigt

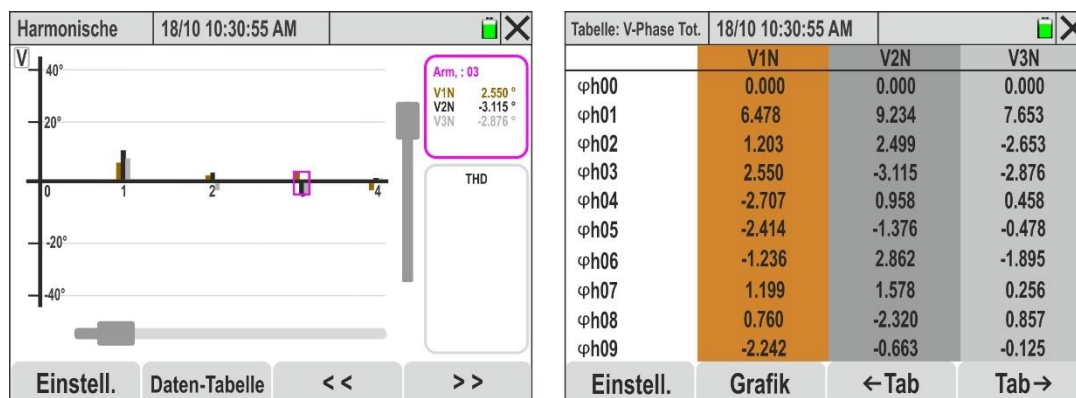


Abb. 58: Harmonischeanalyse von Phasenwinkeln für Spannungssignale

18. Auf dem Bildschirm befinden sich die Diagramme der Phasenwinkel der gewählten Spannungsharmonischen im Format „%“ oder „°“ mit unterschiedlichen Messskalen für jede Größe. Verwenden Sie die Instrumente für den vertikalen/horizontalen Zoom und die Schieberegler, um eine gezielte Anzeige der gewünschten Werte zu erhalten
19. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Daten-Tabelle**“, um zur numerischen Anzeige zu wechseln. Der Bildschirm von Abb. 58 - rechts wird auf dem Display angezeigt. Die Parameter „**phxx**“ geben die Amplitude der Harmonische xx für jeden ausgewählten Kanal an
20. Tippen Sie auf die Schaltflächen „**←Tab**“ oder „**Tab→**“, um zur vorherigen bzw. nächsten Seite der Parameter zu gelangen
21. **Bei Auswahl der 3 Wirkleistungen** werden die Histogrammdiagramme der Größen P1, P2 und P3 in Abb. 59 – links angezeigt

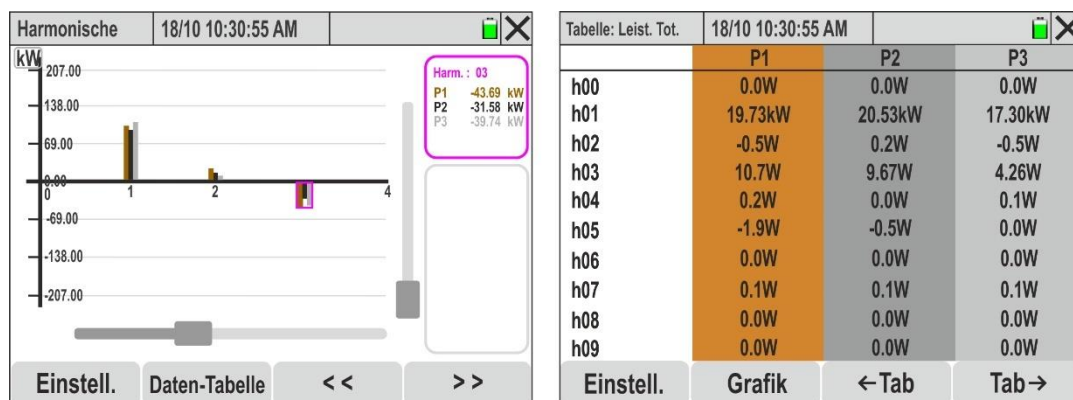


Abb. 59: Harmonischeanalyse der Wirkleistungen

22. Auf dem Bildschirm befinden sich die Diagramme der Harmonischenamplituden der absorbierten (positiver Wert) oder erzeugten Wirkleistungen (negativer Wert), die im Format „%“ oder „W“ mit unterschiedlichen Messskalen für jede Größe ausgewählt wurden. Verwenden Sie die Instrumente für den vertikalen/horizontalen Zoom und die Schieberegler, um eine gezielte Anzeige der gewünschten Werte zu erhalten
23. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Daten-Tabelle**“, um zur numerischen Anzeige zu wechseln. Der Bildschirm von Abb. 59 - rechts wird auf dem Display angezeigt. Die Parameter „**hxx**“ geben die Amplitude der Harmonische der Leistung xx für jeden ausgewählten Kanal an
24. Tippen Sie auf die Schaltflächen „**←Tab**“ oder „**Tab→**“, um zur vorherigen bzw. nächsten Seite der Parameter zu gelangen

5.1.4. Anzeige des Vektordiagramms

Wenn eine Seite mit numerischen Werten vorhanden ist, kann die Anzeige des **Vektordiagramms von Spannungen und Strömen** jederzeit durch Drücken der Taste **F4** oder durch Tippen auf die Schaltfläche „**Vektoren**“ **ausgewählt werden.** Zweck der Funktion ist es, die in Grad [°] ausgedrückten Phasenverschiebungswinkel Inter den Spannungen V1N, V2N und V3N, den Strömen I1, I2, I3,IN und die gegenseitige Phasenverschiebung Inter den einzelnen Spannungen und ihren Strömen grafisch und numerisch anzuzeigen, um den induktiven oder kapazitiven Charakter der elektrischen Anlage zu erkennen. Die Bedeutung der Symbole ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Als Beispiel werden unten die Bildschirme eines **4-Leiter-Dreiphasensystems + PE** mit ausgewähltem Land = **EU** gezeigt. Ähnliche Überlegungen gelten für jedes andere ausgewählte Messsystem und Land. Die Anzahl der verfügbaren Bildschirme hängt von der Art des betrachteten Systems ab.

1. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Kanäle**“. Die folgende Bildschirmseite erscheint im Display:

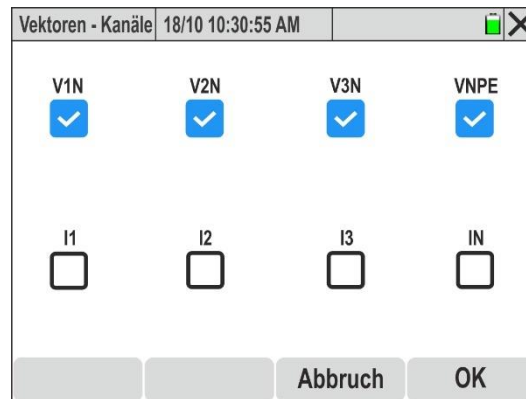


Abb. 60: Auswahl der Kanäle für die Anzeige des Vektordiagramms

2. Führen Sie eine der folgenden möglichen Auswahlen durch:
 - Spannungen → **bis zu 4 Signale** gleichzeitig (V1N, V2N, V3N, VPE)
 - Ströme → **bis zu 4 Signale** gleichzeitig (I1, I2, I3, IN)
 - Spannungen, Ströme → **bis zu 2 Signale** gleichzeitig (V1N&I1 oder V2N&I2, oder V3N&I3 oder VNPE&IN)
3. Bestätigen Sie mit „OK“ oder „Abbruch“, um zu beenden, ohne Vorgänge auszuführen. Im letzteren Fall bleibt die Auswahl der Signale wie zuvor
4. **Bei Auswahl der 4 Spannungen** ist das Vektordiagramm, das die Phasen der Spannungen V1N, V2N, V3N mit den gegenseitigen Phasenverschiebungen anzeigt, in der folgenden Abbildung dargestellt:

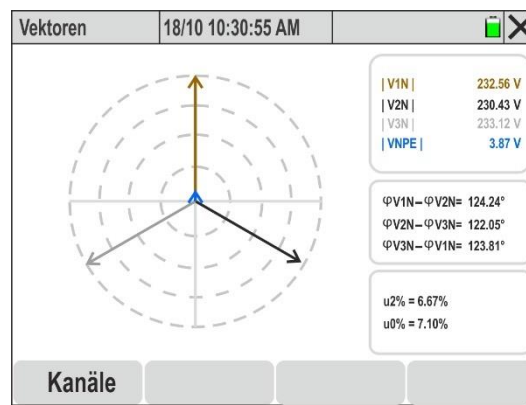


Abb. 61: Spannungsvektordiagramm

5. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:
 - **|V1N|, |V2N|, |V3N|** → Modul-Amplitudenwerte der Spannungsgrundlagen V1N, V2N, V3N und VNPE
 - **φV1N - φV2N** → Phasenverschiebung Inter dem Phaser von V1N und V2N
 - **φV2N - φV3N** → Phasenverschiebung Inter dem Phaser von V2N und V3N
 - **φV3N - φV1N** → Phasenverschiebung Inter dem Phaser von V3N und V1N
 - **u2%** → Verhältnis der Komponenten der inversen und direkten Sequenz – Spannungsasymmetrie
 - **u0%** → Verhältnis der Komponenten der homopolaren und direkten Sequenz – Spannungsasymmetrie

6. **Bei Auswahl der 4 Ströme** ist das Vektordiagramm, das die Phasen der Ströme I1, I2, I3 mit den gegenseitigen Phasenverschiebungen anzeigt, in der folgenden Abbildung dargestellt:

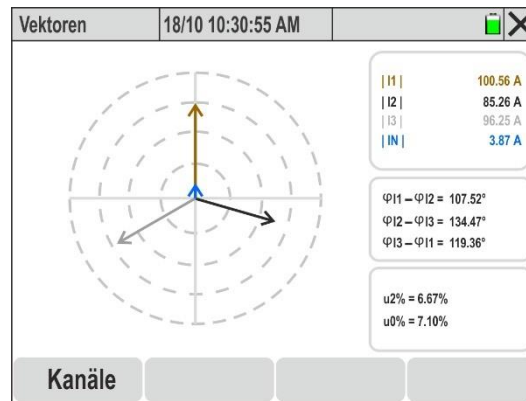


Abb. 62: Vektordiagramm der Ströme

7. Es werden die folgenden Parameter angezeigt:
- **|I1|, |I2|, |I3|, |IN|** → Amplitudenwerte im Modul der Fundamentaldaten der Ströme I1, I2, I3 und IN
 - **$\phi_{I1} - \phi_{I2}$** → Phasenverschiebung Inter dem Phaser von I1 und dem von I2
 - **$\phi_{I2} - \phi_{I3}$** → Phasenverschiebung Inter dem Phaser von I2 und dem von I3
 - **$\phi_{I3} - \phi_{I1}$** → Phasenverschiebung Inter dem Phaser von I3 und dem von I1
 - **u2%** → Verhältnis der Komponenten der inversen und direkten Sequenz – Spannungsasymmetrie
 - **u0%** → Verhältnis der Komponenten der homopolaren und direkten Sequenz – Spannungsasymmetrie
8. **Bei Auswahl der Spannungs- und Stromsignale jeder Phase** ist das Vektordiagramm mit den Phasen der Paare V1N&I1, V2N&I2 oder VN3 &I3 mit den gegenseitigen Phasenverschiebungen in der folgenden Abbildung dargestellt

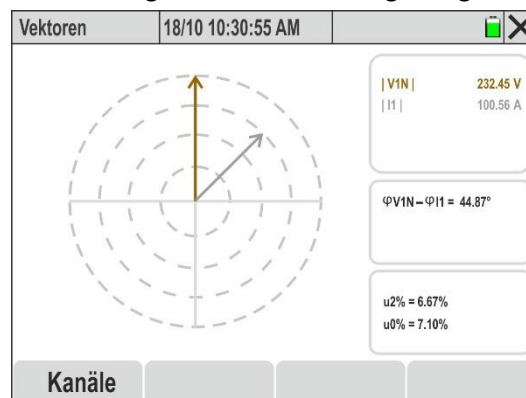


Abb. 63: Spannungs-Strom-Vektor-Diagramm Phase L1

WARNUNG



- Die Vektoranalyse bezieht sich auf die Polarkoordinaten (Amplitude und Phase) der **grundlegenden** Harmonischen (h=01) von Spannungen und Strömen
- Die **Spannungsvektoren** sind auf den **äußersten** Kreis normalisiert, der vom maximalen Signalmodul berührt wird
- Bei Auswahl beider Spannungs- und Stromsignale werden die Stromvektoren auf den konzentrischen Kreis normalisiert, der dem **äußersten Kreis am nächsten** ist, der vom maximalen Signalmodul berührt wird

- Jeder Vektor wird mit gegenseitiger Phasenverschiebung (**positive Drehrichtung = gegen den Uhrzeigersinn**) gegenüber dem Referenzvektor (**vertikale Achse = 0°**) angezeigt

6. ANWEISUNGEN ZUM GEBRAUCH

6.1. ANSCHLÜSSE DES MESSINSTRUMENTES AN DIE ANLAGE

Die folgenden Verbindungsschemata beziehen sich auf das auf dem Instrument ausgewählte EU-Land. Die Abbildungen beziehen sich auf das Zubehör des mitgelieferten **KIT802**. Die Farben der Ringe, die an den Messleitungen anderer Länder anzubringen sind, entnehmen Sie bitte der Tabelle 1.

6.1.1. Einphasiges 2-Leiter-System

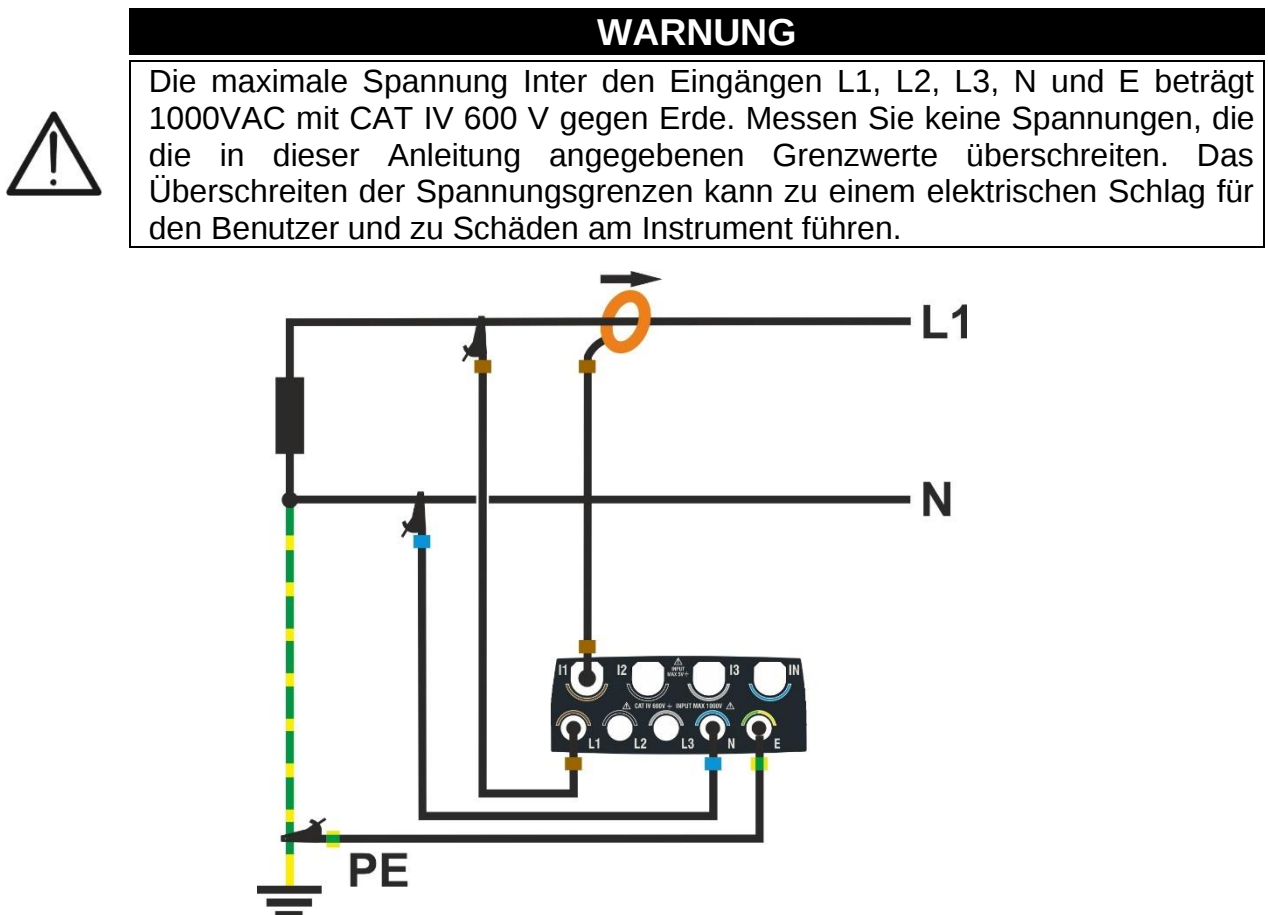


Abb. 64: Anschluss des Instrumentes in einem einphasigen 2-Leiter-System

1. Stellen Sie die Konfiguration „**1-Phase 2 Leiter**“ am Instrument ein (siehe § 5.2.1)
2. Verbinden Sie die Messleitungen mit den Leitern L1, N und PE-Leitern wie in Abb. 64 gezeigt
3. Legen Sie den Stromwandler um den Leiter der Phase L1 an, **wobei Sie die Richtung des Richtungspfeils auf dem Wandler** beachten müssen, da diese die Stromrichtung vom Generator zur Last angibt.
4. Versorgen Sie das zu prüfende elektrische System mit Strom, sofern es für den Anschluss des Instruments vorübergehend außer Betrieb genommen wurde.
5. Führen Sie ggf. die Funktion „**Autoset**“ zur Überprüfung der Verbindungen (siehe § 6.2) aus, **bevor Sie eine Aufzeichnung starten**
6. Drücken Sie die **GO/STOP-Taste** , um eine Aufzeichnung zu aktivieren/zu beenden (siehe § 6.3)

6.1.2. Dreiphasiges 4-Leiter-System



WARNUNG

Die maximale Spannung Inter den Eingängen L1, L2, L3, N und E beträgt 1000VAC CAT IV 600 V gegen Erde. Messen Sie keine Spannungen, die die in dieser Anleitung angegebenen Grenzwerte überschreiten. Das Überschreiten der Spannungsgrenzen kann zu einem elektrischen Schlag für den Benutzer und zu Schäden am Instrument führen.

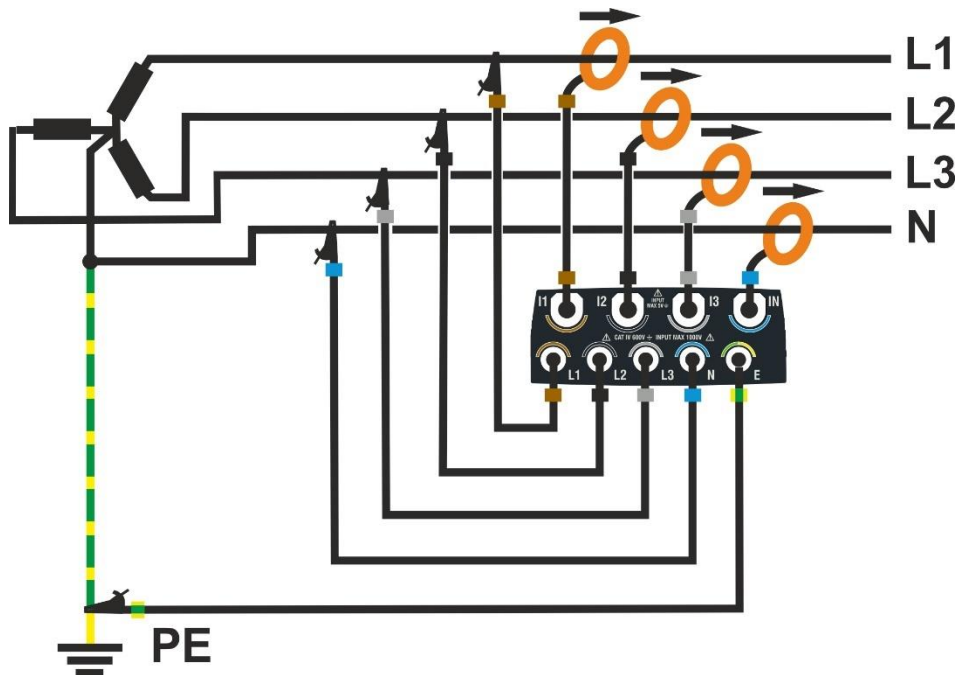


Abb. 65: Anschluss des Instrumentes in einem dreiphasigen 4-Leiter-System

1. Stellen Sie die Konfiguration „**3-Phasen 4-Leiter**“ am Instrument ein (siehe § 5.2.1)
2. Verbinden Sie die Messleitungen mit den Leitern L1, L2, L3, N und PE wie gezeigt in Abb. 65. **Überprüfen Sie auf dem Display die Anzeige „1-2-3“ in Bezug auf die korrekte zyklische Richtung der Phasen** (siehe § 5.1.1)
3. Legen Sie die Stromwandler um die Leiter L1, L2, L3 und N an, **wobei Sie die Richtung des Richtungspfeils auf dem Wandler bitte beachten**, der die konventionelle Stromrichtung vom Generator zur Last angibt.
4. Versorgen Sie das zu prüfende elektrische System mit Strom, sofern es für den Anschluss des Instruments vorübergehend außer Betrieb genommen wurde.
5. Führen Sie ggf. die Funktion „**Autoset**“ zur Überprüfung der Verbindungen (siehe § 6.2) aus, **bevor Sie eine Aufzeichnung starten**
6. Drücken Sie die **GO/STOP-Taste** , um eine Aufzeichnung zu aktivieren/zu beenden (siehe § 6.3)

6.1.3. Dreiphasiges 3-Leiter-System



WARNUNG

Die maximale Spannung Inter den Eingängen L1, L2, L3 und E beträgt 1000VAC CAT IV 600 V gegen Erde. Messen Sie keine Spannungen, die die in dieser Anleitung angegebenen Grenzwerte überschreiten. Das Überschreiten der Spannungsgrenzen kann zu einem elektrischen Schlag für den Benutzer und zu Schäden am Instrument führen.

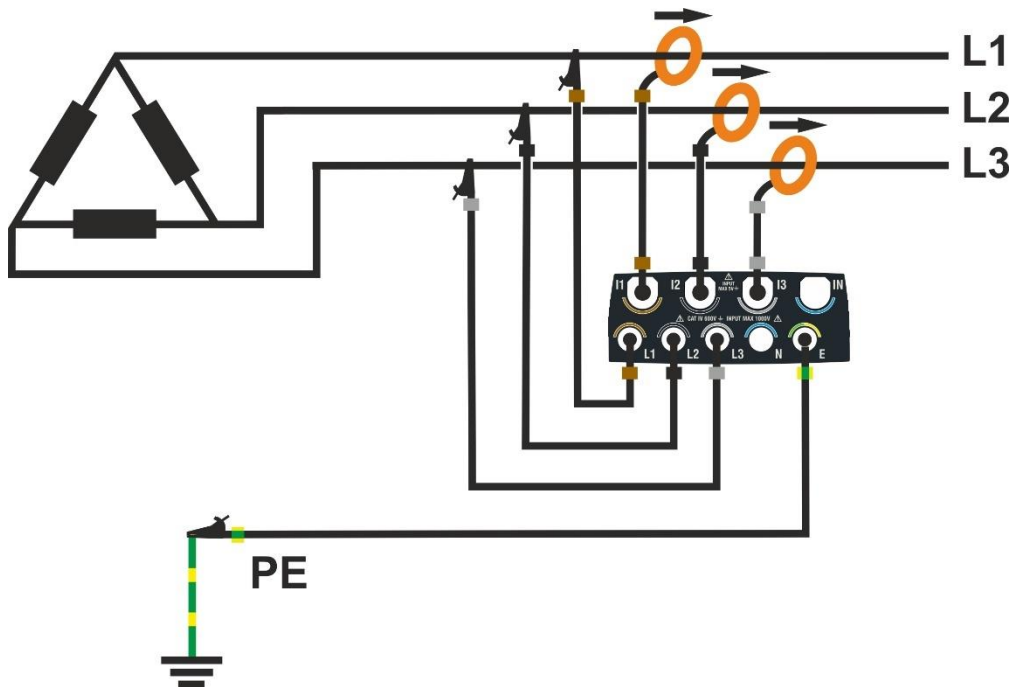


Abb. 66: Anschluss des Instrumentes in einem dreiphasigen 3-Leiter-System

1. Stellen Sie die Konfiguration „**3-Phasen 3-Leiter**“ am Instrument ein (siehe § 5.2.1)
2. Verbinden Sie die Spannungskabel mit den Leitern L1, L2, L3 und PE wie gezeigt in Abb. 66. **Überprüfen Sie auf dem Display die Anzeige „1-2-3“ in Bezug auf die korrekte zyklische Richtung der Phasen** (siehe § 5.1.1)
3. Legen Sie die Stromwandler um die Leiter der Phasen L1, L2, L3 an, **wobei Sie die Richtung des Pfeils auf dem Stromwandler selbst beachten**, der die konventionelle Stromrichtung vom Generator zur Last angibt.
4. Versorgen Sie das zu prüfende elektrische System mit Strom, wenn es für den Anschluss des Instruments vorübergehend außer Betrieb genommen wurde.
5. Führen Sie ggf. die Funktion „**Autoset**“ zur Überprüfung der Verbindungen (siehe § 6.2) aus, **bevor Sie eine Aufzeichnung starten**
6. Drücken Sie die **GO/STOP-Taste** , um eine Aufzeichnung zu aktivieren/zu beenden (siehe § 6.3)

6.1.4. Dreiphasiges 3-Leiter-System, Aron-Schaltung



WARNUNG

Die maximale Spannung Inter den Eingängen L1, L2, L3 und E beträgt 1000 V AC CAT IV 600 V in Richtung Erde. Messen Sie keine Spannungen, die die in dieser Anleitung angegebenen Grenzwerte überschreiten. Das Überschreiten der Spannungsgrenzen kann zu einem elektrischen Schlag für den Benutzer und zu Schäden am Instrument führen.

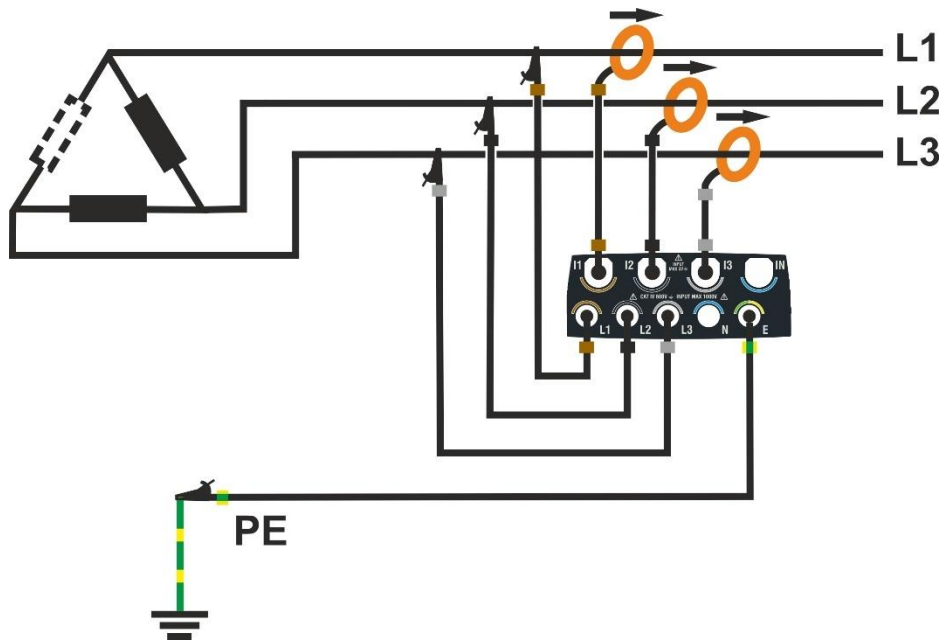


Abb. 67: Anschluss des Instrumentes in einem dreiphasigen Aron-3-Leiter-System

1. Stellen Sie die Konfiguration „**3-Ph 3-Leiter Aron**“ am Instrument ein (siehe § 5.2.1)
2. Verbinden Sie die Spannungskabel mit den Leitern L1, L2, L3 und PE wie gezeigt in Abb. 67. **Überprüfen Sie auf dem Display die Anzeige „1-2-3“ in Bezug auf die korrekte zyklische Richtung der Phasen** (siehe § 5.1.1)
3. Legen Sie die Stromwandler um die Leiter der Phasen L1, L2, L3 an, **wobei Sie die Richtung des Pfeils auf dem Stromwandler selbst beachten**, der die konventionelle Stromrichtung vom Generator zur Last angibt.
4. Versorgen Sie das zu prüfende elektrische System mit Strom, wenn es für den Anschluss des Instruments vorübergehend außer Betrieb genommen wurde.
5. Führen Sie ggf. die Funktion „**Autoset**“ zur Überprüfung der Verbindungen (siehe § 6.2) aus, **bevor Sie eine Aufzeichnung starten**
6. Drücken Sie die **GO/STOP-Taste** , um eine Aufzeichnung zu aktivieren/zu beenden (siehe § 6.3)

6.1.5. Dreiphasiges 4-Leiter-System Mittelanzapfung, 3Ph HL



WARNUNG

Die maximale Spannung Inter den Eingängen L1, L2, L3, N und E beträgt 1000V AC CAT IV 600 V gegen Erde. Messen Sie keine Spannungen, die die in dieser Anleitung angegebenen Grenzwerte überschreiten. Das Überschreiten der Spannungsgrenzen kann zu einem elektrischen Schlag für den Benutzer und zu Schäden am Instrument führen.

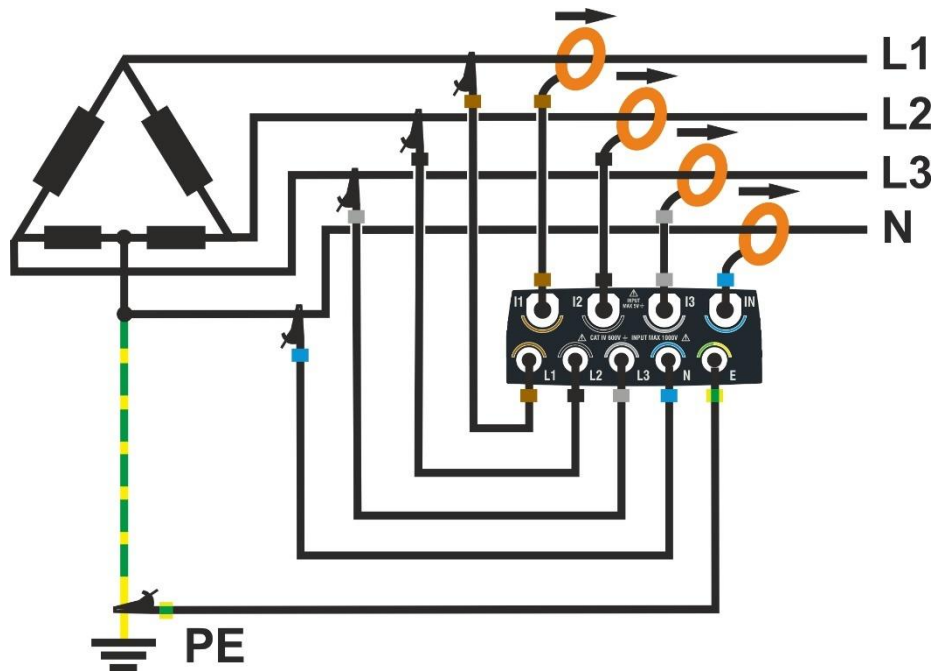


Abb. 68: Anschluss des Instrumentes in einem dreiphasigen 4-Leiter-System 3Ph HL

1. Stellen Sie die Konfiguration „**3-Ph 4-Leit Hilfs Phase**“ am Instrument ein (siehe § 5.2.1)
2. Verbinden Sie die Spannungskabel an den Leitern L1, L2, L3, N und PE wie in gezeigt Abb. 68. **Überprüfen Sie auf dem Display die Anzeige „1-2-3“ in Bezug auf die korrekte zyklische Richtung der Phasen** (siehe § 5.1.1)
3. Legen Sie die Stromwandler um die Leiter der Phasen L1, L2, L3 und N an, **wobei Sie die Richtung des Pfeils auf der Prüfspitze selbst beachten**, der die konventionelle Stromrichtung vom Generator zur Last angibt.
4. Versorgen Sie das zu prüfende elektrische System mit Strom, wenn es für den Anschluss des Instruments vorübergehend außer Betrieb genommen wurde.
5. Führen Sie ggf. die Funktion „**Autoset**“ zur Überprüfung der Verbindungen (siehe § 6.2) aus, **bevor Sie eine Aufzeichnung starten**
6. Drücken Sie die **GO/STOP-Taste** , um eine Aufzeichnung zu aktivieren/zu beenden (siehe § 6.3)

6.1.6. Dreiphasiges 3-Leiter-System 3Ph 2E



WARNUNG

Die maximale Spannung Inter den Eingängen L1, L2, L3, N und E beträgt 1000V AC CAT IV 600 V gegen Erde. Messen Sie keine Spannungen, die die in dieser Anleitung angegebenen Grenzwerte überschreiten. Das Überschreiten der Spannungsgrenzen kann zu einem elektrischen Schlag für den Benutzer und zu Schäden am Instrument führen.

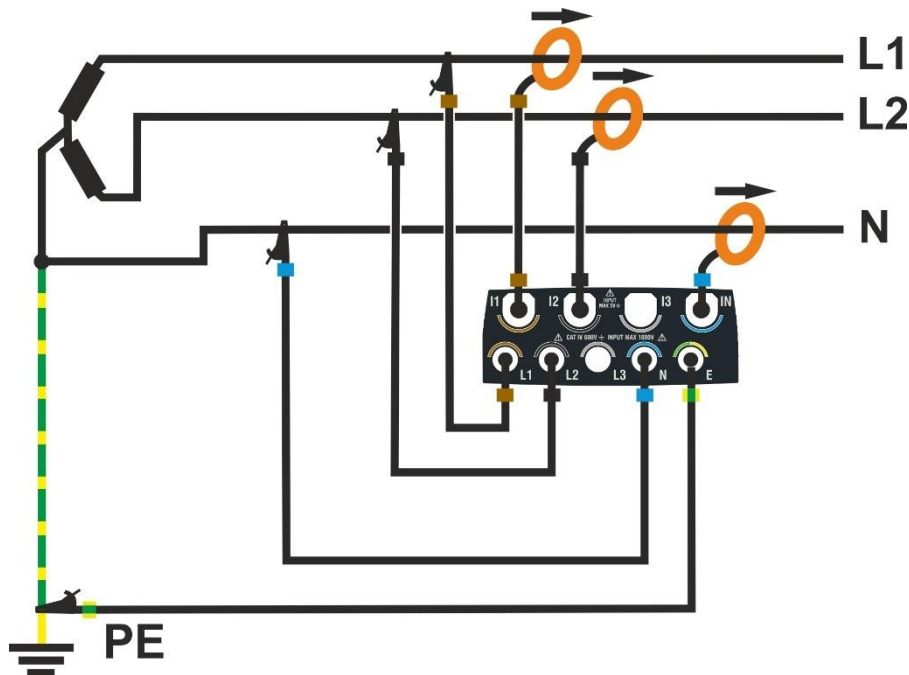


Abb. 69: Anschluss des Instrumentes in einem dreiphasigen 4-Leiter-System 3Ph E

1. Stellen Sie die Konfiguration „**3-Ph 3-Leiter Offen Y**“ am Instrument ein (siehe § 5.2.1)
2. Verbinden Sie die Messleitungen mit den Leitern L1, L2, N und PE wie in Abb. 69 gezeigt
3. Legen Sie die Stromwandler um die Leiter der Phasen L1, L2, N an, **wobei Sie die Richtung des Pfeils auf der Prüfspitze selbst beachten**, der die konventionelle Stromrichtung vom Generator zur Last angibt.
4. Versorgen Sie das zu prüfende elektrische System mit Strom, wenn es für den Anschluss des Instruments vorübergehend außer Betrieb genommen wurde.
5. Führen Sie ggf. die Funktion „**Autoset**“ zur Überprüfung der Verbindungen (siehe § 6.2) aus, **bevor Sie eine Aufzeichnung starten**
6. Drücken Sie die **GO/STOP-Taste** , um eine Aufzeichnung zu aktivieren/zu beenden (siehe § 6.3)

6.1.7. Einphasiges 3-Leiter-System 1F PC



WARNUNG

Die maximale Spannung Inter den Eingängen L1, L2, L3, N und E beträgt 1000V AC CAT IV 600 V in Richtung Erde. Messen Sie keine Spannungen, die die in dieser Anleitung angegebenen Grenzwerte überschreiten. Das Überschreiten der Spannungsgrenzen kann zu einem elektrischen Schlag für den Benutzer und zu Schäden am Instrument führen.

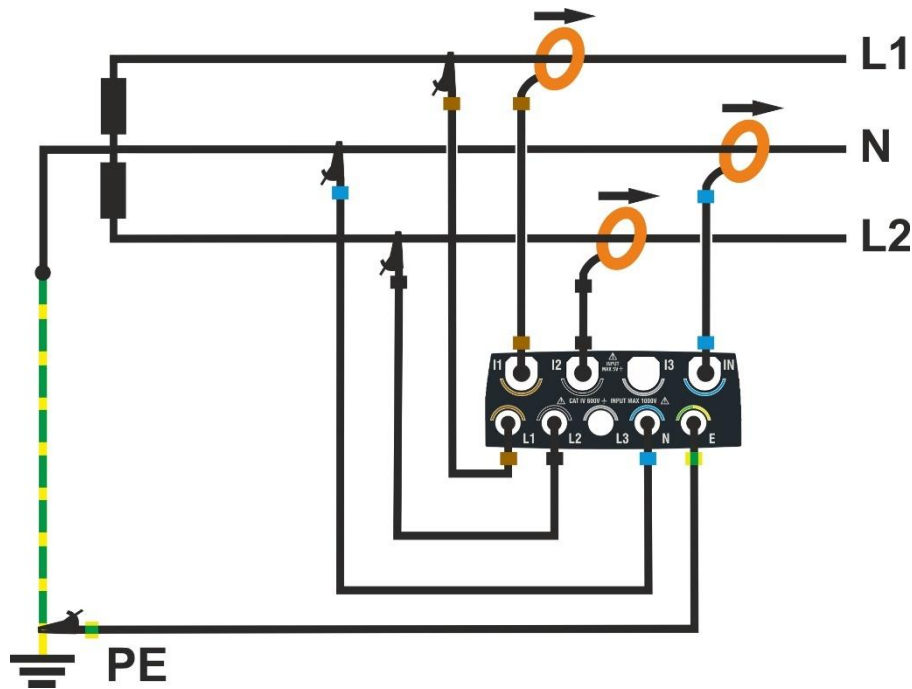


Abb. 70: Anschluss des Instrumentes in einem einphasigen 3-Leiter-System 1F PC

1. Konfigurieren Sie die Konfiguration „**Hilfsphase 3-Leiter**“ (siehe § 5.2.1)
2. Verbinden Sie die Messleitungen mit den Leitern L1, L2, N und PE wie in Abb. 70 gezeigt
3. Legen Sie die Stromwandler um die Leiter der Phasen L1, L2, N, **wobei Sie die Richtung des Pfeils auf der Prüfspitze selbst beachten**, der die konventionelle Stromrichtung vom Generator zur Last angibt.
4. Versorgen Sie das zu prüfende elektrische System mit Strom, wenn es für den Anschluss des Instruments vorübergehend außer Betrieb genommen wurde.
5. Führen Sie ggf. die Funktion „**Autoset**“ zur Überprüfung der Verbindungen (siehe § 6.2) aus, **bevor Sie eine Aufzeichnung starten**
6. Drücken Sie die **GO/STOP-Taste**, um eine Aufzeichnung zu aktivieren/zu beenden (siehe § 6.3)

6.2. AUTOSET-FUNKTION

Der Autaset-Vorgang wird **empfohlen**, um mögliche grobe Fehler an den Anschlüssen zu vermeiden, die zu inkonsistenten Werten für einige elektrische Größen führen, die eine Wiederholung der Aufzeichnung erforderlich machen könnten. Die häufigsten Anschlussfehler sind falsch angeschlossene Stromwandler (Stromflussrichtung nicht korrekt bz. Phasen vertauscht). Dieser Effekt wird **typischerweise** durch falsche **negative** Werte bei der Wirkleistungen belegt.



WARNUNG

- Die Funktion Autaset ist **nur mit den Stromwandlern HTFLEX315 , HTFLEX335, HTFLEX355 kompatibel**
- **Nach einem Autaset stellt das Instrument IMMER den größten verfügbaren SE für die erfassten Stromwandler ein. Wenn die Messung von Strömen mit einem Wert von immer weniger als 10 % des SE erwartet wird, wird empfohlen, den SE der Stromwandler zurückzusetzen (siehe § 5.2.2), nachdem der Autaset durchgeführt wurde**
- Die Stromwandler sind mit einem Pfeil „→“ versehen, der die Stromflussrichtung von „Generator“ zu „Last“ angibt
- Ein Autaset-Vorgang kann nur gestartet werden, wenn das Instrument keinen Aufzeichnungsvorgang ausführt
- Die Funktion Autaset ist nur für Messungen kompatibel, die an einem elektrischen System mit **passiven Lasten** (ohne Kraft-Wärme-Kopplung) mit einem COS-Leistungsfaktor $\cos \phi$ Inter **0,7i ÷ 0,99c** durchgeführt werden, der typischerweise in industriellen Anwendungen vorhanden ist. **Wenn die Bedingungen nicht überprüft wurden, wird die Funktion nicht ausgeführt**
- Der Autaset-Vorgang ändert die Aufzeichnungsparameter NICHT, sondern nur diejenigen, die sich auf die Stromwandler beziehen
- Am Ende eines Autaset-Vorgangs hat das Instrument automatisch den Typ der Stromwandler und die Zuordnung Inter Spannungs- und Stromkanälen zurückgesetzt, um eine Messung zu erhalten, die einem elektrischen System mit den oben genannten Eigenschaften entspricht

1. Verbinden Sie das Instrument mit dem Prüfsystem (siehe § 6.1) und nehmen Sie die in § 5.2.1 angegebenen Einstellungen vor
2. Tippen Sie im Hauptmenü auf das Symbol „Echtzeit“
3. Tippen Sie auf die Schaltfläche „Autaset“. Der Bildschirm von Abb. 71 – links (**bezogen auf ein dreiphasiges 4-Leiter-System**) wird auf dem Display angezeigt

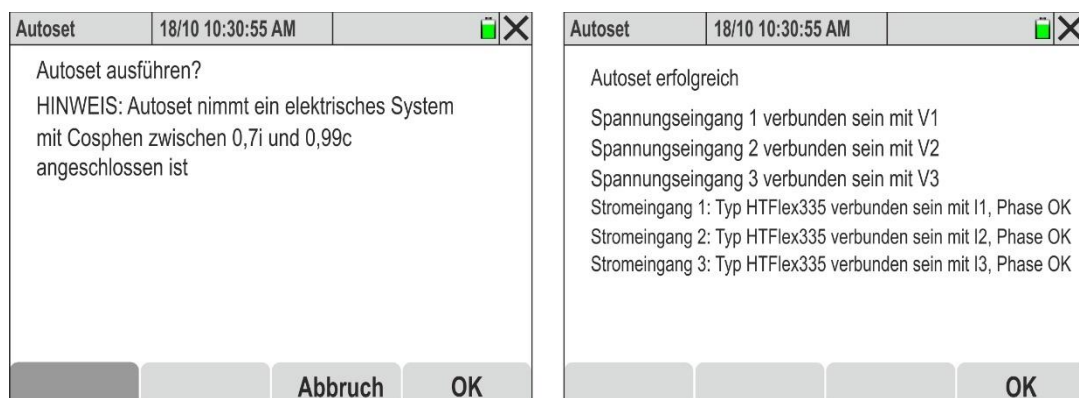


Abb. 71: Autaset-Ausführung ohne Verbindungsfehler

4. Um die Funktion Autoset auszuführen, erfordert das Instrument den Anschluss an ein elektrisches System mit **passiven Lasten** (ohne Kraft-Wärme-Kopplung) mit einem COS-Leistungsfaktor $\cos \varphi$ Inter **0,7i ÷ 0,99c**, der typischerweise in industriellen Anwendungen vorhanden ist. **Wenn die Bedingungen nicht überprüft wurden, wird die Funktion nicht ausgeführt**
5. Bestätigen Sie dies, indem Sie auf die Schaltfläche „OK“ tippen. → Die Funktion wird ausgeführt. Nach einigen Augenblicken wird der Bildschirm von Abb. 71 – rechts im Falle einer **korrekten Autoset auf dem Display angezeigt**. Folgende Parameter werden kontrolliert:
 - Eingangsspannung L1 → zugeordnet zu V1
 - Eingangsspannung L2 → zugeordnet zu V2
 - Eingangsspannung L3 → zugeordnet zu V3
 - Strom am Eingang I1 → zugeordnet zu I1, Wandlertyp und Spannungsphase V1 OK
 - Strom am Eingang I2 → zugeordnet zu I2, Wandlertyp und Spannungsphase V2 OK
 - Strom am Eingang I3 → zugeordnet zu I3, Wandlertyp und Spannungsphase V3 OK
6. Tippen Sie auf die Taste „OK“, um auf die Multimeterfunktion umzuschalten
7. Falls die Autoset-Funktion **einen oder mehrere Verbindungsfehler erkennt**, ist eine mögliche Situation in den folgenden Abbildungen dargestellt:

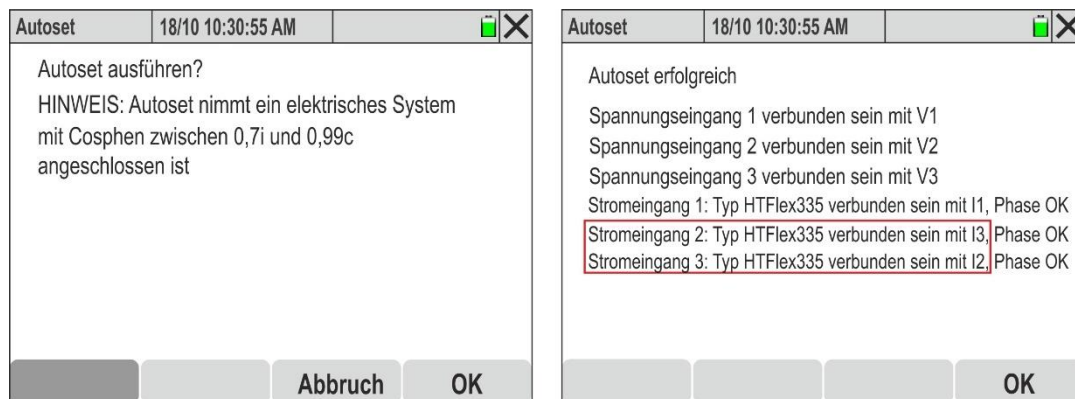


Abb. 72: Ausführung von Autoset mit Verbindungsfehlern (vertauschte Wandler)

8. In Abb. 72 – rechts ist ein Beispiel gezeigt, in dem die Funktion Autoset das Vorhandensein einer falschen Ablesung der Phasen L2 und L3 aufgrund einer **falschen Verbindung der Strom-Wandler (Wandler 2 und 3 vertauscht) erkennt und automatisch behoben hat**

RMS (2)				RMS (2)			
18/10 10:30:55 AM				18/10 10:30:55 AM			
P1 [kW]	P2 [kW]	P3 [kW]	PT [kW]	P1 [kW]	P2 [kW]	P3 [kW]	PT [kW]
20.35	17.64	20.80	58.79	20.35	20.80	17.64	58.79
Q1 [kVar]	Q2 [kVar]	Q3 [kVar]	QT [kVar]	Q1 [kVar]	Q2 [kVar]	Q3 [kVar]	QT [kVar]
11.33	10.65	-15.56	6.42	11.33	10.65	-15.56	6.42
S1 [kVA]	S2 [kVA]	S3 [kVA]	ST [kVA]	S1 [kVA]	S2 [kVA]	S3 [kVA]	ST [kVA]
23.39	23.37	23.52	59.14	23.39	23.37	23.52	59.14
COSφ1	COSφ2	COSφ3	COSφT	COSφ1	COSφ2	COSφ3	COSφT
0.87	0.89	0.75	0.99	0.87	0.89	0.75	0.99
Pf1	Pf2	Pf3	PfT	Pf1	Pf2	Pf3	PfT
0.87	0.89	0.75	0.99	0.87	0.89	0.75	0.99
Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren	Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren

Abb. 73: Wirkung der Funktion Autoset im Bereich Multimeter (Stromwandler vertauscht)

9. In Abb. 73 – links wird die in Punkt 8 beschriebene Fehlerbedingung angezeigt, in der die Wirkleistungen P2 und P3 vertauscht sind (**die in rot angezeigten Werte dienen nur zur Hervorhebung des Problems**). Nach der Ausführung des Autosets ist die neue Bedingung jene von Abb. 73 – rechts, in der die Werte von P2 und P3 **ohne Eingriff des Bedieners** wieder den erwarteten Werten entsprechen

10. In Abb. 74 – rechts ist ein Beispiel gezeigt, in dem die Funktion Autoset das Vorhandensein einer falschen Phasendifferenz Inter Spannungen und Strömen auf den Phasen L2 und L3 aufgrund eines **falschen Anschlusses der Stromwandler (Stromwandler 2 und 3 auf den jeweiligen Leitern vertauscht) erkannt und automatisch behoben hat**

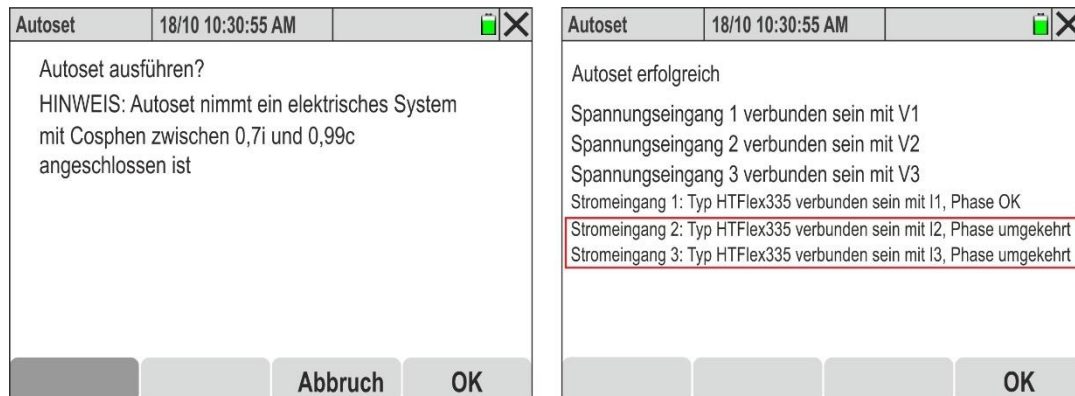


Abb. 74: Ausführung Autoset mit Verbindungsfehlern (vertauschte Wandler)

11. In Abb. 75 – links wird die in Punkt 8 beschriebene Fehlerbedingung angezeigt, bei der die Wirkleistungen P2 und P3 **negativ** sind (**die rot angezeigten Werte dienen nur zur Hervorhebung des Problems**). Nach der Ausführung des Autosets ist die neue Bedingung jene von Abb. 75 – rechts, in der die Werte von P2 und P3 **ohne Eingriff des Bedieners** wieder **positiv** sind, der die Stromwandler auf den Phasen L2 und L3 öffnen und um 180° drehen sollte, um die korrekten Werte zu erhalten

RMS (2)				RMS (2)			
18/10 10:30:55 AM				18/10 10:30:55 AM			
P1 [kW]	P2 [kW]	P3 [kW]	PT [kW]	P1 [kW]	P2 [kW]	P3 [kW]	PT [kW]
20.35	-20.80	-17.64	58.79	20.35	20.80	17.64	58.79
Q1 [kVar]	Q2 [kVar]	Q3 [kVar]	QT [kVar]	Q1 [kVar]	Q2 [kVar]	Q3 [kVar]	QT [kVar]
11.33	10.65	-15.56	6.42	11.33	10.65	-15.56	6.42
S1 [kVA]	S2 [kVA]	S3 [kVA]	ST [kVA]	S1 [kVA]	S2 [kVA]	S3 [kVA]	ST [kVA]
23.39	23.37	23.52	59.14	23.39	23.37	23.52	59.14
COSφ1	COSφ2	COSφ3	COSφT	COSφ1	COSφ2	COSφ3	COSφT
0.87	0.89	0.75	0.99	0.87	0.89	0.75	0.99
Pf1	Pf2	Pf3	PfT	Pf1	Pf2	Pf3	PfT
0.87	0.89	0.75	0.99	0.87	0.89	0.75	0.99
Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren	Autoset	Wellenf.	Harmonik	Vektoren

Abb. 75: Wirkung der Funktion Autoset im Bereich Multimeter (vertauschte Stromwandler)



WARNUNG

Nach erfolgreicher Durchführung der Autoset-Funktion **empfiehlt es sich in jedem Fall**, vor Beginn einer Aufzeichnung immer zu prüfen, ob die Vorzeichen der Wirkleistungen und des $\cos\phi$ mit den erwarteten Werten übereinstimmen

6.3. STARTEN UND STOPPEN EINER AUFZEICHNUNG



WARNUNG

- Das Instrument kann nur dann eine Aufzeichnung durchführen, wenn die Speicherkarte des in § 9.2 beschriebenen Typs, den entsprechenden Steckplatz eingesteckt ist (siehe Abb. 3 – Teil 2)
- Bevor eine Aufzeichnung gestartet wird, ist **es ratsam, eine vorläufige Überprüfung der vom Instrument in Echtzeit gemessenen Daten durchzuführen**, um zu entscheiden, was aufgezeichnet werden soll, oder gegebenenfalls eine der vordefinierten Konfigurationen zu verwenden (siehe § 5.3.2).
- Es wird empfohlen, **vor dem Starten einer Aufzeichnung immer das mit dem Instrument mitgelieferte Netzteil anzuschließen**, um während der gesamten Messkampagne keine Daten zu verlieren.

Mit dem Instrument können Sie eine Aufzeichnung auf einem **beliebigen Messbildschirm** auf folgende Weise starten:

- ✓ **MANUELL:** Die Aufzeichnung beginnt **in der nächsten Minute (Moment 00)** nach dem Drücken der Taste **GO/STOP**.
- ✓ **AUTO:** Durch Drücken der **GO/STOP**-Taste (**erforderlich**) wartet das Instrument, bis das eingestellte Datum/die eingestellte Uhrzeit (siehe § 5.3.1) erreicht ist, und startet dann die Aufzeichnung.

Die Wartezustände „REC“ und die laufende Aufzeichnung „REC“ werden durch das Vorhandensein geeigneter Symbole im oberen Teil des Displays hervorgehoben, wie in der folgenden Abbildung gezeigt:

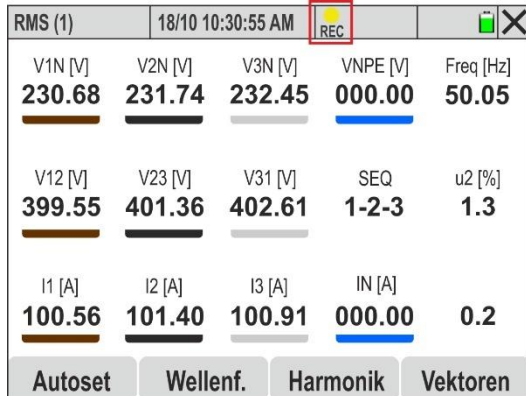


Abb. 76: Aufzeichnung der Warteschleife

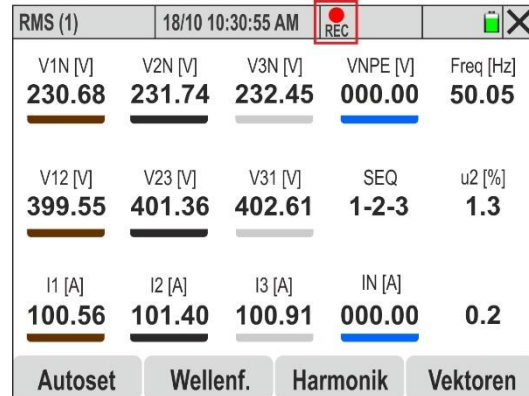


Abb. 77: Aufzeichnung läuft

Drücken Sie erneut die **GO/STOP**-Taste, um die laufende Aufzeichnung jederzeit zu beenden. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt:



Abb. 78: Anhalten einer Aufzeichnung

Tippen Sie auf die Schaltfläche „OK“, um den Vorgang zu bestätigen, oder auf „Abbruch“, um den Vorgang zu beenden, ohne zu bestätigen

Für den Fall, dass das Instrument das Vorhandensein von **negativen Wirkleistungen** erkennt, wird beim Drücken der Taste **GO/STOP** der folgende Bildschirm auf dem Display angezeigt:

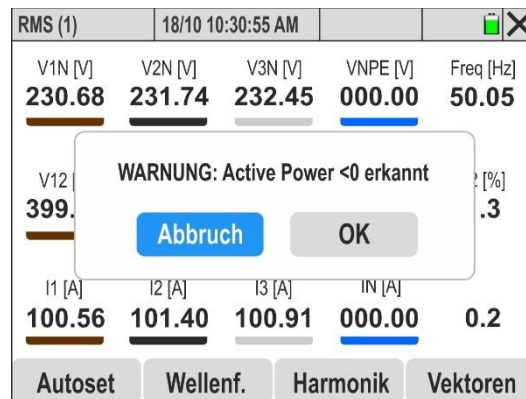


Abb. 79: Vorabprüfung der Wirkleistungen

Das Drücken der Taste „OK“ ermöglicht in jedem Fall den Start der Aufzeichnung, es wird jedoch empfohlen, die mit dem System verbundenen Stromwandler vorab zu überprüfen und die Autoset-Funktion auszuführen (siehe § 6.2).

Das Instrument sammelt Daten im temporären Speicher für die eingestellten Aggregationsintervalle (siehe § 5.3.1). Nach Ablauf dieser Zeit verarbeitet das Instrument die im temporären Speicher gespeicherten Ergebnisse und speichert im endgültigen Speicher des Instruments den ersten Satz von Werten im Zusammenhang mit der Aufzeichnung. Wenn Sie also einen Integrationszeitraum von 15 Minuten eingestellt haben, **muss die Aufzeichnungsdauer mindestens 15 Minuten betragen (oder in jedem Fall der eingestellten Integrationszeit entsprechen), um eine Reihe von aufgezeichneten Werten zu erzeugen, die dann auf den PC übertragen werden können.**



WARNUNG

- Lassen Sie bei der Durchführung einer Aufzeichnung das Instrument **mindestens für die Dauer eines Integrationszeitraums** angeschlossen, um ein Messergebnis speichern zu können. Wenn Sie die Aufzeichnung vor dem Ende eines Integrationszeitraums unterbrechen, **speichert das Instrument nichts im internen Speicher**
- Jede vorgenommene Aufzeichnung wird **automatisch** beendet und nur durch Drücken der **GO/STOP**-Taste oder beim Erreichen des Datums/ der Uhrzeit des automatischen Stopps vom Instrument gespeichert
- Nur der Bereich „Multimeter“ ist während einer laufenden Aufzeichnung verfügbar.** Das Instrument gibt die Meldung „Vorgang während der Aufzeichnung nicht möglich“ aus, wenn andere Bereiche ausgewählt werden. Beenden Sie die Aufzeichnung durch Drücken der **GO/STOP**-Taste
- Das Symbol „“ zeigt das Fehlen der Speicherkarte oder Probleme beim Lesen der Karte an
- Das Symbol „“ zeigt den vollen Speicherzustand an

6.4. GESPEICHERTE DATEN

Im Bereich „Gespeicherte Daten“ können Sie den Inhalt des Speichers während und am Ende der Aufzeichnung überprüfen und gespeicherte Aufzeichnungen löschen.

1. Tippen Sie auf das Symbol „**Gespeicherte Daten**“. Der folgende Bildschirm wird auf dem Display angezeigt.

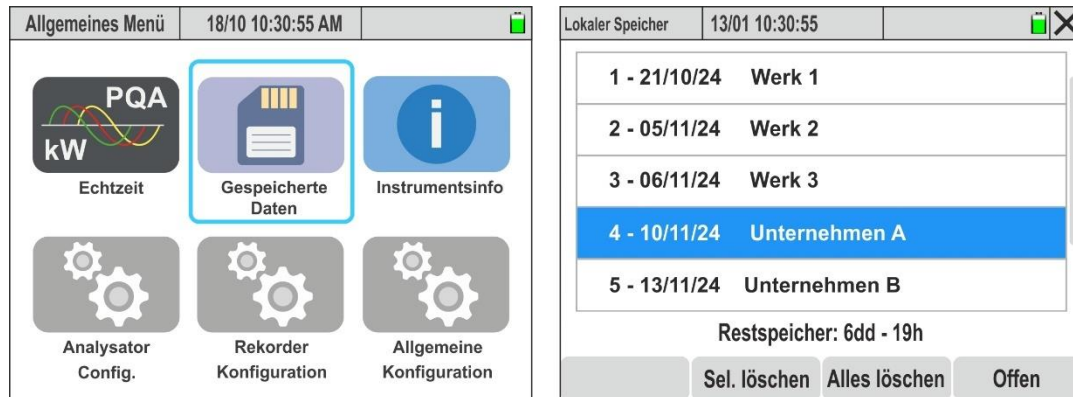


Abb. 80: Bereich Gespeicherte Daten

2. Jede Zeile bezieht sich auf das sequentielle Speichern von Aufzeichnungen, die mit dem Instrument gespeichert wurden, und gibt das Datum an, an dem sie ausgeführt wurde, sowie einen eventuellen Kommentar (siehe § 5.3.1). Scrollen Sie vertikal durch die Seitenleiste oder verwenden Sie den Stift, um die gesamte Liste anzuzeigen
3. Die Information über den **verbleibenden Speicher (Tage/Stunden)**, die am unteren Bildschirmrand angezeigt wird, zeigt die maximale Dauer der nächsten Aufzeichnung (oder der laufenden Aufzeichnung unter Berücksichtigung der eingestellten Aufzeichnungsparameter an
4. Tippen Sie auf eine Zeile, um sie hervorzuheben, und wählen Sie die Taste „**Öffnen**“ oder drücken Sie **ENTER**, um die Aufzeichnung zu öffnen. Der folgende Bildschirm wird angezeigt:

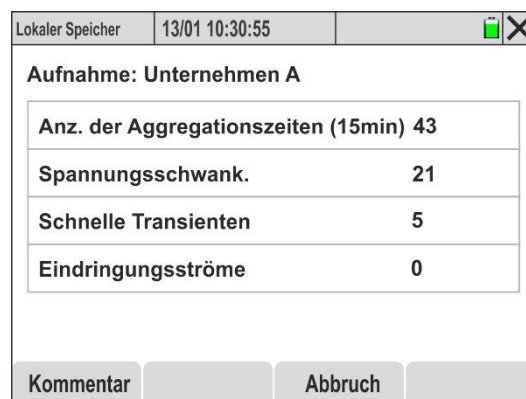


Abb. 81: Allgemeine Informationen zur Aufzeichnung

5. Die gesammelten Informationen über die Anzahl der gespeicherten Integrationszeiträume (oder Aggregationsintervalle), die Anzahl der gespeicherten Spannungsanomalien (Spannungseinbrüche/Spitzen), die schnellen Spannungstransienten und eventuelle Einschaltströme werden angezeigt



WARNUNG

Der Inhalt der Aufzeichnung kann NUR in der speziellen HTAgorà-Software angezeigt werden, nachdem sie auf den PC heruntergeladen wurde (siehe § 7)

6. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Sel löschen**“, um die ausgewählte Aufzeichnung zu löschen
7. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Alles löschen**“, um den gesamten Speicherinhalt zu löschen
8. Tippen Sie auf die Schaltfläche „**Kommentar**“, um den Kommentar der geöffneten Aufzeichnung zu ändern.

6.5. INSTRUMENTINFORMATIONEN

1. Tippen Sie auf das Symbol „**Instrumente Info**“. Die folgende Bildschirmseite erscheint im Display:

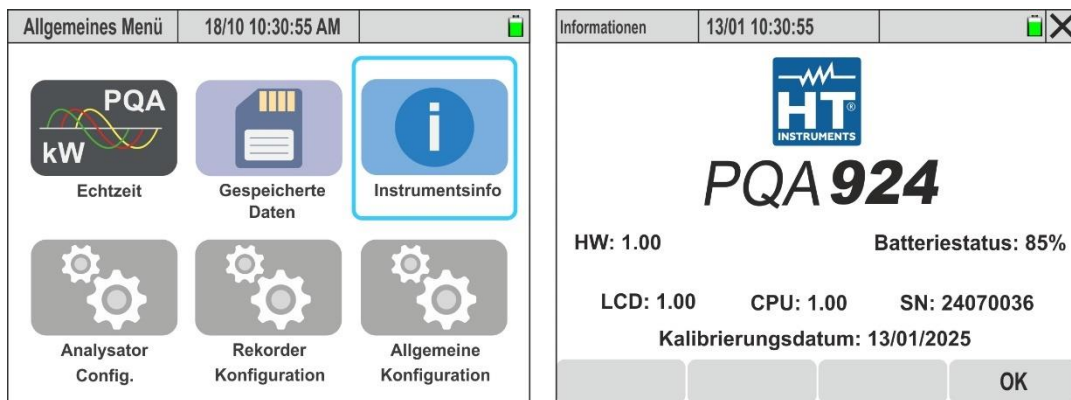


Abb. 82: Bildschirm Instrumente-Info

2. Die Bedeutung der vorhandenen Einträge ist wie folgt:

Eintrag	Beschreibung
Logo	Name des Herstellers
Modell	PQA924
SN	Seriennummer des Instrumentes
HW	Hardware-Version des Instruments
LCD, CPU	Firmware-Version des Instruments
Kalibrierungsdatum	Datum der letzten durchgeführten Kalibrierung
Batteriestatus	Prozentualer Batteriestand

3. Drücken Sie die Taste „**OK**“, um zum Hauptmenü zurückzukehren

7. ANSCHLIEßEN DES INSTRUMENTS AN EINEN PC

Die Verbindung Inter PC und Gerät zum Herunterladen aufgezeichneter Daten kann auf folgende Weise verwaltet werden:

- Durch **direkten Zugriff** auf die an einen PC angeschlossene Speicherkarte mit Lesegerät (**empfohlene Option beim Herunterladen sehr großer Aufzeichnungen**)
- Über den USB-C-Anschluss (siehe Abb. 3 – Teil 3) mit dem mitgelieferten Kabel
- Über eine auf dem Instrument zu aktivierende WLAN-Verbindung (siehe § 5.1.7)
- Über den Anschluss an ein Ethernet-LAN-Netzwerk (siehe § 5.1.11)



WARNUNG

Um die Datenübertragung auf den PC durchzuführen, müssen Sie zuvor die **HTAgorà**-Verwaltungs-SW installiert haben, die von der Website **www.ht-instruments.de** heruntergeladen werden kann

Verbindung über direkten Zugriff auf die Speicherkarte

1. Entfernen Sie die Speicherkarte aus dem Steckplatz (siehe Abb. 3 – Teil 2)
2. Stecken Sie die Speicherkarte in einen Kartenleser und verbinden Sie ihn mit einem USB-Anschluss am PC
3. Starten Sie die HTAgorà-Software
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Import“

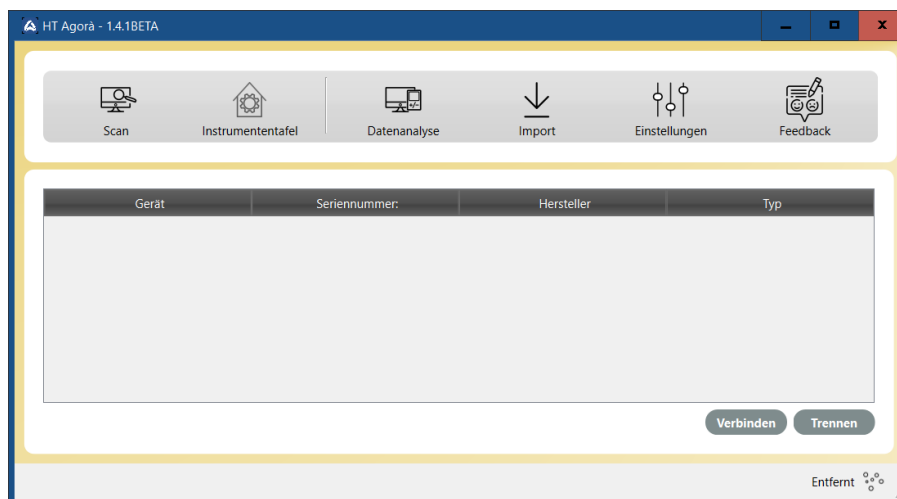


Abb. 83: Datenimport mit der HTAgorà-Software

5. Wählen Sie auf dem Wechseldatenträger „**13010 (Datenträgername)**“ den Ordner aus, der die gewünschte Aufnahme enthält (z. B. „**00300155**“ in der folgenden Abbildung).

Name	Letzte Bearbeitung
00100153	24/09/2024 15:22
00200154	24/09/2024 15:22
00300155	24/09/2024 15:22
00400156	24/09/2024 15:22
00500157	24/09/2024 15:22
00600158	24/09/2024 15:22
00700159	24/09/2024 15:22
00800160	24/09/2024 15:22
00900161	24/09/2024 15:22
01000162	24/09/2024 15:22
01100163	24/09/2024 15:22
01200164	24/09/2024 15:23

6. Wählen Sie den Zielordner auf Ihrem PC aus und bestätigen Sie
7. Die Aufnahmedatei **mit der Erweiterung HQA** ist im ausgewählten Ordner verfügbar
8. Öffnen Sie die HQA-Datei der Aufnahme mit der HTAgorà-Software

Verbindung über USB-C-Kabel

1. Schalten Sie das Instrument durch Drücken der Taste **ON/OFF** ein.
2. Verbinden Sie das Instrument **in einem beliebigen Bildschirm** mit dem mitgelieferten USB-C-Kabel **C2010**
3. Starten Sie die HTAgorà-Software
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche „**Scan**“, um das Instrument zu erkennen. Die Zeile „PQA924“ und der Verbindungstyp „USB“ wird angezeigt

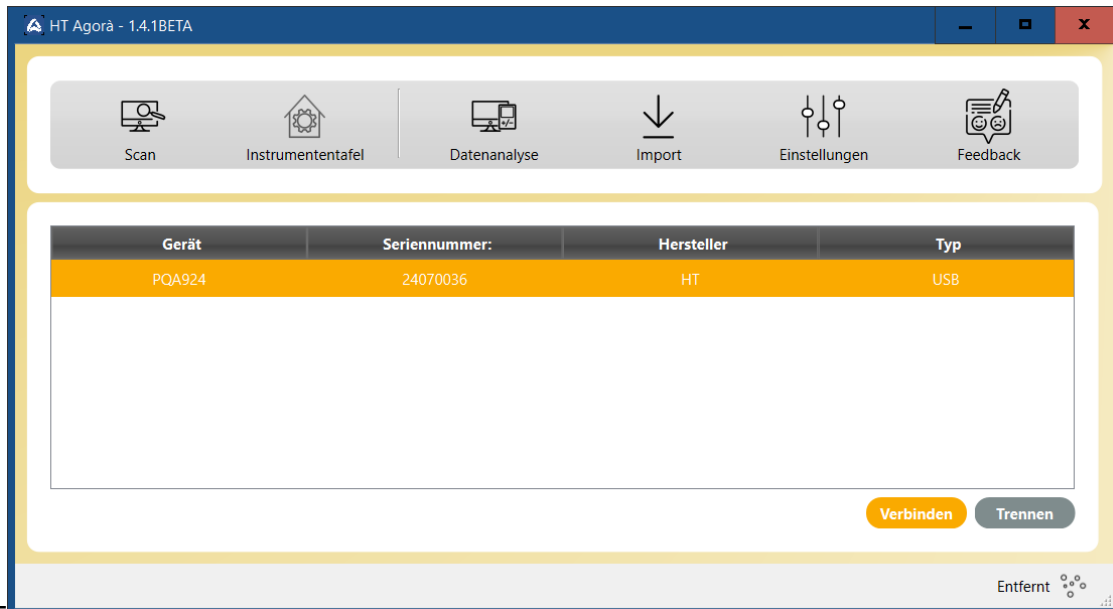


Abb. 84: Anbindung des Instruments an die HTAgorà-Software und USB-Anschluss

5. Klicken Sie auf die Schaltfläche „**Verbinden**“, um das Instrument zu verbinden und die nachfolgenden internen Schnittstellen der Software zur Verwaltung der gewünschten Vorgänge zu verwenden

WARNUNG



Es ist nicht möglich, Daten während einer Aufzeichnung über ein USB-C-Kabel auf den PC zu übertragen. Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Instrument, um die Aufzeichnung zu beenden, bevor Sie den Vorgang ausführen

Anschluss durch WLAN

1. Schalten Sie das Instrument durch Drücken der Taste **ON/OFF** ein.
2. Tippen Sie im Hauptmenü auf das Symbol „**Allgemeine Konfiguration**“ und wählen Sie die Option „**Ein**“ in der Funktion „**Hotspot WiFi**“ (siehe § 5.1.7)
3. Öffnen Sie die Netzwerkzugriffseinstellungen, indem Sie auf das Symbol „“ in der unteren rechten Ecke des PCs klicken, wählen Sie den Punkt „**13010-xxxxxxx**“, klicken Sie auf „**Verbinden**“ und warten Sie, bis der PC die Erkennung des Instruments bestätigt hat
4. Starten Sie die HTAgorà-Software
5. Klicken Sie auf die Schaltfläche „**Scan**“, um das Instrument zu erkennen. Die Zeile „PQA924“ und der Verbindungstyp „WiFi“ wird angezeigt (siehe Abb. 85)

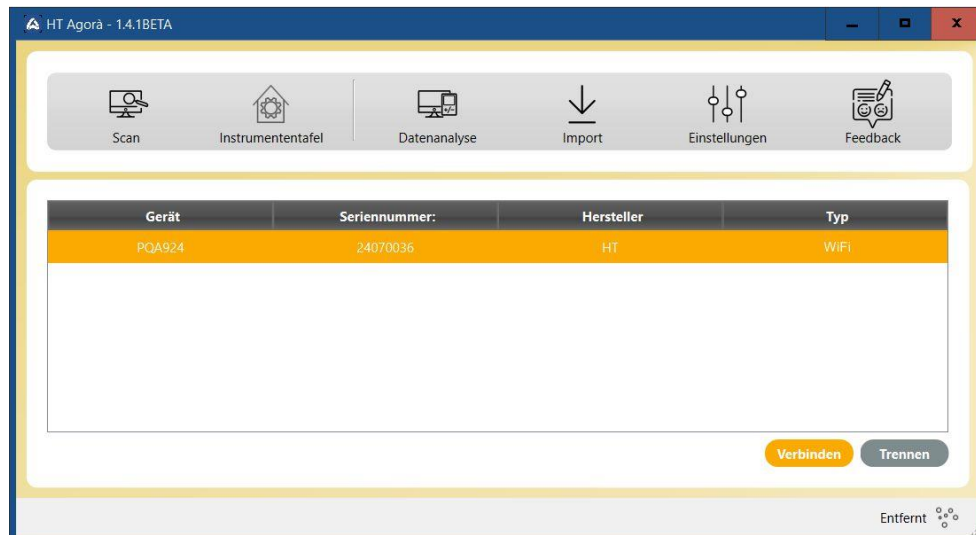


Abb. 85: Anbindung des Instruments an die HTAgorà-Software und WLAN-Anschluss

6. Klicken Sie auf die Schaltfläche „**Verbinden**“, um das Instrument zu verbinden und die nachfolgenden internen Schnittstellen der Software zur Verwaltung der gewünschten Vorgänge zu verwenden



WARNUNG

Es ist nicht möglich, während einer Aufzeichnung Daten an den PC zu übertragen. Drücken Sie die **GO/STOP**-Taste am Instrument, um die Aufzeichnung zu beenden, bevor Sie den Vorgang ausführen

Verbindung über Ethernet-Netzwerk

1. Schalten Sie das Instrument durch Drücken der Taste **ON/OFF** ein.
2. Ermitteln Sie die IP-Adresse des lokalen Ethernet-Netzwerks, an das das Instrument angeschlossen ist, über den RJ45-Eingangsstecker, wie in § 5.1.11
3. Starten Sie die HTAgorà-Software
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche „**Scan**“, um das Instrument zu erkennen, wie in Abb. 84 angegeben. Die Zeile „PQA924“ und der Verbindungstyp „NETZ“ wird angezeigt (siehe Abb. 86)

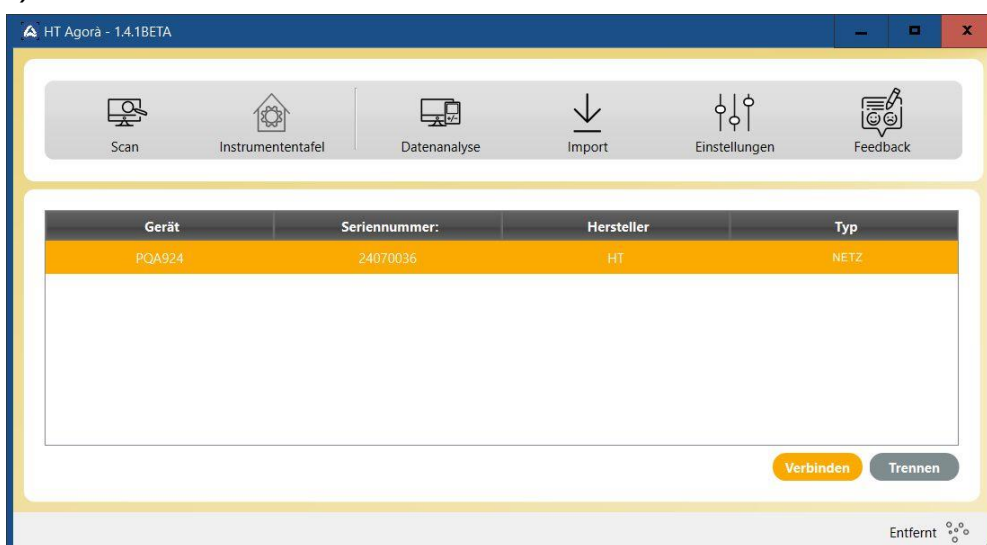


Abb. 86: Anbindung des Instruments an die HTAgorà-Software und NETZ-Anschluss

5. Klicken Sie auf die Schaltfläche „**Verbinden**“, um das Instrument zu verbinden und die nachfolgenden internen Schnittstellen der Software zur Verwaltung der gewünschten Vorgänge zu verwenden

8. WARTUNG

8.1. ALLGEMEINES

Beachten Sie bei der Verwendung und Lagerung die in dieser Anleitung aufgeführten Empfehlungen, um mögliche Schäden oder Gefahren für den Bediener zu vermeiden. Verwenden Sie das Instrument nicht in Umgebungen mit Feuchtigkeits- oder Temperaturwerten, die außerhalb der in § 9.3 angegebenen Umgebungsbedingungen liegen. Setzen Sie es nicht dem direkten Sonnenlicht aus. Schalten Sie das Instrument nach dem Gebrauch immer aus. **Wenn Sie es längere Zeit nicht verwenden möchten, entfernen Sie die Batterien, um zu verhindern, dass Flüssigkeiten austreten, die die internen Schaltkreise beschädigen könnten.**

8.2. AUSWECHSELN ODER AUFLADEN DER INTERNEN BATTERIEN

Wenn das Symbol für schwache Batterien  auf dem Display erscheint, ersetzen Sie die Batterien (bei Verwendung von Alkali-Batterien) oder laden Sie sie auf (bei Verwendung von NiMH-Akkus).



WARNUNG

- Nur qualifizierte Techniker dürfen diesen Vorgang durchführen. Vergewissern Sie sich vorher, dass alle Kabel von den Eingangsanschlüssen entfernt wurden.
- Verwenden Sie zum Aufladen der Batterien nur das mitgelieferte HT-Netzteil**, um mögliche Schäden am Instrument zu vermeiden.

In der folgenden Tabelle 2 werden die möglichen Zustände angegeben

Anzeigesymbol	Statusbeschreibung
	Vollständig entladene Batterie. Bitte aufladen
	Niedriger Batteriestand. Das Aufladen wird empfohlen
	Voll aufgeladene Batterie
	Mittlerer Batteriestand
	Batterie wird geladen
	Aufladen der Batterie abgeschlossen
	Probleme mit dem Aufladen der internen Batterien. Verwenden Sie neue Batterien oder wenden Sie sich an den HT-Kundendienst

Tabelle 2: Beschreibung des Zustands der internen Batterien

Auswechseln der internen Batterien

1. Das Instrument ausschalten
2. Ziehen Sie alle angeschlossenen Messleitungen aus den Eingangsbuchsen.
3. Lösen Sie die Befestigungsschraube der Batteriefachabdeckung und entfernen Sie diese
4. Entfernen Sie alle Batterien und ersetzen Sie sie durch identische (siehe § 9.2) unter Beachtung der angegebenen Polaritäten
5. Bringen Sie den Batteriefachdeckel wieder an und befestigen Sie ihn mit der entsprechenden Schraube.
6. Entsorgen Sie verbrauchte Batterien ordnungsgemäß. Verwenden Sie für die Entsorgung die entsprechenden Behälter

Aufladen der internen Batterien

Das vollständige Aufladen der Batterien muss **immer über das mitgelieferte externe Netzteil erfolgen**. Das externe Netzteil lädt die Batterien **sowohl bei eingeschaltetem als auch bei ausgeschaltetem** Instrument auf. **Laden Sie keine Alkaline-Batterien auf.** Gehen Sie wie folgt vor:

1. Ziehen Sie die Anschlusskabel aus den Eingangsbuchsen.
2. Schalten Sie das Instrument ein.
3. Schließen Sie das externe Netzteil an das Instrument an und verbinden Sie es mit Netzspannung. Das Symbol „“ befindet sich im oberen rechten Teil des Displays, um den laufenden Ladevorgang der internen Batterien anzuzeigen.
4. Fahren Sie mit dem Aufladen fort, bis das Symbol „“ angezeigt wird.
5. Trennen Sie das externe Netzteil vom Netz

8.3. REINIGUNG DES INSTRUMENTS

Verwenden Sie ein weiches, trockenes Tuch, um das Instrument zu reinigen. Verwenden Sie niemals feuchte Tücher, Lösungsmittel, Wasser usw. und achten Sie besonders auf das TFT-Display.

9. TECHNISCHE DATEN

9.1. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN

Genauigkeit angegeben als $\pm[\% \text{Anzeige} + \text{Wert}]$ bei $23^\circ \text{C} \pm 5^\circ \text{C}$, $<70\% \text{RH}$. Unsicherheiten für Werte außerhalb der angegebenen Messbereiche werden nicht angegeben

Spannung AC TRMS (L-L / L-N) – Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Bereich [V]	U _{din} [V]	Auflösung [V]	Genauigkeit (V < 20 % U _{din})	Genauigkeit Klasse S (20 ÷ 120 % U _{din})
0,00 ÷ 999,99	100 ÷ 690	0,01	$\pm(1,0 \% \text{Anzeige} + 10 \text{dgt})$	$\pm (0,5 \% \text{U}_{\text{din}} \text{MIN})$

U_{din} = Systemnennspannung ; Max. Scheitelfaktor: 1,5

Das Instrument kann an externe TVs angeschlossen werden, mit Transformationsverhältnis im Bereich von: 1 ÷ 9999

Frequenz – Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Bereich [Hz]	Auflösung [Hz]	Genauigkeit
42,50 ÷ 57,50	0,01	$\pm 0,05 \text{ Hz}$
51,00 ÷ 69,00		

Erkannte Signalfrequenz Inter den Eingängen L1-N oder L1-L2

Spannungsanomalien (L-L / L-N) – Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Bereich [V]	Auflösung Spannung	Auflösung Anomalien	Auflösung Dauer Anom.	Genauigkeit Spannung	Genauigkeit Zeit
1.00 ÷ 999.99	0.01V	½ Zyklus	1 Zyklus	$\pm (1.0\% \text{U}_{\text{din}} \text{MIN})$	$\pm 2 \text{ Zyklen}$

U_{din} = Systemnennspannung; Hysterese Anomalien: 2%; Frequenzbereich: 42,5Hz ÷ 69,0Hz; Spannungsbereich U_{din}: 100 ÷ 690V

Einstellbare Schwelle: $\pm 1 \% \div \pm 30 \%$; Spannung scheitelfaktor: 1,41

Schnelle Transienten Spann. (L-PE ein-/dreiphasig) – Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Bereich [V]	Spannungsauflösung [V]	Zeitauflösung [s]	Genauigkeit
-8000 ÷ 8000	10	1μ	$\pm 3\% \text{FS}$

Max. Anzahl der aufzeichnungsfähigen Ereignisse: 2000; Frequenzbereich: 42,5÷69,0Hz; Mindestschwelle: 200V/μs

Einstellbare Schwelle: 50V÷8kV;

Flicker - Einphasen-/Dreiphasensysteme - Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Parameter	Bereich	Auflösung	Genauigkeit
P _{st}	0.400 ÷ 4000	0.001	10%
Plt			

AC TRMS-Strom (STD-Standardwandler) - Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Bereich [mV]	Auflösung [mV]	Genauigkeit
1,0 ÷ 99,9	0,1	$\pm(2,0 \% \text{Anzeige} + 0,5 \text{ mV})$
100 ÷ 999,9		$\pm(2,0 \% \text{Anzeige}) \text{ Klasse S}$

Signalwerte <1mV werden genullt; Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz; Scheitelfaktor: ≤ 3 .

AC TRMS-Strom (Flex-Wandler – FS=300A) - Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Bereich [mV]	Auflösung [μV]	Genauigkeit
0,085 ÷ 2,55	8,5	$\pm(2,0 \% \text{Anzeige} + 42,5 \mu\text{V})$
2,55 ÷ 25,5		$\pm(2,0 \% \text{Anzeige}) \text{ Klasse S}$

Signalwerte <85μV werden genullt; Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz; Scheitelfaktor: ≤ 3

AC TRMS-Strom (Flex-Wandler – FS=3000A) - Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Bereich [mV]	Auflösung [μV]	Genauigkeit
0,85 ÷ 25,5	85	$\pm(2,0\% \text{Anzeige} + 425 \mu\text{V})$
25,5 ÷ 255		$\pm(2,0 \% \text{Anzeige}) \text{ Klasse S}$

Signalwerte <850μV werden genullt; Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz; Scheitelfaktor: ≤ 3

AC TRMS-Strom (Flex-Wandler – FS=6000A) - Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Bereich [mV]	Auflösung [μV]	Genauigkeit
1,7 ÷ 51,0	170	$\pm(2,0\% \text{Anzeige} + 850 \mu\text{V})$
51,0 ÷ 510		$\pm(2,0 \% \text{Anzeige}) \text{ Klasse S}$

Signalwerte <1,7mV werden genullt; Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz; Scheitelfaktor: ≤ 3

AC TRMS-Strom (Flex-Wandler – FS=10000A) - Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Bereich [mV]	Auflösung [μ V]	Genauigkeit
1,7 ÷ 85,0	283	$\pm(2.0\% \text{ Anzeige} + 1400 \mu\text{V})$
85,0 ÷ 850		$\pm(2.0\% \text{ Anzeige})$

Signalwerte <1,7mV werden genullt; Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz; Scheitelfaktor: $\leq 1,8$

Einschaltströme (Inrush) - (STD-Wandler)

Bereich [mV]	Auflösung Spannung [mV]	Zeitauflösung	Genauigkeit Spannung	Genauigkeit Zeit
1,0 ÷ 999,9	0,1	$\pm \frac{1}{2}$ Zyklus	$\pm(2\% \text{ Anzeige} + 0,5 \text{ mV})$	$\pm \frac{1}{2}$ Zyklus

Signalwerte <1mV werden genullt; Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz; Scheitelfaktor: ≤ 3

Einschaltströme (Inrush) - (FLEX-Wandler FS=300A)

Bereich [mV]	Auflösung Spannung [μ V]	Zeitauflösung	Genauigkeit Spannung	Genauigkeit Zeit
0.085 ÷ 25,5	8,5	$\pm \frac{1}{2}$ Zyklus	$\pm(2\% \text{ Anzeige} + 42,5 \mu\text{V})$	$\pm \frac{1}{2}$ Zyklus

Signalwerte <85 μ V werden genullt; Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz; Scheitelfaktor: ≤ 3

Einschaltströme (Inrush) - (FLEX-Wandler FS=3000A)

Bereich [mV]	Auflösung Spannung [μ V]	Zeitauflösung	Genauigkeit Spannung	Genauigkeit Zeit
0,85 ÷ 255	85	$\pm \frac{1}{2}$ Zyklus	$\pm(2\% \text{ Anzeige} + 425 \mu\text{V})$	$\pm \frac{1}{2}$ Zyklus

Signalwerte <850 μ V werden genullt; Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz; Scheitelfaktor: ≤ 3

Einschaltströme (Inrush) - (FLEX-Wandler FS=6000A)

Bereich [mV]	Auflösung Spannung [μ V]	Zeitauflösung	Genauigkeit Spannung	Genauigkeit Zeit
1,7 ÷ 510	170	$\pm \frac{1}{2}$ Zyklus	$\pm(2\% \text{ Anzeige} + 425 \mu\text{V})$	$\pm \frac{1}{2}$ Zyklus

Signalwerte <1,7mV werden genullt; Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz; Scheitelfaktor: ≤ 3

Einschaltströme (Inrush) - (FLEX-Wandler FS=10000A)

Bereich [mV]	Auflösung Spannung [μ V]	Zeitauflösung	Genauigkeit Spannung	Genauigkeit Zeit
1,7 ÷ 850	283	$\pm \frac{1}{2}$ Zyklus	$\pm(2\% \text{ Anzeige} + 710 \mu\text{V})$	$\pm \frac{1}{2}$ Zyklus

Signalwerte <1,7mV werden genullt; Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz; Scheitelfaktor: $\leq 1,8$

Amplitude Harmonische/Interharmonische Spannung - Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Ordnung	Bedingung	U _{din} [V]	Auflösung [V]	Genauigkeit
DC ÷ 63.	U _h $\geq 3\%$ U _{din}	100 ÷ 690	0,01	$\pm 10\% \text{ Anzeige}$
	U _h <3%U _{din}			$\pm 0.30\% \text{ U}_{\text{din}}$

U_{din} = Systemnennspannung ; Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz

Phase Harmonische der Spannung - Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Ordnung	Bedingung	U _{din} [V]	Auflösung [°]	Genauigkeit
DC ÷ 63°	U _h $\geq 3\%$ U _{din}	100 ÷ 690	0.01	$\pm(\text{Ordnung } h \times 1^\circ)$
	U _h <3%U _{din}			$\pm(2 \times \text{Ordnung } h \times 1^\circ)$

U_{din} = Systemnennspannung ; Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz

Amplitude Harmonische/Interharmonische der Strom - Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Ordnung	Bedingung	Auflösung [A]	Genauigkeit
DC ÷ 63.	I _h $\geq 10\%$ FS	0,1	$\pm 10\% \text{ Anzeige}$
	I _h <10%FS		$\pm 0.30\% \text{ FS}$

FS = Skalenendwert der verwendeten Prüfspitze; Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz

Phase Harmonische der Strom - Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Ordnung	Bedingung	Auflösung [°]	Genauigkeit
DC ÷ 63°	I _h $\geq 10\%$ FS	0.01	$\pm(\text{Ordnung } h \times 1^\circ)$
	I _h <10%FS		$\pm(2 \times \text{Ordnung } h \times 1^\circ)$

FS = Skalenendwert der verwendeten Prüfspitze; Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz

Leistungsharmonische - Klasse S (IEC/EN61000-4-30)

Bedingung Spannung	Bedingung Strom	U _{din} [V]	Auflösung [W]	Genauigkeit
U _h ≥ 3%U _{din}	I _h ≥ 10%FS	100 ÷ 690	0.1	±(20% Anzeige +10dgt)
	I _h <10%FS			±(0.30%FS+10% Anzeige +10dgt)
U _h <3%U _{din}	I _h ≥ 10%FS			±(0.30%U _{din} +10% Anzeige +10dgt)
	I _h <10%FS			±(0.30%U _{din} +0.30%FS+10dgt)

FS = Skalenendwert der verwendeten Prüfspitze; U_{din} = Systemnennspannung ; Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz

Leistung/Wirk-/Scheinenergie (V: [80%..120%U_{din}], I:FS[1..3000A], cosφ = 1) – STD-Wandler

Bereich [mV]	Bereich [W], [Wh], [VA]	Auflösung [W] [Wh], [VA]	Genauigkeit
10 ÷ 50	0,000 x FS ÷ 9,999 x FS 10,00 x FS ÷ 99,99 x FS 100,0 x FS ÷ 999,9 x FS	0.001 x FS 0,01 x FS 0,1 x FS	±(2.0% Anzeige)
50 ÷ 1000	1,000k x FS ÷ 9,999k x FS 10.00k x FS ÷ 99.99k x FS 100.0k x FS ÷ 999.9k x FS 1000k x FS ÷ 9999k x FS	0.001k x FS 0.01k x FS 0.1k x FS 1k x FS	±(1.5% Anzeige)

FS = Skalenendwert der Prüfspitze; Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz, Sinusspannungen und -ströme

Leistung/Wirk-/Scheinenergie (V: [80%..120%U_{din}], I: FS = 300A, cosφ = 1) – FLEX-Wandler

Bereich [mV]	Bereich [W], [Wh], [VA]	Auflösung [W], [Wh], [VA]	Genauigkeit
0.255 ÷ 1275	0.0 ÷ 999,5 1.000k ÷ 9.999k 10.00k ÷ 99.99k	0,5 0.005k 0.05k	±(2.0% Anzeige)
1.275 ÷ 25,5	100.0k ÷ 999.9k 1000k ÷ 9999k	0.5k 5k	±(1.5% Anzeige)

Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz, Sinusspannungen und -ströme

Leistung/Wirk-/Scheinleistung (V:[80%..120%U_{din}], I:FS=3000A, cosφ = 1) – FLEX-Prüfspitze

Bereich [mV]	Bereich [W], [Wh], [VA]	Auflösung [W], [Wh], [VA]	Genauigkeit
2,55 ÷ 12,75	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k	5 0.05k 0.5k	±(2.0% Anzeige)
12,75 ÷ 255	1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5k 0.005M	±(1.5% Anzeige)

Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz, Sinusspannungen und -ströme

Leistung/Wirk-/Scheinenergie (V: [80%..120%U_{din}], I: FS = 6000A, cosφ = 1) – FLEX-Wandler

Bereich [mV]	Bereich [W], [Wh], [VA]	Auflösung [W], [Wh], [VA]	Genauigkeit
5,1 ÷ 25,5	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k	5 0.05k 0.5k	±(2.0% Anzeige)
25,5 ÷ 510	1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5k 0.005M	±(1.5% Anzeige)

Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz, Sinusspannungen und -ströme

Leistung/Wirk-/Scheinleistung (V:[80%..120%U_{din}], I:FS = 10000A, cosφ = 1) – FLEX-Wandler

Bereich [mV]	Bereich [W], [Wh], [VA]	Auflösung [W], [Wh], [VA]	Genauigkeit
5,1 ÷ 25,5	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k	5 0.05k 0.5k	±(2.0% Anzeige)
25,5 ÷ 510	1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5k 0.005M	±(1.5% Anzeige)

Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz, Sinusspannungen und -ströme

AC-Leistung/Blindleistung (V: [80%..120%U_{din}], I: FS [1..3000A], cosφ = 0,5) – STD-Wandler

Eingangsbereich [mV]	Bereich [VAr] [VArh]	Auflösung [VAr] [VArh]	Genauigkeit
20 ÷ 100	0,000 x FS ÷ 9,999 x FS 10,00 x FS ÷ 99,99 x FS 100,0 x FS ÷ 999,9 x FS 1.000k x FS ÷ 9.999k x FS	0.001 x FS 0,01 x FS 0,1 x FS 0.001k x FS	±(2.0% Anzeige)
100 ÷ 1000	10.00k x FS ÷ 99.99k x FS 100.0k x FS ÷ 999.9k x FS 1000k x FS ÷ 9999k x FS	0.01k x FS 0.1k x FS 1k x FS	±(1.5% Anzeige)

FS = Skalenendwert der Wandler; Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz, Sinusspannungen und -ströme

AC-Leistung/Blindleistung (V: [80%..120%U_{din}], I: FS = 300A, cosφ = 0,5) – FLEX-Wandler

Eingangsbereich [mV]	Bereich [VAr] [VArh]	Auflösung [VAr] [VArh]	Genauigkeit
0.510 ÷ 2,55	0.0 ÷ 999,5 1.000k ÷ 9.999k 10.00k ÷ 99.99k	0,5 0.005k 0.05k	±(2.0% Anzeige)
2,55 ÷ 25,5	100.0k ÷ 999.9k 1000k ÷ 9999k	0.5k 5k	±(1.5% Anzeige)

Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz, Sinusspannungen und -ströme

AC-Leistung/Blindleistung (V: [80%..120%U_{din}], I: FS = 3000A, cosφ = 0,5) – FLEX-Wandler

Eingangsbereich [mV]	Bereich [VAr] [VArh]	Auflösung [VAr] [VArh]	Genauigkeit
5,10 ÷ 25,5	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k	5 0.05k 0.5k	±(2.0% Anzeige)
25,5 ÷ 255	1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5k 0.005M	±(1.5% Anzeige)

Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz, Sinusspannungen und -ströme

AC-Leistung/Blindleistung (V: [80%..120%U_{din}], I: FS = 6000A, cosφ = 0,5) – FLEX-Wandler

Eingangsbereich [mV]	Bereich [VAr] [VArh]	Auflösung [VAr] [VArh]	Genauigkeit
10,2 ÷ 51,0	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k	5 0.05k 0.5k	±(2.0% Anzeige)
51,0 ÷ 510	1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5k 0.005M	±(1.5% Anzeige)

Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz, Sinusspannungen und -ströme

AC-Leistung/Blindleistung (V: [80%..120%U_{din}], I: FS = 10000A, cosφ = 0,5) – FLEX-Wandler

Eingangsbereich [mV]	Bereich [VAr] [VArh]	Auflösung [VAr] [VArh]	Genauigkeit
10,2 ÷ 51,0	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k	5 0.05k 0.5k	±(2.0% Anzeige)
51,0 ÷ 850	1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5k 0.005M	±(1.5% Anzeige)

Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz, Sinusspannungen und -ströme

Leistungsfaktor und cosφ – (V: [80%..120%U_{din}], I: >10%FS Wandler)

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,20 ÷ 1,00	0,01	±0,04

Fundamental Frequenzbereich: 42,5÷69,0 Hz, Sinusspannungen und -ströme

9.2. ALLGEMEINE EIGENSCHAFTEN

Instrumentefunktionen

Periodische Analyse (TRMS-Werte):

Spannungen (5 Kanäle), Ströme (4 Kanäle), Wirk-, Blind-, Scheinleistungen (4 Quadranten), Leistungsfaktoren und $\cos\phi$ (4 Quadranten), Wirk- und Blindleistungen (4 Quadranten), Spannungsdysymmetrie, Flicker, Spitzenwerte Histogramme Spannungen, Ströme (Amplitude/Phase), Leistungen (Amplitude), Interharmonische, K-Faktor bis 63. Ordnung, THD%, TH1%, Ein- und Ausgänge Harmonische Spannungen, Ströme
Spannungen, Ströme
Einbrüche, Spitzen, Unterbrechungen (max.2000Ereignisse) bis zu 8 kV (max. 2000 Ereignisse)
max. 2000 Ereignisse

Harmonischesanalyse:

Signalwellenformen:

Vektordiagramme:

Spannungsanomalien:

Schnelle Spannungswandler:

Anlaufströme (Inrush):

Aufzeichnungen

Anzahl der aufzeichnung. Parameter:

Integrationszeitraum (PI):

3180 + Ereignisse Spannung/Strom
0,2s, 3s, 10s, 15s, 18s, 30s, 1min, 5min, 10min, 15min, 30min, 60min, 120min

Frequenz-Integrationszeitraum:

1s ÷ 30s

Harmonisches-Integrationszeitraum:

0,2s, 3s, 6s, 10s, 12s, 15s, 18s, 30s, 1min, 5min, 10min, 15min, 30min, 60min, 120min

Maximale Aufzeichnungsgröße:

512 MB (alle Parameter), max. 99 Aufnahmen

Aufzeichnungsautonomie:

ca. 408 Tage (PI = 10 min), ca. 3 Stunden (PI = 0,2 s)

Display

Eigenschaften:

Grafik, 3,5" 320x240pxl), Farb-TFT hintergrundbeleuchteter resistiver Touchscreen
programmierbar

Helligkeitseinstellung:

Speicher und PC-Schnittstellen

Speicher für Datenspeicherung:

Externe Speicherkarte (**Mindestschreibgeschwindigkeit 10 MB/s, formatiert FAT32**)

PC-Schnittstelle:

USB-C, WiFi, Ethernet (LAN RJ45)

Stromversorgung

Interne Stromversorgung:

6x1,5-V-Alkaline-Batterien Typ AA LR06 oder
6x1,2-V-NiMH-Batterien Typ AA LR06
ca. 6 Stunden

Ladezeit:

LadeInstrument:

100-415VAC/15VDC, 8W, 50/60Hz

Automatischen Abschaltung:

nach 5 Minuten Nichtbenutzung (ohne Netzteil)

Mechanische Eigenschaften

Maße (L x Ba x H):

235 x 165 x 75 mm

Gewicht (inkl. Batterie):

1.2 kg

Mechanischer Schutz:

IP40

Referenznormen

Instrumentesicherheit:

IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-2-030,
IEC/EN61010-2-033

EMC:

IEC/EN61326-1

Technische Literatur:

IEC/EN61187

Sicherheit des Messzubehörs:

IEC/EN61010-031, IEC/EN61010-2-032

Isolierung:

Doppelisolierung

Verschmutzungsgrad:

2

Messkategorie:

CAT IV 600V, Cat III 1000V zur Erde

Netzqualität

Max 1000V Inter den Eingängen

Netzspannungsqualität:

IEC/EN61000-4-30 - Klasse S

Flicker:

EN50160

Harmonische, Interharmonische, Dissymmetrie:

IEC/EN61000-4-15

IEC/EN61000-4-7

9.3. KLIMABEDINGUNGEN FÜR DEN GEBRAUCH

Referenztemperatur:	23°C ± 5°C
Betriebstemperatur:	-10°C ÷ 50°C
Relative Luftfeuchtigkeit:	10°C÷30°C → <95%RH (nicht kondensierend) 30°C÷40°C → <75%RH (nicht kondensierend) 40°C÷50°C → <45%RH (nicht kondensierend)
Aufbewahrungstemperatur:	-20°C ÷ 60°C
Lagerfeuchtigkeit:	<80%RH
Max. Nutzungshöhe:	2000m

Dieses Instrument entspricht den Vorgaben der Europäischen Richtlinie für Niederspannungsinstrumente 2014/35/EU (LVD), Richtlinie 2014/30/EU (EMC) und der Richtlinie RED 2014/53/EU

Dieses Instrument entspricht den Anforderungen der europäischen Richtlinie 2011/65/EU (RoHS) und der europäischen Richtlinie 2012/19/EU (WEEE)

9.4. ZUBEHÖR

Siehe die beiliegende Liste der Zubehörteile.

10. ANHANG – THEORIE

10.1. SPANNUNGSANOMALIEN

Das Instrument definiert als Spannungsanomalie ein Ereignis, bei dem der TRMS-Wert, der auf einem aktualisierten Zyklus pro Halbzyklus berechnet wird, den eingestellten oberen oder unteren Grenzwert überschreitet. Diese Grenzwerte bleiben für die gesamte Dauer der Aufzeichnung unverändert. Im Allgemeinen gelten Spannungsanomalien (Spannungseinbrüche, Spannungsspitzen oder Unterbrechungen) als beendet, wenn alle untersuchten Spannungen innerhalb der programmierten Schwellenwerte liegen, wobei ein prozentualer **Hysteresewert** hinzugefügt wird, wie in der folgenden Abb. 87 angegeben

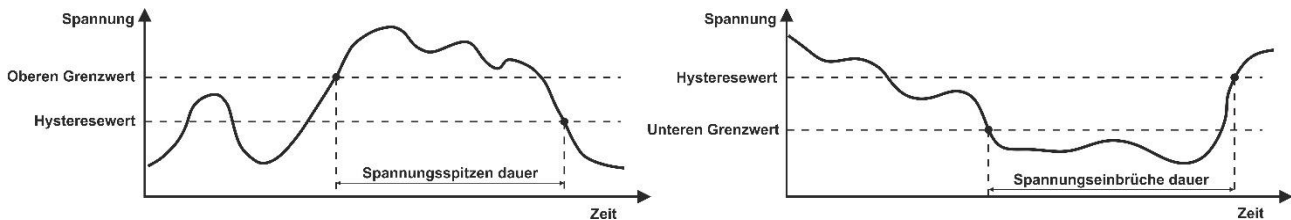


Abb. 87: Referenzen bei der Erkennung von Spannungsanomalien

Der Wert der Referenzspannung ist wie folgt einzustellen:

Nennspannung **Phase-Neutraleiter** Einphasen-→ und Dreiphasen-4-Leiter-Systeme

Nennspannung **Phase-Phase** → dreiphasige 3-Leiter-Systeme.

Beispiel1: Dreiphasiges 3-Leiter-System.

$V_{ref} = 400 \text{ V}$, $LIM+ = 10 \%$, $LIM- = 10 \%$

Ob. Grenze = $400 \times (1 + 10/100) = 440 \text{ V}$

Unt. Grenze = $400 \times (1 - 10/100) = 360 \text{ V}$

Beispiel 2: Dreiphasiges 4-Leiter-System.

$V_{ref} = 230 \text{ V}$, $LIM+ = 10 \%$, $LIM- = 10 \%$

Ob. Grenze = $230 \times (1 + 10/100) = 253 \text{ V}$

Unt. Grenze = $230 \times (1 - 10/100) = 207 \text{ V}$



WARNUNG

- Die Anzeige der aufgezeichneten Daten zu Spannungsanomalien ist **nur über die Software HTAgorà möglich**
- Das Erkennen und Speichern von Spannungsanomalien als eigenständige Ereignisse **folgt NICHT** den am Instrument eingestellten Integrationszeiträumen

- Die Nummer, die der Phase entspricht, in der die Störung aufgetreten ist.
- Die „Richtung“ der Anomalie: „Up“, „Down“ oder „Break“ identifizieren jeweils Spannungsspitzen, Spannungseinbrüche oder Unterbrechungen
- Das Datum und die Uhrzeit des Beginns des Ereignisses
- Die Dauer des Ereignisses
- Der minimale (oder maximale) Wert der Spannung während des Phänomens
- Das Diagramm der 10 Zyklen (@50Hz) / 12 Zyklen (@60Hz), in denen ein Ereignis begann
- Das Diagramm der 10 Zyklen (@50Hz) / 12 Zyklen (@60Hz), in denen das Ereignis beendet wurde

10.2. HARMONISCHEEN VON SPANNUNG UND STROM

10.2.1. Theorie

Jede **nicht sinusförmige** periodische Welle kann durch eine Summe von Sinuswellen mit jeweils mehreren vollen Frequenzen der **Grundfrequenz** (@50Hz oder @60Hz) dargestellt werden, entsprechend der Beziehung:

$$V(t) = V_0 + \sum_{k=1}^{\infty} V_k \sin(\omega_k t + \varphi_k) \quad (1)$$

keine

V_0 = Mittelwert des Signals $V(t)$

V_k = Amplitude der k-ten Harmonische von $V(t)$

$\omega_k = 2\pi f_k$ = Pulsieren der k-ten Harmonische

f_k = Frequenz der k-ten Harmonische

φ_k = Phasenwinkel der k-ten Harmonische

Im Falle der Netzspannung hat die Grundfrequenz 50 Hz, die zweite Harmonische hat eine Frequenz von 100 Hz, die dritte Harmonische hat eine Frequenz von 150 Hz und so weiter. Harmonischesverzerrungen sind ein ständiges Problem und sollten nicht mit kurzlebigen Phänomenen wie Spitzen, Abnahmen oder Schwankungen verwechselt werden. Der Phasenwinkel der Harmonische ermittelt den Nullpunkt relativ zum Ursprung und kann die maximale Amplitude des resultierenden Harmonischessignals erheblich beeinflussen.

Es ist zu beobachten, dass in (1) der Index der Summenwelle von **1 bis ∞** reicht. Was tatsächlich passiert, ist, dass kein Signal eine unbegrenzte Anzahl von Harmonischen hat: **Es gibt immer eine Ordnungsnummer, über die hinaus der Wert der Harmonischen vernachlässigbar ist.** In der folgenden Abb. 88 finden Sie ein Beispiel für die Überlagerung einer Harmonische 3. Ordnung mit einer grundlegenden Sinuskurve eines Signals. Die Tatsache, dass sich die Phase der Harmonische im Gegensatz zur Phase befindet, erzeugt ein Signal, das signifikant verzerrt ist und eine größere Amplitude als die grundlegende Amplitude aufweist, was zu erheblichen Problemen bei der Verwaltung der Schutzvorrichtungen führen könnte.

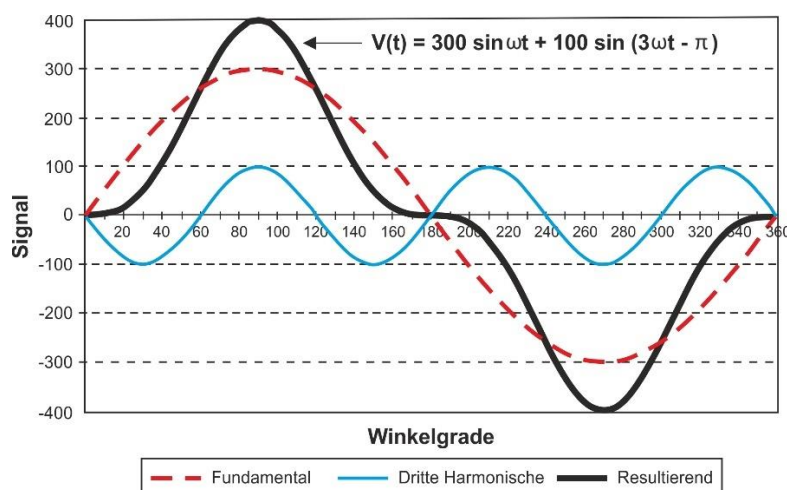


Abb. 88: Harmonischesanalyse – Wirkung der Summe von 2 Mehrfachfrequenzen

Die Normen EN50160 und IEC/EN61000-4-30 Klasse S schlagen vor, die Summenwelle im Ausdruck (1) an der **40. Ordnung** abzuschneiden. Ein grundlegender Indikator zur

Erkennung der Präsenz von Harmonischen ist der Parameter Harmonischesgesamtverzerrung (Total Harmonic Distortion - **THD%**, prozentualer Wert), der wie folgt definiert ist:

$$THDV\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} V_h^2}}{V_1} \times 100$$

Dieser Index berücksichtigt das Vorhandensein aller Harmonischen und ist umso höher, je stärker die Spannungs- oder Stromwellenform verzerrt ist.

10.2.2. Grenzwerte für Spannungs-Harmonische

Die Norm EN50160 legt die Grenzwerte für **die maximale Amplituden von Harmonischer Spannungen** fest, die der Versorger in das Netz einspeisen kann. Unter normalen Betriebsbedingungen muss während eines beliebigen Zeitraums von einer Woche 95 % der Effektivwerte jeder Oberspannung, gemittelt über 10 Minuten, kleiner oder gleich den in der folgenden (*) Die Prozentangaben beziehen sich auf den Grundwert U₁

HINWEIS: Für Harmonische der Ordnung größer als 25 wird kein Wert angegeben, da diese aufgrund von Resonanzphänomenen sehr kleine und unvorhersehbare Amplituden haben

Tabelle 3 angegebenen Werten sein. Harmonischesgesamtverzerrung (THD) der Versorgungsspannung (einschließlich aller Harmonischen bis zur 40. Ordnung) **muss kleiner oder gleich 8% sein.**

UNGERADE HARMONISCHE (*)				GERADE HARMONISCHE (*)	
Kein Vielfaches von 3		Vielfaches von 3		Ordnung h	Maximale Amplitude Relativ U _h
Ordnung h	Maximale Amplitude Relativ U _h	Ordnung h	Maximale Amplitude Relativ U _h		
5	6.0%	3	5.0%	2	2.0%
7	5.0%	9	1.5%	4	1.0%
11	3.5%	15	1.0%	6..24	0.5%
13	3.0%	21	0.75%		
17	2.0%				
19	1.5%				
23	1.5%				
25	1.5%				

(*) Die Prozentangaben beziehen sich auf den Grundwert U₁

HINWEIS: Für Harmonische der Ordnung größer als 25 wird kein Wert angegeben, da diese aufgrund von Resonanzphänomenen sehr kleine und unvorhersehbare Amplituden haben

Tabelle 3: Referenzwerte der Spannungs-Harmonischen nach EN50160

Diese Grenzwerte, die theoretisch nur für Stromversorgungsunternehmen gelten, liefern jedoch eine Reihe von Referenzwerten, in denen auch die von den Verbrauchern ins Netz eingespeisten Harmonischen enthalten sind.

10.2.3. Ursachen für das Vorhandensein von Harmonische

Jeder Verbraucher, der die Sinuswelle verändert oder nur einen Teil dieser Welle verwendet, verursacht Verzerrungen und führt daher einen Harmonischesinhalt ein.

Alle Stromsignale sind irgendwie virtuell verzerrt. Am häufigsten treten Harmonischesverzerrungen auf, die durch **NICHTLINEARE Lasten** wie Haushaltsinstrumente, PCs oder Motordrehzahlregler verursacht werden. Harmonischesverzerrungen erzeugen signifikante Ströme bei Frequenzen, die ein ganzzahliges Vielfaches der Netzfrequenz sind. Harmonischesströme haben einen erheblichen Einfluss auf die Neutralleiter elektrischer Anlagen.

In den meisten Ländern ist die Netzspannung dreiphasig mit 50/60 Hz und wird von einem Transformator bereitgestellt, dessen Primärseite in Dreieckschaltung und Sekundärseite in Sternschaltung angeschlossen ist. Die Sekundärseite erzeugt in der Regel 230 VAC Inter Phase und Neutralleiter und 400 VAC Inter den Phasen.

Der Lastenausgleich für jede Phase war schon immer ein Rätsel für Elektroinstallateure. Bis vor einigen Jahrzehnten war in einem gut ausgewogenen System die Vektorsumme der Ströme im Neutralleiter null oder zumindest ziemlich niedrig (angesichts der Schwierigkeit, das perfekte Gleichgewicht zu erreichen). Die angeschlossenen Instrumente waren Glühlampen, kleine Motoren und andere Instrumente, die lineare Lasten aufwiesen. Das Ergebnis war ein im Wesentlichen sinusförmiger Strom in jeder Phase und ein Strom mit einem niedrigen Neutralleiterwert bei einer Frequenz von 50/60 Hz.

„Moderne“ Instrumente wie Fernseher, Leuchtstofflampen, Videoinstrumente und Mikrowellenöfen nehmen normalerweise nur für einen Bruchteil eines jeden Zyklus Strom auf und verursachen nichtlineare Lasten und damit nichtlineare Ströme. Dadurch entstehen seltsame Harmonische der Leitungsfrequenz von 50/60Hz. Aus diesem Grund enthält der Strom in den Transformatoren der Verteilerkabinen heute nicht nur eine 50Hz- (oder 60Hz) -Komponente, sondern auch eine 150Hz (oder 180Hz) -Komponente, eine 250Hz (oder 300Hz) -Komponente und andere signifikante Harmonischeskomponenten bis 750Hz (oder 900Hz) und darüber hinaus. **In diesem Zusammenhang ist die Kenntnis des K-Faktors von erheblicher Bedeutung (siehe § 10.2.5).**

Der Wert der Vektorsumme der Ströme in einem richtig ausbalancierten System, das nichtlineare Lasten speist, kann noch recht gering sein. Die Summe beseitigt jedoch nicht alle Harmonischesströme. Die **ungeraden Vielfachen der dritten Harmonische** („TRIPLENS“ genannt) summieren sich algebraisch zum Neutralleiter und **können daher auch bei ausgeglichenen Lasten dessen Überhitzung verursachen.**

10.2.4. Auswirkungen des Vorhandenseins von Harmonischen

Im Allgemeinen sind die Harmonischen gerader, zweiter, vierter, sechster Ordnung usw. kein Problem. Die dreifachen Harmonischen, ungerade Vielfache von drei, summieren sich auf dem Neutraleiter (anstatt sich zu annullieren), wodurch eine potenziell gefährliche Überhitzungssituation des Leiters selbst entsteht.

Beim Entwurf eines Stromverteilungssystems, das Harmonischesströme enthält, müssen die Techniker die folgenden drei Punkte berücksichtigen:

- Der Neutraleiter muss ausreichend dimensioniert sein.
- Der Verteilertransformator muss über ein Hilfskühlsystem verfügen, um mit seiner Nennkapazität weiterarbeiten zu können, wenn er nicht für Harmonischen geeignet ist. Dies ist notwendig, weil der Harmonischesstrom im Neutraleiter des Sekundärkreises im dreieckig verbundenen Primärkreis zirkuliert. Dieser zirkulierende Harmonischesstrom führt zu einer Überhitzung des Transformators.
- Die Harmonischesströme der Phase werden vom Primärkreis reflektiert und kehren zur Quelle zurück. Dies kann zu einer Verzerrung der Spannungswelle führen, so dass jeder Phasenausgleichskondensator auf der Leitung leicht überlastet werden kann.

Die Harmonischen der 5. und 11. Ordnung wirken dem Stromfluss durch die Motoren entgegen, erschweren deren Betrieb und begrenzen ihre durchschnittliche Lebensdauer.

Im Allgemeinen gilt: Je höher die Ordnungsnummer der Harmonische ist, desto geringer ist ihre Energie und desto geringer sind die Auswirkungen auf die Instrumente (mit Ausnahme von Transformatoren).

10.2.5. Wahlparameter der elektrischen Transformatoren – K-Faktor

Die Einspeisung nichtlinearer elektrischer Lasten kann thermische und mechanische Probleme an den Leistungstransformatoren verursachen. Die Harmonischen des Stroms **verursachen zusätzliche Verluste in den Wicklungen und Vibrationen**. Diese Probleme können zu Fehlfunktionen und/oder einer Verkürzung der erwarteten Lebensdauer des Transformators führen.

Beispielsweise führt der Dauerbetrieb eines Transformators bei 10 °C über seiner Isolationsklasse zu einer Reduzierung der Lebensdauer um ca. 50 %. Die Isolierung des Transformators ist in der Tat empfindlich gegenüber Übertemperaturen, da sie ihre physikalischen Eigenschaften verlieren kann, was im schlimmsten Fall zum Kurzschluss Inter den Windungen oder zur Masse und damit zur Außerbetriebnahme führt.

Um eine Last mit einem oder mehreren nichtlinearen Verbrauchern sicher zu versorgen, muss der Transformator entsprechend ausgelegt werden: Der K-Faktor ist ein Index, der verwendet wird, um die Fähigkeit zu definieren, eine mehr oder weniger stark nichtlineare Last zu versorgen, eine übermäßige Erwärmung zu vermeiden und die Betriebskontinuität zu gewährleisten. Er wird durch den folgenden Bericht definiert **und ist ein Parameter, der in der Harmonischenanalyse des Instruments PQA924 vorhanden ist:**

$$K = \frac{\sum_{n=1}^{50} (I_n^2 * n^2)}{\sum_{n=1}^{50} I_n^2}$$

I_n = Effektivwert des Harmonischesstroms der Ordnung n

n = Ordnung der Harmonische

Je höher der K-Faktor eines Transformators ist, desto robuster ist dieser Transformator gegenüber nichtlinearen Lasten. Sobald der K-Faktor der zuzuführenden Last bekannt ist, muss ein Transformator mit einem K-Faktor gewählt werden, der gleich oder größer als die Last ist.

10.2.6. Interharmonische

Während Harmonische Signale mit einer Frequenz sind, die ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist, sind **Interharmonische** Signale mit einer Frequenz, die **kein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist**.

Die Kenntnis der Störungen, die mit den Interharmonischen verbunden sind, befindet sich noch in der Entwicklung, obwohl es aufgrund der Entwicklung von Frequenzumrichtern und ähnlichen Steuerinstrumenten viel Interesse an diesem Phänomen gibt.

In Analogie zu den Harmonischen wird die Ordnung einer Interharmonischen durch das Verhältnis Inter der Interharmonischen und der Grundfrequenz bestimmt. Es gibt zwei grundlegende Mechanismen für die Erzeugung von Interharmonischen. Der erste bezieht sich auf die Amplituden- und/oder Phasenmodulation der Frequenz der Versorgungsspannung. Der zweite Mechanismus ist das asynchrone (d. h. nicht mit der Versorgungsfrequenz synchronisierte) Schalten von Halbleiterbauelementen in Statikumrichtern. Typische Beispiele sind Zylokonverter und PWM-Konverter (Pulsweitenmodulation). Die Lasten, die zu Interharmonischen führen können, sind:

- Lichtbogenlasten wie Schweißmaschinen und Lichtbogenöfen
- Elektrische Antriebe
- Statische Wandler

Das Instrument PQA924 führt die Berechnungen der Interharmonischen von Spannung und Strom durch.

Ein grundlegender Index zum Erkennen des Vorhandenseins von Spannungs-Interharmonischen ist der Parameter Interharmonischen-Gesamtverzerrung **TIDV%**, ein Prozentwert definiert als:

$$TIDV\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} V_{ih}^2}}{V_1} \times 100$$

10.3. ANLAUFSTRÖME

Das Instrument PQA924 ermöglicht die Erfassung und Aufzeichnung von Ereignissen im Zusammenhang mit dem Anlaufstrom, einem typischen Phänomen beim Anlassen von rotierenden Maschinen, aber auch für andere Arten von Anwendungen im Bereich der industriellen Anlagentechnik (z. B. Lösung von Problemen beim Schalten von Lasten, Dimensionierung von Schutzvorrichtungen, oszillierenden Strömen usw.), wie in den folgenden Abbildungen dargestellt:

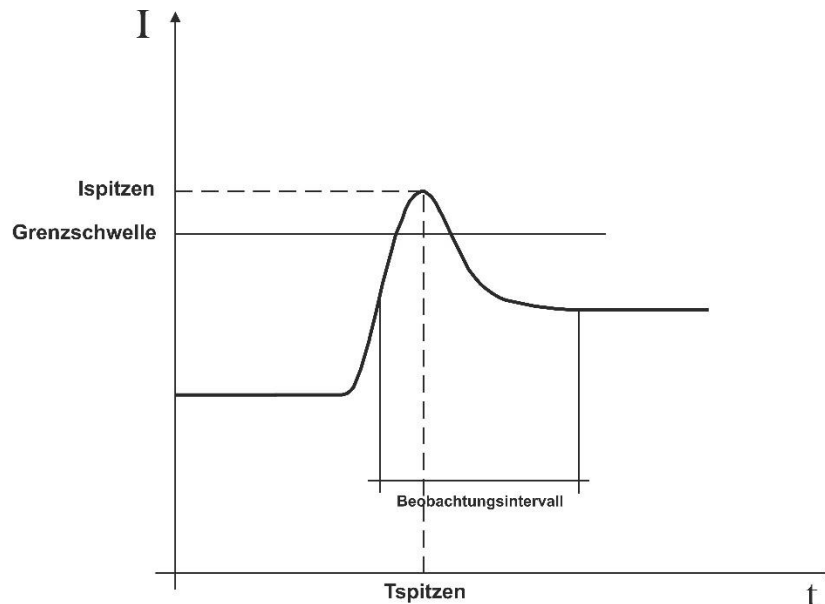


Abb. 89: Parameter Anlaufstrom mit Standardverlauf

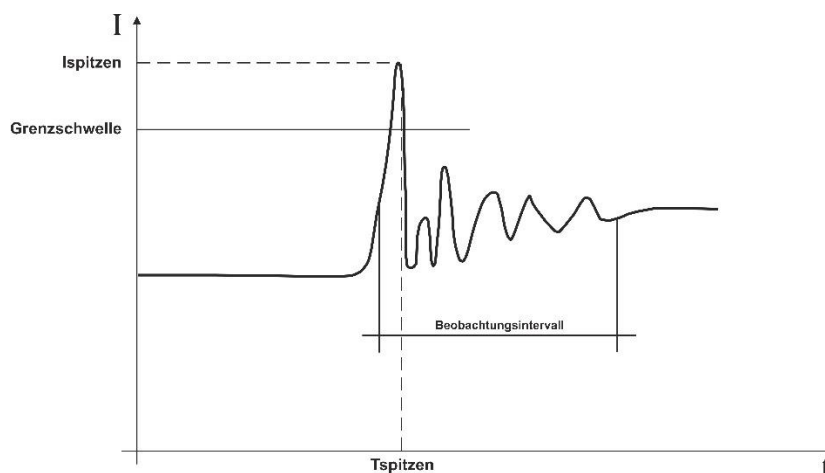


Abb. 90: Parameter Anlaufstrom mit oszillierendem Trend

Das Instrument katalogisiert als Anlaufströme alle Ereignisse, die dadurch gekennzeichnet sind, dass die Phasenströme einen vorgegebenen Schwellenwert überschreiten. Die maximale Anzahl von Ereignissen, die aufgezeichnet werden können, beträgt **2000**.

Bei der Einstellung des Instruments vor der Aufzeichnung hat der Benutzer die Möglichkeit, die folgenden Parameter zu ändern:

- **Strombegrenzungsschwelle:** Stromwert, der die Erkennung und Speicherung eines Ereignisses vorgibt. Der maximal einstellbare Wert entspricht immer dem Skalenendwert der verwendeten Wandler.

- **Erfassungsmethoden:** Folgende Modi stehen zur Verfügung:
- Fix:** Das Instrument erkennt und speichert ein Ereignis, wenn der RMS-Wert des Stroms, der für jeden Zeitraum berechnet und für jeden Halbzeitraum aktualisiert wird (10 ms bei 50 Hz, 8,3 ms bei 60 Hz), den vom Benutzer definierten Schwellenwert überschreitet. **Damit das Instrument ein neues Ereignis erkennen kann, muss der Strom unter den eingestellten Grenzwert fallen.**
- Var:** Das Instrument erkennt und speichert jedes Mal ein Ereignis, wenn der Effektivwert des berechneten Stroms pro Halbzeit (10 ms bei 50 Hz, 8,3 ms bei 60 Hz) den vorherigen Effektivwert (dh in der vorherigen Halbzeit berechnet) um einen Betrag übersteigt, der dem vom Benutzer definierten Grenzwert entspricht.
- **Beobachtungsintervall:** Wenn das Instrument ein Ereignis feststellt, speichert es 100 RMS-Werte des Stroms und 100 RMS-Werte der entsprechenden Spannung innerhalb des festgelegten Beobachtungsintervalls. Die verfügbaren Werte liegen im Bereich von **0,2÷10,0 s** in Schritten von **0,2 s**.



WARNUNG

Die Anzeige von Ereignissen ist **nur innerhalb der HTAgorà-Software möglich**

Die Analyse der Ergebnisse ist nur möglich, wenn Sie die Daten auf den PC herunterladen und die HTAgorà-Software verwenden. Insbesondere werden folgende Werte angezeigt:

- **Numerische Tabelle der aufgezeichneten Ereignisse** (Phase, in der das Ereignis eingetreten ist, Datum/Uhrzeit, zu der das Ereignis eingetreten ist, Maximalwert unter den TRMS-Werten, der in einer Halbzeit während des Beobachtungsintervalls berechnet wurde, angenommener Wert des letzten Wertes des Beobachtungsintervalls).
- **Diagrammfenster der aufgezeichneten Ereignisse** (Diagramm der 100 gespeicherten TRMS-Werte des Stroms und der entsprechenden Spannung während des Beobachtungsintervalls für jede Zeile der numerischen Tabelle).

10.4. FLICKER

In der Elektrotechnik ist der „**Flicker**“ ein Phänomen, das durch plötzliche und sich wiederholende Schwankungen der Netzspannung verursacht wird. Sie entsteht durch häufiges Ein- und Ausschalten von Lasten und äußert sich als Störung in einem optischen Eindruck von Instabilität (Flimmern) auf der Leuchtdichte der Leuchten. Dieser störende Effekt muss gemäß den Anforderungen der Referenznorm **IEC/EN61000-4-15** überwacht werden, die vorschreibt, dass die **Langzeitschwere** der Flicker-Störungsintensität nicht mehr als **1 für 95 % der Beobachtungszeit** beträgt.

Die Ursachen für diese Störung sind oft auf das Ein- und Ausschalten großer mit dem Netz verbundener Lasten zurückzuführen, die diskontinuierlich arbeiten (ein typisches Phänomen in Gießereien oder bei Lichtbogenschweißmaschinen für den industriellen Einsatz).

Um die Kontrolle dieses zufälligen Phänomens abzuschätzen, wurde eine die Größe **Pst** aus Messungen der Netzspannung eingeführt. Sie ist definiert als die **Kurzzeit-Schweregrad des Flickers** aufgrund der „kurzen“ Erfassungsdauer (**10min**) der für die Durchführung der Analyse erforderlichen Netzspannung. Der Pst-Wert wird statistisch ermittelt, indem die Netzspannung entsprechend analysiert wird.

EVU's müssen auch in Bezug auf diese Störung bestimmte Auflagen erfüllen. **Das Instrument PQA924** erhält das verzerrte Signal im Vergleich zum idealen Signal und führt eine statistische Analyse durch, um die folgenden Größen zu erhalten:

- **Pinst** → Momentaner Flicker-Wert, berechnet in Echtzeit
- **Pst** → **Kurzzeit-Schweregrad des Flickers**, berechnet mit Integrationszeiträumen von **10 Minuten**
- **Plt** → **Langzeit-Schweregrad des Flickers**, berechnet aus einer Folge von 12 Pst-Werten über einen Zeitraum von 2 Stunden nach der folgenden Formel:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}}$$

10.5. SPANNUNGSDISSYMMETRIE

Unter normalen Bedingungen sind die Versorgungsspannungen symmetrisch und die Lasten ausgeglichen. Es kommt zu Unsymmetrien und Ungleichgewichten bei Störungen (Isolationsbruch) und Phasenunterbrechungen. Darüber hinaus kann der Ausgleich bei einphasigen Lasten nur statistischer Natur sein.

Es ist notwendig, die Studie des dreiphasigen Netzes auch unter anormalen Fehlerbedingungen in Angriff zu nehmen, um die Schutzvorrichtungen zu dimensionieren. Das von den Kirchhoffschen Prinzipien abgeleitete Gleichungssystem kann verwendet werden, aber um die Überlegungen und Formeln ausgeglichener Systeme zu nutzen und auch um den Beitrag der Systemkomponenten besser zu verstehen, ist die Theorie der symmetrischen Komponenten nützlich.

Es kann gezeigt werden, dass jedes Trio von Vektoren in drei Trios zerlegt werden kann: das direkte symmetrische, das inverse symmetrische und das homopolare, wie in der folgenden Abbildung gezeigt:

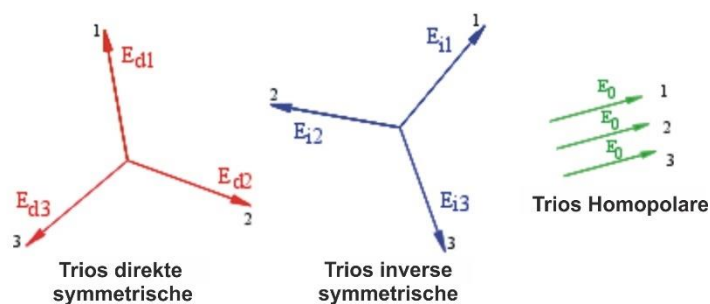


Abb. 91: Zerlegung eines Vektortrios

Auf dieser Grundlage wird erreicht, dass jedes **noch so unsymmetrische und unausgewogene** dreiphasige System in drei dreiphasige Systeme zerlegt werden kann, die auf die getrennte Untersuchung von drei einphasigen Schaltkreisen zurückgehen, die jeweils der **direkten Sequenz**, der **umgekehrten Sequenz** und der **homopolaren Sequenz** entsprechen.

Die Norm EN50160 definiert in Bezug auf elektrische Niederspannungssysteme, dass „unter normalen Betriebsbedingungen für jeden Zeitraum von einer Woche 95 % der effektiven Durchschnittswerte, berechnet in 10 Minuten, der Komponente mit umgekehrter Sequenz der Versorgungsspannung im Bereich Inter 0 und 2 % der Komponente mit direkter Sequenz liegen müssen. In einigen Regionen mit Benutzeranlagen, die mit teilweise einphasigen oder zweiphasigen Leitungen verbunden sind, können an den dreiphasigen Stromversorgungsterminals Ungleichgewichte von bis zu etwa 3 % auftreten.“

Das Instrument PQA924 führt die Messung und Aufzeichnung der folgenden Parameter durch, die den Prozentsatz der Ungleichmäßigkeit der Spannungen eines elektrischen Systems definieren:

$$u_2 \% = \frac{E_i}{E_d} * 100 \rightarrow \text{Komponente mit umgekehrter Sequenz}$$

$$u_0 \% = \frac{E_0}{E_d} * 100 \rightarrow \text{Komponente mit homopolarer Sequenz}$$

keine

E_i = Sequenz des umgekehrten Trios

E_d = Sequenz des direkten Trios

E_0 = Sequenz des homopolaren Trios

10.6. SCHNELLE SPANNUNGSTRANSIENTEN

Das Instrument PQA924 speichert als schnelle Spannungstransienten (Spikes) alle mit Phasenspannungen verbundenen Phänomene unter folgenden Bedingungen

- Schnelle Änderungen der Steigung der Spannungswellenform mit einer Abtastzeit von **1µs** bei einer maximalen Amplitude von **±8kV**
- Überschreiten einer benutzerdefinierten Schwellenschwelle
- Ereignis innerhalb eines benutzerdefinierten Zeiterfassungsfensters Inter **100µs** und **1ms**

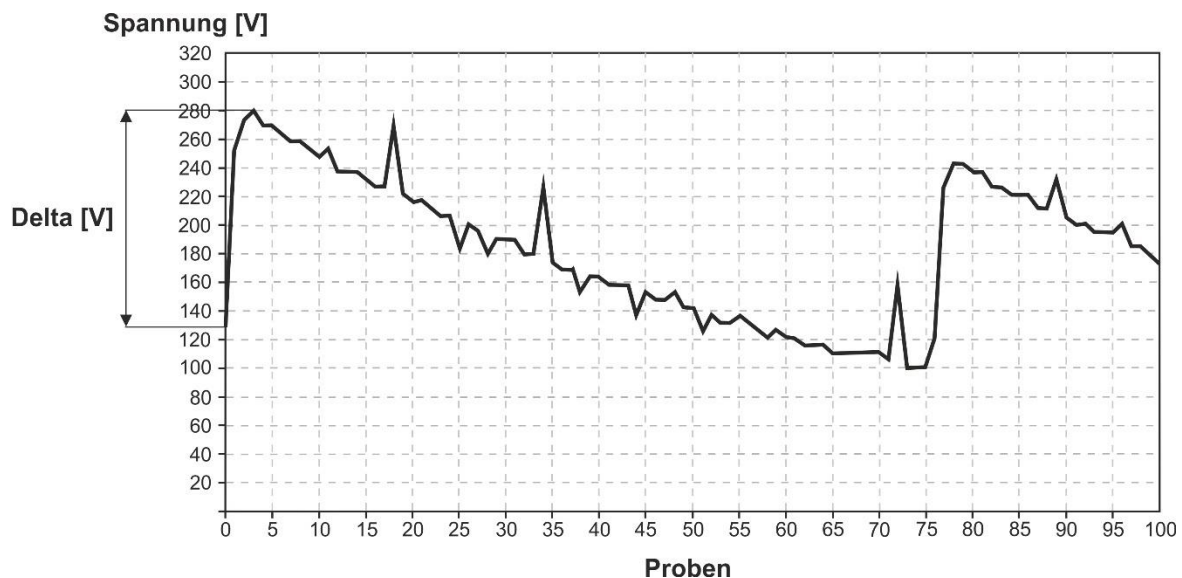


Abb. 92: Analyse von schnellen Spannungstransienten

Im Allgemeinen erfolgt die Routine zur Erkennung von Spannungstransienten wie folgt:

1. Das Instrument erkennt die Überschreitung der **auf 1µs eingestellten Änderungsschwelle** (z. B. mit Schwelle = 200 V, → wenn die Neigung des Signals so groß ist, dass sie eine Änderung von mehr als 200 V/µs aufweist) → Das Ereignis wird erfasst
2. Das Instrument misst immer **1000 Proben von 1µs** des Signals, das dann in Abhängigkeit vom eingestellten Beobachtungsfenster weiter abgetastet wird, und speichert **nur 100** (siehe Abb. 92), um internen Speicher zu sparen (z. B. wenn Fenster = 100 µs → Spike erkannt und 100 Werte mit einer Auflösung von 1 µs verfügbar; wenn Fenster = 200 µs → Spike erkannt und 100 Werte mit einer Auflösung von 2 µs verfügbar, usw.)
3. Das Instrument speichert ein **Delta [V]**, das der **Differenz Inter dem momentanen Wert der Spannung vor dem Spike und dem Spitzenwert des Spikes entspricht** (siehe Abb. 92)
4. Instrument speichert das Startdatum/die Startzeit des Ereignisses, das erreichte Spannungsdelta und die Phase, in der das Ereignis aufgetreten ist

Die maximale Gesamtzahl der Ereignisse, die während einer Aufzeichnung vom Instrument aufgezeichnet werden können, beträgt **2000**



WARNUNG

Die Anzeige von Ereignissen ist **nur innerhalb der HTAgorà-Software möglich**

10.7. DEFINITIONEN DER BERECHNETE NETZWERKPARAMETER

Unter Bezugnahme auf ein generisches **dreiphasiges 4-Leiter-System** berechnet das Instrument die Werte der Netzwerkparameter basierend auf **Ns-Proben**, die bei **Nc-Zyklen** (10 Zyklen bei 50 Hz / 12 Zyklen bei 60 Hz) der Spannungs- und Stromsignale unter Verwendung der folgenden Beziehungen erfasst wurden:

Parameter	Beschreibung	Berechnungsbericht
VLx-N (x= 1,2,3)	Spannung Phase-Neutralleiter RMS	$V_{Lx-N} = \sqrt{\frac{1}{N_{SC}} * \sum_{s=0}^{N_{SC}-1} (v_s^{Lx-N})^2}$
VLx-Ly (x,y= 1,2-2,3-3,1)	Spannung Phase-Phase RMS	$V_{Lx-Ly} = \sqrt{\frac{1}{N_{SC}} * \sum_{s=0}^{N_{SC}-1} (v_s^{Lx-N} - v_s^{Ly-N})^2}$
Ix (x= 1,2,3,N)	RMS-Phasenstrom und Neutrallstrom	$I_{Lx} = \sqrt{\frac{1}{N_{SC}} \sum_{s=0}^{N_{SC}-1} (i_s^x)^2}$
Amplituden/Phasen Spannungsharmonische (ordnung h)	FFT an Nsc-Proben → Vektoren von komplexer Zahlen	
	$\tilde{V}_{Lx-N}^h = \{(Re[\tilde{V}_{Lx-N}^h]; Im[\tilde{V}_{Lx-N}^h]); h = 0,1,\dots, OrdMax\}, x=1,2,3$ $Amplitude \tilde{V}_{Lx-N}^h = \sqrt{(Re[\tilde{V}_{Lx-N}^h])^2 + (Im[\tilde{V}_{Lx-N}^h])^2}$ $Phase (\tilde{V}_{Lx-N}^h) = atan2(Re[\tilde{V}_{Lx-N}^h]; Im[\tilde{V}_{Lx-N}^h])$	
Amplituden/Phasen Stromharmonische (ordnung h)	FFT an Nsc-Proben → Vektoren von komplexer Zahlen	
	$\tilde{I}_{Lx}^h = \{(Re[\tilde{I}_{Lx}^h], Im[\tilde{I}_{Lx}^h]); h = 0,1,\dots, OrdMax\} x=1,2,3,N$ $Amplitude \tilde{I}_{Lx}^h = \sqrt{(Re[\tilde{I}_{Lx}^h])^2 + (Im[\tilde{I}_{Lx}^h])^2}$ $Phase (\tilde{I}_{Lx}^h) = atan2(Re[\tilde{I}_{Lx}^h]; Im[\tilde{I}_{Lx}^h])$	
PLx (x= 1,2,3)	Wirkleistung der Phase	$P_{Lx} = \frac{1}{N_{SC}} \sum_{s=0}^{N_{SC}-1} v_s^{Lx-N} * i_s^{Lx}$
SLx (x= 1,2,3)	Scheinleistung der Phase	$S_{Lx} = V_{Lx-N} * I_{Lx}$
QLx (x= 1,2,3)	Blindleistung der Phase	$Q_{Lx} = Zeichen \{Q_{Lx}\} * \sqrt{(S_{Lx})^2 - (P_{Lx})^2}$
PFLx (x = 1,2,3)	Leistungsfaktor der Phase	$PF_{Lx} = \frac{P_{Lx}}{S_{Lx}}$
cosφLx (x = 1,2,3)	Gereinigter Phasenleistungsfaktor → Phasenverschiebung Inter den Grundschnwingungen von Spannung und Strom der Phase x	()* = konjugierter Komplex
		$\cos \varphi_{Lx} = \frac{Re\{\tilde{V}_{Lx-N}^{h=1} \times (\tilde{I}_{Lx}^{h=1})^*\}}{ \tilde{V}_{Lx-N}^{h=1} \times \tilde{I}_{Lx}^{h=1} }$

Parameter	Beschreibung	Berechnungsbericht
P_{TOT}	Gesamt-Wirkleistung	$P_{TOT} = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3}$
Q_{TOT}	Gesamt-Blindleistung	$Q_{TOT} = Q_{L1} + Q_{L2} + Q_{L3}$
S_{TOT}	Gesamt-Scheinleistung	$S_{TOT} = \sqrt{(P_{TOT})^2 + (Q_{TOT})^2}$
PF_{TOT}	Gesamtleistungsfaktor	$PF_{TOT} = \frac{P_{TOT}}{S_{TOT}}$
$P_{TOT} (h=1)$	Gesamt-Wirkleistung relativ bei Fundamental V/I	$P_{TOT}^{h=1} = \sum_{x=1,2,3} \text{Re}\{\bar{V}_{Lx-N}^{h=1} \times (I_{Lx}^{h=1})^*\}$
$Q_{TOT} (h=1)$	Gesamt-Blindleistung relativ bei Fundamental V/I	$Q_{TOT}^{h=1} = \sum_{x=1,2,3} \text{Im}\{\bar{V}_{Lx-N}^{h=1} \times (I_{Lx}^{h=1})^*\}$
$\cos\varphi_{TOT}$	Gesamtleistungsfaktor, bereinigt	$\cos \varphi_{TOT} = \frac{P_{TOT}^{h=1}}{\sqrt{(P_{TOT}^{h=1})^2 + (Q_{TOT}^{h=1})^2}}$
Spannungsasymmetrie (FFT Harmonische h=1)	$\bar{V}_d = \frac{1}{3} \times (\bar{V}_{L1-N}^{h=1} + \alpha \times \bar{V}_{L2-N}^{h=1} + \alpha^2 \times \bar{V}_{L3-N}^{h=1})$ $\bar{V}_i = \frac{1}{3} \times (\bar{V}_{L1-N}^{h=1} + \alpha^2 \times \bar{V}_{L2-N}^{h=1} + \alpha \times \bar{V}_{L3-N}^{h=1})$ $\bar{V}_0 = \frac{1}{3} \times (\bar{V}_{L1-N}^{h=1} + \bar{V}_{L2-N}^{h=1} + \bar{V}_{L3-N}^{h=1})$ $u2 = \frac{ \bar{V}_i }{ \bar{V}_d }, u0 = \frac{ \bar{V}_0 }{ \bar{V}_d }$ in dem: $\alpha = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$	



WARNUNG

- Streng genommen wäre der Ausdruck der Blindleistung im **nicht sinusförmigen** Bereich nicht korrekt. Um den Grund zu verstehen, kann es nützlich sein, zu denken, dass sowohl das Vorhandensein von Harmonischen als auch das Vorhandensein von Blindleistung unter anderem zu einem Anstieg der Leistungsverluste in der Leitung aufgrund der Erhöhung des effektiven Wertes des Stroms führen. Mit der obigen Beziehung wird der Begriff der erhöhten Verlustleistung aufgrund von Harmonischen algebraisch zu demjenigen addiert, der durch das Vorhandensein von Blindleistung eingeführt wird. Obwohl beide Phänomene zusammen einen Anstieg der Leistungsverluste bewirken, ist es in der Realität nicht so, dass diese Ursachen für Leistungsverluste in Phase zueinander stehen und sich daher algebraisch summieren
- **Der Parameter $\cos\varphi$ (Bereinigter Leistungsfaktor) stellt den theoretischen Grenzwert dar, der vom Leistungsfaktor erreicht werden kann, wenn es gelingt, alle Harmonischen vollständig aus dem elektrischen System zu entfernen. Dieser Parameter ist derjenige, auf den bei der Verwaltung von Phasenausgleichsproblemen von Anlagen Bezug genommen werden muss**

10.7.1. Leistungskonventionen und Leistungsfaktoren

In Bezug auf die Erkennung der Blindleistungsart, der Art des Leistungsfaktors, der Wirkleistungsrichtung und der Blindleistungsrichtung gelten die Konventionen des folgenden Schemas (gemäß IEC/EN 61557-12)

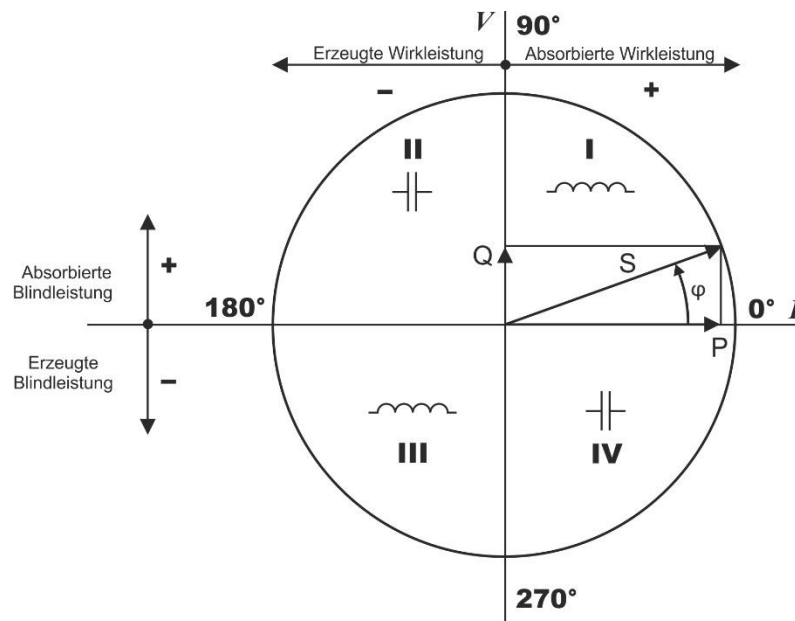
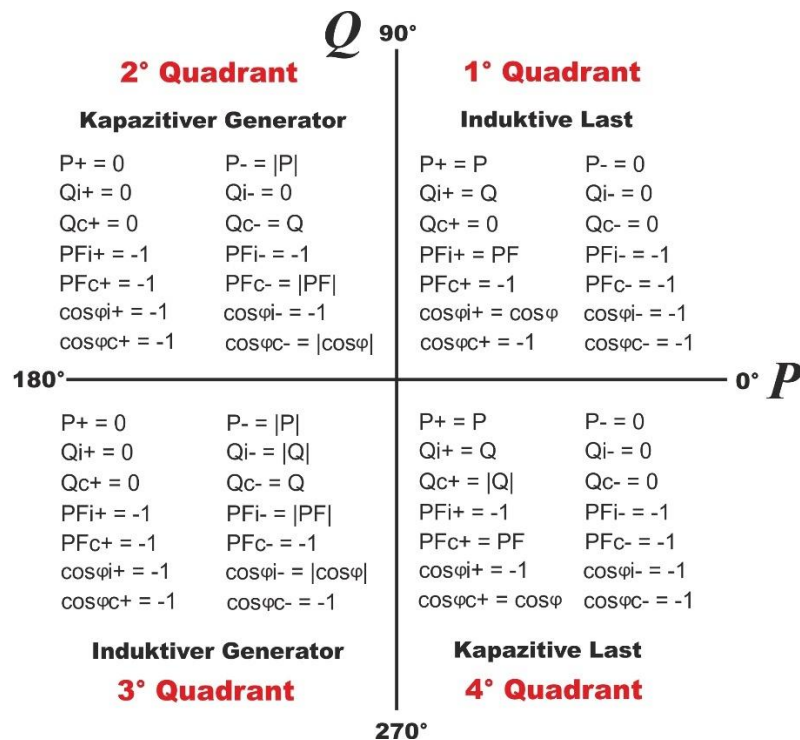


Abb. 93: Spannungs-, Strom-, Leistungsdiagramm und zugehörige Konventionen

Folgende Hinweise sind zu beachten:

- Die Referenz des Diagramms ist der Strom „ I “, der auf der rechten Seite der Achse angezeigt wird
- Die Spannung „ V “ variiert in Abhängigkeit des Phasenwinkels vom Strom φ
- Der Phasenwinkel φ Inter Strom und Spannung gilt im **Gegenuhrzeigersinn**

Basierend auf dem in Abb. 93, gezeigten Diagramm sind das Verhalten der Wirkleistungen, Blindleistungen, Leistungsfaktor und $\cos\varphi$ im folgenden Schema angegeben



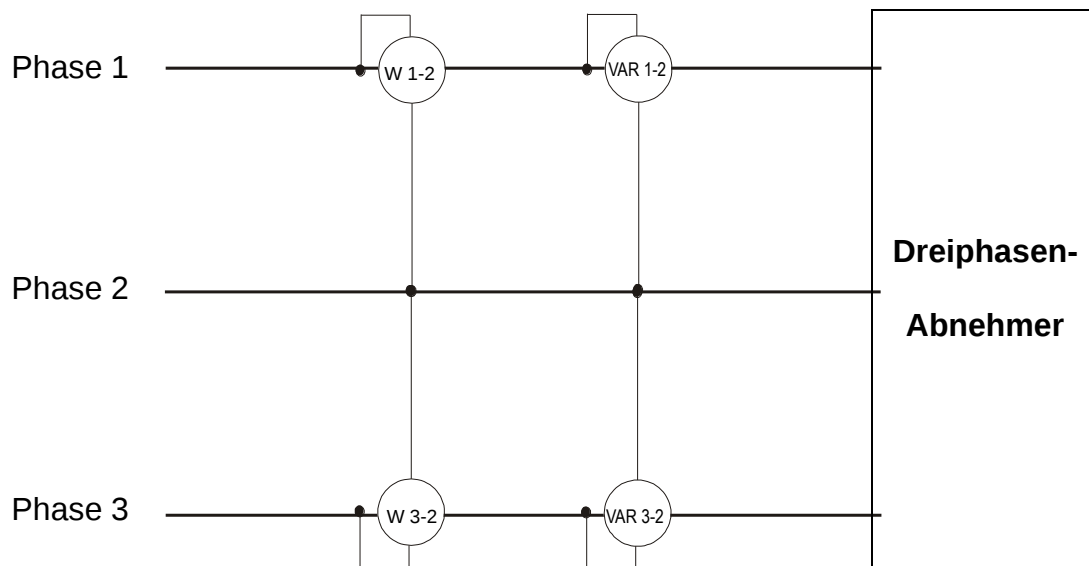
Die Bedeutung der verwendeten Symbole und der Werte, die sie in dem oben dargestellten Schema annehmen, ist in den folgenden Tabellen angegeben:

SYMBOL	BESCHREIBUNG	ANMERKUNGEN
P+	Wirkleistung +	Positive Werte der Größen (Absorptionsbedingung)
PFc+	Kapazitiver Leistungsfaktor +	
PFi+	Induktiver Leistungsfaktor +	
cosφc+	Bereinigter kapazitiver Leistungsfaktor +	
cosφi+	Bereinigter induktiver Leistungsfaktor +	
Qc+	Kapazitive Blindleistung +	
Qi+	Induktive Blindleistung +	Negative Werte der Größen (Erzeugungsbedingung)
P-	Wirkleistung -	
PFc-	Kapazitiver Leistungsfaktor -	
FI-	Induktiver Leistungsfaktor -	
cosφc-	Bereinigter kapazitiver Leistungsfaktor -	
soφi-	Bereinigter induktiver Leistungsfaktor -	
Qc-	Kapazitive Blindleistung -	
Qi-	Induktive Blindleistung -	

WERT	BESCHREIBUNG
P	Die relative Wirkleistung (positiv oder negativ) ist im betrachteten Quadranten definiert und nimmt daher den Wert der Wirkleistung zu diesem Zeitpunkt an
Q	Die relative Blindleistung (induktiv oder kapazitiv, positiv oder negativ) ist im betrachteten Quadranten definiert und nimmt daher den Wert der Blindleistung zu diesem Zeitpunkt an
PF	Der relative Leistungsfaktor (induktiv oder kapazitiv, positiv oder negativ) wird im betrachteten Quadranten definiert und nimmt daher den Wert des Leistungsfaktors zu diesem Zeitpunkt an.
cosφ	Der relative bereinigte Leistungsfaktor (induktiv oder kapazitiv, positiv oder negativ) wird im betrachteten Zifferblatt definiert und nimmt daher den Wert des bereinigten Leistungsfaktors zu diesem Zeitpunkt an
0	Die relative Wirkleistung (positiv oder negativ) oder Blindleistung (induktiv oder kapazitiv, positiv oder negativ) ist im betrachteten Quadranten NICHT definiert und nimmt daher den Wert null an.
-1	Der relative Leistungsfaktor (induktiv oder kapazitiv, positiv oder negativ) ist im betrachteten Quadranten NICHT definiert (dieser Zustand ist oft auf eine falsche Verbindung der Wandler an den Leitern zurückzuführen)

10.7.2. ARON-Schaltung

In verteilten elektrischen Systemen ohne Nullleiter werden Phasenspannungen, Leistungsfaktoren und Phasen- $\cos\varphi$ bedeutungslos, und nur verkettete Spannungen, Phasenströme und Gesamtleistungen bleiben definiert.



In diesem Fall wird das Potential einer der drei Phasen (z. B. Phase 2) als Referenzpotential angenommen und die Werte der Gesamtaktiv-, Blind- und Scheinleistung als Summe der Angaben der Drehmomente von Wattmetern, VARmetern und VAmetern ausgedrückt.

$$P_{TOT} = W_{1-2} + W_{3-2}$$

$$Q_{TOT} = VAR_{1-2} + VAR_{3-2}$$

$$S_{TOT} = \sqrt{(W_{1-2} + W_{3-2})^2 + (VAR_{1-2} + VAR_{3-2})^2}$$

10.8. ANSCHLUSS DES INSTRUMENTES AN EXTERNE STROMWANDLER

Das Instrument PQA924 ermöglicht die Durchführung von Strommessungen auch in dreiphasigen Systemen (typisch für MS/NS-Anlagen), in denen auf den einzelnen Phasen **Stromwandler (TA)** mit Übersetzungsverhältnis **xxx/1A** oder **xxx/5A** vorhanden sind.

Unter diesen Bedingungen ist es für die Ermittlung des Stroms an den Phasenleitern in der Praxis notwendig, eine manuelle Nachberechnung in Abhängigkeit vom am Sekundärwert des TA gemessenen Wertes mit speziellen Stromwandler durchzuführen.

Das Instrument ermöglicht das **direkte** Ablesen der Ströme auf den Phasen und auf dem Neutraleiter mit entsprechender Programmierung der Parameter, ohne dass eine manuelle Berechnung gemäß dem in der folgenden Abbildung gezeigten dreiphasigen 4-Leiter-System durchgeführt werden muss:

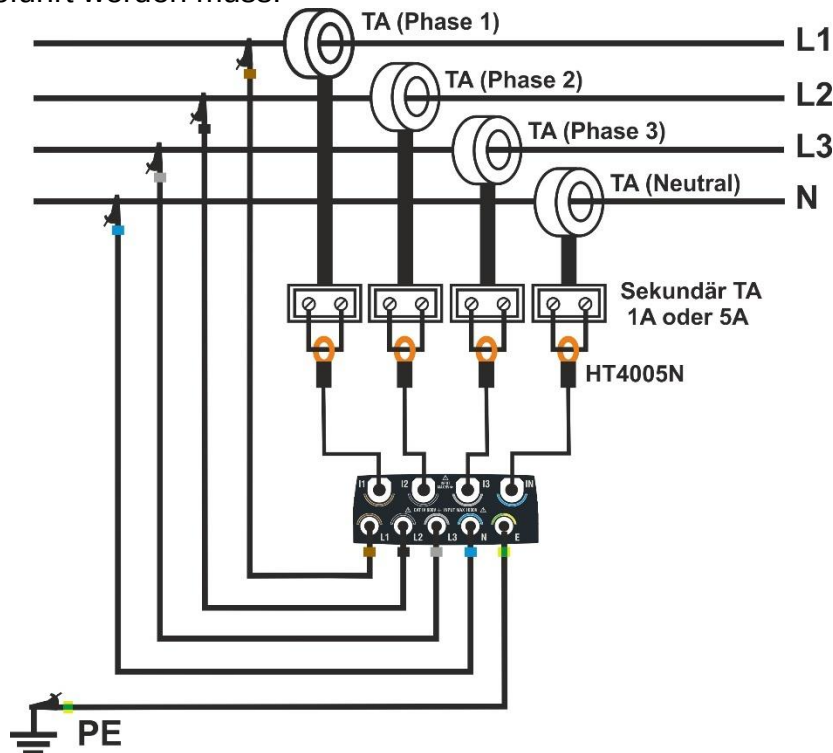


Abb. 94: Anschlussschema des Instrument mit externen Stromwandler

Wie in Abb. 94 zu sehen ist, **müssen die Sekundärteile des TA kurzgeschlossen werden** und in diese Schleife muss ein Strom-Wandler (einer für jede Phase + Neutraleiter) zum Messen des Stroms eingesetzt werden. Es **wird empfohlen, das Modell HT4005N zu verwenden**, das im 5A Bereich verwendet wird. Die Ausgänge dieser Wandler müssen dann an die Eingänge **I1, I2, I3, IN** des Instruments angeschlossen werden. Bei der Programmierung (siehe § 5.2.2) ist Folgendes einzustellen:

- **Primärstrom** der TA (z. B. 300 A) in den Phasen L1, L2, L3
- **Sekundärstrom** der TA (z. B. 5 A) in den Phasen L1, L2, L3
- **Primärstrom** des TA (z. B. 300 A) auf dem Neutraleiter N
- **Sekundärstrom** des TA (z. B. 5 A) auf dem Neutraleiter N
- Skalenendwert des Wandlers auf der Sekundärseite der TA an den Phasen L1, L2, L3
- Skalenendwert des Wandlers auf der Sekundärseite des TA auf dem Neutraleiter N

Basierend auf diesen Parametern berechnet und visualisiert das Instrument den Wert der Ströme an den Phasen L1, L2, L3 und am Neutraleiter N in Abhängigkeit vom Wert der Ströme, die von den Wandlern an den Sekundärströmen gemessen werden.

10.9. MESSVERFAHREN

Das Instrument ist in der Lage, folgende Größen zu messen: Spannungen, Ströme, Wirkleistungen, kapazitive und induktive Blindleistungen, Scheinleistungen, kapazitive und induktive Leistungsfaktoren, Energien usw. Alle diese Größen werden digital analysiert (Umwandlung von sechs analogen Signalen von Spannungen und Strömen) und intern auf der Grundlage der in den vorherigen Bereichen angegebenen Berichte berechnet.

Das Speichern aller abgetasteten Daten in Echtzeit würde eine nicht verwaltbare Speicherkapazität erfordern. Daher wurde nach einer Speichermethode gesucht, die zwar aussagekräftige Daten liefert, jedoch eine Aufschlüsselung der zu speichernden Informationen ermöglicht.

Die gewählte Methode ist die der Integration (oder Aggregation): Nach Ablauf eines definierten Zeitintervalls **Integrationszeitraum** (oder **Aggregationsintervall**) extrahiert das Instrument aus den abgetasteten Werten jeder zu speichernden Größe die folgenden Werte:

- **MINIMALWERT** (Min.) der Größe im Integrationszeitraum (ohne Harmonischeen).
- **MITTELWERT** (AVG) der Größe (verstanden als arithmetisches Mittel aller im Integrationszeitraum aufgezeichneten Werte).
- **MAXIMALWERT** (Max) der Größe im Integrationszeitraum (ohne Harmonischeen).

Diese drei Informationen (wiederholt für jede zu speichernde Größe) werden zusammen mit der Uhrzeit und dem Datum des Beginns der Periode im Rahmen der gesamten Aufzeichnungsdauer im Speicher gespeichert. Nach Beendigung des Speichervorganges beginnt das Instrument erneut, Messungen für einen neuen Zeitraum zu erfassen. Das Ergebnis (**nur in der HTAgorà-Software sichtbar**) ist eine numerische und grafische Darstellung der Werte, wobei jede Zeile eines Integrationszeitraums innerhalb der gesamten Aufzeichnungsdauer entspricht.

Die Norm IEC/EN61000-4-30 Klasse S erfordert unterschiedliche Integrationszeiträume (oder Aggregationsintervalle) für die verschiedenen berechneten Größen. Insbesondere:

- **Parameter periodische Analyse (Spannungen, Ströme, Leistungen, Leistungsfaktoren, Energien usw.)** → Hauptintegrationszeitraum wählbar aus den Werten:
0,2s, 3s, 10s, 15s, 18s, 30s, 1min, 5min, 10min, 15min, 30min, 60min, 120min
- **Frequenzparameter** → Integrationszeitraum wählbar im Bereich: **3÷30s** in Schritten von **1s**
- **Parameter Harmonischesanalyse** → Integrationszeitraum wählbar aus den Werten:
0,2s, 3s, 6s, 10s, 12s, 18s, 30s, 1min, 5min, 10min, 15min, 30min, 60min, 120min
- **Spannungsflicker** → fester Integrationszeitraum bei **10min**



WARNUNG

Achten Sie bei der Einstellung der möglichen Dauer einer Aufzeichnung auf die verschiedenen eingestellten Integrationszeiträume der verschiedenen Größen, um korrekte Ergebnisse zu erhalten

11. KUNDENDIENST

11.1. GARANTIEBEDINGUNGEN

Entsprechend unseren allgemeinen Geschäftsbedingungen wird auf dieses MessInstrument eine Garantie für Material- und Herstellfehler geleistet. Während der Garantiezeit repariert oder ersetzt der Hersteller nach seiner Wahl alle defekten Teile oder das komplette Instrument. Wenn das MessInstrument an den Kundendienst oder an den Händler eingesandt werden muss, übernimmt der Käufer die Rücksendekosten. Der Versand muss in jedem Fall im Voraus vereinbart werden. Der Sendung ist stets ein Schreiben beizufügen, in dem die Gründe für den Versand des Instruments erläutert werden. Verwenden Sie für den Versand nur die Originalverpackung. Schäden, die durch die Verwendung von Nicht-Originalverpackungen entstehen, werden dem Kunden in Rechnung gestellt. Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Schäden, die an Personen oder Gegenständen entstehen.

In den folgenden Fällen wird keine Garantie geleistet:

- Reparatur und/oder Austausch von Zubehör und Batterien (nicht von der Garantie abgedeckt).
- Reparaturen, die aufgrund einer unsachgemäßen Verwendung des Instruments oder seiner Verwendung mit inkompatiblen Instrumenten erforderlich werden.
- Reparaturen, die aufgrund unzureichender Verpackung erforderlich werden.
- Reparaturen, die aufgrund von Arbeiten durch Unbefugte notwendig werden.
- Änderungen am Instrument, die ohne ausdrückliche Genehmigung des Herstellers vorgenommen wurden.
- Verwendung, die nicht in den technischen Spezifikationen des Instruments oder in der Bedienungsanleitung beschrieben ist.

Der Inhalt dieses Handbuchs darf ohne Genehmigung des Herstellers in keiner Form vervielfältigt werden.

Unsere Produkte sind patentiert und markenrechtlich geschützt. Der Hersteller behält sich das Recht vor, Produktspezifikationen und Preise infolge technischer Verbesserungen ohne Vorankündigung zu verändern.

11.2. KUNDENDIENST

Wenn das Instrument nicht richtig funktioniert, überprüfen Sie vor der Kontaktaufnahme mit dem Kundendienst den Zustand der Kabel und Wandler und ersetzen Sie sie bei Bedarf. Wenn das Instrument weiterhin nicht richtig funktioniert, überprüfen Sie, ob das Verfahren zur Verwendung des Instruments mit den Angaben in diesem Handbuch übereinstimmt. Wenn das MessInstrument an den Kundendienst oder an den Händler eingesandt werden muss, übernimmt der Käufer die Rücksendekosten. Der Versand muss in jedem Fall im Voraus vereinbart werden. Der Sendung ist stets ein Schreiben beizufügen, in dem die Gründe für den Versand des Instruments erläutert werden. Verwenden Sie für den Versand nur die Originalverpackung. Jeder Schaden, der durch die Verwendung von Nicht-Originalverpackungen verursacht wird, wird dem Kunden in Rechnung gestellt.

**HT ITALIA SRL**

Via della Boaria, 40

48018 – Faenza (RA) – Italy

T +39 0546 621002 | **F** +39 0546 621144

M ht@ht-instruments.com | www.ht-instruments.it

WHERE
WE ARE

**HT INSTRUMENTS SL**

C/ Legalitat, 89

08024 Barcelona – Spanien

T +34 93 408 17 77 | **F** +34 93 408 36 30

M info@htinstruments.es | www.ht-instruments.com/es-es/

HT INSTRUMENTS GMBH

Am Waldfriedhof 1b

D-41352 Korschenbroich – Germany

T +49 (0) 2161 564 581 | **F** +49 (0) 2161 564 583

M info@ht-instruments.de | www.ht-instruments.de