



PowerQ4
MI 2592
Bedienungsanleitung
Version 1.2, Code Nr. 20 751 697

Lieferant:

Hersteller:

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
1354 Horjul
Slovenien

Website: <http://www.metrel.si>
E-mail: metrel@metrel.si



Die Marke auf Ihrem Gerät stellt sicher, dass das Gerät die Anforderungen der EU (Europäische Union) hinsichtlich der Sicherheit und Störungsfreiheit von Geräten erfüllt

© 2009 METREL

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung von METREL ganz oder teilweise in jedweder Form wiedergegeben, veröffentlicht oder reproduziert werden.

Inhaltsverzeichnis:

1	Einführung	6
1.1	Hauptleistungsmerkmale	6
1.2	Sicherheitshinweise	7
1.3	Anwendbare Standards / Normen	8
1.4	Abkürzungen	9
2	Beschreibung.....	12
2.1	Vorderseite	12
2.2	Anschlussplatte	13
2.3	Ansicht von unten	14
2.4	Zubehör	14
2.4.1	Standardzubehör	14
2.4.2	Optionales Zubehör	15
3	Bedienung des Instruments	16
3.1	Hauptmenü des Instruments	17
3.2	Menüs U, I, f	18
3.2.1	Messwerte	18
3.2.2	Kurve Kurvenansicht	19
3.2.3	Ansicht Trend	21
3.3	Leistungsmenü	24
3.3.1	Die Messwerte	24
3.3.2	Ansicht Trend	25
3.4	Energie	27
3.5	Oberschwingungen messen	29
3.5.1	Messwerte	29
3.5.2	Balkendiagramm-Darstellung	31
3.5.3	Ansicht Trend	32
3.6	Flickermessung	34
3.6.1	Messwerte	34
3.6.2	Ansicht Trend	35
3.7	Einschaltspitzen	36
3.7.1	Setup Einstellung	36
3.7.2	Erfassen der Einschaltspitze	38
3.7.3	Erfasste Einschaltspitze	39
3.8	Ereignisse und Alarmer	40
3.8.1	Spannungseignisse	41
3.8.2	Alarmliste	46
3.9	Die Ansicht Phasendiagramm	47
3.9.1	Der Bildschirm Phasendiagramm	48
3.9.2	Symmetriediagramm	49
3.10	AUFZEICHNUNG	50
3.11	Speicherliste	52
3.11.1	Aufzeichnen	53
3.11.2	Momentanwert einer Wellenfor	56
3.11.3	Einschaltspitzen-Protokollierung	56
3.12	Das Menü Einstellung	56
3.12.1	Messkonfiguration	57
3.12.2	Ereigniskonfiguration	59

3.12.3	Alarm Konfiguration.....	61
3.12.4	Kommunikation	62
3.12.5	Zeit & Datum	63
3.12.6	Sprache.....	63
3.12.7	Gerätedaten	64
4	Praxisempfehlungen für Aufzeichnung und Anschluss des Instruments.....	65
4.1	Durchführen von Messungen	65
4.2	Anschlusseinrichtung	69
4.2.1	Anschluss an Niederspannungsnetze	69
4.2.2	Anschluss an Mittel- und Hochspannungsnetze.....	72
4.2.3	Stromzange auswählen und Transformationsverhältnis einstellen.....	73
4.3	Anzahl der Messungen und Zusammenhang zum Schaltschema.....	77
5	Theorie und interne Funktion	80
5.1	Messverfahren.....	80
5.1.1	Messungsaggregation über Zeitintervalle.....	80
5.1.2	Spannungsmessung (Spannungsklasse).....	80
5.1.3	Strommessung (Stromklasse)	81
5.1.4	Frequenzmessung.....	81
5.1.5	Phasenleistungsmessungen	82
5.1.6	Gesamtleistungsmessungen	82
5.1.7	Energie	83
5.1.8	Harmonische (Oberwellen).....	84
5.1.9	Flickern.....	85
5.1.10	Spannungs- und Strom-Asymmetrie	87
5.1.11	Spannungseignisse.....	88
5.1.12	Alarmer.....	91
5.1.13	Datenaggregation bei der AUFZEICHNUNG	92
5.1.14	Leistungs- und Energieaufzeichnung	94
5.1.15	Momentanwert einer Wellenform	95
5.1.16	Einschaltspitzen	96
5.2	Überblick zur Norm EN 50160	97
5.2.1	Netzfrequenz.....	98
5.2.2	Schwankungen der Versorgungsspannung.....	98
5.2.3	Spannungsabfälle (indikative Werte)	98
5.2.4	Kurze Unterbrechung der Versorgungsspannung	98
5.2.5	Lange Unterbrechung der Versorgungsspannung	98
5.2.6	Asymmetrie der Versorgungsspannung	98
5.2.7	THD-Spannung und Oberwellen	99
5.2.8	Flickerstärke.....	99
5.2.9	PowerQ4-Recordereinstellung für die Prüfung gemäß EN 50160.....	99
6	Technische Daten.....	100
6.1	Allgemeine Angaben	100
6.2	Messungen.....	100
6.2.1	Allgemeine Beschreibung.....	101
6.2.2	Phasenspannungen	101
6.2.3	Leiterspannungen.....	102
6.2.4	Strom.....	102
6.2.5	Frequenz	103
6.2.6	Flickermessung	103
6.2.7	Leistung.....	103

6.2.8	Leistungsfaktor (Pf)	104
6.2.9	Verschiebungsfaktor (Cos φ).....	104
6.2.10	Energie	104
6.2.11	Spannungsoberwellen und Gesamtklirrfaktor (THD)	105
6.2.12	Stromoberwellen und Gesamtklirrfaktor (THD)	105
6.2.13	Asymmetrie	105
6.2.14	Zeit- und Dauer-Genauigkeit	105
6.3	Erfüllte Normen	106
6.3.1	Das Gerät erfüllt die Norm IEC 61557-12.....	106
6.3.2	Erfüllung der Norm IEC 61000-4-30	107
6.4	Wartung.....	109
6.4.1	Einsetzen der Batterien in das Instrument.....	109
6.4.2	Batterien.....	110
6.4.3	Betrachtungen zur Stromversorgung.....	111
6.4.4	Reinigung	112
6.4.5	Periodische Kalibrierung	112
6.4.6	Service	112
6.4.7	Fehlerbehebung	112

1 Einführung

PowerQ4 ist ein mobiles Multifunktionsinstrument zur Analyse der Qualität des Stromversorgungsnetzes für Energieeffizienzmessungen.

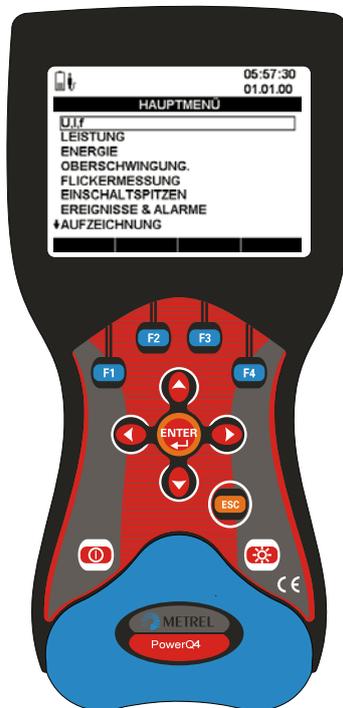


Abbildung 1.1: PowerQ4-Messinstrument

1.1 Hauptleistungsmerkmale

- 4 Spannungskanäle mit großem Messbereich: 0 ÷ 1000 Vrms, CAT III/1000V
- 4 Stromkanäle mit Unterstützung für automatische Stromzangenentdeckung und Messbereichswahl am Instrument¹
- Erfüllt die Anforderungen der Netzqualitätsstandards IEC 61000-4-30 Klasse S. Vordefiniertes Recorderprofil für Analysen nach EN 50160.
- Leistungsmessung erfüllt Anforderungen von IEC 61557-12 und IEEE 1448.
- 8 Kanäle gleichzeitig - 16-Bit-AD-Wandlung zur genauen Leistungsmessung (minimaler Phasenverschiebungsfehler).
- Einfache Bedienung und leistungsfähige Aufzeichnungsfunktionen mit 8 MByte Speicher sowie der Möglichkeit, 509 unterschiedliche Netzqualitätssignaturen aufzuzeichnen.
- Erfassen von Spannungsereignissen und benutzerdefinierten Alarmen

¹ nur in Verbindung mit Metrel "Smart Clamps"

- 15 Stunden Batteriebetrieb.
- Die **PowerView**-PC-Software bietet alle Möglichkeiten, Messdaten auf einfache Weise auszulesen, zu analysieren und zu drucken.
 - Der PowerView Analyzer bietet eine einfache und dennoch leistungsfähige Schnittstelle, um Instrumentendaten zu übertragen und schnell eine intuitive und aussagekräftige Analyse durchzuführen. Die Schnittstelle bietet zur schnellen Auswahl der Daten eine dem Windows Explorer nachempfundene Baumstruktur.
 - Der Anwender kann die aufgezeichneten Daten auf einfache Weise herunterladen und für jeden Standort und die zugehörigen untergeordneten Standorte getrennt organisieren.
 - Für Ihre Netzqualitätsdatenanalyse können Sie Diagramme, Tabellen und Graphen und professionelle Berichte erstellen und ausdrucken
 - Zur weiteren Analyse können Sie Daten für andere Anwendungen exportieren bzw. kopieren und einfügen (z. B. für Tabellenkalkulationsprogramme)
 - Zahlreiche Datenaufzeichnungen können zugleich angezeigt und analysiert werden. Es können unterschiedliche Datenprotokolle in einer Messung zusammengeführt werden, mit verschiedenen Instrumenten aufgezeichnete Daten zeitversetzt synchronisiert werden, aufgezeichnete Daten in verschiedene Messungen aufgesplittet werden und es können die interessantesten Daten extrahiert werden.

1.2 Sicherheitshinweise

Um die Sicherheit der Bedienperson bei der Verwendung des PowerQ4-Instruments zu gewährleisten und um das Beschädigungsrisiko für das Instrument zu minimieren, beachten Sie bitte die folgenden Warnungen:



Das Instrument wurde für maximale Bediener-sicherheit konzipiert. Nicht bestimmungsgemäße Verwendung des Instruments erhöht die Verletzungsgefahr für die Bedienperson!



Das Instrument bzw. das zugehörige Zubehör niemals verwenden, wenn es einen sichtbare Beschädigung aufweist!



Das Instrument verfügt über keine vom Bediener zu wartenden Teile. Nur ein Vertragshändler darf Wartungs- oder Anpassungsarbeiten durchführen!



Alle normalen Sicherheitsmaßnahmen müssen ergriffen werden, um einen Stromschlag an elektrischen Anlagen zu vermeiden!



Es darf nur zugelassenes, bei Ihrem Lieferanten erhältlich Zubehör verwendet werden!



Das Instrument enthält wiederaufladbare NiMH-Batterien. Die Batterien müssen durch Batterien des gleichen Typs ersetzt werden. Die Batterietypangabe finden Sie auf dem Etikett im Batteriefach oder in diesem Handbuch. Explosionsgefahr: Keine Standardbatterien verwenden, wenn das Instrument an der Stromversorgung angeschlossen bzw. das Batterieladegerät angeschlossen ist, da die Batterien explodieren könnten!

 Im Inneren des Geräts bestehen gefährliche Spannungen. Entfernen Sie alle Messleitungen, entfernen Sie das Kabel der Stromversorgung und schalten Sie das Instrument aus, bevor Sie die Abdeckung des Batteriefachs abnehmen.

 Bei hohen Umgebungstemperaturen (> 40°C) kann die Batteriefachschraube die maximal zulässige Temperatur für das Metallteil des Griffs überschreiten. Bei derartigen Umgebungsbedingungen wird empfohlen, die Batterieabdeckung nicht während des Ladevorgangs oder unmittelbar nach dem Laden zu berühren.

 Die maximale Spannung zwischen einer Phase und dem Nullleitereingang beträgt 1000 V_{RMS}. Die maximale Spannung zwischen den Phasen beträgt 1730 V_{RMS}.

 Nicht verwendete Spannungseingänge (L1, L2, L3) stets mit dem Nullleitereingang (N) kurzschließen, um Messfehler und falsch ausgelöste Ereignisse aufgrund von Kopplungsrauschen zu vermeiden.

1.3 Anwendbare Standards / Normen

Die Instrumente der Modellreihe PowerQ4 wurden in Übereinstimmung mit den folgenden Normen bzw. Standards konzipiert und geprüft:

<i>Elektromagnetische Kompatibilität (EMC)</i>	
EN 61326-2-2: 2007	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte. <ul style="list-style-type: none"> • Emission: Geräteklasse A (für den industriellen Einsatz) • Störfestigkeit beim Betrieb des Geräts in Industrieumgebungen
<i>Sicherheit (LVD)</i>	
EN 61010-1: 2001	Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte
<i>Messverfahren</i>	
IEC 61000-4-30: 2008 Klasse S	Prüf- und Messverfahren – Netzqualitätsmessverfahren
IEC 61557-12: 2007	Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 12: Leistungsmessung- und Überwachungsgeräte (PMD)
IEC 61000-4-7: 2002 Klasse II	Allgemeiner Leitfadens für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten
IEC 61000-4-15 : 1997	Prüf- und Messverfahren; Flickermeter; Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation
EN 50160: 2007	Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen

Anmerkung zu EN und IEC-Normen:

Der Text dieses Handbuchs enthält Referenzen auf europäische Normen. Alle Normen der Reihe EN 6XXXX (z. B. EN 61010) entsprechen den jeweiligen IEC-Normen mit

derselben Nummer (z. B. IEC 61010); sie unterscheiden sich lediglich in den aufgrund der europäischen Harmonisierungsverfahren modifizierten Teilen.

1.4 Abkürzungen

In diesem Dokument werden die folgenden Symbole und Abkürzungen verwendet:

Cf_I	Strom-Crest-Faktor, einschließlich Cf_{Ip} (Strom-Scheitelfaktor der Phase p) und Cf_{IN} (Strom-Scheitelfaktor des Neutralleiters). Definition, s. 5.1.3.
Cf_U	Spannungs-Crest-Faktor, einschließlich Cf_{Upq} (Spannungs-Scheitelfaktor von Phase p zu Phase q) und Cf_{Up} (Spannungs-Scheitelfaktor des Neutralleiters). Definition, s. 5.1.2.
$\cos\varphi$, DPF	Verschiebungsfaktor (DPF) einschließlich $\cos\varphi_p$ / DPF_p (Verschiebungsfaktor der Phase p). Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6.
eP^+ , eP^-	Wirkenergie einschließlich eP_p (Energie der Phase p) und eP_{tot} (Gesamtenergie). Ein Minuszeichen bedeutet erzeugte und ein Pluszeichen verbrauchte Energie. Definition, s. 5.1.7.
eQ^{i+} , eQ^{c+} , eQ^{i-} , eQ^{c-}	Blindleistung inklusive eQ_p (Energie der Phase p) und eP_{tot} (Gesamtenergie). Ein Minuszeichen bedeutet erzeugte und ein Pluszeichen verbrauchte Energie. Induktive Blindleistung wird mit dem Buchstaben „i“ und kapazitive Blindleistung mit dem „c“ gekennzeichnet. Definition, s. 5.1.7.
eS^+ , eS^-	Scheinleistung. Definition, s. 5.1.7.
f , $freq$	Frequenz, einschließlich $freq_{U12}$ (Frequenz der Spannung an U_{12}), $freq_{U1}$ (Frequenz der Spannung an U_1) und $freq_{I1}$ (Frequenz des Stroms an I_1). Definition, s. 5.1.4.
\tilde{i}	Negativsequenzstrom-Verhältnis (%). Definition, s. 5.1.10.
i^0	Nullsequenzstrom-Verhältnis (%). Definition, s. 5.1.10.
I^+	Positivsequenz-Stromkomponente an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.10.
I^-	Negativsequenz-Stromkomponente an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.10.
I^0	Nullsequenz-Stromkomponenten an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.10.
$I_{\frac{1}{2}eff}$	Über jede Halbwelle gemessener Effektivstrom, einschließlich $I_{p\frac{1}{2}eff}$ (Strom der Phase p), $I_{N\frac{1}{2}eff}$ ([RMS-] Effektivstrom des Neutralleiters)
I_{Fnd}	(RMS-) Effektivwert des Grundstroms I_{h1} (der 1. Oberwelle), einschließlich I_{pFnd} ([RMS-] Effektivwert des Grundstroms der Phase p) sowie I_{NFnd} ([RMS-] Effektivwert des Grundstroms des Neutralleiters). Definition, s. 5.1.8.
I_{hn}	n. Komponente des Oberwellen-Effektivstroms einschließlich I_{phn} (n. Komponente des Oberwellen-Effektivstroms der Phase P) und I_{Nhn} (n. Komponente des Oberwellen-Effektivstroms des Neutralleiters). Definition, s. 5.1.8.
I_{nom}	Nennstrom. Strom des Stromzangensensors für 1 Vrms ff am Ausgang

I_{Pk}	Spitzenstrom, einschließlich I_{pPk} (Strom der Phase p) einschließlich I_{NPK} (Scheitelstrom des Neutralleiters)
I_{Rms}	(RMS-) Effektivstrom, einschließlich I_{pRms} (Strom der Phase), I_{NRms} ([RMS-] Effektivstrom des Neutralleiters). Definition, s. 5.1.3.
$\pm P, P^+, P^-$	Wirkleistung einschließlich P_p (Wirkleistung Phase p) und P_{tot} (Gesamtwirkleistung). Ein Minuszeichen bedeutet erzeugte Leistung und ein Pluszeichen verbrauchte Energie. Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6.
p, pg	Indizes. Anmerkung zu Parametern der Phase p: [1, 2, 3] bzw. Phase-zu-Phase pg: [12, 23, 31]
$PF, PF^+, PF^{c+}, PF^i, PF^{c-}$	Power Factor (Leistungsfaktor) einschließlich PF_p (PF-Vektor Phase) und P_{tot} (Summe PF-Vektor). Ein Minuszeichen bedeutet erzeugte und ein Pluszeichen verbrauchte Leistung. Der induktive Leistungsfaktor wird mit dem Buchstaben „i“ und der kapazitive Leistungsfaktor mit dem Buchstaben „c“ gekennzeichnet. Anmerkung: Wenn keine Oberwellen vorhanden sind, ist $PF = \cos \varphi$. Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6.
P_{lt}	Langfristiges Flickern (2 Stunden) einschließlich P_{ltpg} (langfristiges Spannungsflickern der Phase p zur Phase g) und P_{ltp} (langfristiges Spannungsflickern der Phase p zum Neutralleiter). Definition, s. 5.1.9.
P_{st}	Kurzfristiges Flickern (10 Minuten) einschließlich P_{stpg} (kurzfristiges Spannungsflickern der Phase p zur Phase g) und P_{stp} (kurzfristiges Spannungsflickern der Phase p zum Neutralleiter). Definition, s. 5.1.9.
P_{st1min}	Kurzfristiges Flickern (1 Minute) einschließlich $P_{st1minpg}$ (kurzfristiges Spannungsflickern der Phase p zur Phase g) und $P_{st1minp}$ (kurzfristiges Spannungsflickern der Phase p zum Neutralleiter). Definition, s. 5.1.9.
$\pm Q, Q^+, Q^{c+}, Q^i, Q^{c-}$	Blindleistung einschließlich P_p (Blindleistung Phase p) und P_{tot} (Gesamtblindleistung). Ein Minuszeichen bedeutet erzeugte und ein Pluszeichen verbrauchte Leistung. Induktive Blindleistung wird mit dem Buchstaben „i“ und kapazitive Blindleistung mit dem „c“ gekennzeichnet. Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6.
S, S^+, S^-	Scheinleistung einschließlich S_p (Scheinleistung Phase p) und S_{tot} (Gesamtscheinleistung). Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6. Das Minuszeichen bedeutet Scheinleistung während der Generation und das Pluszeichen weist auf Scheinleistung während des Verbrauchs hin. Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6.
THD_I	Gesamtklirrfaktor (THD) des Stroms am Grundstrom, einschließlich THD_{Ip} (THD des Stroms Phase p) und THD_{IN} (THD des Stroms am Neutralleiter). Definition, s. 5.1.8.
THD_U	Gesamtklirrfaktor (THD) der Spannung an der Grundspannung, einschließlich THD_{Upg} (THD der Spannung Phase p zu Phase g) und THD_{Up} (THD der Spannung Phase p zu Neutralleiter). Definition, s. 5.1.10.
u^-	Negativsequenz-Spannungsverhältnis (%). Definition, s. 5.1.10.
u^0	Nullsequenz-Spannungsverhältnis (%). Definition, s. 5.1.10.

U, U_{Rms}	(RMS-) Effektivspannung, einschließlich U_{pg} (Spannung Phase p zu Phase g) und U_p (Phase p zu Neutralleiter). Definition, s. 5.1.2.
U^+	Positivsequenz-Spannungskomponente an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.10.
U^-	Negativsequenz-Spannungskomponente an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.10.
U^0	Nullsequenz-Spannungskomponente an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.10.
U_{Dip}	Minimale Spannung $U_{Rms(1/2)}$ während des Auftretens eines Spannungsabfalls (Einbrüche)
U_{Fnd}	(RMS-) Effektiver Mittelwert der Spannung (Effektivspannung) (U_{h1} an 1. Oberwelle), einschließlich U_{pgFnd} (Effektivspannung Phase p zu Phase g) und U_{pFnd} (Effektivspannung Phase p zu Neutralleiter). Definition, s. 5.1.8.
U_{hN}	Effektivspannungskomponente an der n. Oberwelle einschließlich U_{pghN} (Effektivspannungskomponente an der n. Oberwelle Phase p zu Phase g) und U_{phN} (Effektivspannungskomponente an der n. Oberwelle Phase p zu Neutralleiter). Definition, s. 5.1.8.
U_{Int}	Minimale Spannung $U_{Rms(1/2)}$ während des Auftretens einer Unterbrechung
U_{Nom}	Nennspannung, normalerweise eine Spannung, anhand derer ein Netzwerk bezeichnet oder identifiziert wird
U_{Pk}	Spitzenspannung (Scheitelspannung), einschließlich U_{pgPk} (Spannung Phase p zu Phase g) und U_{pPk} (Spannung Phase p zu Neutralleiter)
$U_{Rms(1/2)}$	Mit jeder Halbwelle aktualisierter effektiver (RMS-) Mittelwert der Spannung, einschließlich $U_{pgRms(1/2)}$ (Halbwellenspannung Phase p zu Phase g) und $U_{pRms(1/2)}$ (Halbwellenspannung Phase p zu Neutralleiter), Definition, s. 5.1.11.
U_{Swell}	Effektiver Mittelwert der während eines Anstiegs gemessenen Schwellenspannung (Überspannungen) $U_{Rms(1/2)}$

2 Beschreibung

2.1 Vorderseite

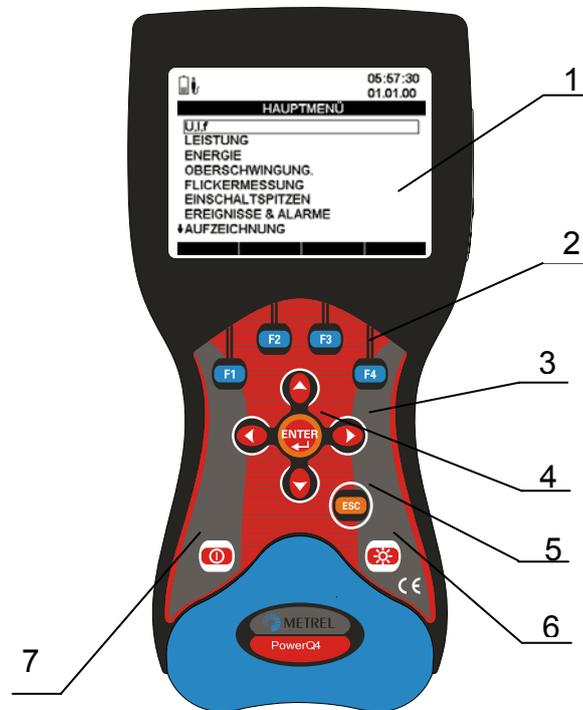
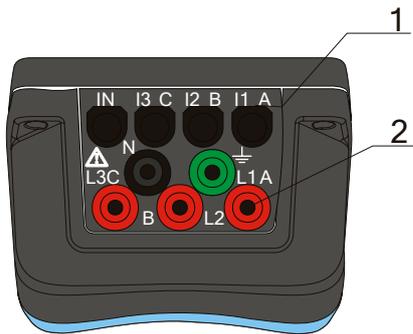


Abbildung 2.1: Vorderseite

Anordnung Bedienoberfläche:

- | | |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. LCD | Grafikdisplay mit LED-Hintergrundbeleuchtung, 320 x 200 Pixel. |
| 2. F1 – F4 | Funktionstasten. |
| 3. PFEIL-Tasten | Cursorbewegung und Parameterauswahl. |
| 4. ENTER-Taste | Zur Bestätigung neuer Einstellungen, Aktivierung eines Untermenüs |
| 5. ESC-Taste | Beenden eines Vorgangs und Verlassen eines Untermenüs |
| 6. LIGHT-Taste | LCD-Hintergrundbeleuchtung ein oder ausschalten (die Hintergrundbeleuchtung schaltet sich bei Tasteninaktivität nach 15 Minuten automatisch aus).
Wenn die Taste LICHT länger als 1,5 Sekunden gedrückt wird, wird das Menü KONTRAST angezeigt; hier kann der Kontrast mit den Pfeiltasten LINKS und RECHTS angepasst werden. |
| 7. Taste EIN-AUS | Schaltet das Instrument ein oder aus. |

2.2 Anschlussplatte



⚠️ Warnung!

- Verwenden Sie ausschließlich Sicherheitsmessleitungen!
- Die maximal zulässige Spannung zwischen den Eingangsklemmen und Masse beträgt 1000 V_{RMS}!

Abbildung 2.2: Obere Anschlussplatte

Anordnung obere Anschlussplatte:

- 1 Eingangsklemmen Stromwandler (I_1 , I_2 , I_3 , I_N).
- 2 Anschlussklemmen Spannungseingänge (L_1 , L_2 , L_3 , N , GND).

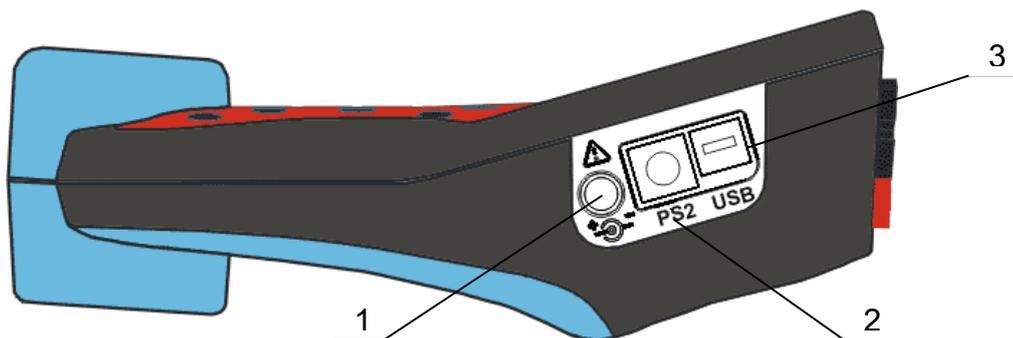


Abbildung 2.3: Seitliche Anschlussplatte

Anordnung seitliche Anschlussplatte:

- 1 Buchse für externe Stromversorgung.
- 2 Buchse für serielle PS-2 – RS-232 Schnittstelle.
- 3 Buchse für USB-Anschlussstecker

2.3 Ansicht von unten

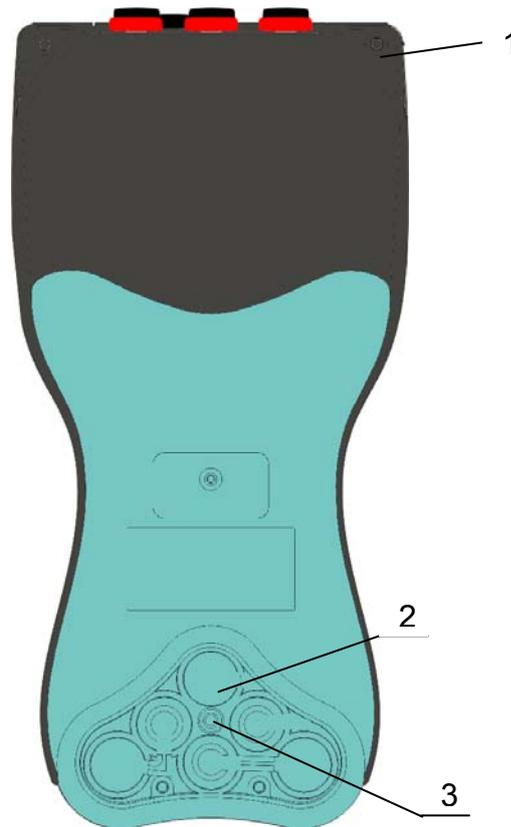


Abbildung 2.4: Ansicht von unten

Anordnung der Elemente auf der Bodenplatte:

1. Schrauben (zum Öffnen des Geräts entfernen).
2. Batteriefach.
3. Batteriefachschraube.

2.4 Zubehör

2.4.1 Standardzubehör

Tabelle 2.1: PowerQ4-Standardzubehör

Beschreibung	Stück
3000/300/30 A Flexible Stromzangen A1227	4
Prüfspitzen – rot	3
Prüfspitze - schwarz	1
Krokodilklemmen – rot	3
Krokodilklemme – schwarz	1
Krokodilklemme – grün	1
Spannungsmesskabel - rot	3
Spannungsmesskabel - schwarz	1
Spannungsmesskabel - grün	1

USB-Kabel	1
RS-232-Kabel	1
12V/1,2A-Netzteil	1
Wiederaufladbare Batterien, 6 St.	6
Gepolsterte Tragetasche	1
PowerQ4-Bedienungsanleitung	1
Inhalt der Compact Disk	
<ul style="list-style-type: none"> • PC-Software PowerView mit Bedienungsanleitung • PowerQ4-Bedienungsanleitung 	

2.4.2 Optionales Zubehör

Tabelle 2.2: Optionales Zubehör für PowerQ4

Bestellnr.	Beschreibung	
A 1020	Kleine gepolsterte Tragetasche	
A 1033	Stromzange 1000 A/1 V	
A 1037	Stromwandler 5 A/1 V	
A 1039	Klemmadapter	
A 1069	Miniaturstromzange 100 A /1 V	
A 1122	Miniaturstromzange 5A /1 V	
A 1179	3 - Phasen 2000 / 200 / 20 A Stromzange	
S 2014	Sicherheits-Sicherungenadapter	
S 2015	Sicherheits-Flachklemmen	
A 1279	Drucker DPU 414*	
A 1280	Miniaturstromzange 200 mA / 5 A /100 A*	
A 1281	Stromzange 5 A/100 A/1000 A*	

* ab dem 3. Quartal 2010 erhältlich

3 Bedienung des Instruments

Dieser Abschnitt beschreibt die Bedienung des Instruments. Die Bedienoberfläche des Instruments besteht aus einem LCD-Grafikdisplay und einem Tastenfeld. Messdaten und der Gerätestatus werden auf dem Display angezeigt. Die wichtigsten Symbole des Displays und die Beschreibung der Tastenfunktionen werden in der folgenden Abbildung gezeigt.

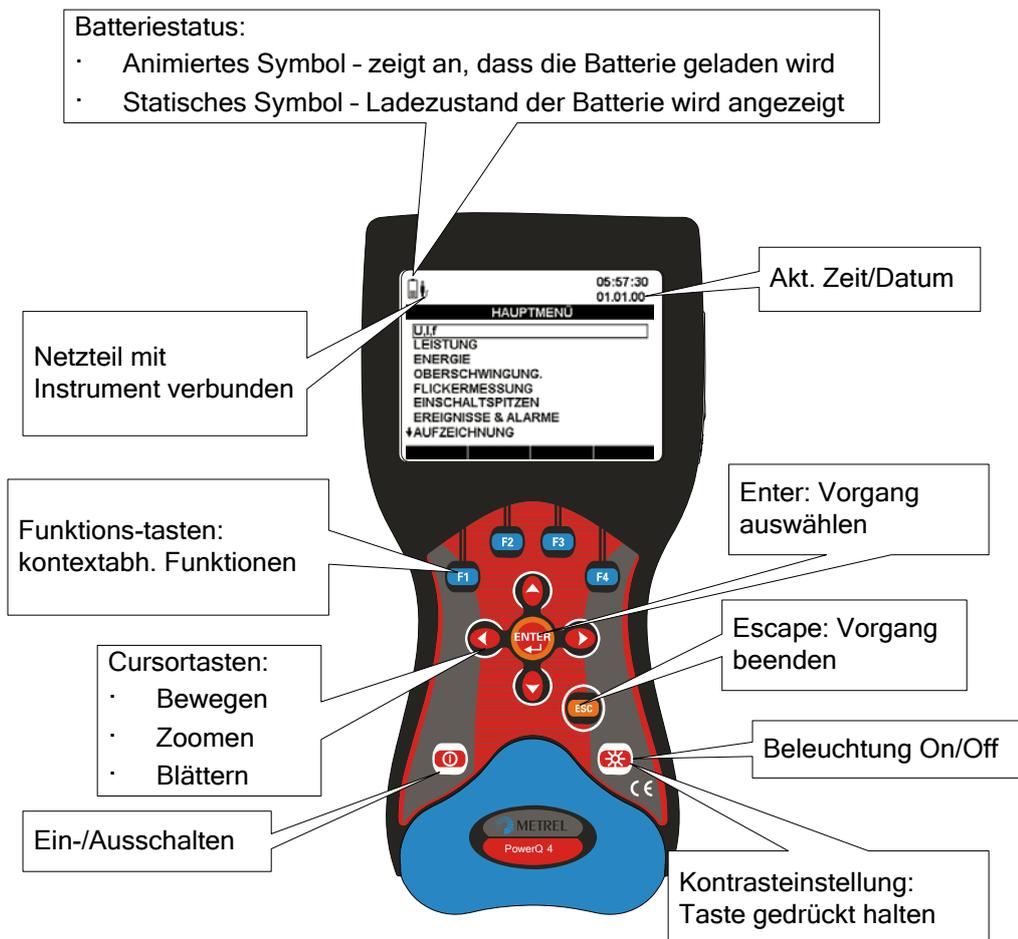


Abbildung 3.1: Display-Symbole und Tastenbeschreibungen

Während einer Messung können zahlreiche Symbole angezeigt werden. Die meisten Bildschirme haben gemeinsame Beschriftungen und Symbole. Sie werden in der folgenden Abbildung gezeigt.

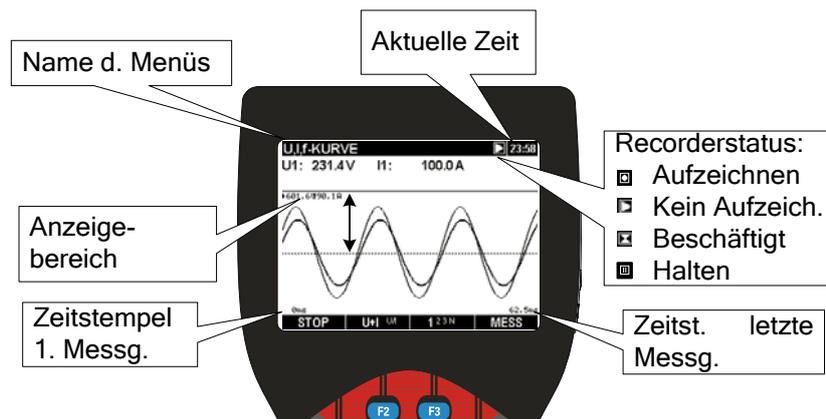


Abbildung 3.2: Gemeinsame Displaysymbole und Beschriftungen während der Durchführung von Messungen

3.1 Hauptmenü des Instruments

Nach Einschalten des Instruments wird das „HAUPTMENÜ“ eingeblendet. Von diesem Menü aus können alle Instrumentenfunktionen ausgewählt werden.

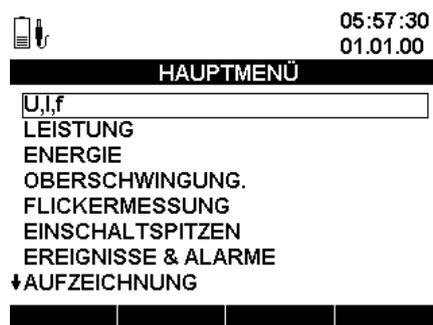


Abbildung 3.3: „HAUPTMENÜ“

Tabelle 3.1: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	<p>Batteriestatus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Animiertes Symbol – zeigt an, dass die Batterie geladen wird • Statisches, nicht animiertes Symbol – Ladezustand der Batterie wird angezeigt
	Zeigt, dass das Ladegerät am Instrument angeschlossen ist
12:58:24 24.11.08	Aktuelle Zeit und aktuelles Datum

Tabelle 3.2: Tastenfunktionen

	Funktionsauswahl im „HAUPTMENÜ“.
	Eingabe der ausgewählten Funktion.

3.2 Menüs U, I, f

Im Menü „U, I, f“ können alle wichtigen Parameter für Spannung, Strom und Frequenz betrachtet werden. Messergebnisse können tabellarisch als MESSWERTE und grafisch als MESSBEREICH und TREND angezeigt werden. Die TREND-Ansicht ist nur im Betriebsmodus AUFZEICHNEN aktiviert. Einzelheiten, S. 3.10.

3.2.1 Messwerte

Mit Aktivieren des Menüs U, I, f wird die tabellarische Anzeige U, I, f – MESSWERTE eingeblendet (s. folgende Abbildung).

U,I,f-MESSWERTE			L1	23:56	U,I,f-MESSWERTE					23:56
			U	I	L1	L2	L3	N		
RMS	231.4 V		100.0 A		UL	231.4	233.6	234.1 V	20.0 V	
THD	0.0 %		0.1 %		ThdU	0.0	0.1	0.0 %	1.0 %	
CF	1.41		1.41		IL	100.0	100.1	100.1 A	10.0 A	
PEAK	327.8 V		596.5 A		ThdI	0.1	0.1	0.1 %	12.6 %	
MAX 1/2	977.9 V		408.8 A		f	49.998			Hz	
MIN 1/2	164.8 V		97.47 A							
f			49.996 Hz							
STOP	RESET	1 2 3 N Δ	KURVE		STOP			1 2 3 N Δ	KURVE	

Abbildung 3.4: Tabellarische Anzeige der Messwerte U, I, f.

In diesen Bildschirmen werden die Messwerte für aktuellen Leiterspannungen und -ströme angezeigt. Die Symbole und Abkürzungen, die in diesem Menü verwendet werden, werden in der folgenden Tabelle erklärt.

Tabelle 3.3: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

L1 L2 L3	Aktuellen Wert des jeweiligen Kanals anzeigen.
N Δ	
	Aktueller Recorderstatus
☐	RECORDER ist aktiv
☒	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
▶	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
RMS	Echt-Effektivwert U_{Rms} und I_{Rms}
THD	Gesamtklirrfaktor (Total Harmonic Distortion) THD_U und THD_I
CF	Crest-Faktor (Scheitelfaktor) Cf_U und Cf_I
PEAK	Scheitelwert U_{Pk} und I_{Pk}
MAX 1/2	Maximalwerte für Spannung $U_{Rms(1/2)}$ und Strom $I_{1/2Rms}$, gemessen nach Betätigen der Taste RESET (Taste F2)
MIN 1/2	Minimalwerte für Spannung $U_{Rms(1/2)}$ und Strom $I_{1/2Rms}$, gemessen nach Betätigen der Taste RESET (Taste F2)
f	Frequenz auf Referenzkanal

Anmerkung: Bei einem AD-gewandelten Strom- und Spannungswert werden die Werte farblich invertiert wie folgt dargestellt **250,4 V**.

Tabelle 3.4: Tastenfunktionen

F1	STOP	Momentanwert der Wellenform: Stoppen der Messung in der Anzeige
	SPEI.	Speicherung der Messung im Speicher
F2	RESET	Reset der Werte MAX $\frac{1}{2}$ und MIN $\frac{1}{2}$ ($U_{Rms(1/2)}$ und $I_{\frac{1}{2}Rms}$)
	f	Anzeige des Frequenzverlaufs (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
F3	1 2 3 N Δ	Anzeige der Messungen für Phase L1
	1 2 3 N Δ	Anzeige der Messungen für Phase L2
	1 2 3 N Δ	Anzeige der Messungen für Phase L3
	1 2 3 N Δ	Anzeige der Messungen für Phase LN
	1 2 3 N Δ	Zusammenfassung aller Phasenmessungen
	1 2 3 N Δ	Anzeige der Spannungsmessungen von Phase zu Phase
F4	MESS	Umschalten zur Ansicht MESSWERTE.
	KURVE	Umschalten zur Ansicht KURVE
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ESC		Rückkehr zum Hauptmenü.

3.2.2 Kurve Kurvenansicht

Es werden verschiedene Kombinationen von Spannungs- und -Stromwellenformen angezeigt.

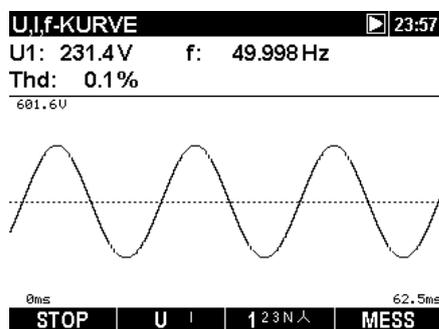


Abbildung 3.5: Spannungswellenform

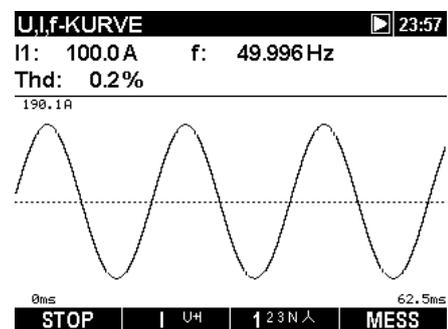


Abbildung 3.6: Stromwellenform

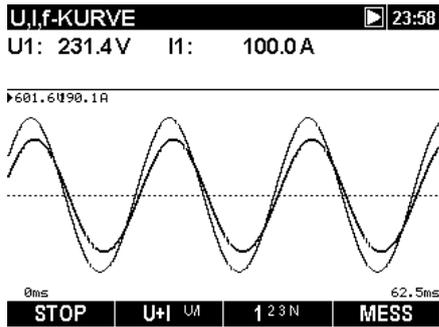


Abbildung 3.7: Spannungs- und Stromwellenform (Einzelmodus)

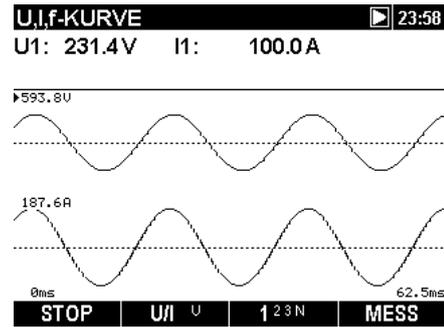


Abbildung 3.8: Spannungs- und Stromwellenform (Doppelmodus)

Tabelle 3.5: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Strom-Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Up p: [1..3, N]	Echt-Effektivwert der Phasenspannung: $U_{1Rms}, U_{2Rms}, U_{3Rms}, U_{NRms}$
Up _g pg:[12,23,31]	Echt-Effektivwert der (Leiter-) Spannung Phase zu Phase: $U_{12Rms}, U_{23Rms}, U_{31Rms}$
I _p p: [1..3, N]	Echt-Effektivwert des Stroms: $I_{1Rms}, I_{2Rms}, I_{3Rms}, I_{NRms}$
Thd	Gesamtklirrfaktor für die angezeigte Größe (THD _U bzw. THD _I)
F	Frequenz auf Referenzkanal

Tabelle 3.6: Tastenfunktionen

	STOP	Momentanwert der Wellenform: Stoppen der Messung in der Anzeige
	SPEI.	Speicherung der Messung im Speicher
		Auswählen der anzuzeigenden Wellenform:
	U I	Spannungswellenform anzeigen
	I U+I	Stromwellenform anzeigen
	U+I U I	Spannungs- und Stromwellenform (Einzelmodus) anzeigen
	U/I U I	Spannungs- und Stromwellenform (Dualmodus) anzeigen
		Auswählen zwischen den Ansichten Phase, Neutral, Alle-Phasen und Leiter:
	1 2 3 N	Anzeige der Wellenformen für Phase L1

	Anzeige der Wellenformen für Phase L2
	Anzeige der Wellenformen für Phase L3
	Anzeige der Wellenformen für Phase LN
	Zusammenfassung aller Phasen-Wellenformen
	MESS Umschalten zur Ansicht MESSWERTE.
	KURVE Umschalten zur Ansicht KURVE
	TREND Umschalten zur Ansicht TREND (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
	Auswählen, welche Wellenform vergrößert/verkleinert werden soll (nur bei U/I oder U+I)
	Vertikalen Zoomfaktor einstellen
	Horizontalen Zoomfaktor einstellen
	Rückkehr zum Hauptmenü.

3.2.3 Ansicht Trend

Bei aktivem RECORDER ist die Ansicht **TREND** verfügbar (wie man den Aufzeichnungsmodus startet, wird in 3.10 erklärt.)

Spannungs- und Stromtrends

Strom- und Spannungstrends können mithilfe der Cycling (Durchlauf-) Funktionstaste F4 (MESS-KURVE-TREND) beobachtet werden.

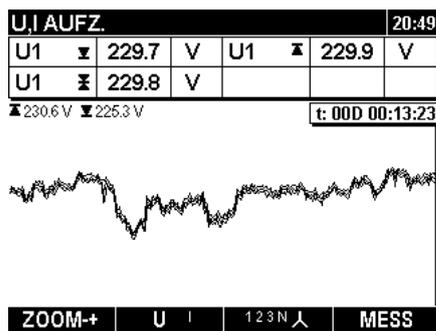


Abbildung 3.9: Spannungstrend

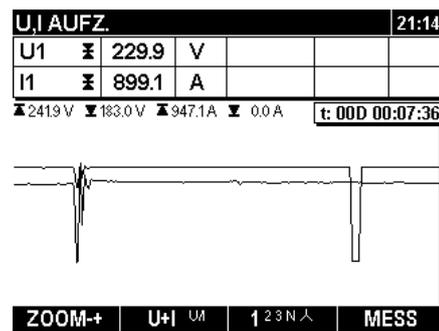


Abbildung 3.10: Spannungs- und Stromtrend (Einzelmodus)

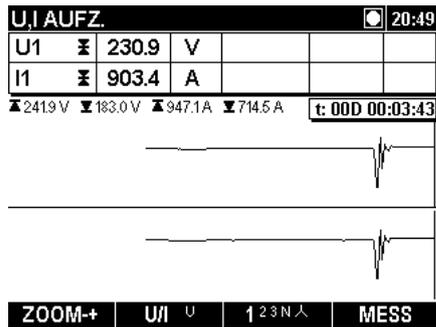


Abbildung 3.11: Spannungs- und Stromtrend (Dualmodus)

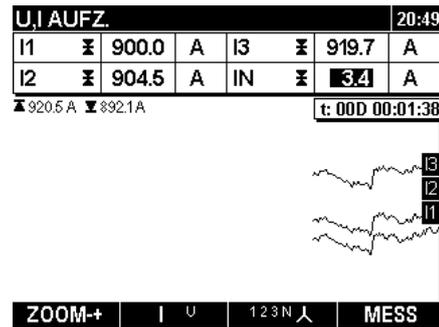


Abbildung 3.12: Trends aller Ströme

Abbildung 3.13: Unterschiedliche Kombinationen von Spannungs- und Stromtrends.

Tabelle 3.7: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Strom-Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher).
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Up, Upg p: [1..3; N]	Maximal- () , Mittel- () und Minimal- () Wert der Phasenspannung U_{pRms} bzw. Leiterspannung U_{pgRms} für das zuletzt gemessene Zeitintervall (IP)
Ip p: [1..3, N]	Maximal- () , Mittel- () und Minimal- () Wert des für Stromes I_{pRms} das zuletzt gemessene Zeitintervall (IP)
t: 00D 00:13:23	Aktuelle RECORDER-Zeit
230.6 V 225.3 V	Maximale und minimale aufgezeichnete Spannung
947.1 A 0.0 A	Maximaler und minimaler aufgezeichneter Strom

Tabelle 3.8: Tastenfunktionen

	ZOOM+	Vergrößern
	ZOOM-	Verkleinern
	U I	Auswählen zwischen den folgenden Optionen: Spannungstrend anzeigen
	I U+	Stromtrend anzeigen
	U+I U	Spannungs- und Stromtrend (Einzelmodus) anzeigen
	U/I U	Spannungs- und Stromtrend (Dualmodus) anzeigen
		Auswählen zwischen Phase, Neutral, Alle-Phasen und Ansicht:
	1 2 3 N A	Anzeige des Trends für Phase L1

	Anzeige des Trends für Phase L2
	Anzeige des Trends für Phase L3
	Anzeige des Trends für Phase LN
	Zusammenfassung aller Phasentrends
	MESS Umschalten zur Ansicht MESSWERTE.
	KURVE Umschalten zur Ansicht KURVE
	TREND Umschalten zur Ansicht TREND
	Auswählen, welche Wellenform vergrößert/verkleinert werden soll (nur bei U/I oder U+I)
	Rückkehr zum Hauptmenü.

Frequenzverlauf

Im Bildschirm MESSWERTE kann der Frequenzverlauf durch Betätigen der Funktionstaste F2 eingeblendet werden.

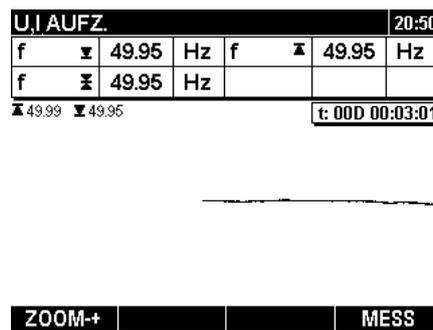


Abbildung 3.14: U, I, f Frequenzverlauf-Bildschirm.

Tabelle 3.9: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
f	Maximal- (▲), Mittel- (⊗) und Minimal- (▼) Wert der Frequenz am Synchronisierungskanal für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
t: 00D 00:13:23	Aktuelle RECORDER-Zeit
▲ 49.99 ▼ 49.95	Maximal- und Minimalfrequenz beim angezeigten Diagramm

Tabelle 3.10: Tastenfunktionen

	ZOOM+ ZOOM-	Vergrößern Verkleinern
	MESS	Rückkehr zur Ansicht MESSWERTE.
		Vertikalen Zoomfaktor einstellen.
		Horizontalen Zoomfaktor einstellen.
		Rückkehr zum Hauptmenü.

3.3 Leistungsmenü

Im Menü LEISTUNG zeigt das Instrument die gemessenen Leistungsparameter. Die Ergebnisse können tabellarisch als MESSWERTE und grafisch als TREND betrachtet werden. Die Ansicht TREND ist nur bei aktiver Auzeichnung aktiv. Im Bereich 3.10 finden Sie Anweisungen zum Start des Recorders. Zum Verständnis der Bedeutung der einzelnen Leistungsparameter, s. Abschnitte 5.1.5 und 5.1.6.

3.3.1 Die Messwerte

Durch Aktivierung des Menüs LEISTUNG im HAUPTMENÜ über die Optionen POWER – MESSWERTE wird die tabellarische Ansicht eingeblendet (s. folgende Abbildung). Die Ansicht MESSWERTE zeigt die Signaturen für Leistung, Spannung und Strom.

LEISTUNG					00:01
	L1	L2	L3	Total	
P	22.76	23.43	23.27	69.46	kW
Q	-4.06	1.53	-2.16	-4.69	kVA
S	23.12	23.48	23.37	69.62	kVA _r
PF	+0.98c	+0.99i	+0.99c	+0.99c	
DPF	+0.98c	+0.99i	+0.99c		
U	231.2	234.1	233.8		V
I	100.0	100.3	99.94		A
STOP					123 A Δ

Abbildung 3.15: Zusammenfassung Leistungsmessung

LEISTUNG			L1	00:01
P	22.78 kW	PF	+0.98c	
Q	-4.07 kVA	DPF	+0.98c	
S	23.14 kVA _r			
		U	I	
RMS	231.4 V		100.0 A	
THD	0.3 V		0.18 A	
THD	0.1 %		0.1 %	
CF	1.41		1.41	
STOP			123 A Δ	

Abbildung 3.16: Detaillierte Leistungsmessung an Phase L1

Die Symbole und Abkürzungen, die in den Bildschirmen MESSWERTE verwendet werden, werden in der folgenden Tabelle erklärt.

Tabelle 3.11: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

L1 L2 L3	Aktuellen Wert des jeweiligen Kanals anzeigen.
	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)

	RECORDER ist nicht aktiv
	Aktuelle Zeit des Instruments
P, Q, S	Augenblickliche Wirkleistung (P), Blindleistung (Q) und Scheinleistung (S)
PF, DPF	Augenblicklicher Leistungsfaktor (PF) und Leistungsfaktorverschiebung ($\cos \varphi$)
U	Echt-Effektivwert U_{Rms}
I	Echt-Effektivwert I_{Rms}
RMS	Echt-Effektivwert U_{Rms} und I_{Rms}
THD	Gesamtklirrfaktor (Total Harmonic Distortion, Oberwellengehalt) THD_U und THD_I
CF	Crest-Faktor (Scheitelfaktor) Cf_U und Cf_I

Tabelle 3.12: Tastenfunktionen

	Momentanwert der Wellenform:	
	STOP	Stoppen der Messung im Display
	SPEI.	Speicherung der Messung im Speicher
	Auswählen zwischen den Ansichten Phase, Neutral, Alle-Phasen und Leitung:	
		Anzeige der Messungen für Phase L1
		Anzeige der Messungen für Phase L2
		Anzeige der Messungen für Phase L3
		Zusammenfassung aller Phasenmessungen
		Anzeige der Spannungsmessungen von Phase zu Phase
		Umschalten zur Ansicht MESSWERT (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
		Umschalten zur Ansicht TREND (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
	Rückkehr zum Hauptmenü.	

3.3.2 Ansicht Trend

Während der aktiven **Aufzeichnung** ist die Ansicht **TREND** verfügbar (wie man den Aufzeichnungsmodus startet, wird in 3.10 erklärt.)

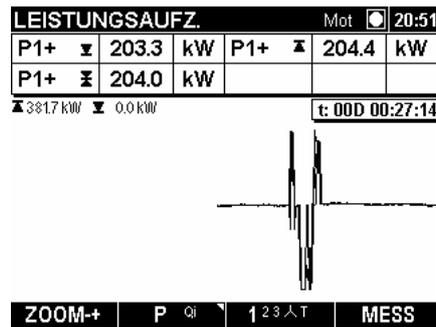


Abbildung 3.17: Bildschirm Leistungstrend (-verlauf).

Tabelle 3.13: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
	Gewählten Leistungsmodus anzeigen:
Mot	Leistungsdaten der verbrauchten (+) Leistung werden angezeigt
Gen	Leistungsdaten der erzeugten (-) Leistung werden angezeigt
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Pp±, Pt± p: [1..3]	Maximal- () , Mittel- () und Minimalwert () der verbrauchten (P ₁ ⁺ , P ₂ ⁺ , P ₃ ⁺ , P _{tot} ⁺) oder erzeugten (P ₁ ⁻ , P ₂ ⁻ , P ₃ ⁻ , P _{tot} ⁻) Wirkleistung für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
Qip±, Qit± p: [1..3]	Maximal- () , Mittel- () und Minimal- () Wert der verbrauchten (Q _{i1} ⁺ , Q _{i2} ⁺ , Q _{i3} ⁺ , Q _{itot} ⁺) oder erzeugten (Q _{i1} ⁻ , Q _{i2} ⁻ , Q _{i3} ⁻ , Q _{itot} ⁻) induktive Blindleistung (Q _{i1} [±] , Q _{i2} [±] , Q _{i3} [±] , Q _{itot} [±]) für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
Qcp±, Qct± p: [1..3]	Maximal- () , Mittel- () und Minimal- () Wert der verbrauchten (Q _{c1} ⁺ , Q _{c2} ⁺ , Q _{c3} ⁺ , Q _{ctot} ⁺) oder erzeugten (Q _{c1} ⁻ , Q _{c2} ⁻ , Q _{c3} ⁻ , Q _{ctot} ⁻) kapazitiven Blindleistung (Q _{c1} [±] , Q _{c2} [±] , Q _{c3} [±] , Q _{ctot} [±]) für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
Sp±, St± p: [1..3]	Maximal- () , Mittel- () und Minimal- () Wert der verbrauchten Scheinleistung (S ₁ ⁺ , S ₂ ⁺ , S ₃ ⁺ , S _{tot} ⁺) oder erzeugten Scheinleistung (S ₁ ⁻ , S ₂ ⁻ , S ₃ ⁻ , S _{tot} ⁻) für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
PFip±, PFit± p: [1..3]	Maximal- () , Mittel- () und Minimal- () Wert des induktiven Leistungsfaktors (des 1. Quadranten: PF _{i1} ⁺ , PF _{i2} ⁺ , PF _{i3} ⁺ , PF _{itot} ⁺ und des 3. Quadranten: PF _{i1} ⁻ , PF _{i2} ⁻ , PF _{i3} ⁻ , PF _{itot} ⁻) für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
PFcp±, PFt± p: [1..3]	Maximal- () , Mittel- () und Minimal- () Wert des kapazitiven Leistungsfaktors (des 4. Quadranten: PF _{c1} ⁺ , PF _{c2} ⁺ , PF _{c3} ⁺ , PF _{ctot} ⁺ und des 2. Quadranten: PF _{c1} ⁻ , PF _{c2} ⁻ , PF _{c3} ⁻ , PF _{ctot} ⁻) für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)

t: 00D 00:13:23	Aktuelle RECORDER-Zeit
▲ 381.7 kW ▼ 0.0 kW	Maximale und minimale aufgezeichnete Größe

Tabelle 3.14: Tastenfunktionen

F1	ZOOM+ Vergrößern ZOOM- Verkleinern
F2 Drücken & halten	Auswählen zwischen der Ansicht der verbrauchten und der erzeugten Leistung: Measurement source type Motor Generator
F2	Auswählen zwischen den Trend zahlreicher Parameter: P Q_i Wirkleistung Q_i Q_c Induktive Blindleistung Q_c S Kapazitive Blindleistung S P_{Fi} Scheinleistung P_{Fi} P_{Fc} Induktiver Leistungsfaktor P_{Fc} DP_{Fi} Kapazitiver Leistungsfaktor DP_{Fi} DP_{Fc} Induktiver Verschiebungsfaktor ($\cos \varphi$) DP_{Fc} P Kapazitiver Verschiebungsfaktor ($\cos \varphi$)
F3	Auswählen zwischen den Trend-Diagrammen für einzelne Phase, alle Phasen und Summe 1 2 3 人 T Leistungsparameter für Phase L1 1 2 3 人 T Leistungsparameter für Phase L2 1 2 3 人 T Leistungsparameter für Phase L3 1 2 3 人 T Leistungsparameter-Zusammenfassung für alle Phasen und Summen 1 2 3 人 T Leistungsparameter für Delta der Leitungsbelastungen (3 W)
F4	MESS Umschalten zur Ansicht MESSWERT (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich) TREND Umschalten zur Ansicht TREND (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ESC	Rückkehr zum Hauptmenü.

3.4 Energie

Im Menü Energie zeigt das Instrument den Status der Energiezähler. Die Ergebnisse können in tabellarischer Form als MESSWERTE angezeigt werden. Zur Darstellung der

Daten in Diagrammform als TREND darzustellen, müssen die Daten auf einen PC übertragen werden und mittels PowerView visualisiert werden. Auch die Energiemessung ist nur bei aktiver Aufzeichnung aktiv. Im Bereich 3.10 finden Sie Anweisungen zum Start des Recorders. Zum Verständnis der Bedeutung der einzelnen Energieparameter, s. Abschnitt 5.1.7. In der folgenden Abbildung ist die Messwertedarstellung zu sehen.

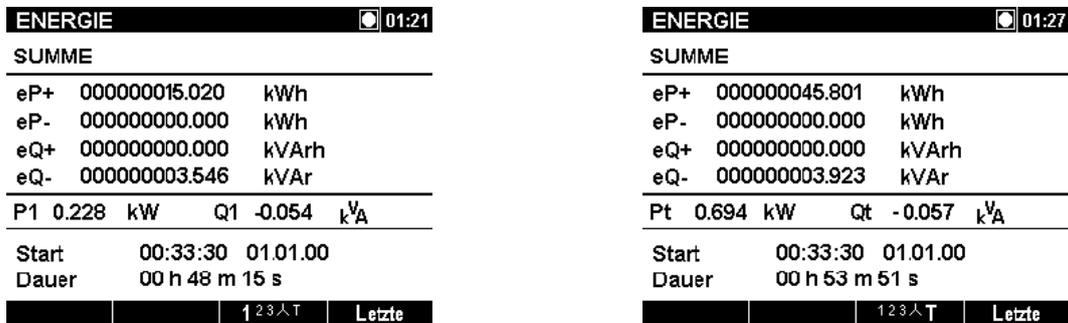
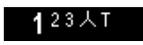
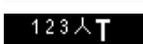


Abbildung 3.18: Bildschirm Energiezähler.

Tabelle 3.15: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
	Aktuelle Zeit des Instruments
eP+	Verbrauchte Wirkenergie einer Phase (eP_1^+ , eP_2^+ , eP_3^+) oder Summe der verbrauchten Wirkenergie (eP_{tot}^+)
eP-	Erzeugte Wirkenergie einer Phase (eP_1^- , eP_2^- , eP_3^-) oder Summe der erzeugten Wirkenergie (eP_{tot}^-)
eQ+	Verbrauchte Blindenergie einer Phase (eQ_1^+ , eQ_2^+ , eQ_3^+) oder Summe der verbrauchten Blindenergie (eQ_{tot}^+) Anmerkung: eQ+ stellt eine Messung über zwei Quadranten dar. Für separate Messungen (eQ_i^+ , eQ_c^-) die Daten auf einen PC übertragen und Ergebnisse mittels PowerView betrachten.
eQ-	Erzeugte Blindenergie einer Phase (eQ_1^- , eQ_2^- , eQ_3^-) oder Summe der erzeugten Blindenergie (eQ_{tot}^-) Anmerkung: eQ- stellt eine Messung über zwei Quadranten dar. Für Messungen über vier Quadranten (eQ_i^- , eQ_c^+) die Daten auf einen PC übertragen und Ergebnisse mittels PowerView beobachten.
Pp, Pt p: [1..3]	Momentane Wirkleistung einer Phase (P_1 , P_2 , P_3) oder Summe der momentanen Wirkleistung P_{tot}
Qp, Qt p: [1..3]	Momentane Blindleistung (Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_{tot}) oder Summe Q_{tot} der Blindleistung
Start	Startzeit des Recorders
Dauer	Aktuelle RECORDER-Zeit

Tabelle 3.16: Tastenfunktionen

		Auswählen zwischen der Einzelphasen- und Gesamt-Energiemessung
		Energieparameter für Phase L1
		Leistungsparameter für Phase L2
		Leistungsparameter für Phase L3
		Zusammenfassung für die Energie aller Phasen
		Energieparameter für Summen
		Umschalten zwischen Zeitintervall:
		Energierregister für das letzte Intervall anzeigen
		Energierregister für das aktuelle Intervall anzeigen
		Energierregister für die gesamte Aufzeichnung anzeigen
		Rückkehr zum Hauptmenü.

3.5 Oberschwingungen messen

Oberwellen ergeben sich als Summen Spannungs- und Stromsignale der Sinuskurven der Netzfrequenz und ihrer ganzzahligen Vielfachen. Die Netzfrequenz wird Grundfrequenz genannt. Die Sinuskurve mit der um den Faktor k höheren Grundfrequenz (wobei k ganzzahlig ist) wird Oberwelle genannt und wird mit Amplitude und einer Phasenverschiebung (einem Phasenwinkel) für ein Grundfrequenzsignal angegeben. Details, s. 5.1.8.

3.5.1 Messwerte

Durch Aktivierung des Menüs OBERSCHWINGUNGEN MESSEN aus dem Hauptmenü heraus wird die tabellarische Darstellung OBERSCHWINGUNGEN MESSEN angezeigt (s. folgende Abbildung). In diesem Bildschirm werden die Spannungs- und Stromoberwellen sowie der Gesamtklirrfaktor THD (Total Harmonic Distortion, Oberwellengehalt) angezeigt.

OBERSCHW. MESS.							人	▶	00:02			
	U1		I1		U2		I2		U3		I3	
	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A		
RMS	231.4	100.0	233.6	100.1	234.1	100.1						
	%	%	%	%	%	%						
THD	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1						
h 1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0						
h 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
h 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
h 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
STOP	% V-A		1 2 3 N A Δ		BALK							

Abbildung 3.19: Oberwellenmesswerte in tabellarischer Darstellung.

Die Symbole und Abkürzungen, die in den Bildschirmen MESSWERTE verwendet werden, werden in der folgenden Tabelle erklärt.

Tabelle 3.17: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

L1 L2 L3	Aktuellen Wert des jeweiligen Kanals anzeigen.
N  	
	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
RMS	Echt-Effektivwert U_{RMS} und I_{RMS}
THD	Gesamtklirrfaktor (Total Harmonic Distortion) THD_U und THD_I
hn n: 0..50	Oberwellenspannungs- bzw. Oberwellenstromkomponente U_{h_n} bzw. I_{h_n} der n. Ordnung

Tabelle 3.18: Tastenfunktionen

	STOP	Momentanwert der Wellenform: Stoppen der Messung in der Anzeige
	SPEI.	Speicherung der Messung im Speicher
	% V-A	Stellt den Oberwellenwert als %-Anteil des ersten Oberwellen-(RMS-)Effektivwerts dar
	V-A %	Stellt die Werte als Effektivgrößen (Volt, Ampere) dar
		Auswählen zwischen den Ansichten für die Oberwellen von einzelne Phase, Neutral, Alle-Phasen und Leitung:
	1 2 3 N  	Oberwellenkomponenten für Phase L1
	1 2 3 N  	Oberwellenkomponenten für Phase L2
	1 2 3 N  	Oberwellenkomponenten für Phase L3
	1 2 3 N  	Oberwellenkomponenten für Neutralleiter LN
	1 2 3 N  	Zusammenfassung der Komponenten auf allen Phasen
	1 2 3 N  	Oberwellenkomponenten für die Spannungen von Phase zu Phase
	MESS	Umschalten zur Ansicht MESSWERTE.
	BALK	Umschalten zur Ansicht BALKEN
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
 		Navigieren durch die Oberwellenkomponenten.
		Rückkehr zum Hauptmenü.

3.5.2 Balkendiagramm-Darstellung

Der Balkendiagramm stellt die Werte anhand zweier Balken dar. Der erste Balken stellt die Oberwellenspannung und der zweite den Oberwellenstrom dar.

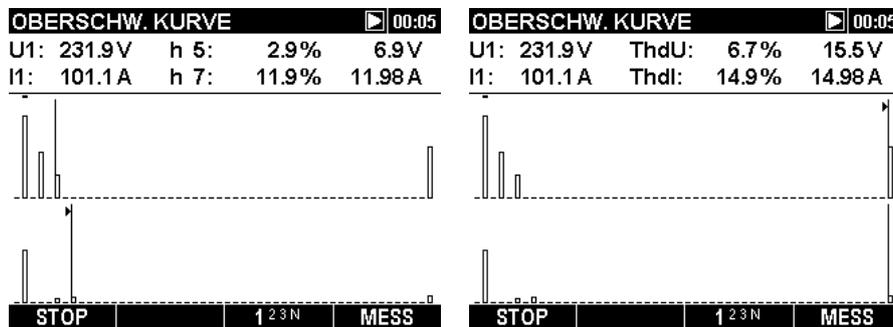


Abbildung 3.20: Balkendarstellung der Oberwellen.

Die Symbole und Abkürzungen, die in den Bildschirmen BALKENDIAGRAMM verwendet werden, werden in der folgenden Tabelle erklärt.

Tabelle 3.19: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
☐	RECORDER ist aktiv
☒	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
▶	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
⤴	Ausgewählte Oberwellenkomponente anzeigen
U_p, UN $p:1..3$	Echt-Effektivwert der Phasen- oder Leitungsspannung U_{Rms}
I_p, IN $p:1..3$	Echt-Effektivwert des Phasenstroms I_{Rms}
ThdU	Gesamtklirrfaktor der Spannung THD_U und THD_I
ThdI	Gesamtklirrfaktor des Stroms THD_U und THD_I
h_n $n: 0..50$	Spannungs- bzw. Strom-Oberwellenkomponente U_{h_n} bzw. I_{h_n} der n. Ordnung

Tabelle 3.20: Tastenfunktionen

	STOP	Momentanwert der Wellenform: Stoppen der Messung in der Anzeige
	SPEI.	Speicherung der Messung im Speicher
	1 2 3 N	Auswählen zwischen der Darstellung für einzelne Phasen, Neutralleiter, Oberwellen-Balken Oberwellenkomponenten für Phase L1
	1 2 3 N	Oberwellenkomponenten für Phase L2
	1 2 3 N	Oberwellenkomponenten für Phase L3
	1 2 3 N	Oberwellenkomponenten für Neutralleiter LN
	MESS	Umschalten zur Ansicht MESSWERTE.
	BALK	Umschalten zur Ansicht BALKEN
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
		Auswählen, um den Spannungs- bzw. Stromcursor zu bewegen
		Amplitude der angezeigten Wellenform skalieren.
		Mit dem Cursor nach links oder rechts blättern.
		Rückkehr zum Hauptmenü.

3.5.3 Ansicht Trend

Bei aktivem RECORDER ist die Ansicht TREND verfügbar (wie man den Recorder (Aufzeichnungsmodus) startet, wird in 3.10 erklärt. Spannungs- und Strom-Oberwellenkomponenten können mithilfe der Cycling (Durchlauf-) Funktionstaste F4 (MESS-KURVE-TREND) beobachtet werden.

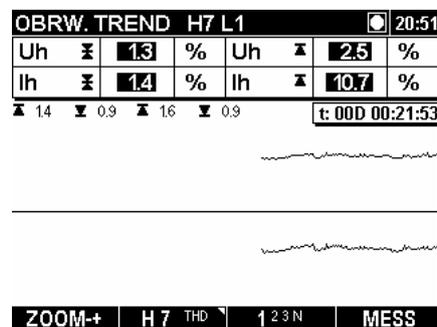


Abbildung 3.21: Trenddarstellung der Oberwellen.

Tabelle 3.21: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
	Aktuelle Zeit des Instruments
ThdU	Maximal- () und Mittel- () Wert des Spannungsgesamtklirrfaktors THD _U für die ausgewählte Phase
ThdI	Maximal- () und Mittel- () Wert des Stromgesamtklirrfaktors THD _I für die ausgewählte Phase
Uh	Maximal- () und Mittel- () Wert der ausgewählten n-ten Oberwellenspannung für die ausgewählte Phase
Ih	Maximal- () und Mittel- () Wert des ausgewählten n-ten Oberwellenstroms für die ausgewählte Phase
	Aktuelle RECORDER-Zeit
	Aufgezeichnete Maximal () und Minimal- () Größe

Tabelle 3.22: Tastenfunktionen

	STOP SPEI.	Umschalten zwischen STOPPEN (die Ergebnisse werden im Display festgehalten) und SPEICHERUNG (Speichern der festgehaltenen Ergebnisse).																																																															
	Auswählen: Max. 3 Oberwellen zur Trendbeobachtung Oberwelleneinheiten	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="9">HARMONISCHE ausgewählt</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td> </tr> <tr> <td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td> </tr> <tr> <td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td> </tr> <tr> <td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>44</td><td>45</td> </tr> <tr> <td>46</td><td>47</td><td>48</td><td>49</td><td>50</td><td>%</td><td>V.A</td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ○ %-Anteil an der Oberwelle der ersten Ordnung, ○ Absolutwerte (in Volt/Ampere) 	HARMONISCHE ausgewählt									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	%	V.A		
HARMONISCHE ausgewählt																																																																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																									
10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																									
19	20	21	22	23	24	25	26	27																																																									
28	29	30	31	32	33	34	35	36																																																									
37	38	39	40	41	42	43	44	45																																																									
46	47	48	49	50	%	V.A																																																											
	THD H3 H3 H5 H5 H7 H7 THD	Auswählen zwischen den Trends (Verläufen) zahlreicher Parameter: Standardmäßig sind dies: Gesamtklirrfaktor für die ausgewählte Phase (THD _{U_p}) Oberwelle der 3. Ordnung für die ausgewählte Phase (U _p h ₃) Oberwelle der 5. Ordnung für die ausgewählte Phase (U _p h ₅) Oberwelle der 7. Ordnung für die ausgewählte Phase (U _p h ₇)																																																															
	1 2 3 N 1 2 3 N 1 2 3 N	Auswählen zwischen den Ansichten für die Oberwellen von einzelne Phase, Neutral, Alle-Phasen und Leitung: Oberwellenkomponenten für Phase L1 (U ₁ h _n) Oberwellenkomponenten für Phase L2 (U ₂ h _n) Oberwellenkomponenten für Phase L3 (U ₃ h _n)																																																															

	1 2 3 N	Oberwellenkomponenten für Neutralleiter LN (U_{Nhn})
	MESS	Umschalten zur Ansicht MESSWERTE.
F4	BALK	Umschalten zur Ansicht BALKEN
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ESC		Rückkehr zum Hauptmenü.

3.6 Flickermessung

Die Flickermessung misst die menschliche Wahrnehmung des Effekts der Amplitudenmodulation auf die Netzspannung mithilfe einer Glühlampe. Im Menü Flickermessung zeigt das Instrument die gemessenen Leistungsparameter. Die Ergebnisse können tabellarisch als MESSWERTE und grafisch als TREND betrachtet werden. Die Ansicht TREND ist auch nur bei aktiver Aufzeichnung aktiv. Im Bereich 3.10 finden Sie Anweisungen zum Start der Aufzeichnung. Zum Verständnis der Bedeutung der einzelnen Parameter, s. Abschnitt 5.1.9.

3.6.1 Messwerte

Durch Aktivierung des Menüs FLICKERMESSUNG aus dem Hauptmenü heraus wird die tabellarische Darstellung FLICKERMESSUNG angezeigt (s. folgende Abbildung).

FLICKERMESSUNG ▶ 01:59			
	L1	L2	L3
Urms	230.6	228.3	230.0 V
Pst (1min)	0.575	0.764	0.464
Pst	0.517	0.666	0.542
Plt	2.090	2.305	1.338
STOP			TREND

Abbildung 3.22: Tabellarische Darstellung im Bildschirm Flickermessung.

Die Symbole und Abkürzungen, die in den Bildschirmen MESSWERTE verwendet werden, werden in der folgenden Tabelle erklärt.

Tabelle 3.23: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Urms	Echt-Effektivwert U_{Rms}
Pst(1min)	Kurzfristiges Flickern (1 Min.) P_{st1min}

Pst	Kurzfristiges Flickern (10 Min.) P_{st}
Plt	Langfristiges Flickern (2 h) P_t
2.090	Werden die Messwerte invertiert farblich dargestellt, so sind sie ungültig (bei Überschreitung des Spannungsbereichs, Spannungsabfällen, niedrige Spannung etc..)

Tabelle 3.24: Tastenfunktionen

		Momentanwert der Wellenform: Stoppen der Messung in der Anzeige
		Speicherung der Messung im Speicher
		Umschalten zur Ansicht MESSWERTE. (nur während der Aufzeichnung verfügbar)
		Umschalten zur Ansicht TREND (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
		Rückkehr zum Hauptmenü.

3.6.2 Ansicht Trend

Bei aktivierter Aufzeichnung ist die Ansicht TREND verfügbar (wie man den die Aufzeichnung startet, wird in 3.10 erklärt. Spannungs- und Strom-Oberwellen können mithilfe der Durchlauf- Funktionstaste F4 (MESSWERTE -TREND) beobachtet werden.

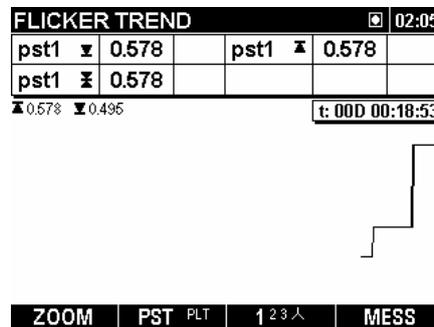


Abbildung 3.23: Trenddarstellung im Bildschirm Flickermeter.

Tabelle 3.25: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
pstmp p: [1..3]	Maximal- (▴), Mittel- (▹) und Minimal- (▾) Wert der 1-minütigen kurzfristigen Flickermessung P_{st1min} für die Phasenspannungen der U_1 , U_2 , U_3
pstp	Maximal- (▴), Mittel- (▹) und Minimal- (▾) Wert für die 10-minütige kurzfristige Flickermessung P_{st3} für die Phasenspannungen U_{12} , U_{23} ,

p : [1..3]	U_{31}
pltp p : [1..3]	Maximal- (▲), Mittel- (⊗) und Minimal- (▼) Wert der 2-stündigen langfristigen Flickermessung Pst1min für die Phasenspannungen der $U_1, U_2, U_3 P_{It1}, P_{It2}, P_{It3}$
t: 00D 00:13:23	Aktuelle RECORDER-Zeit
▲0.578 ▼0.495	Maximal und minimal aufgezeichnetes Flickern

Tabelle 3.26: Tastenfunktionen

F1	ZOOM+	Vergrößern
	ZOOM-	Verkleinern
F2	Auswählen zwischen den folgenden Optionen:	
	PST PLT	Kurzfristiges Flickern (10 Min.) P_{st} anzeigen
	PLT PSTMIN	Langfristiges Flickern P_{It}
F3	PSTMIN PST	Kurzfristiges Flickern (1 Min.) P_{st1min} anzeigen
	Auswählen zwischen den Trends zahlreicher Parameter:	
	1 2 3 人	Ausgewählte Flickertrends für Phase 1 anzeigen
	1 2 3 人	Ausgewählte Flickertrends für Phase 2 anzeigen
	1 2 3 人	Ausgewählte Flickertrends für Phase 3 anzeigen
F4	MESS	Umschalten zur Ansicht MESSWERTE.
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND
ESC	Rückkehr zum Hauptmenü.	

3.7 Einschaltspitzen

3.7.1 Setup Einstellung

Durch Aktivieren des Bildschirms „Einschaltspitzen“ vom Hauptmenü aus wird der Bildschirm EINSCHALTSPITZEN AUFZEICHNEN eingeblendet (s. folgende Abbildung).

EINSCHALTAUFZ.	00:07
Intervall:	10 ms
Signale	↔ 8
Auslöser	↔ 24.0 %
1,1,2,1,3:	24.00 A
In:	240.0 A
Dauer:	3 s
Zeit:	00:07:33
Datum:	01.01.00
START	

Abbildung 3.24: Bildschirm Einschaltspitzen einrichten.

Tabelle 3.27: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

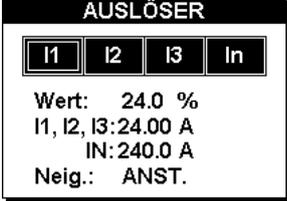
Intervall	Protokollierungsintervall einstellen (von 10 ms bis 200 ms).
Dauer	Die Gesamtprotokollierzeit wird im Feld („Dauer“) angezeigt (nur Anzeige).
Signale	Die aufzuzeichnenden Signale auswählen: 
Auslöser	Trigger einrichten: <ul style="list-style-type: none"> • Aktueller Eingang für Triggerquelle • Auslösewert, ab dem die Einschaltspitzen-Protokollierung beginnt • Auslöseneigung 

Tabelle 3.28: Tastenfunktionen

	Beginn der Protokollierung
	Umschalten zwischen ON (ausgewählt) und OFF (nicht ausgewählt) für die hervorgehobenen Protokollierungssignale Im Dialog SIGNALE und für die hervorgehobene Trigger Source (Auslösequelle) im TRIGGER Dialog
	Auswählen der Einstellungen für Intervall, Signale oder Auslöser oder Dialog AUSLÖSER. Im Dialog Signale kann zwischen den Spannungs- und Stromwerten geblättert werden. Im Dialog Auslöser kann zwischen Auslösesignal, Auslöseneigung, Auslöseschwelle und Auslöseneigung geblättert werden.
	Wenn Intervall ausgewählt wird, kann die Intervalldauer geändert werden. Im Dialog Signale können alle Kanäle durchgeblättert werden. Im Dialog Auslöser kann zwischen Auslösesignal / Auslösewert ändern / Auslösesteigung ändern geblättert werden.
	Öffnet (wenn „Signale“ ausgewählt ist) den Dialog SIGNALE. In diesem Dialog können die einzelnen Signale für die Protokollierung ausgewählt werden. Öffnet (wenn „Auslöser“ ausgewählt ist) den Dialog AUSLÖSER. In dem Dialog können die Auslös-Kanäle gewählt und die Auslösewerte für und Auslöseneigung für die Protokollierung definiert werden.



Zurück in den Hauptmenübildschirm oder Schließen des Dialogs „Signale“ bzw. „Auslöser“ (falls der Dialog noch offen ist).

3.7.2 Erfassen der Einschaltspitze

Der folgende Bildschirm wird eingeblendet, wenn Benutzer die Einschaltspitzen-Protokollierung startet.

EINSCHALTAUFZ. 00:09
 I1: 101.1 A f: 49.998 Hz
 Thd: 14.9% Ausl: 24.00 A
543.0A

STOP I U 1 2 3 N

Abbildung 3.25: Bildschirm Einschaltspitzenaufzeichnung stoppen

Tabelle 3.29: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	EINSCHALTSPITZEN-PROTOKOLLIERUNG ist aktiv (erstes Tonsignal gibt an, dass die Messung begonnen wird, das nächste, dass der Schwellenwert erreicht wurde)
	EINSCHALTSPITZEN-PROTOKOLLIERUNG hat Aufzeichnung beendet
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
U1..UN	Echt-Effektivspannungswert $U_{Rms(1/2)}$
I1..IN	Echt-Effektivstromwert $I_{1/2Rms}$
Thd	Gesamtklirrfaktor (Total Harmonic Distortion) THD_U oder THD_I
f	Frequenz auf Referenzkanal
Trig	Festgelegter Auslösewert
2040A	Entspricht dem aktuellen Wert oben im Graphen (horizontale Linie zwischen Graphen- und Tabellenwert)

Tabelle 3.30: Tastenfunktionen



STOP

Stoppen der Einschaltspitzen-Protokollierung.

Anmerkung: Wenn der Benutzer das Stoppen der Protokollierung erzwingt, werden keinerlei Daten aufgezeichnet.

Die Datenprotokollierung findet erst nach Aktivieren des Auslösers statt.



U I

Umschalten zwischen Spannungs- und Stromkanal.

Grafische Darstellung des Spannungstrends $U_{Rms(1/2)}$ anzeigen

		Grafische Darstellung des Stromtrends $I_{\frac{1}{2}Rms}$ anzeigen
		Grafische Darstellung des Spannungstrends $U_{Rms(1/2)}$ und Stromtrends $I_{\frac{1}{2}Rms}$ einem einzelnen Graphen anzeigen
		Grafische Darstellung des Spannungstrends $U_{Rms(1/2)}$ und Stromtrends $I_{\frac{1}{2}Rms}$ zwei getrennten Diagrammen anzeigen
Auswählen zwischen Phasen.		
		Diagramm und Parameter für Phase L1 anzeigen
		Diagramm und Parameter für Phase L2 anzeigen
		Diagramm und Parameter für Phase L3 anzeigen
		Diagramm und Parameter für Phase LN anzeigen
	Rückkehr zum Hauptmenü.	

3.7.3 Erfasste Einschaltspitze

Die Funktion wird aktiviert, sobald die Protokollierung abgeschlossen ist . Mithilfe des Cursors kann der Signalverlauf betrachtet werden und innerhalb des Signalverlaufs geblättert werden. Die Daten werden in grafischer (Logger Histogram) und numerischer Form (Intervalldaten) dargestellt.

In den Datenfeldern können folgende Werte angezeigt werden:

- Minimum-, Maximum- und Mittelwertdaten des mit dem Cursor ausgewählten Intervalls,
- Zeit relativ zur Auslösezeit.

Der vollständige Verlauf des ausgewählten Signals kann im Histogramm betrachtet werden. Der Cursor wird auf das ausgewählte Intervall bewegt und kann über alle Intervalle hinweg bewegt werden. Alle Ergebnisse werden im Speicher des Instruments abgelegt. Die Signale werden automatisch skaliert.

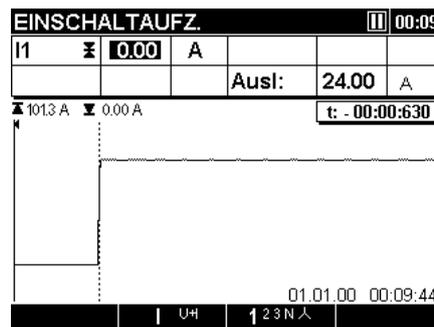


Abbildung 3.26: Erfasste Einschaltspitze

Tabelle 3.31: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Zeigt, dass die Aufzeichnung des Instruments beendet ist
	Aktuelle Zeit des Instruments
	Zeigt die Cursorposition im Diagramm
U1..UN	Echt-Effektivspannungswert U_{Rms} an der Cursorposition
I1..IN	Echt-Effektivstromwert U_{Rms} an der Cursorposition

Trig	Festgelegter Auslösewert
	Maximal- und Minimal-Stromwert im Diagramm
	Echtzeituhr an der Cursorposition
	Zeit an der Cursorposition

Tabelle 3.32: Tastenfunktionen

		Umschalten zwischen Spannungs- und Stromkanal.
		Grafische Darstellung des Spannungstrends $U_{Rms(1/2)}$ anzeigen
		Grafische Darstellung des Stromtrends $I_{1/2Rms}$ anzeigen
		Grafische Darstellung des Spannungstrends $U_{rms(1/2)}$ und Stromtrends $I_{1/2Rms}$ in einem einzelnen Diagramm anzeigen
		Grafische Darstellung des Spannungstrends (-verlaufs) $U_{rms(1/2)}$ und Stromtrends $I_{1/2Rms}$ zwei getrennten Diagrammen anzeigen
		Auswählen zwischen den Trend-Diagrammen für einzelne Phase, Neutralleiter und alle Phasen
		Auswählen zwischen Messbereichen.
		Mit dem Cursor durch die protokollierten Daten blättern.
		Rückkehr zum Hauptmenü.

3.8 Ereignisse und Alarme

Durch Aktivieren des EREIGNISSE & ALARM wird der folgende Bildschirm eingeblendet (s. folgende Abbildung). Es werden zwei Untermenüs eingeblendet, wenn dieser Bildschirm angezeigt wird:

1. Ereignisliste
2. Alarmliste



Abbildung 3.27: Ereignis- und Alarmtabellenbildschirm.

Tabelle 3.33: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
	Aktuelle Zeit des Instruments
Ereignisliste	Untermenü zur Betrachten der erfassten Spannungseignisse
Alarmliste	Untermenü zum Betrachten der erfassten Alarme
Einschalten	Zeigt, dass die Alarm- bzw. Ereigniserfassung aktiviert ist
Ausschalten	Zeigt, dass die Alarm- bzw. Ereigniserfassung deaktiviert ist

Tabelle 3.34: Tastenfunktionen

	Clr.Ev	Erfasste Ereignisse löschen
	Clr.Al	Erfasste Alarme löschen.
		Auswählen zwischen den beiden Optionen.
		Bestätigen und eingeben des ausgewählten Optionsbildschirms.
		Rückkehr zum Hauptmenü.

3.8.1 Spannungseignisse

In dieser Tabelle werden erfasste Spannungsabfälle, -anstiege und -unterbrechungen angezeigt. Beachten Sie, dass die Ereignisse in der Tabelle erscheinen, nachdem die Spannung wieder ihren Normalwert erreicht hat. Alle Ereignisse können nach Phase gruppiert oder getrennt werden. Dies geschieht mithilfe der Funktionstaste F1.

Gruppenansicht

In dieser Ansicht werden Spannungseignisse entsprechen IEC 61000-4-30 gruppiert (Details, s. Abschnitt 5.1.11). Im Folgenden finden Sie eine Tabelle mit einer Liste von Ereignissen. Jede Zeile in der Tabelle entspricht einem Ereignis, das mit „No.“ (Ereignisnummer), „Start“ (Startzeit), „Dauer“ und „Wert“ des Ereignisses festgehalten wird. In der Spalte „T“ werden die Eigenschaften des Ereignisses angezeigt (Details, s. folgende Tabelle).

SPANNUNGSEREIGNISSE					13:51
Datum: 06.07.08					
No:	L	Start:	T	Wert:	Dauer:
8685	1	13:49:42:733	UE	1.0V	36.015 sec
8678		13:49:10:729	Ü	274.2V	8.011 sec
8676		13:48:40:736	E	181.0V	8.001 sec
Σ PHASE					STAT

Abbildung 3.28: Spannungsereignisse in der gruppierten Darstellung

Durch Eingeben von „Enter“ bei einem bestimmten Ereignis können die Details geprüft. Das Ereignis wird nach Phasen unterteilt entsprechend der Startzeit aufgelistet. Die Spalte „T“ zeigt den Übergang von einem Ereigniszustand zum nächsten (Details, s. folgende Tabelle).

SPANNUNGSEREIGNISSE					13:52
Datum: 06.07.08					
No:	L	Start:	T	Wert:	Dauer:
8679	1	13:49:42:733	N->E	40.3V	32.014 sec
8680	2	13:49:52:725	N->E	111.1V	26.013 sec
8681	2	13:49:52:745	D->U	1.0V	25.983 sec
8682	3	13:49:58:735	N->E	76.1V	20.013 sec
8683	3	13:49:58:745	D->U	1.0V	19.983 sec
8684	1	13:50:08:747	D->U	1.0V	5.980 sec

Abbildung 3.29: Spannungsereignisse in der gruppierten Darstellung

Tabelle 3.35: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
Datum	Datum, an dem das ausgewählte Ereignis eingetreten ist
No.	Eindeutige Nummer (ID) für das Ereignis
L	Gibt die Phasenspannung bzw. Phase-zu-Phasen-Spannung an, wo das Ereignis eingetreten ist: 1 – Ereignis an Phase U_1 2 – Ereignis an Phase U_2 3 – Ereignis an Phase U_3 12 – Ereignis an Spannung U_{12} 23 – Ereignis an Spannung U_{23} 32 – Ereignis an Spannung U_{32} Anmerkung: Diese Angabe wird nur in den Event Details (Ereignisdetails), da ein gruppiertes Ereignis mehrere Phasenereignisse haben kann.

Start	Startzeit des Ereignisses (erstes $U_{Rms(1/2)}$), bei der der Grenzwert durchlaufen wurde.
T	Gibt den Typ des Ereignis oder Übergangs an: E – Einbrüche I – Unterbrechungen Ü – Überspannungen N → D Übergang vom normalen Zustand zum Abfall N → S Übergang vom normalen Zustand zum Anstieg D → I Übergang von Unterspannung zur Unterbrechung
Wert	Minimal- bzw. Maximalwert in Ereignis U_{Dip} , U_{Int} , U_{Swell}
Dauer	Dauer des Ereignisses. Anmerkung: Aufgrund der Einschränkungen durch die Bildschirmgröße wird die Dauer als Dezimalwert angezeigt. In dem Beispiel entsprechen 2.5hrs einer Dauer von 2 Stunden und 30 Minuten. Um die Zeitangaben für die Dauer im normalen Zeitformat zu betrachten, müssen Sie PowerView verwenden.

Tabelle 3.36: Tastenfunktionen

		Die gruppierte Ansicht wird angezeigt. Taste drücken, um in die Ansicht „PHASE“ umzuschalten.																																																						
		Die Phasen-Ansicht wird angezeigt. Taste drücken, um in die Ansicht „GRUPPE (Σ)“ umzuschalten.																																																						
		Zusammenfassung der Ereignisse (nach Typ und Phasen sortiert) anzeigen:																																																						
		<table border="1"> <tr> <td colspan="3">SPANNUNGSEREIGNISSE</td> <td>13:55</td> </tr> <tr> <td></td> <td>L1</td> <td>L2</td> <td>L3</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>231.4</td> <td>233.6</td> <td>234.1V</td> </tr> <tr> <td colspan="4">EREIGNISSE</td> </tr> <tr> <td>Über.:</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Einb.:</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Unter.:</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Start:</td> <td>13:48:08</td> <td colspan="2">06.07.08</td> </tr> <tr> <td>Derzt:</td> <td>13:55:15</td> <td colspan="2">06.07.08</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>EREIGN</td> </tr> </table>	SPANNUNGSEREIGNISSE			13:55		L1	L2	L3	U	231.4	233.6	234.1V	EREIGNISSE				Über.:	0	1	0	Einb.:	2	1	1	Unter.:	1	1	1	Start:	13:48:08	06.07.08		Derzt:	13:55:15	06.07.08					EREIGN														
SPANNUNGSEREIGNISSE			13:55																																																					
	L1	L2	L3																																																					
U	231.4	233.6	234.1V																																																					
EREIGNISSE																																																								
Über.:	0	1	0																																																					
Einb.:	2	1	1																																																					
Unter.:	1	1	1																																																					
Start:	13:48:08	06.07.08																																																						
Derzt:	13:55:15	06.07.08																																																						
			EREIGN																																																					
		Zurück zur Gruppenansicht.																																																						
		Details des ausgewählten Ereignisses anzeigen.																																																						
		<table border="1"> <tr> <td colspan="5">SPANNUNGSEREIGNISSE</td> <td>13:52</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Datum: 06.07.08</td> </tr> <tr> <td>No:</td> <td>L</td> <td>Start:</td> <td>T</td> <td>Wert:</td> <td>Dauer:</td> </tr> <tr> <td>8679</td> <td>1</td> <td>13:49:42:733</td> <td>N->E</td> <td>40.3V</td> <td>32.014 sec</td> </tr> <tr> <td>8680</td> <td>2</td> <td>13:49:52:725</td> <td>N->E</td> <td>111.1V</td> <td>26.013 sec</td> </tr> <tr> <td>8681</td> <td>2</td> <td>13:49:52:745</td> <td>D->U</td> <td>1.0V</td> <td>25.983 sec</td> </tr> <tr> <td>8682</td> <td>3</td> <td>13:49:58:735</td> <td>N->E</td> <td>76.1V</td> <td>20.013 sec</td> </tr> <tr> <td>8683</td> <td>3</td> <td>13:49:58:745</td> <td>D->U</td> <td>1.0V</td> <td>19.983 sec</td> </tr> <tr> <td>8684</td> <td>1</td> <td>13:50:08:747</td> <td>D->U</td> <td>1.0V</td> <td>5.980 sec</td> </tr> </table>	SPANNUNGSEREIGNISSE					13:52	Datum: 06.07.08						No:	L	Start:	T	Wert:	Dauer:	8679	1	13:49:42:733	N->E	40.3V	32.014 sec	8680	2	13:49:52:725	N->E	111.1V	26.013 sec	8681	2	13:49:52:745	D->U	1.0V	25.983 sec	8682	3	13:49:58:735	N->E	76.1V	20.013 sec	8683	3	13:49:58:745	D->U	1.0V	19.983 sec	8684	1	13:50:08:747	D->U	1.0V	5.980 sec
SPANNUNGSEREIGNISSE					13:52																																																			
Datum: 06.07.08																																																								
No:	L	Start:	T	Wert:	Dauer:																																																			
8679	1	13:49:42:733	N->E	40.3V	32.014 sec																																																			
8680	2	13:49:52:725	N->E	111.1V	26.013 sec																																																			
8681	2	13:49:52:745	D->U	1.0V	25.983 sec																																																			
8682	3	13:49:58:735	N->E	76.1V	20.013 sec																																																			
8683	3	13:49:58:745	D->U	1.0V	19.983 sec																																																			
8684	1	13:50:08:747	D->U	1.0V	5.980 sec																																																			
		Ereignis auswählen.																																																						
		Zurück zum Menü EREIGNISSE & ALARM																																																						

Die Phasen-Ansicht

In der Phasenansicht werden die Spannungsereignisse nach Phase sortiert angezeigt. Das ist besonders praktisch bei der Fehlersuche. Zudem kann der Benutzer Filter verwenden, um nur einen bestimmten Ereignistyp an einer bestimmten Phase zu betrachten. Die erfassten Ereignisse werden in einer Tabelle aufgelistet, wobei jede Zeile ein Ereignis darstellt. Jedes Ereignis hat eine Ereignisnummer, Ereignisstartzeit, Dauer und Level festgehalten. In der Spalte „T“ wird der Ereignistyp angezeigt (Details, s. folgende Tabelle).

SPANNUNGSEREIGNISSE					13:55
Datum: 06.07.08					
No:	L	Start:	T	Wert:	Dauer:
8682	3	13:49:58:735	E	76.1V	20.013 sec
8680	2	13:49:52:725	E	111.1V	26.013 sec
8683	3	13:49:58:745	U	1.0V	19.983 sec
8681	2	13:49:52:745	U	1.0V	25.983 sec
8679	1	13:49:42:733	E	40.3V	32.014 sec
8684	1	13:50:08:747	U	1.0V	5.980 sec
8677	2	13:49:10:729	Ü	274.2V	8.011 sec
8675	1	13:48:40:736	E	181.0V	8.001 sec
PHASE	Σ	Σ	EINB.	1 2 3 Σ	STAT

Abbildung 3.30: Bildschirm Spannungsereignisse.

Es können auch die Details jedes einzelnen Spannungsereignisses sowie die statistischen Daten aller Ereignisse betrachtet werden. Unter Statistics (Statistiken) werden die Zählregister für jeden individuellen Ereignistyp nach Phase angezeigt.

Tabelle 3.37: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
Datum	Datum, an dem das ausgewählte Ereignis eingetreten ist
No.	Eindeutige Nummer (ID) für das Ereignis
L	Gibt die Phasenspannung bzw. Phase-zu-Phasen-Spannung an, wo das Ereignis eingetreten ist: 1 – Ereignis an Phase U_1 2 – Ereignis an Phase U_2 3 – Ereignis an Phase U_3 12 – Ereignis an Spannung U_{12} 23 – Ereignis an Spannung U_{23} 32 – Ereignis an Spannung U_{32}
Start	Startzeit (erstes $U_{Rms(1/2)}$) bei der der Grenzwert durchlaufen wurde.
T	Gibt den Typ des Ereignis oder Übergangs an: D – Einbrüche U – Unterbrechungen Ü – Überspannungen

Wert	Minimal- bzw. Maximalwert in Ereignis U_{Dip} , U_{Int} , U_{Swell}
Dauer	Dauer des Ereignisses. Anmerkung: Aufgrund der Einschränkungen durch die Bildschirmgröße wird die Dauer als Dezimalwert angezeigt. In dem Beispiel entsprechen 2.5hrs einer Dauer von 2 Stunden und 30 Minuten. Um die Zeitangaben für die Ereignisdauer im normalen Zeitformat zu betrachten müssen Sie PowerView verwenden.

Tabelle 3.38: Tastenfunktionen

		Die gruppierte Ansicht wird angezeigt. Taste drücken, um in die Ansicht „PHASE“ umzuschalten.																																																		
		Die Phasen-Ansicht wird angezeigt. Taste drücken, um in die Ansicht „GRUPPE (Σ)“ umzuschalten.																																																		
	Ereignis nach Typ filtern:																																																			
		Alle Ereignis anzeigen																																																		
		Nur Spannungsabfall-Ereignisse („Einbrüche“) anzeigen																																																		
		Nur Spannungsunterbrechungereignisse („Unterbrechungen“) anzeigen																																																		
		Nur Spannungsanstiegsereignisse („Überspannungen“) anzeigen																																																		
	Ereignis nach Phase filtern:																																																			
		Nur Ereignis an Phase 1 anzeigen																																																		
		Nur Ereignis an Phase 2 anzeigen																																																		
		Nur Ereignis an Phase 3 anzeigen																																																		
		Alle Ereignis anzeigen																																																		
		Zusammenfassung der Ereignisse (nach Typ und Phasen sortiert) anzeigen:																																																		
	<table border="1"> <tr> <td colspan="4">SPANNUNGSEREIGNISSE</td> <td>13:57</td> </tr> <tr> <td></td> <td>L1</td> <td>L2</td> <td>L3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>231.4</td> <td>233.6</td> <td>234.1V</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align:center">EREIGNISSE</td> </tr> <tr> <td>Über.:</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Einb.:</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Unter.:</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Start:</td> <td>13:48:08</td> <td colspan="2">06.07.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Derzt:</td> <td>13:57:41</td> <td colspan="2">06.07.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td>EREIGN</td> </tr> </table>		SPANNUNGSEREIGNISSE				13:57		L1	L2	L3		U	231.4	233.6	234.1V		EREIGNISSE					Über.:	0	1	0		Einb.:	2	1	1		Unter.:	1	1	1		Start:	13:48:08	06.07.08			Derzt:	13:57:41	06.07.08							EREIGN
SPANNUNGSEREIGNISSE				13:57																																																
	L1	L2	L3																																																	
U	231.4	233.6	234.1V																																																	
EREIGNISSE																																																				
Über.:	0	1	0																																																	
Einb.:	2	1	1																																																	
Unter.:	1	1	1																																																	
Start:	13:48:08	06.07.08																																																		
Derzt:	13:57:41	06.07.08																																																		
				EREIGN																																																
	Zurück zur Gruppenansicht.																																																			
	Details des ausgewählten Ereignisses anzeigen:																																																			

SPANNUNGSEREIGNISSE
13:57

Abf.
 Min.: L3 76.1V
 Start: 13:49:58:735 06.07.08
 Ende: 13:50:18:748 06.07.08
 Dauer: 00:00:00:20:013

Ereignis auswählen.

Zurück zum Menü EREIGNISSE & ALARME.

3.8.2 Alarmliste

Das Menü zeigt die Liste der ausgelösten Alarme. Die Alarme werden tabellarisch gelistet angezeigt, wobei jede Zeile einem Alarm entspricht. Jeder Alarm hat eine Startzeit, Phase, einen Typ, eine Steigung, einen Min./Max.-Wert sowie eine Dauer. Details s. 5.1.12.

ALARM LISTE						▶ 14:13
Datum: 06.07.08						
Start:	L	T	Neig.:	Min/Max:	Dauer:	
14:12:30:624	1	P+	ANST.	587.1 kW	46.205 sec	
14:12:07:651	T	f	ABF.	0.00 Hz	23.172 sec	
14:11:23:246	1	P+	ANST.	586.8 kW	43.605 sec	
Σ U _f		1 2 3 NT Σ		ACTIVE		

Abbildung 3.31: Bildschirm Alarmliste.

Tabelle 3.39: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
Datum	Datum, an dem der ausgewählte Alarm eingetreten ist
Start	Startzeit des Alarms (erstes $U_{Rms()}$), bei dem der Grenzwert durchlaufen wurde.
L	Gibt die Phasenspannung bzw. Phase-zu-Phasen-Spannung an, wo der Alarm eingetreten ist: 1 – Alarm an Phase L ₁ 2 – Alarm an Phase L ₂ 3 – Alarm an Phase L ₃ 12 – Alarm an Leitung L ₁₂

	23 – Alarm an Leitung L ₂₃ 32 – Alarm an Leitung L ₃₂
Neigung	Gibt den Alarmübergang an: <ul style="list-style-type: none"> • Anstieg – Parameter hat Grenzwert überschritten • Abfall – Parameter hat Grenzwert unterschritten
Wert	Minimal- bzw. Maximalwert des Parameters während des Auftretens des Alarms
Dauer	Alarmdauer. Anmerkung: Aufgrund der Einschränkungen durch die Bildschirmgröße wird die Dauer als Dezimalwert angezeigt. In dem Beispiel entsprechen 2.5hrs einer Dauer von 2 Stunden und 30 Minuten. Um die Zeitangaben für die Alarmdauer im normalen Zeitformat zu betrachten, müssen Sie PowerView verwenden.

Tabelle 3.40: Tastenfunktionen

		Alarmer anhand der folgenden Parameter filtern:
		 Σ Ulf Alle Alarme  Ulf PWR Spannungsalarme  PWR FLICK Leistungsalarme  FLICK SYM Flickeralarme  SYM HARM Asymmetriearme  HARMS Σ Oberwellenalarme
		Alarmer anhand der Phase, an der der Alarm aufgetreten ist, filtern:
		 1 2 3 N Σ Nur Alarme für Phase 1 anzeigen  1 2 3 N Σ Nur Alarme für Phase 2 anzeigen  1 2 3 N Σ Nur Alarme für Phase 3 anzeigen  1 2 3 N Σ Nur Alarme für Phase N anzeigen  1 2 3 N Σ Alarme aller Phasen anzeigen
		 ACTIVE Liste der aktiven Alarme anzeigen. Die Liste enthält alle Alarme, die zwar begonnen haben, aber nicht beendet wurden. Die in dieser Tabelle verwendeten Bezeichnungen sind die gleichen, wie in diesem Abschnitt.
		Einen Alarm auswählen.
		Zurück zum Bildschirmmenü EREIGNISSE & ALARME.

3.9 Die Ansicht Phasendiagramm

In der Ansicht „Phase diagram“ Phasendiagramm werden die Grundspannungen, -ströme und Phasenwinkel des Netzes grafisch dargestellt. Diese Ansicht wird dringend empfohlen, um vor der Durchführung von Messungen zu prüfen, ob das Instrument

korrekt angeschlossen ist. Beachten Sie, dass die meisten Messfehler durch falsch angeschlossene Instrumente entstehen (empfohlene Messmethoden, s. 4.1). In der Ansicht Phasendiagramm wird im Instrument Folgendes angezeigt:

- Grafische Darstellung der Spannungs- und Stromvektoren des gemessenen Systems,
- Asymmetrie des gemessenen Systems.

3.9.1 Der Bildschirm Phasendiagramm

Durch Aktivierung des Menüs PHASENDIAGRAMM aus dem Hauptmenü heraus wird der folgende Bildschirm eingeblendet (s. folgende Abbildung).

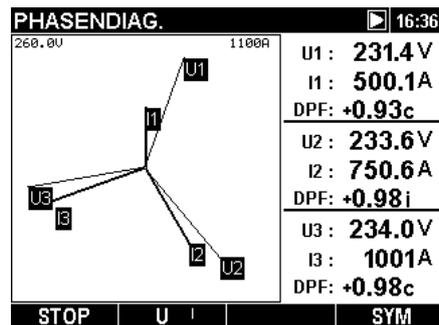


Abbildung 3.32: Der Phasendiagramm-Bildschirm.

Tabelle 3.41: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
	Aktuelle Zeit des Instruments
U1, U2, U3	Grundspannungen U_{1Fnd} , U_{2Fnd} , U_{3Fnd}
I1, I2, I3	Grundströme I_{1Fnd} , I_{2Fnd} , I_{3Fnd}
DPF	Verschiebungsfaktor (Displacement Factor) ($\cos \varphi$) für eine bestimmte Phase: DPF_1 , DPF_2 , DPF_3
345.00 1500A	Zeigt die Strom- und Spannungsskalierung an. Der Wert entspricht dem höchsten Strom- bzw. Spannungswert des Diagramms (d. h. der oberen horizontalen Linie).

Tabelle 3.42: Tastenfunktionen

		Momentanwert der Wellenform:
		Stoppen der Messung in der Anzeige
		Speicherung der Messung im Speicher
		Umschalten zwischen den Spannungen bei der Skalierung (mit Cursors)
		Umschalten zwischen den Spannungen bei der Skalierung (mit Cursors)

	U-I	Umschalten zum Phasendiagramm
	SYM	Umschalten zum Symmetriediagramm
		Details des ausgewählten Ereignisses anzeigen.
		Amplitude des angezeigten Diagramms skalieren.
		Zurück zum Hauptmenü.

3.9.2 Symmetriediagramm

Das Symmetriediagramm stellt die Spannungs-/Strom-Symmetrie bzw. -Asymmetrie des gemessenen Systems dar. Asymmetrie entsteht, wenn die RMS-Werte bzw. Phasenwinkel zwischen konsekutiven Phasen nicht gleich sind. Das Diagramm wird in der folgenden Abbildung gezeigt.

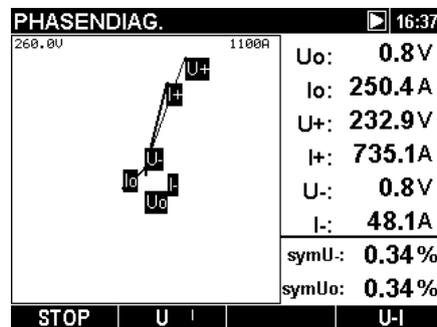


Abbildung 3.33: Der Bildschirm Symmetriediagramm

Tabelle 3.43: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
	Aktuelle Zeit des Instruments
U0 I0	Nullsequenz-Spannungskomponente U^0 Nullsequenz-Stromkomponente I^0
U+ I+	Positivsequenz-Spannungskomponente U^+ Positivsequenz-Stromkomponente I^+
U- I-	Negativsequenz-Spannungskomponente U^- Negativsequenz-Stromkomponente I^-
symU- symI-	Negativsequenz-Spannungsverhältnis u^- Negativsequenz-Stromverhältnis i^-
symU+ symI-	Nullsequenz-Spannungsverhältnis u^0 Nullsequenz-Stromverhältnis i^0
345.00 1500A	Zeigt die Strom- und Spannungsskalierung an. Der Wert entspricht dem höchsten Strom- bzw. Spannungswert des Diagramms (d. h. der oberen horizontalen Linie).

Tabelle 3.44: Tastenfunktionen

F1	Momentanwert der Wellenform:	
	STOP	• Stoppen der Messung in der Anzeige
	SPEI.	• Speicherung der Messung im Speicher
F2	U I	Zwischen den Spannungen u^-/u^0 umschalten und die Spannung zur Skalierung auswählen (mit Cursors)
	I U	Zwischen den Strömen i^-/i^0 umschalten und den Strom zur Skalierung auswählen (mit Cursors)
F4	U-I	Umschalten zum Phasendiagramm
	SYM	Umschalten zum Symmetriediagramm
	Amplitude des angezeigten Diagramms skalieren.	
ESC	Zurück zum Hauptmenü.	

3.10 AUFZEICHNUNG

PowerQ4 besitzt die Fähigkeit, Messdaten im Hintergrund aufzuzeichnen. Im Menü AUFZEICHNUNG kann der Benutzer die Parameter einstellen, die bei der Aufzeichnung hinsichtlich Größe, Dauer sowie Anzahl der Signale für die Aufzeichnung erfüllt werden sollen. Durch Aktivieren des Menüs „AUFZEICHNUNG“ wird der folgende Bildschirm eingeblendet:

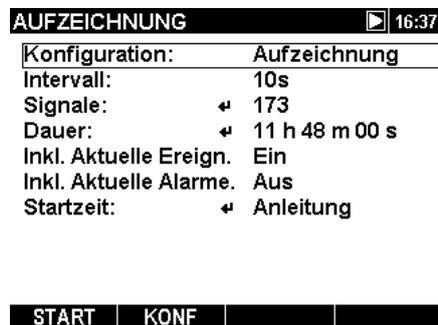


Abbildung 3.34: Bildschirm für die grundlegenden Recorder-Einstellungen

In der folgenden Tabelle werden die Recordereinstellungen erklärt:

Tabelle 3.45: Beschreibung der Recordereinstellungen

	Laden/speichern einer vordefinierten Konfiguration.
Konfiguration	
	Folgende Optionen sind verfügbar:
	<ul style="list-style-type: none"> • „EN50160“ – vordefinierte Konfiguration für die Prüfung nach EN 50160.

- Konfiguration 1 - Benutzerdefinierte Konfiguration
- Konfiguration 2 - Benutzerdefinierte Konfiguration
- „Voreingestellte Konfiguration“ – Werkseinstellungen

Anmerkung: Die Prüfung nach EN 50160 zeichnet lediglich Mittelwerte über eine festgelegte Zeitdauer auf.

Anmerkung: Die Prüfung nach EN 50160 zeichnet standardmäßig nur Spannungsparameter auf. Stromabhängige Größen werden in Trenddiagrammen weder aufgezeichnet noch angezeigt. Mithilfe des Menüs SIGNALS kann der Benutzer Leistungs- bzw. Stromkanäle hinzufügen und gleichzeitig eine Netzanalyse und eine Messung nach EN 50160 durchführen.

Intervall

Recorder-Aggregationsintervall auswählen. Für jedes Zeitintervall werden (je Signal) die Minimal-, Mittel- und Maximalwerte aufgezeichnet. Je kleiner das Intervall ist, desto mehr Messungen werden aufgezeichnet.

Anmerkung: Falls nicht genügend Speicherplatz für das gewünschte Intervall bzw. die gewünschte Aufzeichnungsdauer zur Verfügung steht, ändert das Instrument die Dauer automatisch.

Die aufzuzeichnenden Signale auszuwählen. Detaillierte Kanalliste, s. 4.3

EINGANGSEINSTELLUNG		▶ 16:37
U, I, f	Ein	
Spannung & Energie	Ein	
Flickers	Ein	
Sym	Ein	
Harmonische	Ein	
Spannung 1	→ 15	Odd
Strom 1	→ 15	Odd

Signale

- U, I, f – Spannungs-, Strom- und Frequenzparameter für die Aufzeichnung auswählen.
- Leistungs- & Energie für die Aufzeichnung auswählen.
- Flickers – Flickerparameter für die Parameter auswählen
- Sym – Asymmetrieparameter für die Aufzeichnung auswählen
- Harmonics – auswählen, welche Spannungs- und Stromoberwellen mit aufgezeichnet werden sollen.

HARMONISCHE MENÜ		
Spannung	1 → 15	Odd
Strom	1 → 15	Odd

Der Benutzer hat folgende Auswahlmöglichkeiten

- Erste und letzte aufzuzeichnende Spannungs- bzw. Stromoberwelle
- Gerade, ungerade oder alle Oberwellenkomponenten für die Aufzeichnung auswählen

Dauer	Die Aufzeichnungsdauer auswählen. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> AUZEICHNUNGSDAUER SETZEN 00 Tag 11 Stunde 48 Min </div> <p>Anmerkung: Wenn die Zeitdauer größer als die für den vorhandenen Speicherplatz mögliche Zeitdauer, so wird die Zeit automatisch entsprechend gekürzt.</p>
Inkl. aktuelle Ereignisse	Auswählen, ob aktive Ereignisse aufgezeichnet werden oder nicht.
Inkl. aktuelle Alarme	Auswählen, ob aktive Alarme aufgezeichnet werden oder nicht.
Startzeit	Den Startzeitpunkt für die Aufzeichnung festlegen: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> ANFANGSZEIT SETZEN 16:39:00 01.01.00 </div> <ul style="list-style-type: none"> • Manual (manuell): die Funktionstaste F1 betätigen • Eine vordefinierte Startzeit festlegen, zu der der Recorder die Aufzeichnung beginnen soll

Tabelle 3.46: Tastenfunktionen

	STOP SPEI.	Starten oder stoppen des Recorders Stoppen des Recorders
	KONF	Öffnen des Untermenüs Konfiguration
	LOAD	Die ausgewählte Konfiguration laden (nur im Untermenü Konfiguration)
	SPEI.	Die Änderungen für die ausgewählte Konfiguration speichern (nur im Untermenü Konfiguration)
		Das ausgewählte Untermenü aktivieren
		Parameter / geänderten Wert auswählen
		Parameter / geänderten Wert auswählen
		Zurück zum vorherigen Menü

3.11 Speicherliste

Mithilfe dieses Menüs kann der Benutzer durch die Aufzeichnung blättern und aufgezeichnete Datensätze betrachten. Durch Aktivieren dieses Menüs werden die Informationen zum letzten Datensatz eingeblendet.

SPEICHERLISTE		16:39
Aufz. Nr.:		5
Typ:	Aufzeichnung	
Signalle:		173
Start:	00:33:30	01.01.00
Ende:	01:49:30	01.01.00
Grösse (kB):		631
Gespeich. Aufz.:		5
LÖSCH		

Abbildung 3.35: Bildschirm Speicherliste.

Tabelle 3.47: Beschreibung der Speicherliste

Aufz. Nr.	Nummer des ausgewählten und im Detail angezeigten Datensatzes.
Typ	Anzeige des Datensatztyps, wobei folgende Typen zur Auswahl stehen: <ul style="list-style-type: none"> • Einschaltspitzen-Protokollierung, • Waveform Snapshot (Momentanwert einer Wellenform) • Normal Recording (normale Aufzeichnung)
Signalle	Anzahl der aufgezeichneten Signale.
Start	Startzeit der Aufzeichnung
Ende	Stopzeit der Aufzeichnung
Größe (kB)	Aufzeichnungsgröße in Kilobytes (kB).
Gespeich. Aufz.	Gesamtzahl der Aufzeichnungen im Speicher

Tabelle 3.48: Tastenfunktionen

	Letzten Datensatz löschen. Um den Speicher komplett zu löschen, die Datensätze jeweils einzeln löschen.
	Durch die Datensätze blättern (nächster und vorheriger Datensatz).
	Aktuellen Datensatz anzeigen. Details zum Betrachten eines bestimmten Aufzeichnungstyps, s. folgende Abschnitte.
	Rückkehr zum Hauptmenü.

3.11.1 Aufzeichnen

Dieser Datensatztyp wird vom RECORDER produziert. Die erste Seite der Ansicht (Aufzeichnen) ist ähnlich wie das Menü RECORDER aufgebaut, wie die folgende Abbildung zeigt.

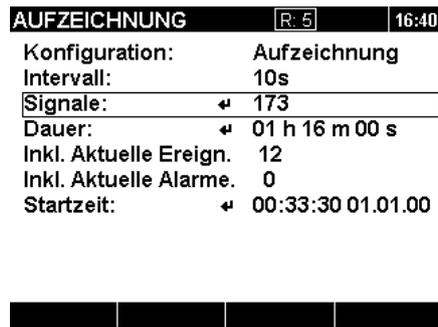


Abbildung 3.36: Erste Seite des Menüs Record (Aufzeichnen) im Menü MEMORY LIST (SPEICHERLISTE)

Tabelle 3.49: Beschreibung der Recordereinstellungen

20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Aufzeichnungsart: AUFZEICHNEN	Zeigt, dass der Datensatz vom RECORDER erstellt wurde
Intervall: 1s	Zeigt das für den RECORDER verwendete Intervall
Signale: 173	Zeigt die Anzahl der Signale im Datensatz. Durch Drücken von  auf Signale wird der folgende Bildschirm eingeblendet:
	<p>EINGANGEINSTELLUNG [R: 5] 16:40</p> <p>U, I, f Ein Spannung & Energie Ein Flickers Ein Sym Ein Harmonische Ein</p> <p>Spannung 1 → 15 Odd Strom 1 → 15 Odd</p>
	<p>ANSICH</p> <p>Durch Drücken auf  kann der Benutzer nun eine bestimmte Gruppe von Signalen betrachten</p>
Dauer: 6m 19s	Zeigt die Dauer der Aufzeichnung.
Inkl. aktuelle Ereignisse: 4	Zeigt die Anzahl der erfassten Ereignisse
Inkl. aktuelle Alarme: 0	Zeigt die Anzahl der erfassten Alarme
Startzeit	Zeigt die Startzeit der Aufzeichnung

Tabelle 3.50: Tastenfunktionen

	ANSICH	Ausgewählte Signalgruppe betrachten (nur im Untermenü Signale aktiviert)
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------	---------------------------------------------------------------------------------

	Das ausgewählte Untermenü aktivieren
	Parameter auswählen
	Zurück zum vorherigen Menü.

Durch Betätigen der Taste  **ANSICH** im Menü KANAL-EINSTELLUNG wird der Bildschirm TREND eingeblendet. In der folgenden Abbildung ist der dafür typische Bildschirm zu sehen.

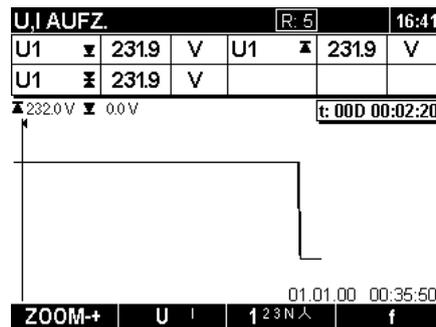


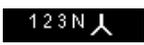
Abbildung 3.37: Betrachten der Recorderdaten in der Darstellung für U,I,f TREND

Tabelle 3.51: Bildschirmsymbole des Instruments und Abkürzungen

	Zeigt die Datensatznummer in der SPEICHERLISTE
	Aktuelle Zeit des Instruments
	Zeigt die Cursorposition im Diagramm
Up, Upg:	Aufgezeichnete Maximal- () , Mittel- () und Minimal- () Werte von Phasenspannung U_{pRms} bzw. Leiterspannung U_{pgRms} für das per Cursor ausgewählte Zeitintervall.
Ip:	Aufgezeichnete Maximal- () , Mittel- () und Minimal- () Werte des Stroms I_{pRms} für das per Cursor aufgezeichnete Zeitintervall.
	Zeit an der Cursorposition
	Maximale und minimale Spannung Up/Upg im angezeigten Diagramm
	Maximaler und minimaler Strom Ip im angezeigten Diagramm

Tabelle 3.52: Tastenfunktionen

		Vergrößern
		Verkleinern
		Auswählen zwischen den folgenden Optionen: Spannungstrend anzeigen
		Stromtrend anzeigen
		Spannungs- und Stromtrend in einem einzelnen Diagramm anzeigen
		Spannungs- und Stromtrend in zwei separaten Diagrammen anzeigen

		Auswählen zwischen den Trend-Diagrammen für einzelne Phase, Neutralleiter und alle Phasen
		Frequenztrend anzeigen
		Auswählen, welche Wellenform vergrößert/verkleinert werden soll (nur in U/I bzw. U+I Trends)
		↔ Mit dem Cursor durch die protokollierten Daten blättern.
		Rückkehr zum HAUPTMENÜ.

Anmerkung: Die übrigen Aufzeichnungsdaten (Leistung, Oberwellen, etc.) werden ähnlich bearbeitet wie in der vorstehenden Tabelle.

3.11.2 Momentanwert einer Wellenform

Dieser Aufzeichnungstyp wird mit dem Vorgang (Stop → Speicherung) erstellt. Die erste Seite dieses Vorgangs ist ähnlich wie die Recorderansicht aufgebaut und wird in der folgenden Abbildung gezeigt.

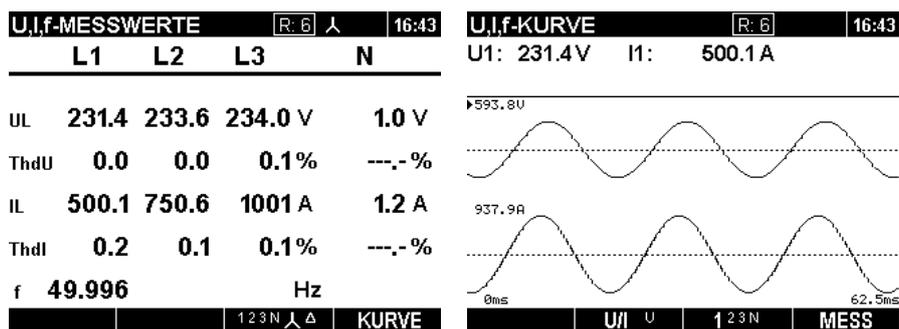


Abbildung 3.38: Erste Seite des Menüs Normales Aufzeichnen im Menü SPEICHERLISTE

Die Bildschirmsymbole und Tastenfunktionen finden Sie in den entsprechenden Beschreibungen von MESSWERTE, KURVE, BALKENDIAGRAMM, PHASENDIAGRAMM in den Abschnitten (U, I, f; Leistung, etc.).

3.11.3 Einschaltspitzen-Protokollierung

Dieser Datensatztyp wird von der Einschaltspitzen-Protokollierung erstellt. Details zur Bearbeitung und Betrachtung der Daten s. Abschnitt 3.7.3.

3.12 Das Menü Einstellung

Im Menü „SETUP“ findet man allgemeine Parameter zur Konfiguration des Instruments sowie zum Speichern dieser Parameter.

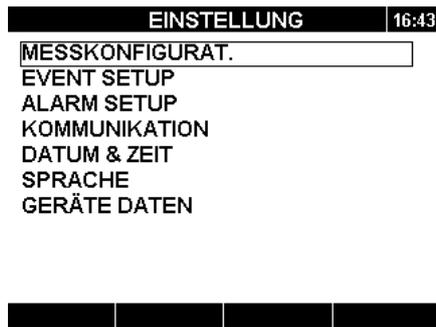


Abbildung 3.39: Menü SETUP

Tabelle 3.53: Beschreibung der Setup-Optionen

MESSKONFIGURAT.	Einrichten der Messungsparameter.
EREIG. EINST.	Einrichten der Ereignisparameter.
ALARM EINST.	Einrichten der Alarmparameter.
Kommunikation	Kommunikation (Baudrate und Quelle) einrichten.
Datum & Zeit	Einstellen von Zeit und Datum.
Sprache	Sprache auswählen.
Gerätedaten	Informationen über das Instrument.

Tabelle 3.54: Tastenfunktionen

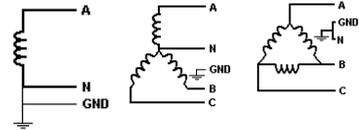
	Funktion aus dem Menü „EINSTELLUNG“ auswählen.
	Das ausgewählte Element aktivieren
	Zurück zum Hauptmenü.

3.12.1 Messkonfiguration



Abbildung 3.40: Der Bildschirm „MEASURING SETUP“ (Messgeräteinrichtung)

Tabelle 3.55: Beschreibung der Messkonfiguration

Spannungsbereich	<p>Nennspannungsbereich auswählen. Den Nennspannungsbereich entsprechend der Nennspannung des Netzes auswählen.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1-L und 4-L</th> <th>3-L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50 ÷ 110V (L-N)</td> <td>86÷190 V (L-L)</td> </tr> <tr> <td>110 ÷ 240V (L-N)</td> <td>190÷415 V (L-L)</td> </tr> <tr> <td>240 ÷ 1000 V (L-N)</td> <td>415÷1730 V (L-L)</td> </tr> </tbody> </table>	1-L und 4-L	3-L	50 ÷ 110V (L-N)	86÷190 V (L-L)	110 ÷ 240V (L-N)	190÷415 V (L-L)	240 ÷ 1000 V (L-N)	415÷1730 V (L-L)
1-L und 4-L	3-L								
50 ÷ 110V (L-N)	86÷190 V (L-L)								
110 ÷ 240V (L-N)	190÷415 V (L-L)								
240 ÷ 1000 V (L-N)	415÷1730 V (L-L)								
Spannungsverhältnis	<p>Anmerkung: Die Genauigkeit des Instruments reicht 50% höher als die ausgewählte Nennspannung</p> <p>Skalierungsfaktor für den Spannungswandler. Diesen Faktor verwenden, wenn externe Spannungswandler oder -teiler zum Einsatz kommen sollen. Alle Ablesewerte sind dann bezogen auf die Primärspannung. Details zum Anschließen, s. 4.2.2.</p> <p>Anmerkung: Der Skalierfaktor kann nur im niedrigsten Spannungsbereich ausgewählt werden!</p> <p>Anmerkung: Der Maximalwert ist auf 4000 begrenzt.</p>								
Phasenstromzangen	<p>Die Stromzangen für Phasenstrommessungen auswählen.</p> <p>Anmerkung: Für intelligente Stromzangen, (A1227, A1281), stets „Smart-Zange“ auswählen</p> <p>Anmerkung: Weitere Einzelheiten zu den Messzangeneinstellungen, s. 4.2.3</p>								
<p>AUSWAHL: Messzange 16:44</p> <p>Ausgew. Zange</p> <p>Smart Clamps</p> <p>Custom</p> <p>A1033 (1000A)</p> <p>A1069 (100A)</p> <p>A1122 (5A)</p> <p>A1037 (5A)</p> <p>A1120 (3000A)</p> <p>A1120 (300A)</p> <p>†A1120 (30A)</p>									
Neutral Stromzangen	<p>Die Neutralleiter-Klemmen für Phasenstrommessungen auswählen.</p> <p>Anmerkung: Für intelligente Stromzangen, „Smart Clamps“ (A1227, A1281), stets „Smart type clamps“ auswählen</p> <p>Anmerkung: Weitere Einzelheiten zu den Messzangeneinstellungen, s. 4.2.3</p>								
<p>AUSWAHL: Messzange 16:44</p> <p>Ausgew. Zange</p> <p>Smart Clamps</p> <p>Custom</p> <p>A1033 (1000A)</p> <p>A1069 (100A)</p> <p>A1122 (5A)</p> <p>A1037 (5A)</p> <p>A1120 (3000A)</p> <p>A1120 (300A)</p> <p>†A1120 (30A)</p>									
Schaltschema	<p>Methoden zum Anschließen des Instruments an Multiphasensysteme (Details s. 4.2.1).</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1-L: 1-Phasen 2-Leitungssystem • 3-L: 3-Phasen 3-Leitungssystem • 4-L: 3-Phasen 4-Leitungssystem 								
 <p>1-L 4-L 3-L</p>									

Synchronisation	<p>Synchronisierungskanal. Der Kanal wird für die Synchronisation des Instruments mit der Frequenz des Netzes verwendet. Außerdem wird über diesen Kanal auch eine Frequenzmessung durchgeführt. Je nach Anschlussart kann der Benutzer Folgendes auswählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1-L : U1 oder I1. • 3-L: U12 oder I1. • 4-L: U1, I1.
Urspr. Einstell.	<p>Werkseinstellungen einstellen. Die Werkseinstellungen sind wie folgt: Messbereich für U: 110 ÷ 240 V (L-N); Spannungsverhältnis: 1 Phasen-Stromzangen: Smart Clamps Neutral-Stromzangen: Smart Clamps Anschluss: 4-L Synchronisierung: U1</p>

Tabelle 3.56: Tastenfunktionen

	Ausgewählten Parameterwert ändern.
	Messparameter auswählen.
	Untermenü aktivieren
	Zurück zum Menübildschirm „SETUP“.

3.12.2 Ereigniskonfiguration

In diesem Menü können die Spannungsereignisse und ihre Parameter eingerichtet werden. Weitere Details hinsichtlich Messmethoden s. 5.1.11. Erfasste Ereignisse können im Menü EREIGNISSE & ALARME beobachtet werden. Details, s. 3.8.1.

AUSWAHL: Spannungsereignisse	16:45
Nennspannung:	230.0V
Überspannungen:	253.0V +10.0%
Einbrüche:	207.0V -10.0%
Unterbrechungen:	11.5V 5.0%
Ereigniserfassung:	Einschalten

Abbildung 3.41: Bildschirm Spannungsereignisse einrichten.

Tabelle 3.57: Beschreibung der Messgerätoptionen

Nennspannung	Die Nennspannung einstellen
Überspannungen	Den Schwellenwert für den Anstieg einstellen.
Überspannungen	Den Schwellenwert für den Abfall einstellen.
Unterbrechungen	Den Schwellenwert für die Unterbrechung einstellen.
Ereigniserfassung	Die Erfassung von Ereignissen aktivieren oder deaktivieren.

Anmerkung: Ereigniserfassung nur aktivieren, wenn Sie die Ereignisse erfassen wollen, ohne sie aufzuzeichnen. Falls Sie die Ereignisse nur während der Aufzeichnung erfassen möchten, folgende Option wählen:

Ink.Aktuelle Ereign.: On im Menü RECORDER.

Anmerkung: Falls die Verbindung: 1-L ist, wird empfohlen, die nicht verwendeten Spannungseingänge mit dem Spannungseingang N zu verbinden, um fehlerhaftes Auslösen zu verhindern.

Tabelle 3.58: Tastenfunktionen

	Wert ändern.
	Parameter auswählen
	Zurück zum Menübildschirm „SETUP“.

3.12.3 Alarm Konfiguration

Es können bis zu 10 verschiedene Alarmer definiert werden. Diese können auf beliebigen Messgrößen, die das Instrument messen kann, basieren. Weitere Details hinsichtlich Messmethoden s. 5.1.12. Erfasste Ereignisse können im Menü EREIGNISSE & ALARME beobachtet werden. Details, s. 3.8.1.

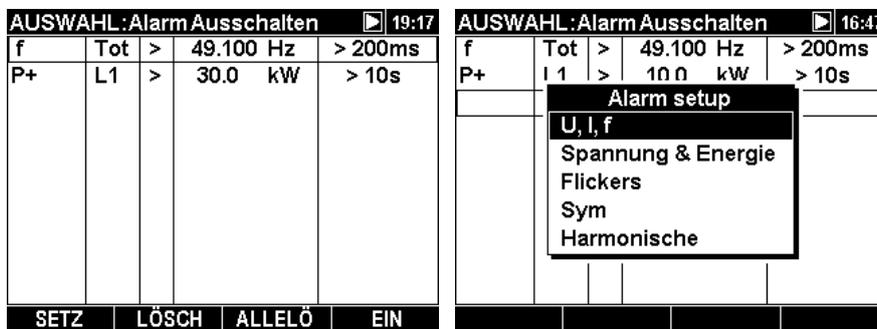


Abbildung 3.42: Bildschirm Alarms konfiguration.

Tabelle 3.59: Beschreibung der Messkonfiguration

1. Spalte (f, P+ in der vorstehenden Abbildung)	Erst den Alarm aus der Gruppe von Messungen und dann die Messung selbst auswählen
2. Spalte (Tot in der vorstehenden Abbildung)	Phasen für die Alarmerfassung auswählen <ul style="list-style-type: none"> • 1 – Alarmer an Phase L₁ • 2 – Alarmer an Phase L₂ • 3 – Alarmer an Phase L₃ • N – Alarmer an Phase N • 12 – Alarmer t an Leitung L₁₂ • 23 – Alarmer an Leitung L₂₃ • 32 – Alarm an Leitung L₃₂ • ALL – Alarmer an jeder Phase • Tot – Alarmer bei Leistungssummen oder nicht phasenbezogenen Messungen (Frequenz, Asymmetrie)
3. Spalte („>“ in vorstehender Abbildung)	Die Auslösemethode auswählen: < – Auslöser, wenn die Messgröße unter den Schwellenwert fällt

	> – Auslöser, wenn der Messgröße den Schwellenwert übersteigt
4. Spalte	Schwellenwert
5. Spalte	Minimale Alarmdauer. Nur auslösen, wenn der Schwellenwert für die festgelegte Zeitdauer über- bzw. unterschritten wird. Anmerkung: Es wird empfohlen, dass die Flicker-Minimalzeit entsprechend dem minimalen Messintervall eingestellt wird: $Pst_{1min} > 1min$, $Pst > 10min$, $Plt > 10min$.

Tabelle 3.60: Tastenfunktionen

	Einen Alarm einstellen.
	Einen Alarm löschen.
	Alle Alarme löschen.
	Alarme aktivieren oder deaktivieren. Anmerkung: Alarmerfassung nur aktivieren, wenn Sie die Alarme erfassen wollen, ohne sie aufzuzeichnen. Falls die Alarme nur während der Aufzeichnung beobachtet werden sollen, folgende Option wie folgt verwenden <u>Inkl.Aktuelle Alarme.: On</u> im Menü AUFZEICHNUNG.
	Ein Untermenü aktivieren oder verlassen.
	Parameter auswählen
	Wert ändern.
	Zurück zum Menübildschirm „KONFIGURATION“.

3.12.4 Kommunikation

In diesem Menü können der Kommunikationsanschluss (RS232 oder USB) und die Datenübertragungsrate konfiguriert werden.



Abbildung 3.43: Bildschirm Kommunikationskonfiguration

Tabelle 3.61: Tastenfunktionen

	Die Datenübertragungsrate von 2400 Baud bis 115200 Baud (für RS232) und von 2400 Baud bis 921600 Baud (für USB) verändern.
	Zwischen Quelle und Baudrate umschalten.
	Die gewählte Übertragungsrate bestätigen.
	Zurück zum Menübildschirm „KONFIGURATION“.

3.12.5 Zeit & Datum

In diesem Menü werden Zeit und Datum eingestellt.

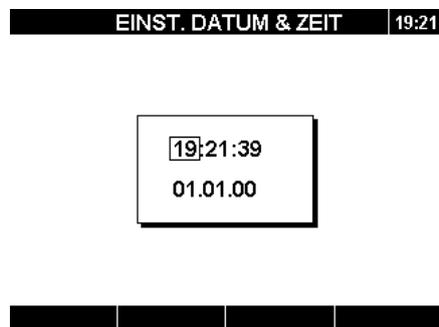


Abbildung 3.44: Bildschirm Set time & date Zeit & Datum einstellen.

Tabelle 3.62: Tastenfunktionen

	Auswählen zwischen den folgenden Parametern: Stunde, Minute, Sekunde, Tag, Monat oder Jahr.
	Wert des ausgewählten Elements ändern.
	Rückkehr zum Menübildschirm „SETUP“.

3.12.6 Sprache

In diesem Menü können verschiedene Sprachen ausgewählt werden.



Abbildung 3.45: Bildschirm Sprache auswählen.

Tabelle 3.63: Tastenfunktionen

	Sprache auswählen.
	Die gewählte Sprache bestätigen.
	Zurück zum Menübildschirm „SETUP“.

3.12.7 Gerätedaten

In diesem Menü können grundlegende Informationen zum Instrument betrachtet werden: Unternehmen, Benutzerdaten, Seriennummer, Firmware-Version und Hardware-Version.

GERÄTEDATEN		19:22
Firma:	METREL	
Benut.Dat.:	Operator	
Serien-Nr.:	000000000	
FW-Ver.:	10.0. 496	
HW-Ver.:	4.0	
Speichergröße (kB):	7853	
Freier Speicher (kB):	5925	

Abbildung 3.46: Bildschirm Gerätedaten

Tabelle 3.64: Beschreibung der Instrumenteninformation

Firma	Hersteller des Instruments
Benut.Dat.	Benutzerspezifische Daten
Serien-Nr.	Seriennummer des Instruments
FW-Ver.	Firmware-Version
HW-Ver.	Hardware-Version
Speichergröße (kB)	Speichergröße des Flash-Speichers.
Freier Speicher (kB)	Freier Speicher in Kilobytes.

Tabelle 3.65: Tastenfunktionen

	Zurück zum Menübildschirm „KONFIGURATION“.
-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

4 Praxisempfehlungen für Aufzeichnung und Anschluss des Instruments

Im folgenden Abschnitt werden empfohlene Messverfahren und Aufzeichnungsmethoden praktisch beschrieben.

4.1 Durchführen von Messungen

Messungen zur Analyse der Qualität des Stromnetzes stellen einen speziellen Typ Messung dar, wobei die Messungen mehrere Tage dauern können. In den meisten Fällen werden solche Messungen nur *einmal* durchgeführt. Üblicherweise wird eine Analyse durchgeführt, um:

- einige Punkte im Stromnetz statistisch zu analysieren.
- einen Fehler bei einem bestimmten Gerät oder einer bestimmten Maschine zu beheben.

Da die meisten Messungen nur einmalig *durchgeführt*, ist die korrekte Einstellung der Messgeräte von großer Bedeutung. Die Messung mit falschen Einstellungen kann zu falschen oder nutzlosen Messergebnissen führen. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass sowohl der Benutzer als auch das Messgerät vor Beginn der Messung vollständig vorbereitet sind.

In diesem Abschnitt wird das empfohlene Vorgehen beim Aufzeichnen erklärt. Es wird dringend empfohlen, genau nach dieser Anleitung vorzugehen, um häufig vorkommende Probleme und Messfehler zu vermeiden. Die folgende Abbildung fasst das empfohlene Vorgehen in der Messpraxis kurz zusammen. Anschließend wird jeder Einzelschritt genau beschrieben.

Anmerkung: Mit PowerView können bestimmte Teile der Messung (nach der Messung) korrigiert werden:

- falsche Echtzeiteinstellungen,
- Falscher Strom- bzw. Spannungsskalierfaktor.

Fehler durch ein fehlerhaft angeschlossenes Instrument (vertauschte Kabel, entgegengesetzte Klemmenrichtung) hingegen können nicht mehr korrigiert werden.

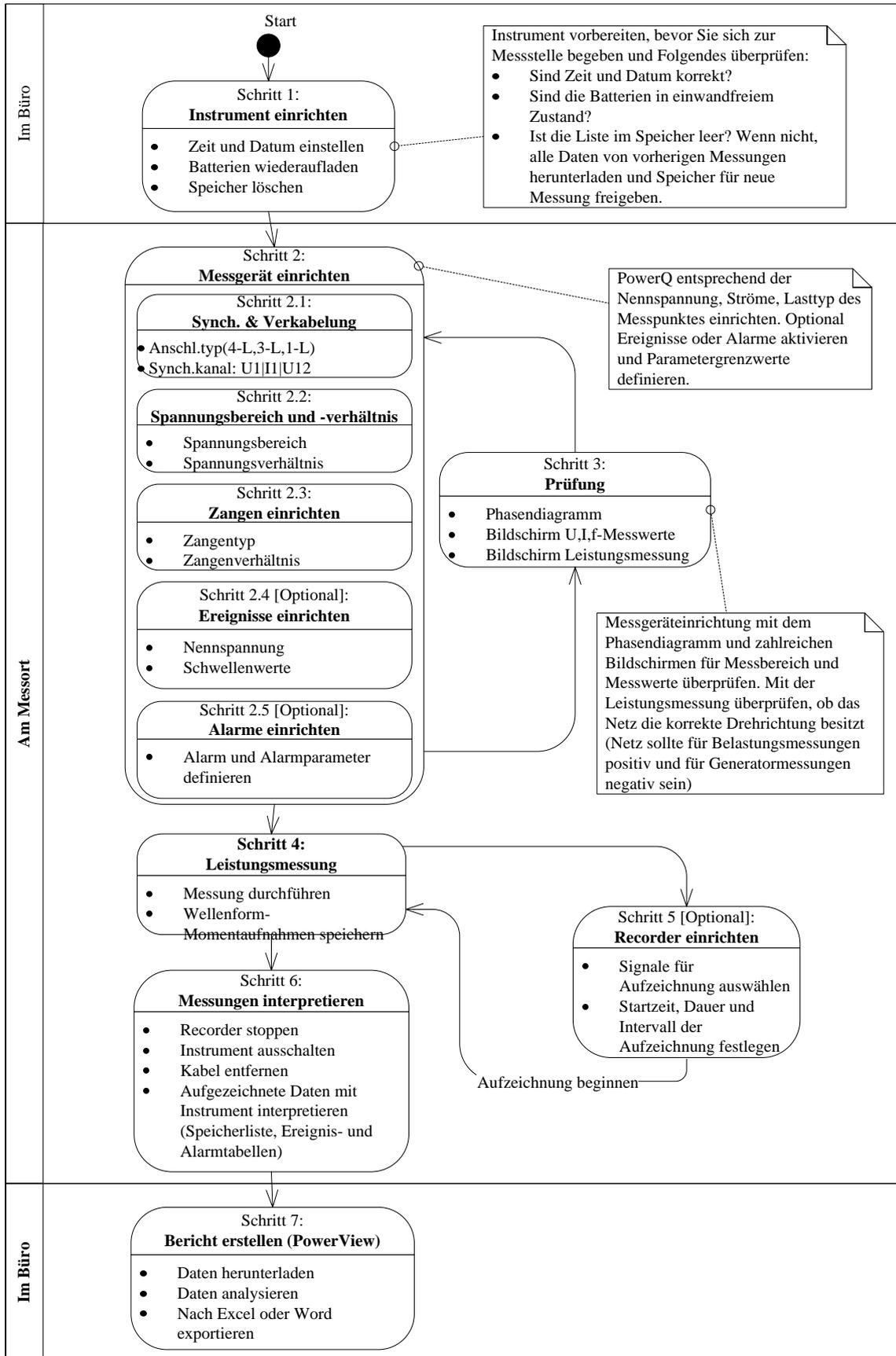


Abbildung 3.45: Praktisches Vorgehen beim Messen

Schritt 1: Instrument einrichten

Messungen vor Ort können sehr anstrengend sein, weshalb es sehr sinnvoll ist, die Messausrüstung bereits im Büro vorzubereiten. Zur Vorbereitung des PowerQ4 gehören folgende Schritte:

- Sichtprüfung des Instruments und des Zubehörs.
Anmerkung: Keine Geräte und Ausrüstungsteile verwenden, die **sichtbare** Schäden aufweisen!
- Stets Batterien verwenden, die in einwandfreiem Zustand sind und vor dem Verlassen des Büros vollständig aufgeladen wurden.
Anmerkung: Die Batterien müssen in tadellosem Zustand gehalten werden. Bei problematischer PQ-Umgebung, wo Spannungsabfälle und Unterbrechungen häufig vorkommen, ist die Stromversorgung des Instruments vollständig auf die Batterien angewiesen!
- Laden Sie alle vorherigen Aufzeichnungen vom Instrument herunter und Löschen Sie den Speicher. (Anweisungen zum Löschen des Speichers, s. 3.11)
- Stellen Sie Zeit und Datum des Instruments korrekt ein. (Anweisungen zur Einstellung von Zeit und Datum, s. 3.12.5)

Schritt 2: Messgerät einrichten

Die Anpassung der Messgerätkonfiguration wird vor Ort *durchgeführt*, nachdem Sie Einzelheiten bzgl. Nennspannung, Strömen, Leitungstypen etc. in Erfahrung gebracht haben.

Schritt 2.1: Synchronisierung und Verkabelung

- Die Stromzangen und Spannungsmessspitzen entsprechend „Gerät zur Messung“ anschließen (Details, s. Abschnitt 4.2).
- Den korrekten Anschlusstyp im Menü „Measurement Setup“ (Messung einrichten) einstellen (Details, s. 3.12.1).
- Den Synchronisierungskanal auswählen. Synchronisierung anhand der Spannung wird empfohlen, es sei denn, die Messung wird an hochgradig verzerrten Lasten, etwa an PWM-Antrieben, vorgenommen. In diesem Fall kann Stromsynchronisierung das geeignetere Verfahren sein. (Details, s. 3.12.1).

Schritt 2.2: Spannungsbereich und -verhältnis

- Den geeigneten Spannungsbereich anhand der Nennspannung des Stromnetzes auswählen.
Anmerkung: Für 4-L- und 1-L-Messungen werden alle Spannungen als Phase-zu-Neutralleiter (L-N) angegeben. Für 3-L-Messungen werden alle Spannungen als Phase zu Phase (L-L) angegeben
Anmerkung: Das Instrument gewährleistet die Genauigkeit von korrekten Messungen für Spannungen in Höhe von bis 150 % der gewählten Nennspannung.
- Bei der indirekten Spannungsmessung den Spannungsbereich auswählen: 50 V ÷ 110 V und das Spannungsverhältnis entsprechend dem Wandlerverhältnis auswählen. (Details, s. 3.12.1).

Schritt 2.3: Stromzange einrichten

- Im Menü Stromzangen die korrekten Zangen auswählen (Details, s. Abschnitt 3.12.1).
- Die geeigneten Zangenparameter entsprechend dem Anschlussart auswählen (Details, s. 4.2.3).

Schritt 2.4: Ereignisse konfiguration (optional)

Diesen Schritt nur durchführen, wenn Spannungsereignisse Gegenstand der Betrachtung sind. Die Werte für Nennspannung und Schwellenwert auswählen für: Einbrüche, Überspannungen und Unterbrechungen (Details, s. 3.12.1 und 3.8.1).

Anmerkung: Ereignisse in „EVENT SETUP“ (Ereignisse einstellen) nur aktivieren, wenn Sie Ereignisse erfassen möchten, ohne dazu den RECORDER zu benutzen.

Schritt 2.5: Alarme konfiguration (optional)

Diesen Schritt nur durchführen, wenn Sie prüfen möchten, ob Größen vordefinierte Grenzwerte (Details, s. 3.8.2 und **Error! Reference source not found.**) durchlaufen.

Anmerkung: Alarmprotokollierung nur aktivieren, wenn Sie Alarme ohne Mithilfe des RECORDERS erfassen wollen.

Schritt 3: Prüfung

Nachdem Messgerät- und Messungskonfiguration abgeschlossen sind, muss der Benutzer erneut prüfen, ob alles korrekt angeschlossen und konfiguriert ist. Dazu werden folgende Schritte empfohlen.

- Prüfen Sie mithilfe des Menüs „PHASE DIAGRAM“ (Phasendiagramm), ob die Spannungs- und Strom-Phasensequenz entsprechend dem System korrekt eingestellt ist. Entsprechend prüfen, ob der Strom die korrekte Drehrichtung aufweist.
- Im Menü U, I, f prüfen, ob die Spannungs- und Stromwerte korrekt sind.
- Darüber hinaus den Spannungs- und Strom-Gesamtklirrfaktor prüfen.
Anmerkung: Ein übermäßig hoher Gesamtklirrfaktor kann bedeuten, dass ein zu kleiner Bereich gewählt wurde!
Anmerkung: Bei einem AD-gewandelten Strom- und Spannungswert werden die Werte farblich invertiert wie folgt dargestellt: **250,4 V**.
- Mithilfe des Menüs LEISTUNG die Vorzeichen und Indizes von Wirkleistung, Blindleistung und Leistungsfaktor prüfen.

Wenn einer der vorgenannten Schritte verdächtige Messergebnisse liefern, zu Schritt 2 zurück gehen und die Messparameter erneut prüfen.

Schritt 4: Leitungsmessung

Das Instrument ist nun messbereit. Die Leiterparameter für Spannung, Strom, Netzoberwellen, entsprechend dem Messprotokoll und den Kundenproblemen messen.

Anmerkung: Wichtige Messungen mithilfe der Momentanwerterfassung von Wellenform festhalten. Momentanwerte der Wellenform erfassen alle Netzqualitätssignaturen auf einmal (Spannung, Strom, Leistung, Oberwellen, Flickern).

Schritt 5: Recordereinrichtung und -aufzeichnung

Mithilfe des Menüs RECORDER können folgende Aufzeichnungsparameter konfiguriert werden:

- **Signale** Signale, die der Recorder aufzeichnen soll
- **Intervall** Zeitintervall für die Datenaggregation (IP)
- Aufzeichnungsdauer
- Startzeit der Aufzeichnung (optional)
- Zeichnen Sie gegebenenfalls die Protokollierung von Ereignissen und Alarmen auf

Nach der Recordereinrichtung kann mit der Aufzeichnung begonnen werden. (Recorder-Details, s. 3.10).

Anmerkung: Üblicherweise findet eine Aufzeichnung über einige Tage statt. Stellen Sie sicher, dass das Instrument nicht in die Hände von nicht befugten Personen gelangen kann.

Schritt 6: Messungen interpretieren

Bevor Sie den Messort verlassen, müssen Sie

- die aufgezeichneten Daten vorläufigen mithilfe der Trend-Bildschirme beurteilen.
- Den Recorder stoppen
- Sicherstellen, dass alles benötigte aufgezeichnet wird.

Schritt 7: Bericht erstellen (PowerView)

Laden Sie die Datensätze mithilfe PowerView herunter und führen Sie eine Analyse durch. Details finden Sie im Handbuch für PowerView.

4.2 Anschlusseinrichtung

4.2.1 Anschluss an Niederspannungsnetze

Das Instrument kann an 3-Phasen- und Einphasen-Netze angeschlossen werden.

Das tatsächliche Anschlussschema muss im Menü MESSKONFIGURATION, s. folgende Abbildung) festgelegt werden.



Abbildung 4.1: Menü Messkonfiguration

Beim Anschließen des Instruments ist es wichtig, dass sowohl die Strom- als auch die Spannungsanschlüsse korrekt sind. Es müssen insbesondere folgende Regeln beachtet werden:

Stromzangen-Stromwandler

- Die auf der Stromzange angebrachte Markierung muss in Richtung des Stromflusses zeigen, von der Versorgung zur Last.
- Wird der Stromzangen-Stromwandler in umgekehrter Richtung angeschlossen, erscheint die in dieser Phase gemessene Leistung normalerweise negativ.

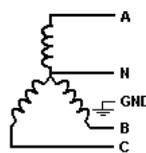
Phasenbeziehungen

- Mit dem am Stromeingang I_1 angeschlossenen Stromzangen-Stromwandler muss der Strom des Phasenleiters gemessen werden, an dem die Spannungsprüfspitze von L_1 angeschlossen ist.

3-Phasen-4-Leitersystem

Für dieses Schaltschema die folgende Verbindung am Instrument auswählen:

AUSWAHL: SCHALTSCHHEMA 18:45



4-L 1-L

Abbildung 4.2: Wählen des 3-Phasen-4-Leitersystems am Instrument

Das Instrument muss entsprechend der folgenden Abbildung am Stromnetz angeschlossen werden:

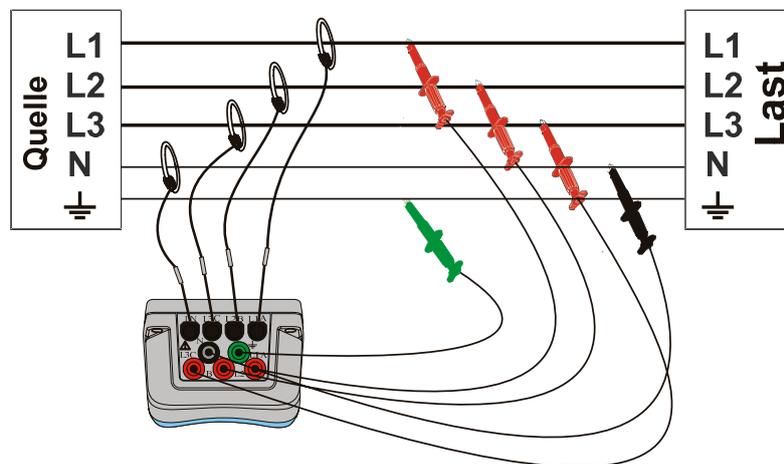
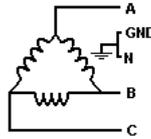


Abbildung 4.3: 3-Phasen 4-Leitungssystem

3-Phasen-4-Leitersystem

Für dieses Schaltschema die folgende Verbindung am Instrument auswählen:

AUSWAHL: SCHALTSCHHEMA 19:10



3-L 4-L

Abbildung 4.4: Wählen des 3-Phasen-3-Leitersystems am Instrument

Das Instrument muss entsprechend der folgenden Abbildung am Stromnetz angeschlossen werden.

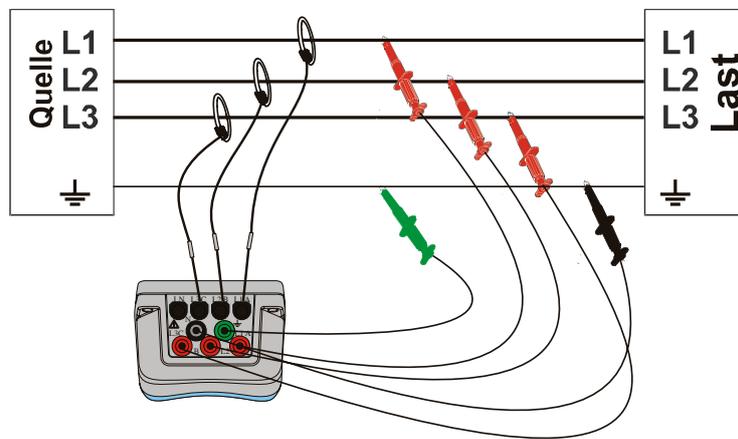
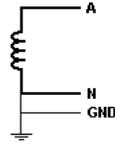


Abbildung 4.5: 3-Phasen 3-Leitungssystem

1-Phasen 3-Leitersystem

Für dieses Schaltschema die folgende Verbindung am Instrument auswählen:

AUSWAHL: SCHALTSCHHEMA 18:45



1-L 3-L

Abbildung 4.6: Wählen des 1-Phasen-3-Leitersystems am Instrument

Das Instrument muss entsprechend der folgenden Abbildung am Stromnetz angeschlossen werden.

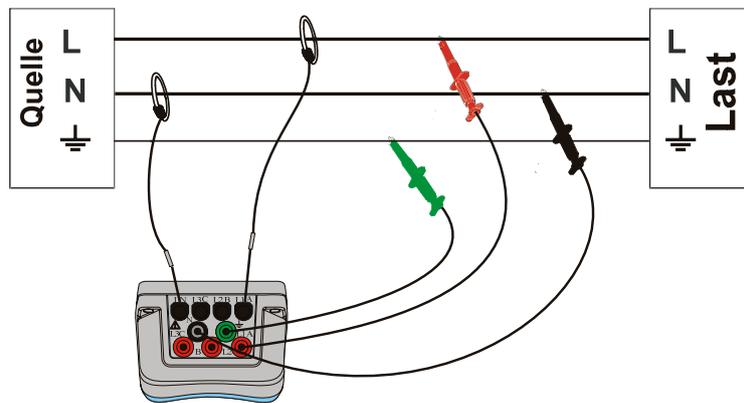


Abbildung 4.7: 1-Phasen 3-Leitungssystem

Anmerkung: Bei der Aufzeichnung von Ereignissen wird empfohlen, nicht verwendete Spannungseingänge mit dem Spannungseingang N zu verbinden.

4.2.2 Anschluss an Mittel- und Hochspannungsnetze

Bei Systemen, in denen die Spannung auf der Sekundärseite eines Spannungswandlers (zum Beispiel 11 kV / 110 V) gemessen wird, muss der Spannungsbereich auf 50÷110 V und der Skalierfaktor dieses Spannungswandlers als Verhältnis im Instrument eingegeben werden, damit die Messung korrekt ist. In der nächsten Abbildung werden die Einstellungen für dieses spezifische Beispiel gezeigt.

MESSKONFIGURAT.		19:11
Spannungsbereich: 50 - 110 V L-N		
Spannungsverh.: 1:100		
Ph. Strom Zangen ⚡: Smart Clamps		
N. Strom Zangen ⚡: Smart Clamps		
Verbindung ⚡: 4W		
Synchronisation: 1		
Fehlende Parameters		

Abbildung 4.8: Spannungsverhältnis für das Beispiel des 11 kV / 110 kV Transformators

Das Instrument muss entsprechend der folgenden Abbildung am Stromnetz angeschlossen werden.

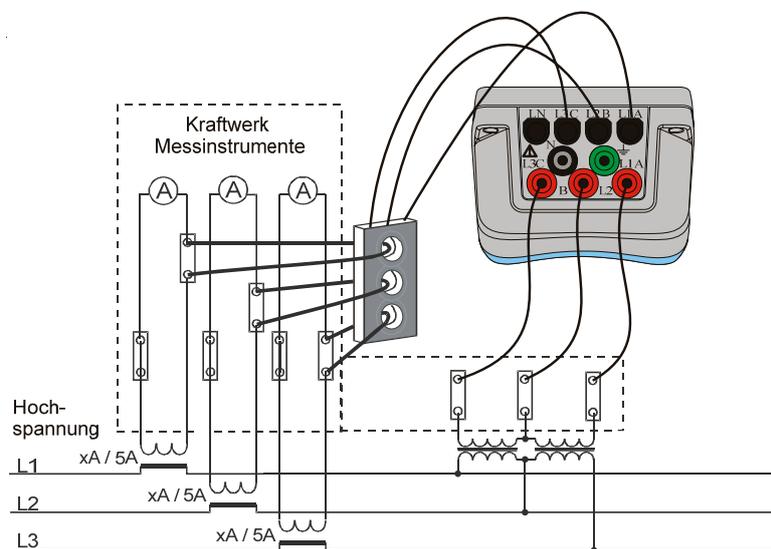


Abbildung 4.9: Anschließen des Instruments an bestehende Stromwandler in Mittelspannungssystem

4.2.3 Stromzange auswählen und Transformationsverhältnis einstellen

Die Stromzangenauswahl kann anhand der beiden typischen Anwendungsfälle erklärt werden: **Direkte Strommessung** und **indirekte Strommessung**. Im nächsten Abschnitt wird das empfohlene Vorgehen für beide Fälle gezeigt.

Direkte Strommessung mit Stromzangen-Stromwandler

Bei dieser Messung wird der Last-/Generatorstrom direkt mit einem Stromzangen-Stromwandler gemessen. Die Wandlung von Strom zu Spannung wird **direkt** von den Stromzangen *vorgenommen*.

Die direkte Strommessung mit jedem Stromzangen-Stromwandler *durchgeführt* werden. Wir empfehlen jedoch: Flex Clamps A 1227 und Iron Clamps A 1281. Zudem können

auch die älteren Metrel Modelle A 1033 (1000 A), A1069 (100 A), A1120 (3000 A), A1099 (3000 A), etc. eingesetzt werden.

Bei Systemen mit großen Lasten kann es sein, dass einige wenige der parallele Zuleitungen nicht mit einer Stromzange umgriffen werden können. In diesem Fall ist die Strommessung an nur einer Zuleitung, wie in der folgenden Abbildung gezeigt durchzuführen.

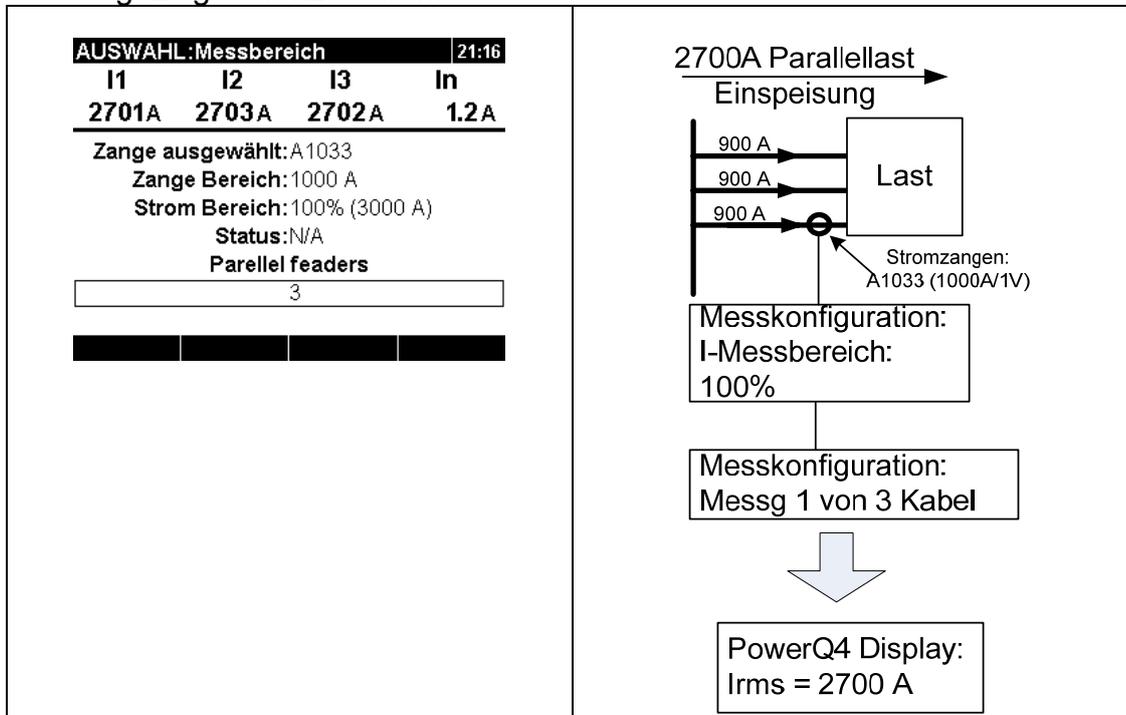


Abbildung 4.10: Parallelzuleitung bei großer Last

Beispiel: Es wird eine Stromlast von 2700 A über drei 3 gleiche parallele Einspeisekabel zugeführt. Bei der Strommessung kann nur Kabel mit der Stromzange umfasst werden. Dazu: im Stromzangenmenü auswählen. So geht das Instrument davon aus, dass lediglich ein Drittel des Stromes gemessen wird.

Anmerkung: Bei der Einrichtung kann der Strommessbereich in der Zeile „Strom-Bereich : 100% (3000 A)“ beobachtet werden.

Indirekte Strommessung

Indirekte Strommessung mit einem Primär-Stromwandler wird angenommen, wenn 5 A-Stromzange: A 1122 oder A 1037 ausgewählt wird. In diesem Fall wird der Laststrom **indirekt** durch einen zusätzlichen Primär-Stromwandler gemessen.

Ein **Beispiel:** Angenommen, es fließen 100 A an Primärstrom durch einen primären Stromwandler, der ein Stromverhältnis von 600 A: 5 A besitzt, dann ergibt sich die in der folgenden Abbildung gezeigte Einstellung.

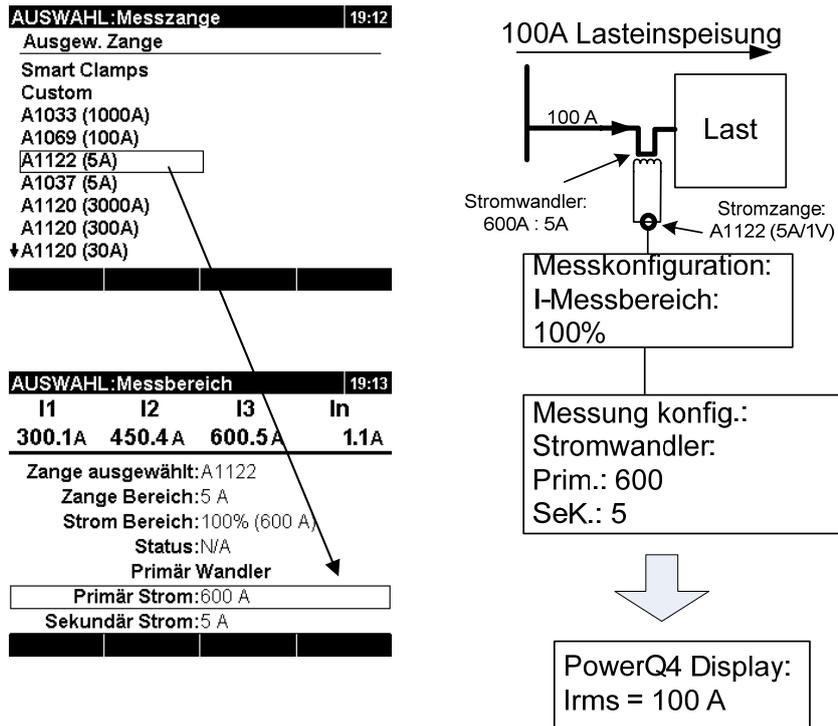


Abbildung 4.11: Stromzangenauswahl für indirekte Strommessung

Überdimensionierte Stromwandler

Stromwandler in den Anlagen vor Ort sind üblicherweise, wegen der Möglichkeit, dass „neue Lasten in der Zukunft hinzukommen könnten“ überdimensioniert. Es ist dann möglich, dass im primären Stromwandler weniger als 10 % des Nennstromes des Transformators fließen. In diesen Fällen wird, wie in der Abbildung gezeigt, empfohlen, 10 % Strommessbereich auszuwählen.

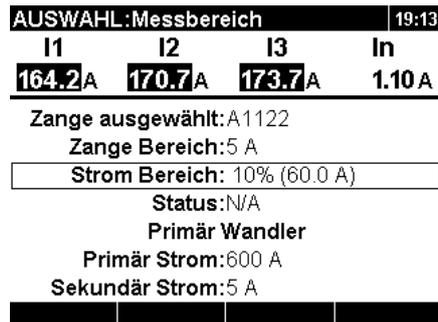


Abbildung 4.12: Auswählen von 10 % der Stromzangen

Beachten Sie, dass bei einer direkten Strommessung mit 5 A Stromzangen das primäre Übersetzungsverhältnis auf 5 A : 5 A eingestellt werden muss.

⚠️ WARNUNG!

- Die Sekundärwicklung des Stromwandlers muss bei Strom führenden Teilen offen bleiben.
- Ein offener Sekundärstromkreis kann zu lebensgefährlich hohen Spannungen an den Klemmen führen.

Automatische Stromzangenerkennung

Metrel hat die Smart-Stromzangen-Produkte erfunden, um die Auswahl und die Einstellungen von Stromzangen zu verbessern. *Smart Clamps sind schalterlose Mehrbereichsstromzangen, die vom Instrument automatisch erkannt werden. Zur Aktivierung der Erkennung von Smart Clamps muss einmalig wie folgt vorgegangen werden:

1. Das Instrument einschalten
2. Die Stromzange (beispielsweise A 1227) am PowerQ4 anschließen
3. Eingeben: EINSTELLUNG → Messkonfiguration → Stromzangen
4. Auswählen: **Smart Clamps** (Smart-Zange)
5. Nun wird der Stromzangentyp automatisch vom Instrument erkannt.
6. Der Benutzer muss nun den Messbereich der Stromzange auswählen und die Einstellungen bestätigen

AUSWAHL: Messbereich				19:14
I1	I2	I3	In	
8.4A	2251A	3004A	1.2A	
Zange ausgewählt: A1227				
Zange Bereich: 3000 A				
Strom Bereich: 100% (3000 A)				
Status: Zange 2 3 fehlt				
Parellel feeders				
1				

Abbildung 4.13: Automatische Erkennung bei der Stromzangeneinrichtung

Das Instrument erkennt die Stromzangeneinstellung auch bei der nächsten Benutzung. Dazu muss der Benutzer lediglich:

1. Die Stromzange an das Instrument anschließen
2. Das Instrument einschalten

Das Instrument erkennt die Stromzangen beim nächsten Mal automatisch und stellt den Messbereich auf die zuletzt verwendeten Einstellungen ein. Wenn die Stromzange abgeklemmt wurde, erscheint die folgende Dialogmeldung.

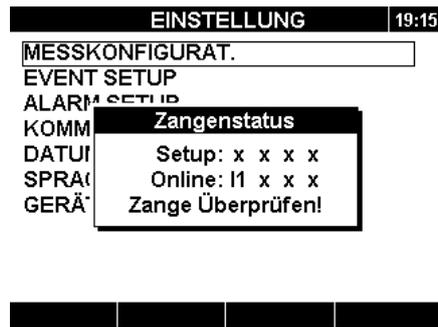


Abbildung 4.14: Automatische Stromzangenerkennung einrichten

Anmerkung: Automatische Stromzangen nicht während des Aufzeichnens oder einer Messung abklemmen. Der Stromzangenmessbereich wird zurückgesetzt, wenn die Stromzange vom Instrument abgeklemmt wird.

4.3 Anzahl der Messungen und Zusammenhang zum Schaltschema

Die Anzeige und Messung des PowerQ4-Instruments ist hauptsächlich vom Stromnetztyp abhängig, der im Menü MESSKONFIGURATION unter **Verbindung** eingestellt wird. Beispielsweise erscheint lediglich die Messung für ein Einphasensystem, wenn der Benutzer als Anschlusssystem Einphasensystem gewählt hat. Die folgende Tabelle zeigt die Abhängigkeiten zwischen Messparametern und Netzwerktyp.

Tabelle 4.1: Vom Instrument gemessene Messgrößen

Wert		Anschluss		
		1-L	3-L	4-L
U, I, f	RMS	U_{1rms} U_{Nrms}	U_{12rms} U_{23rms} U_{32rms}	U_{1rms} U_{2rms} U_{3rms} U_{Nrms} U_{12rms} U_{23rms} U_{32rms}
	THD	THD_{U1} THD_{UN}	THD_{U12} THD_{U23} THD_{U31}	THD_{U1} THD_{U2} THD_{U3} THD_{UN} THD_{U12} THD_{U23} THD_{U31}
	Cf	CfU_1 CfU_N	CfU_{12} CfU_{23} CfU_{32}	CfU_1 CfU_2 CfU_3 CfU_N CfU_{12} CfU_{23} CfU_{31}
	RMS	I_{1rms} I_{Nrms}	I_{1rms} I_{2rms} I_{3rms}	I_{1rms} I_{2rms} I_{3rms} I_{Nrms}
	THD	THD_{I1} THD_{IN}	THD_{I1} THD_{I2} THD_{I3}	THD_{I1} THD_{I2} THD_{I3} THD_{IN}
	Cf	CfI_1 CfI_N	CfI_1 CfI_2 CfI_3	CfI_1 CfI_2 CfI_3 CfI_N
	freq	$freqU_1$ $freqI_1$	$freqU_{12}$ $freqI_1$	$freqU_1$ $freqI_1$
Leistung & Energie	P	$\pm P_1$	$\pm P_{tot}$	$\pm P_1$ $\pm P_2$ $\pm P_3$ $\pm P_{tot}$
	Q	$\pm Q_1$	$\pm Q_{tot}$	$\pm Q_1$ $\pm Q_2$ $\pm Q_3$ $\pm Q_{tot}$
	S	S_1	S_{tot}	S_1 S_2 S_3 S_{tot}
	PF	$\pm PF_1$	$\pm PF_{tot}$	$\pm PF_1$ $\pm PF_2$ $\pm PF_3$ $\pm PF_{tot}$
	DPF	$\pm DPF_1$		$\pm DPF_1$ $\pm DPF_2$ $\pm DPF_3$ $\pm DPF_{tot}$

Flicker	Pst (1min)	Pst_{1min1}	$Pst_{1min12} Pst_{1min23}$ Pst_{1min31}	$Pst_{1min1} Pst_{1min2} Pst_{1min3}$
	Pst	Pst_1	$Pst_{12} Pst_{23} Pst_{31}$	$Pst_1 Pst_2 Pst_3$
	Plt	Plt_1	$Plt_{12} Plt_{23} Plt_{31}$	$Plt_1 Plt_2 Plt_3$
Asym- metrie	%	-	$\bar{u} \bar{i}$	$u^0 i^0 \bar{u} \bar{i}$
	RMS		$U^+ U$ $I^+ I$	$U^+ U U^0$ $I^+ I I^0$
Ober- wellen	Uh _{1÷50}	$U_{1h_{1÷50}}$ $U_{Nh_{1÷50}}$	$U_{12h_{1÷50}} U_{23h_{1÷50}}$ $U_{31h_{1÷50}}$	$U_{1h_{1÷50}} U_{2h_{1÷50}} U_{3h_{1÷50}} U_{Nh_{1÷50}}$
	Ih _{1÷50}	$I_{1h_{1÷50}}$ $I_{Nh_{1÷50}}$	$I_{1h_{1÷50}} I_{2h_{1÷50}}$ $I_{1h_{1÷50}}$	$I_{1h_{1÷50}} I_{2h_{1÷50}} I_{3h_{1÷50}} I_{Nh_{1÷50}}$

Anmerkung: **Frequenzmessung** ist vom Synchronisations- (Referenz-) Kanal abhängig, der vom Typ Spannung oder Strom sein kann.

Auch bei der Aufzeichnung besteht die gleiche Art von Abhängigkeit zum Anschlusstyp. Wählt der Benutzer **Signale** im Menü RECORDER, so werden die Kanäle für die Aufzeichnung entsprechend dem **Verbindung**, wie in der folgenden Tabelle aufgelistet, ausgewählt.

Tabelle 4.2: Vom Instrument aufgezeichnete Messgrößen

	Wert	1-Phasensystem	3-L	4-L	
U, I, f	Spannung	RMS	$U_{1Rms} U_{NRms}$	$U_{12Rms} U_{23Rms} U_{32Rms}$	$U_{1Rms} U_{2Rms} U_{3Rms} U_{NRms} U_{12Rms} U_{23Rms} U_{32Rms}$
		THD	$THD_{U1} THD_{UN}$	$THD_{U12} THD_{U23} THD_{U31}$	$THD_{U1} THD_{U2} THD_{U3} THD_{UN} THD_{U12} THD_{U23} THD_{U31}$
		CF	$CfU_1 CfU_N$	$CfU_{12} CfU_{23} CfU_{32}$	$CfU_1 CfU_2 CfU_3 CfU_N CfU_{12} CfU_{23} CfU_{31}$
	Strom	RMS	$I_{1rms} I_{Nrms}$	$I_{1rms} I_{2rms} I_{3rms}$	$I_{1rms} I_{2rms} I_{3rms} I_{Nrms} I_{NCrms}$
		THD	$THD_{I1} THD_{IN}$	$THD_{I1} THD_{I2} THD_{I3}$	$THD_{I1} THD_{I2} THD_{I3} THD_{IN}$
		CF	$CfI_1 CfI_N$	$CfI_1 CfI_2 CfI_3$	$CfI_1 CfI_2 CfI_3 CfI_N$
Frequenz	f	$freqU_1 freqI_1$	$freqU_{12} freqI_1$	$freqU_1 freqI_1$	
Leistung & Energie	Leistung	P	$P_1^+ P_1^-$	$P_{tot}^+ P_{tot}^-$	$P_1^+ P_1^- P_2^+ P_2^- P_3^+ P_3^- P_{tot}^+ P_{tot}^-$
		Q	$Q_1^{i+} Q_1^{c+} Q_1^{i-} Q_1^{c-}$	$Q_{tot}^{i+} Q_{tot}^{c+} Q_{tot}^{i-} Q_{tot}^{c-}$	$Q_1^{i+} Q_1^{c+} Q_1^{i-} Q_1^{c-} Q_2^{i+} Q_2^{c+} Q_2^{i-} Q_2^{c-} Q_3^{i+} Q_3^{c+} Q_3^{i-} Q_3^{c-} Q_{tot}^{i+} Q_{tot}^{c+} Q_{tot}^{i-} Q_{tot}^{c-}$
		S	$S_1^+ S_1^-$	$S_{tot}^+ S_{tot}^-$	$S_1^+ S_1^- S_2^+ S_2^- S_3^+ S_3^- S_{tot}^+ S_{tot}^-$
	Energie	eP	$eP_1^+ eP_1^-$	$eP_{tot}^+ eP_{tot}^-$	$eP_1^+ eP_1^- eP_2^+ eP_2^- eP_3^+ eP_3^- eP_{tot}^+ eP_{tot}^-$
		eQ	$eQ_1^{i+} eQ_1^{c+}$	$eQ_{tot}^{i+} eQ_{tot}^{c+}$	$eQ_1^{i+} eQ_1^{c+} eQ_2^{i+} eQ_2^{c+} eQ_3^{i+} eQ_3^{c+} eQ_{tot}^{i+} eQ_{tot}^{c+}$
			$eQ_1^{i-} eQ_1^{c-}$	$eQ_{tot}^{i-} eQ_{tot}^{c-}$	$eQ_1^{i-} eQ_1^{c-} eQ_2^{i-} eQ_2^{c-} eQ_3^{i-} eQ_3^{c-} eQ_{tot}^{i-} eQ_{tot}^{c-}$
	eS	$eS_1^+ eS_1^-$	$eS_{tot}^+ eS_{tot}^-$	$eS_1^+ eS_1^- eS_2^+ eS_2^- eS_3^+ eS_3^- eS_{tot}^+ eS_{tot}^-$	
	Leistungs-faktor	Pf	$PF_1^{i+} PF_1^{c+}$	$PF_{tot}^{i+} PF_{tot}^{c+} PF_{tot}^{i-} PF_{tot}^{c-}$	$PF_1^{i+} PF_1^{c+} PF_2^{i+} PF_2^{c+} PF_3^{i+} PF_3^{c+} PF_{tot}^{i+} PF_{tot}^{c+}$
$PF_1^{i-} PF_1^{c-}$				$PF_1^{i-} PF_1^{c-} PF_2^{i-} PF_2^{c-} PF_3^{i-} PF_3^{c-} PF_{tot}^{i-} PF_{tot}^{c-}$	
	DPF	$DPF_1^{i+} DPF_1^{c+}$ $DPF_1^{i-} DPF_1^{c-}$	-	$DPF_1^{i+} DPF_1^{c+} DPF_2^{i+} DPF_2^{c+} DPF_3^{i+} DPF_3^{c+}$ $DdPF_1^{i-} DPF_1^{c-} DPF_2^{i-} DPF_2^{c-} DPF_3^{i-} DPF_3^{c-}$	
Flicker	Pst (1min)	Pst_{1min1}	$Pst_{1min12} Pst_{1min23} Pst_{1min31}$	$Pst_{1min1} Pst_{1min2} Pst_{1min3}$	
	Pst (10min)	Pst_1	$Pst_{12} Pst_{23} Pst_{31}$	$Pst_1 Pst_2 Pst_3$	
	Plt (2h)	Plt_1	$Plt_{12} Plt_{23} Plt_{31}$	$Plt_1 Plt_2 Plt_3$	
Asymmetrie	%	-	$u \bar{i}$	$u^0 i^0 u \bar{i}$	
Oberwellen	Uh_{1÷50}	$U_{1h_{1÷50}} U_{Nh_{1÷50}}$	$U_{12h_{1÷50}} U_{23h_{1÷50}} U_{31h_{1÷50}}$	$U_{1h_{1÷50}} U_{2h_{1÷50}} U_{3h_{1÷50}} U_{Nh_{1÷50}}$	
	Ih_{1÷50}	$I_{1h_{1÷50}} I_{Nh_{1÷50}}$	$I_{1h_{1÷50}} I_{2h_{1÷50}} I_{3h_{1÷50}}$	$I_{1h_{1÷50}} I_{2h_{1÷50}} I_{3h_{1÷50}} I_{Nh_{1÷50}}$	

5 Theorie und interne Funktion

Dieser Abschnitt enthält die grundlegende Theorie der Messfunktionen und technische Informationen über die interne Funktion des PowerQ4 einschließlich der Beschreibung der Messverfahren und Aufzeichnungsprinzipien.

5.1 Messverfahren

5.1.1 Messungsaggregation über Zeitintervalle

Erfüllte Normen: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 4.4)

Als Basis-Messzeitintervall für:

- Spannung
- Strom
- Wirk-, Blind- und Scheinleistung
- Oberwellen
- Asymmetrie

gilt ein Intervall von 10 Perioden. Die Messung über 10/12 Perioden wird für jedes Intervall-Taktsignal (Intervall) entsprechend IEC 61000-4-30 Klasse S synchronisiert. Die Messverfahren basieren auf der digitalen Abtastung der mit der Grundfrequenz synchronisierten Eingangssignale. Jeder Eingang (4 Spannungen und 4 Ströme) wird 1024mal in 10 Perioden abgetastet.

5.1.2 Spannungsmessung (Spannungsklasse)

Erfüllte Normen: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.2)

Alle Spannungsmessungen stellen Effektivwerte von 1024 Abtastwerten der Spannungsklasse über ein Zeitintervall von 10 Perioden dar. Jedes 10. Intervall ist zusammenhängend und überschneidet sich nicht mit den 10 Nachbarintervallen.

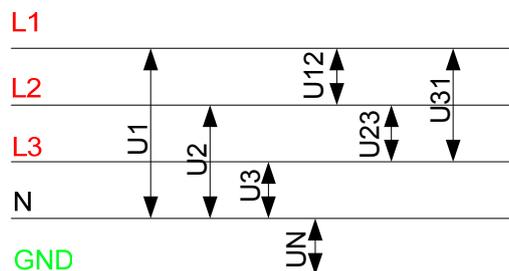


Abbildung 5.1: Phasen- und Phase-zu-Phasen- (Leiter-) Spannung

Die Spannungswerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

Phasenspannung:
$$U_p = \sqrt{\frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} u_{p,j}^2} \quad [V], p: 1,2,3,N \quad (1)$$

Leiterspannung:
$$U_{pg} = \sqrt{\frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} (u_{p_j} - u_{g_j})^2} \text{ [V]}, \quad pg: \quad (2)$$

12,23,31

Phasenspannung Crest-Faktor:
$$Cf_{Up} = \frac{U_{pPk}}{U_p}, \quad p: 1,2,3,N \quad (3)$$

Leiterspannung Crest-Faktor:
$$Cf_{U_{pg}} = \frac{U_{pgPk}}{U_{pg}}, \quad pg: 12, 23, 31 \quad (4)$$

Das Instrument verfügt intern über 3 Spannungsmessbereiche. Mittelspannung (MV, Middle Voltage) und Hochspannungs- (HV, high Voltage) Systeme können mit dem niedrigsten Spannungsmessbereich mithilfe von Stromwandlern gemessen werden. Der Spannungsfaktor muss als Spannungsverh.: 1:1. Variable im Menü MESSKONFIGURATION eingegeben werden.

5.1.3 Strommessung (Stromklasse)

Erfüllte Normen: Klasse S (Abschnitt A.6.3)

Alle Strommessungen stellen Effektivwerte von 1024 Abtastwerten der Stromklasse über ein Zeitintervall von 10 Perioden dar. Je 10 Perioden sind angrenzende, nicht überlappende Intervalle.

Die Stromwerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

Phasenstrom:
$$I_p = \sqrt{\frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} I_{pj}^2} \text{ [A]}, \quad p: 1,2,3,N \quad (5)$$

Phasenstrom Crest-Faktor:
$$Ix_{cr} = \frac{Ix_{\max}}{Ix}, \quad p: 1,2,3,N \quad (6)$$

Das Instrument verfügt intern über zwei Strommessbereiche: 10% und 100% des Nennstroms des Stromwandlers. Darüber hinaus bieten die intelligenten Stromzangenmodelle „Smart Clamps“ weitere Messbereiche mit automatischer Messbereichserkennung.

5.1.4 Frequenzmessung

Erfüllte Normen: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.1)

Während der AUFZEICHNUNG mit einem Aggregationszeit-Intervall Intervall: ≥10 s wird die Frequenzmessung alle 10 s vorgenommen. Da die Netzfrequenz während des 10-Sekunden-Intervalls mitunter nicht exakt 50 Hz betragen kann, kann es sein, dass die Anzahl der Perioden keine Ganzzahl ist. Der Grundfrequenzausgang ist der Quotient aus der Anzahl der während des 10-Sekunden-Zeitintervalls gezählten Ganzzahlenperioden durch die kumulative Dauer der Ganzzahlenperioden. Harmonische und Interharmonische werden zur Minimierung der Effekte mehrfacher Nulldurchgänge mittels eines 2-poligen Tiefpassfilters gedämpft.

Die Zeitmessintervalle sind nicht überlappend. Individuelle, die 10-Sekunden-Abtastzeit überlappende Perioden werden verworfen. Alle 10 s beginnen mit einem absoluten 10 s Zeittakt mit der in 6.2.14 angegebenen Unsicherheit.

Für die AUFZEICHNUNG mit einem Aggregationszeit-Intervall Intervall: <10 s und Leitermessungen wird die Frequenz über 10 Perioden gemessen, um die Reaktionszeit des Instrument zu verringern. Die Frequenz ist der Quotient aus 10 Perioden durch die Dauer der Ganzzahlenperioden.

Die Frequenzmessung wird für den im Menü „Messkonfiguration“ eingestellten Synchronisierungskanal *durchgeführt*.

5.1.5 Phasenleistungsmessungen

Erfüllte Normen: IEEE STD 1459-2000 (Abschnitte 3.2.2.1; 3.2.2.2)
IEC 61557-12 (Anhang A)

Alle Wirkleistungsmessungen stellen Effektivwerte von 1024 Abtastwerten der Momentanleistung über ein Zeitintervall von 10 Perioden dar. Je 10 Perioden sind angrenzende, nicht überlappende Intervalle.

Phasenwirkleistung: (7)

$$P_p = \frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} p_{pj} = \frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} U_{pj} * I_{pj} \quad [W], p: 1,2,3$$

Scheinleistung und Blindleistung, Leistungsfaktor sowie Leistungsfaktorverschiebung ($\cos \varphi$) werden entsprechend den folgenden Gleichungen berechnet:

Phasenscheinleistung: $S_p = U_p * I_p$ (8)
[VA], $p: 1,2,3$

Phasenblindleistung: $Q_p = \text{Sign}(Q_p) \cdot \sqrt{S_p^2 - P_p^2}$ (9)
[VAr], $p: 1,2,3$

Vorzeichen der Blindleistung: $\text{Sign}(Q_p) = \begin{cases} +1, \varphi_p \in [0^\circ - 180^\circ] \\ -1, \varphi_p \in [180^\circ - 360^\circ] \end{cases}$ (10)
 $p:$

1,2,3

Phasenleistungsfaktor: $PF_p = \frac{P_p}{S_p}$, $p: 1,2,3$ (11)

Cos φ (Verschieb.faktor): $\text{Cos} \varphi_p = \text{Cos} \varphi_{u_p} - \text{Cos} \varphi_{i_p}$, $p: 1,2,3$ (12)

5.1.6 Gesamtleistungsmessungen

Erfüllte Normen: IEEE STD 1459-2000 (Abschnitte 3.2.2.2; 3.2.2.6)
IEC 61557-12 (Anhang A)

Die Gesamtwirk- und Gesamtblindleistung sowie der Gesamtleistungsfaktor werden anhand der folgenden Gleichung berechnet:

Gesamtwirkleistung: $P_t = P_1 + P_2 + P_3$ [W], (13)

Gesamtblindleistung (Vektor): $Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$ [VAr], (14)

Gesamtscheinleistung (Vektor): $S_t = \sqrt{(P_t^2 + Q_t^2)}$ [VA], (15)

Gesamtleistungsfaktor (Vektor): $PF_{tot} = \frac{P_t}{S_t}$. (16)

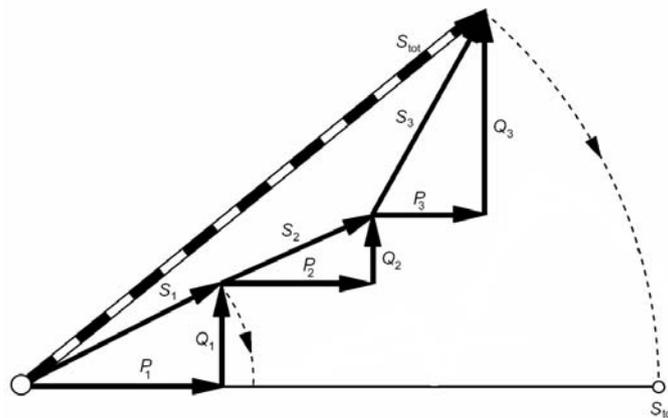


Abbildung 5.2: Vektordarstellung der Gesamtleistungsberechnung

5.1.7 Energie

Erfüllte Normen: IEC 61557-12 (Anhang A)

Energiezähler sind mit der RECORDER-Funktionalität verknüpft. Energiezähler messen Energie nur, wenn der RECORDER aktiviert ist. Nach dem Ein-/Ausschaltvorgang und vor dem Start der Aufzeichnung werden alle Zähler gelöscht.

Das Instrument nutzt das 4-Quadrant-Messverfahren, das zwei Wirkenergiezähler (eP⁺, eP⁻) und zwei Blindenergiezähler (eQ⁺, eQ⁻), wie im Folgenden gezeigt.

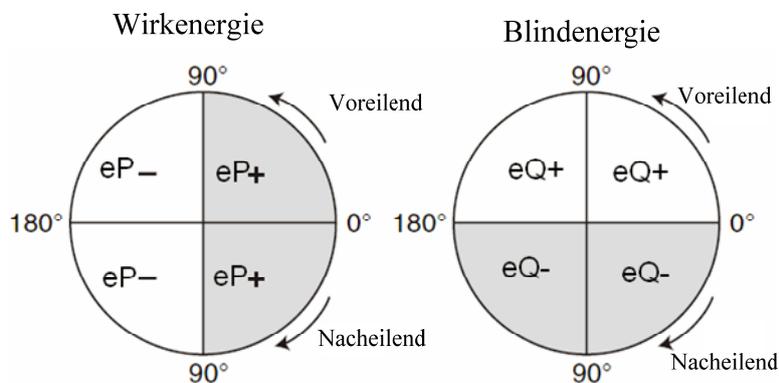


Abbildung 5.3: Energiezähler und Quadrantenbeziehung

Das Instrument kennt 3 verschiedene Zählereinstellungen:

1. Summenzähler **Summe** messen die Energie für die gesamte Aufzeichnung. Beim Start der Aufzeichnung wird die gemessene Energie auf die bestehenden Zähler aufaddiert.
2. Der Teilperiodenzähler **Letzte** misst die Energie während der Aufzeichnung über das letzte Intervall. Sie wird am Ende jedes Intervalls berechnet.
3. Der Zähler für die aktuelle Periode **Teils** misst die Energie während der Aufzeichnung über das aktuelle Zeitintervall.

5.1.8 Harmonische (Oberwellen)

Erfüllte Normen: IEC 61000-4-30 Klassen A und S (Abschnitt 5.7)
IEC 61000-4-7 Klasse I

Eine Berechnungsmethode mit der Bezeichnung schnelle Fourier-Transformation (FFT, Fast Fourier Transformation) wird zur Umformung der AD-gewandelten Eingangssignale in sinusförmige Komponenten genutzt. Die folgende Gleichung beschreibt die Beziehung zwischen Eingangssignal und der Frequenzdarstellung des Eingangssignals.

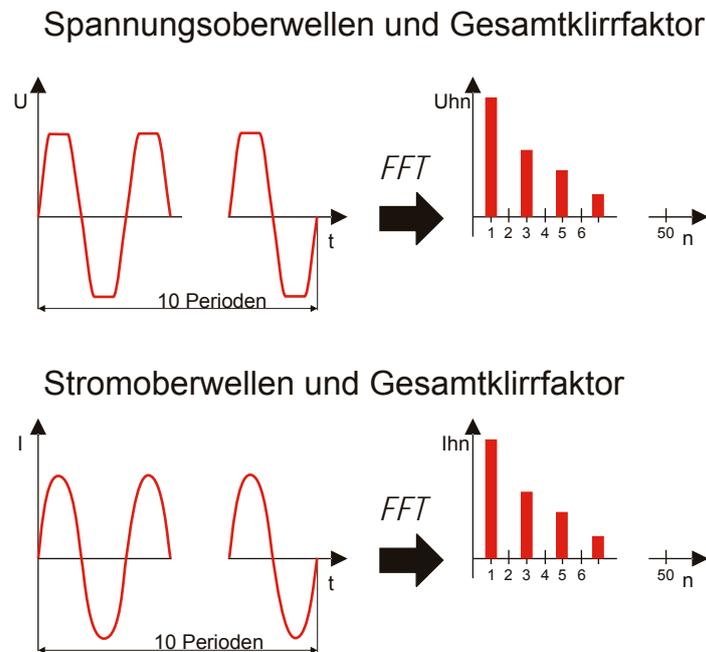


Abbildung 5.4: Strom- und Spannungsoberwellen

$$u(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{512} c_k \sin\left(\frac{k}{10} \cdot 2\pi f_1 t + \varphi_k\right) \quad (17)$$

f_1 – Frequenz der Signalbasis (Beispiel: 50 Hz)

c_0 – Gleichstromkomponente

k – Ordinalzahl (Ordnung der Spektrallinie) relativ zur Frequenzbasis $f_{c1} = \frac{1}{T_N}$

T_N – entspricht der Breite (bzw. Dauer) des Zeitfensters ($T_N = N \cdot T_1$; $T_1 = 1/f_1$). Als Zeitfenster bezeichnet man die Zeitspanne einer Zeitfunktion, über die die Fourier-Transformation durchgeführt wird.

c_k – ist die Amplitude der Komponente mit der Frequenz $f_{Ck} = \frac{k}{10} f_1$

φ_k – ist Phase der Komponente c_k

$U_{c,k}$ – ist der Effektivwert der Komponente c_k

Phasenspannungs- und Phasenstrom-Oberwellen werden als Effektivwerte der Oberwellenuntergruppe (sg) wie folgt berechnet: Quadratwurzel der Quadrate des Effektivwerts einer Harmonischen und zwei unmittelbar daran angrenzende Spektralkomponenten.

Spannungsoberwelle der n-ten Ordnung: (18)

$$U_p h_n = \sqrt{\sum_{k=1}^1 U_{C,(10-n)+k}^2} \quad p: 1,2,3$$

Stromoberwelle der n-ten Ordnung: (19)

$$I_p h_n = \sqrt{\sum_{k=1}^1 I_{C,(10-n)+k}^2} \quad p: 1,2,3$$

Der Gesamtklirrfaktor wird als Quotient aus dem Effektivwert der Oberwellenuntergruppen und dem Effektivwert der zur Basisfrequenz gehörigen Untergruppe berechnet:

$$\text{Gesamtspannungsklirrfaktor: } THD_{U_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_p h_n}{U_p h_1} \right)^2}, \quad p: 1,2,3 \quad (20)$$

$$\text{Gesamtstromklirrfaktor: } THD_{I_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{50} \left(\frac{I_p h_n}{I_p h_1} \right)^2}, \quad p: 1,2,3 \quad (21)$$

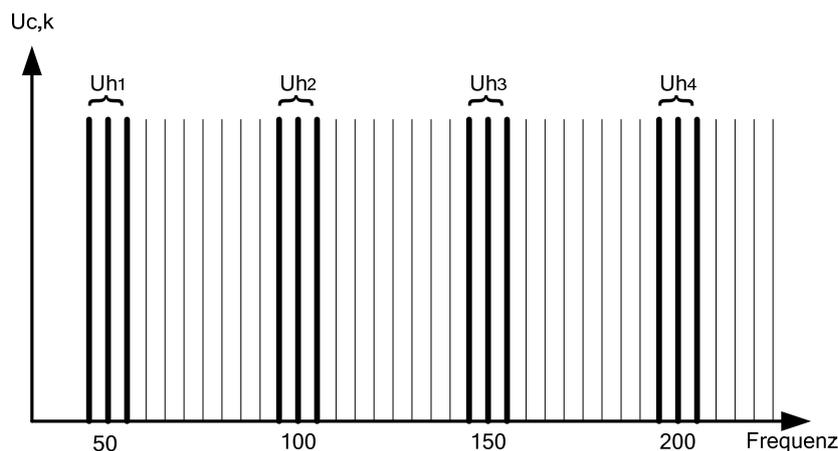


Abbildung 5.5: Darstellung der Oberwellenuntergruppe für 50 Hz Stromversorgung

5.1.9 Flickern

Erfüllte Normen: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.3)

IEC 61000-4-15 :

Flickern (Flimmern) nennt man die visuelle Wahrnehmung, die von einem flackernden Licht verursacht wird. Der Grad der Wahrnehmung hängt von der Frequenz und der Größenordnung der Lichtschwankung sowie vom Beobachter selbst ab.

Die Lichtflussänderung steht in Wechselbeziehung zu einer Spannungshüllkurve wie die folgende Abbildung zeigt.

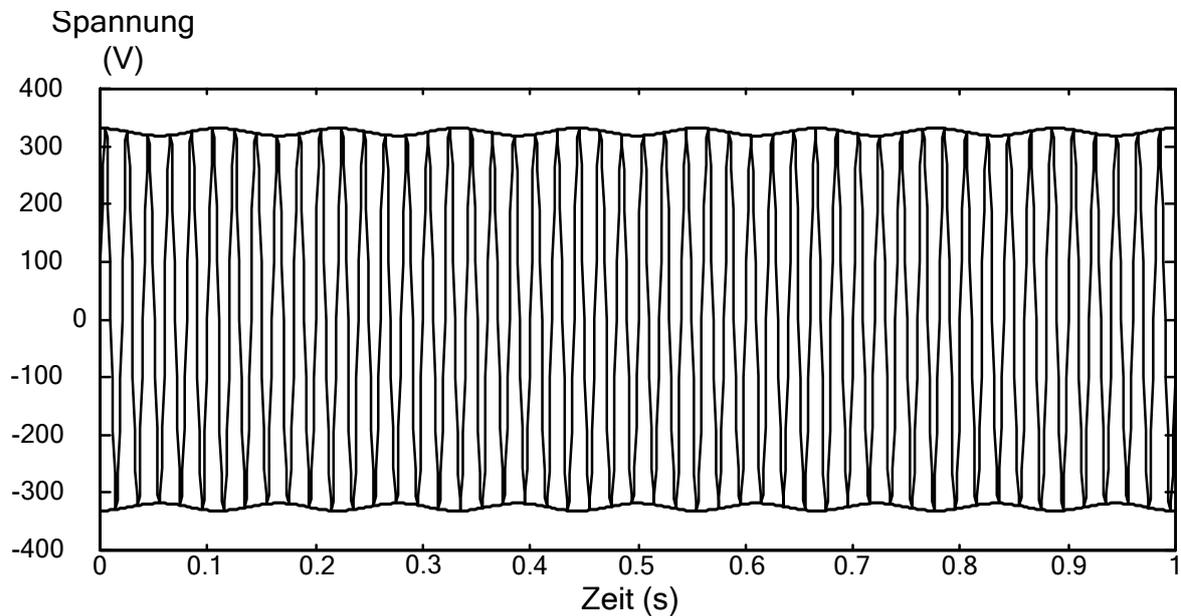


Abbildung 5.6: Spannungsschwankung

Flickern wird in Übereinstimmung mit der Norm IEC 61000-4-15 „Prüf- und Messverfahren - Flickermeter - Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation“ gemessen. Sie legt die Transformationsfunktion auf Basis einer 230V/60W-Lampem-Augen-Gehirn Kettenreaktion fest. Diese Funktion ist die Basis für die Flickermessgeräteimplementation und wird in der folgenden Abbildung gezeigt.

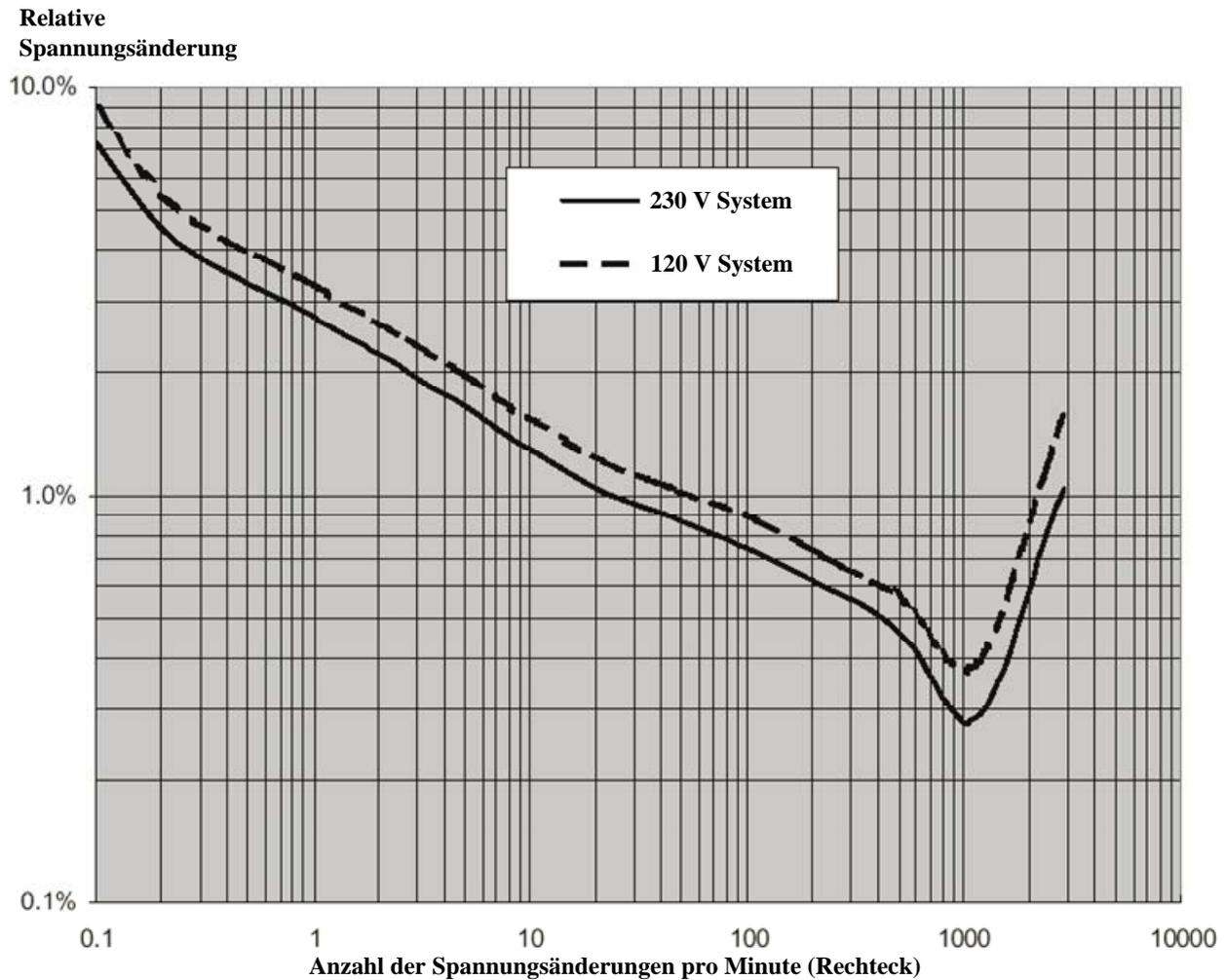


Abbildung 5.7: Kurve äquivalenter Schwere ($P_{st}=1$) für Rechteckspannungsänderungen bei Niederspannungsstromnetzen

P_{st1min} – ist eine kurzfristige Flickerabschätzung auf Basis eines 1-minütigen Intervalls. Sie wird als fortlaufender Mittelwert berechnet und wird verwendet, um eine schnelle Einschätzung für den 10-minütigen Wert zu erhalten.

P_{stp} – kurzfristiges Flickern wird entsprechend IEC 61000-4-15 wie folgt berechnet

$$P_{tp} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{st_i}^3}{N}} \quad p: 1,2,3 \quad (22)$$

5.1.10 Spannungs- und Strom-Asymmetrie

Erfüllte Normen: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.7.1)

Die Asymmetrie der Versorgungsspannung wird anhand des Verfahrens der symmetrischen Komponenten beurteilt. Über die Positivsequenzkomponente U^+ besteht, wenn eine Asymmetrie vorliegt, auch eine Negativsequenzkomponente U^- sowie eine Nullsequenzkomponente U_0 . Diese Größen werden anhand der folgenden Gleichungen berechnet:

$$\begin{aligned}\vec{U}^+ &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a\vec{U}_2 + a^2\vec{U}_3) \\ \vec{U}_0 &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \vec{U}_3), \\ \vec{U}^- &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a^2\vec{U}_2 + a\vec{U}_3),\end{aligned}\tag{23}$$

wobei $a = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}j\sqrt{3} = 1e^{j120^\circ}$.

Bei der Berechnung der Asymmetrie verwendet das Instrument die Grundkomponente des Spannungseingangssignals (U_1, U_2, U_3), gemessen über ein Zeitintervall von 10 Perioden.

Das in Prozent ausgedrückte Negativsequenzverhältnis u^- berechnet sich aus:

$$u^-(\%) = \frac{U^-}{U^+} \times 100\tag{24}$$

Das in Prozent ausgedrückte Nullsequenzverhältnis u^0 berechnet sich aus:

$$u^0(\%) = \frac{U^0}{U^+} \times 100\tag{25}$$

Anmerkung: In 3-L-Systemen ist die Nullsequenzkomponente U_0 definitionsgemäß gleich Null.

Die Einspeisestromasymmetrie berechnet sich auf die gleiche Weise.

5.1.11 Spannungseignisse

Messverfahren für Spannungsabfälle (U_{Dip}), -anstiege (U_{Swell}), Minimal- ($U_{Rms(1/2)Min}$) und Maximalwerte ($U_{Rms(1/2)Max}$)

Erfüllte Normen: IEC 61000-4-30 Klassen A und S (Abschnitt 5.4.1)

Grundlage der Messung von Spannungseignissen ist $U_{Rms(1/2)}$.

$U_{Rms(1/2)}$ ist der Wert der über 1 Periode gemessenen Effektivspannung, beginnend mit dem Nulldurchgang der Basis und aktualisiert mit jeder Halbperiode.

Die Periodendauer für $U_{Rms(1/2)}$ ist von Frequenz abhängig, die sich aus der Frequenzmessung über 10 Perioden ergibt. Im Wert $U_{Rms(1/2)}$ sind definitionsgemäß Harmonische, Interharmonische, Netzsignalspannungen, etc. enthalten.

Spannungsabfall

Erfüllte Normen: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.4.2)

Der Schwellenwert für den Spannungsabfall wird als Prozentwert der Nennspannung (Nennspannung) im Menü EVENT SETUP (EREIGNIS EINRICHTEN) definiert. Der Schwellenwert des Spannungsabfalls wird vom Benutzer zweckabhängig festgelegt. Die Ereignisbewertung des Instruments hängt von Anschlusstyp ab:

- Bei Einphasensystemen beginnt ein Spannungsabfall, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ den Schwellenwert für den Spannungsabfall unterschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ größer gleich dem Schwellenwert für den Spannungsabfall plus 2% der Hysteresespannung ist (s. Abbildung 5.8)
- Bei Dreiphasensystemen gibt es zwei verschiedene Bewertungsverfahren, die gleichzeitig zur Beurteilung verwendet werden:
 - Ein Spannungsabfall beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ von mindestens einem Kanal den Schwellenwert für den Spannungsabfall unterschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ aller

gemessenen Kanäle größer gleich dem Schwellenwert für den Spannungsabfall plus 2% der Hysteresespannung ist.

- ein Spannungsabfall beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ eines Kanals den Schwellenwert für den Spannungsabfall unterschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ größer gleich dem Schwellenwert für den Spannungsabfall plus 2% der Hysteresespannung an der selben Phase ist.

Ein Spannungsabfall wird durch zwei Werte bestimmt: Remanenzspannung U_{Dip} und Dauer des Spannungsabfalls:

- U_{Dip} ist die Remanenzspannung, die niedrigste auf einem beliebigen Kanal während des Spannungsabfalls gemessene Spannung $U_{Rms(1/2)}$
- Der Beginn des Spannungsabfalls ist die Zeit, die dem Zeitstempel des Beginns der Spannung $U_{Rms(1/2)}$ des Kanals, der das Ereignis auslöste, entspricht und das Ende des Spannungsabfalls ist die Zeit, die dem Zeitpunkt des Endes der Spannung $U_{Rms(1/2)}$, die das Ereignis beendet, entspricht, entsprechend der Definition des Schwellenwerts für den Spannungsabfall.
- Die Dauer eines Spannungsabfalls entspricht der Zeit zwischen Beginn und Ende des Spannungsabfalls.

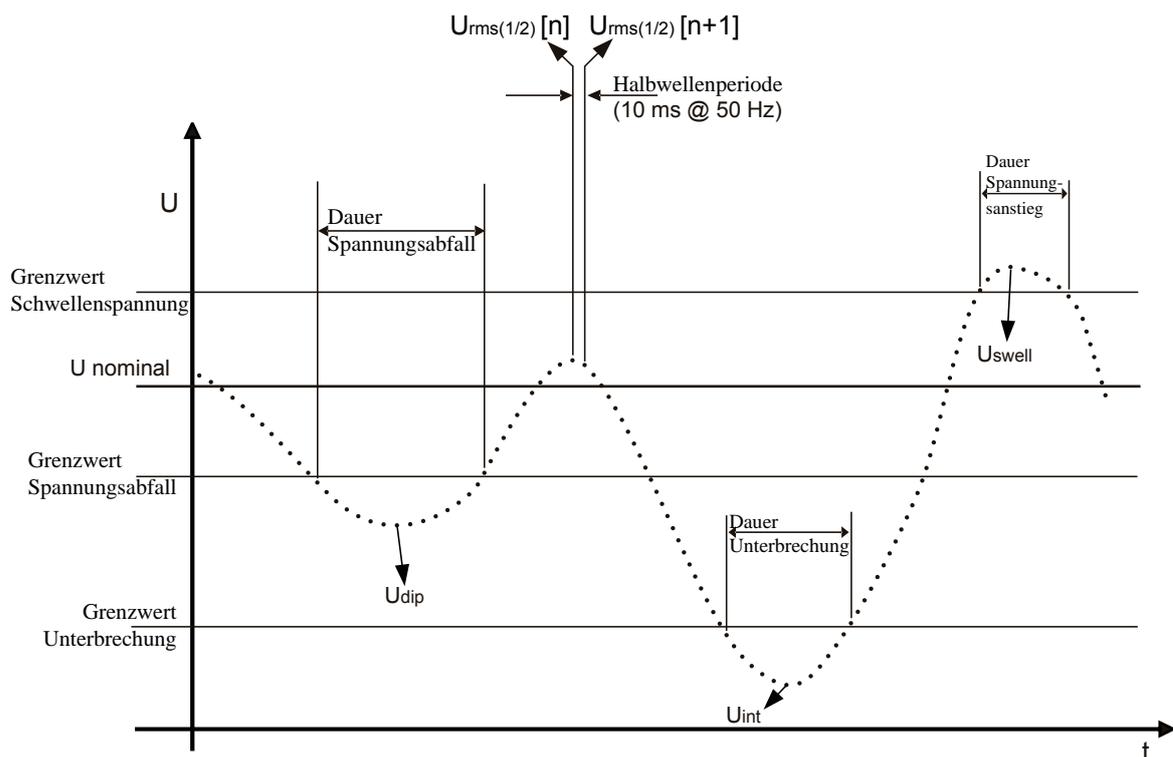


Abbildung 5.8 Definition Spannungsereignisse

Spannungsanstieg

Erfüllte Normen: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.4.3)

Der Schwellenwert für den Spannungsanstieg wird als Prozentwert der Nennspannung im Menü Spannungsereignisse definiert. Der Schwellenwert des Spannungsanstiegs

wird vom Benutzer zweckabhängig festgelegt. Das Instrument ermöglicht die Beurteilung von Spannungsanstiegen wie folgt:

- Bei Einphasensystemen beginnt ein Spannungsanstieg, sobald die Spannung $U_{Rms()}$ den Schwellenwert für den Spannungsanstieg überschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ kleiner gleich dem Schwellenwert für den Spannungsanstieg plus 2% der Hysteresespannung ist (s. Abbildung 5.8)
- Bei Dreiphasensystemen gibt es zwei verschiedene Bewertungsverfahren, die gleichzeitig zur Beurteilung verwendet werden:
 - Ein Spannungsanstieg beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ von mindestens einem Kanal den Schwellenwert für den Spannungsanstieg überschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ aller gemessenen Kanäle kleiner gleich dem Schwellenwert für den Spannungsanstieg plus 2% der Hysteresespannung ist.
 - Ein Spannungsanstieg beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ eines Kanals den Schwellenwert für den Spannungsanstieg überschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ kleiner gleich dem Schwellenwert für den Spannungsanstieg plus 2% der Hysteresespannung an der selben Phase ist.

Ein Spannungsanstieg wird durch zwei Werte bestimmt: Maximalwert des Spannungsanstiegs und Dauer:

- U_{Swell} – Maximalwert des Spannungsanstiegs entspricht dem größten auf einem beliebigem Kanal gemessenen Spannungswert $U_{Rms(1/2)}$.
- Der Beginn des Spannungsanstiegs ist die Zeit, die dem Zeitstempel des Beginns der Spannung $U_{Rms(1/2)}$ des Kanals, der das Ereignis auslöste, entspricht und das Ende des Spannungsanstiegs ist die Zeit, die dem Zeitpunkt des Endes der Spannung $U_{Rms(1/2)}$, die das Ereignis beendet, entspricht, entsprechend der Definition des Schwellenwerts für den Spannungsanstieg.
- Die Dauer eines Spannungsanstiegs entspricht der Zeit zwischen Beginn und Ende des Spannungsanstiegs.

Spannungsunterbrechung

Erfüllte Normen: IEC 61000-4-30 Klassen A und S (Abschnitt 5.5)

Das Messverfahren für Spannungsunterbrechungen ist das gleiche wie das für Spannungsanstiege bzw. Spannungsabfälle verwendete und in den vorstehenden Abschnitten verwendete Messverfahren.

Der Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung wird als Prozentwert der Nennspannung im Menü **Spannungsereignisse** definiert. Der Schwellenwert die Spannungsunterbrechung wird vom Benutzer zweckabhängig festgelegt. Das Instrument ermöglicht die Beurteilung von Spannungsunterbrechungen wie folgt:

- Bei Einphasensystemen beginnt eine Spannungsunterbrechung, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung unterschreitet, und sie endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ größer gleich dem Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus Hysterese ist (s. Abbildung 5.8),
- Bei Mehrphasensystemen gibt es zwei verschiedene Bewertungsverfahren, die gleichzeitig zur Beurteilung verwendet werden:
 - Eine Spannungsunterbrechung beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ eines Kanals den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung unterschreitet, und sie endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ an mindestens

einem der Kanäle größer gleich dem Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus Hysterese ist.

- Eine Spannungsunterbrechung beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ eines Kanals den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung unterschreitet, und sie endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ größer gleich dem Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus 2% der Hysteresespannung an der selben Phase ist.

Eine Spannungsunterbrechung wird durch zwei Werte bestimmt: Maximalwert der Spannungsunterbrechung und Dauer:

- U_{Int} – Maximalwert der Spannungsunterbrechung entspricht dem niedrigsten auf einem beliebigen Kanal während der Unterbrechung gemessenen Spannungswert $U_{Rms(1/2)}$.
- Der Beginn der Spannungsunterbrechung ist die Zeit, die dem Zeitstempel des Beginns der Spannung $U_{Rms(1/2)}$ des Kanals, der das Ereignis auslöste, entspricht und das Ende der Spannungsunterbrechung ist die Zeit, die dem Zeitpunkt des Endes der Spannung $U_{Rms(1/2)}$, die das Ereignis beendet, entspricht, entsprechend der Definition des Schwellenwerts.
- Die Dauer eines Spannungsabfalls entspricht der Zeit zwischen Beginn und Ende des Spannungsabfalls.

5.1.12 Alarme

Allgemein kann man Alarme als Ereignisse auf eine willkürliche Messgröße ansehen. Alarme werden in der Alarmtabelle definiert (Alarmtabelle einrichten, s. **Error! Reference source not found.**). Als Basis-Messzeitintervall für: durch Spannungs-, Strom-, Wirkleistungs-, Blindleistungs-, Scheinleistungs-, Oberwellen- und Asymmetrie-Alarme gilt ein Zeitintervall von 10 Perioden. Flickeralarme werden entsprechend dem Flickeralgorithmus ($Pst_{1min} > 1min$, $Pst > 10min$, $Plt > 10min$) bewertet.

Jeder Alarm hat die in der folgenden Tabelle beschriebenen Attribute. Ein Alarm tritt auf, wenn ein über 10 Perioden gemessener Wert für die unter **Phase**, definierte Phase den unter **Auslöser Neigung** (Auslösesteigung) definierten **Schwellenwert** mindestens für den unter **Mindestdauer** festgelegte Zeitwert durchläuft.

Tabelle 5.1: Alarmdefinitionsparameter

Größe	<ul style="list-style-type: none"> • Spannung • Strom • Frequenz • Wirk-, Blind- und Scheinleistung • Oberwellen • Asymmetrie Flickers
Phase	L1, L2, L3, L12, L23, L31, All, Tot
Auslöser-Neigung	< - fallend, > - steigend
Schwellenwert	[Zahl]
Midestdauer	200 ms ÷ 10 min

Jeder erfasste Alarm wird durch die folgenden Parameter beschrieben

Tabelle 5.2: Alarmsignaturen

Datum	Datum, an dem der ausgewählte Alarm eingetreten ist
Start	Startzeit des Alarms erstes Durchlaufen des Schwellenwerts.
Phase	Phase, an der der Alarm aufgetreten ist
Wert	Minimal bzw. Maximalwert im Alarm
Dauer	Alarmdauer.

5.1.13 Datenaggregation bei der AUFZEICHNUNG

Erfüllte Normen: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 4.5.3)

Die Datenaggregationsperiode (IP) während der Aufzeichnung wird über den Parameter **Intervall: x min** im Menü AUFZEICHNUNG festgelegt.

Ein neues Aufzeichnungsintervall (IP-Zeitintervall) beginnt erst nach Ablauf des vorherigen Intervalls mit Beginn des nächsten Zeitintervalls von 10 Perioden. Die Daten für das IP-Zeitintervall IP werden aus Zeitintervallen von 10-Perioden gesammelt, wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Das gesammelte Intervall wird mit dem Absolutzeitwert gestempelt. Der Zeitstempel ist die Zeit bei Abschluss des Intervalls. Es gibt weder Lücken noch Überlappung während der Aufzeichnung, wie die folgende Abbildung zeigt.

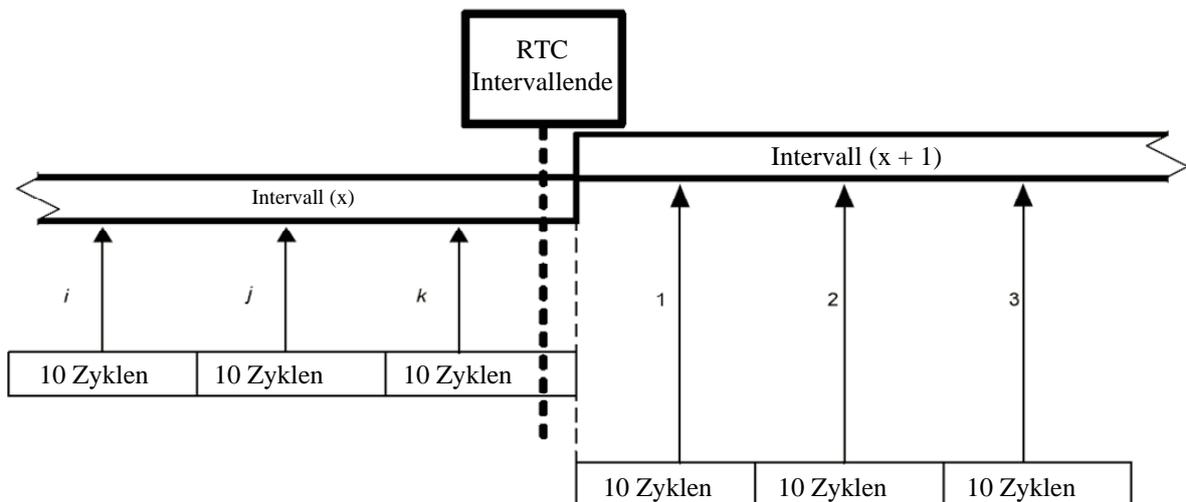


Abbildung 5.9: Synchronisierung und Aggregation eines Intervalls von 10 Perioden

Für jedes Aggregationsintervall berechnet das Instrument den Mittelwert der Messgröße. Messgrößenabhängig kann dies das quadratische oder das arithmetische Mittel sein. Beide Gleichungen sind im Folgenden abgebildet.

Quadratisches Mittel
$$A_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_j^2} \quad , \quad (26)$$

wobei:

A_{RMS} – Mittelwert der Messgröße über das gegebene Aggregationsintervall

A – Messgröße für 10 Perioden

N – Anzahl der 10-Perioden-Messzyklen pro Aggregationsintervall.

Arithmetisches Mittel:
$$A_{avg} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_j \quad (27)$$

wobei:

A_{avg} – Mittelwert der Messgröße über das gegebene Aggregationsintervall

A – Messgröße für 10 Perioden

N – Anzahl der 10-Perioden-Messzyklen pro Aggregationsintervall.

In der nächsten Tabelle wird das Mittelwertberechnungsverfahren für die jeweilige Messgröße aufgeführt:

Tabelle 5.3: Datenaggregationsverfahren

Gruppe	Wert	Aggregationsverfahren
Spannung	U_{Rms}	RMS (quadr. Mittel)
	THD_U	RMS (quadr. Mittel)
	U_{cf}	Arithm. Mittel
Strom	I_{Rms}	RMS (quadr. Mittel)
	THD_I	RMS (quadr. Mittel)
	I_{cf}	Arithm. Mittel
Frequenz	f	Arithm. Mittel
Leistung	P	Arithm. Mittel
	Q	Arithm. Mittel
	S	Arithm. Mittel
	PF	Arithm. Mittel
	$DPF \ (\cos \varphi)$	Arithm. Mittel
Symmetrie	U^+	RMS (quadr. Mittel)
	U^-	RMS (quadr. Mittel)
	U^0	RMS (quadr. Mittel)
	u^-	RMS (quadr. Mittel)
	u_0	RMS (quadr. Mittel)
Oberwellen	Uh_{1+50}	RMS (quadr. Mittel)
	Ih_{1+50}	RMS (quadr. Mittel)

Welche Parameter während der Aufzeichnung aufgezeichnet werden, ist vom **Konfiguration** und Synchronisierungskanal abhängig, wie in Tabelle 4.2 gezeigt. Für jeden Parameter werden aufgezeichnet:

- Minimalwert,
- Mittelwert,
- Maximalwert,
- aktiver Mittelwert,

die Werte werden je Zeitintervall aufgezeichnet.

Ein *aktiver Mittelwert* wird nach dem gleichen Verfahren wie der Mittelwert (als arithmetisches oder quadratisches Mittel) berechnet, es werden aber nur jene Teile der Messung berücksichtigt, für die das Attribut „active“ (aktiv) gesetzt ist:

Quadratisches aktives Mittel
$$A_{RMSact} = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M A_j^2}; M \leq N \quad (28)$$

wobei:

A_{RMSact} – Mittelwert der Messgröße für den aktiven Teil eines gegebenen Aggregationsintervalls,

A – Messgrößenwert über 10 Perioden mit dem Attribut „active“,

M – Anzahl der 10-Periodenzyklen mit aktivem Wert.

Arithmetisches aktives Mittel:
$$A_{avgact} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M A_j; M \leq N \quad (29)$$

wobei:

A_{avgact} – Mittelwert der Messgröße für den aktiven Teil eines gegebenen Aggregationsintervalls,

A – Messgrößenwert über 10 Perioden mit dem Attribut „active“,

M – Anzahl der 10-Periodenzyklen mit aktivem Wert.

Das Aktivattribut wird für eine bestimmte Messgröße gesetzt, wenn:

- Für einen der folgenden Werte ein Phasen-/Leiter-(RMS-)Mittelwert größer als ein unterer Grenzwert eines Messbereichs ist (Details unter Technische Daten): Spannungs- und Stromeffektivwert, Oberwellen und Gesamtklirrfaktor (THD), Spannungsflickern.
- Für einen der folgenden Werte der Lasttyp mit dem Zwei- bzw. Vierquadrantenbereich übereinstimmt (Details unter Leistung und Energie aufzeichnen): Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Leistungsfaktor und Leistungsfaktorverschiebung.

Frequenz- und Asymmetriemessungen werden bei der Aufzeichnung stets als Aktivwerte berücksichtigt.

Die folgende Tabelle zeigt die Anzahl der Signale für jede Parametergruppe im RECORDER.

Tabelle 5.4: Gesamtzahl an aufgezeichneten Messgrößen

	1-L	3-L	4-L
U,I,f	13 Größen 52 Werte per Intervall	20 Größen 80 Werte per Intervall	35 Größen 140 Werte per Intervall
Leistung & Energie	16 Größen 64 Werte per Intervall	12 Größen 48 Werte per Intervall	60 Größen 240 Werte per Intervall
Flicker	3 Größen 12 Werte per Intervall	9 Größen 36 Werte per Intervall	9 Größen 36 Werte per Intervall
Symmetrie	–	2 Größen 8 Werte per Intervall	4 Größen 16 Werte per Intervall
Oberwellen	202 Größen 800	303 Größen 1212 Werte per Intervall	416 Größen 1628 Werte per Intervall
Summe	235	347	517

5.1.14 Leistungs- und Energieaufzeichnung

Bei der Wirkleistung unterscheidet man: Import- (positiv-motorische) und Export- (negativ-generatorische) Leistung. Bei Blindleistung und Leistungsfaktor unterscheidet

zwischen: dem positiv-induktiven (+i), positiv-kapazitiven (+c), negativ-induktiven (-i) und den negativ-kapazitiven (-c) Teil.

Die folgende Abbildung zeigt das Motor-/Generator- sowie Induktiv/Kapazitiv-Phasen- bzw. -Polaritätsdiagramm:

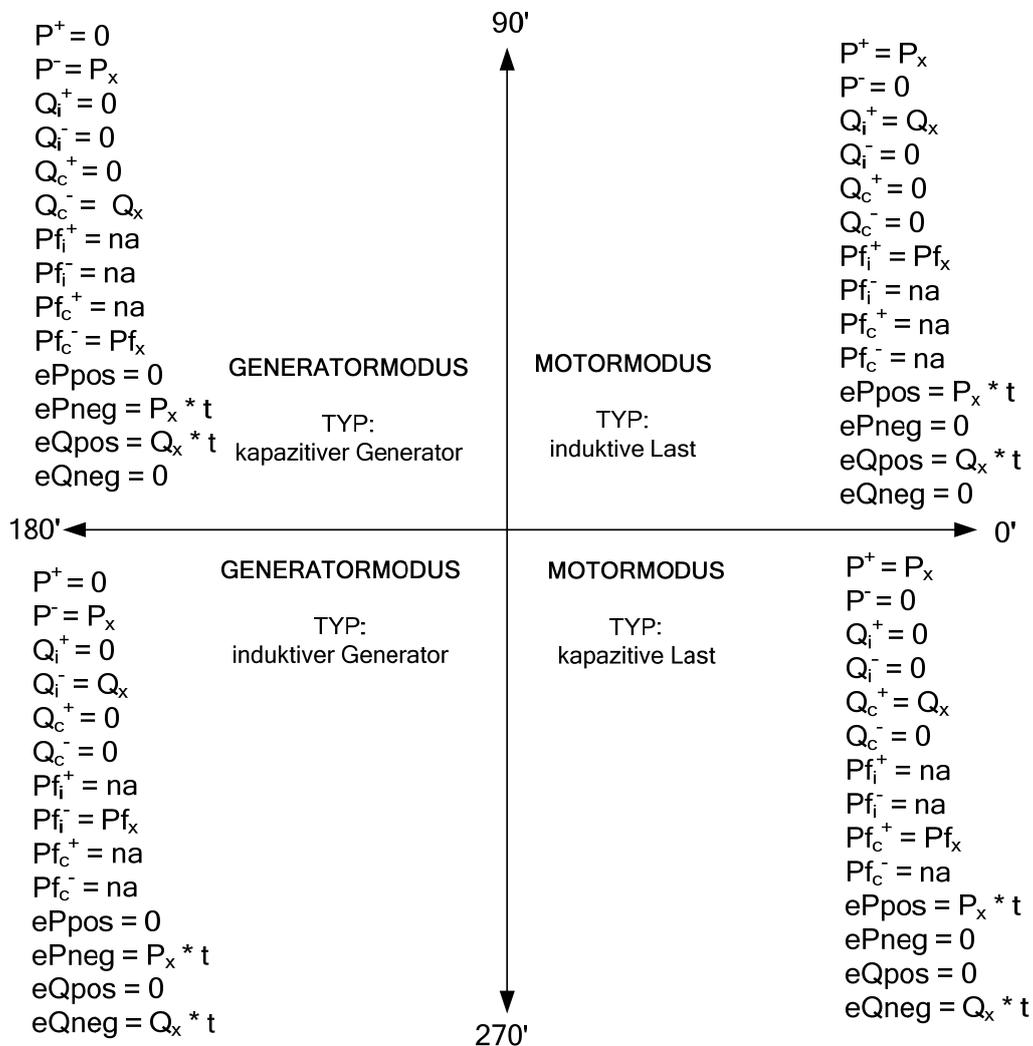


Abbildung 1: Motor-/Generator- sowie Induktiv/Kapazitiv-Phasen- bzw. -Polaritätsdiagramm

5.1.15 Momentanwert einer Wellenform

Während einer Messung kann PowerQ4 Momentanwerte von Wellenformen festhalten. Das ist besonders nützlich, wenn man sich die Eigenschaften eines Netzes bzw. ein extremes Netzverhalten merken will. Die Instrumente können intern 10 Perioden von Messungen speichern, die später im Menü SPEICHERLISTE (s. 3.11) oder mittels PowerView betrachtet bzw. geprüft werden können.

Für jeden Momentanwert einer Wellenform wird Folgendes festgehalten:

- die gesamte angezeigte Messung für den spezifischen Anschlusstyp (Details im Abschnitt 4.3)
- 10 Zyklen (1024 Abtastungen) aller Messsignale

5.1.16 Einschaltspitzen

Die Einschaltspitzen-Protokollierung dient der Analyse von Spannungs- und Stromschwankungen während des Anlaufens eines Motors oder anderer leistungsintensiver Verbraucher. Gemessen werden die $I_{1/2Rms}$ Werte alle 10 ms (halbe Periode) und der Mittelwert wird für das voreingestellte Intervall protokolliert. Die Einschaltspitzen-Protokollierung mit Auslösen des voreingestellten Auslösewerts.

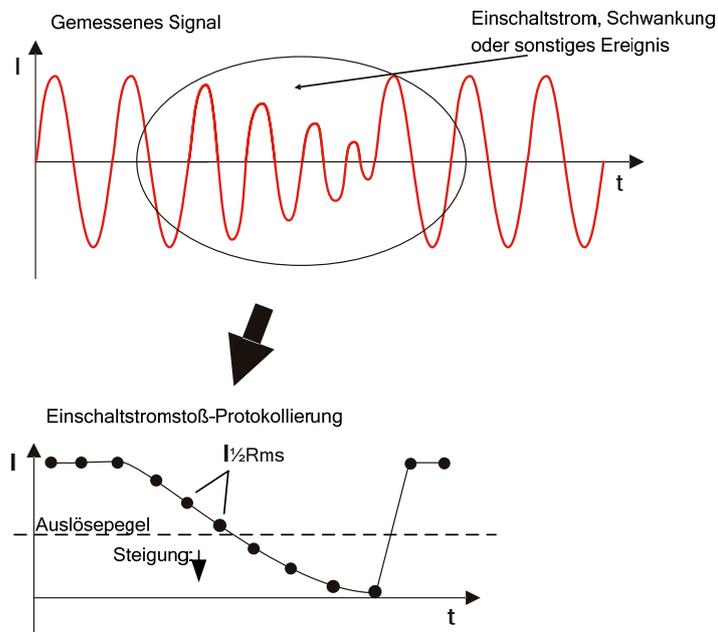
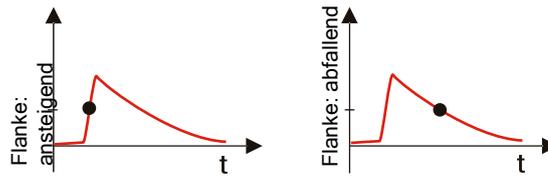


Abbildung 5.10: Einschaltspitze (Wellenform und RMS)

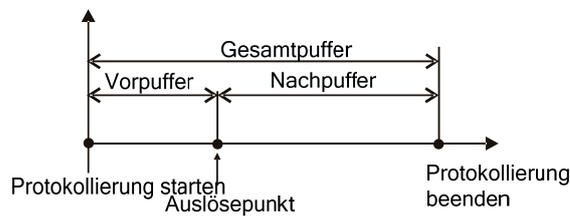
Die Einschaltspitzen-Protokollierung beginnt selbst, wenn der Triggerwert eintritt. Der Speicher verfügt über einen Vor- (gemessene Werte vor dem Auslösepunkt) und Nachpuffer (gemessene Werte nach dem Auslösepunkt).

Triggern



Eingang: I1, I2, I3, IN - Triggerkanäle
 Pegel: vordefinierter Echt-Effektivwert
 Flanke: ansteigend / fallend

Vorpuffer und Nachpuffer



Vor-/Nachpuffer: 20 / 80 % von Gesamtpuffer
 Vorpuffer wird als negative Zeit behandelt

Abbildung 5.11: Triggern der Einschaltspitze

5.2 Überblick zur Norm EN 50160

Die Norm EN 50160 definiert, beschreibt und spezifiziert die Hauptmerkmale einer Spannung an den Versorgungsanschlüssen eines öffentlichen Nieder- und Mittelspannungsnetzes unter normalen Betriebsbedingungen. Diese Norm beschreibt die Grenzen oder Werte, innerhalb derer die Spannungseigenschaften im gesamten öffentlichen Netzwerk gleich bleiben. Sie beschreibt nicht die Durchschnittssituation eines individuellen Netzwerkbenutzers. In der folgenden Tabelle wird ein Überblick über die Grenzen der Norm EN 50160 gegeben.

Tabelle 5.5: Überblick zur Norm EN 50160

Versorgungsspannungsphänomen	Akzeptable Grenzwerte	Messintervall	Überwachungsperiode	Akzeptanzwert (Prozent)
Netzfrequenz	49,5 ÷ 50,5 Hz 47,0 ÷ 52,0 Hz	10 s	1 Woche	99,5 % 100 %
Schwankung der Versorgungsspannung, U_{Nom}	230 V ± 10 %	10 Min.	1 Woche	95 % 100 %
	230 V +10 % -15 %			
Flickerstärke Plt	Plt ≤ 1	2 h	1 Woche	95 %
Spannungsabfälle (≤ 1 Min.)	10 bis 1000 Mal (unter 85 % von U_{Nom})	10 ms	1 Jahr	100 %
Unterbrechungen, kurz	10 ÷ 100 Mal	10 ms	1 Jahr	100 %

(≤ 3 Min.)	(unter 1 % von U_{Nom})			
Zufällige, lange Unterbrechungen (> 3 Min.)	10 ÷ 50 Mal (unter 1 % von U_{Nom})	10 ms	1 Jahr	100 %
Spannungsasymmetrie u-	0 ÷ 2 %, gelegentlich 3 %	10 Min.	1 Woche	95 %
Gesamtklirrfaktor, THD _U	8 %	10 Min.	1 Woche	95 %
Oberwellenspannungen, U_{h_n}	S. Tabelle 5.6	10 Min.	1 Woche	95 %

5.2.1 Netzfrequenz

Die Nominalfrequenz (Nennfrequenz) einer Versorgungsspannung muss 50 Hz betragen bei Systemen, die eine synchrone Verbindung mit einem vernetzten System haben. Unter normalen Betriebsbedingungen wird der Mittelwert der Grundfrequenz über 10 s gemessen und muss in folgendem Toleranzbereich liegen:
 50 Hz \pm 1 % (49,5 Hz... 50,5 Hz) während 99,5 % eines Jahres;
 50 Hz + 4 % / - 6 % (d. h. 47 Hz... 52 Hz) während 100 % der Zeit.

5.2.2 Schwankungen der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen sollen für alle Perioden einer Woche 95 % des 10-minütigen Mittelwerts U_{Rms} der Versorgungsspannung im Bereich von $U_{Nom} \pm 10$ % liegen, und alle Werte U_{Rms} der Versorgungsspannung müssen im Bereich von $U_{Nom} + 10$ % / - 15 % liegen.

5.2.3 Spannungsabfälle (indikative Werte)

Unter normalen Betriebsbedingungen ist die zu erwartende Anzahl an Spannungsabfällen in einem Jahr zwischen mehreren Zehn und einem Tausend. Die Mehrzahl der Spannungsabfälle dauert wenige als 1 s und zeigt eine Restspannung von größer 40 %. Es kann in unregelmäßigen Abständen zu größeren Spannungsabfällen kommen. In einigen Bereichen sind Spannungsabfälle mit einer Restspannung von 85 % bis 90 % von U_{Nom} infolge der Schaltlasten in den Anlagen der Benutzer sehr häufig.

5.2.4 Kurze Unterbrechung der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen beträgt die jährliche Häufigkeit an kurzen Unterbrechungen der Versorgungsspannung zwischen einigen zehn und einigen hundert. Die Dauer von rund 70 % der Kurzunterbrechungen beträgt weniger als eine Sekunde.

5.2.5 Lange Unterbrechung der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen beträgt die jährliche Häufigkeit von zufälligen längeren Unterbrechungen der Stromversorgung mit weniger als drei Minuten Ausfalllänge unter 10 und bis zu 50, je nach Region.

5.2.6 Asymmetrie der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen sollen 95 % des 10-minütigen Mittels des Effektivwerts der Negativ-Phasensequenzkomponente (Basiswert) der Versorgungsspannung im Bereich zwischen 0 % und 2 % der Positiv-Phasensequenzkomponente (Basiswert) liegen. In einigen Bereichen in denen besonders viele Ein- und Zweiphasenanlagen im Netz vorhanden sind, kann die Asymmetrie bis ca. 3 % an der Dreiphasenstromversorgung betragen.

5.2.7 THD-Spannung und Oberwellen

Über eine Woche sollen unter normalen Betriebsbedingungen 95 % des 10-minütigen Mittels des für jede individuelle Oberwellenspannung kleiner gleich dem in der folgenden Tabelle angegebenen Wert sein.

Darüber hinaus müssen die THD_U Werte der Versorgungsspannung (einschließlich aller Oberwellen bis zur 40. Ordnung) kleiner gleich 8 % sein.

Tabelle 5.6: Werte individueller Oberwellenspannungen im Netz

Ungerade Vielfache				Gerade Vielfache	
Vielfache von 3		Vielfache von 3			
h-te Ordnung	Relativspannung (U _{Nom})	h-te Ordnung	Relativspannung (U _{Nom})	h-te Ordnung	Relativspannung (U _{Nom})
5	6,0 %	3	5,0 %	2	2,0 %
7	5,0 %	9	1,5 %	4	1,0 %
11	3,5 %	15	0,5 %	6..24	0,5 %
13	3,0 %	21	0,5 %		
17	2,0 %				
19	1,5 %				
23	1,5 %				
25	1,5 %				

5.2.8 Flickerstärke

Während einer Woche soll über 95 % der Zeit unter normalen Betriebsbedingungen die langfristige Flickerstärke aufgrund von Spannungsschwankungen $P_t \leq 1$ betragen.

5.2.9 PowerQ4-Recordereinstellung für die Prüfung gemäß EN 50160

PowerQ4 ist in der Lage, Prüfungen gem. EN 50160 für alle in den vorstehenden Abschnitten beschriebenen Werte durchzuführen. Zur Vereinfachung des Vorgehens verfügt PowerQ4 über eine entsprechende Recorderkonfiguration (EN510160). Standardmäßig sind alle Stromparameter (RMS, THD, etc.) auch in der Prüfung enthalten, wodurch zusätzliche Informationen für die Prüfung geliefert werden können. Darüber hinaus kann der Benutzer bei der Spannungsanalyse gleichzeitig andere Parameter aufzeichnen, etwa Leistungs-, Energie und Stromoberwellenwerte.

Zur Sammlung von Spannungsereignissen während der Aufzeichnung müssen die Optionen Inkl. Aktuelle Ereign. im Aufzeichnung aktiviert sein. Spannungsereignisse einstellen, s. Abschnitt 3.12.2.

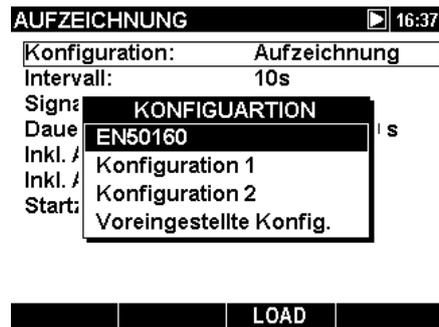


Abbildung 5.12: Vordefinierte EN50160-Recorderkonfiguration

Nach Abschluss der Aufzeichnung wird die Prüfung nach EN 50160 mit der PowerView Software *durchgeführt*. Details finden Sie im Handbuch für PowerView.

6 Technische Daten

6.1 Allgemeine Angaben

Zulässiger Betriebstemperaturbereich:	-10 °C ÷ +50 °C
Zulässiger Lagertemperaturbereich:	-20 °C ÷ +70 °C
Max. Feuchte:	95 % RF (0 °C ÷ 40 °C), nicht kondensierend
Verschmutzungsgrad:	2
Schutzklasse	Doppelte Isolierung
Überspannungskategorie:	CAT IV 600 V / CAT III 1000 V
Schutzklasse:	IP 42
Abmessungen:	(220 x 115 x 90) mm
Gewicht (ohne Zubehör):	0,65 kg
Display:	Grafische Flüssigkristallanzeige (LCD) mit Hintergrundbeleuchtung, 320 x 200 Punkte.
Speicher:	8 MByte Flash-Speicher
Batterien:	6 x 1,2 V NiMh wiederaufladbare AA Batterien Ausreichend für eine Betriebsdauer von bis zur 15 Stunden*
Externes Gleichstromnetzteil:	12 V, 1 A min.
Maximale Leistungsaufnahme:	150 mA – ohne Batterien 1 A – beim Laden von Batterien
Batterieladezeit:	4 Stunden *
Kommunikation:	USB 1.0 Standard USB-Anschluss, Typ B 2400 Baud ÷ 921600 Baud RS-232 8-poliger PS/2 – Anschluss 2400 Baud ÷ 115200 Baud

* Ladezeit und Betriebsstundenzahl für Batterien mit einer Nennkapazität von 2500 mAh

6.2 Messungen

Anmerkung: Um die in diesem Abschnitt angegebene Auflösung und Genauigkeit zu erhalten, müssen die Messdaten mithilfe von PowerView (Wellenform-Momentanwert oder Leitungsansicht) beobachtet werden. Die Auflösung der Grafikanzeige von

PowerQ4 ist aufgrund des zur Verfügung stehenden Raumes begrenzt. Verbesserte Sichtbarkeit der Messungen erhält man am PC mit PowerView (größere Schriften und mehr Raum zwischen den Messungen).

6.2.1 Allgemeine Beschreibung

Max. Eingangsspannung (Phase Neutral):	– 1000 V _{RMS}
Max. Eingangsspannung (Phase Phase):	– 1730 V _{RMS}
Eingangsimpedanz Phase - Neutral:	6 MΩ
Eingangsimpedanz Phase – Phase:	6 MΩ
AD-Wandler	16 Bit 8 Kanäle, Simulatanabtastung
Referenztemperatur	23 °C ± 2 °C
Temperatureinfluss	60 ppm/°C

ANMERKUNG: Das Instrument verfügt über 3 Spannungsmessbereiche. Der Messbereich ist entsprechend der Nennspannung des Netzes anhand der folgenden Tabelle auszuwählen.

Nominale Phasenspannung: U _{Nom}	Empfohlener Spannungsmessbereich
50 V ÷ 110 V	Spannungsmessbereich 1: 50 V ÷ 110 V (L-N)
110 V ÷ 240 V	Spannungsmessbereich 2: 110 V ÷ 240 V (L-N)
240 V ÷ 1000 V	Spannungsmessbereich 3: 240 V ÷ 1000 V (L-N)

Nominale Spannung Phase zu Phase: U _{Nom}	Empfohlener Spannungsmessbereich
86 V ÷ 190 V	Spannungsmessbereich 1: 89 V ÷ 190 V (L-L)
190 V ÷ 414 V	Spannungsmessbereich 2: 190 V ÷ 414 V (L-L)
415 V ÷ 1730 V	Spannungsmessbereich 3: 240 V ÷ 1730 V (L-L)

ANMERKUNG: Stellen Sie sicher, dass alle Spannungsklemmen während der Mess- und Protokollierungsperiode angeschlossen sind. Nicht verbundene Spannungsklemmen führen zu elektromagnetischen Störungen (EMI) und können falsche Ereignisse auslösen. Es wird empfohlen, sie mit dem Neutralleitereingang des Instruments zu verbinden.

6.2.2 Phasenspannungen

U_{pRms} , p : [1, 2, 3, 4, N]

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
Messbereich 1: 20 V _{RMS} ÷ 150,0 V _{RMS}	10 mV	0,2 % U _{RMS}	1,5 min.
Messbereich 2: 50 V _{RMS} ÷ 360 V _{RMS}	100 mV		
Messbereich 3: 200 V _{RMS} ÷ 1500 V _{RMS}			

$U_{pRms(1/2)}$ p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
Messbereich 1: 20 V _{RMS} ÷ 150,0 V _{RMS}	10 mV	0,5 % U _{RMS}	1,5 min.
Messbereich 2: 50 V _{RMS} ÷ 360 V _{RMS}			
Messbereich 3: 200 V _{RMS} ÷ 1500 V _{RMS}			

 Cf_{Up} , p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1 ÷ 2,5	0,01	5 % Cf _U

 U_{pPk} : p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Messbereich 1: 20 V ÷ 255 Vpk	100 mV	0,5 % U _{Pk}
Messbereich 2: 50 V ÷ 510 Vpk		0,5 % U _{Pk}
Messbereich 3: 200 V ÷ 2250 Vpk		0,5 % U _{Pk}

6.2.3 Leiterspannungen **U_{pgRms} , pg: [12, 23, 31], AC+DC**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
Messbereich 1: 20 V _{RMS} ÷ 260 V _{RMS}	100 mV	0,25 % U _{RMS}	1,5 min.
Messbereich 2: 47 V _{RMS} ÷ 622 V _{RMS}			
Messbereich 3: 346 V _{RMS} ÷ 2600 V _{RMS}			

 $U_{pRms(1/2)}$ pg: [12, 23, 31], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
Messbereich 1: 20 V _{RMS} ÷ 260 V _{RMS}	10 mV	0,5 % U _{RMS}	1,5 min.
Messbereich 2: 47 V _{RMS} ÷ 622 V _{RMS}			
Messbereich 3: 346 V _{RMS} ÷ 2600 V _{RMS}			

 Cf_{Upg} , pg: [12, 23, 31], AC+DC

Mess-Bereich	Auflösung	Genauigkeit
1 ÷ 2,5	0,01	5 % Cf _U

 U_{pgPk} , pg: [12, 23, 31], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Messbereich 1: 20 V ÷ 442 Vpk	100 mV	0,5 % U _{Pk}
Messbereich 2: 47 V ÷ 884 Vpk		
Messbereich 3: 346V ÷ 3700 Vpk		

6.2.4 Strom

Eingangsimpedanz: 100 kΩ

 I_{pRms} , p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
-------------	-----------	-------------	--------------

Messbereich 1: 50,0 mV _{RMS} ÷ 200 mV _{RMS}	100 µV	0,25 %	1,5 min.
Messbereich 2: 50,0 mV _{RMS} ÷ 2 V _{RMS}		0,25 %	

Scheitelwert I_{pPk} , I_{Npk} , p : [1, 2, 3, 4, N], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Messbereich 1: 50 mV ÷ 280 mV _{RMS}	100 µV	2 %
Messbereich 2: 50 mV ÷ 3 V _{pk}		2%

 $I_{p\frac{1}{2}Rms}$, p : [1, 2, 3, 4, N], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
Messbereich 1: 20,0 mV _{RMS} ÷ 200 mV _{RMS}	100 µV	1 %	1,5 min.
Messbereich 2: 20,0 mV _{RMS} ÷ 2 V _{RMS}		1 %	

Crest-Faktor Cf_{Ip} p : [1, 2, 3, 4, N], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1 ÷ 10	0,01	5 %

Genauigkeit bei der Messung mit Stromzangen

Messzubehör	Messbereich	Gesamtgenauigkeit Strommessung
A 1033	1000 A	20 A ÷ 1000 A 1,3 %
A 1227	3000 A	300 A ÷ 6000 A 1,5 %
	300 A	30 A ÷ 600 A 1,5 %
	30 A	3 A ÷ 60 A 1,5 %
A 1122	5 A	100 mA ÷ 5 A 1,3 %

Anmerkung: Berechnung der Gesamtgenauigkeit wie folgt:

$$\text{SystemUnsi cherheit} = 1,15 \cdot \sqrt{\text{PowerQ4Uns icerh}^2 + \text{ZangenUnsi cherh}^2}$$

6.2.5 Frequenz

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
10,00 Hz ÷ 70,00 Hz	2 mHz	± 10 mHz

6.2.6 Flickermessung

Fl.-Typ	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit *
P_{It1min}	0,4 ÷ 4	0,001	5 % P_{It1min}
P_{st}	0,4 ÷ 4	0,001	5 % P_{st}
P_{It}	0,4 ÷ 4	0,001	5 % P_{It}

- nur garantiert im Frequenzbereich von 49 ÷ 51 Hz

6.2.7 Leistung

	Messbereich (W, VAr, VA)	Auflösung	Genauigkeit
$\frac{W}{VA}$	ohne Stromzangen	4 Digits	± 0,5 %
	0,000 k ÷ 999,9 M		

	Mit A 1227 Flex Clamps 3000A	0,000 k ÷ 999,9 k		± 1,5 %
	Mit A 1033 1000 A	000,0 k ÷ 999,9 k		± 1,3 %
Blindleistung Q**	ohne Stromzangen	0,000 k ÷ 999,9 M	4 Digits	± 0,5 %
	Mit A 1227 Flex Clamps	0,000 k ÷ 999,9 k		± 1,5 %
	Mit A 1033 1000 A	000,0 k ÷ 999,9 k		± 1,3 %
Scheinleistung S***	ohne Stromzangen	0,000 k ÷ 999,9 M	4 Digits	± 0,5 %
	Mit A 1227 Flex Clamps	0,000 k ÷ 999,9 k		± 1,5 %
	Mit A 1033 1000 A	000,0 k ÷ 999,9 k		± 1,3 %

*Genauigkeitswerte gelten nur für $\cos \varphi \geq 0,80$, $I \geq 10 \% I_{Nom}$ und $U \geq 80 \% U_{Nom}$

**Genauigkeitswerte gelten nur für $\sin \varphi \geq 0,50$, $I \geq 10 \% I_{Nom}$ und $U \geq 80 \% U_{Nom}$

***Genauigkeitswerte gelten nur für $\cos \varphi \geq 0,50$, $I \geq 10 \% I_{Nom}$ und $U \geq 80 \% U_{Nom}$

6.2.8 Leistungsfaktor (Pf)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-1,00 ÷ 1,00	0,01	± 0,02

6.2.9 Verschiebungsfaktor (Cos φ)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00 ÷ 1,00	0,01	± 0,02

6.2.10 Energie

		Messbereich (Wh, VArh, VAh)	Auflösung	Genauigkeit
Wirkenergie eP*	ohne Stromzangen	1 ÷ 9 G	12 Digits	± 0,5 %
	Mit A 1227 Flex Clamps	1 ÷ 9 G		± 1,4 %
	Mit A 1033 1000 A	1 ÷ 9 G		± 1,3 %
Blindleistung eQ**	ohne Stromzangen	1 ÷ 9 G	12 Digits	± 0,5 %
	Mit A 1227 Flex Clamps	1 ÷ 9 G		± 1,4 %
	Mit A 1033 1000 A	1 ÷ 9 G		± 1,3 %
Scheinleistung eS***	ohne Stromzangen	1 ÷ 9 G	12 Digits	± 0,5 %
	Mit A 1227 Flex Clamps	1 ÷ 9 G		± 1,4 %
	Mit A 1033 1000 A	1 ÷ 9 G		± 1,3 %

*Genauigkeitswerte gelten nur für $\cos \varphi \geq 0,80$, $I \geq 10 \% I_{Nom}$ und $U \geq 80 \% U_{Nom}$

**Genauigkeitswerte gelten nur für $\sin \varphi \geq 0,50$, $I \geq 10 \% I_{Nom}$ und $U \geq 80 \% U_{Nom}$

***Genauigkeitswerte gelten nur für $\cos \varphi \geq 0,50$, $I \geq 10 \% I_{Nom}$ und $U \geq 80 \% U_{Nom}$

6.2.11 Spannungsoberwellen und Gesamtklirrfaktor (THD)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$U_{hN} < 3 \% U_{Nom}$	10 mV	0,15 % U_{Nom}
$3 \% U_{Nom} < U_{hN} < 20 \% U_{Nom}$	10 mV	5 % U_{hN}

U_{Nom} : Nennspannung (RMS)

U_{hN} : gemessener Oberwellenstrom

n: Oberwelle 1. ÷ 50. Ordnung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$0 \% U_{Nom} < THD_U < 20 \% U_{Nom}$	0,1 %	$\pm 0,3$

U_{Nom} : Nennspannung (RMS)

6.2.12 Stromoberwellen und Gesamtklirrfaktor (THD)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$I_{hN} < 10 \% I_{Nom}$	10 mV	0,15 % I_{Nom}
$10 \% I_{Nom} < I_{hN} < 100 \%$	10 mV	5 % I_{hN}

I_{Nom} : Nennstrom (RMS)

I_{hN} : gemessener Oberwellenstrom

n: Oberwelle 1. ÷ 50. Ordnung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$0 \% I_{Nom} < THD_I < 100 \% I_{Nom}$	0,1 %	$\pm 0,6$
$100 \% I_{Nom} < THD_I < 200 \% I_{Nom}$	0,1 %	$\pm 1,5$

I_{Nom} : Nennstrom (RMS)

6.2.13 Asymmetrie

	Asymmetrie-Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$\frac{u^-}{u^0}$	0,5 % ÷ 5,0 %	0,1 %	0,15 %
$\frac{i^-}{i^0}$			
$\frac{i^-}{i^0}$	0,0 % ÷ 17 %	0,1 %	1 %

6.2.14 Zeit- und Dauer-Genauigkeit

Ungenauigkeit der Echtzeituhr (RTC)

Betriebsbereich	Genauigkeit	
-20 °C ÷ +70 °C	$\pm 3,5$ ppm	0,3 s pro Tag
0 °C ÷ +40 °C	$\pm 2,0$ ppm	0,17 s pro Tag

Ereignisdauer- und Recorder-Zeitstempel-Ungenauigkeit

	Messbereich	Auflösung	Fehler
Ereignisdauer	30 ms ÷ 7 Tage	1 msec	± 1 Zyklus

6.3 Erfüllte Normen

6.3.1 Das Gerät erfüllt die Norm IEC 61557-12

Allgemeine und wichtige Funktionsmerkmale

Netzqualitätsbewertungsfunktion	-S
Klassifizierung nach 4.3	SD Indirekte Strommessung und direkte Spannungsmessung
	SS Indirekte Strommessung und indirekte Spannungsmessung
Temperatur	K50
Feuchte + Höhe ü. NN	Standard

Messfunktionalität

Funktionssymbole	Klasse nach Maßgabe v. IEC 61557-12	Messbereich	Messverfahren IEC 61000-4-30 Klasse
P	1	5 % ÷ 200% $I_{Nom}^{(1)}$	
Q	1	5 % ÷ 200% $I_{Nom}^{(1)}$	
S	1	5 % ÷ 200% $I_{Nom}^{(1)}$	
eP	1	5 % ÷ 200% $I_{Nom}^{(1)}$	
eQ	2	5 % ÷ 200% $I_{Nom}^{(1)}$	
eS	1	5 % ÷ 200% $I_{Nom}^{(1)}$	
PF	0,5	- 1 ÷ 1	
f	0,02	10 Hz ÷ 70 Hz	S
I, I _N	0,5	5 % I_{Nom} ÷ 200 % I_{Nom}	S
U	0,2	20 V ÷ 1000 V	S
P _{st} , P _{It}	5	0,4 ÷ 4	S
U _{dip} , U _{SWI}	0,5	5 V ÷ 1500 V	S
U _{int}	0,5	0 V ÷ 100 V	A
u ⁻ , u ⁰	0,2	0,5 % ÷ 17 %	A
Uh _n	1	0 % ÷ 20 % U_{Nom}	S
THD _u	1	0 % ÷ 20 % U_{Nom}	S
Ih _n	1	0 % ÷ 100 % I_{Nom}	A
THD _i	2	0 % ÷ 100 % I_{Nom}	A

(1) - Messbereich ist vom Stromsensor abhängig. Allerdings ist nach IEC 61557-12 der Messbereich wie folgt, wenn der Stromsensor I_{Nom} als $I_{Nom} = k \cdot A/V$ definiert: 2 % I_{Nom} ÷ 200 % I_{Nom} .

6.3.2 Erfüllung der Norm IEC 61000-4-30

IEC 61000-4-30 Abschnitt und Parameter	PowerQ4 Parameter	Klasse	Messverfahren - IEC 61000-4-30 Abschnitt	Ungenauigkeit	Messbereich ⁽¹⁾	Einfluss Größenordnung ⁽²⁾	Aggregation S-Verfahren ⁽³⁾
5.1 Frequenz	freq	S	5.1.1	± 10 mHz	10 Hz ~ 70 Hz	40 Hz ÷ 70 Hz	Arithm. Mittel
5.2 Größenordnung des Eintrags	U _{Rms}	S	5.2.1	± 0,5 % von U _{Nom}	10 %~150 % U _{Nom}	10 %~150 % U _{Nom}	RMS
5.3 Flicker	P _{st}	S	5.3.1	5 % ⁽⁴⁾	0,4 ~ 4,0	0 ~ 10	IEC 61000-4-15
5,4 Einbrüchen und Überspannungen	U _{Dip} , U _{Swell} Dauer	S	5.4.1	0,5 % ± 1 Zyklus	> 10 % U _{Nom} 1,5 Zyklus ~ 7 Tage	—	—
5,5 Unterbrechungen	U _{Int} Dauer	S	5.4.1	0,5 % ± 1 Zyklus	< 150 % U _{Nom} 1,5 Zyklus ~ 7 Tage	—	—
5,7 Asymmetrie	u ⁻ , u ⁰	A	5.7.1	± 0,15 %	0,5 % ~5 %	0 % ~ 5 %	RMS (quadr. Mittel)
5,8 Spannungsoberwellen	U _{hN}	S	5.8.1	IEC 61000-4-7 Klasse II	0 % ÷ 20 % U _{Nom}	0 % ÷ 20 % U _{Nom}	RMS (quadr. Mittel)
A.6.3 Stromgröße	I _{Rms}	S	A.6.3.1	0,5 %	2 % ÷ 200 % I _{Nom}	2 % ÷ 200 % I _{Nom}	RMS (quadr. Mittel)
A.6.4 Oberwellenströme	I _{hn}	A	A.6.5	IEC 61000-4-7 Klasse II	0 % ÷ 40 % I _{Nom}	0 % ÷ 40 % I _{Nom}	RMS (quadr. Mittel)
A.6.4 Einschaltspitzenstrom	I _{½Rms}	S	A.6.4.1	1 %	2 % ÷ 200 % I _{Nom}	—	—

- (1) Das Instrument erfüllt die Anforderungen hinsichtlich der Unsicherheit von Signalen im Messbereich.
- (2) Das Instrument toleriert Signale im Einflussgrößenbereich ohne Vergrößerung der Unsicherheit anderer Parameter bei der Messung und ohne Beschädigung des Instruments.
- (3) Berechnung des quadratischen Mittels entsprechend IEC 61000-4-30 Abschnitte 4.4 und 4.5, Berechnung des arithmetischen Mittels entsprechend Abschnitt 5.1.13 in diesem Handbuch.
- (4) nur garantiert im Frequenzbereich von 49 ÷ 51 Hz

6.4 Wartung

6.4.1 Einsetzen der Batterien in das Instrument

1. Sicherstellen, dass der Netzadapter/das Ladegerät und Messleitungen abgezogen sind und das Gerät ausgeschaltet ist.
2. Batterien wie in der folgenden Abbildung einlegen (Batterien korrekt gepolt einlegen, sonst funktioniert das Gerät nicht, und die Batterien könnten entladen oder beschädigt werden).

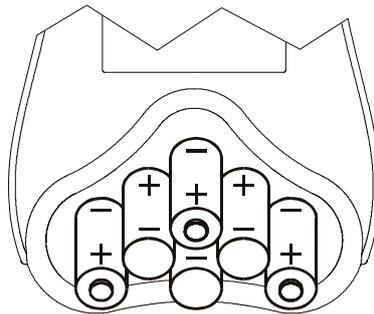


Abbildung 6.1: Batteriewechsel

3. Display-Seite des Geräts so nach unten drehen, dass das Batteriefach nach oben zeigt und (s. folgende Abbildung) und die Abdeckung auf die Batterien legen.

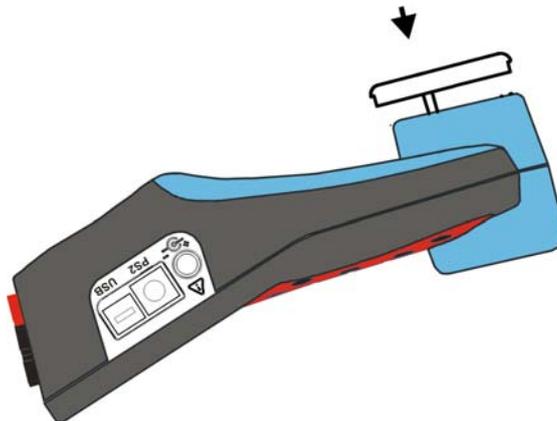


Abbildung 6.2: Schließen des Batteriefachs

4. Instrumentenabdeckung verschrauben.
Wenn das Instrument über einen längeren Zeitraum nicht benutzt wird, alle Batterien aus dem Batteriefach nehmen. Die mitgelieferten Batterien können das Gerät ca. 15 Stunden versorgen.

Warnungen!

- Wenn Batteriezellen ausgewechselt werden müssen, Gerät vor Öffnung der Batteriefachabdeckung ausschalten.
- Im Inneren des Geräts bestehen gefährliche Spannungen. Vor Abnahme der Batteriefachabdeckung alle Prüflleitungen abklemmen und das Stromversorgungskabel abziehen.
- Nur das vom Hersteller oder Händler des Prüfgeräts gelieferte Netzteil/Ladegerät verwenden, um mögliche Brände oder Stromschlag zu vermeiden.
- Es werden wiederaufladbare NiMh-Batterien (Größe AA) empfohlen. Ladezeit und Betriebsstundenzahl entsprechen der von Batterien mit einer Nennkapazität von 2500 mAh.
- Explosionsgefahr: Keine Standardbatterien verwenden, wenn das Instrument am Netzteil bzw. das Batterieladegerät angeschlossen ist, da die Batterien explodieren können!
- Keinesfalls verschiedenartige Batterietypen und -marken bzw. Batterien unterschiedlichen Alters oder Ladezustands gleichzeitig einsetzen.
- Beim erstmaligen Laden der Batterien sicherstellen, die Batterien mindestens 24 Stunden lang laden, bevor das Instrument eingeschaltet wird.

6.4.2 Batterien

Das Instrument enthält wiederaufladbare NiMh-Batterien. Die Batterien müssen durch Batterien des gleichen Typs ersetzt werden. Die Batterietypangabe finden Sie auf dem Etikett im Batteriefach oder in diesem Handbuch.

Wenn die Notwendigkeit des Batterieaustauschs besteht, müssen alle sechs Batterien auf einmal ausgewechselt werden. Es muss sichergestellt sein, dass die Batterien mit der richtigen Polarität eingelegt werden; eine falsche Polarität kann die Batterien und/oder das Gerät beschädigen.

Möglicherweise bestehen besondere Umweltschutzvorschriften für die Entsorgung der Batterien. Diese müssen befolgt werden.

Vorkehrungen für das Aufladen von neuen Batterien oder von Batterien, die längere Zeit nicht benutzt wurden

Während des Ladens neuer Batterien oder von Batterien, die über eine längere Zeit (mehr als 3 Monate) nicht benutzt wurden, können unvorhersehbare chemische Prozesse auftreten. NiMH- und NiCd-Batterien sind auf unterschiedliche Weise betroffen (man nennt den Effekt auch Memory-Effekt). Infolgedessen kann die Betriebszeit des Instruments bei den ersten Lade-/Entlade-Zyklen wesentlich verkürzt sein.

Daher wird Folgendes empfohlen:

- Vollständiges Laden der Batterien
- Vollständiges Entladen der Batterien (kann durch normales Arbeiten mit dem Instrument geschehen).
- Mindestens zweimalige Wiederholung des Lade-/Entlade-Zyklus' (vier Zyklen werden empfohlen).

Bei der Verwendung externer, intelligenter Batterieladegeräte wird automatisch ein Entlade-/Lade-Zyklus durchgeführt.

Nach Durchführung dieses Verfahrens ist die normale Batteriekapazität wiederhergestellt. Die Betriebszeit des Instruments entspricht nun den Angaben in den technischen Daten.

Hinweise

Das Ladegerät im Instrument ist ein so genanntes Zellenpack-Ladegerät. Das bedeutet, dass die Batterien während des Ladens in Reihe geschaltet sind. Daher müssen alle Batterien in ähnlichem Zustand vorliegen (ähnlicher Ladezustand, gleicher Typ und gleiches Alter).

Eine einzige Batterie im schlechten Zustand (oder eine von einem anderen Typ) kann eine untaugliche Ladung des gesamten Batteriepacks bewirken (Erwärmung des Batteriepacks, wesentlich verkürzte Betriebszeit).

Wenn nach Durchführung mehrerer Lade-/Entladezyklen keine Verbesserung erreicht wird, sollte der Zustand der einzelnen Batterien bestimmt werden (durch Vergleich der Batteriespannungen, deren Überprüfung in einem Zellenladegerät etc.). Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich nur einige der Batterien verschlechtert haben.

Die oben beschriebenen Effekte dürfen nicht mit der normalen Minderung der Batteriekapazität über die Zeit verwechselt werden. Alle aufladbaren Batterien verlieren durch wiederholte Ladung/Entladung einiges an ihrer Kapazität. Die tatsächliche Kapazitätsverminderung als Funktion der Ladezyklen hängt vom Batterietyp ab und wird in den technischen Daten des Batterieherstellers angegeben.

6.4.3 Betrachtungen zur Stromversorgung

Warnungen

- Nur das vom Hersteller mitgelieferte Ladegerät verwenden.
- Das Netzteil NICHT anschließen, wenn nicht aufladbare Standardbatterien eingelegt sind!

Bei Verwendung des vom Hersteller gelieferten Netzteils/Ladegeräts ist das Instrument sofort nach dem Einschalten betriebsbereit. Gleichzeitig werden die Batterien geladen. Die Nennladezeit beträgt 4 Stunden.

Die Batterien werden immer geladen, wenn das Netzteil/Ladegerät am Instrument angeschlossen ist. Ein eingebauter Schutzstromkreis steuert den Ladevorgang und gewährleistet die maximale Lebensdauer der Batterien.

Bleibt das Gerät länger als 2 Minuten ohne Batterien und Ladegerät werden die Uhrzeit- und Datumseinstellung zurückgesetzt.

6.4.4 Reinigung

Zur Reinigung der Geräteoberfläche ist ein weiches Tuch zu benutzen, das leicht mit Seifenwasser oder Alkohol angefeuchtet ist. Das Gerät ist danach vor der Benutzung vollständig abtrocknen zu lassen.

- **Keine auf Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen verwenden!**
- **Keine Reinigungsflüssigkeit über das Instrument schütten!**

6.4.5 Periodische Kalibrierung

Für korrekte Messungen ist die regelmäßige Kalibrierung des Geräts wichtig. Bei häufiger täglicher Benutzung wird eine Kalibrierung alle sechs Monate empfohlen. Ansonsten reicht eine jährliche Kalibrierung aus.

6.4.6 Service

Für Garantie- und sonstige Reparaturen wenden Sie sich bitte an Ihren Lieferanten.

6.4.7 Fehlerbehebung

Wenn die *Esc*-Taste beim Einschalten des Geräts gedrückt ist, schaltet sich das Gerät nicht ein. Sie müssen die Batterien entnehmen und wieder einlegen. Danach schaltet sich das Gerät wieder normal ein.

Herstelladresse:

METREL d.d.
Ljubljanska 77,
SI-1354 Horjul,
Slovenien

Tel.: +(386) 1 75 58 200
Fax: +(386) 1 75 49 095
E-Mail: metrel@metrel.si
<http://www.metrel.si>