



Energy Master
MI 2883
Bedienungsanleitung
Version 2.1.1, Code No. 20 752 560

Händler

ROTEC

Immer
gut beraten.

ROTEC Vertriebsgesellschaft
für Elektrotechnik mbH

Jurastraße 5
73119 Zell u.A.
Deutschland

T **+49 (0) 7164 903 402-0**
F **+49 (0) 7164 903 402-39**
info@rotec-gmbh.com
www.rotec-gmbh.com

Hersteller

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
SI1354 Horjul
Slovenia

web Seite: <http://www.metrel.de>
e-mail: metrel@metrel.si



Das Kennzeichen auf Ihrem Gerät bescheinigt, dass es die Anforderungen der EU (Europäische Union) an Sicherheit und Interferenzen verursachende Geräte erfüllt

© 2015 Metrel

Diese Veröffentlichung darf ohne schriftliche Genehmigung durch METREL weder vollständig noch teilweise vervielfältigt oder in sonstiger Weise verwendet werden.

1	Einleitung.....	7
1.1	Hauptmerkmale.....	8
1.2	Sicherheitsaspekte.....	8
1.3	Geltende Normen.....	9
1.4	Abkürzungen.....	11
2	Beschreibung.....	21
2.1	Bedienfeld auf der Vorderseite.....	21
2.2	Anschlussfeld.....	22
2.3	Ansicht der Rückseite.....	23
2.4	Zubehör.....	23
2.4.1	Standardzubehör.....	23
2.4.2	Optionales Zubehör.....	23
3	Bedienung des Geräts.....	24
3.1	Statusleiste des Geräts.....	25
3.2	Gerätetasten.....	26
3.3	Gerätespeicher (MicroSD-Karte).....	27
3.4	Hauptmenü des Geräts.....	28
3.4.1	Untermenüs des Geräts.....	28
3.5	U, I, f.....	30
3.5.1	Messgerät.....	30
3.5.2	3.5.2 Oszilloskop.....	32
3.5.3	Trend.....	34
3.6	Leistung.....	36
3.6.1	Messgerät.....	37
3.6.2	Trend.....	39
3.7	Energie.....	43
3.7.1	Messgerät.....	43
3.7.2	Trend.....	44
3.7.3	Effizienz.....	45
3.8	Harmonische / Zwischenharmonische.....	47
3.8.1	Messgerät.....	48
3.8.2	Histogramm (Balken).....	50
3.8.3	Histogramm für Durchschnitt der Harmonischen (Durchschn Balk).....	52
3.8.4	Trend.....	54
3.9	Flicker.....	56
3.9.1	Messgerät.....	56
3.9.2	Trend.....	57
3.10	Phasendiagramm.....	59
3.10.1	Phasendiagramm.....	59
3.10.2	Unsymmetriediagramm.....	60
3.10.3	Trend der Unsymmetrie.....	61
3.11	Temperatur.....	62
3.11.1	Messgerät.....	63
3.11.2	Trend.....	63
3.12	Unterabweichung und Überabweichung.....	64
3.12.1	Messgerät.....	64
3.12.2	Trend.....	66
3.13	Netzsignale.....	67
3.13.1	Messgerät.....	68
3.13.2	Trend.....	68

3.13.3	Tabelle	70
3.14	Allgemeiner Rekorder.....	71
3.15	Ereignistabelle	73
3.16	Alarmtabelle	78
3.17	Tabelle für Schnelle Spannungsänderungen (RVC)	80
3.18	Speicherliste	81
3.18.1	Allgemeine Aufzeichnung.....	82
3.18.2	Momentaufnahme von der Wellenform.....	86
3.19	Untermenü Messeinstellungen.....	88
3.19.1	Anschlusseinrichtung	88
3.19.2	Ereigniseinrichtung.....	93
3.19.3	Alarmeinrichtung	95
3.19.4	Netzsignaleinrichtung.....	96
3.19.5	Einrichtung Schnelle Spannungsänderungen (RVC)	97
3.20	Untermenü Allgemeine Einstellungen.....	98
3.20.1	Uhrzeit & Datum.....	98
3.20.2	Uhrzeit & Datum.....	99
3.20.3	Sprache	99
3.20.4	Angaben zum Gerät	100
3.20.5	Sperren/Entsperren.....	100
3.20.6	Farbmodell	102
4	Aufzeichnungspraxis und Geräteanschluss	104
4.1	Messkampagne.....	104
4.2	Anschlusseinrichtung	108
4.2.1	Anschluss an Niederspannungssysteme	108
4.2.2	Anschluss an Mittel- oder Hochspannungssysteme	113
4.2.3	Auswahl der Stromzangen und Einstellen des Wandlungsverhältnisses.....	114
4.2.4	Anschluss des Temperaturmessfühlers.....	118
4.2.1	Druckunterstützung	118
4.3	Verbindung des Remote-Geräts zu PowerView v3.0.....	120
4.4	Anzahl der gemessenen Parameter und Zusammenhänge mit der Anschlussarten	129
5	Theorie und interne Funktionsweise	131
5.1	Messverfahren	131
5.1.1	Aggregation der Messungen über Zeitintervalle	131
5.1.2	Spannungsmessung (Ausmaß des Versorgungsspannung).....	132
5.1.3	Strommessung (Ausmaß des Versorgungsstroms)	132
5.1.4	Frequenzmessung	133
5.1.5	Leistungsmessung IEC 1459-2010	133
5.1.6	Energie	139
5.1.7	Harmonische und Zwischenharmonische	140
5.1.8	Netzsignale	143
5.1.9	Flicker	143
5.1.10	Unsymmetrien bei Spannung und Strom.....	144
5.1.11	Unterabweichung und Überabweichung.....	145
5.1.12	Spannungsereignisse.....	146
5.1.13	Alarime	150
5.1.14	Schnelle Spannungsänderungen (RVC).....	151
5.1.15	Datenaggregation in der ALLGEMEINEN AUFZEICHNUNG.....	152
5.1.16	Markierte Daten	156

5.1.17	Momentaufnahme von der Wellenform.....	157
5.2	Überblick über die Norm EN 50160	157
5.2.1	Netzfrequenz.....	158
5.2.2	Schwankungen der Versorgungsspannung	158
5.2.3	Unsymmetrie der Versorgungsspannung	158
5.2.4	THD der Spannung und Harmonische.....	159
5.2.5	Zwischenharmonische Spannung	159
5.2.6	Netzsignalübertragung auf der Versorgungsspannung.....	159
5.2.7	Flickerstärke.....	160
5.2.8	Spannungseinbrüche	160
5.2.9	Spannungsüberhöhungen	161
5.2.10	Kurze Unterbrechungen der Versorgungsspannung.....	161
5.2.11	Lange Unterbrechungen der Versorgungsspannung	161
5.2.12	Rekorder Einstellungen des Power Master für die EN 50160- Analyse	161
6	Technische Daten	163
6.1	Allgemeine Angaben	163
6.2	Messungen	163
6.2.1	Allgemeine Beschreibung.....	163
6.2.2	Phasenspannungen	164
6.2.3	Leiterspannungen	165
6.2.4	Strom	165
6.2.5	Frequenz.....	167
6.2.6	Flicker	167
6.2.7	Zusammengesetzte Leistung	167
6.2.8	Grundfrequente Leistung.....	168
6.2.9	Nicht-Grundfrequente Leistung	169
6.2.10	Leistungsfaktor (LF)	170
6.2.11	Verschiebungsfaktor (VF) oder $\cos \varphi$	170
6.2.12	Energie	170
6.2.13	Harmonische und THD der Spannung.....	171
6.2.14	Strom Harmonische, THD und k-Faktor	171
6.2.15	Zwischenharmonische der Spannung	171
6.2.16	Zwischenharmonische des Stroms.....	171
6.2.17	Netzsignale	172
6.2.18	Unsymmetrie.....	172
6.2.19	Überabweichung und Unterabweichung.....	172
6.2.20	Unsicherheit bei Uhrzeit und Dauer.....	172
6.3	Rekorder	173
6.3.1	Allgemeiner Rekorder	173
6.3.2	Momentaufnahme von der Wellenform.....	174
6.4	Einhaltung der Normen	174
6.4.1	Übereinstimmung mit der IEC 61557-12	174
6.4.2	Übereinstimmung mit der IEC 61000-4-30	175
7	Wartung	176
7.1	Einsetzen der Batteriezellen in das Gerät	176
7.2	Batterien.....	177
7.3	Firmware Upgrade	178
7.3.1	Anforderungen	178
7.3.2	Upgrade Prozedur.....	179
7.4	Erläuterungen zur Stromversorgung.....	183

7.5	Reinigung.....	183
7.6	Regelmäßige Kalibrierung.....	184
7.7	Kundendienst.....	184
7.8	Fehlerbeseitigung.....	184

1 Einleitung

Power Master ist ein multifunktionelles Handgerät für die Netzqualitätsanalyse und für Messungen der Energieeffizienz.



Abbildung 1.1: Das Gerät Energy Master

1.1 Hauptmerkmale

- Vollständige Übereinstimmung mit der Norm über die Netzqualität IEC 61000-4-30 Klasse S.
- Einfacher und leistungsfähiger Rekorder mit MicroSD-Speicherkarte (es werden Karten bis zu 32 GB unterstützt).
- 3 Spannungskanäle mit breitem Messbereich: bis zu 1000 Vrms, CAT III / 1000 V, mit Unterstützung für Mittel- und Hochspannungssysteme.
- Gleichzeitige Spannungs- und Stromabtastung (7 Kanäle), 16-Bit-AD-Wandlung für genaue Leistungsmessungen und minimale Phasenverschiebungsfehler.
- 4 Stromkanäle mit Unterstützung für automatische Stromzangenerkennung und Messbereichswahl.
- Erfüllt die Anforderungen der IEC 61557-12 und IEEE 1459 (zusammengesetzte, grundfrequente, nicht grundfrequente Leistung) und IEC 62053-21 (Energie).
- 4,3 Zoll TFT-Farbdisplay.
- Die PC-Software **PowerView v3.0** ist ein wesentlicher Teil des Messsystems und gestattet es auf einfachste Weise, die Messdaten herunterzuladen, anzuschauen und zu analysieren oder Berichte zu drucken.
 - Der PowerView v3.0 Analyser stellt eine einfache, aber leistungsfähige Schnittstelle dar, um die Gerätedaten herunterzuladen und schnelle, intuitive und aussagekräftige Analysen zu erhalten. Die Schnittstelle wurde so organisiert, dass sie eine schnelle Datenauswahl gestattet, indem sie, wie der Windows-Explorer, eine Baumansicht verwendet.
 - Der Benutzer kann die aufgezeichneten Daten einfach herunterladen und in mehreren Standorten mit vielen Unterstandorten oder Plätzen organisieren.
 - Erzeugt Diagramme, Tabellen und Grafiken für Ihre hochqualitative Datenanalyse und erstellt professionelle Druckberichte.
 - Für weitere Analysen können die Daten in andere Anwendungen (z. B. Tabellenkalkulation) exportiert oder kopiert werden bzw. von dort eingefügt werden.
 - Es können mehrere Datenaufzeichnungen gleichzeitig angezeigt und analysiert werden.
 - Fügt verschiedene, erfasste Messdaten zu einer Messung zusammen, synchronisiert die mit verschiedenen Geräten aufgezeichneten Daten mit Zeitausgleich, splittet die erfassten Daten in mehrere Messungen oder extrahiert relevante Daten.

1.2 Sicherheitsaspekte

Um die Sicherheit des Bedieners während der Benutzung der Power Master-Geräte zu gewährleisten und die Risiken einer Beschädigung des Geräts zu minimieren, beachten Sie bitte folgende Warnhinweise:



Das Gerät wurde so konstruiert, dass ein Maximum an Sicherheit für den Bediener gewährleistet wird. Verwenden Sie das Gerät und/oder das Zubehör nicht, wenn eine sichtbare Beschädigung festgestellt wurde!



Verwenden Sie das Gerät und/oder das Zubehör nicht, wenn eine sichtbare Beschädigung festgestellt wurde!



Das Gerät enthält keine Teile, die vom Benutzer zu warten sind. Service oder Einstellarbeiten dürfen nur von einem autorisierten Händler durchgeführt werden!



Es sind alle üblichen Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, um die Gefahr eines elektrischen Schlags während der Arbeiten an elektrischen Anlagen zu vermeiden!



Verwenden Sie nur zugelassenes Zubehör, das bei ihrem Händler erhältlich ist!



Das Gerät enthält wieder aufladbare NiMH-Akkus. Die Batterie-Zellen dürfen nur durch denselben Typ ersetzt werden, der auf dem Schild des Batteriefachs angegeben oder in diesem Handbuch angegeben ist. Verwenden Sie keine normalen Batterien, während der Netzteiladapter/das Ladegerät angeschlossen ist, anderenfalls könnten diese explodieren!



Im Inneren des Geräts herrschen gefährliche Spannungen vor. Trennen Sie alle Messleitungen, entfernen Sie das Netzkabel und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie den Batteriefachdeckel entfernen.



Die Nennspannung zwischen einem Phasenleiter- und dem Neutralleitereingang beträgt 1000 VRMS. Die maximale Nennspannung zwischen Phasenleitern beträgt 1730 VRMS.



Schließen Sie immer die ungenutzten Spannungseingänge (L1, L2, L3) mit dem Neutralleitereingang (N) kurz, um Messfehler und falsche Ereignisauslösung aufgrund von Rauschkopplungen zu vermeiden.



Entfernen Sie die MicroSD-Speicherkarte nicht, während das Gerät Daten aufzeichnet oder liest. Anderenfalls können Schäden an der Aufzeichnung und Kartenfehler auftreten.

1.3 Geltende Normen

Das Energy Master wurde in Übereinstimmung mit folgenden Normen entwickelt und erprobt:

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

EN 61326-2-2 2013

Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen -

Teil 2-2: Besondere Anforderungen - Prüfanordnung, Betriebsbedingungen und Leistungsmerkmale für ortsveränderliche Prüf-, Mess- und Überwachungsgeräte für den Gebrauch in Niederspannungs-Stromversorgungsnetzen

- Emission: Klasse A - Ausrüstung (für industrielle Zwecke)
 - Störfestigkeit für Geräte, die in
-

Industriebetrieben genutzt werden sollen	
<i>Sicherheit</i> (Niederspannungsrichtlinie)	
EN 61010-1 2010	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 61010-2-030 2010	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 2-030: Besondere Anforderungen an Prüf- und Messstromkreise
EN 61010-031 2002 + A1: 2008	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 031: Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum Messen und Prüfen.
EN 61010-2-032 2012	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte Teil 031: Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum Messen und Prüfen.
<i>Messverfahren</i>	
IEC 61000-4-30 2015 Klasse S	Teil 4-30: Prüf- und Messverfahren - Verfahren zur Messung der Spannungsqualität
IEC 61557-12 2007	Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen - Teil 12: Kombinierte Geräte zur Messung und Überwachung des Betriebsverhaltens
IEC 61000-4-7 2002 + A1: 2008	Teil 4-7: Prüf- und Messverfahren - Allgemeiner Leitfaden für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten
IEC 61000-4-15 2010	Teil 4-15: Prüf- und Messverfahren - Flickermeter - Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikationen
IEC 62053-21 2003	Teil 22: Elektronische Wirkverbrauchsähler (Klasse 1 S)
IEC 62053-23 2003	Teil 22: Teil 23: Elektronische Blindverbrauchsähler (Klasse 2)
IEEE 1459 : 2010	IEEE-Standardfestlegungen für die Messung von elektrischen Energiemengen unter sinusförmigen, nicht sinusförmigen, symmetrischen oder nicht symmetrischen Bedingungen
EN 50160 2010	Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen
GOST 54149	Elektrische Energie. Elektromagnetische Verträglichkeit von technischen Geräten. Netzqualitätsgrenzen in öffentlichen

Stromversorgungssystemen

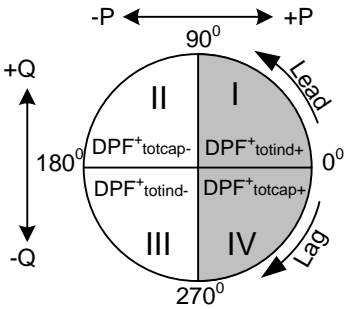
Hinweis zu EN- und IEC-Normen:

Der Text dieses Handbuchs enthält Verweise auf europäische Normen. Alle Normen der Serie EN 6XXXX (z. B. EN 61010) entsprechen den IEC-Normen mit der gleichen Nummer (z. B. IEC 61010) und unterscheiden sich nur durch die ergänzten Teile, welche durch das europäische Harmonisierungsverfahren notwendig sind.

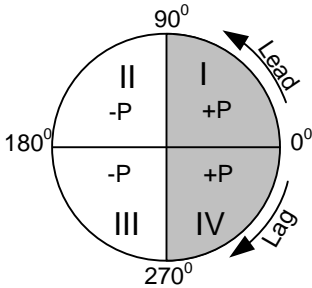
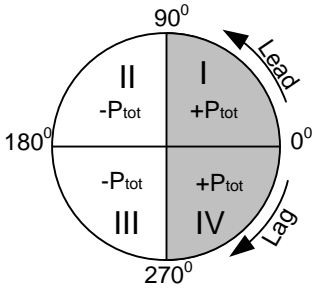
1.4 Abkürzungen

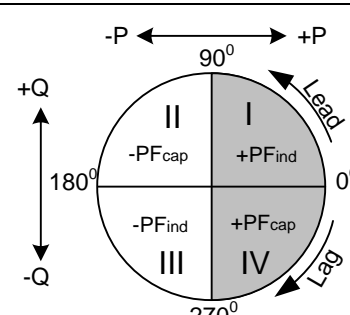
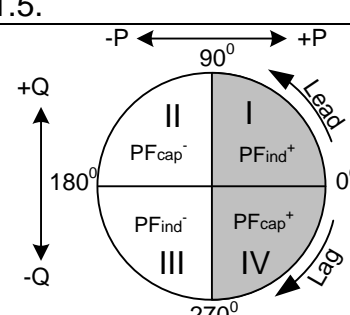
In diesem Dokument werden folgenden Symbole und Abkürzungen verwendet:

SF_I	Stromscheitelfaktor, einschließlich SFI_p (Stromscheitelfaktor der Phase p) und $SFIN$ (Stromscheitelfaktor des Neutralleiters). Für die Definition - siehe 5.1.3.
SF_U	Spannungsscheitelfaktor, einschließlich SFU_{pg} (Spannungsscheitelfaktor, Phase p - Phase g) und SFU_p (Spannungsscheitelfaktor, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.2.
$\pm VF_{ind/kap}$	Momentaner Phasenverschiebungsfaktor (grundfrequent) oder $\cos \varphi$, einschließlich $\pm VF_{p_{ind}}$ (Phasenverschiebung Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter.
$VF_{ind/kap}$	Aufgezeichneter Phasenverschiebungsfaktor (grundfrequent) oder $\cos \varphi$, einschließlich $VF_{p_{ind/kap}}^{\pm}$ (Phasenverschiebung Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$\pm VF_{gesind}^+$ $\pm VF_{geskap}^+$	Momentaner grundfrequenter Leistungsfaktor des Mitsystems. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Für die Definition - siehe 5.1.5.

VF_{gesnd}^{\pm} VF_{geskap}^{\pm}	<p>Aufgezeichneter, effektiver Grundleistungsfaktor.</p> <p>Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet. Für die Definition - siehe 5.1.5.</p> 
DI	Stromverzerrungsleistung der Phase, einschließlich DI_p (Stromverzerrungsleistung der Phase p). Siehe Abschnitt 5.1.5: Leistungsmessung IEC 1459-2010 für die Definition.
DeI_{ges}	Gesamte effektive Stromverzerrungsleistung. Siehe Abschnitt 5.1.5: Leistungsmessung IEC 1459-2010 für die Definition.
DH	Verzerrungsleistung aus Harmonischen der Phase, einschließlich DH_p (Verzerrungsleistung aus Harmonischen der Phase p). Siehe Abschnitt 5.1.5: Leistungsmessung IEC 1459-2010 für die Definition.
DeH	Gesamte effektive Verzerrungsleistung aus Harmonischen. Siehe Abschnitt 5.1.5: Messungen der nicht grundfrequenten Gesamtleistung für die Definition.
Dv	Spannungsverzerrungsleistung der Phase, einschließlich Dv_p (Spannungsverzerrungsleistung der Phase p). Siehe Abschnitt 5.1.5: Leistungsmessung IEC 1459-2010 für die Definition.
Dev_{ges}	Gesamte effektive Spannungsverzerrungsleistung. Siehe Abschnitt 5.1.5: Leistungsmessung IEC 1459-2010 für die Definition.
Ep^{\pm}	Aufgezeichnete, zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Wirkenergie der Phase, einschließlich Epp_{\pm} (Wirkenergie der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.6.
Ep_{ges}^{\pm}	Aufgezeichnete, gesamte zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Wirkenergie. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.6.
Eq^{\pm}	Aufgezeichnete grundfrequente Blindenergie der Phase, einschließlich Eqp_{\pm} (Blindenergie der Phase p). Ein

	Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.6.
$E_{p_{ges}}^{\pm}$	Aufgezeichnete, gesamte grundfrequente Blindenergie. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.6.
$f, freq$	Frequenz, einschließlich $freqU12$ (Spannungsfrequenz an U12), $freqU1$ (Spannungsfrequenz an U1 und $freqI1$ (Stromfrequenz an I1). Für die Definition - siehe 5.1.4.
\tilde{i}	Gegenstromanteil (%). Für die Definition - siehe 5.1.10.
i^0	Nullstromanteil (%). Für die Definition - siehe 5.1.10.
i^+	Mitkomponente des Stroms in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.10.
i^-	Gegenkomponente des Stroms in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.10.
i^0	Nullstromkomponenten in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.10.
$I_{Rms(1/2)}$	Über eine halbe Periode gemessener Effektivstrom, einschließlich $I_{pRms(1/2)}$ (Strom der Phase p), $I_{NRms(1/2)}$ (Effektivstrom des Neutralleiters)
I_{fund}	Grundfrequenter Effektivstrom I_{h1} (auf der 1. Harmonischen), einschließlich I_{fund_p} (grundfrequenter Effektivstrom der Phase p) und I_{fund_N} (grundfrequenter Effektivstrom des Neutralleiters). Für die Definition - siehe 5.1.7.
I_{h_n}	n-te effektive harmonische Stromkomponente, einschließlich I_{ph_n} (n-te effektive harmonische Stromkomponente; Phase p) und I_{Nh_n} (n-te effektive harmonische Stromkomponente, Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.7.
I_{ih_n}	n-te effektive zwischenharmonische Stromkomponente, einschließlich I_{pih_n} (n-te effektive zwischenharmonische Stromkomponente; Phase p) und I_{Nih_n} (n-te effektive zwischenharmonische Stromkomponente, Für die Definition - siehe 5.1.7.
I_{Nenn}	Nennstrom. Strom am Stromfühler der Stromzange für 1 Vrms am Ausgang.
I_{Pk}	Spitzenstrom, einschließlich I_{pPk} (Strom der Phase p) einschließlich I_{NPk} (Spitzenstrom des Neutralleiters)
I_{Rms}	Effektivstrom, einschließlich I_{pRms} (Strom der Phase p) einschließlich I_{NRms} (Effektivstrom des Neutralleiters). Für die Definition - siehe 5.1.3.

$\pm P$	<p>Momentane zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Wirkleistung der Phase, einschließlich $\pm P_p$ (Wirkleistung Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.</p>	
P^\pm	<p>Aufgezeichnete Wirkleistung der Phase (grundfrequente und nicht grundfrequente), einschließlich P_p^\pm (Wirkleistung Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.</p>	
$\pm P_{ges}$	<p>Momentane zusammengesetzte Gesamtwirkleistung (grundfrequente und nicht grundfrequente). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.</p>	
P_{ges}^\pm	<p>Aufgezeichnete Gesamtwirkleistung (grundfrequente und nicht grundfrequente). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.</p>	
$\pm P_{fund}$	<p>Momentane grundfrequente Wirkleistung, einschließlich $\pm P_{fund,p}$ (grundfrequente Wirkleistung der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.</p>	
P_{fund}^\pm	<p>Aufgezeichnete grundfrequente Wirkleistung der Phase, einschließlich $P_{fund,p}^\pm$ (grundfrequente Wirkleistung der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.</p>	
$\pm P^+, \pm P_{ges}^+$	<p>Momentane positive Sequenz der grundfrequenten Gesamtwirkleistung. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin.</p> <p>Für die Definition - siehe 5.1.5.</p>	
$P_{ges}^{+\pm}$	<p>Aufgezeichnete positive Sequenz der grundfrequenten Gesamtwirkleistung. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin.</p> <p>Für die Definition - siehe 5.1.5.</p>	

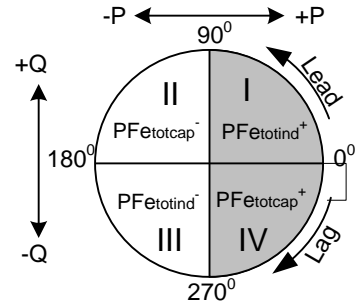
$\pm P_H$	Momentane Wirkleistung einer Harmonischen der Phase, einschließlich $\pm P_{fund,p}$ (Wirkleistung einer Harmonischen, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
P_H^\pm	Aufgezeichnete Wirkleistung einer Harmonischen der Phase, einschließlich P_{Hp}^\pm (Wirkleistung einer Harmonischen, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$\pm P_{Hges}$	Momentane Gesamtwirkleistung einer Harmonischen. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
P_{Hges}^\pm	Aufgezeichnete Gesamtwirkleistung der Harmonischen. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.
$\pm LF_{ind}$ $\pm LF_{kap}$	<p>Momentaner zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Leistungsfaktor der Phase, einschließlich $\pm LF_{pind/kap}$ (Leistungsfaktor, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter.</p> <p>Hinweis: LF = VF, wenn keine Harmonischen vorhanden sind. Für die Definition - siehe 5.1.5.</p> 
LF_{ind}^\pm LF_{kap}^\pm	<p>Aufgezeichneter zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Leistungsfaktor der Phase.</p> <p>Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet.</p> 
$\pm LFe_{gesind}$ $\pm LFe_{geskap}$	<p>Momentaner, effektiver, zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor.</p> <p>Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus</p>

Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Für die Definition - siehe 5.1.5.

Aufgezeichneter, effektiver, zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor.

 LFe_{gesind}^{\pm}
 LFe_{geskap}^{\pm}

Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet.


 P_{lt}

Langzeitflicker der Phase (2 Stunden), einschließlich P_{ltpg} (Langzeitflicker der Spannung, Phase p - Phase g) und $P_{lt p}$ (Langzeitflicker der Spannung, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.9.

 P_{st}

Kurzzeitflicker (10 Minuten), einschließlich P_{stpg} (Kurzzeitflicker der Spannung, Phase p - Phase g) und $P_{st p}$ (Spannungsflicker, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.9.

 $P_{st(1min)}$

Kurzzeitflicker (1 Minute), einschließlich $P_{st(1min)pg}$ (Kurzzeitflicker der Spannung, Phase p - Phase g) und $P_{st(1min)p}$ (Spannungsflicker, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.9.

 P_{inst}

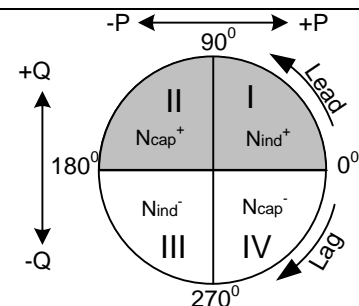
Momentaner Flicker, einschließlich P_{instpg} (Momentaner Spannungsflicker, Phase p - Phase g) und $P_{inst p}$ (Momentaner Spannungsflicker, Phase p -). Für die Definition - siehe 5.1.9.

 $\pm N$

IMomentane zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Blindleistung der Phase, einschließlich $\pm N_p$ (Blindleistung, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.

 N_{ind}^{\pm}
 N_{kap}^{\pm}

Aufgezeichnete zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Blindleistung der Phase, einschließlich $N_{kap/indp}$ (Phasenblindleistung, Phase p). Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Ein Minuszeichen weist



auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet. Für die Definition - siehe 5.1.5.

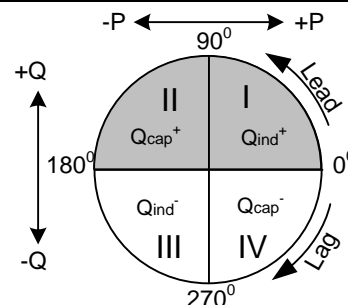
$\pm Q_{fund}$

Momentane grundfrequente Blindleistung der Phase, einschließlich $\pm Q_p$ (Phasenblindleistung, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.

$Q_{fund_{ind}}^{\pm}$
 $Q_{fund_{kap}}^{\pm}$

Aufgezeichnete grundfrequente Blindleistung der Phase. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven

Charakter. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet. Für die Definition - siehe 5.1.5.



$\pm Q_{geskap}^+$
 $\pm Q_{gesind}^+$

Momentane positive Sequenz der gesamten grundfrequenten Blindleistung. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.

$Q_{gesind}^{+\pm}$
 $Q_{geskap}^{+\pm}$

Aufgezeichnete positive Sequenz der gesamten grundfrequenten Blindleistung. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Plus Zeichen auf verbrauchte Leistung hin. Dieser Parameter wird für jeden Quadranten separat aufgezeichnet.

S

Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Phasenscheinleistung, einschließlich S_p (Scheinleistung, Phase p). Für die Definition - siehe 5.1.5.

Se_{ges}

Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente), effektive Gesamtscheinleistung. Für die Definition - siehe 5.1.5.

S_{fund}

Grundfrequente Scheinleistung der Phase, einschließlich S_{fund_p} (Grundfrequente Scheinleistung, Phase p). Für die Definition - siehe 5.1.5.

S_{ges}^+

Positive Sequenz der gesamten, effektiven grundfrequenten Scheinleistung. Für die Definition - siehe 5.1.5.

$S_{fund_{ges}}$	Unsymmetrische grundfrequente Scheinleistung. Für die Definition - siehe 5.1.5.
S_N	Nicht grundfrequente Phasenscheinleistung, einschließlich S_{N_p} (nicht grundfrequente Scheinleistung, Phase p). Für die Definition - siehe 5.1.5.
S_{en}	Gesamte, effektive, nicht grundfrequente Scheinleistung. Für die Definition - siehe 5.1.5.
S_H	Phasenscheinleistung der Harmonischen, einschließlich S_{H_p} (Scheinleistung der Harmonischen, Phase p). Für die Definition - siehe 5.1.5.
SeH_{ges}	Effektive Gesamtscheinleistung der Harmonischen. Für die Definition - siehe 5.1.5.
THD_I	Gesamte harmonische Stromverzerrung (in % oder A), einschließlich THD_{Ip} (THD des Stroms, Phase p) und THD_{IN} (THD des Stroms, Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.7.
THD_U	Entsprechende gesamte harmonische Spannungsverzerrung (in % oder V), einschließlich THD_{Up_g} (THD der Spannung, Phase p - Phase g) und THD_{Up} (THD der Spannung, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.10.
\bar{u}	Gegenspannungsanteil (%). Für die Definition - siehe 5.1.10.
u^0	Nullspannungsanteil (%). Für die Definition - siehe 5.1.10.
U, U_{Rms}	Effektivspannung, einschließlich U_{pg} (Spannung Phase p - Phase g) und U_p (Spannung Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.2.
U^+	Mitspannungskomponente in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.10.
U	Gegenspannungskomponente in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.10.
U^0	Nullspannungskomponente in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.10.
U_{Einbr}	Kleinste $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung, die während eines Einbruchs gemessen wird.
U_{fund}	Grundfrequente Effektivspannung (U_{h1} auf der 1. Harmonischen), einschließlich $U_{fund_{pg}}$ (grundfrequente Effektivspannung, Phase p - Phase g) und U_{fund_p} (grundfrequente Effektivspannung, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.7.
U_{hN}	n-te effektive harmonischen Spannungskomponente, einschließlich $U_{pg}h_N$ (n-te effektive harmonische Spannungskomponente, Phase p - Phase g) und U_ph_N (n-

	te effektive harmonische Spannungskomponente, Phase p - Neutraleiter). Für die Definition - siehe 5.1.7.
U_{ih_N}	n-te effektive zwischenharmonische Spannungskomponente, einschließlich U_{pgih_N} (n-te effektive zwischenharmonische Spannungskomponente, Phase p - Phase g) und $U_{p ih_N}$ (n-te effektive zwischenharmonische Spannungskomponente, Phase p - Neutraleiter). Für die Definition - siehe 5.1.7.
	N-te effektive zwischenharmonische Spannungskomponente, gemessen zwischen den Phasen. Für die Definition - siehe 5.1.7.
$U_{Unterbr}$	Kleinste $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung, die während einer Unterbrechung gemessen wird.
U_{Nenn}	Nennspannung - üblicherweise die Spannung, mit der das Netz bestimmt oder bezeichnet wird.
$U_{Über}$	Spannung-Überabweichung, Differenz zwischen dem gemessenen Wert und dem Sollwert einer Spannung, nur dann, wenn der Messwert größer ist als der Nennwert. Spannung Überabweichung, gemessen über ein aufgezeichnetes Intervall, ausgedrückt in% der Nennspannung einschließlich der $U_{pgÜber}$ (Spannung Phase p zu Phase g) und $U_{pÜber}$ (Phase p zu Neutraleiter). Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.11.
U_{Pk}	Spitzenspannung, einschließlich U_{pgPk} (Spannung zwischen Phase p und Phase g) und U_{pPk} (Spannung zwischen Phase p und Neutraleiter)
$U_{Rms(1/2)}$	Effektivspannung, die jeden Halbzyklus aktualisiert wird, einschließlich $U_{pgRms(1/2)}$ (Halbzyklusspannung, Phase p - Phase g) und $U_{pRms(1/2)}$ (Halbzyklusspannung, Phase p - Neutraleiter). Für die Definition - siehe 5.1.11.
$U_{Überh}$	Höchste $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung, die während einer Überhöhung gemessen wird.
U_{Sig}	Effektivwert der Netzsignalspannung, einschließlich U_{Sigpg} (Halbzyklussignalspannung, Phase p - Phase g) und U_{Sigp} (Halbzyklussignalspannung, Phase p - Neutraleiter). Die Signalgebung besteht aus einer Häufung von Signalen, oft auf einer nicht harmonischen Frequenz, mit denen Ausrüstungen fern bedient werden. Für weitere Einzelheiten siehe 5.2.6.
U_{Unter}	Spannung-Unterabweichung, Differenz zwischen dem gemessenen Wert und dem Sollwert einer Spannung, nur dann, wenn die Spannung niedriger ist als der Nennwert. Spannung Unterabweichung, gemessen über ein aufgezeichnetes Intervall, ausgedrückt in% der Nennspannung einschließlich der $U_{pgUnter}$ (Spannung Phase p zu Phase g) und U_{pUnter} (Phase p zu

ΔU_{\max}	Neutralspannung). Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.11. Maximale absolute Differenz zwischen beliebigen $U_{\text{RMS}(1/2)}$ Werten während des RVC Ereignisses und dem endgültigen arithmetischen Mittelwert 100/120 $U_{\text{RMS}(1/2)}$ Wert kurz vor dem RVC Ereignis. Bei Mehrphasen-Systemen, ist die ΔU_{\max} die größte ΔU_{\max} auf einem beliebigen Kanal. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.14.
ΔU_{ss}	Absolute Differenz zwischen dem letzten arithmetische Mittelwert 100/120 $U_{\text{RMS}(1/2)}$ kurz vor dem RVC Ereignis und dem ersten arithmetischen Mittelwert 100/120 $U_{\text{RMS}(1/2)}$ nach dem RVC Ereignis. Bei Mehrphasen-Systemen ist die ΔU_{ss} die größte ΔU_{ss} auf einem beliebigen Kanal. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.14.

2 Beschreibung

2.1 Bedienfeld auf der Vorderseite



Abbildung 2.1: Bedienfeld auf der Vorderseite

Aufbau des Bedienfelds auf der Vorderseite:

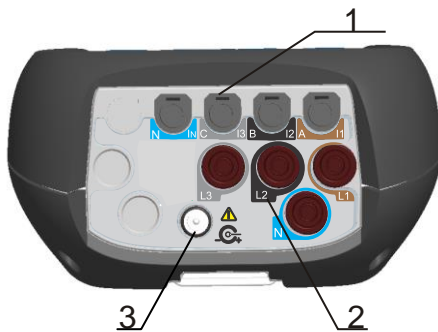
- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. LCD | Farbiges TFT-Display, 4,3 Zoll, 488 x 272 Pixel. |
| 2. F1 – F4 | Funktionstasten |
| 3. Pfeil-Tasten | Bewegen den Cursor und wählen die Parameter aus. |
| 4. ENTER-Taste | Wechselt in das Untermenü |
| 5. ESC-Taste | Beendet einen Vorgang, bestätigt neue Einstellungen. |
| 6. SHORTCUT Tasten | - Schnellzugriff auf die Hauptfunktionen des Geräts. |
| 7. Licht-Taste (PIEPTON AUS9) | Einstellen der LCD-Hintergrundbeleuchtung hell/dunkel/aus
Durch Drücken der LICHT-Taste länger als 1,5 Sekunden |

8. EIN-AUS-Taste

wird der Summer deaktiviert. Für die Aktivierung erneut drücken und halten.

9. Abdeckung

Schutz der Kommunikationsschnittstellen und des MicroSD-Kartensteckplatzes.

2.2 Anschlussfeld**⚠ Warnhinweise!**

⚠ Verwenden Sie nur sicherheitsgeprüfte Leitungen!

⚠ Die maximal zulässige Nennspannung zwischen den Spannungseingängen und Erde beträgt 1000 V_{RMS}!

⚠ Die maximal kurzzeitig zulässige Spannung des externen Netzteils beträgt 14 V! Die m

Abbildung 2.2: Oberes Anschlussfeld

Aufbau des oberen Anschlussfelds

- 1 Eingangsanschlüsse des Zangenstromwandlers -(I₁, I₂, I₃, I_N).
- 2 Eingangsanschlüsse Spannung (L₁, L₂, L₃, N).
- 3 12 V-Anschlussbuchse der externen Stromversorgung.

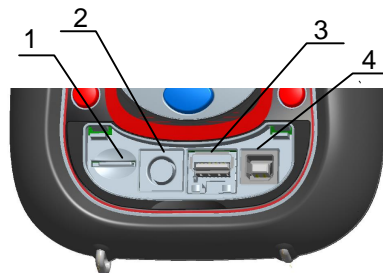


Abbildung 2.3: Seitliches Anschlussfeld

Aufbau des seitlichen Anschlussfelds

- 1 Steckplatz der MicroSD-Karte.
- 2 Serieller GPS Anschluss - wird nicht verwendet.
- 3 Ethernet Anschluss – wird nicht verwendet.
- 4 USB Anschluss.

2.3 Ansicht der Rückseite

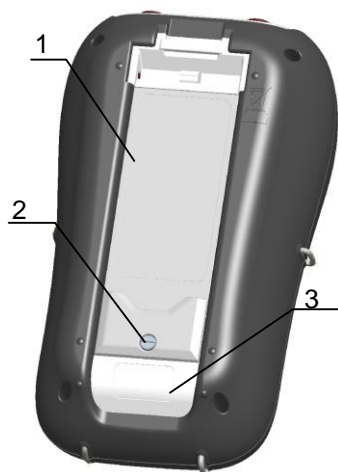


Abbildung 2.4: Ansicht der Rückseite

Aufbau der Rückseite

1. Abdeckung des Batteriefachs.
2. Schrauben des Batteriefachs (Bei Wechsel der Batteriezellen heraus-schrauben).
3. Seriennummernschild.

2.4 Zubehör

2.4.1 Standardzubehör

Tabelle 2.1: Standardzubehör des Energy Master

Beschreibung	Stück
Flexible Stromzange 3000 A / 300 A / 30 A (A 1227)	4
Farbcodierte Prüfspitze	5
Farbcodierte Krokodilklemme	5
Farbcodierte Spannungsmessleitung	5
USB Kabel	1
RS232 Kabel	1
12 V / 1,2 A-Netzteiladapter	1
Wieder aufladbarer NiMH-Akku, Typ HR 6 (AA)	6
Gepolsterte Tragetasche	1
Compact Disc (CD) mit PowerView v3.0 und Benutzerhandbüchern	1

2.4.2 Optionales Zubehör

Eine Liste des optionalen Zubehörs, das auf Anfrage bei Ihrem Händler erhältlich ist, finden Sie im Anhang.

3 Bedienung des Geräts

Dieser Abschnitt beschreibt, wie das Gerät bedient wird. Die Vorderseite des Geräts besteht aus einem farbigen LCD-Display und einem Tastenfeld. Auf dem Display werden die gemessenen Daten und der Gerätestatus angezeigt. Die Beschreibung der wesentlichen Symbole auf dem Display und Tasten ist in der Abbildung unten dargestellt.



Abbildung 3.1: Beschreibung der Symbole auf dem Display und der Tasten

Während einer Messkampagne können verschiedene Bildschirme angezeigt werden. Die meisten Bildschirme nutzen gemeinsame Beschriftungen und Symbole. Diese sind in der Abbildung unten dargestellt.

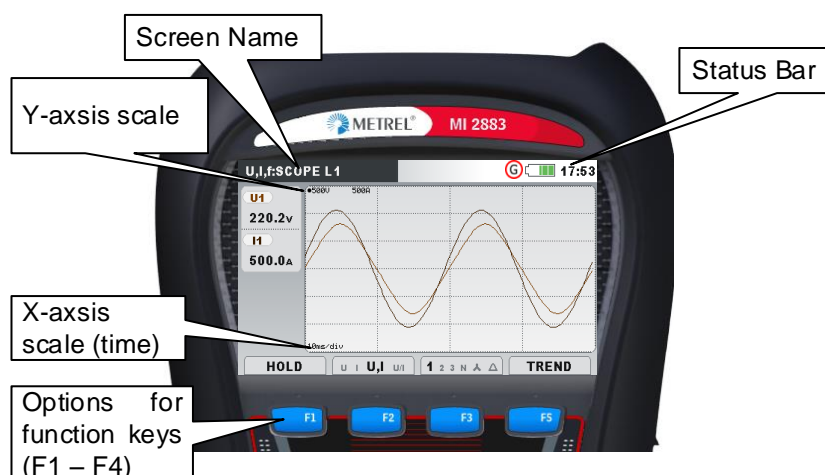


Abbildung 3.2: Gemeinsame Display-Symbole und -beschriftungen während einer Messkampagne

3.1 Statusleiste des Geräts




Die Statusleiste des Geräts ist auf dem Bildschirm oben platziert. Sie zeigt verschiedene Gerätezustände an. Beschreibungen der Icons sind in der Tabelle unten ersichtlich.



Abbildung 3.3: Statusleiste des Geräts

Tabelle 3.1: Beschreibung der Statusleiste des Geräts





	Zeigt den Ladezustand der Batterie an.
	Zeigt an, dass das Ladegerät an das Gerät angeschlossen ist. Die Akkus werden automatisch geladen, wenn das Ladegerät vorhanden ist.
	Gerät ist gesperrt (weitere Informationen siehe: 3.20.5).
	AD-Wandler außerhalb des Bereichs. Die gewählte Nennspannung oder der Bereich der Stromzange ist zu klein.
09:19	Aktuelle Uhrzeit
<u>Status des Rekorders</u>	
	Der allgemeine Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser.
	Der allgemeine Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft.

	Abruf der Speicherliste. Der angezeigte Bildschirm wurde vom Gerätespeicher abgerufen.
	Gekennzeichnet mit Datenmarke. Während der Aufzeichnung der Daten zeigt diese Markierung an, dass die aufgezeichneten Messergebnisse für das vorgegebene Zeitintervall, aufgrund von Unterbrechung, Spannungseinbruch oder Spannungsüberhöhung beeinträchtigt werden kann. Für weitere Erläuterungen siehe 5.1.16.
	Signalspannung ist bei überwachten Frequenzen auf Leitung vorhanden. Für weitere Erläuterungen siehe 3.13 und 3.19.4.

3.2 Gerätetasten












Die Gerätetastatur unterteilt sich in vier Untergruppen:

- Funktionstasten
- Shortcut -Tasten
- Menü/Zoom-Bedientasten: Cursors, Enter, Escape
- Sonstige Tasten: Tasten zum Ein-/Ausschalten von Licht und Stromversorgung

Die Funktionstasten     sind multifunktionell. Ihre derzeitige Funktion wird im unteren Teil des Bildschirms angezeigt und hängt von der Gerätefunktion ab.

Die Shortcut-Tasten sind in der Tabelle unten dargestellt. Sie bieten schnellen Zugriff auf die gebräuchlichsten Gerätefunktionen.

Tabelle 3.2: Shortcut-Tasten und sonstige Funktionstasten

	Zeigt den UIF-Messbildschirm aus dem Untermenü MESSUNG.
	Zeigt den Leistungsmessbildschirm aus dem Untermenü MESSUNG.
	Zeigt den Bildschirm für die Messungen der Harmonischen aus dem Untermenü MESSUNG.
	Zeigt den Bildschirm für die Anschlusseinrichtung aus dem Untermenü MESSUNG.
	Zeigt den Bildschirm mit dem Phasendiagramm aus dem Untermenü MESSUNG.
	Halten Sie die Taste  2 Sekunden lang gedrückt, um die MOMENTAUFNAHME DER WELLENFORM auszulösen. Das Gerät zeichnet alle gemessenen Parameter in einer Datei auf, die danach mit PowerView analysiert werden kann.
	Einstellen der LCD-Hintergrundbeleuchtung hell/dunkel/aus
	Halten Sie die Taste  2 Sekunden lang gedrückt, um die akustischen Signale zu deaktivieren/aktivieren.
	Messgerät Ein / Aus schalten. Hinweis: Schalten Sie das Gerät nicht aus, wenn ein Rekorder aktiv ist. Hinweis: Im Fehlerfall, halten Sie die Taste für 5 Sekunden, um Gerät zurückzusetzen.

Die Cursor-, Enter- und Escape-Tasten werden für die Navigation durch das Menü des Geräts und die Eingabe der verschiedenen Parameter genutzt. Zusätzlich dienen die Cursor-Tasten für das Zoomen und die Cursorbewegungen in Grafiken.

3.3 Gerätespeicher (MicroSD-Karte)

Das Energy Master verwendet eine MicroSD-Karte, um Aufzeichnungen zu speichern. Vor der Benutzung des Geräts muss die MicroSD-Karte so formatiert werden, dass sie eine einzige Partition mit FAT32-Dateisystem aufweist.

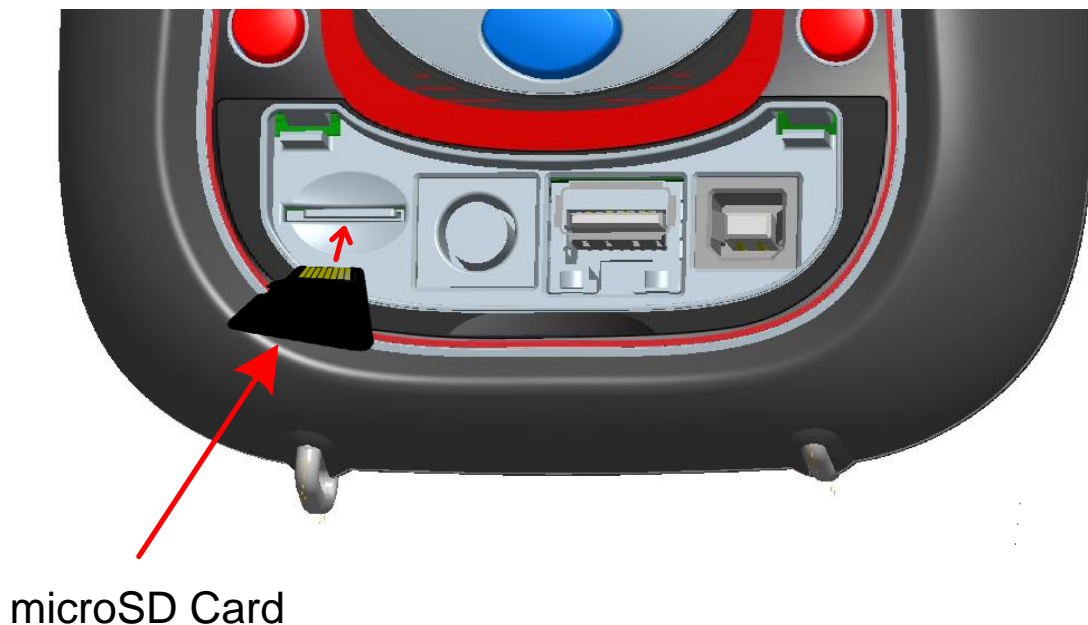


Abbildung 3.4: Einstecken der MicroSD-Karte

1. Öffnen Sie die Abdeckung des Geräts
2. Führen Sie die MicroSD-Karte in den Steckplatz des Geräts ein (wie in der Abbildung dargestellt, muss die Oberseite der Karte nach unten gedreht werden)
3. Schließen Sie die Abdeckung des Geräts

Hinweis: Schalten Sie das Gerät nicht aus, wenn auf die MicroSD-Karte zugegriffen wird:

- während einer Aufzeichnung
- während der Beobachtung der aufgezeichneten Daten im Menü SPEICHERLISTE

Anderenfalls können Daten beschädigt werden und dauerhaft verloren gehen.

Hinweis: Die SD-Karte darf nur eine FAT32-Partition haben. Verwenden Sie keine SD-Karten mit mehreren Partitionen.

3.4 Hauptmenü des Geräts

Nach dem Einschalten des Geräts wird das „HAUPTMENÜ“ angezeigt. In diesem Menü können alle Gerätefunktionen ausgewählt werden.

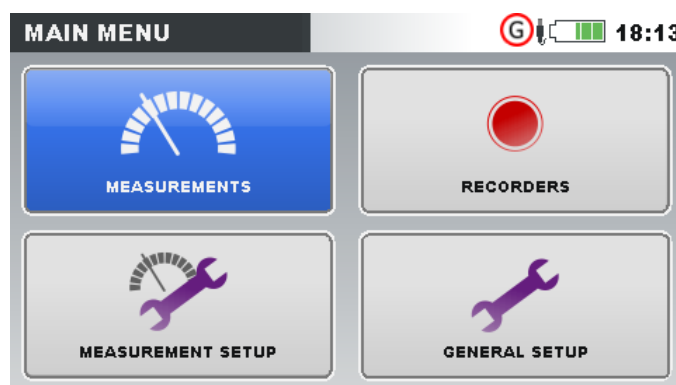


Abbildung 3.5: "HAUPTMENÜ"

Tabelle 3.3: Hauptmenü des Geräts





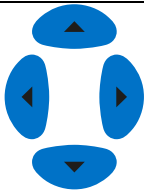

	Untermenü MESSUNG. Bietet Zugang zu mehreren Messbildschirmen des Geräts
	Untermenü REKORDER. Bietet Zugang zur Konfiguration der Gerätereorder und Speicherung.
	Untermenü MESSEINSTELLUNGEN. Bietet Zugang zu den Einstellungen für Messungen.
	Untermenü ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN. Bietet Zugang zu verschiedenen Geräteeinstellungen.

Tabelle 3.4: Tasten im Hauptmenü:

	Wählen das Untermenü aus
	Öffnet das gewählte Untermenü.

3.4.1 Untermenüs des Geräts

Durch Drücken der Taste ENTER im Hauptmenü kann der Benutzer eins der vier Untermenüs auswählen:

- Messungen - eine Reihe von wesentlichen Messbildschirmen.
- Rekorder - Einstellung und Ansicht verschiedener Aufzeichnungen,
- Messeinstellungen - Einstellung von Messparametern,
- Allgemeine Einstellungen - Konfiguration der gebräuchlichen Geräteeinstellungen.

Eine Auflistung aller Untermenüs mit den verfügbaren Funktionen ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

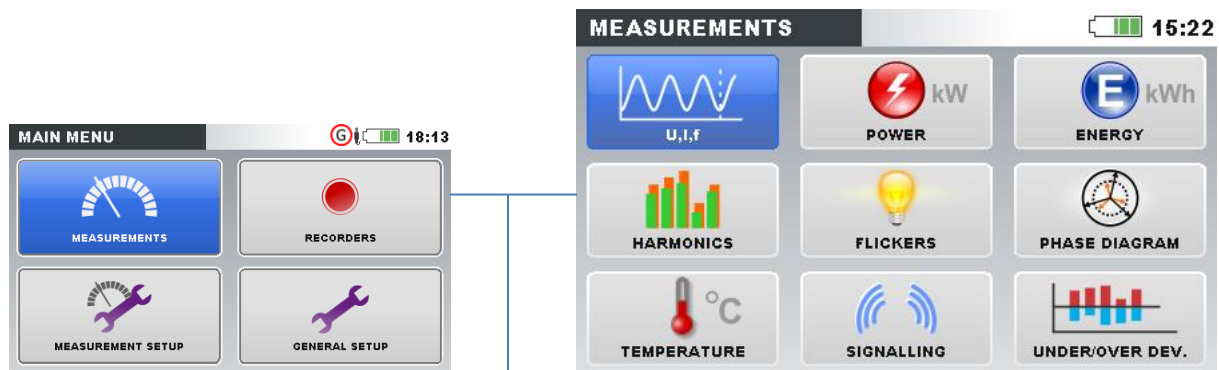


Abbildung 3.6: Untermenü Messungen.



Abbildung 3.7: Untermenü Rekorder.

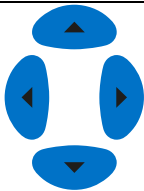




Abbildung 3.8: Untermenü Messeinstellungen.



Abbildung 3.9: Untermenü Allgemeine Einstellungen.

Tabelle 3.5: Tasten in den Untermenüs

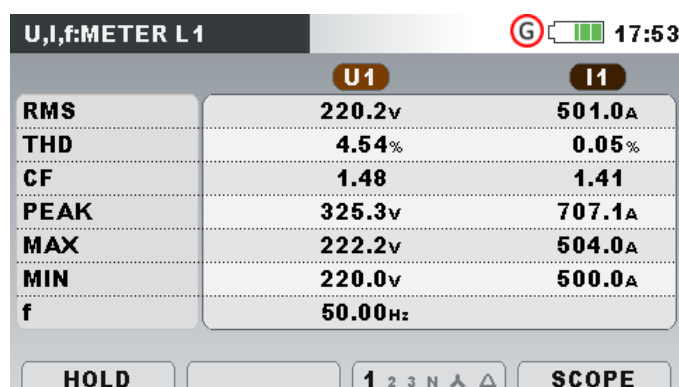
	Wählt in jedem Untermenü die Funktion aus
	Öffnet die gewählte Funktion.
	Kehrt zum „HAUPTMENÜ“ zurück.

3.5 U, I, f

Die Parameter für Spannung, Strom und Frequenz können auf den „U, I, f“-Bildschirmen beobachtet werden. Die Messergebnisse können in tabellarischer Form (MESSGERÄT) oder in grafischer Form (OSZILLOSKOP, TREND) betrachtet werden. Die Ansicht TREND ist nur im Modus AUFZEICHNUNG aktiv. Für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.14.

3.5.1 Messgerät

Beim Öffnen der U, I, f-Option wird der tabellarische Bildschirm U, I, f - MESSGERÄT angezeigt (siehe Abbildungen unten).



	U1	I1
RMS	220.2v	501.0A
THD	4.54%	0.05%
CF	1.48	1.41
PEAK	325.3v	707.1A
MAX	222.2v	504.0A
MIN	220.0v	500.0A
f	50.00Hz	

Buttons: HOLD, 1 2 3 N A Δ, SCOPE

Abbildung 3.10: Bildschirme mit U, I, f-Phasenmesstabelle (L1, L2, L3, N)

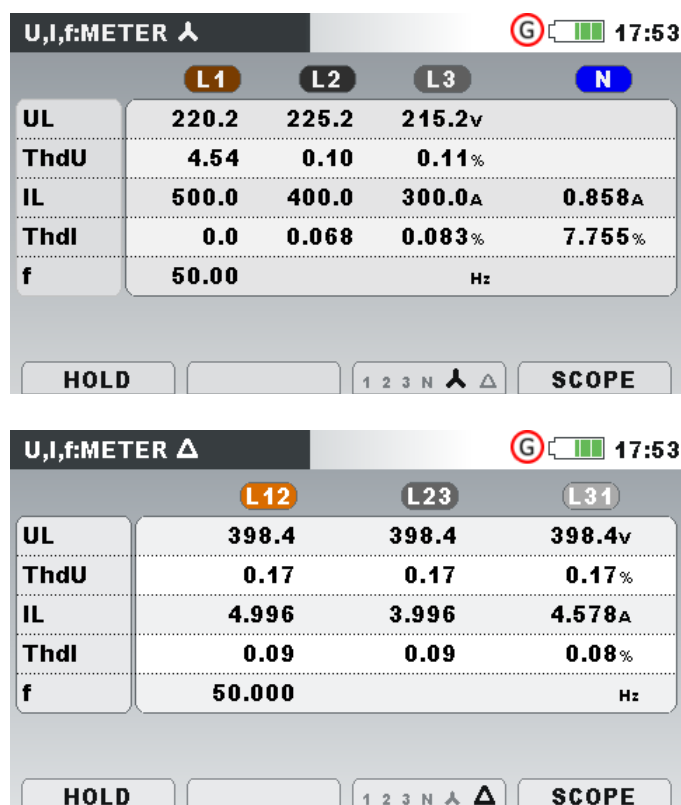


Abbildung 3.11: Bildschirme mit zusammenfassender U, I, f-Messtabelle

Auf diesen Bildschirmen werden die Messungen der Online-Spannung und des -Stroms angezeigt. Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die in diesem Menü verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 3.6: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

RMS	
UL	Echter Effektivwert U_{Rms} und I_{Rms}
IL	
THD	
ThdU	Gesamte harmonische Verzerrung THD_U und THD_I
ThdI	
SF	Scheitelfaktor CF_U und CF_I
PEAK	Spitzenwert U_{Pk} und I_{Pk}
MAX	Maximale $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung und maximaler $I_{Rms(1/2)}$ -Strom, gemessen nach einem RESET (Taste: F2)
MIN	Minimale $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung und minimaler $I_{Rms(1/2)}$ -Strom, gemessen nach einem RESET (Taste: F2)
f	Frequenz auf dem Referenzkanal



Hinweis: Bei einem Überlaststrom oder einer Überspannung am AD-Wandler wird das Icon  in der Statusleiste des Geräts angezeigt.

Tabelle 3.7: Tasten auf den Messbildschirmen

F1	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm. Anhalten der Uhrzeit, wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F2	RESET	Setzt die MAX- und MIN-Werte zurück ($U_{Rms(1/2)}$ und $I_{Rms(1/2)}$).
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Messungen für die Phase L1.
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Messungen für die Phase L2.
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Messungen für die Phase L3.
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Messungen für den neutralen Kanal.
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Messungen für alle Phasen.
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Messungen für alle Leiterspannungen.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Messungen für die Leiterspannung L12.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Messungen für die Leiterspannung L23.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Messungen für die Leiterspannung L31.
F3	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	OSZILL.	Wechselt zur Ansicht OSZILLOSKOP.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
F4	ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.5.2 3.5.2 Oszilloskop

Wie unten dargestellt, können auf dem Gerät verschiedene Kombinationen von Spannungs- und Stromwellenformen angezeigt werden.

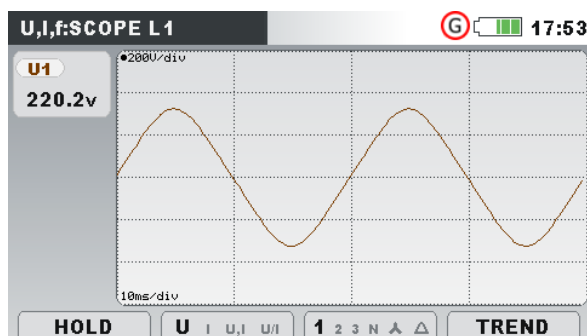


Abbildung 3.12: nur Wellenform der Spannung

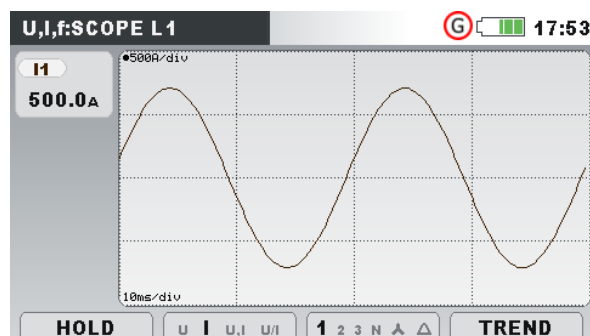


Abbildung 3.13: nur Wellenform des Stroms

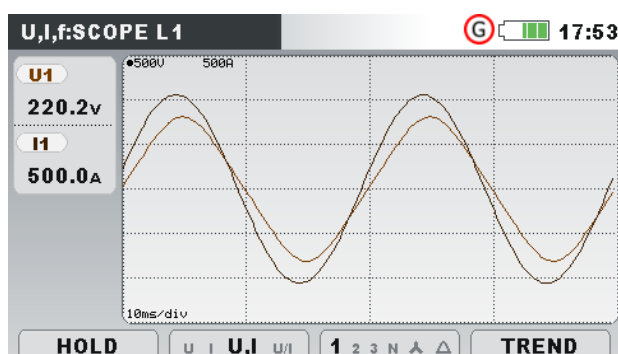


Abbildung 3.14: Spannung- und Stromwellenform (Einzel-Modus)

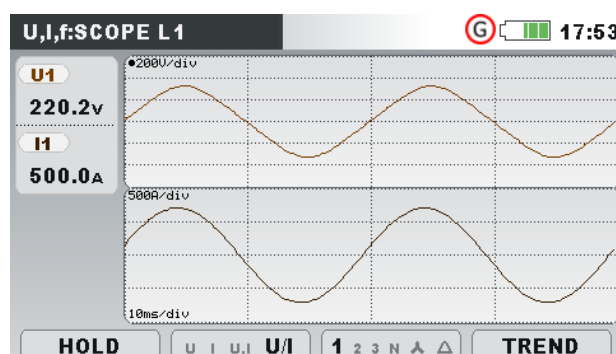









Abbildung 3.15: Spannung- und Stromwellenform (Dual-Modus)

Tabelle 3.8: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

U1, U2, U3	Echter Effektivwert der Phasenspannung: U_1, U_2, U_3
U12, U23, U31	Echter Effektivwert der Phase - Phase (Leiter) Spannung: U_{12}, U_{23}, U_{31}
I1, I2, I3, I _N	Echter Effektivwert des Stroms: I_1, I_2, I_3, I_N

Tabelle 3.9: Tasten auf den Oszilloskop-Bildschirmen

F1	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTE N	Startet die gehaltene Messung.
F2	U U, I, U/I	Wählt aus, welche Wellenformen angezeigt werden sollen:
	U U, I, U/I	Zeigt die Wellenform der Spannung.
	I U, I, U/I	Zeigt die Wellenform des Stroms.
	U I U, I, U/I	Zeigt die Spannungs- und Stromwellenform (ein einziges Diagramm).
F3	U I U, I U/I	Zeigt die Spannungs- und Stromwellenform (zwei Grafiken).
		Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, All-Phasen- und Leiteransicht aus:
	1 2 3 N ▲ ▲	Zeigt die Wellenformen für die Phase L1.
	1 2 3 N ▲ ▲	Zeigt die Wellenformen für die Phase L2.
	1 2 3 N ▲ ▲	Zeigt die Wellenformen für die Phase L3.
	1 2 3 N ▲ ▲	Zeigt die Wellenformen für den neutralen Kanal.
	1 2 3 N ▲ ▲	Zeigt die Wellenformen für alle Phasen
	1 2 3 N ▲ ▲	Zeigt alle Phase-Phase Wellenformen.
	12 23 31 ▲	Zeigt die Wellenformen für die Phase L12.
	12 23 31 ▲	Zeigt die Wellenformen für die Phase L23.
	12 23 31 ▲	Zeigt die Wellenformen für die Phase L31.

	12 23 31 	Zeigt die Wellenformen für alle Phasen
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	OSZILL.	Wechselt zur Ansicht OSZILLOSKOP.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Wählt aus, welche Wellenform gezoomt werden soll (nur in U/I oder U+I).
		Stellt den vertikalen Zoom ein.
		Stellt den horizontalen Zoom ein.
		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.5.3 Trend

Während der ALLGEMEINE REKORDER aktiv ist, steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des Rekorders - siehe Abschnitt 3.14).

Trends bei Strom und Spannung

Strom- und Spannungstrends können mit der Durchlauffunktionstaste F4 (MESSGERÄT-OSZILLOSKOP-TREND) beobachtet werden.

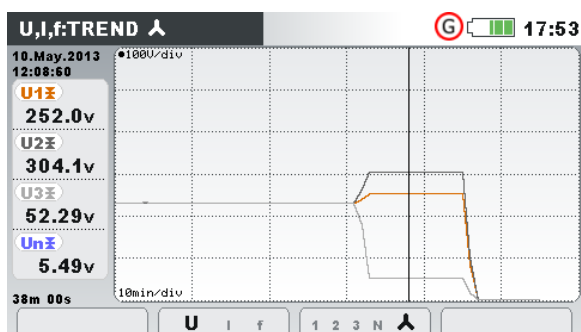


Abbildung 3.16: Spannungstrend (alle Spannungen)

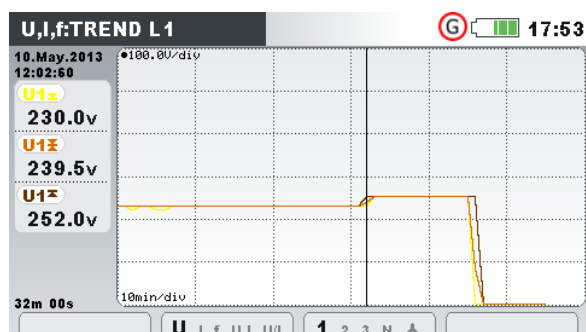


Abbildung 3.17: Spannungstrend (einzelne Spannung)

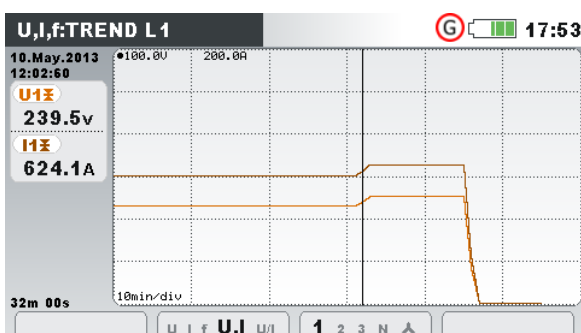


Abbildung 3.18: Spannungs- und Stromtrend (Einfach-Modus)

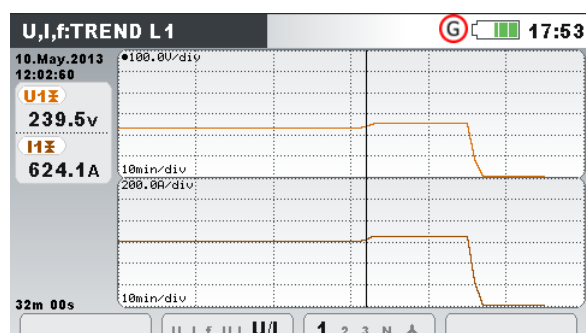


Abbildung 3.19: Spannungs- und Stromtrend (Dual-Modus)

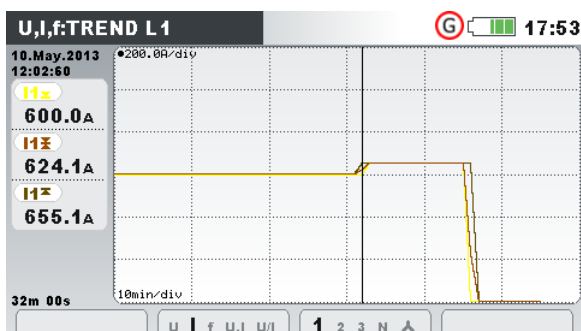


Abbildung 3.20: Trends aller Ströme

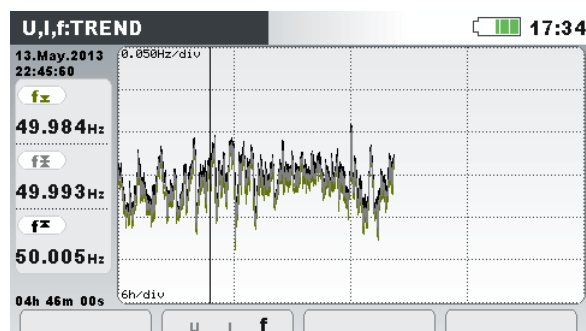


Abbildung 3.21: Trend der Frequenz

Tabelle 3.10: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

U1, U2, U3, U12, U23, U31	Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der Phaseneffektivspannung U_1 , U_2 , U_3 , oder der Leiterspannung U_{12} , U_{23} , U_{31} für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
I1, I2, I3, I _N	Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert des Stroms I_1 , I_2 , I_3 , I_N für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
f	Maximaler (⚡), aktiver durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert

	der Frequenz auf dem Synchronisierungskanal für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
10.Mai.2013 12:02:00	Zeitstempel des Zeitintervalls (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
32m 00s	Aktuelle Zeit des ALLGEMEINEN REKORDERS (d - Tage, h - Stunden, m - Minuten, s - Sekunden)

Tabelle 3.11: Tasten auf den Trend-Bildschirmen

		Wählt zwischen folgenden Optionen:
	U	Zeigt den Spannungstrend.
F2	I	Zeigt den Stromtrend.
	f	Zeigt den Trend der Frequenz.
	U,I	Zeigt den Spannungs- und Stromtrend (Einfach-Modus).
	U,I	Zeigt den Spannungs- und Stromtrend (Dual-Modus).
		Wählt zwischen Phasen-, Neutralkanal- und All-Phasenansicht aus:
	1 2 3 N	Zeigt den Trend für die Phase L1.
	1 2 3 N	Zeigt den Trend für die Phase L2.
	1 2 3 N	Zeigt den Trend für die Phase L3.
F3	1 2 3 N	Zeigt den Trend für den neutralen Kanal.
	1 2 3 N	Zeigt den Trend für alle Phasen
	12 23 31	Zeigt den Trend für die Phasen L12.
	12 23 31	Zeigt den Trend für die Phasen L23.
	12 23 31	Zeigt den Trend für die Phasen L31.
	12 23 31	Zeigt alle Phase-Phase Trends.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
F4	OSZILL.	Wechselt zur Ansicht OSZILLOSKOP.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND.
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.6 Leistung

Auf den Bildschirmen LEISTUNG des Geräts werden die gemessenen Leistungsparameter angezeigt. Die Ergebnisse können in tabellarischer (MESSGERÄT) oder in grafischer Form (TREND) betrachtet werden. Die Ansicht TREND ist nur aktiv, wenn der ALLGEMEINE REKORDER aktiv ist. Für Anleitungen zum Start des Rekorders - siehe Abschnitt 3.14. Zum vollen Verständnis der einzelnen Leistungsparameter - siehe Abschnitt 5.1.5.

3.6.1 Messgerät

Beim Öffnen der Option LEISTUNG im Untermenü Messungen wird der tabellarische Bildschirm LEISTUNG (MESSGERÄT) angezeigt (siehe Abbildung unten).

	L1	L2	L3	TOT.
P	188.0	189.6	192.2	569.8 kW
N	-98.33	-98.21	92.94	-103.6 kvar
S	212.1	213.5	213.5	639.2 kVA
PF	0.89c	0.89c	0.90i	0.89c

Abbildung 3.22: Zusammenfassung der Leistungsmessungen (zusammengesetzt)

	L1	L2	L3	TOT.
P	1.127	0.907	1.055	3.089 kW
Q	-0.199	-0.157	0.0	-0.343 kvar
S	1.144	0.921	1.055	3.133 kVA
DPF	0.98c	0.99c	1.00i	0.99c

Abbildung 3.23: Zusammenfassung der Leistungsmessungen (grundfrequent)

Combined		Fundamental		Nonfundamental	
P	188.0 kW	P	188.0 kW	SN	92.29 kVA
N	-98.33 kvar	Q	-33.84 kvar	DI	89.86 kvar
S	212.1 kVA	S	191.0 kVA	DV	0.201 kvar
PF	0.89c	DPF	0.98c	PH	-0.011 kW

Harmonic pollut.: 48.3%

Abbildung 3.24: Ausführliche Leistungsmessungen an Phase L1

Combined		Fundamental		Nonfundamental	
P	358.9 kW	P+	358.3 kW	SeN	22.06 kVA
Q	-20.76 kvar	Q+	-10.02 kvar	DeI	19.91 kvar
Se	359.7 kVA	S+	358.5 kVA	DeV	0.555 kvar
PFe	0.99c	PFe+	0.99c	PH	0.525 kW

Harmonic pollut.: 1.36% Load unbalance: 8.47 %

Abbildung 3.25: Ausführliche Messungen der Gesamtleistung




Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die auf den Bildschirmen LEISTUNG (MESSGERÄT) verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 3.12: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm (für weitere Informationen - siehe 5.1.5) – Momentanwerte

	Hängt von der Bildschirmposition ab:
P	In der Spalte Zusammengesetzt : Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Wirkleistung ($\pm P_1, \pm P_2, \pm P_3, \pm P_{ges}$) In der Spalte Grundfrequent : Grundfrequente Wirkleistung der Phasen ($\pm P_{fund1}, \pm P_{fund2}, \pm P_{fund3}$)
N	Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Phasen-Blindleistung ($\pm N_1, \pm N_2, \pm N_3, \pm N_{ges}$)
Q	Momentane grundfrequente Phasen-Blindleistung ($\pm Q_{fund1}, \pm Q_{fund2}, \pm Q_{fund3}$)
S	Hängt von der Bildschirmposition ab: In der Spalte Zusammengesetzt : Zusammengesetzte

	(grundfrequente und nicht grundfrequente) Phasen-Scheinleistung (S_1, S_2, S_3) In der Spalte Grundfrequent: Grundfrequente Phasen-Wirkleistung ($Sfund_1, Sfund_2, Sfund_3$)
P+	Positive Sequenz der gesamten grundfrequenten Wirkleistung ($\pm P_{ges}^+$)
Q+	Positive Sequenz der gesamten grundfrequenten Blindleistung ($\pm Q_{ges}^+$)
S+	Positive Sequenz der gesamten grundfrequenten Scheinleistung ($\pm S_{ges}^+$)
LF+	Leistungsfaktor des Mitsystems (grundfrequent, Gesamt)
Se	Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente), effektive Gesamtscheinleistung (Se_{ges}).
SN	Nicht grundfrequente Phasenscheinleistung (SN_1, SN_2, SN_3)
Sen	Effektive nicht grundfrequente Gesamtscheinleistung (Sen_{tot})
DI	Stromverzerrungsleistung der Phase (DI_1, DI_2, DI_3)
DeI	Gesamte effektive Stromverzerrungsleistung (DeI_{tot})
Dv	Spannungsverzerrungsleistung der Phase (Dv_1, Dv_2, Dv_3)
Dev	Gesamte effektive Spannungsverzerrungsleistung (Dev_{ges})
PH	Phasen- und Gesamtwirkleistung der Harmonischen ($P_{H1}^+, P_{H2}^+, P_{H3}^+, \pm P_{Hges}$)
LF	Zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Phasen-Leistungsfaktor ($\pm LF_1, \pm LF_2, \pm LF_3$)
LF _e	Effektiver, zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor ($\pm LFe$)
VF	Grundfrequenter Leistungsfaktor der Phasen ($\pm VF_1, \pm VF_2, \pm VF_3$,) und positiven Gesamtleistungsfaktor ($\pm VF^+$)
Harmonische Verunreinigung	Harmonische Verunreinigung gemäß Norm IEEE 1459
Lastunsymmetrie	Lastunsymmetrie gemäß Norm IEEE 1459

Tabelle 3.13: Tasten auf den Leistungs-(MESSGERÄT)-Bildschirmen

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm. Anhalten der Uhrzeit, wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
	ZEIGEN	Schaltet zwischen den Ansichten Zusammengesetzt, Grundfrequent und Nicht grundfrequente um
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Messungen für die Phase L1.
	1 2 3 T	Zeigt die Messungen für die Phase L2.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Messungen für die Phase L3.

	Zeigt einen kurzen Überblick über die Messungen an allen Phasen in einem einzigen Bildschirm.
	Zeigt die Messergebnisse der GESAMT Leistungsmessungen
MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
	Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.6.2 Trend

Während einer aktiven Aufzeichnung steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.14).

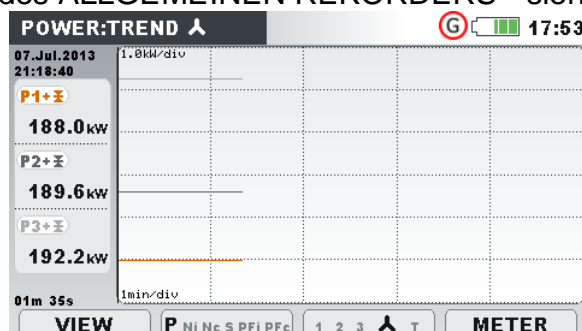


Abbildung 3.26: Bildschirm Leistungstrend

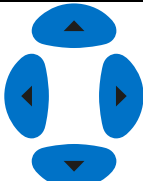


Tabelle 3.14: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm


P1±, P2±, P3±, Pt±	Ansicht: Zusammengesetzte Leistung Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der verbrauchten (P_1^+ , P_2^+ , P_3^+ , P_{ges}^+) oder erzeugten (P_1^- , P_2^- , P_3^- , P_{ges}^-) grundfrequenten Wirkleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
P1±, P2±, P3±, P±	Ansicht: Grundfrequente Leistung Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der verbrauchten (P_{fund1}^+ , P_{fund2}^+ , P_{fund3}^+ , P_{+ges}^+) oder erzeugten (P_{fund1}^- , P_{fund2}^- , P_{fund3}^- , P_{+ges}^-) grundfrequenten Wirkleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Ni1±, Ni2±, Ni3±, Nit±	Ansicht: Zusammengesetzte Leistung Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der verbrauchten (N_{1ind}^+ , N_{2ind}^+ , N_{3ind}^+ , N_{gesind}^+) oder erzeugten (N_{1ind}^- , N_{2ind}^- , N_{3ind}^- , N_{gesind}^-) induktiven zusammengesetzten Blindleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Nc1±, Nc2±, Nc3±, Nct±	Ansicht: Zusammengesetzte Leistung Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der Verbrauchten (N_{1cap}^+ , N_{2cap}^+ , N_{3kap}^+ , N_{geskap}^+) oder erzeugten (N_{1kap}^- , N_{2kap}^- , N_{3kap}^- , N_{geskap}^-) kapazitiven zusammengesetzten Blindleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.

S1, S2, S3, Se	<p>Ansicht: Zusammengesetzte Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der zusammengesetzten Scheinleistung (S_1, S_2, S_3, S_{ges}) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.</p>
S1, S2, S3, S+	<p>Ansicht: Grundfrequente Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der zusammengesetzten Scheinleistung ($S_{fund1}, S_{fund2}, S_{fund3}, S_{ges}^+$) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.</p>
S1, S2, S3, Se	<p>Ansicht: Zusammengesetzte Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der zusammengesetzten Scheinleistung (S_1, S_2, S_3, S_{ges}) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.</p>
LFi1±, LFi2±, LFi3±, LFit±	<p>Ansicht: Zusammengesetzte Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert des induktiven Leistungsfaktors (1. Quadrant: $LF_{1ind}^+, LF_{2ind}^+, LF_{3ind}^+, LF_{gesind}^+$ und 3. Quadrant: $LF_{1ind}^-, LF_{2ind}^-, LF_{3ind}^-, LF_{gesind}^-$) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.</p>
LFc1±, LFc2±, LFc3±, LFct±	<p>Ansicht: Zusammengesetzte Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert des kapazitiven Leistungsfaktors (4. Quadrant: $LF_{1kap}^+, LF_{2kap}^+, LF_{3kap}^+, LF_{geskap}^+$ und 2. Quadrant: $LF_{1kap}^-, LF_{2kap}^-, LF_{3kap}^-, LF_{geskap}^-$) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.</p>
Qi1±, Qi2±, Qi3±, Q+i±	<p>Ansicht: Grundfrequente Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der verbrauchten ($Q_{1ind}^+, Q_{2ind}^+, Q_{3ind}^+, Q_{totind}^+$) oder erzeugten ($Q_{1ind}^-, Q_{2ind}^-, Q_{3ind}^-, Q_{gesind}^-$) induktiven grundfrequenten Blindleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.</p>
Qc1±, Qc2±, Qc3±, Q+c±	<p>Ansicht: Grundfrequente Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der verbrauchten ($Q_{1kap}^+, Q_{2kap}^+, Q_{3kap}^+, Q_{kapges}^+$) oder erzeugten ($Q_{1kap}^-, Q_{2kap}^-, Q_{3kap}^-, Q_{kapges}^-$) kapazitiven grundfrequenten Blindleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.</p>
VFi1±, VFi2±, VFi3±, VF+i±	<p>Ansicht: Grundfrequente Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert des induktiven Verschiebungsfaktors (1. Quadrant: $VF_{1ind}^+, VF_{2ind}^+, VF_{3ind}^+, VF_{GESind}^+$ und 3. Quadrant: $VF_{1ind}^-, VF_{2ind}^-, VF_{3ind}^-, VF_{GESind}^-$) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.</p>
VFc1±, VFc2±, VFc3±, VF+c±	<p>Ansicht: Grundfrequente Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert des kapazitiven Verschiebungsfaktors (4. Quadrant: $VF_{1kap}^+, VF_{2kap}^+, VF_{3kap}^+, VF_{geskap}^+$ und 2. Quadrant: $VF_{1kap}^-, VF_{2kap}^-, VF_{3kap}^-, VF_{gesap}^-$) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.</p>
Sn1, Sn2, Sn3, Sen	<p>Ansicht: Nicht-Grundfrequente Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der</p>

	verbrauchten oder erzeugten, nicht grundfrequenten Scheinleistung (SN_1 , SN_2 , SN_3 , Sen_{ges}) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Di1, Di2 Di3, Dei	Ansicht: Nicht-Grundfrequente Leistung Maximaler (▲), durchschnittlicher (■) und minimaler (▼) Wert der verbrauchten oder erzeugten Stromverzerrungsleistung der Phase (DI_1 , DI_2 , DI_3 , Dei_{ges}) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Dv1, Dv2, Dv3, Dev	Ansicht: Nicht-Grundfrequente Leistung Maximaler (▲), durchschnittlicher (■) und minimaler (▼) Wert der verbrauchten oder erzeugten Spannungsverzerrungsleistung der Phase (DV_1 , DV_2 , DV_3 , Dev_{ges}) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
Ph1±, Ph2±, Ph3±, Pht±	Ansicht: Nicht-Grundfrequente Leistung Maximaler (▲), durchschnittlicher (■) und minimaler (▼) Wert der verbrauchten (P_{H1}^+ , P_{H2}^+ , P_{H3}^+ , P_{Hges}^+) oder der erzeugten (P_{H1}^- , P_{H2}^- , P_{H3}^- , P_{Hges}^-) Wirkleistung der Harmonischen für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.

Tabelle 3.15: Tasten auf den Leistungs-(TREND)-Bildschirmen

	Wählt aus, welche Messung das Gerät im Diagramm darstellen soll:
	<ul style="list-style-type: none"> Verbr. oder Erzeugt Messungen hinsichtlich verbrauchter (Zusatz: +) oder erzeugter Leistung (Zusatz: -). Zusammengesetzt, Grundfrequent oder Nicht grundfrequent Messung hinsichtlich der grundfrequenten, nicht grundfrequenten oder zusammengesetzten Leistung.
F1	ZEIGEN
	Tasten im Fenster ZEIGEN:
	 Wählt die Option.
	 Bestätigt die gewählte Option
	 Verlässt das Auswahlfenster ohne Änderung.
F2	P Ni Nc S PFi Pfc Zeigt den Trend der zusammengesetzten Wirkleistung
	P Ni Nc S LFi Pfc Zeigt den Trend der zusammengesetzten induktiven Blindleistung.
	P Ni Nc S LFi Pfc Zeigt den Trend der zusammengesetzten kapazitiven Blindleistung.

		Blindleistung.
	P Ni Nc S LFi Pfc	Zeigt den Trend der zusammengesetzten Scheinleistung
	P Ni Nc S LFi Pfc	Zeigt den Trend des induktiven Leistungsfaktors
	P Ni Nc S Pfi LFc	Zeigt den Trend des kapazitiven Leistungsfaktors
		Wenn Grundfrequente Leistung ausgewählt wurde:
	P Qi Qc S DPfi DPfc	Zeigt den Trend der grundfrequenten Wirkleistung.
	P Qi Qc S VFi Vfc	Zeigt den Trend der induktiven, grundfrequenten Blindleistung.
	P Qi Qc S VFi Vfc	Zeigt den Trend der kapazitiven, grundfrequenten Blindleistung.
	P Qi Qc S VFi Vfc	Zeigt den Trend der grundfrequenten Scheinleistung.
	P Qi Qc S VFi Vfc	Zeigt den Trend des induktiven Verschiebungsfaktors.
	P Qi Qc S Vfi VFc	Zeigt den Trend des kapazitiven Verschiebungsfaktors
		Wenn Nicht grundfrequente Leistung ausgewählt wurde:
	Sn Di Dv Ph	Zeigt den Trend der nicht grundfrequenten Scheinleistung.
	Sn Di Dv Ph	Zeigt die nicht grundfrequente Stromverzerrungsleistung.
	Sn Di Dv Ph	Zeigt die nicht grundfrequente Spannungsverzerrungsleistung.
	Sn Di Dv Ph	Zeigt die nicht grundfrequente Wirkleistung
		Wählt zwischen Phasen-, All-Phasen- und Gesamtleistungsansicht aus:
F3	1 2 3 ^ T	Zeigt die Leistungsparameter für die Phase L1.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Leistungsparameter für die Phase L2.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Leistungsparameter für die Phase L3.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Leistungsparameter für die Phasen L1, L2 und L3 in derselben Grafik
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Gesamtleistungsparameter.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
F4	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.7 Energie

3.7.1 Messgerät

Das Gerät zeigt die Status der Energiezähler im Energiemenü. Die Ergebnisse können in tabellarischer (MESSGERÄT) Form betrachtet werden. Die Energiemessung ist nur aktiv, wenn der ALLGEMEINE REKORDER aktiv ist. Für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.14. Die Messbildschirme sind in den Abbildungen unten dargestellt.

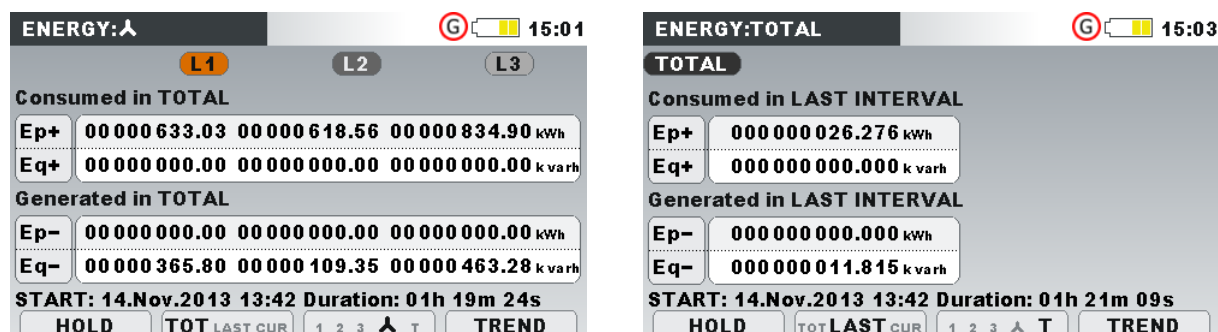



Abbildung 3.27: Bildschirm mit den Energiezählern

Tabelle 3.16: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Ep+	Verbrauchte (+) Phasen- (Ep_1^+ , Ep_2^+ , Ep_3^+) oder Gesamt- (Ep_{ges}^+) Wirkenergie
Ep-	Erzeugte (-) Phasen- (Ep_1^- , Ep_2^- , Ep_3^-) oder Gesamt- (Ep_{ges}^-) Wirkenergie
Eq+	Verbrauchte (+) Phasen (Eq_1^+ , Eq_2^+ , Eq_3^+) oder Gesamt- (Eq_{ges}^+) grundfrequente Blindenergie
Eq-	Erzeugte (-) Phasen (Eq_1^- , Eq_2^- , Eq_3^-) oder Gesamt- (Eq_{ges}^-) grundfrequente Blindenergie
Start	Startzeit und -datum des Rekorders
Dauer	Abgelaufene Zeit des Rekorders

Tabelle 3.17: Tasten auf den Energie (MESSGERÄT)-Bildschirmen

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
	GES LAST AKT	Zeigt die Energieregister für die gesamte Aufzeichnung
	GES LAST AKT	Zeigt die Energieregister für das letzte Intervall.
	GES LAST AKT	Zeigt die Energieregister für das aktuelle Intervall.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieparameter für die Phase L1.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieparameter für die Phase L2.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieparameter für die Phase L3.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energie aller Phasen.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieparameter insgesamt.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.

TREND	Wechselt zur Ansicht TREND.
	Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.7.2 Trend

Die Ansicht TREND ist nur während einer aktiven Aufzeichnung verfügbar (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.14.

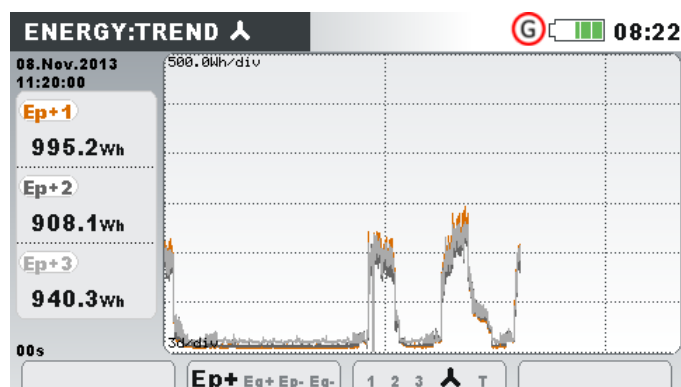


Abbildung 3.28: Bildschirm Energietrend

Tabelle 3.18: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Ep+	Verbrauchte (+) Phasen- (Ep_1^+ , Ep_2^+ , Ep_3^+) oder Gesamt- (Ep_{ges}^+) Wirkenergie
Ep-	Erzeugte (-) Phasen- (Ep_1^- , Ep_2^- , Ep_3^-) oder Gesamt- (Ep_{ges}^-) Wirkenergie
Eq+	Verbrauchte (+) Phasen (Eq_1^+ , Eq_2^+ , Eq_3^+) oder Gesamt- (Eq_{ges}^+) grundfrequente Blindenergie
Eq-	Erzeugte (-) Phasen (Eq_1^- , Eq_2^- , Eq_3^-) oder Gesamt- (Eq_{ges}^-) grundfrequente Blindenergie
Start	Startzeit und -datum des Rekorders
Dauer	Abgelaufene Zeit des Rekorders

Tabelle 3.19: Tasten auf den Energie (TREND)-Bildschirmen

F2	Ep+ Eq+ Ep- Eq-	Zeigt die verbrauchte Wirkenergie für das Zeitintervall (IP) an, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
	Ep+ Eq+ Ep- Eq-	Zeigt die verbrauchte Blindenergie für das Zeitintervall (IP) an, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
	Ep+ Eq+ Ep- Eq-	Zeigt die erzeugte Wirkenergie für das Zeitintervall (IP) an, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
	Ep+ Eq+ Ep- Eq-	Zeigt die erzeugte Blindenergie für das Zeitintervall (IP) an, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
F3	1 2 3 \wedge T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L1.
	1 2 3 \wedge T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L2.
	1 2 3 \wedge T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L3.
	1 2 3 \wedge T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für alle Phasen.

1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für alle Phasen.
MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
F4 TREND	Wechselt zur Ansicht TREND.
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.7.3 Effizienz

Die Ansicht TEFFIZIENZ ist nur während einer aktiven Aufzeichnung verfügbar (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.14.

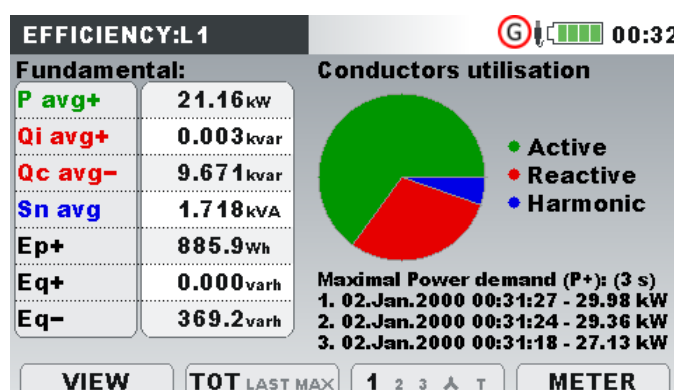


Abbildung 3.29: Bildschirm Energieeffizienz

Tabelle 3.20: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

P avg+	Verbrauchte grundfrequente Phasen Wirkleistung (P_{fund1}^+ , P_{fund2}^+ , P_{fund3}^+)
P+ avg+	Mitkomponente der gesamten grundfrequenten verbrauchten Wirkleistung (P_{ges}^+)
P avg-	Erzeugte grundfrequente Phasen Wirkleistung (P_1^- , P_2^- , P_3^-)
P+ avg-	Mitkomponente der gesamten grundfrequenten erzeugten Wirkleistung (P_{ges}^-) Die angezeigte Wirkleistung ist der Durchschnitt über das ausgewählte Zeitintervall (Taste: F2) <ul style="list-style-type: none"> • GES – zeigt Gesamtdurchschnitt (für komplette Aufzeichnung) der Wirkleistung • LAST – zeigt durchschnittliche Wirkleistung im letzten Intervall • LAST – zeigt durchschnittliche Wirkleistung im maximalen Intervall • MAX - zeigt durchschnittliche Wirkleistung im Intervall mit E_p maximal.
Qi avg+	Verbrauchte grundfrequente induktive Phasen Blindleistung (Q_{i1}^+ , Q_{i2}^+ , Q_{i3}^+)
Qi+ avg+	Mitkomponente der gesamten grundfrequenten induktiven verbrauchten Blindleistung (Q_{ges}^+)
Qi avg-	Erzeugte grundfrequente induktive Phasen Blindleistung (Q_1^- , Q_2^- , Q_3^-)
Qi+ avg-	Mitkomponente der gesamten induktiven erzeugten Blindleistung (Q_{ges}^+) Anzeige der grundfrequenten induktiven Blindleistung über das ausgewählte Zeitintervall (Taste: F2) <ul style="list-style-type: none"> • GES– zeigt den Gesamtdurchschnitt (für komplette Aufzeichnung) der grundfrequenten induktiven Blindleistung • LAST – zeigt den Gesamtdurchschnitt der grundfrequenten

	<p>induktiven Blindleistung im letzten Intervall</p> <ul style="list-style-type: none"> • LAST – zeigt den Gesamtdurchschnitt der grundfrequenten induktiven Blindleistung im maximalen Intervall <p>MAX – zeigt den Gesamtdurchschnitt der grundfrequenten induktiven Blindleistung Intervall mit Ep maximal.</p>
Qc avg+ Qc+ avg+	<p>Verbrauchte grundfrequente kapazitive Phasen Blindleistung (Q_{i1}^+, Q_{i2}^+, Q_{i3}^+)</p> <p>Mitkomponente der gesamten grundfrequente kapazitiven verbrauchten Blindleistung (Q_{ges}^+)</p>
Qc avg- Qc+ avg-	<p>Erzeugte grundfrequente kapazitive Phasen Blindleistung (Q_1^-, Q_2^-, Q_3^-)</p> <p>Mitkomponente der gesamten kapazitiven grundfrequenten erzeugten Blindleistung (Q_{ges}^+)</p> <p>Anzeige der grundfrequenten induktiven Blindleistung über das ausgewählte Zeitintervall (Taste: F2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • GES– zeigt den Gesamtdurchschnitt (für komplette Aufzeichnung) der grundfrequenten kapazitiven Blindleistung • LAST – zeigt den Gesamtdurchschnitt der grundfrequenten kapazitiven Blindleistung im letzten Intervall • MAX – zeigt den Gesamtdurchschnitt der grundfrequenten kapazitiven Blindleistung Intervall mit Ep maximal.
Sn avg Sen avg	<p>Phase nicht grundfrequente Leistung (SN_1, SN_2, SN_3)</p> <p>Gesamte effektive, nicht grundfrequente Scheinleistung (Sen).</p> <p>Anzeige der nicht grundfrequenten induktiven Scheinleistung über das ausgewählte Zeitintervall (Taste: F2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • GES– zeigt den Gesamtdurchschnitt (für komplette Aufzeichnung) der nicht grundfrequenten Blindleistung • LAST – zeigt den Gesamtdurchschnitt der nicht grundfrequenten Blindleistung im letzten Intervall • MAX – zeigt den Gesamtdurchschnitt der nicht grundfrequenten Blindleistung Intervall mit Ep maximal.
Su	Grundfrequente unsymmetrische Leistung, nach IEEE 1459-2010
	•
Ep+ Ep-	<p>Verbrauchte Phasen- (Ep_1^+, Ep_2^+, Ep_3^+) oder Gesamt- (Ep_{ges}^+) Wirkenergie</p> <p>Erzeugte Phasen- (Ep_1^-, Ep_2^-, Ep_3^-) oder Gesamt- (Ep_{ges}^-) Wirkenergie</p> <p>Anzeige der Wirkenergie abhängig vom gewählten Zeitintervall (Taste F2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • GES– zeigt die akkumulierte Energie für die komplette Aufzeichnung • LAST – zeigt die akkumulierte Energie im letzten Intervall • MAX – zeigt die maximal akkumulierte Energie in jedem Intervall
Eq+ Eq-	<p>Verbrauchte (+) Phasen (Eq_1^+, Eq_2^+, Eq_3^+) oder Gesamt- (Eq_{ges}^+) grundfrequente Blindenergie</p> <p>Erzeugte (-) Phasen (Eq_1^-, Eq_2^-, Eq_3^-) oder Gesamt- (Eq_{ges}^-) grundfrequente Blindenergie</p> <p>Anzeige der Blindenergie abhängig vom gewählten Zeitintervall (Taste F2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • GES– zeigt die akkumulierte Energie für die komplette Aufzeichnung • LAST – zeigt die akkumulierte Energie im letzten Intervall


	<ul style="list-style-type: none"> MAX - zeigt die akkumulierte Blindenergie im Intervall mit E_p maximal.
Leitungs- auslastung	<p>Zeigt die Auslastung des Leiterquerschnitts für das gewählte Zeitintervall (GES / LAST / MAX):</p> <ul style="list-style-type: none"> GRÜN - stellt den Teil des Leiterquerschnitt (Draht) dar, der für die Übertragung der Wirkenergie (E_p) benutzt wird. ROT - stellt den Teil des Leiterquerschnitt (Draht) dar, der für die Übertragung der grundfrequenten Blindenergie (E_q) benutzt wird. BLAU - stellt den Teil des Leiterquerschnitt (Draht) dar, der für die Übertragung der nicht grundfrequenten (harmonischen) Scheinenergie (S_N) benutzt wird. BRAUN - stellt den Teil der unsymmetrischen Leistung (S_U) in Mehrphasensystemen in Bezug zur den einzelnen Phasen dar.
	
Datum	Endezeit des gezeigten Intervalls.
Max. Leistungs- bedarf	Zeigt drei Intervalle, wo die gemessene Wirkleistung maximal war.

Tabelle 3.21: Tasten auf den Energie (TREND)-Bildschirmen

F1	ZEIGEN	Schaltet zwischen Verbrauchter (+) und Erzeugter (-) Energie-Ansicht hin und her.
F2	GES LAST MAX GES LAST MAX GES LAST MAX	Zeigt Parameter für die komplette Aufzeichnungsdauer Zeigt die Parameter für letzte (komplette) aufgezeichnet Intervall Zeigt die Parameter für das Intervall, mit der maximalen Wirkenergie.
F3	1 2 3 \wedge T 1 2 3 \wedge T 1 2 3 \wedge T 1 2 3 \wedge T 1 2 3 \wedge T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L1. Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L2. Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L3. Zeigt die Energieaufzeichnungen für alle Phasen. Zeigt die Energieaufzeichnungen für alle Phasen.
F4	MESSG. TREND EFF	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT. Wechselt zur Ansicht TREND. Wechselt zur Ansicht EFFIZIENZ.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.8 Harmonische / Zwischenharmonische

Harmonische stellen Spannungs- und Stromsignale als eine Summe von Sinuskurven der Netzfrequenz und deren ganzzahligen Vielfachen dar. Eine sinusförmige Welle mit einer Frequenz, die um ein k -faches höher ist, als die Grundfrequenz (k ist eine ganze Zahl), wird Harmonische genannt und ist durch eine Amplitude und eine Phasenverschiebung (Phasenwinkel) gegenüber einem Grundfrequenzsignal gekennzeichnet. Wenn aus einer Signalzerlegung mit der Fourier-Transformation eine

Frequenz resultiert, die nicht ein ganzes Vielfaches der Grundfrequenz ist, wird diese Frequenz zwischenharmonische Frequenz genannt und der Anteil mit so einer Frequenz heißt Zwischenharmonische. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.7.

3.8.1 Messgerät

Beim Öffnen der Option HARMONISCHE im Untermenü Messungen wird der HARMONISCHE (MESSGERÄT)-Bildschirm angezeigt (siehe Abbildung unten). Auf diesen Bildschirmen werden Harmonische und Zwischenharmonische von Spannung und Strom sowie die THD dargestellt.

HARMONICS: A								INTERHARM.: A							
V, A	U1	I1	U2	I2	U3	I3		V, A	U1	I1	U2	I2	U3	I3	
RMS	230.3	497.6	229.9	740.4	229.9	987.2		RMS	230.3	497.6	229.9	740.4	229.9	987.1	
THD	14.16	61.43	0.18	0.711	0.18	0.742		THD	14.15	61.45	0.18	0.738	0.17	0.675	
k		1.4		1.0		1.0		ih 0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	
DC	0.00	1.220	0.02	0.0	1.18	1.095		ih 1	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	
h 1	229.6	493.3	229.6	739.7	229.6	986.2		ih 2	0.04	0.079	0.04	0.100	0.04	0.141	
h 2	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0		ih 3	0.05	0.100	0.04	0.186	0.05	0.223	

Abbildung 3.30: (MESSGERÄT)-Bildschirme mit den Harmonischen und Zwischenharmonischen

Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die auf den MESSGERÄT-Bildschirmen verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 3.22: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

RMS	RMS Spannung- / Stromwerte
THD	Gesamte harmonische Spannungs-/Stromverzerrung THDU und THDI in % von der grundfrequenten Spannung/Strom oder als Effektivwert in V, A.
k	K-Faktor (ohne Einheit) zeigen den Betrag von Oberschwingungen , die Verbraucher erzeugen
DC	DC-Anteil von Spannung und Strom in % von der grundfrequenten Spannung/Strom oder als Effektivwert in V, A.
h1 ... h50	Spannungs- (U_{h_n}) oder Stromanteil (I_{h_n}) der n-ten Harmonischen in % von der grundfrequenten Spannung/Strom oder als Effektivwert in V, A.
ih0 ... ih50	Spannungs- (U_{ih_n}) oder Stromanteil (I_{ih_n}) der n-ten Zwischenharmonischen in % von der grundfrequenten Spannung/Strom oder als Effektivwert in V, A.

Tabelle 3.23: Tasten auf den (MESSGERÄT)-Bildschirmen der Harmonischen / Zwischenharmonischen

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm. Anhalten der Uhrzeit, wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.

Schaltet zwischen den Ansichten der Harmonischen und Zwischenharmonischen um.

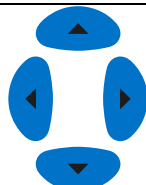
Wechselt zwischen den Einheiten:

- Effektivwert (Volt ,Ampere)
- % der grundfrequenten Harmonischen

F2

ZEIGEN

Tasten im Fenster ZEIGEN:



Wählt die Option.



Bestätigt die gewählte Option



Verlässt das Auswahlfenster ohne Änderung.

Wählt zwischen Einzelphasen-, Neutralleiter-, All-Phasen- und Netzharmonischen und Zwischenharmonischen Ansichten aus.

1 2 3 N ▲

Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L1.

1 2 3 N ▲

Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L2.

1 2 3 N ▲

Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L3.

1 2 3 N ▲

Zeigt die Harmonische/Zwischenharmonische-Anteile für den Neutralkanal.

1 2 3 N ▲

Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen Komponenten für alle Phasen auf dem Einzel-Bildschirm.

12 23 31 Δ

Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen Komponenten für die Phase L12.

12 23 31 Δ

Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L23.

12 23 31 Δ

Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L31.

12 23 31 Δ

Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen Komponenten für Phase - Phase.

MESSG.

Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.

BALKEN

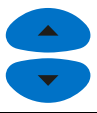


Wechselt zur Ansicht BALKEN.

DURCHSCHNITT

Wechselt zur Ansicht DURCHSCHNITT.

TREND

Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).

	Schaltet zwischen den Anteilen der Harmonischen / Zwischenharmonischen um.
	Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.8.2 Histogramm (Balken)

Der Bildschirm mit den Balken zeigt zwei Balkendiagramme. Das obere Balkendiagramm stellt die Spannungsharmonischen und das untere die Stromharmonischen dar.

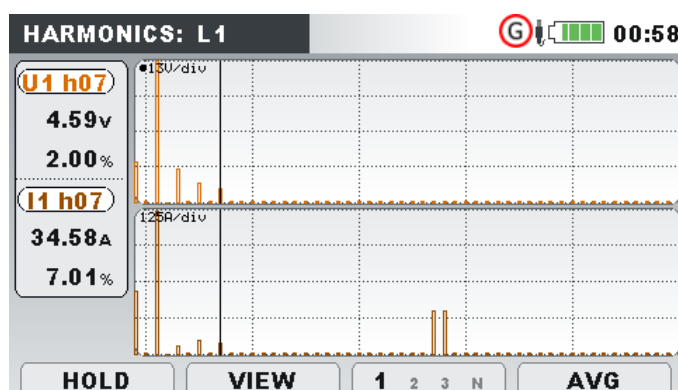




Abbildung 3.31: Bildschirm mit den Histogrammen der Harmonischen

Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die auf den BALKEN-Bildschirmen verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

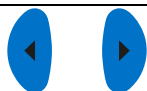
Tabelle 3.24: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Ux h01 ... h50	Anteil der Spannungsharmonischen/-zwischenharmonischen in VRMS und in % der grundfrequenten Spannung
Ix h01 ... h50	Anteil der Stromharmonischen/-zwischenharmonischen in ARMS und in % des grundfrequenten Stroms
Ux DC	DC-Spannung V und in % der grundfrequenten Spannung
Ix DC	DC-Strom in A und in % des grundfrequenten Stroms
Ux THD	Gesamte harmonische Spannungsverzerrung THDU in V und in % der grundfrequenten Spannung
Ix THD	Gesamte harmonische Stromverzerrung THDI _I in A _{RMS} und in % des grundfrequenten Stroms

Tabelle 3.25: Tasten auf den (BALKEN)-Bildschirmen für die Harmonischen / Zwischenharmonischen

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
	ZEIGEN	Schaltet zwischen den Ansichten der Harmonischen und Zwischenharmonischen um.

Tasten im Fenster ZEIGEN:



Wählt die Option.



Bestätigt die gewählte Option



Verlässt das Auswahlfenster ohne Änderung.

		Wählt zwischen den Balkendiagrammen der Harmonischen / Zwischenharmonischen für die einzelnen Phasen und den Neutralkanal aus.
	1 2 3 N	Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L1.
	1 2 3 N	Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L2.
F3	1 2 3 N	Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L3.
	1 2 3 N	Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für den Neutralkanal.
	12 23 31	Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L12.
	12 23 31	Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phasen L23.
	12 23 31	Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phasen L31.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	BALKEN	Wechselt zur Ansicht BALKEN.
F4	DURCHSCHNITT	Wechselt zur Ansicht DURCHSCHNITT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Skaliert ein angezeigtes Histogramm nach der Amplitude.
		Scrollt den Cursor für die Auswahl eines einzelnen Balken der Harmonischen / Zwischenharmonischen.
		Schaltet den Cursor zwischen Spannungs- und Stromhistogramm hin und her.
		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.8.3 Histogramm für Durchschnitt der Harmonischen (Durchschn Balk)

Während einer aktiven Aufzeichnung steht die Ansicht DURCHSCHNITT zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.14). In dieser Ansicht werden die Werte mittleren Spannungs- und Stromharmonischen angezeigt (ab Beginn der Aufzeichnung zum aktuellen Zeitpunkt gemittelt). Bildschirm mit dem Durchschnitt-Histogramm der Harmonischen als Dual Balkendiagramm. Das obere Balkendiagramm stellt die Spannungsharmonischen und das untere die Stromharmonischen dar.

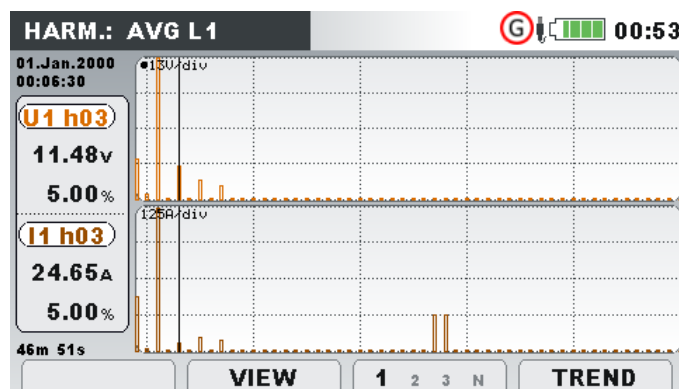



Abbildung 3.32: Bildschirm mit den Durchschnitt-Histogramm der Harmonischen

Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die auf den BALKEN-Bildschirmen verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 3.26: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Ux h01 ... h50	Durchschnittliche Spannung der harmonischen / zwischenharmonischen Komponente in V_{RMS} und in% der grundfrequenten Spannung (ab Beginn der Aufzeichnung)
Ix h01 ... h50	Durchschnittlicher Strom der harmonischen / zwischenharmonischen harmonische Komponente in A_{RMS} und in % des grundfrequenten Stroms
Ux DC	Durchschnittliche DC Spannung in V und in% grundfrequenten Spannung
Ix DC	Durchschnittlicher DC Strom in A und in % des grundfrequenten Stroms
Ux THD	Durchschnitt der harmonischen Gesamtverzerrspannung THD_U in V und in % der grundfrequenten Spannung
Ix THD	Gesamte harmonische Stromverzerrung THD_I in A_{RMS} und in % des grundfrequenten Stroms

Tabelle 3.27: Tasten auf den (BALKEN)-Bildschirmen für die Harmonischen / Zwischenharmonischen

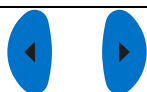
	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.

Schaltet zwischen den Ansichten der Harmonischen und Zwischenharmonischen um.

Tasten im Fenster ZEIGEN:

F2

ZEIGEN



Wählt die Option.



Bestätigt die gewählte Option



Verlässt das Auswahlfenster ohne Änderung.

Wählt zwischen den Balkendiagrammen der Harmonischen / Zwischenharmonischen für die einzelnen Phasen und den Neutrankanal aus.

1 2 3 N

Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L1.

1 2 3 N

Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L2.

1 2 3 N

Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L3.

1 2 3 N

Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für den Neutrankanal.

12 23 31

Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L12.

12 23 31

Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phasen L23.

12 23 31

Zeigt die Harmonischen/Zwischenharmonischen-Anteile für die Phasen L31.

MESSG.

Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.

BALKEN

Wechselt zur Ansicht BALKEN.

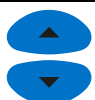
F4

DURCHSCHNITT

Wechselt zur Ansicht DURCHSCHNITT.

TREND

Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).



Skaliert ein angezeigtes Histogramm nach der Amplitude.



Scrollt den Cursor für die Auswahl eines einzelnen Balken der Harmonischen / Zwischenharmonischen.



Schaltet den Cursor zwischen Spannungs- und Stromhistogramm hin und her.



Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.



Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.8.4 Trend

Während einer aktiven Aufzeichnung des ALLGEMEINEN REKORDERS steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.14). Die Anteile der Spannungs- und Stromharmonischen / -zwischenharmonischen können mit der Durchlauffunktionstaste F4 (MESSGERÄT - BALKEN - DURCHSCHNITT - TREND) beobachtet werden.

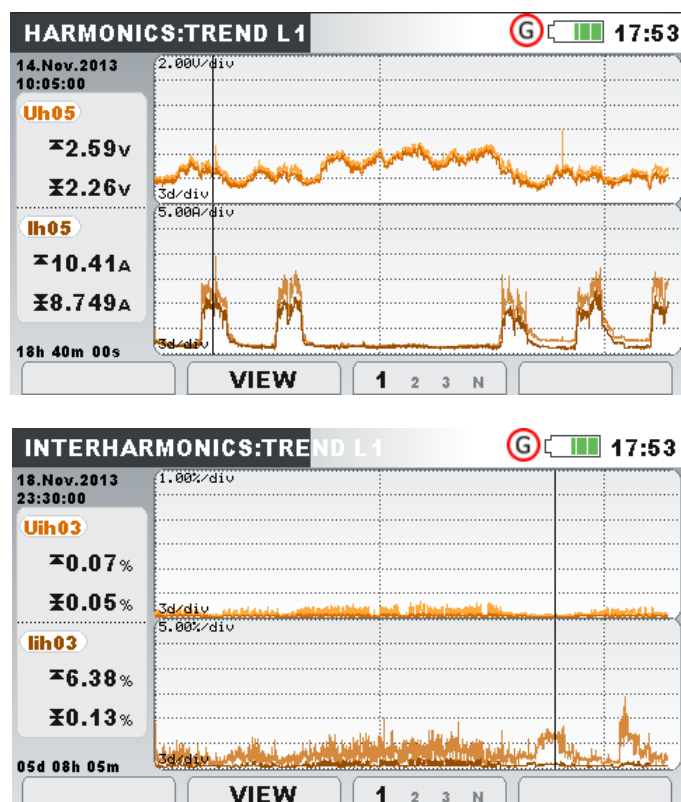


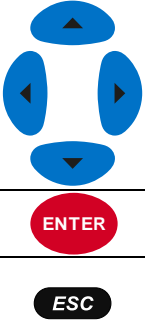
Abbildung 3.33: Bildschirm mit dem Trend der Harmonischen und Zwischenharmonischen

Tabelle 3.28: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

ThdU	Intervall mit maximalen (\approx) und durchschnittlichen (\approx) Wert der gesamten harmonischen Spannungsverzerrung THD _U für die ausgewählte Phase
ThdI	Intervall mit maximalen (\approx) und durchschnittlichen (\approx) Wert der gesamten harmonischen Stromverzerrung HD _I für die ausgewählte Phase
Udc	Intervall mit maximalen (\approx) und durchschnittlichen (\approx) Wert des DC-Spannungsanteils für die ausgewählte Phase
Idc	Intervall mit maximalen (\approx) und durchschnittlichen (\approx) Wert des ausgewählten DC-Stromanteils für die ausgewählte Phase
Uh01...Uh50 Uih01...Uih50	Intervall mit maximalen (\approx) und durchschnittlichen (\approx) Wert der ausgewählten n-ten Spannungs- harmonischen/ - zwischenharmonischer Komponente für die ausgewählte Phase
Ih01...Ih50 lih01...Ih50	Der Intervall mit dem maximalen (\approx) und durchschnittlichen (\approx) Wert des ausgewählten n-ten Anteils der Stromharmonischen / -

zwischenharmonischen der ausgewählte Phase

Tabelle 3.29: Tasten auf den (TRENT)-Bildschirmen für die Harmonischen / Zwischenharmonischen

		<p>Schaltet zwischen den Ansichten der Harmonischen und Zwischenharmonischen um.</p> <p>Schaltet die Messeinheiten zwischen Effektivwert (RMS) in V,A oder % der grundfrequenten Harmonischen um.</p> <p>Wählt die Nummer der Harmonischen für die Überwachung aus.</p>
		Tasten im Fenster ZEIGEN:
F2	ZEIGEN	 <p>Wählt die Option.</p> <p>Bestätigt die gewählte Option</p> <p>Verlässt das Auswahlfenster ohne Änderung.</p>
		Wählt zwischen den Trends der Harmonischen / Zwischenharmonischen für die einzelnen Phasen und den Neutralkanal aus.
	1 2 3 N	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L1.
	1 2 3 N	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L2.
	1 2 3 N	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L3.
F3	1 2 3 N	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile für den Neutralkanal.
	12 23 31	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile der Spannung Phase-Phase L12.
	12 23 31	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile der Spannung Phase-Phase L23.
	12 23 31	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile der Spannung Phase-Phase L31.
	MESSG	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
F4	BALKE	Wechselt zur Ansicht BALKEN.

N**DURCH
SCHNITT**

Wechselt zur Ansicht DURCHSCHNITT.

TREND

Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).



Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.

ESC

Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.9 Flicker

Die Flickermessung misst die menschliche Wahrnehmung des Effekts der Amplitudenmodulation auf die Netzspannung mithilfe einer Glühlampe. Im Menü Flickermessung zeigt das Gerät die gemessenen Flickerparameter. Die Ergebnisse können in tabellarischer (MESSGERÄT) oder in grafischer Form (TREND) betrachtet werden. Letztgenannte ist nur aktiv, wenn der ALLGEMEINE REKORDER aktiv ist. Für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung - siehe Abschnitt 3.14. Zum Verständnis der Bedeutung der einzelnen Parameter - siehe Abschnitt 5.1.8.

3.9.1 Messgerät

Beim Öffnen der Option FLICKER im Untermenü MESSUNGEN wird der tabellarische Bildschirm FLICKER angezeigt (siehe Abbildung unten).

	L1	L2	L3
Urms	229.0	230.5	230.5 v
Pinst,max	1.04	0.34	0.94
Pst(1min)	1.02	0.54	0.97
Pst	1.07	0.25	0.90
Plt	0.78	1.21	0.60

Abbildung 3.34: Bildschirm mit Flickertabelle





Die Beschreibungen der Symbole und Abkürzungen, die auf dem Bildschirm MESSGERÄT verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt. Beachten Sie, dass die Flickermessintervalle mit der Echtzeituhr synchronisiert werden und daher in Minuten-, 10-Minuten und 2-Stundenintervallen aktualisiert werden.

Tabelle 3.30: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Urms	Echter Effektivwert $U_1, U_2, U_3, U_{12}, U_{23}, U_{31}$
Pinst,max	Maximaler momentaner Flicker für jede Phase, alle 10 Sekunden aktualisiert

Pst(1min)	Kurzzeitflicker (1 min) P_{st1min} für jede Phase, in der letzten Minute gemessen
Pst	Kurzzeitflicker (10 min) Pst für jede Phase, in den letzten 10 Minuten gemessen
Plt	Kurzzeitflicker (10 min) Pst für jede Phase, in den letzten 2 Minuten gemessen

Tabelle 3.31: Tasten auf den Energie (MESSGERÄT)-Bildschirmen

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm. Anhalten der Uhrzeit, wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.9.2 Trend

Während einer aktiven Aufzeichnung steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.14). Die Flickerparameter können mit der Durchlauffunktionstaste F4 (MESSGERÄT - TREND) beobachtet werden. Beachten Sie, dass die Aufzeichnungsintervalle des Flickermessgeräts in der Norm IEC 61000-4-15 festgelegt. Deshalb arbeitet das Flickermessgerät unabhängig vom Aufzeichnungsintervall, das in ALLGEMEINER REKORDER gewählt wurde.

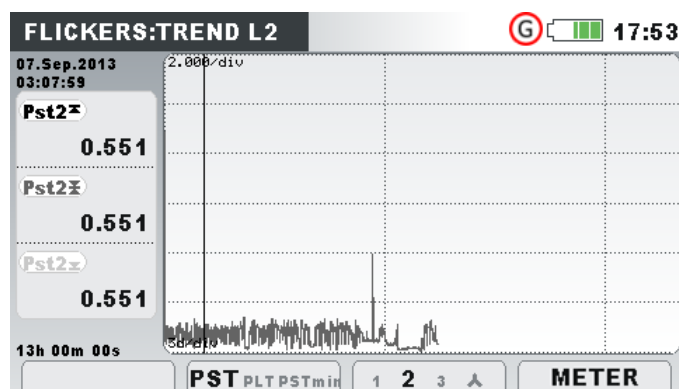



















Abbildung 3.35: Bildschirm mit dem Flickertrend

Tabelle 3.32: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Pst1m1, Pst1m2, Pst1m3, Pst1m12, Pst1m23, Pst1m31	Maximaler (☒), durchschnittlicher (☒) und minimaler (☒) Wert des 1-Minuten-Kurzzeitflickers $P_{st(1min)}$ für die Phasenspannungen U_1 , U_2 , U_3 oder Leiterspannungen U_{12} , U_{23} , U_{31}
Pst1, Pst2, Pst3, Pst12, Pst23, Pst31	Maximaler (☒), durchschnittlicher (☒) und minimaler (☒) Wert des 10-Minuten-Kurzzeitflickers P_{st} für die Phasenspannungen U_1 , U_2 , U_3 oder Leiterspannungen U_{12} , U_{23} , U_{31}
Plt1, Plt2, Plt3, Plt12, Plt23, Plt31	Maximaler (☒), durchschnittlicher (☒) und minimaler (☒) Wert des 2-Stunden-Langzeitflickers P_{lt} für die Phasenspannungen U_1 , U_2 , U_3 oder Leiterspannungen U_{12} , U_{23} , U_{31}

Tabelle 3.33: Tasten auf den Flicker (TREND)-Bildschirmen

		Wählt zwischen folgenden Optionen:
		Zeigt den 10-Minuten-Kurzzeitflicker Pst
		Zeigt den Langzeitflicker Plt.an.
		Zeigt den 1-Minuten-Kurzzeitflicker Pst1min.
		Wählt zwischen verschiedenen Parametern der Trends aus:
		Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L1.
		Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L2.
		Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L3.
		Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für alle Phasen an (nur Mittelwert).
		Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L12.
		Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L23.
		Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L31.
		Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
		Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.

ESC

Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.10 Phasendiagramm

Das Phasendiagramm stellt grafisch die grundfrequenten Spannungen, Ströme und Phasenwinkel des Netzes dar. Es wird nachdrücklich empfohlen, sich dieses vor den Messungen anzuschauen, um den Anschluss des Gerätes zu überprüfen. Beachten Sie, dass die meisten problematischen Messungen von einem falsch angeschlossenen Gerät herrühren (für die empfohlene Messpraktik - siehe 4.1). Auf dem Bildschirm des Phasendiagramms sind zu sehen:

- die grafische Darstellung der Phasenvektoren für Spannung und Strom des vermessenen Systems,
- die Unsymmetrie des vermessenen Systems.

3.10.1 Phasendiagramm

Beim Öffnen der Option PHASENDIAGRAMM im Untermenü MESSUNGEN wird der folgende Bildschirm angezeigt (siehe Abbildung unten).

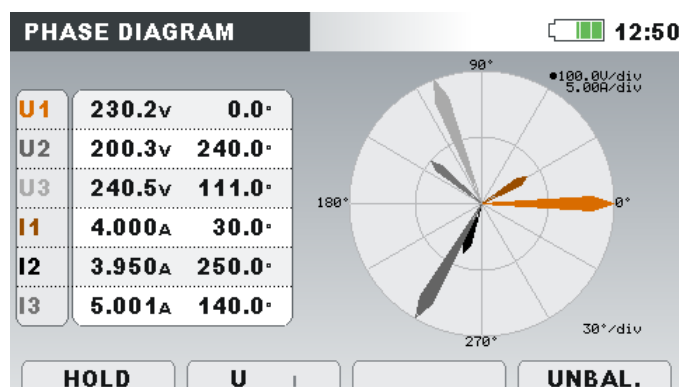


Abbildung 3.36: Bildschirm des Phasendiagramms

Tabelle 3.34: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

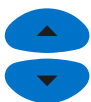
U1, U2, U3	Grundfrequente Spannungen U_{fund1} , U_{fund2} , U_{fund3} mit relativem Phasenwinkel zu U_{fund1}
U12, U23, U31	Grundfrequente Spannungen U_{fund12} , U_{fund23} , U_{fund31} mit relativem Phasenwinkel zu U_{fund12}
I1, I2, I3	Grundfrequente Ströme I_{fund1} , I_{fund2} , I_{fund3} mit relativem Phasenwinkel zu U_{fund1} oder U_{fund12}

Tabelle 3.35: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Phasendiagramm

F1	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm. Anhalten der Uhrzeit, wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F2	U I	Wählt die Spannung für das Skalieren aus (mit den Cursors).
	I U	Wählt den Strom für das Skalieren aus (mit den Cursors).
MESSG.		Wechselt zur Ansicht PHASENDIAGRAMM.

UNSYM. Wechselt zur Ansicht UNSYMMETRIEDIAGRAMM.

TREND Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).



Skaliert die Spannungs- oder Stromphasoren.



Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.



Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.10.2 Unsymmetriediagramm

Das Unsymmetriediagramm stellt die Strom- und Spannungsunsymmetrie des vermessenen Systems dar. Die Unsymmetrie wächst, wenn die Effektivwerte oder Phasenwinkel zwischen den aufeinander folgenden Phasen nicht gleich sind. Das Diagramm ist in der Abbildung unten dargestellt.

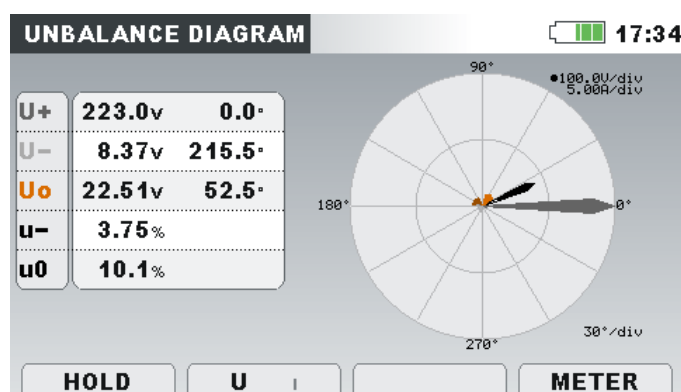


Abbildung 3.37: Bildschirm mit dem Unsymmetriediagramm

Tabelle 3.36: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

U0	Nullkomponente der Spannung U^0
I0	Nullkomponente des Stroms I^0
U+	Mitkomponente der Spannung U^+
I+	Mitkomponente des Stroms I^+
U-	Gegenkomponente der Spannung U^-
I-	Gegenkomponente des Stroms I^-
u-	Gegenspannungsanteil u^-
i-	Gegenstromanteil i^-
u0	Nullspannungsanteil u^0
i0	Nullstromanteil i^0

Tabelle 3.37: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Unsymmetriediagramm

F1	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm. Anhalten der Uhrzeit, wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F2	U	Zeigt die Messung der Spannungsunsymmetrie an und wählt die Spannung fürs Skalieren (mit den Cursors) aus
	I	Zeigt die Messung der Stromunsymmetrie an und wählt den Strom fürs Skalieren (mit den Cursors) aus
F4	MESSG.	Wechselt zur Ansicht PHASENDIAGRAMM.
	UNSYM.	Wechselt zur Ansicht UNSYMMETRIEDIAGRAMM.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Skaliert die Spannungs- oder Stromphasoren.
		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.10.3 Trend der Unsymmetrie

Während einer aktiven Aufzeichnung der UNSYMMETRIE steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.14).

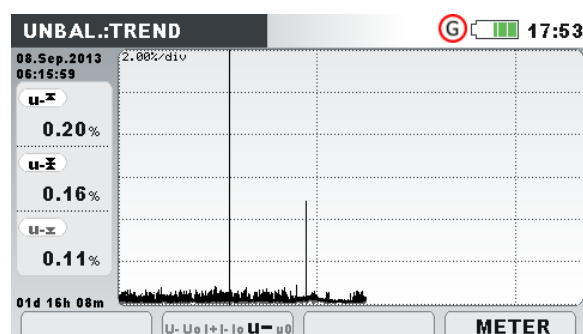














Abbildung 3.38: Bildschirm mit dem Symmetrietrend

Tabelle 3.38: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

u-	Maximaler () , durchschnittlicher () und minimaler () Wert des Gegenspannungsanteils u-
u0	Maximaler () , durchschnittlicher () und minimaler () Wert des Nullspannungsanteils u ⁰
i-	Maximaler () , durchschnittlicher () und minimaler () Wert des Gegenstromanteils i-
i0	Maximaler () , durchschnittlicher () und minimaler () Wert des Nullstromanteils i ⁰

U+	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (▼) Mitspannungswert U^+
U-	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (▼) Gegenspannungswert U^-
U0	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (▼) Nullspannungswert U^0
I+	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (▼) Mitstromwert I^+
I-	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (▼) Gegenstromwert I^-
I0	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (▼) Nullstromwert I^0

Tabelle 3.39: Tasten auf den Bildschirmen mit den Unsymmetrietrends

	U+ U- U0 I+ I- I0 u+ u0 i+ i0	Zeigt die ausgewählte Messung der Spannungs- und Stromunsymmetrie (U^+ , U^- , U^0 , I^+ , I^- , I^0 , u^+ , u^- , i^+ , i^- , i^0).
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht PHASENDIAGRAMM.
	UNSYM.	Wechselt zur Ansicht UNSYMMETRIEDIAGRAMM.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
	Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.	
	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.	

3.11 Temperatur

Das Gerät Energy Master ist in der Lage, mit dem Temperaturfühler A 1354¹ Temperaturen zu messen und aufzuzeichnen. Die Temperatur wird in Grad Celsius und Fahrenheit ausgegeben. Anleitungen zum Start der Aufzeichnung finden Sie in den nächsten Abschnitten. Wie der Neutraleingang der Stromzange mit dem Temperaturfühler vorbereitet wird, erfahren Sie im Abschnitt 4.2.4.

¹ Optionales Zubehör

3.11.1 Messgerät

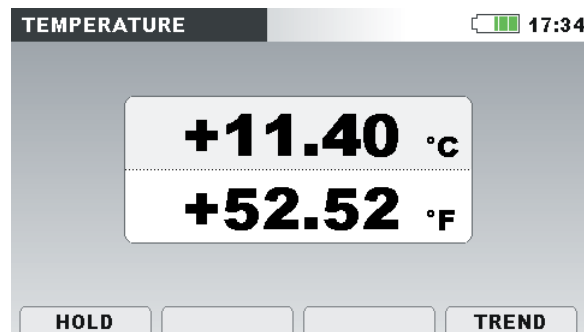


Abbildung 3.39: Bildschirm der Temperaturmessung

Tabelle 3.40: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

°C	Aktuelle Temperatur in Grad Celsius
°F	Aktuelle Temperatur in Grad Fahrenheit

Tabelle 3.41: Tasten auf dem Bildschirm mit den Temperaturmessungen

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm. Anhalten der Uhrzeit, wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.11.2 Trend

Die Ansicht TREND der Temperaturmessung kann während der laufenden Aufzeichnung angeschaut werden. Aufzeichnungen mit Temperaturmessungen können von der Speicherliste und unter Verwendung der PC-Software PowerView v3.0 angesehen werden.

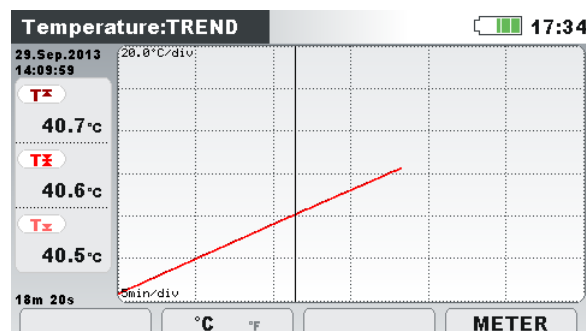


Abbildung 3.40: Bildschirm mit dem Temperaturtrend

Tabelle 3.42: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

T:	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⌘) und minimaler(▼) Temperaturwert für das letzte aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
----	---

Tabelle 3.43: Tasten auf den Bildschirmen mit den Temperaturtrends

F2	°C °F	Aktuelle Temperatur in Grad Celsius
	°C °F	Zeigt die Temperatur in Grad Fahrenheit.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
F4	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.12 Unterabweichung und Überabweichung

Die Unterabweichungs- und Überabweichungs-Parameter sind nützlich, wenn es wichtig ist, beispielsweise anhaltenden Unterspannungen, die in Daten durch anhaltende Überspannungen aufgehoben werden, zu vermeiden. Die Ergebnisse können in einer tabellarischen (MESSG.) oder grafischen (TREND) Ansicht angezeigt werden- nur während der ALLGEMEINE REKORDER ist aktiv ist. Für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung - siehe Abschnitt 3.14. Zum Verständnis der Bedeutung der einzelnen Parameter - siehe Abschnitt 5.1.11.

3.12.1 Messgerät

Durch Eingabe der Option ABWEICHUNG im Untermenü MESSUNGEN die UNTER-/ÜBERABWEICHUNG wird als Tabelle auf dem Gerätebildschirm dargestellt (siehe Abbildung unten).

UNDER/OVER DEV.			
	L1	L2	L3
Urms	229.0	230.5	230.5 V
Uunder	1.04	0.34	0.94 V
	1.02	0.54	0.97 %
Uover	1.07	0.25	0.90 V
	0.78	1.21	0.60 %

Abbildung 3.41: Tabelle Unterabweichung und Überabweichung auf dem Gerätebildschirm




Die Beschreibungen der Symbole und Abkürzungen, die auf dem Bildschirm MESSGERÄT verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 3.44: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Urms	Echter Effektivwert $U_1, U_2, U_3, U_{12}, U_{23}, U_{31}$
------	---

Uunter	Momentane Unterabweichungsspannung U_{Unter} wird als Spannungswert und % der Nennspannung angezeigt
Uüber	Momentane Unterabweichungsspannung $U_{\text{Über}}$ wird als Spannungswert und % der Nennspannung angezeigt

Tabelle 3.45: Tasten auf dem Unterabweichung und Überabweichung (MESSGERÄT)-Bildschirm

F1	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm. Anhalten der Uhrzeit, wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
F3		Wählt zwischen verschiedenen Parametern der Trends aus: Zeigt die Unter-/Überabweichungs-Messwerte für alle Phasenspannungen
		Zeigt die Messwerte der Unter-/Überabweichung für alle Phasenspannungen
F4	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.12.2 Trend

Während einer aktiven Aufzeichnung steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.14). Die Parameter für Unterabweichung und Überabweichung Parameter können durch zyklische Betätigung der Funktionstaste F4 (MESSGERÄT -TREND) beobachtet werden:

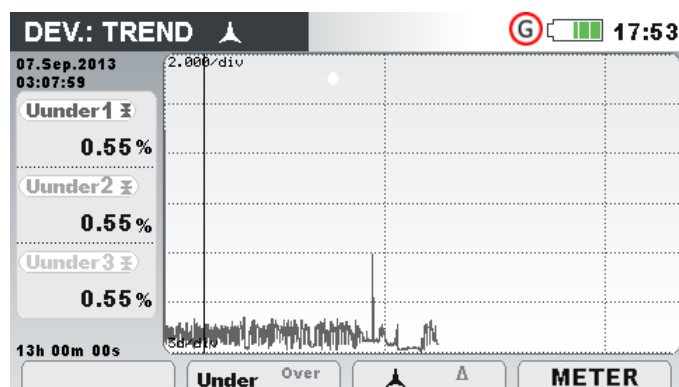











Abbildung 3.42: Unterabweichung und Überabweichung auf dem (TREND)-Bildschirm

Tabelle 3.46: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Uunder1 Uunter2, Uunter3 Uunder12 Uunter22, Uunter31,	Intervall-Mittelwert (Σ) der entsprechenden Unterabweichungsspannung U_{1Unter} , U_{2Unter} , U_{3Unter} , $U_{12Unter}$, $U_{23Unter}$, $U_{31Unter}$, angegeben in % der Nennspannung.
Uüber1 Uover2 Uüber3, Uüber12, Uüber23, Uüber31,	Intervall-Mittelwert (Σ) der entsprechenden Überabweichungsspannung $U_{1Über}$, $U_{2Über}$, $U_{3Über}$, $U_{12Über}$, $U_{23Über}$, $U_{31Über}$ angegeben in % der Nennspannung.

Tabelle 3.47: Tasten für Unterabweichung und Überabweichung auf dem (TREND)-Bildschirm

Wählt zwischen folgenden Optionen:	
	Unter 
	Über 
Zeigt die Trends der Unterabweichung	
Zeigt die Trends der Überabweichung	
Wählt zwischen verschiedenen Parametern der Trends aus:	
	
	
Zeigt die Trends der Unterabweichung/Überabweichung für alle Phasen	
Zeigt die Trends der Unterabweichung/Überabweichung für alle Leitungen	
	MESSG.
	TREND
Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.	
Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).	
	Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.
	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.13 Netzsignale

Die Netzsignalspannung, in bestimmten Anwendungen „Rundsteuersignal“ genannt, ist eine Anhäufung von Signalen, oft auf einer nicht harmonischen Frequenz, mit der industrielle Ausrüstungen, Ertragsmessgeräte und andere Vorrichtungen fern bedient werden. Vor den Netzsignalmessungen muss der Benutzer die Signalfrequenzen im Menü „Netzsig. Einrichtung“ einstellen (siehe Abschnitt 3.19.4).

Die Ergebnisse können in tabellarischer (MESSGERÄT) oder in grafischer Form (TREND) betrachtet werden. Letztgenannte ist nur aktiv, wenn der ALLGEMEINE REKORDER aktiv ist. Für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung - siehe Abschnitt 3.14. Zum Verständnis der Bedeutung der einzelnen Parameter - siehe Abschnitt 5.1.8.

3.13.1 Messgerät

Beim Öffnen der Option NETZSIGNALE im Untermenü MESSUNGEN wird der tabellarische Bildschirm NETZSIGNALE angezeigt (siehe Abbildung unten).

	L1	L2	L3
Sig1	10.06	0.06	3.05v
316.0Hz	4.37	0.02	1.33 %
Sig2	3.00	0.00	3.00v
1060.0Hz	1.39	0.00	1.30%
RMS	229.0	230.5	230.5v

HOLD

Abbildung 3.43: Bildschirm für die Messung der Netzsignale

Die Beschreibungen der Symbole und Abkürzungen, die auf dem Bildschirm MESSGERÄT verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 3.48: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Sig1 316,0 Hz	Echter Effektivwert der Signalspannung (U_{Sig1} , U_{Sig2} , U_{Sig3} , U_{Sig12} , U_{Sig23} , U_{Sig31}) für eine benutzerspezifische Trägerfrequenz (316.0 Hz im abgebildeten Beispiel) ausgedrückt in Volt oder Prozent von der grundfrequenten Spannung
Sig2 1060,0 Hz	Echter Effektivwert der Signalspannung (U_{Sig1} , U_{Sig2} , U_{Sig3} , U_{Sig12} , U_{Sig23} , U_{Sig31}) für eine benutzerspezifische Trägerfrequenz (1060.0 Hz im abgebildeten Beispiel) ausgedrückt in Volt oder Prozent von der grundfrequenten Spannung
RMS	Echter Effektivwert der Phasen- oder Leiterspannung U_{Rms} (U_1 , U_2 , U_3 , U_{12} , U_{23} , U_{31})

Tabelle 3.49: Tasten auf dem Netzsignale (MESSGERÄT)-Bildschirm

F1	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm. Anhalten der Uhrzeit, wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die gehaltene Messung.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
F4	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Löst die Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.13.2 Trend

Während einer aktiven Aufzeichnung steht die Ansicht TREND zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.14). Die

Parameter für die Netzsignale können mit der Durchlauffunktionstaste F4 (MESSGERÄT - TREND) beobachtet werden.

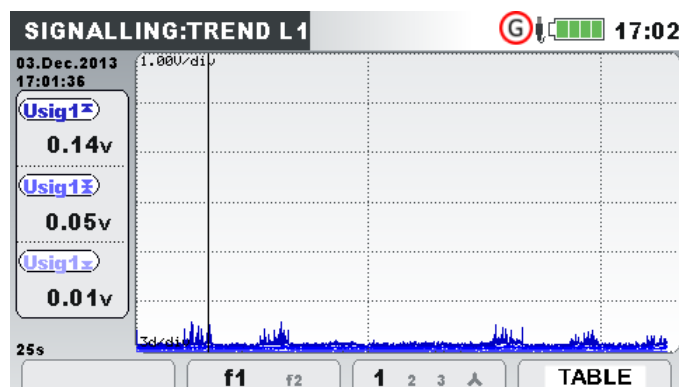





Abbildung 3.44: Bildschirm mit dem Trend der Netzsignale

Tabelle 3.50: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Usig1, Usig2, Usig3 Usig12, Usig23, Usig31	Maximaler (\blacktriangle), durchschnittlicher (\boxtimes) und minimaler (\blacktriangledown) Wert der (U_{Sig1} , U_{Sig2} , U_{Sig3} , U_{Sig12} , U_{Sig23} , U_{Sig31}) Signalspannung für eine benutzerspezifische Sig1/Sig2-Frequenz (im abgebildeten Beispiel Sig1 = 316,0 Hz / Sig2 = 1060,0 Hz).
14.Nov.2013 13:50:00	Zeitstempel des Zeitintervalls (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
22h 25m 00s	Aktuelle Zeit des ALLGEMEINEN REKORDERS (Tage Stunden:Minuten:Sekunden)



Tabelle 3.51: Tasten auf dem Netzsignale (TREND)-Bildschirm

F2	f1 f2	Wählt zwischen folgenden Optionen: Zeigt die Signalspannung für eine benutzerspezifische Netzsignalfrequenz (Sig1).
	f1 f2	Zeigt die Signalspannung für eine benutzerspezifische Netzsignalfrequenz (Sig2).
F3	1 2 3 \blacktriangle	Wählt zwischen verschiedenen Parametern der Trends aus: Zeigt die Netzsignale für die Phase 1
	1 2 3 \blacktriangle	Zeigt die Netzsignale für die Phase 2
	1 2 3 \blacktriangle	Zeigt die Netzsignale für die Phase 3
	1 2 3 \blacktriangle	Zeigt die Netzsignale für alle Phasen an (nur Mittelwert)
	12 23 31 Δ	Zeigt die Netzsignale für die Leiterspannung L12.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Netzsignale für die Leiterspannung L23.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Netzsignale für die Leiterspannung L31.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Netzsignale für alle Leiterspannungen (nur Mittelwert).

	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
	TABELLE	Wechselt zur Ansicht TABELLE (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.
		Keht zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.13.3 Tabelle

Während einer aktiven Aufzeichnung steht die Ansicht TABELLE zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS - siehe Abschnitt 3.14) durch zyklische Betätigung der Taste F4 (MESSG.– TREND – TABELLE). Signalisierungsereignisse nach der Norm IEC 61000-4-30 können hier überwacht werden. Für jedes Signalisierungsereignis erfasst das Gerät die Wellenform, die mit PowerView angesehen werden kann.

SIGNALLING G   17:01

No	L	Sig	START	MAX
1	2	1	26.Nov.2014 16:55:30.836	3.0V
2	2	1	26.Nov.2014 16:56:20.250	5.2V
3	1	2	26.Nov.2014 16:57:21.918	2.5V

Level = 1.0 % Duration = 10 s

METER




Abbildung 3.45: Bildschirm mit der Tabelle Netzsignale

Tabelle 3.52: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

No	Nummer des Netzsignalereignisses
L	Phase auf der das Netzsignalereignis aufgetreten ist
Netzsig	Frequenz bei der das Netzsignalereignis aufgetreten ist, festgelegt als "Netzsig. 1" Frequenz und "Netzsigen. 2" Frequenzen in NETZSIGNALE EINSTELLUNGEN Menu. Für weitere Einzelheiten siehe 3.19.4.
START	Zeit, als die überwachte Netzsignalspannung die Schwellengrenze überschreitet.
MAX	Maximaler Spannungspegel den der Rekorder während eines Netzsignalereignisses erfasst hat
NIVEAU	Schwellenwert in % der Nennspannung U_n , definiert im Menü NETZSIGNALE EINSTELLUNGEN. Für weitere Einzelheiten siehe 3.19.4.
DAUER	Dauer der erfassten Wellenform , festgelegt im Menü NETZSIGNALE EINSTELLUNGEN. Für weitere

Einzelheiten siehe 3.19.4.

Tabelle 3.53: Tasten auf dem Netzsignale (TREND)-Bildschirm

	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
	TABELL E	Wechselt zur Ansicht TABELLE (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Bewegt den Cursor durch die Tabelle Netzsignale.
		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.14 Allgemeiner Rekorder



Das Energy Master kann die gemessenen Daten im Hintergrund aufzeichnen. Durch Öffnen der Option ALLGEMEINER REKORDER im Untermenü REKORDER können die Parameter für den Rekorder benutzerspezifisch eingestellt werden, um die Kriterien für Intervall, Startzeit und Dauer für die aufgezeichnete Kampagne zu erfüllen. Der Bildschirm mit den Einstellungen für den Allgemein Rekorder ist unten dargestellt:



Abbildung 3.46: Bildschirm mit den Einstellungen des Allgemeinen Rekorders











Die folgende Tabelle gibt eine Beschreibung der Einstellungen des Allgemeinen Rekorders wieder:

Tabelle 3.54: Beschreibung der Einstellungen des Allgemeinen Rekorders und der Bildschirmsymbole

	Der allgemeine Rekorder ist aktiv und wartet auf die Startbedingung erfüllt werden. Nach dem die Startbedingungen (definiert Startzeit) erfüllt sind, wird das Gerät einen Wellenform-Schnappschuss aufnehmen und den Allgemeinen Rekorder (aktivieren) starten.
	Der allgemeine Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft. Hinweis: Der Rekorder zeichnet solange auf, wie keine der Endbedingung erfüllt ist:

	<ul style="list-style-type: none"> • STOP Taste wurde vom Benutzer gedrückt • Vorgegebenes Laufzeitkriterium wurde erfüllt • Maximale Aufzeichnungslänge wurde erreicht • SD KARTE ist voll <p>Hinweis: Wenn die Startzeit des Rekorders nicht ausdrücklich angegeben wird, startet der Rekorder abhängig von der Echtzeituhr, nach einem Vielfachen des Intervalls. Zum Beispiel: der Rekorder wird um 12:12 mit einem 5 Minuten Intervall aktiviert. Der Rekorder wird tatsächlich um 12:15 starten.</p> <p>Hinweis: Wenn während der Aufnahme-Session die Geräte Batterien leer sind, zum Beispiel wegen einer langen Unterbrechung, wird Gerät automatisch abgeschaltet. Nachdem wieder Spannung vorhanden ist, startet das Gerät automatisch neue Aufzeichnung.</p>
Intervall	Wählt das Aggregationsintervall für den Allgemeinen Rekorder. Je kleiner das Intervall ist, umso mehr Messungen werden für dieselbe Aufzeichnungsdauer verwendet.
Schließt Ereign. ein	<p>Wählt aus, ob Ereignisse in die Aufzeichnung mit einbezogen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ein: Die aufgezeichneten Ereignis Einträge in Tabellenform (für weitere Einzelheiten siehe 3.15) • Aus: Ereignisse werden nicht aufgezeichnet
Schließt Alarme ein	<p>Wählen, ob Alarme in der Aufzeichnung enthalten sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ein: Aufgezeichnete Alarmeinträge in Tabellenform (für weitere Einzelheiten siehe 3.16) • Aus: Alarme werden nicht aufgezeichnet
Schließt Netzsignalereignisse ein	Wählen, ob Netzsignalereignisse gemäß IEC 61000-4-30 im Datensatz enthalten sein sollen.
Startzeit	<p>Legt die Startzeit der Aufzeichnung fest:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuell, Drücken der Funktionstaste F1 • Zu einer festgelegten Zeit und einem festgelegten Datum.
Dauer	<p>Legt Aufzeichnungsdauer fest. Der Allgemeine Rekorder zeichnet die Messungen für eine vorgegebene Zeitdauer auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuell, • 1, 6 oder 12 Stunden, oder • 1, 2, 3, 7, 15, 30, 60 Tage.
Empfohlene / maximale Aufzeichnungsdauer:	Zeigt die Parameter für die empfohlene und maximale Dauer des vorgegebenen Aufzeichnungsintervalls .
Verfügbarer Speicher	Anzeigen des freien Speichers auf der SD-Karte

Tabelle 3.55: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Allgemeinen Rekorders

	START STOPP	Startet den Rekorder. Stoppt den Rekorder.
	PRÜF. VERB. E.	Prüfen der Verbindungseinstellungen. Für weitere Einzelheiten siehe 3.19.1.
	Öffnet die Einstellung von Startzeit/-datum. Tasten im Fenster zur Einstellung der Startzeit:	
		Wählt den zu ändernden Parameter aus.
		Verändert den Parameter.
		Bestätigt die gewählte Option
		Verlässt das Fenster zur Einstellung der Startzeit ohne Änderungen.
		Wählt den zu ändernden Parameter aus.
		Verändert den Parameter.
		Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.15 Ereignistabelle

In dieser Tabelle werden erfasste Spannungseinbrüche, -überhöhungen und -unterbrechungen angezeigt. Beachten Sie, dass die Ereignisse erst nach ihrem Ende in der Tabelle erscheinen, wenn die Spannung auf den normalen Wert zurückgekehrt ist. Alle Ereignisse können gemäß IEC 61000-4-30 gruppiert werden. Zusätzlich können die Ereignisse zu Zwecken der Fehlerbeseitigung pro Phase separiert werden. Hierzu wird mit der Funktionstaste F1 umgeschaltet.

Gruppenansicht ▲

In dieser Ansicht sind die Spannungsereignisse gemäß IEC 61000-4-30 in Gruppen unterteilt (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 5.1.11). Die Tabelle, in der die Ereignisse zusammengefasst sind, ist unten dargestellt. Jede Zeile in der Tabelle stellt ein Ereignis dar und enthält die Ereignisnummer, die Startzeit des Ereignisses, die Dauer und das Niveau. Zusätzlich werden in der Spalte „T“ die Ereignismerkmale (Art) angezeigt (für Einzelheiten - siehe Tabelle unten).

No	L	START	T	Level	Duration
1	1	02:22:01.240	D	179.92	0h00m4.010s
2	2	02:22:17.247	S	258.83	0h00m9.990s
3	1 2 3	02:22:39.240	DI	0.06	0h00m12.013s

Abbildung 3.47: Bildschirm mit der Gruppenansicht der Spannungsereignisse

Durch Drücken der Taste „ENTER“ bei einem bestimmten Ereignis können wir die Einzelheiten zum Ereignis untersuchen. Das Ereignis ist nach Phasenereignissen unterteilt, die nach Startzeit sortiert sind.

No	L	START	T	Level	Duration
3	1	02:22:39.240	D	0.06	0h00m10.010s
4	1	02:22:39.250	I	0.06	0h00m9.990s
5	2	02:22:41.237	D	0.06	0h00m10.010s
6	3	02:22:41.244	D	1.03	0h00m10.010s
7	3	02:22:41.254	I	1.03	0h00m9.980s
8	2	02:22:41.257	I	0.06	0h00m9.980s



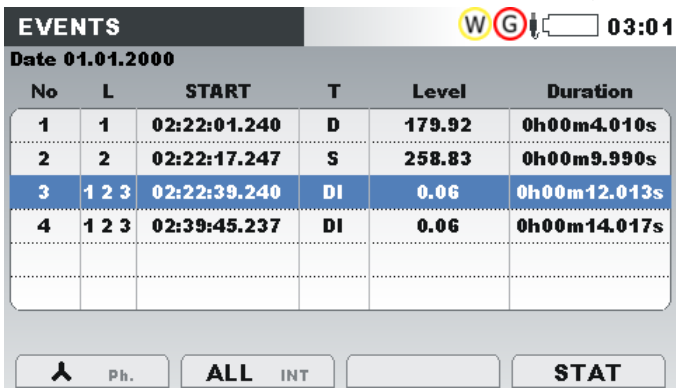

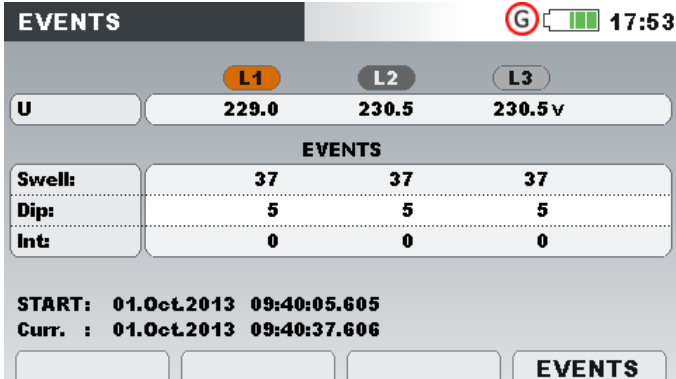
Abbildung 3.48: Bildschirm mit der Detailansicht zum Spannungsereignis

Tabelle 3.56: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

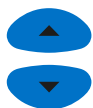
Datum	Datum, als das ausgewählte Ereignis eintrat
Nr.	Eindeutige Ereignisnummer (ID)
L	Zeigt die Phasen- oder Leiterspannung an, bei der das Ereignis eintrat: 1 – Ereignis auf Phase U_1 2 – Ereignis auf Phase U_2 3 – Ereignis auf Phase U_3 12 – Ereignis bei der Spannung U_{12} 23 – Ereignis bei der Spannung U_{23} 31 – Ereignis bei der Spannung U_{31} Hinweis: Diese Anzeige wird nur in den Ereignisdetails dargestellt, da ein gruppiertes Ereignis viele Phasenereignisse haben kann.
Start	Startzeit des Ereignisses (wenn der erste $U_{Rms(1/2)}$ -Wert den Schwellenwert passiert).
T	Kennzeichnet die Art des Ereignisses oder Übergangs: E – Einbruch U – Unterbrechung Ü – Überhöhung

Niveau	Minimal- oder Maximalwert im Ereignis $U_{\text{Einbr.}}$, $U_{\text{Unterbr.}}$, $U_{\text{Überh.}}$
Dauer	Ereignisdauer.

Tabelle 3.57: Tasten auf dem Bildschirm mit der Ereignisgruppenübersicht

F1		Es wird die Gruppenansicht angezeigt. Drücken, um zur Ansicht „PHASE“ zu wechseln.
		Es wird Ansicht Phasenansicht dargestellt. Drücken, um zur Ansicht „GRUPPE“ zu wechseln.
F2	ALL INT	Zeigt alle Ereignisarten (Einbrüche und Überhöhungen). Einbrüche werden als Sonderfall des Spannungseinbruch-Ereignisses behandelt. START-zeit und Dauer in der Tabelle verweist auf das zu beendende Spannungsereignis.
		
ALL INT	ALL INT	Zeigt nur die Mehrphasenspannungsunterbrechungen nach den IEC 61000-4-30 Anforderungen. START-zeit und Dauer in der Tabelle verweist nur auf die Spannungsunterbrechung.
		
F4	STAT	Zeigt die Ereignisstatistiken für die Phasen.
		

EREIGN. Kehrt zur Ansicht „EREIGNISSE“ zurück.



Wählt das Ereignis aus.



Öffnet die Ansicht der Ereignisdetails.



Kehrt zum Bildschirm mit der Ereignisgruppenübersicht zurück.
Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

Phasenansicht

In dieser Ansicht sind die Spannungsereignisse nach Phasen getrennt. Diese Ansicht ist besonders bei der Fehlerbeseitigung zweckdienlich. Außerdem kann der Benutzer Filter anwenden, um nur einen bestimmten Ereignistyp auf einer speziellen Phase zu überwachen. Die erfassten Ereignisse werden in einer Tabelle dargestellt, in der jede Zeile ein Phasenereignis enthält. Jedes Ereignis hat eine Ereignisnummer, Ereignisstartzeit, Dauer und ein Niveau. Zusätzlich wird in der Spalte „T“ die Ereignisart angezeigt (für Einzelheiten - siehe die Tabelle unten).

EVENTS					
Date 13.09.2013					
No	L	START	T	Level	Duration
1	1	08:42:18.048	D	135.64	0h00m0.060s
2	1	08:42:20.048	D	135.66	0h00m0.060s
3	1	08:42:28.048	D	135.64	0h00m0.060s
4	12	08:42:30.045	D	135.64	0h00m0.090s
5	12	08:42:32.045	D	135.63	0h00m0.090s
6	12	08:42:34.045	D	135.64	0h00m0.090s
7	2	08:42:36.045	D	160.96	0h00m0.090s

Abbildung 3.49: Bildschirm mit den Spannungsereignissen



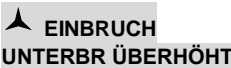













Sie können ebenfalls die Einzelheiten für jedes Spannungsereignis und Statistiken für alle Ereignisse sehen. Die Statistiken zeigen für jede individuelle Ereignisart den Zählerstand je nach Phase an.

Tabelle 3.58: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Datum	Datum, als das ausgewählte Ereignis eintrat
Nr.	Eindeutige Ereignisnummer (ID)
L	Zeigt die Phasen- oder Leiterspannung an, bei der das Ereignis eintrat: 1 – Ereignis auf Phase U ₁ 2 – Ereignis auf Phase U ₂ 3 – Ereignis auf Phase U ₃ 12 – Ereignis bei der Spannung U ₁₂ 23 – Ereignis bei der Spannung U ₂₃ 31 – Ereignis bei der Spannung U ₃₁
Start	Startzeit des Ereignisses (wenn der erste URms ^{1/2} -Wert den

	Schwellenwert passiert).
T	Kennzeichnet die Art des Ereignisses oder Übergangs: E – Einbruch U – Unterbrechung Ü – Überhöhung
Niveau	Minimal- oder Maximalwert im Ereignis $U_{\text{Einbr.}}$, $U_{\text{Unterbr.}}$, $U_{\text{Überh.}}$
Dauer	Ereignisdauer.

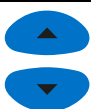
Tabelle 3.59: Tasten auf den Bildschirmen mit der Übersicht der Phasenereignisse

F1		Es wird die Gruppenansicht angezeigt. Drücken, um zur Ansicht „PHASE“ zu wechseln.
		Es wird Ansicht Phasenansicht dargestellt. Drücken, um zur Ansicht „GRUPPE“ zu wechseln.
F2		Filtert die Ereignisse nach Typ:
		Zeigt alle Ereignisarten.
		Zeigt nur Einbrüche.
		Zeigt nur Unterbrechungen.
F3		Filtert die Ereignisse nach Phase:
		Zeigt nur Ereignisse auf der Phase L1.
		Zeigt nur Ereignisse auf der Phase L2.
		Zeigt nur Ereignisse auf der Phase L3.
		Zeigt Ereignisse auf allen Phasen.
		Zeigt nur Ereignisse auf den Phasen L12.
		Zeigt nur Ereignisse auf den Phasen L23.
		Zeigt nur Ereignisse auf den Phasen L31.
F4		Zeigt eine Zusammenfassung der Ereignisse (nach Arten und Phasen).
		

EVENTS			
	L1	L2	L3
U	229.0	230.5	230.5 v
EVENTS			
Swell:	37	37	37
Dip:	5	5	5
Int:	0	0	0
START: 01.Oct.2013 09:40:05.605			
Curr. : 01.Oct.2013 09:40:37.606			
			EVENTS

EREIGN.

Kehrt zur Ansicht „EREIGNISSE“ zurück.



Wählt das Ereignis aus.



Öffnet die Ansicht der Ereignisdetails.



Kehrt zum Bildschirm mit der Übersicht der Phasenereignisse zurück.

Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.16 Alarmtabelle

Dieser Bildschirm zeigt eine Liste der Alarme, die ausgelöst wurden. Die Alarme werden in einer Tabelle angezeigt, in der jede Zeile einen Alarm darstellt. Für jeden Alarm wurden die Startzeit, die Phase, der Typ, die Flankenauslösung, der Min./Max.-Wert und die Dauer hinzugefügt (für Einzelheiten zur Alarmeinrichtung - siehe 3.19.3 und für Details zu den Alarmmessungen - siehe 5.1.13).























START	L	T	Slope	Min/Max	Duration
08:38:31.799	1	I	Rise	1000 A	22.200 sec
08:38:31.799	T	P+	Rise	681.2 kW	52.400 sec
08:40:00.199	T	P+	Rise	302.0 kW	12.000 sec
08:40:46.199	1	Uh3	Rise	9.83 %	15.800 sec
08:41:16.399	1	I	Rise	900.1 A	15.600 sec
08:41:16.399	T	P+	Rise	260.2 kW	15.800 sec

Abbildung 3.50: Bildschirm mit der Alarmliste

Tabelle 3.60: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Datum	Datum, als der ausgewählte Alarm ausgelöst wurde
Start	Wählt die Startzeit des Alarms (wenn der erste U_{Rms} -Wert den Schwellenwert passiert).
L	Zeigt die Phasen- oder Leiterspannung an, bei der das Ereignis eintrat: 1 – Alarm auf Phase L_1 2 – Alarm auf Phase L_2 3 – Alarm auf Phase L_3 12 – Alarm auf Leitung U_{12} 23 – Alarm auf Leitung U_{23} 31 – Alarm auf Leitung U_{31}
Flanke	Gibt die Alarmübergänge an: <ul style="list-style-type: none"> • Steigen – Parameter hat den Schwellenwert überschritten • Fallen – Parameter hat den Schwellenwert unterschritten
Min/Max	Mindest- oder Maximalwert des Parameters während des Auftretens des Alarms
Dauer	Alarmdauer

Tabelle 3.61: Tasten auf den Bildschirmen mit der Alarmtabelle

		Filtert die Alarme nach folgenden Parametern:
	 Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Alle Alarme.
	 Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Spannungsalarme.
	 Ulf Z.Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Alarme der zusammengesetzten Leistung.
	 Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Alarme der grundfrequenten Leistung.
F2	 Ulf C. Pwr F. Pwr NF. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Alarme der nicht grundfrequenten Leistung.
	 Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Flickeralarme.
	 Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Unsymmetrie-Alarme.
	 Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Alarme der Harmonischen.
	 Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Alarme der Zwischenharmonischen.
	 Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H ZH Sig Temp	Alarme der Netzsignale.
	 Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst Flick Sym H iH Sig Temp	Temperaturalarme.
		Filtert die Alarme nach der Phase, auf der sie aufgetreten sind:
	1 2 3 N 12 23 31 T 	Zeigt nur Alarme auf der Phase L1.
	1 2 3 N 12 23 31 T 	Zeigt nur Alarme auf der Phase L2.
	1 2 3 N 12 23 31 T 	Zeigt nur Alarme auf der Phase L3.
	1 2 3 N 12 23 31 T 	Zeigt nur Alarme auf dem neutralen Kanal.
	1 2 3 N 12 23 31 T 	Zeigt nur Alarme auf den Phasen L12.
	1 2 3 N 12 23 31 T 	Zeigt nur Alarme auf den Phasen L23.
	1 2 3 N 12 23 31 T 	Zeigt nur Alarme auf den Phasen L31.
	1 2 3 N 12 23 31 T 	Zeigt nur Alarme auf Kanälen, die nicht von anderen Kanälen abhängen
	1 2 3 N 12 23 31 T 	Zeigt alle Alarme.
	 	Wählt einen Alarm.
	ESC	Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.17 Tabelle für Schnelle Spannungsänderungen (RVC)

In dieser Tabelle werden die erfassten RVC Ereignisse gezeigt. Die Ereignisse erscheinen in der Tabelle nach dem die Spannung im eingeschwungenen Zustand ist. Die RVC Ereignisse werden gemessen und dargestellt nach IEC 61000-4-30. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.14.

No	L	START	Duration	dUmax	dUss
1	1	07.Oct.2015 14:30:07.842	0.010s	10.0V	3.3V
2	2	07.Oct.2015 14:33:52.839	0.010s	8.0V	1.1V
3	3	07.Oct.2015 14:34:30.835	0.010s	20.0V	20.0V
4	3	07.Oct.2015 14:36:10.836	0.010s	15.0V	14.9V
5	1	07.Oct.2015 14:36:28.832	0.010s	20.0V	20.0V

STAT

Abbildung 3.51: Bildschirm mit der Alarmliste

Tabelle 3.62: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

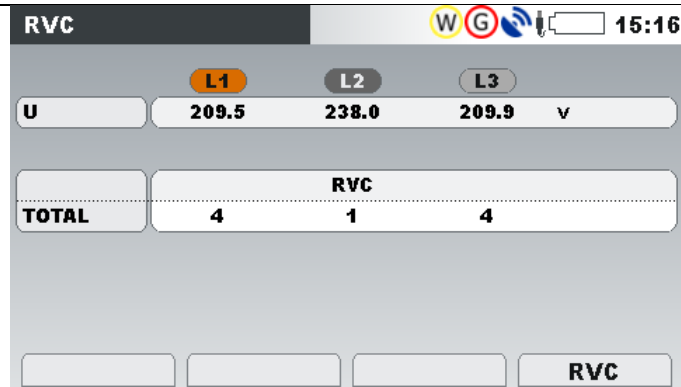
Nr.	Eindeutige Ereignisnummer (ID)
L	Zeigt die Phasen- oder Leiterspannung an, bei der das Ereignis eintrat: 1 – Ereignis auf Phase U_1 2 – Ereignis auf Phase U_2 3 – Ereignis auf Phase U_3 12 – Ereignis bei der Spannung U_{12} 23 – Ereignis bei der Spannung U_{23} 31 – Ereignis bei der Spannung U_{31}
Start	Startzeit des Ereignisses (wenn der erste $U_{RMS(1/2)}$ -Wert den Schwellenwert passiert).
Dauer	Ereignisdauer.
dMax	ΔU_{max} - maximale absolute Differenz zwischen beliebigen $U_{RMS(1/2)}$ Werten während des RVC Ereignisses und dem endgültigen arithmetischen Mittelwert 100/120 $U_{RMS(1/2)}$ Wert kurz vor dem RVC Ereignis ().
dUss	ΔU_{ss} - ist die absolute Differenz zwischen dem letzten arithmetische Mittelwert 100/120 $U_{RMS(1/2)}$ kurz vor dem RVC Ereignis und dem ersten arithmetischen Mittelwert 100/120 $U_{RMS(1/2)}$ nach dem RVC Ereignis.

Tabelle 3.63: Tasten auf dem Bildschirm mit der Ereignisgruppenübersicht



STAT

Zeigt die Ereignisstatistiken (phasenweise).



RVC Kehrt zur Ansicht „EREIGNISSE“ zurück.

ESC

Kehrt zum Bildschirm mit der Ereignisgruppenübersicht zurück.
Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.18 Speicherliste

Mit diesem Menü kann der Benutzer durch gespeicherte Aufzeichnungen navigieren und diese anschauen. Bei Öffnen dieses Menüs werden Informationen zu den Aufzeichnungen angezeigt.

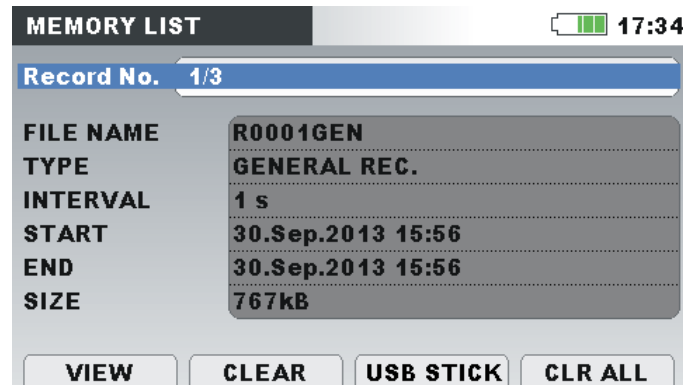






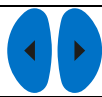




Abbildung 3.52: Bildschirm mit der Speicherliste

Tabelle 3.64: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Aufzeichnung Nr.	Gewählte Aufzeichnungsnummer, für die die Details angezeigt werden.
DATEINAME	<p>Name der Aufzeichnung auf der SD-Karte Vereinbarungsgemäß werden Dateinamen nach folgenden Regeln erstellt: Rxxxxyyy.REC, dabei sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • xxxx wenn die Aufzeichnungsnummer 0000 ÷ 9999 • yyy bedeuten den Aufzeichnungstyp <ul style="list-style-type: none"> ○ SNP – Wellenform Schnappschuss ○ GEN – Allgemeine Aufzeichnung Die Allgemeine Aufzeichnung erzeugt auch EVT, PAR, ALM, SIG, SEL Dateien, die auf SD-Karte sind und in PowerView importiert werden können.

Art	Zeigt den Typ der Aufzeichnung an, der sein kann: <ul style="list-style-type: none"> • Momentaufnahme, • Allgemeine Aufzeichnung.
Intervall	Aufzeichnungsintervall für die allgemeine Aufzeichnung (Integrationsperiode)
Dauer	Aufzeichnungsdauer
Start	Startzeit der allgemeinen Aufzeichnung.
Ende	Stoppzeit der allgemeinen Aufzeichnung.
Größe	Aufzeichnungsgröße in Kilobyte (kB) oder Megabyte (MB).

Tabelle 3.65: Tasten auf dem Bildschirm mit der Speicherliste

	ZEIGEN	Zeigt Details zur aktuell ausgewählten Aufzeichnung.
	LÖSCHEN	Löscht die ausgewählte Aufzeichnung.
	USB STICK KOPIEREN	Aktivieren der USB-Speicher-Stick-Unterstützung Kopiert die aktuelle Aufzeichnung auf den USB-Speicher-Stick
		Öffnet das Fenster zur Bestätigung des Löschens aller gespeicherten Aufzeichnungen.
		Tasten im Bestätigungsfenster:
	ALLE LÖ	 Wählt JA oder NEIN.
		 Bestätigt die Auswahl
		 Verlässt das Bestätigungsfenster ohne Löschen der gespeicherten Aufzeichnungen.
		Navigiert durch die Aufzeichnungen (nächste oder vorherige Aufzeichnung).
		Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.18.1 Allgemeine Aufzeichnung

Dieser Aufzeichnungstyp wird vom ALLGEMEINEN REKORDER erstellt. Wie in der Abbildung unten dargestellt, gleicht die Titelseite der Aufzeichnung dem Einstellungsbildschirm des ALLGEMEINEN REKORDERS.

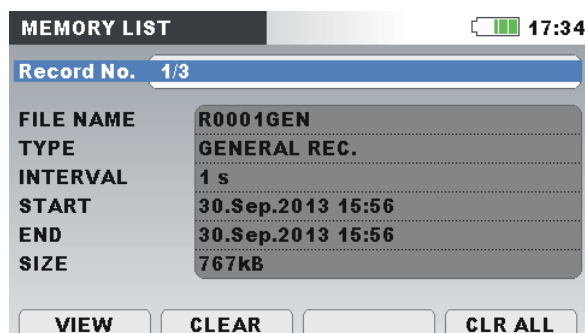


Abbildung 3.53: Titelseite der Allgemeinen Aufzeichnung im Menü SPEICHERLISTE

Tabelle 3.66: Beschreibung der Rekorder Einstellungen

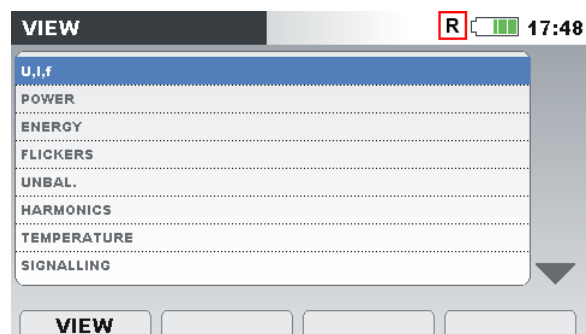
Aufzeichnung Nr.	Gewählte Aufzeichnungsnummer, für die die Details angezeigt werden.
DATEINAME	Name der Aufzeichnung auf der SD-Karte
Art	Gibt den Aufzeichnungstyp an: Allgemeine Aufzeichnung.
Intervall	Aufzeichnungsintervall für die allgemeine Aufzeichnung (Integrationsperiode)
Start	Startzeit der allgemeinen Aufzeichnung.
Ende	Stoppzeit der allgemeinen Aufzeichnung.
Größe	Aufzeichnungsgröße in Kilobyte (kB) oder Megabyte (MB).

Tabelle 3.67: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Allgemeinen Rekorders

**ZEIGEN**

Wechselt zum Bildschirm mit dem Menü
EINSTELLUNGEN DER KANÄLE.




Durch Drücken der Taste F1 (ZEIGEN) kann eine spezielle Signalgruppe beobachtet werden.



Tasten auf dem Menübildschirm EINSTELLUNG
DER KANÄLE:



Wählt eine spezielle
Signalgruppe.

		F1	Öffnet eine spezielle Signalgruppe (Ansicht TREND).
		ENTER	
		ESC	Beendet und kehrt zum Menü SPEICHERLISTE zurück.
F2	LÖSCHEN		Löscht die letzte Aufzeichnung. Um den gesamten Speicher frei zu machen, löschen Sie die Aufzeichnungen eine nach der anderen.
			Öffnet das Fenster zur Bestätigung des Löschens aller gespeicherten Aufzeichnungen.
			Tasten im Bestätigungsfenster:
F4	ALLE LÖ		Wählt JA oder NEIN.
		ENTER	Bestätigt die Auswahl
		ESC	Verlässt das Bestätigungsfenster ohne Löschen der gespeicherten Aufzeichnungen.
			Navigiert durch die Aufzeichnungen (nächste oder vorherige Aufzeichnung).
			Wählt den Parameter aus (nur im Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE).
ESC			Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

Durch Drücken von **F1** **ZEIGEN** im Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE erscheint die Grafik TREND der ausgewählten Kanalgruppe auf dem Bildschirm. Das Diagramm ist in der Abbildung unten dargestellt.

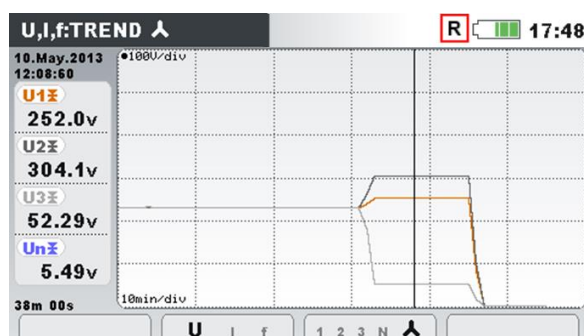


Abbildung 3.54: Ansicht der Rekorder Daten für den U,I,f-TREND

Tabelle 3.68: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

R	Abruf der Speicherliste. Der angezeigte Bildschirm wurde vom Speicher abgerufen
----------	---



	Gibt die Cursor-Position auf der Grafik an.
U1, U2, U3	Der maximale () , durchschnittliche () und minimale () aufgezeichnete Wert der Phasenspannung U_{1Rms} , U_{2Rms} , U_{3Rms} , U_{NRms} , für das Zeitintervall, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
U12, U23, U31	Der maximale () , durchschnittliche () und minimale () aufgezeichnete Wert der Leiterspannung U_{12Rms} , U_{23Rms} , U_{31Rms} , für das Zeitintervall, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
I _p :	Der maximale () , durchschnittliche () und minimale () aufgezeichnete Wert des Phase Stroms I_{1Rms} , I_{2Rms} , I_{3Rms} , I_{NRms} , für das Zeitintervall, das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
38m 00s	Zeitposition des Cursors in Bezug auf die Startzeit der Aufzeichnung.
10.May.2013, 12:08:50	Zeitstempel an der Curserposition

Tabelle 3.69: Tasten auf den Bildschirmen mit der Ansicht des U,I,f-TRENDS

		Wählt zwischen folgenden Optionen:
		Zeigt den Spannungstrend.
		Zeigt den Stromtrend.
		Zeigt den Trend der Frequenz.
		Zeigt den Spannungs- und Stromtrend (Einfach-Modus).
		Zeigt den Spannungs- und Stromtrend (Dual-Modus).
		Wählt zwischen Phasen-, Neutraleiter-, All-Phasen- und Leiteransicht aus:
		Zeigt den Trend für die Phase L1.
		Zeigt den Trend für die Phase L2.
		Zeigt den Trend für die Phase L3.
		Zeigt den Trend für den neutralen Kanal.
		Zeigt den Trend für alle Phasen
		Zeigt den Trend für die Phasen L12.
		Zeigt den Trend für die Phasen L23.
		Zeigt den Trend für die Phasen L31.
		Zeigt alle Phase-Phase Trends.
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Überwachung aus.
		Kehrt zum Menübildschirm „EINSTELLUNGEN DER KANÄLE“ zurück.

Hinweis: Für die anderen aufgezeichneten Daten (Leistung, Harmonische usw.) gilt eine ähnliche Vorgehensweise wie in den vorangegangenen Abschnitten dieses Handbuchs beschrieben.

3.18.2 Momentaufnahme von der Wellenform

Diese Art von Aufzeichnung kann mit Benutzung der Taste  erstellt werden (drücken und halten Sie die Taste ).

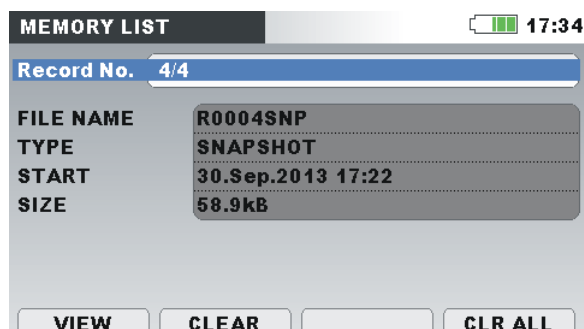


Abbildung 3.55: Titelseite der Momentaufnahme im Menü SPEICHERLISTE

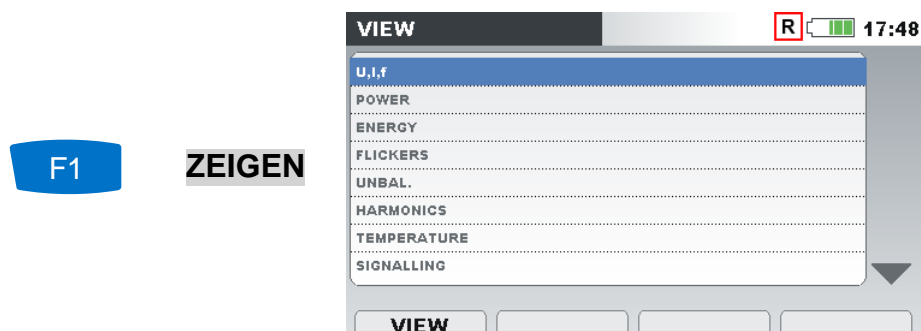
Tabelle 3.70: Beschreibung der Rekorder Einstellungen

Aufzeichnung Nr.	Gewählte Aufzeichnungsnummer, für die die Details angezeigt werden.
DATEINAME	Name der Aufzeichnung auf der SD-Karte
Art	Gibt den Aufzeichnungstyp an: <ul style="list-style-type: none"> • Momentaufnahme,
Start	Startzeit der allgemeinen Aufzeichnung.
Größe	Aufzeichnungsgröße in Kilobyte (kB).

Tabelle 3.71: Tasten auf dem Bildschirm mit der Titelseite der Momentaufnahme

Wechselt zum Bildschirm mit dem Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE.











Durch Drücken der Taste F1 (ZEIGEN) kann eine spezielle Signalgruppe beobachtet werden.




Tasten auf dem Menübildschirm EINSTELLUNG DER KANÄLE:



Wählt eine spezielle Signalgruppe.

		 	Öffnet eine spezielle Signalgruppe (Ansicht MESSGERÄT oder OSZILLOSKOP).
			Beendet und kehrt zum Menü SPEICHERLISTE zurück.
	LÖSCHE N		Löscht die letzte Aufzeichnung. Um den gesamten Speicher frei zu machen, löschen Sie die Aufzeichnungen eine nach der anderen.
			Öffnet das Fenster zur Bestätigung des Löschens aller gespeicherten Aufzeichnungen.
			Tasten im Bestätigungsfenster:
	ALLE LÖ	 	Wählt JA oder NEIN.
			Bestätigt die Auswahl
			Verlässt das Bestätigungsfenster ohne Löschen der gespeicherten Aufzeichnungen.
			Navigiert durch die Aufzeichnungen (nächste oder vorherige Aufzeichnung).
			Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

Durch Drücken von  **ZEIGEN** im Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE erscheint der Bildschirm MESSGERÄT. Das Diagramm ist in der Abbildung unten dargestellt.

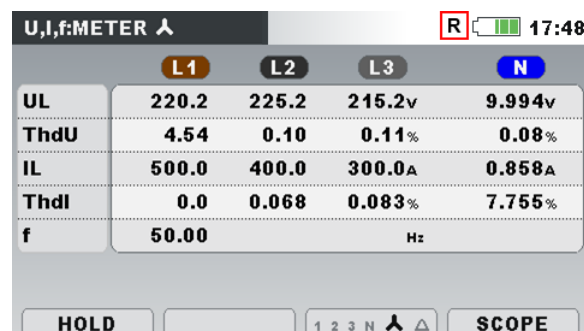


Abbildung 3.56: Bildschirm von der U,I,f-Messung in der aufgerufenen Momentaufnahme

Hinweis: Für weitere Einzelheiten zur Handhabung und Überwachung von Daten schauen Sie in den vorangegangenen Abschnitten dieses Handbuchs nach.

Hinweis: Die WELLENFORM MOMENTAUFNAHME wird zu Beginn von ALLGEMEINEN REKORDER automatisch erstellt.

3.19 Untermenü Messeinstellungen.

Im Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ können die Messparameter betrachtet, konfiguriert und gespeichert werden.

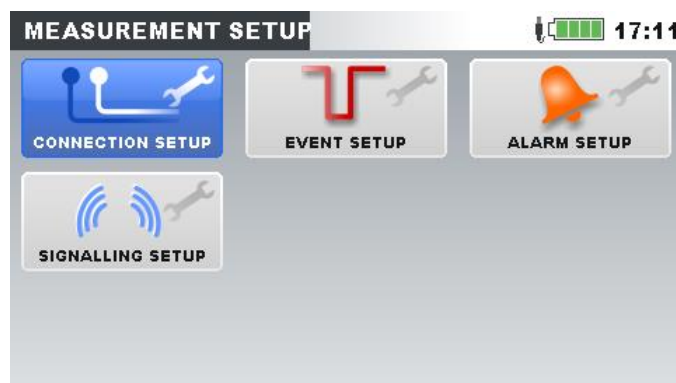
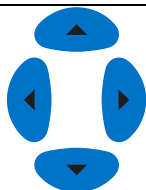


Abbildung 3.57: Untermenü MESSEINSTELLUNGEN.

Tabelle 3.72: Beschreibung der Optionen zu den Messeinstellungen

Anschlusseinrichtung g	Einstellung der Parameter für die Messungen:
Ereigniseinrichtung	Einstellung der Ereignisparameter.
Alarmeinrichtung	Einstellung der Alarmparameter.
Netzsignaleinrichtung g	Einstellung der Parameter zu den Netzsignalen.

Tabelle 3.73: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Untermenü Messeinstellungen



Wählt die Option im Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ aus.



Öffnet die gewählte Option.



Kehrt zum „HAUPTMENÜ“ zurück.

3.19.1 Anschlusseinrichtung

In diesem Menü kann der Benutzer die Verbindungsparameter einstellen, wie Nennspannung, Frequenz, usw. Nachdem alle Parameter verstellt sind, überprüft das Messgerät, ob übergebenen Parameter den Messungen entsprechen. Im Falle einer Unverträglichkeit zeigt das Messgerät eine Warnung für die Verbindungsprüfung (X), bevor das Menü verlassen wird.

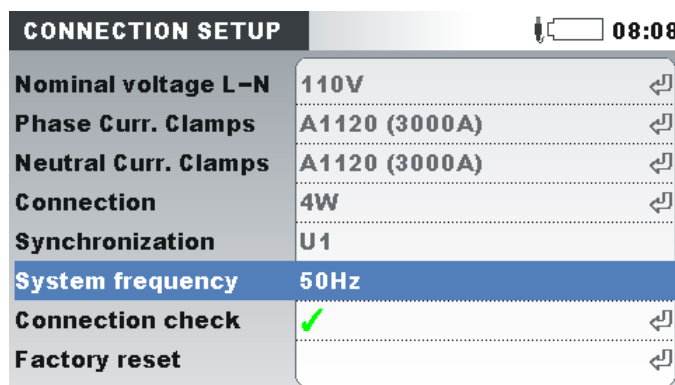


Abbildung 3.58: Bildschirm „ANSCHLUSSEINRICHTUNG“

Tabelle 3.74: Beschreibung der Anschlusseinrichtung

Stellen Sie die Nennspannung ein. Wählen Sie die Spannung entsprechend der Netzspannung aus. Wenn die Spannung über einen Spannungswandler gemessen wird, drücken Sie für die Einstellung der Parameter des Spannungswandlers die Taste ENTER:



Nennspannung

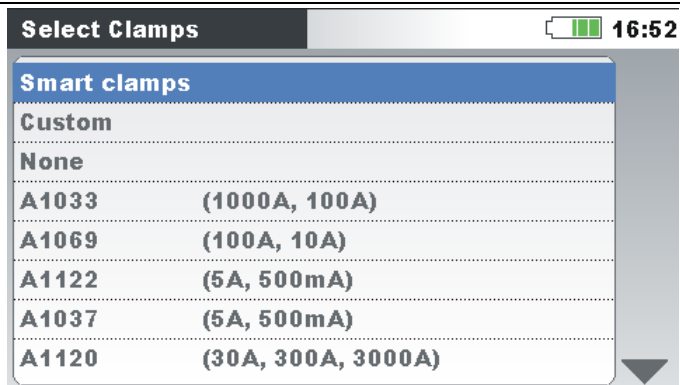
Spannungsverhältnis: Spannungswandler Verhältnis $\Delta \leftrightarrow \lambda$:

Wandlertyp			Zusätzliches Wanderverhältnis
Primär	Sekundär	Symbol	
Dreieck	Stern	$\Delta \rightarrow \lambda$	$1/\sqrt{3}$
Stern	Dreieck	$\lambda \rightarrow \Delta$	$\sqrt{3}$
Stern	Stern	$\lambda \rightarrow \lambda$	1
Dreieck	Dreieck	$\Delta \rightarrow \Delta$	1

Hinweis: Das Gerät kann stets bis zur Höhe von 150 % der gewählten Nennspannung exakt messen.

Phasen- Stromzangen Neutralleiter- Stromzangen

Wählt die Phasen-Stromzangen für die Phasenstrommessungen aus.



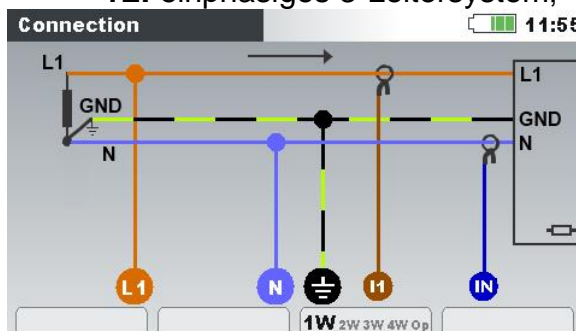
Hinweis: Für Smart-Stromzangen (A 1227, A 1281) wählen Sie immer „Smart-Stromzangen“ aus.

Hinweis: Verwenden Sie Option "Keine" nur für Spannungsmessungen.

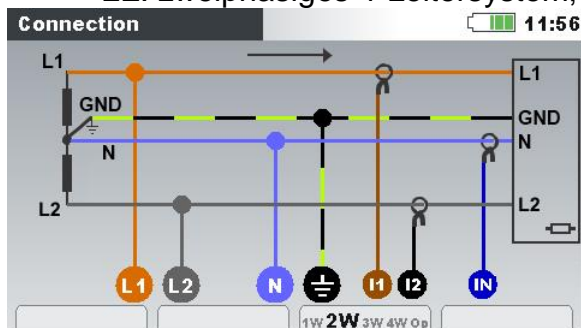
Hinweis: Für Einzelheiten zu weiteren Einstellungen der Stromzangen - siehe Abschnitt 4.2.3.

Verfahren für den Anschluss des Geräts an Multi-Phasensysteme (für Einzelheiten - siehe 4.2.1).

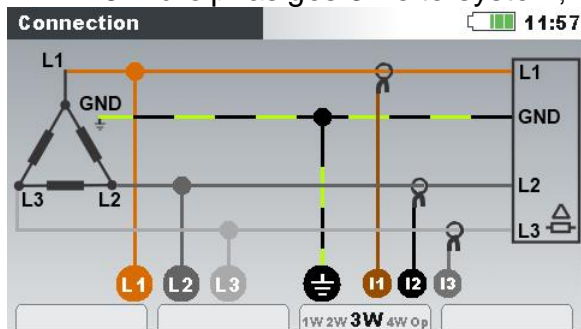
- **1L:** einphasiges 3-Leitersystem;



- **2L:** zweiphasiges 4-Leitersystem;

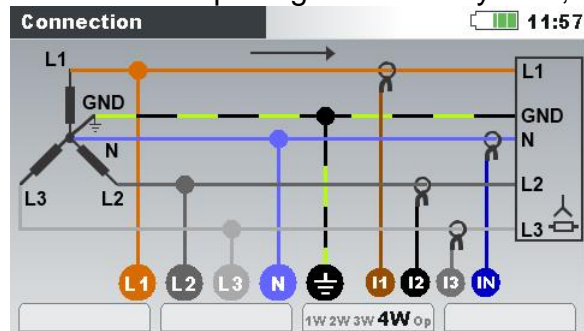


- **3L:** dreiphasiges 3-Leitersystem;

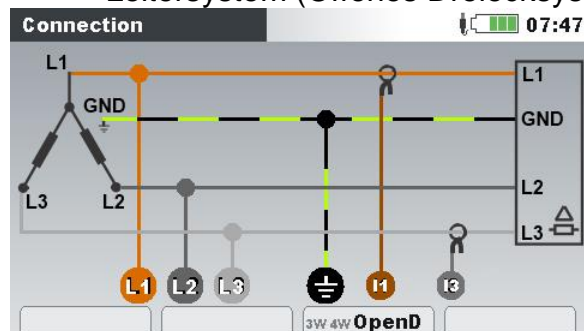


Anschluss

- **4L:** dreiphasiges 4-Leitersystem;



- **Off.D (Offenes Dreieck):** dreiphasiges 2-Leitersystem (Offenes Dreiecksystem).



Synchronisierung

Synchronisierungskanal. Dieser Kanal wird zur Synchronisierung des Geräts mit der Netzfrequenz verwendet. Auf diesem Kanal wird auch eine Frequenzmessung durchgeführt. In Abhängigkeit vom **Anschluss** kann der Benutzer auswählen:

- **1L, 4L, 2L** U1 oder I1.
- **3L, Off. D:** U12, oder I1.

Systemfrequenz

Wählt die Systemfrequenz. Entsprechend dieser Einstellung wird das 10/12 Perioden Intervall oder das 12 Perioden Intervall für die Berechnung verwendet (gemäß IEC 61000-4-30):

- 50 Hz – 10 Perioden Intervall
- 60 Hz – 12 Perioden Intervall

Verbindungsprüfung

Überprüfen Sie, ob die Messergebnisse die vorgegebenen Grenzwerte einhalten. Die Messung wird mit dem OK-Zeichen (✓) versehen, wenn Messergebnisse innerhalb folgender Grenzen sind:

Spannung 90% ÷ 110% oder Nennspannung

Strom 10% ÷ 110% des Nennstroms (Stromzangenbereich)

Frequenz 42.5 ÷ 57.5 Hz für 50Hz und 51 ÷ 69 Hz für 60Hz Systemfrequenz

U-I Phasenwinkel: $\pm 90^\circ$

Spannungs- und Stromfolge 1 – 2 – 3

Jede Messung, die nicht innerhalb der Grenzen liegt, wird es mit nicht bestanden Zeichen (✗) markiert.

Connection: Consumed					08:57
	L1	L2	L3	N	
U	✓ 229.5	✓ 229.8	✓ 229.5	1.03	V
I	✓ 2.500	✓ 3.750	✓ 5.000	1.567	A
P	0.574	0.862	1.147		kW
Phase	✓ 0.0	✓ 0.0	✓ 0.0	359.0	°
Useq	✓ 1 2 3	Ptot		2.583	kW
Iseq	✓ 1 2 3	f		✓ 49.999	Hz
DATE/TIME		VIEW		LIMITS	

Standardparameter

Stellt die werkseitig eingestellten Standardparameter ein. Dies sind:

Nennspannung 230V (L-N);

Spannungsverhältnis: 1:1;

$\Delta \leftrightarrow \blacktriangle$: 1

Phasen-Stromzange; Smart-Stromzangen;

Neutralleiter-Stromzangen: Smart-Stromzangen;

Anschluss: 4L;

Synchronisierung: U1

Systemfrequenz: 50 Hz eingestellt werden.

Einbruchsspannung: 90% U_{Nom}

Unterbrechungsspannung: 5% U_{Nom}

Überhöhungsspannung: 110% U_{Nom}

Netzsignalfrequenz1: 316 Hz

Netzsignalfrequenz2: 1060 Hz





Netzsignal-Aufzeichnungsdauer 10 sec

Netzsignal-Schwelle 5% der Nennspannung

RVC Schwelle: 3% der Nennspannung

Löscht die Tabelle der Alarmeinstellungen

Tabelle 3.75: Tasten im Menü für die Anschlusseinrichtung

	Wählt die Prüfparameter aus, die einzustellen oder zu ändernden sind.
	Ändert den gewählten Parameterwert
	Öffnet das gewählte Untermenü. Bestätigt das Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen
	Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

3.19.2 Ereigniseinrichtung

In diesem Menü kann der Benutzer die Spannungsereignisse und ihre Parameter einstellen. Für weitere Einzelheiten zu den Messverfahren - siehe 5.1.11. Erfasste Ereignisse können auf dem Bildschirm EREIGNISTABELLE beobachtet werden. Für Einzelheiten - siehe 3.15 und 5.1.11.

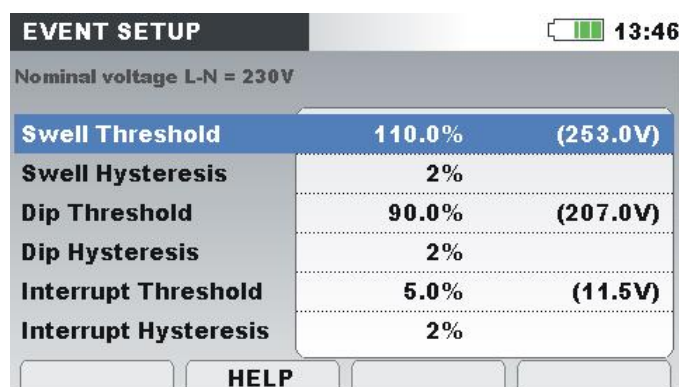



Abbildung 3.59: Bildschirm für die Ereigniseinrichtung

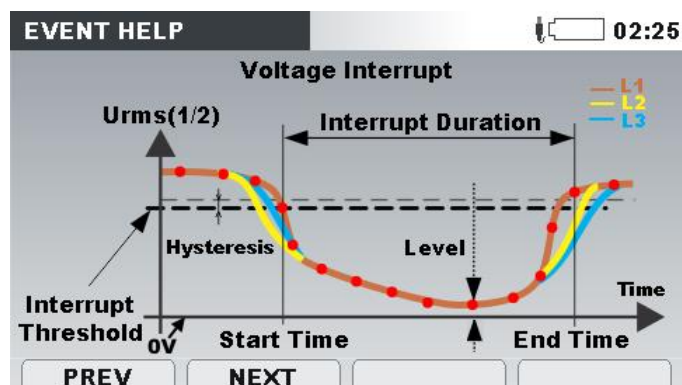
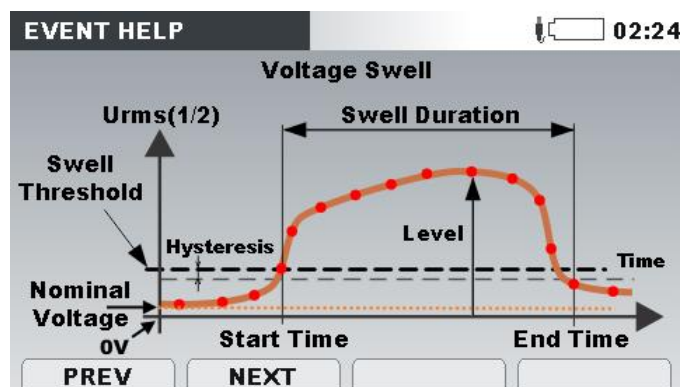
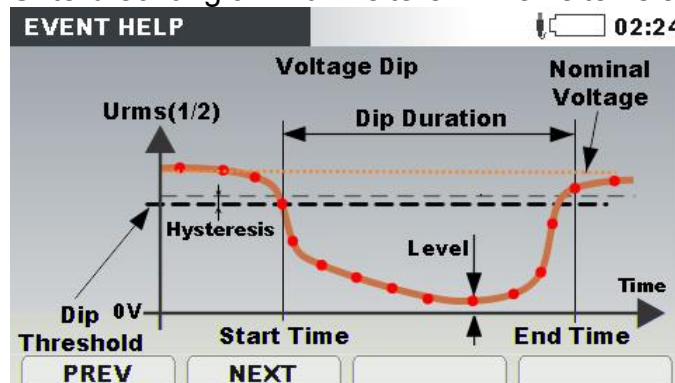
Tabelle 3.76: Beschreibung der Ereigniseinrichtung

Nennspannung	Angabe des Typs (L-N oder L-L) und des Werts der Nennspannung
Überhöhungsschwelle	Stellt Schwellenwert für die Überhöhung in% der Nennspannung ein.
Überhöhungshysteresis	Stellt die Hysteresis für die Überhöhung in% der Nennspannung ein.
Einbruchsschwelle	Stellt Schwellenwert für den Einbruch in% der Nennspannung ein.
Einbruchhysteresis	Stellt die Hysteresis für den Einbruch in% der Nennspannung ein.
Unterbrechungsschwelle	Stellt Schwellenwert für die Unterbrechung in% der Nennspannung ein.
Unterbrechungshysteresis	Stellt die Hysteresis für die Unterbrechung in% der Nennspannung ein.

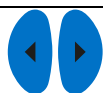
Tabelle 3.77: Tasten auf dem Bildschirm der Ereigniseinrichtung

	HILFE	Zeigt Hilfebildschirm für Einbruch, Überhöhung und
---	--------------	--

Unterbrechung an. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.12.



Tasten auf dem Menübildschirm EINSTELLUNG DER KANÄLE:



Schaltet zwischen den
Hilfebildschirmen hin und her.



Kehrt zum Bildschirm
EREIGNISEINRICHTUNG zurück



Wählt die Parameter Spannungseignis-Einstellungen die geändert werden.



Ändert den gewählten Parameterwert



Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

3.19.3 Alarmeinrichtung

Für eine beliebige Messgröße, die das Gerät misst, können bis zu 10 verschiedene Alarmer definiert werden. Für weitere Einzelheiten zu den Messverfahren - siehe 5.1.13. Erfasste Ereignisse können auf den Bildschirmen ALARMTABELLE beobachtet werden. Für Einzelheiten - siehe 3.16 und 5.1.13.

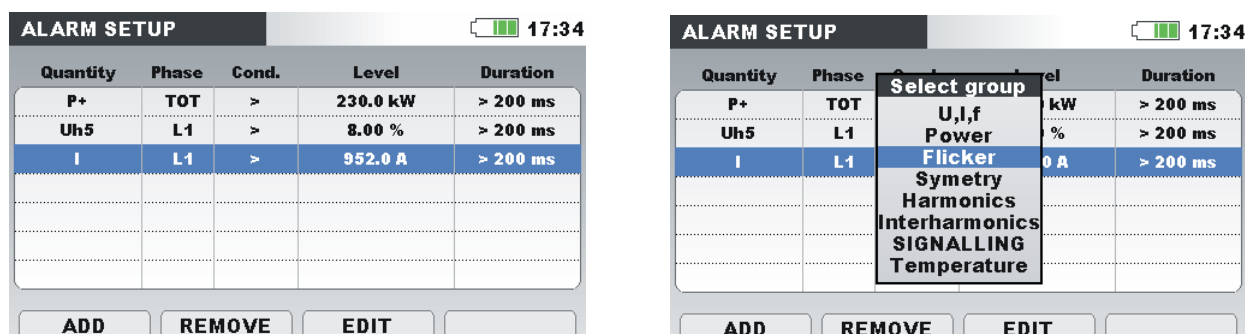




Abbildung 3.60: Bildschirme für die Alarmeinrichtung

Tabelle 3.78: Beschreibung der Anschlusseinrichtung

1. Spalte - Messgröße (P+, Uh5, I, in der Abbildung oben)	Wählt den Alarm aus der Gruppe der Messungen und dann die Messung selbst aus. <div> <div> Select group U,I,f Power Flicker Symetry Harmonics Interharmonics SIGNALLING Temperature </div> <div> Select quantity Pstmin Pst Plt </div> </div>
2. Spalte - Phase (GES L1) in der Abbildung oben)	Wählt die Phasen für die Erfassung der Alarmer <ul style="list-style-type: none"> • L1 – Alarmer auf Phase L₁; • L2 – Alarmer auf Phase L₂; • L3 – Alarmer auf Phase L₃; • L2 – Alarmer auf Phase N; • L12 – Alarmer auf Leitung L₁₂; • L23 – Alarmer auf Leitung L₂₃; • L31 – Alarmer auf Leitung L₃₁; • ALL – Alarmer auf allen Phasen; • GES – Alarmer für die Leistungssummen oder Nicht-Phasenmessungen (Frequenz, Unsymmetrie).
3. Spalte - Bedingung („>“ in der Abbildung oben)	Wählt das Auslöseverfahren aus: < Auslöser, wenn die Messgröße niedriger ist als der Schwellenwert (FALLEN); < Auslöser, wenn die Messgröße höher ist als der Schwellenwert (STEIGEN);
4. Spalte - Niveau	Schwellenwert.
5. Spalte - Dauer	Mindestalarmdauer. Löst nur aus, wenn der Schwellenwert für eine festgelegte Dauer über- bzw. unterschritten wird. Hinweis: Es wird empfohlen, bei Flickermessungen den

Rekorder auf 10 min einzustellen.

Tabelle 3.79: Tasten auf den Bildschirmen der Alarmeinrichtung

F1	ANFÜGEN	Fügt einen neuen Alarm hinzu.
F2	ENTFERNE N	Löscht den ausgewählten oder alle Alarme: <div> <div>Select option</div> <div>Clear selected</div> <div>Clear all</div> </div>
F3	BEARB.	Ändert den ausgewählten Alarm.
ENTER		Öffnet oder verlässt ein Untermenü für die Einstellung eines Alarms.
		Cursor Tasten Wählt den Parameter aus oder ändert den Wert.
		Cursor Tasten Wählt den Parameter aus oder ändert den Wert.
ESC		Bestätigt die Einstellungen für einen Alarm. Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

3.19.4 Netzsignaleinrichtung

Die Netzsignalspannung, in bestimmten Anwendungen „Rundsteuersignal“ genannt, ist eine Anhäufung von Signalen, oft auf einer nicht harmonischen Frequenz, mit der industrielle Ausrüstungen, Ertragsmessgeräte und andere Vorrichtungen fern bedient werden.

Es können zwei verschiedene Signalfrequenzen definiert werden. Die Signale können als eine Quelle für den benutzerdefinierte Alarm genutzt und in die Aufzeichnung eingeschlossen werden. Für die Einstellung der Alarme - siehe Abschnitt 3.19.3 . Für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung - siehe Abschnitt 3.14.

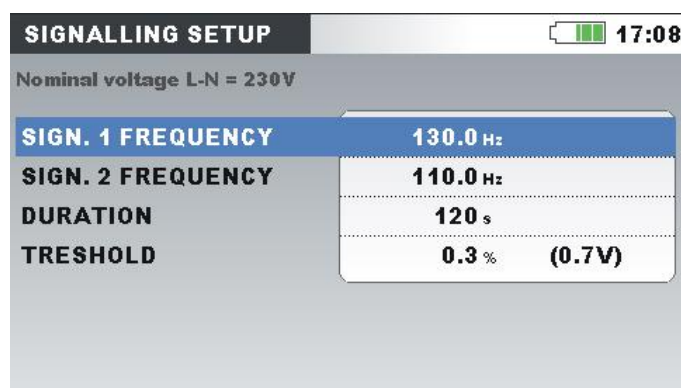





Abbildung 3.61: Bildschirm zur Netzsignaleinrichtung

Tabelle 3.80: Beschreibung der Netzsignaleinrichtung

SIGN. 1 FREQUENZ	1. aufgezeichnete Netzsignalfrequenz
SIGN. 2 FREQUENZ	2. aufgezeichnete Netzsignalfrequenz
DAUER	Dauer der RMS-Aufzeichnung, die erfasst wird, nach

	dem Schwellenwert erreicht ist.
SCHWELLE	Schwellenwert ausgedrückt in% der Nennspannung, die Aufnahme wird vom Signalereignis auslöst.

Tabelle 3.81: Tasten auf dem Bildschirm zur Netzsignaleinrichtung

	Schaltet zwischen den Parametern hin und her
	Ändert den gewählten Parameterwert
	Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

3.19.5 Einrichtung Schnelle Spannungsänderungen (RVC)

RVC ist ein schneller Übergang der RMS-Spannung der zwischen zwei stationären Bedingungen stattfindet, und bei dem die RMS-Spannung den Einbruch- / Überhöhung-Schwellenwert nicht überschreitet.

Eine Spannung ist in einem eingeschwungenen Zustand, wenn alle unmittelbar vorhergehenden $100/120 U_{RMS(\frac{1}{2})}$ Werte in einer Menge RVC Schwellen aus dem arithmetischen Mittel von denen eine Spannung in einem stationären Zustand $100 \times 120 U_{RMS(\frac{1}{2})}$ ist, bleiben (100 Werte bei 50 Hz nominal und 120 Werte bei 60 Hz). Der RVC Schwellenwert wird vom Benutzer je nach Anwendung, als Prozentsatz des U_{Nenn} innerhalb $1 \div 6\%$, festgelegt. Für Einzelheiten zur RVC Messung.- siehe Abschnitt 5.1.14. Für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung - siehe Abschnitt 3.14.

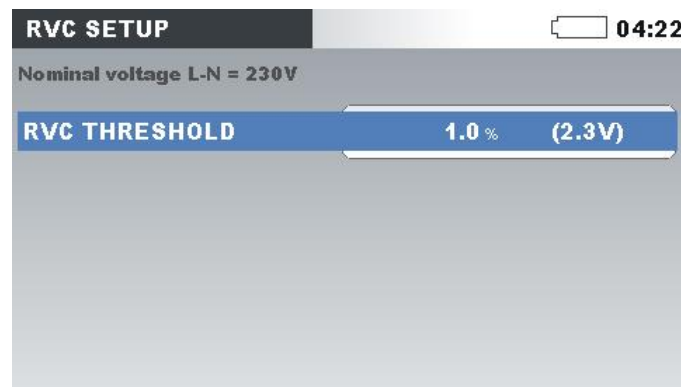




Abbildung 3.62: Bildschirm zur Netzsignaleinrichtung

Tabelle 3.82: Beschreibung der Anschlusseinrichtung

RVC SCHWELLE	Die RVC Schwellenspannung für die Erkennung der eingeschwungenen Spannung
--------------	---

Tabelle 3.83: Tasten auf dem Bildschirm zur Netzsignaleinrichtung

	Ändert den gewählten Parameterwert
	Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

3.20 Untermenü Allgemeine Einstellungen.

Im Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ können die Kommunikationsparameter, die Echtzeituhr und die Sprache betrachtet, konfiguriert und gespeichert werden.



Abbildung 3.63: Untermenü ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN.

Tabelle 3.84: Beschreibung der Optionen zu den Messeinstellungen

Kommunikation	Stellt die Kommuikationsquelle und Baudrate ein
Uhrzeit & Datum	Stellt Uhrzeit, Datum und Zeitzone ein.
Sprache	Wählt die Sprache
Angaben zum Gerät	Informationen über das Gerät.
Sperren/Entsperren	Sperrt das Gerät, um einen unbefugten Zugriff zu verhindern.
Farbmodell	Wählt die Farben für die Anzeige der Phasenmessungen aus.

Tabelle 3.85: Tasten im Untermenü Allgemeine Einstellungen

	Wählt die Option im Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ aus.
	Öffnet die gewählte Option.
	Kehrt zum „HAUPTMENÜ“ zurück.

3.20.1 Uhrzeit & Datum

In diesem Menü können die Uhrzeit, das Datum und die Zeitzone eingestellt werden.

3.20.2 Uhrzeit & Datum







Abbildung 3.64: Bildschirm zur Einstellung von Datum/Uhrzeit

Tabelle 3.86: Beschreibung des Bildschirms zur Einstellung von Datum/Uhrzeit

Quelle des Zeitsignals	Zeigt die Quelle des Zeitsignals an: RTC – interne Echtzeituhr
Zeitzone	Wählt die Zeitzone aus.
Aktuelle Uhrzeit & Datum	Zeigt/ändert die aktuelle Zeit und das aktuelle Datum (nur gültig, wenn RTC als Quelle des Zeitsignals verwendet wird)



Tabelle 3.87: Tasten auf dem Bildschirm zur Einstellung von Datum/Uhrzeit

	Wählt den zu ändernden Parameter aus.
	Verändert den Parameter. Wählt zwischen folgenden Parametern aus: Stunde, Minute, Sekunde, Tag, Monat oder Jahr.
	Öffnet das Fenster zum Ändern von Datum/Uhrzeit.
	Kehrt zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.

3.20.3 Sprache

In diesem Menü können verschiedene Sprachen ausgewählt werden.

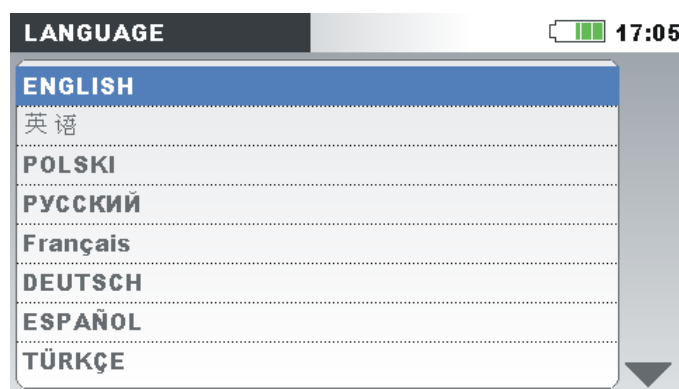





Abbildung 3.65: Bildschirm zur Einstellung der Sprache

Tabelle 3.88: Tasten auf dem Bildschirm zur Einstellung der Sprache

	Wählt die Sprache
	Bestätigt die ausgewählte Sprache.
	Kehrt zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.

3.20.4 Angaben zum Gerät

In diesem Menü können Basisinformationen betrachtet werden (Unternehmen, Benutzerdaten, Seriennummer, Firmware-Version und Hardware-Version).

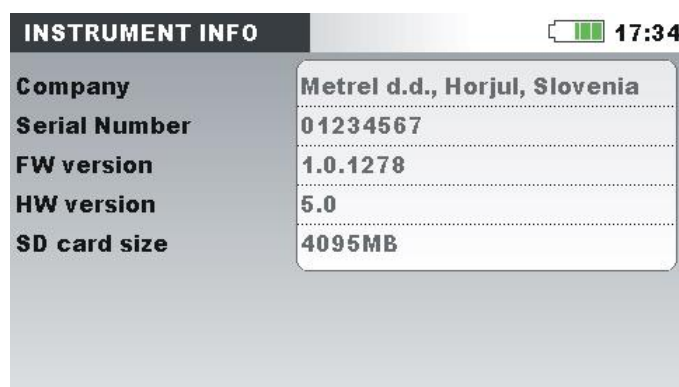


Abbildung 3.66: Bildschirm mit den Geräteinformationen

Tabelle 3.89: Tasten auf dem Bildschirm mit den Geräteinformationen

	Kehrt zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.
---	--

3.20.5 Sperren/Entsperren

Das Energy Master kann unbefugten Zugriff auf alle wesentlichen Gerätefunktionen durch einfaches Sperren verhindern. Wenn das Gerät für einen längeren Zeitraum an einem unbeaufsichtigten Messpunkt verbleibt, wird dies zur Vermeidung eines unbeabsichtigten Stoppens der Aufzeichnung, einer Änderung der Geräte- oder Messeinstellungen usw. empfohlen. Auch wenn die Sperre des Geräts unerlaubte

Änderungen seines Betriebsmodus verhindert, werden jedoch zerstörungsfreie Funktionen wie die Anzeige aktueller Messwerte oder Trends nicht unterbunden. Der Benutzer sperrt das Gerät durch die Eingabe eines geheimen Sperrcodes auf dem Sperren/Entsperren-Bildschirm.

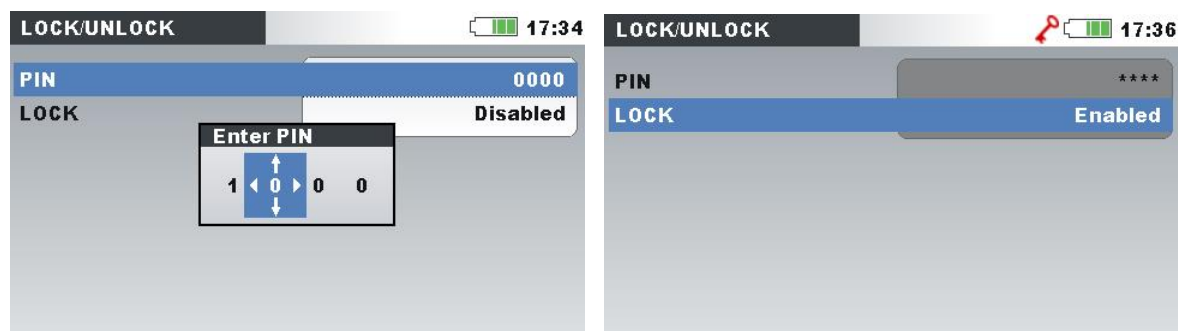






Abbildung 3.67: Sperren/Entsperren-Bildschirm

Tabelle 3.90: Beschreibung des Sperren/Entsperren-Bildschirms

PIN	<p>Für das Sperren/Entsperren des Geräts wird ein vierstelliger numerischer Code verwendet. Drücken Sie die Taste ENTER, um den PIN-Code zu ändern. Auf dem Bildschirm erscheint das Fenster „PIN eingeben“.</p> <p>Hinweis: Der PIN-Code ist verborgen (****), wenn das Gerät gesperrt ist.</p>
Sperren	<p>Für das Sperren des Geräts stehen folgende Optionen zur Verfügung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deaktiviert • Aktiviert

Tabelle 3.91: Tasten auf dem Sperren/Entsperren-Bildschirm

	<p>Wählt den zu ändernden Parameter aus. Ändert den Wert der ausgewählten Ziffer im PIN-Eingabefenster</p>
	<p>Wählt die Ziffer im PIN-Eingabefenster aus. Sperrt das Gerät. Öffnet das PIN-Eingabefenster zum Entsperren.</p>
	<p>Öffnet das PIN-Eingabefenster zur Änderung der PIN. Akzeptiert die neue PIN. Entsperrt das Gerät (wenn der PIN-Code korrekt ist).</p>
	<p>Keht zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.</p>

Die folgende Tabelle zeigt, wie eine Gerätesperre die Funktionsweise des Geräts beeinflusst.

Tabelle 3.92: Funktionsweise des gesperrten Geräts

MESSUNGEN	Zugriff erlaubt. Die Funktion Momentaufnahme der Wellenform ist blockiert.
REKORDER	Kein Zugriff.
MESSEINSTELLUNGEN.	Kein Zugriff.
ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN.	Kein Zugriff mit Ausnahme des Menüs zum Sperren/Entsperren.

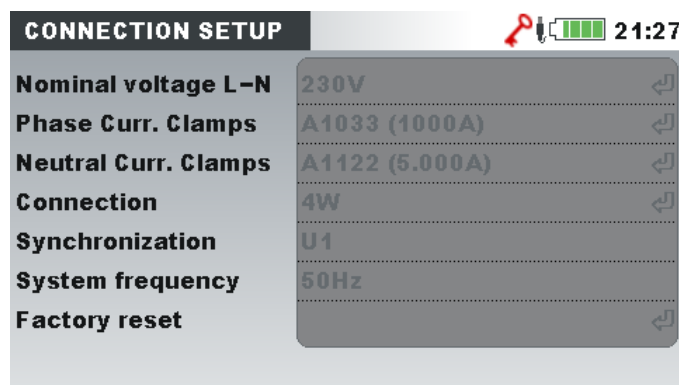


Abbildung 3.68: Bildschirm des gesperrten Geräts

Hinweis: Falls der Benutzer den Entsperrcode vergessen hat, kann der allgemeine Entsperrcode „7350“ verwendet werden, um das Gerät zu entsperren.

3.20.6 Farbmodell

In dem Menü FARBMODELL kann der Benutzer die farbliche Darstellung der Phasenspannungen und -ströme nach seinen Bedürfnissen ändern. Es gibt einige vordefinierte Farbzusammenstellungen (EU, USA usw.) und einen benutzerspezifischen Modus, in dem der Benutzer sein eigenes Farbmodell einrichten kann.

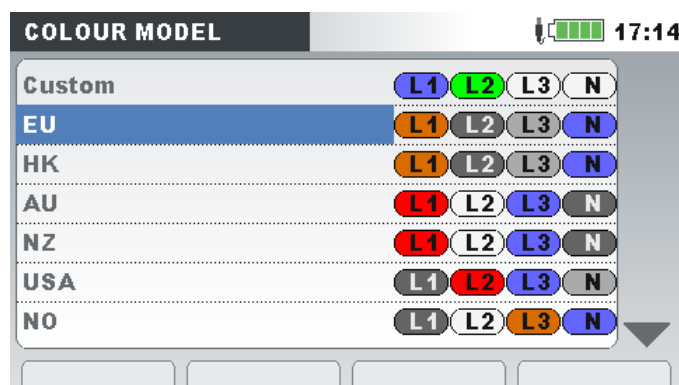
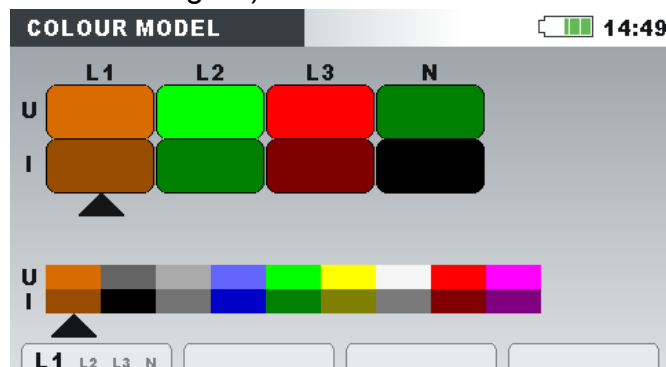


Abbildung 3.69: Farbdarstellungen der Phasenspannungen

Tabelle 3.93: Tasten auf den Bildschirmen des Farbmodells

Öffnet den Farbänderungsbildschirm (nur im benutzerspezifischen Modus verfügbar).



**BEA
RB.**

Tasten auf dem Farbänderungsbildschirm:

L1 L2 L3 N

Zeigt die ausgewählte Farbe für die Phase L1.

L1 **L2** L3 N

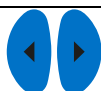
Zeigt die ausgewählte Farbe für die Phase L2.

L1 L2 **L3** N

Zeigt die ausgewählte Farbe für die Phase L3.

L1 L2 L3 **N**

Zeigt die ausgewählte Farbe für den Neutrankanal N.



Wählt die Farbe aus.



Kehrt zum Bildschirm „FARBMODELL“ zurück.



Wählt die Farbzusammenstellung aus.



Bestätigt die Auswahl der Farbzusammenstellung und kehrt zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.



Kehrt ohne Änderungen zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.

4 Aufzeichnungspraxis und Geräteanschluss

Im folgenden Abschnitt wird die empfohlene Mess- und Aufzeichnungspraxis beschrieben.

4.1 Messkampagne

Bei Messungen der Netzqualität handelt es sich um eine spezielle Art von Messungen, die viele Tage dauern können und zumeist nur einmal durchgeführt werden. Gewöhnlich werden Aufzeichnungsmaßnahmen durchgeführt, um:

- einige Punkte im Netz statistisch zu analysieren.
- an einer fehlerhaft funktionierenden Vorrichtung die Fehlersuche und -beseitigung vorzunehmen.

Da die Messungen in den meisten Fällen nur einmal durchgeführt werden, ist es sehr wichtig, dass die Messausrüstung korrekt eingestellt wird. Das Messen mit falschen Einstellungen kann zu falschen oder nicht verwertbaren Ergebnissen führen. Daher müssen Gerät und Benutzer voll und ganz vorbereitet sein, bevor die Messung beginnt. In diesem Abschnitt wird das empfohlene Aufzeichnungsverfahren dargestellt. Wir empfehlen nachdrücklich, die Anleitungen zu befolgen, um übliche Probleme und Messfehler zu vermeiden. Die Abbildung unten fasst kurz das empfohlene Messverfahren zusammen. Dann wird jeder Schritt detailliert beschrieben.

Hinweis: Die PC-Software PowerView v3.0 bietet Möglichkeiten zur Korrektur (nach durchgeführter Messung):

- falscher Echtzeiteinstellungen,
- falscher Skalierungsfaktoren des Stroms und der Spannung.

Ein falscher Anschluss der Geräte (unsaubere Verdrahtung, entgegengesetzte Richtung der Stromzangen) kann im Nachhinein nicht berichtigt gebracht werden.

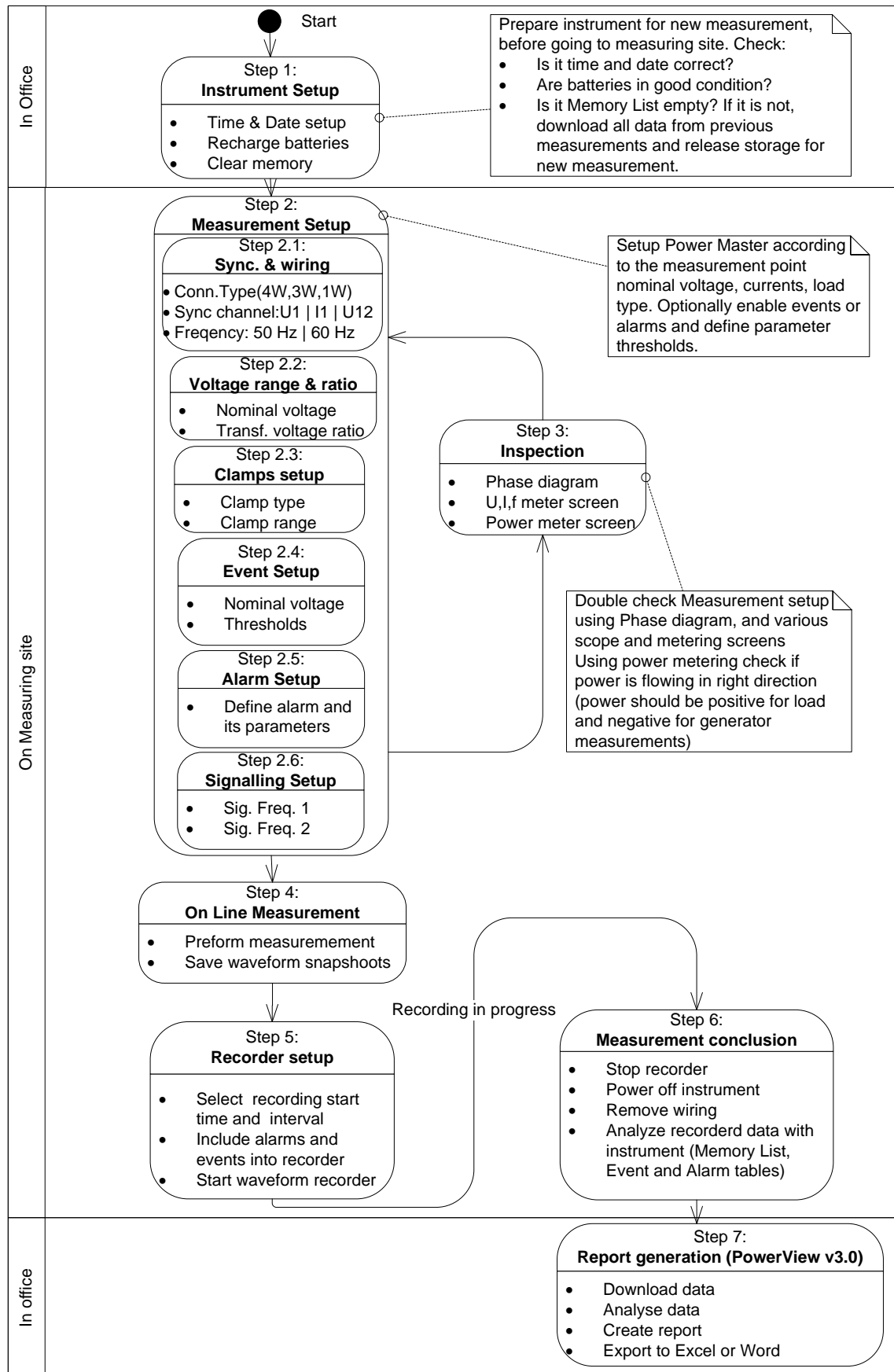


Abbildung 4.1: Empfohlenes Messverfahren

Schritt 1: Einstellungen am Gerät

Messungen vor Ort können sehr anstrengend. Daher ist es empfehlenswert, die Messausrüstung im Büro vorzubereiten. Die Vorbereitung des Power Master beinhaltet folgende Schritte:

- Sichtkontrolle des Geräts und des Zubehörs.
Warnhinweis: Verwenden Sie keine Ausrüstung, die offensichtlich beschädigt ist!
- Verwenden Sie nur Batteriezellen, die sich in einem guten Zustand befinden und laden Sie diese vor Verlassen des Büros vollständig auf.
Hinweis: In einer Umgebung mit problematischer Netzversorgung, wo Einbrüche und Unterbrechungen regelmäßig auftreten, hängt die Stromversorgung des Geräts vollständig von den Batteriezellen ab! Halten Sie die Batteriezellen in gutem Zustand.
- Laden Sie alle vorherigen Aufzeichnungen vom Gerät und leeren Sie den Speicher. (Für eine Anleitung zum Löschen des Speichers - siehe Abschnitt 3.17 .
- Stellen Sie Uhrzeit und Datum des Geräts ein. (Für eine Anleitung zum Einstellen von Zeit und Datum - siehe Abschnitt 3.20.1 .

Schritt 2: Messeinstellungen

Eine Anpassung der Messeinstellungen wird am Messstandort durchgeführt, nachdem wir Einzelheiten zu Nennspannung und -strom, Verdrahtungsart usw. erfahren haben.

Schritt 2,1: Synchronisierung und Verdrahtung

- Schließen Sie die Stromzangen und Spannungsprüfspitzen an das „Messobjekt“ an (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 4.2).
- Wählen Sie den richtigen Anschlusstyp im Menü „Anschlusseinrichtung“ (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.19.1).
- Wählen Sie den Synchronisierungskanal aus. Es wird eine Synchronisierung mit der Spannung empfohlen, es sei denn, die Messung wird an Lasten mit starken Verzerrungen durchgeführt wie z. B. PWM-Antriebe. In solchen Fällen ist eine Synchronisierung mit dem Strom zweckdienlicher. (Für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.19.1).
- Wählen Sie die Systemfrequenz aus. Die Systemfrequenz ist die standardmäßige Systemfrequenz des Versorgungsnetzes. Das Einstellen dieses Parameters wird empfohlen, wenn Messungen der Netzsignale oder Flicker durchzuführen sind.

Schritt 2,2: Nennspannung und Verhältnis

- Wählen Sie die Nennspannung des Geräts entsprechend der Nennspannung des Netzes aus.
Hinweis: Für 4L- und 1L-Messungen werden alle Spannungen als Strangspannung (L-N) spezifiziert. Für Messungen an einem 3L-System und einer Offenen Dreiecksschaltung werden alle Spannungen als Leiterspannung (L-L) spezifiziert.

Hinweis: Das Gerät gewährleistet eine korrekte Messung bis zu 150 % der gewählten Nennspannung.

- Bei einer indirekten Spannungsmessung wählen Sie je nach Wandlungsverhältnis das geeignete „Spannungsverhältnis“ aus. (Für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.19.1 und 4.2.2).

Schritt 2,3: Einstellungen der Stromzangen

- Wählen Sie mit dem Menü „Stromzangen wählen“ die geeigneten Stromzangen für Phasenleiter und Neutralkanal aus (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.19.1).
- Je nach Anschlussart wählen Sie die richtigen Parameter für die Stromzangen aus (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 4.2.3).

Schritt 2,4: Ereigniseinrichtung

Wählen Sie die Schwellenwerte aus für: Überhöhungen, Einbrüche und Unterbrechungen (für Einzelheiten - siehe Abschnitte 3.19.2 und 3.15).

Schritt 2,5: Alarmeinrichtung


Verwenden Sie diesen Schritt, wenn Sie lediglich prüfen wollen, ob einige Messgrößen einige vordefinierte Grenzklinien über- bzw. unterschritten haben (für Einzelheiten - siehe Abschnitte 3.16 und 3.19.3).

Schritt 2,6: Netzsignaleinrichtung

Verwenden Sie diesen Schritt nur, wenn Sie die Netzsignalspannung messen möchten. Für Einzelheiten - siehe Abschnitt 3.19.4.

Schritt 3: Überprüfung


Nach Abschluss der Geräte- und Messeinstellungen muss der Benutzer noch einmal prüfen, ob alles richtig angeschlossen und konfiguriert wurde. Folgende Schritte werden empfohlen:

- Prüfen Sie mithilfe des Menüs PHASENDIAGRAMM, ob die Phasenfolge von Spannung und Strom in Bezug auf das System korrekt ist. Prüfen Sie außerdem, ob die Stromrichtung korrekt ist.
- Prüfen Sie mit dem U, I, f-Menü, ob Spannung und Strom die richtigen Werte haben.
- Prüfen Sie die THD von Spannung und Strom.
Hinweis: Eine überhöhte THD kann darauf hindeuten, dass ein zu kleiner Bereich ausgewählt wurde.
Hinweis: Im Falle einer Überspannung oder eines Überstroms am AD-Wandler wird das Icon  angezeigt.
- Prüfen Sie mithilfe des Menüs LEISTUNG, ob es Anzeichen oder Indizien für eine Wirk-, Blind- und Scheinleistung sowie den Leistungsfaktor gibt.

Wenn einer dieser Schritte Ihnen verdächtige Messergebnisse liefert, kehren Sie zum Schritt 2 zurück und überprüfen Sie noch einmal die Einstellungen der Messparameter.

Schritt 4: Online-Messung

Das Gerät ist jetzt für Messungen bereit. Beobachten Sie entsprechend dem Messprotokoll oder den Anforderungen des Kunden die Online-Parameter von Spannung, Strom, Leistung, Harmonischen usw.

Hinweis: Verwenden Sie Wellenform-Momentaufnahmen  um wesentliche Messungen festzuhalten. Die Wellenform-Momentaufnahme hält alle Signaturen der Netzqualität auf einmal fest (Spannung, Strom, Harmonische, Flicker).

Schritt 5: Einstellen des Rekorders und Aufzeichnen

Im Menü ALLGEMEINER REKORDER wählen Sie die Aufzeichnungsart aus und konfigurieren die Aufzeichnungsparameter wie:

- das Zeitintervall für die Datenaggregation (Integrationsperiode)
- einbeziehen der erfassten Ereignisse und Alarmer, sofern erforderlich
- Startzeit der Aufzeichnung (optional)
- Nach dem Einstellen des Rekorders kann mit dem Aufzeichnen begonnen werden. (Für Einzelheiten zum Rekorder - siehe Abschnitt 3.14).

Hinweis: Bevor mit dem Aufzeichnen begonnen wird, muss in der Rekorder Einrichtung der verfügbare Speicher überprüft werden. Entsprechend den Rekorder Einstellungen und der Speichergröße werden die max. Aufzeichnungsdauer und die max. Anzahl an Aufzeichnungen automatisch ermittelt.

Hinweis: Normalerweise dauert das Aufzeichnen einige Tage. Stellen Sie sicher, dass das Gerät während des Aufzeichnungsvorgangs für unbefugte Personen nicht zugänglich ist. Falls notwendig, verwenden Sie die Funktion SPERREN gemäß Beschreibung im Abschnitt 3.20.5.

Hinweis: Wenn während der Aufnahme-Session die Geräte Batterien leer sind, zum Beispiel wegen einer langen Unterbrechung, wird Gerät abgeschaltet. Nachdem wieder Spannung vorhanden ist, startet das Gerät automatisch neue Aufzeichnung.

Schritt 6: Abschluss der Messung

Vor dem Verlassen des Messortes müssen wir:

- mithilfe der TREND-Bildschirme die aufgezeichneten Daten vorläufig beurteilen.
- den Rekorder stoppen.
- sicherstellen, dass wir alle benötigten Aufzeichnungen und Messungen vorliegen haben.

Schritt 7: Berichterstellung (PowerView v3.0)

Laden Sie mithilfe der PC-Software PowerView v3.0 die Aufzeichnungen herunter, führen Sie die Analysen durch und erstellen Sie die Berichte. Einzelheiten finden Sie im Benutzerhandbuch von PowerView v3.0.

4.2 Anschlusseinrichtung

4.2.1 Anschluss an Niederspannungssysteme

Das Gerät kann an ein dreiphasiges oder einphasiges Versorgungsnetz angeschlossen werden.

Die tatsächliche Anschlussbelegung ist im Menü ANSCHLUSSEINRICHTUNG festzulegen (siehe Abbildung unten).

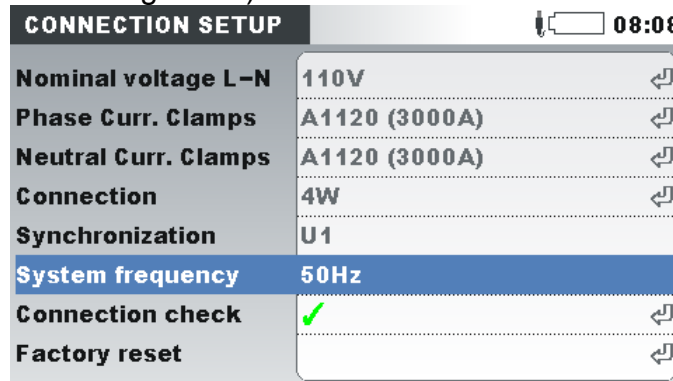


Abbildung 4.2: Menü Anschlusseinrichtung

Beim Anschließen des Geräts ist es wichtig, dass Strom- und Spannungsanschlüsse korrekt sind. Folgende Regeln sind besonders zu beachten:

Stromzangen / Stromzangenwandler

- Der Pfeil auf dem Stromzangenwandler muss in die Richtung des Stromflusses zeigen: von der Versorgungsquelle zur Last.
- Wenn der Stromzangenwandler umgekehrt angeschlossen ist, wird die gemessene Leistung dieser Phase normalerweise negativ angezeigt.

Phasenverhältnisse

- Der an den Stromeingang I_1 angeschlossene Stromzangenwandler hat den Strom in dem Phasenleiter zu messen, der mit der Spannungsprüfspitze von L_1 verbunden ist.

dreiphasiges 4-Leitersystem;

Für die Auswahl dieses Anschlussschemas wählen Sie auf dem Gerät folgenden Anschluss:

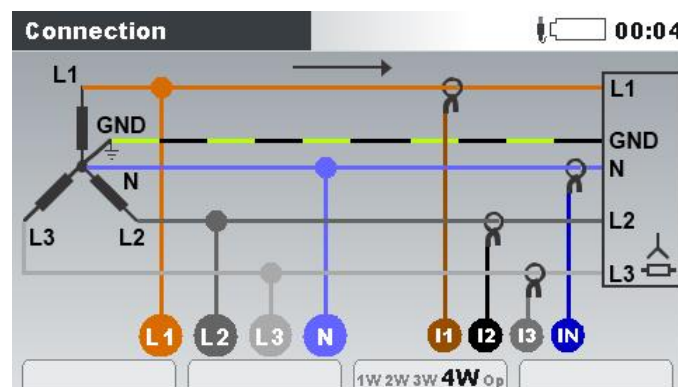


Abbildung 4.3: Auswählen des dreiphasigen 4-Leitersystem auf dem Gerät

Das Gerät muss entsprechend der Abbildung unten an das Netz angeschlossen werden:

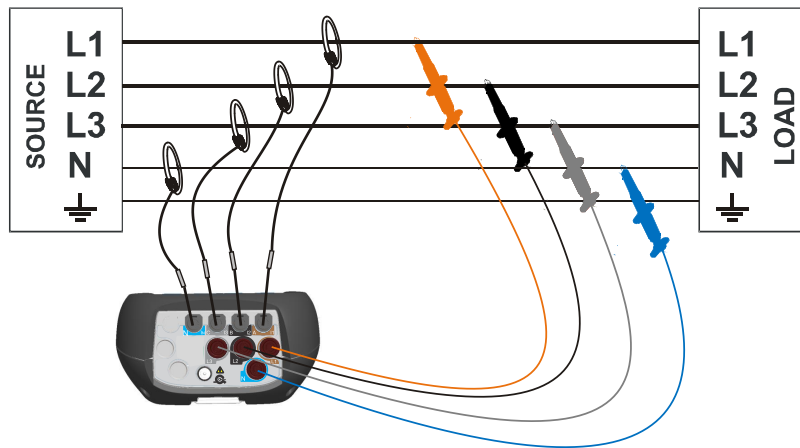


Abbildung 4.4: dreiphasiges 4-Leitersystem;

Dreiphasiges 3-Leitersystem

Für die Auswahl dieses Anschlussschemas wählen Sie auf dem Gerät folgenden Anschluss:

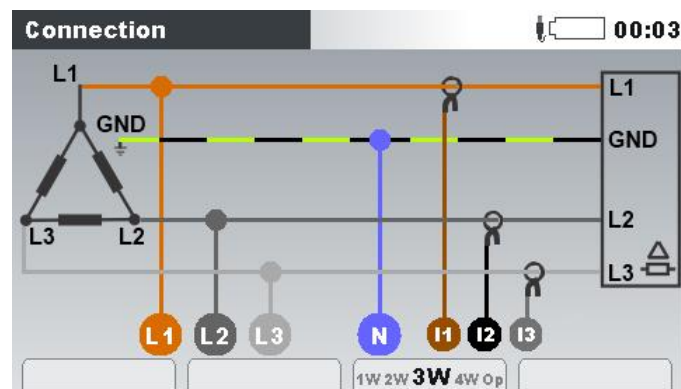


Abbildung 4.5: Auswählen des dreiphasigen 3-Leitersystem auf dem Gerät

Das Gerät muss entsprechend der Abbildung unten an das Netz angeschlossen werden.

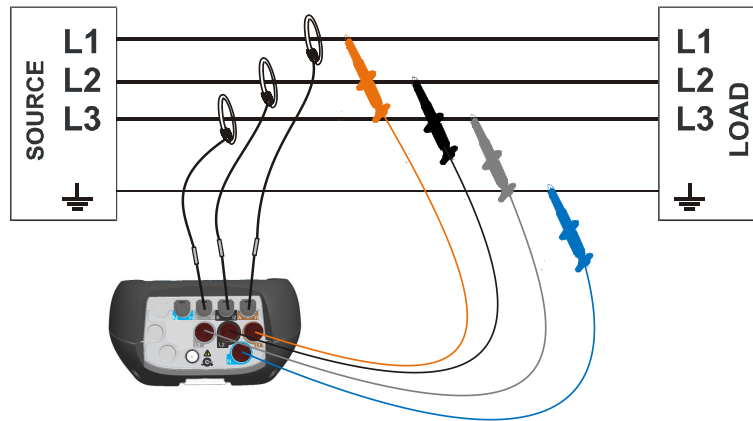


Abbildung 4.6: dreiphasiges 3-Leitersystem;

Offenes Dreieck-3-Leitersystem (Aaronschaltung)

Für die Auswahl dieses Anschlussschemas wählen Sie auf dem Gerät folgenden Anschluss:

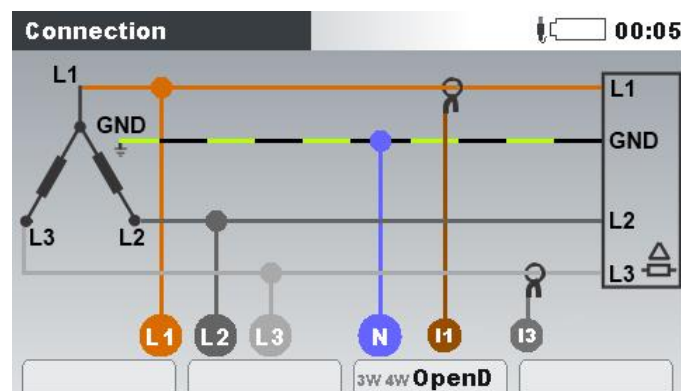


Abbildung 4.7: Auswählen des offenen Dreieck-3-Leitersystems auf dem Gerät

Das Gerät muss entsprechend der Abbildung unten an das Netz angeschlossen werden.

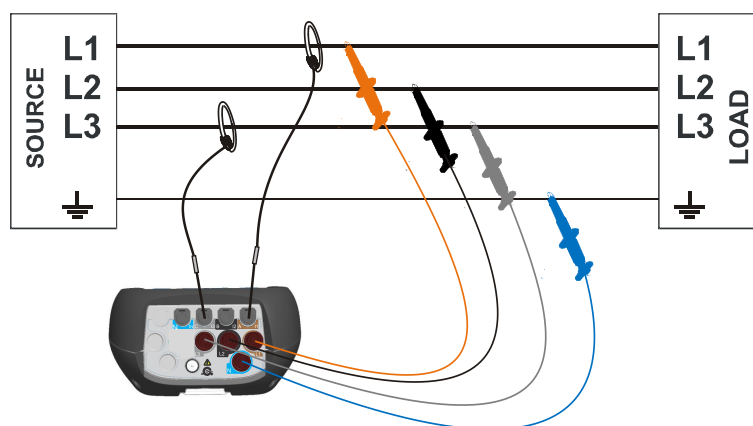


Abbildung 4.8: Offenes Dreieck-3-Leitersystem (Aaronschaltung)

einphasiges 3-Leitersystem;

Für die Auswahl dieses Anschlussschemas wählen Sie auf dem Gerät folgenden Anschluss:

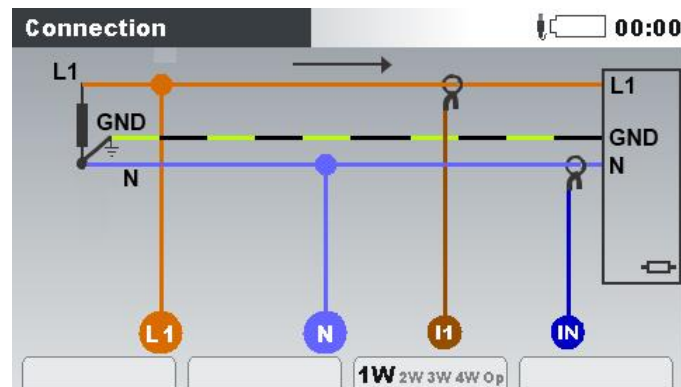


Abbildung 4.9: Auswählen des einphasigen 3-Leitersystem auf dem Gerät

Das Gerät muss entsprechend der Abbildung unten an das Netz angeschlossen werden.

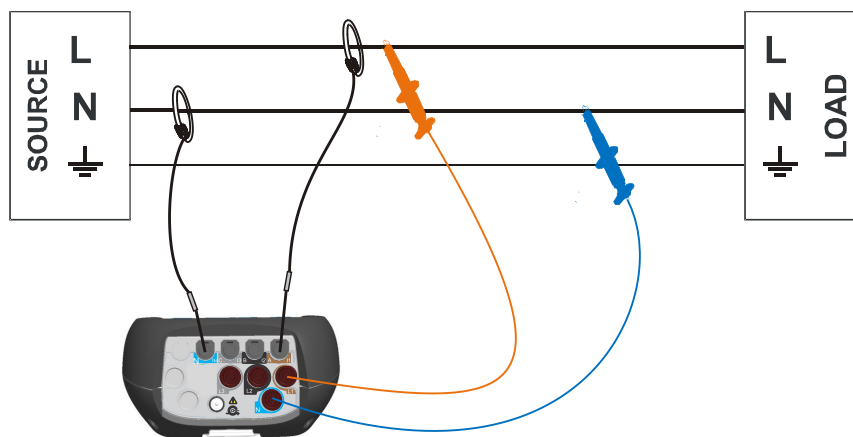


Abbildung 4.10: einphasiges 3-Leitersystem;

Hinweis: Bei der Erfassung von Ereignissen wird empfohlen, nicht genutzte Spannungseingänge mit dem Spannungseingang N zu verbinden.

zweiphasiges 4-Leitersystem;

Für die Auswahl dieses Anschlussschemas wählen Sie auf dem Gerät folgenden Anschluss:

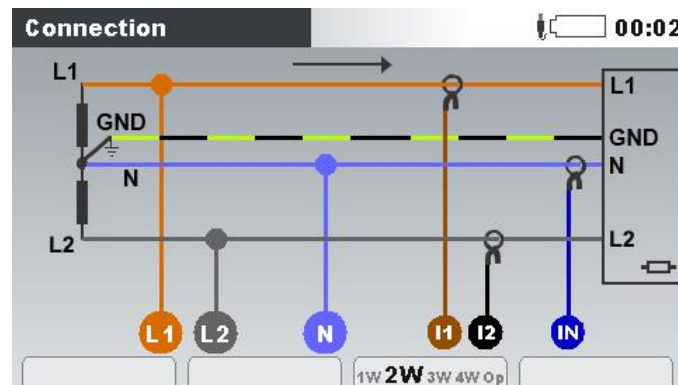


Abbildung 4.11: Auswählen des zweiphasigen 4-Leitersystem auf dem Gerät

Das Gerät muss entsprechend der Abbildung unten an das Netz angeschlossen werden.

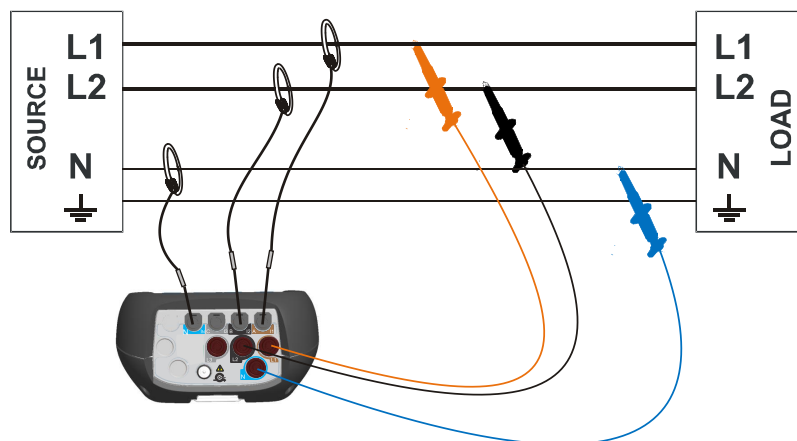


Abbildung 4.12: zweiphasiges 4-Leitersystem;

Hinweis: Bei der Erfassung von Ereignissen wird empfohlen, nicht genutzte Spannungsanschlüsse mit dem Spannungsanschluss N zu verbinden.

4.2.2 Anschluss an Mittel- oder Hochspannungssysteme

In Systemen, in denen die Spannung auf der Sekundärseite eines Spannungswandlers (sagen wir 11 kV / 110 V) gemessen wird, muss das Spannungsverhältnis des Spannungswandlers zuerst eingegeben werden. Danach kann die Nennspannung eingestellt werden, um eine korrekte Messung zu gewährleisten. In der nächsten Abbildung sind die Einstellungen für dieses spezielle Beispiel dargestellt. Für weitere Einzelheiten siehe 3.19.1.



Abbildung 4.13: Beispiel für das Spannungsverhältnis eines 11 kV / 110 V-Wandlers

Das Gerät muss entsprechend der Abbildung unten an das Netz angeschlossen werden.

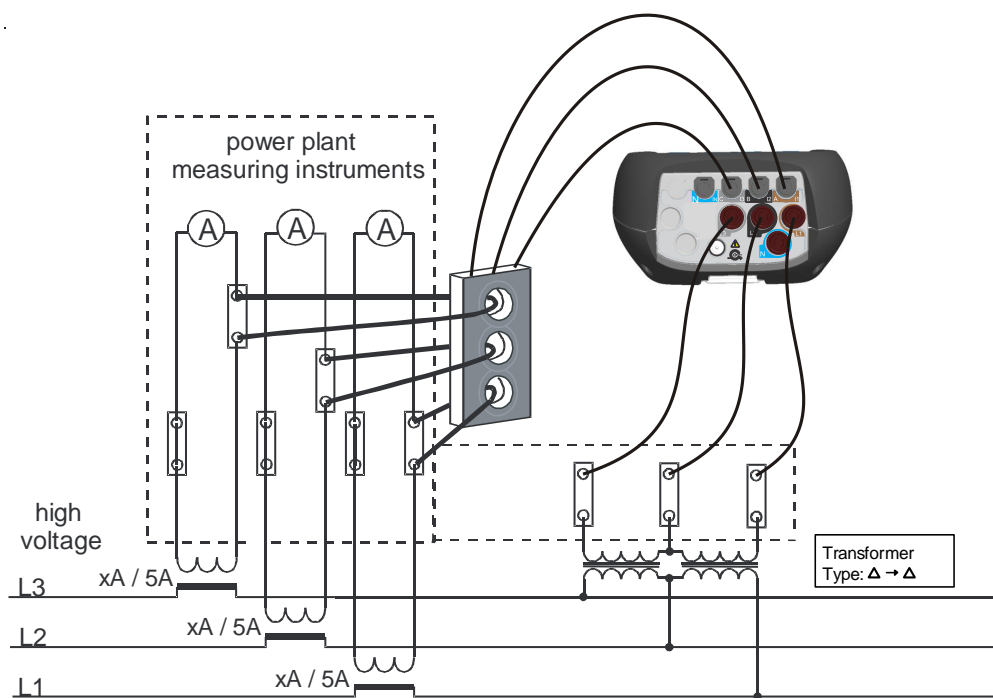


Abbildung 4.14: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem

4.2.3 Auswahl der Stromzangen und Einstellen des Wandlungsverhältnisses

Die Auswahl der Stromzangen kann anhand zweier typischer Anwendungsfälle erklärt werden: **direkte Strommessung** und **indirekte Strommessung**. Abschnitt wird die empfohlene Methode für beide Fälle vorgestellt.

Direkte Strommessung mit Stromzangenwandler

Bei dieser Art von Messung wird der Last-/Generatorstrom direkt mit einem der Stromzangenwandler gemessen. Die Strom-Spannungswandlung wird **direkt** von der Stromzange durchgeführt.

Die direkte Strommessung kann mit jedem Stromzangenwandler durchgeführt werden. Wir empfehlen besonders Smart-Stromzangen: die flexible Stromzange A 1227 und die Eisen-Stromzange A 1281. Es können auch andere Stromzangenmodelle von Metrel verwendet werden: A 1033 (1000 A), A1069 (100 A), A1120 (3000 A), A1099 (3000 A) usw.

Bei großen Lasten können mehrere parallele Zuleitungen vorhanden sein, die von einer einzigen Stromzange nicht umfasst werden können. Wie in der Abbildung unten dargestellt, können wir den Strom nur von einer Zuleitung messen.

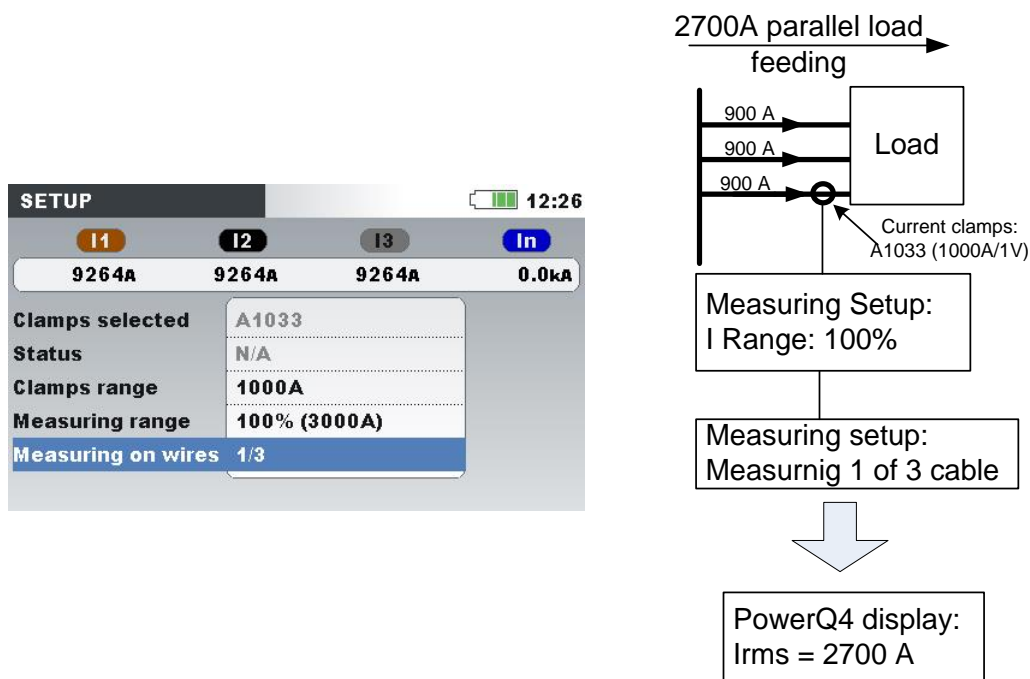


Abbildung 4.15: Parallele Einspeisung bei großen Lasten

Beispiel: Eine Last über 2700 A wird über 3 gleich dimensionierte Parallelkabel gespeist. Für die Strommessung können wir nur ein Kabel mit der Stromzange umfassen und wählen aus: Messen an Drähten: 1/3 im Stromzangenmenü. Das Gerät stellt sicher, dass wir nur ein Drittel des Stroms messen.

Hinweis: Während der Einrichtung kann der Strombereich mithilfe der Zeile „Strombereich: beobachtet werden. 100% (3000 A)“

Indirekte Strommessungen

Eine indirekte Strommessung mit dem primären Stromwandler wird sichergestellt, wenn der Benutzer die 5 A-Stromzangen wählt: A1122 oder A1037. In diesem Fall wird der Laststrom **indirekt** über den zusätzlichen, primären Stromwandler gemessen.

In dem **Beispiel** unten haben wir einen Primärstrom von 100 A, der durch einen Primärwandler mit einem Verhältnis von 600 A: 5 A fließt. Die Einstellungen sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

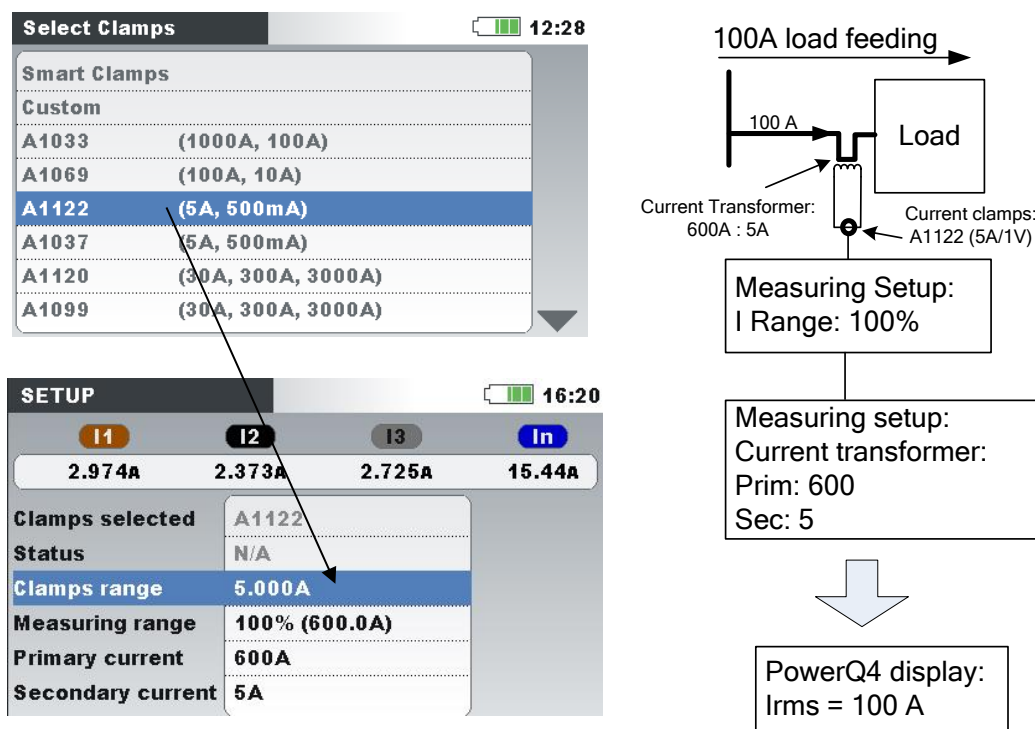


Abbildung 4.16: Auswahl der Stromzange für eine indirekte Strommessung

Überdimensionierter Stromwandler

Vor Ort installierte Stromwandler sind üblicherweise überdimensioniert, damit „in Zukunft weitere, neue Lasten hinzugefügt werden können“. In so einem Fall kann der Strom im Primärwandler weniger als 10 % des Bemessungsstroms vom Wandler betragen. Für solche Fälle wird empfohlen, den 10 %-Strombereich zu wählen, wie es in der Abbildung unten dargestellt ist.

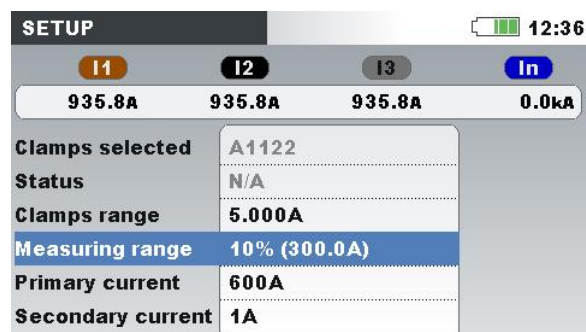


Abbildung 4.17: Auswählen von 10 % des Strombereichs der Stromzange

Beachten Sie: Wenn wir eine direkte Strommessung mit einer 5 A-Stromzange durchführen möchten, muss das Verhältnis des Primärwandlers auf 5 A: 5 A eingestellt werden.

⚠ WARNHINWEISE!

- Die Sekundärwicklung eines Stromwandlers darf nicht offen sein, wenn dieser an einen spannungsführenden Stromkreis angeschlossen ist.
- Ein offener Sekundärkreis kann zu gefährlich hohen Spannungen zwischen den Anschlüssen führen.

Automatische Erkennung der Stromzangen

Metrel hat eine Produktfamilie von Smart-Stromzangen entwickelt, um die Auswahl der Stromzangen und deren Einrichtung zu vereinfachen. Smart-Stromzangen sind schalterlose Mehrbereichs-Stromzangen, die vom Gerät automatisch erkannt werden. Um die Erkennung der Smart-Stromzangen zu aktivieren, muss beim ersten Mal folgende Prozedur durchgeführt werden:

1. Schalten Sie das Messgerät ein.
2. Schließen Sie die Stromzange (zum Beispiel A 1227) an das Energy Master an
3. Öffnen Sie: das Menü Messeinstellungen → Anschlusseinrichtung → Phase / Neutralleiter Stromzangenmenü
4. Wählen Sie: Smart-Stromzangen
5. Der Stromzangentyp wird vom Gerät automatisch erkannt.
6. Der Benutzer muss dann den Stromzangenbereich wählen und die Einstellungen bestätigen.

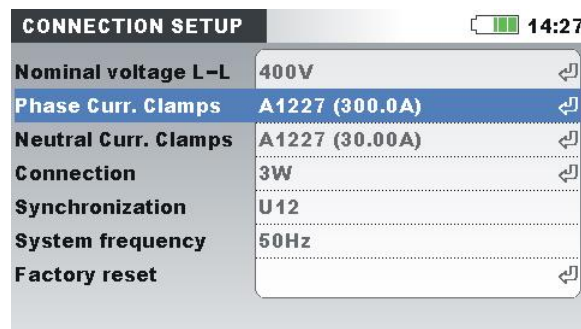


Abbildung 4.18: Automatisch erkannte Einstellungen für die Stromzangen

Beim nächsten Mal wird sich das Gerät an die Stromzangeneinstellungen erinnern. Deshalb muss der Benutzer lediglich:

1. Die Stromzangen in die Stromeingangsanschlüsse des Geräts einstecken
2. Schalten Sie das Messgerät ein.

Das Gerät erkennt die Stromzangen automatisch und stellt die Bereiche ein, die bei der vorherigen Messung eingerichtet wurden. Wenn die Stromzangen abgetrennt waren, erscheint auf dem Bildschirm das folgende Dialogfenster (siehe folgende Abbildung). Mit den Cursor-Tasten wählen Sie den Strombereich der Smart-Stromzangen aus.

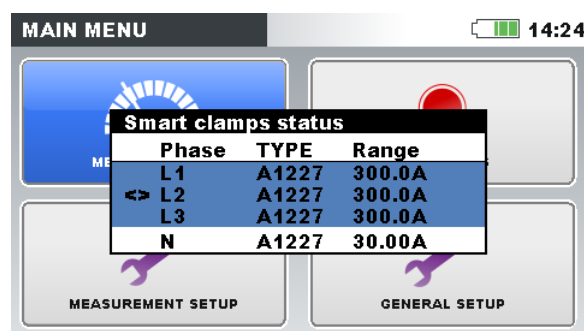





Abbildung 4.19: Automatisch erkannter Stromzangenstatus

Tabelle 4.1: Tasten im Dialogfenster für die Smart-Stromzangen

	Ändert den Strombereich der Stromzangen.
	Wählt die Stromzange für Phasen- oder Neutralleiter aus.
	Bestätigt den ausgewählten Bereich und kehrt zum vorherigen Menü zurück.

Das Menü Stromzangenstatus zeigt an, dass die gegenwärtig im Menü Stromzangeneinrichtung definierte Stromzange nicht mit der momentan vorhandenen Stromzange übereinstimmt.

Hinweis: Trennen Sie die Smart-Stromzangen während einer laufenden Aufzeichnung nicht ab.

4.2.4 Anschluss des Temperaturmessfühlers

Eine Temperaturmessung wird mithilfe des Smart-Temperaturmessfühlers durchgeführt, der an den neutralen Stromeingang angeschlossen wird. Um die Erkennung der Smart-Temperaturmessfühlers zu aktivieren, muss beim ersten Mal folgende Prozedur durchgeführt werden:

1. Schalten Sie das Messgerät ein.
2. Schließen Sie den Temperaturmessfühler an den neutralen Stromeingangsanschluss des Energy Master an
3. Öffnen Sie: das Menü Messeinstellungen → Anschlusseinrichtung → Phase / Neutralleiter Stromzange
4. Wählen Sie: Smart-Stromzangen
5. Der Temperaturmessfühler wird jetzt vom Gerät automatisch erkannt.

Das Gerät wird sich die Einstellungen für das nächste Mal merken. Deshalb muss der Benutzer lediglich den Temperaturmessfühler an das Gerät anschließen.

4.2.1 Druckunterstützung

Energy Master unterstützt den Direktdruck mit dem Seiko DPU 414 Drucker. Der Benutzer kann jeden beliebigen Bildschirm Untermenü MESSUNG drucken. Um zu drucken, schließen das Gerät gemäß der Abbildung unten, am Drucker an, drücken und

halten Sie die Taste **ESC** für 5 Sekunden. Ein "Piep" Ton zeigt an, dass das Drucken gestartet wurde.

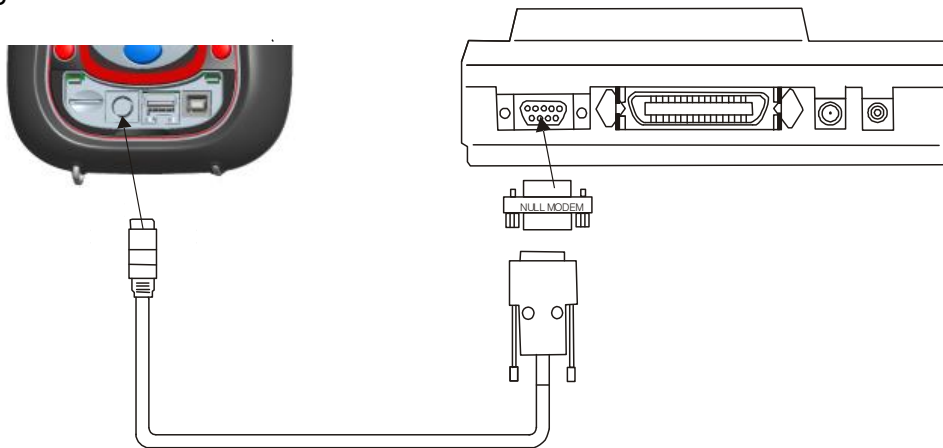


Abbildung 4.20: Anschließen des Druckers DPU 414 am Gerät

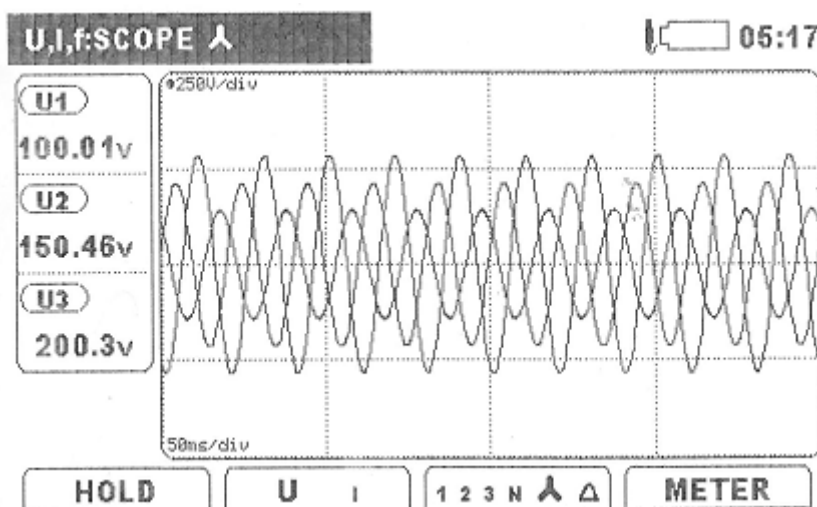


Abbildung 4.21: BEREICH des Bildschirmausdrucks

Anleitung zum Einrichten des Druckers

Drucker so konfiguriert ist, direkt mit dem Instrument zu arbeiten. Wenn allerdings nicht der original Drucker verwendet wird, muss der Drucker vor dem Gebrauch folgendermaßen konfiguriert werden:

1. Legen Sie das passende Papier in den Drucker.
2. Schalten Sie den Drucker aus
3. Halten Sie die "On Line" Taste und schalten Sie Drucker ein.
Der Drucker wird die Einstellungen der DIP-Schalter drucken.
4. Drücken Sie die "Online" Taste für fortsetzen
5. Drücken Sie die Taste "Feed", um **Dip -Schalter-1, SW Nr. 1** gemäß der nachstehenden Tabelle zu setzen.
6. Drücken Sie die Taste "On line", um **Dip -Schalter-2, SW Nr. 2** gemäß der nachstehenden Tabelle zu setzen.
7. Weiter nach folgender Tabelle

8. Nachdem **Dip-Schalter-1, SW Nr. 8** gesetzt ist, drücken Sie auf "Weiter - On line"
9. Fahren Sie fort, nach der folgenden Tabelle: Dip-Schalter **SW-2** und Dip-Schalter **SW-3**
10. Nachdem **Dip-Schalter SW-3 Nr. 8** gesetzt ist, drücken Sie auf "Write - Feed" um die neue Konfiguration zu speichern.
11. Drucker Aus/Ein schalten

Tabelle 4.2: DPU 414 Die DIP-Schalter-Einstellungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt werden:

SW Nr.	Dip SW-1		Dip SW-2:		Dip SW-3	
1.	AUS	Input = Serial	EIN	Druckspalten = 40	EIN	Datenlänge = 8 Bits
2.	EIN	Druckgeschwindigkeit = Hoch	EIN	Benutzerschrift Backup = EIN	EIN	Parity = Nein
3.	EIN	Automatisches Laden = Ein	EIN	Zeichen Ausw. = Normal	EIN	Parity Bedingung = Ungerade
4.	AUS	Auto LF = AUS	EIN	Null = Normal	AUS	Busy Control = XON/XOFF
5.	AUS	Setting Cmd. = Deaktiviert	EIN	International	AUS	Baud Rate = 19200 bps
6.	AUS	Druckdichte = 100%	EIN	Zeichensatz U.S.A.	EIN	
7.	EIN		EIN		EIN	
8.	EIN		AUS		AUS	

Hinweis: Verwenden Sie die "Online Taste" als "Aus" und "Feed", als "Ein"

4.3 Verbindung des Remote-Geräts zu PowerView v3.0

Die aufgezeichneten Daten können mit PowerView v3.0 und der zugehörigen Software, heruntergeladen und ausgewertet werden. Zusätzlich kann PowerView für die Erstellung von Berichten, Überwachung der Daten in Echtzeit und für die Gerätekonfiguration verwendet werden. Zuerst muss das Gerät mit USB-Kabel am PC angeschlossen werden. Der USB-Anschluss wird in PowerView → Tools → im Options-Menü ausgewählt. Das Gerät wird dann automatisch als "Messgerät USB" Gerät erkannt.

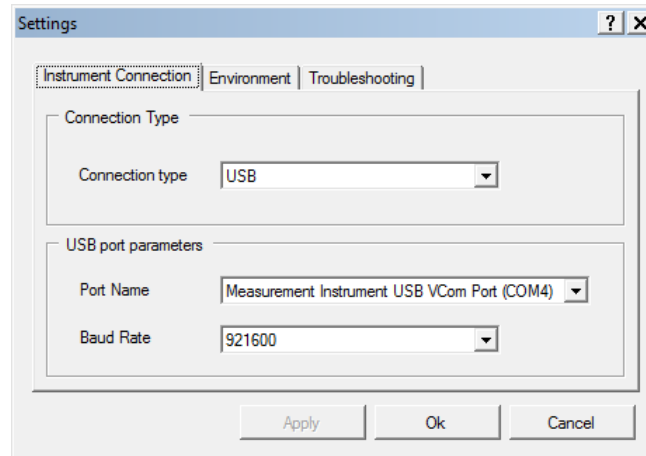
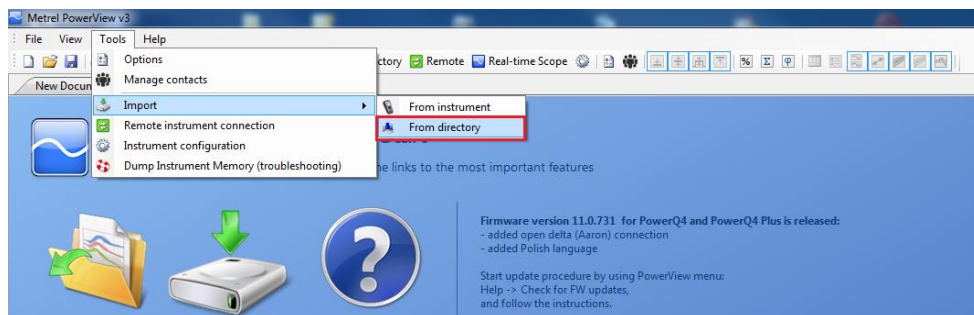


Abbildung 4.22: USB Kommunikationseinstellungen in PowerView

Daten Download mit der MicroSD Card

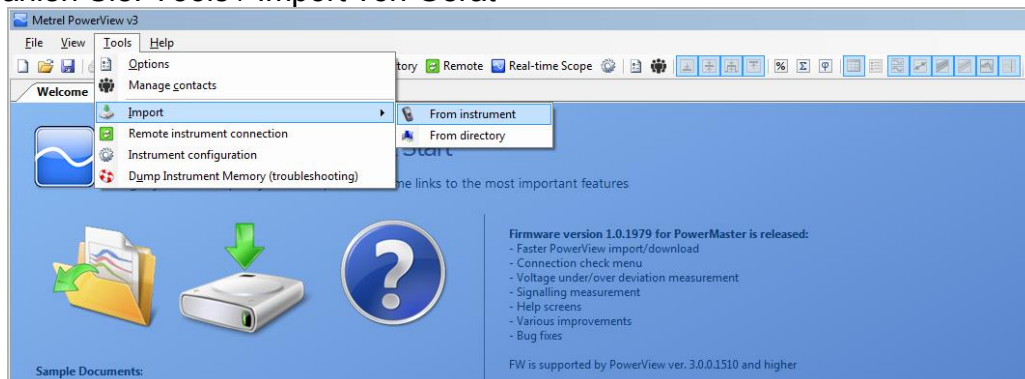
Die schnellste Möglichkeit, die Daten in die PC-Software zu importieren / herunterladen ist, die MicroSD-Karte aus dem Gerät zu nehmen und sie direkt in den Kartenleser des Computers einzustecken, falls in der Standardausführung vorhanden. Herunterladen von Daten über USB-Anschluss wird viel länger dauern und wird deshalb nicht empfohlen. Um die Daten von MicroSD-Karte oder von einer bestimmten Stelle auf Ihrem HD-Laufwerk zu importieren, sind folgende Schritte erforderlich:

- Wählen Sie: Tools / Import von Verzeichnis



Alternativ kann der Anwender unter Verwendung des USB-Anschlusses, Daten direkt vom Gerät importieren/herunterladen.

- Wählen Sie: Tools / Import von Gerät



Das Download-Fenster wird geöffnet und PowerView v3.0 versucht sofort, sich mit dem Gerät zu verbinden und das Gerätemodell sowie die Firmware-Version festzustellen.

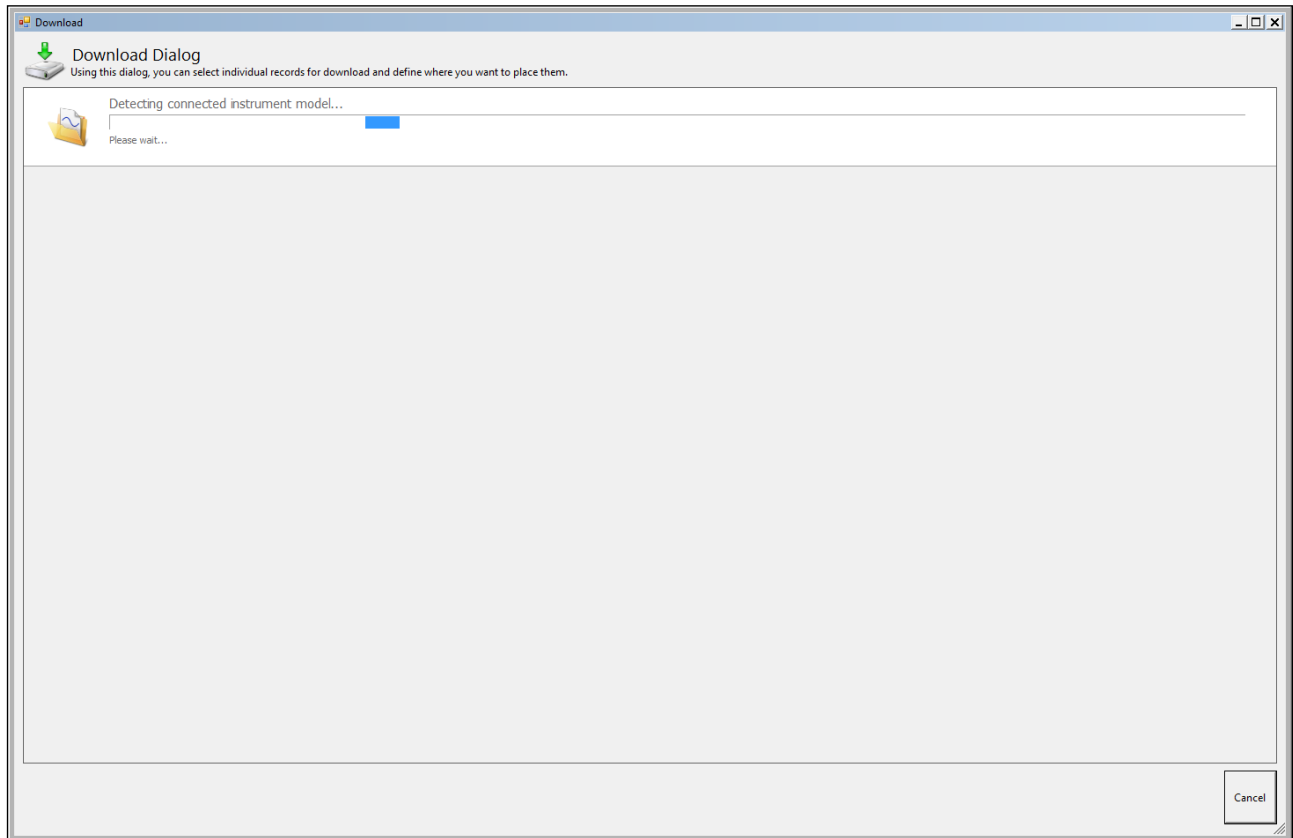


Abbildung 4.23: Feststellung des Gerätetyps

Nach einem Augenblick sollte der Gerätetyp festgestellt sein oder es wird eine Fehlermeldung empfangen, zusammen mit einer entsprechenden Erläuterung. Wenn die Verbindung nicht hergestellt werden kann, überprüfen Sie bitte Ihre Verbindungseinstellungen.

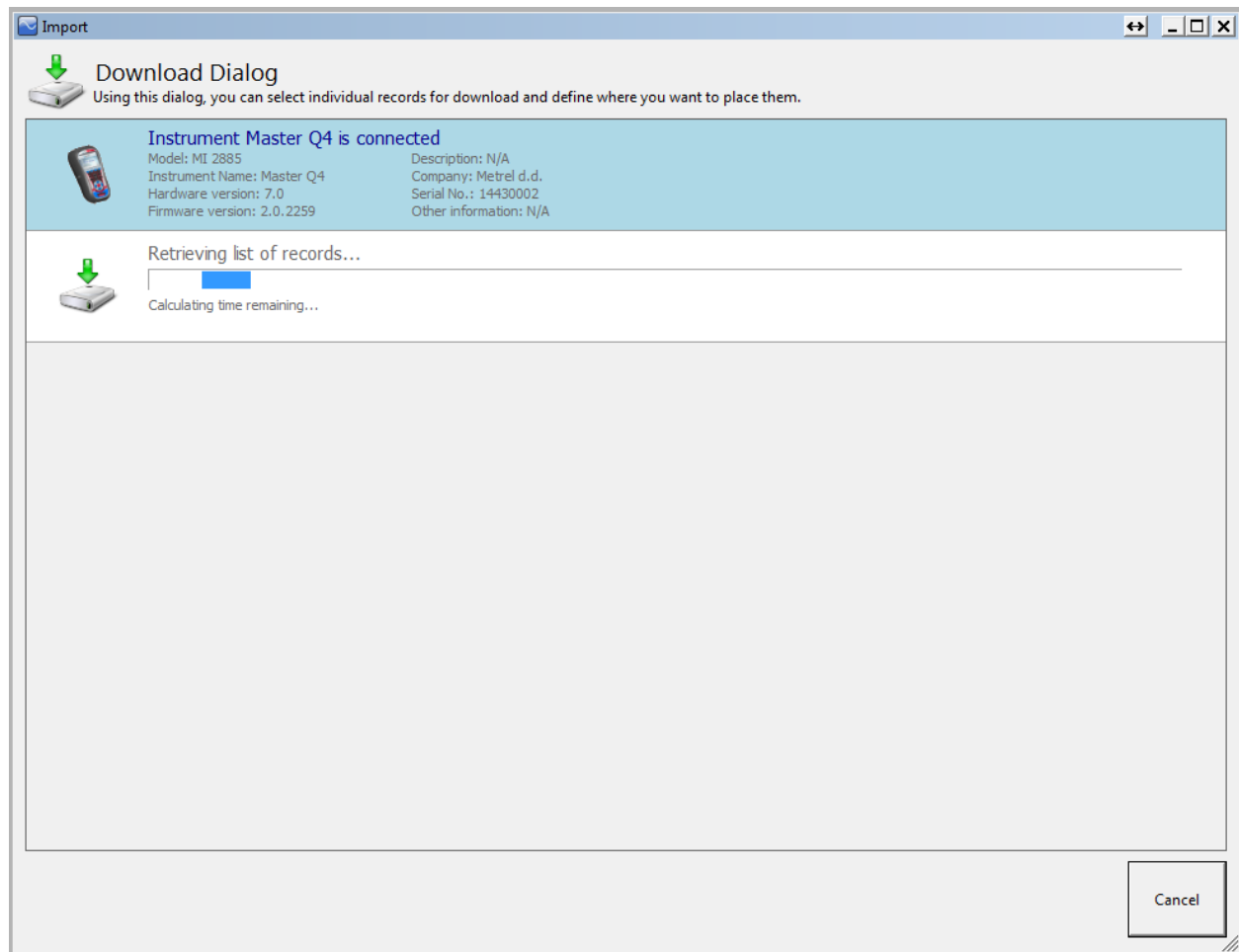


Abbildung 4.24: Herunterladen der Liste mit den Aufzeichnungen

Wenn das Gerätemodell festgestellt wurde, lädt PowerView v3.0 eine Liste mit den Aufzeichnungen vom Gerät herunter. Auf dieser Liste kann eine beliebige Aufzeichnung durch einfaches Anklicken ausgewählt werden. Außerdem steht das Auswahlkästchen „Alle aus-/abwählen“ zur Verfügung, um alle Aufzeichnungen auf der angezeigten Seite aus- oder abzuwählen. Die ausgewählten Aufzeichnungseinträge erhalten einen grünen Hintergrund.

Vor dem Download kann für jede Aufzeichnung ein Knoten mit dem Bestimmungsstandort festgelegt werden. Jeder Eintrag in einer Liste enthält eine Dropdown-Liste mit den Standorten aus allen Dokumenten, die gegenwärtig in PowerView v3.0 geöffnet sind. Wenn kein Dokument geöffnet ist, werden die Aufzeichnungen für einen neuen Standort und in einer neuen Datei gespeichert.

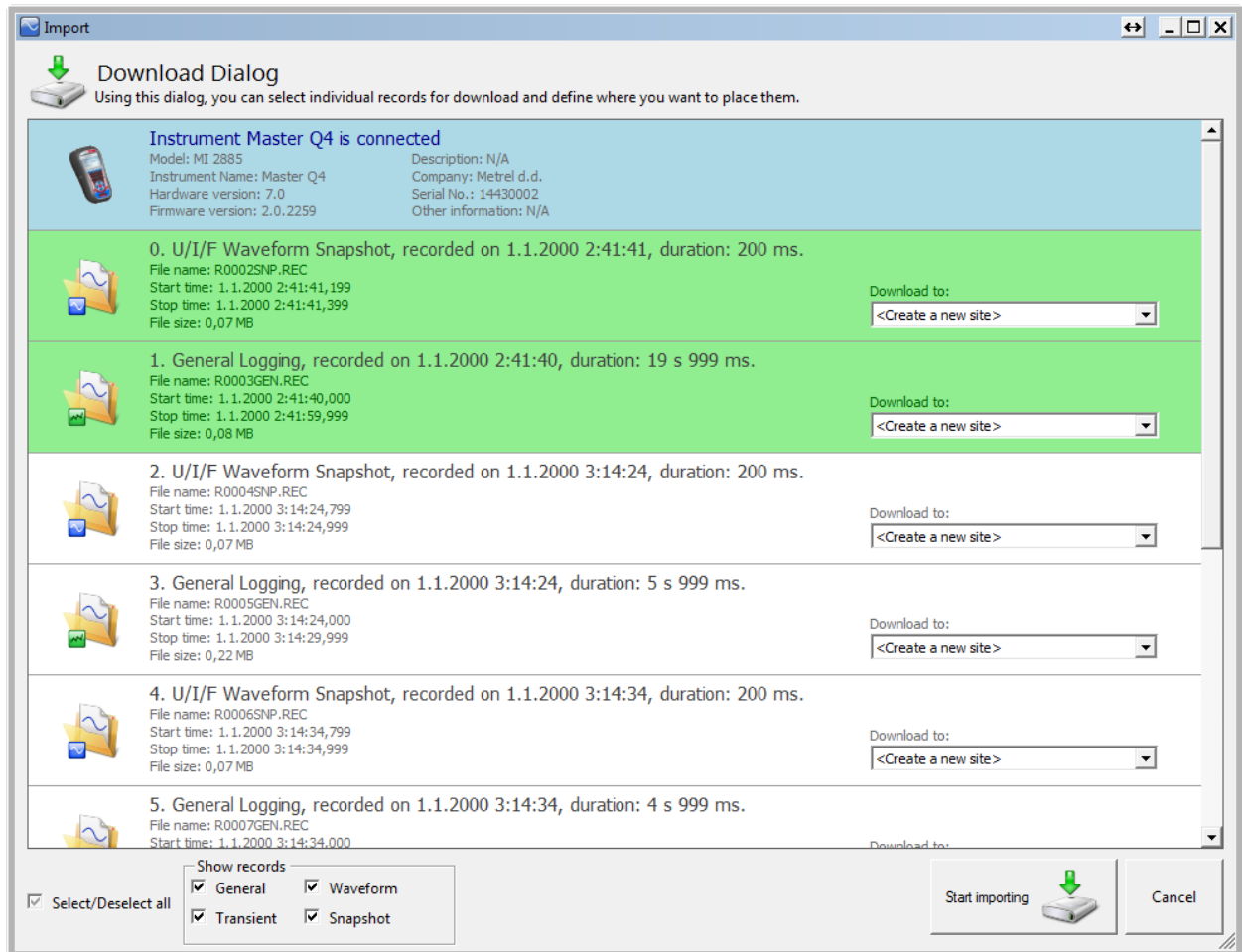
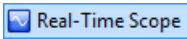


Abbildung 4.25: Auswahl von Aufzeichnungen aus einer Liste zum Download

Die Abbildung oben zeigt ein Beispiel, in dem die ersten beiden Aufzeichnungen ausgewählt wurden. Zum Start des Downloads klicken Sie auf den Button „Import starten“.

Echtzeit-Oszilloskop

klicken Sie auf den Button  Real-Time Scope um das Fenster des Echtzeit-Oszilloskops zu öffnen. Es öffnet sich ein neues Dokumentenfenster, wie auf dem Bild unten dargestellt.

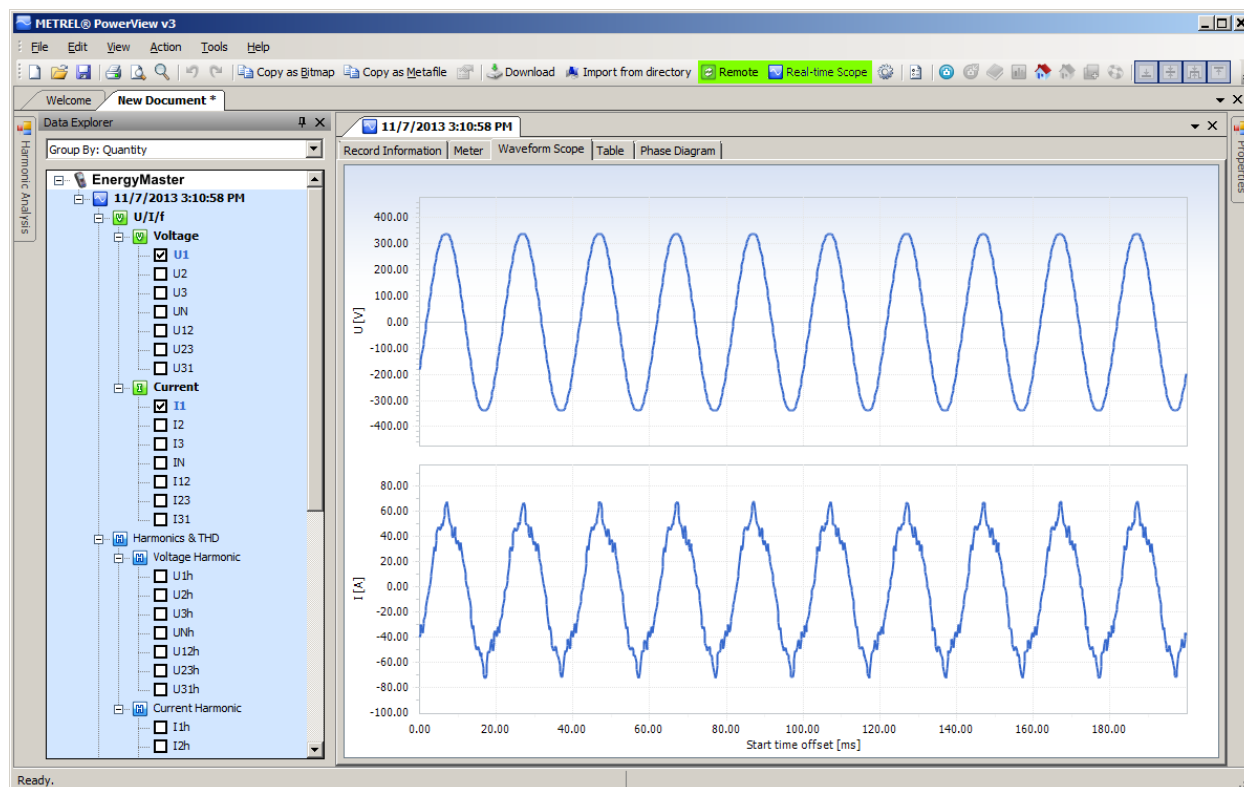

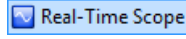


Abbildung 4.26: Fenster des Echtzeit-Oszilloskops mit verschiedenen, ausgewählten Kanälen

Die Abbildung oben zeigt ein Online-Fenster mit verschiedenen, ausgewählten Kanälen. Solange die Online-Ansicht aktiv ist, werden die Daten automatisch aktualisiert. Während das Echtzeit-Oszilloskop aktiv ist, wird der Button  grün angezeigt, um darauf hinzuweisen, dass die Verbindung aktiv ist.

Zum Schließen der Online-Ansicht klicken Sie auf den Button  oder schließen das Online-Fenster.

Konfiguration des Geräts

Das Werkzeug zur Gerätekonfiguration unterstützt Sie beim Ändern von Geräteeinstellungen, dem Verwalten von Aufzeichnungseinstellungen, dem Starten oder Stoppen von Aufzeichnungen und bei der Remote-Speicherverwaltung. Zu Beginn wählen Sie im PowerView v3.0-Menü „Werkzeuge“ die Option „Konfiguration des Geräts“ aus. Auf dem Bildschirm sollte nun das in der Abbildung unten dargestellte Formular erscheinen.

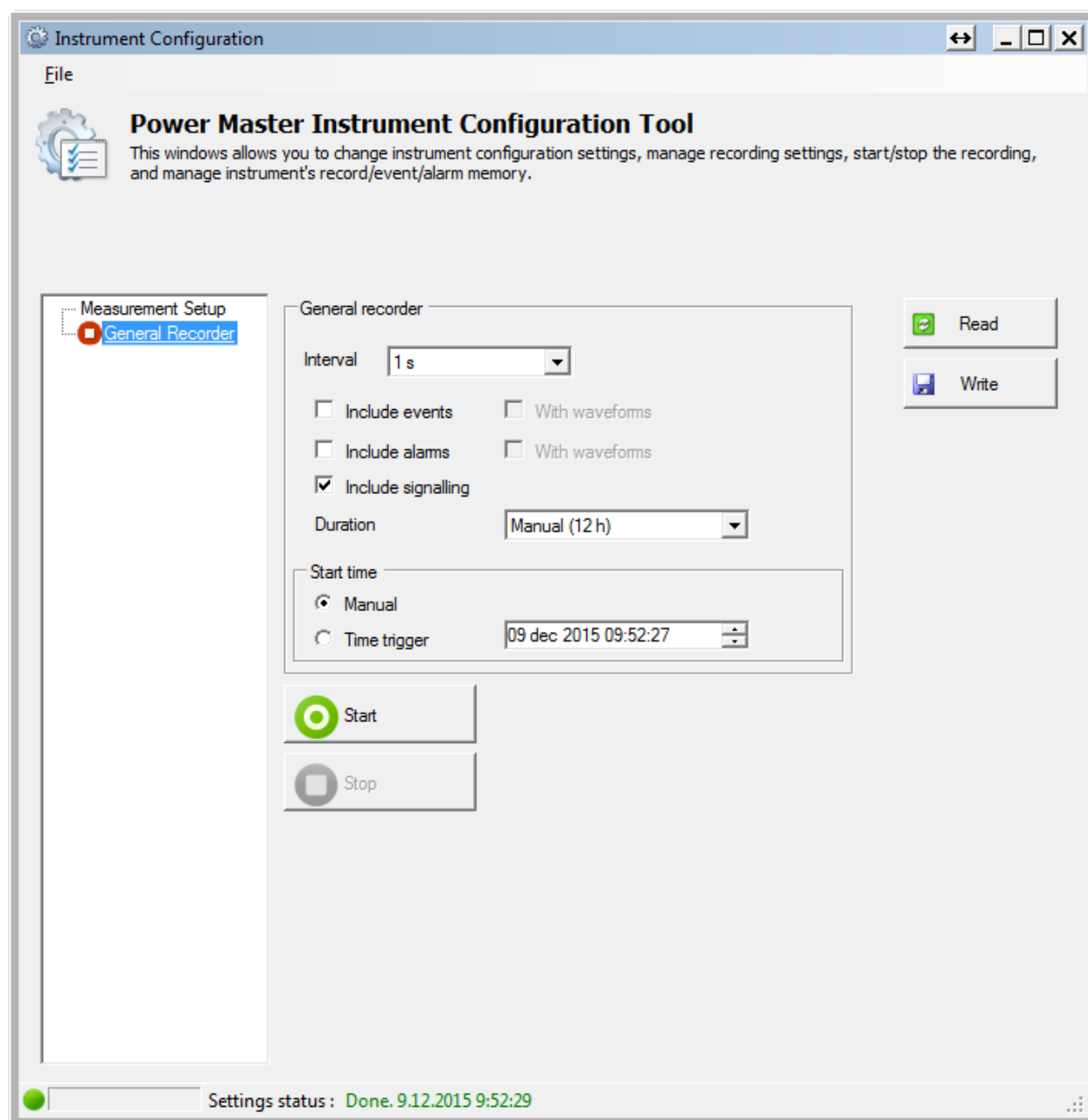


Abbildung 4.27: Formular zur Konfiguration des Remote-Geräts

Klicken Sie bitte auf den Button „Lesen“ um die derzeitigen Geräteeinstellungen zu erhalten. Nach dem Empfang der Daten vom Gerät sollte das Formular mit Daten ausgefüllt sein, so wie in der Abbildung unten dargestellt. Geänderte Parameter werden durch Klicken auf den Button „Schreiben“ an das Gerät zurückgesendet.

Um die Rekorder des Geräts zu bedienen, drücken Sie bitte auf den Knoten „Rekorder“ gemäß der Abbildung unten. Der Benutzer kann jeden der Gerätereorder auswählen und die dazu gehörenden Parameter konfigurieren. Für eine Beschreibung der einzelnen Rekorder Einstellungen schauen Sie bitte in den entsprechenden Abschnitten dieses Handbuchs nach. Geänderte Parameter werden durch Klicken auf den Button „Schreiben“ an das Gerät zurückgesendet.

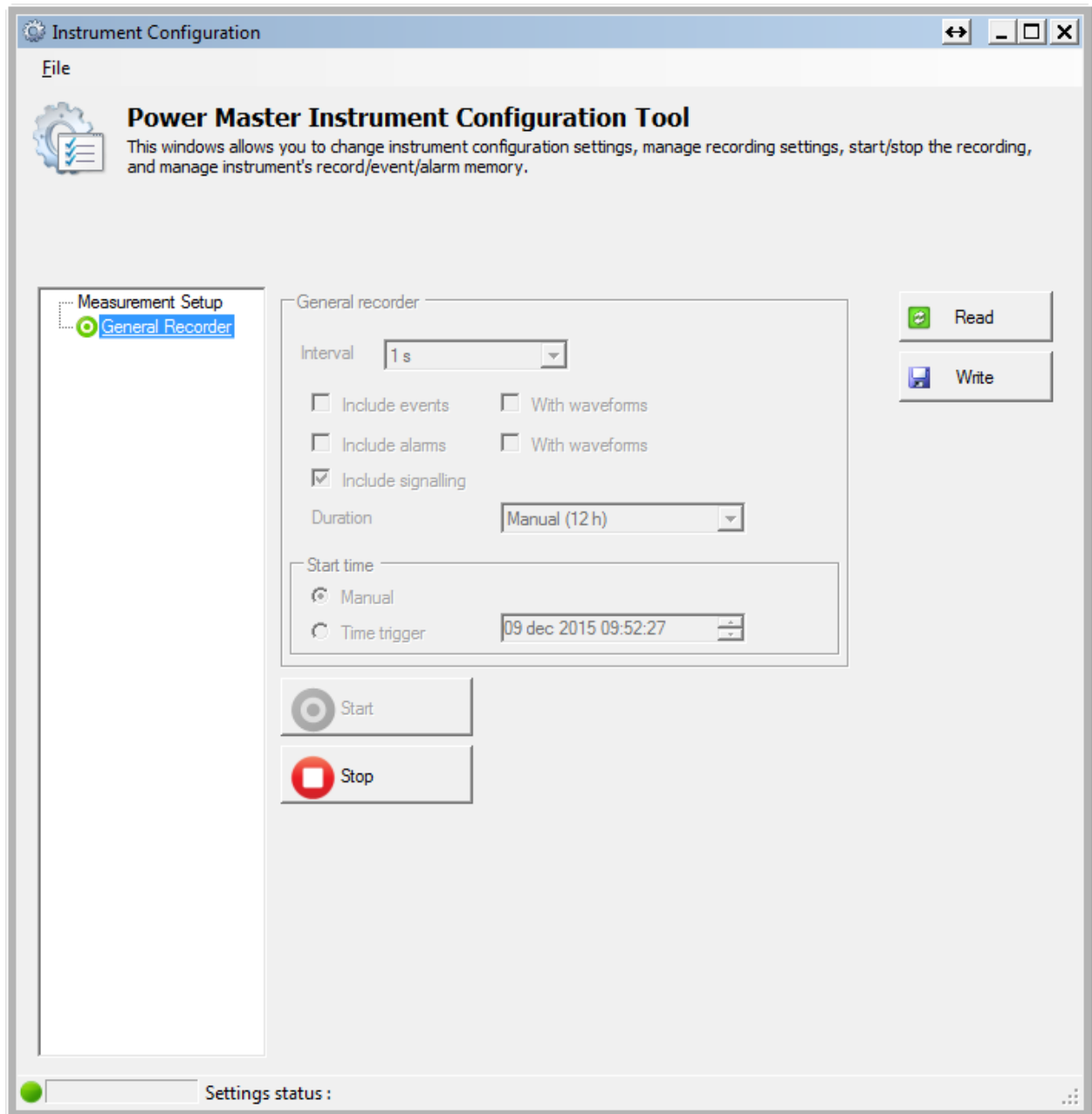


Abbildung 4.28: Geräte Konfigurationstool

Durch Klicken auf den Button „Start“ startet das Gerät den ausgewählten Rekorder genauso, als ob der Benutzer diesen Rekorder direkt am Gerät starten würde. Ein grünes Icon zeigt an, dass der Rekorder aktiv ist, während ein roter darauf hinweist, dass der Rekorder gestoppt wurde.

Außerdem deaktiviert PowerView v3.0 während der Aufzeichnung das Ändern von Parametern. Die Aufzeichnung kann durch Drücken des Buttons „Stopp“ beendet werden, oder sie endet automatisch, nachdem bestimmte Bedingungen erfüllt sind, z. B. nach einer vorgegebenen Zeit oder nach dem Festhalten eines Ereignisses. Durch Drücken auf den Button „Lesen“ kann der Benutzer jederzeit den Gerätestatus abrufen.

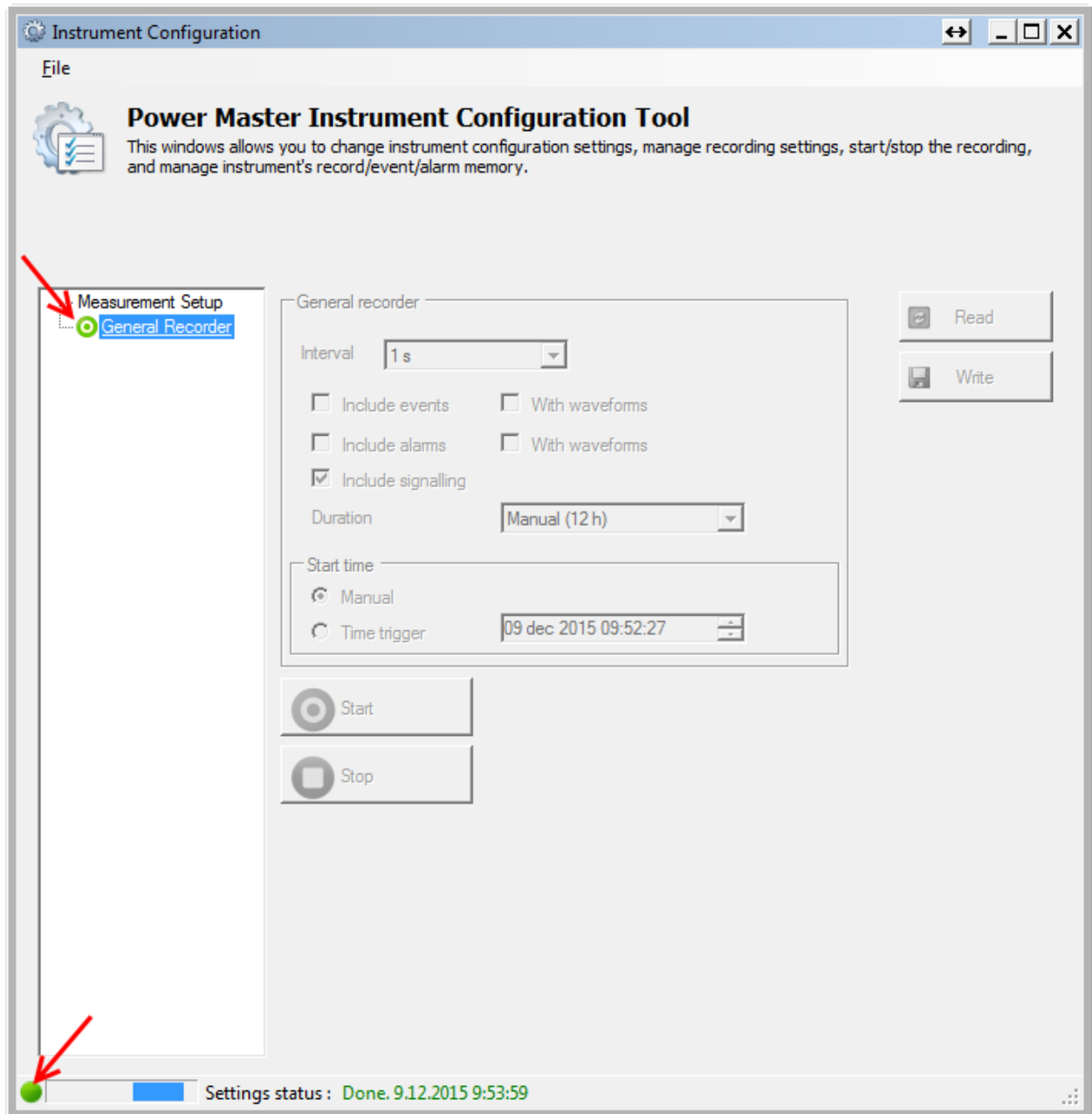


Abbildung 4.29: Aufzeichnung läuft

4.4 Anzahl der gemessenen Parameter und Zusammenhänge mit der Anschlussarten

Die vom Energy Master gemessenen und angezeigten Parameter, die hauptsächlich vom Netzart abhängen, sind im Menü ANSCHLUSSEINRICHTUNG - Anschluss- Art festgelegt. Wenn beispielsweise der Benutzer ein einphasiges Anschlusssystem wählt, sind nur die Messungen verfügbar, welche mit dem Einphasensystem zusammenhängen. Die Tabelle unten zeigt die Abhängigkeiten zwischen den Messparametern und der Netzart.

Tabelle 4.3: Vom Gerät gemessene Größen

		Anschlussart													
Menu		1L		3L				4L							
		L1	N	L12	L23	L31	Ges	L1	L2	L3	N	L12	L23	L31	Ges
Spannung	RMS	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	
	THD	•	•	•	•	•		•	•	•	•				
	Scheitelfaktor	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	
	Frequenz	•		•				•							
	Harmonische (0÷50)	•	•	•	•	•		•	•	•	•				
	Zwischenharm. (0, 50)	•	•	•	•	•		•	•	•	•				
	Unsymmetrie						•								•
	Flicker	•		•	•	•		•	•	•					
	Netzsignale	•		•	•	•		•	•	•					
	Ereignisse	•		•	•	•		•	•	•					
		L1	N	L1	L2	L3	Ges	L1	L2	L3	N	L12	L23	L31	Ges
Strom	RMS	•	•	•	•	•		•	•	•					
	THD	•	•	•	•	•		•	•	•					
	Harmonische (0÷50)	•	•	•	•	•		•	•	•					
	Zwischenharm. (0, 50)	•	•	•	•	•		•	•	•					
	Unsymmetrie						•								•
Verbrauchte Leist.	Zusammengesetzte	•					•	•	•	•					•
	Grundfrequente	•					•	•	•	•					•
	Nicht grundfreq.	•					•	•	•	•					•
	Energie	•					•	•	•	•					•
	Leistungsfaktoren	•					•	•	•	•					•

Erzeugte Leist.	Zusammengesetzte	•					•	•	•	•					•
	Grundfrequente	•					•	•	•	•					•
	Nicht grundfrequent	•					•	•	•	•					•
	Energie	•					•	•	•	•					•
	Leistungsfaktor	•					•	•	•	•					•

Hinweis: Frequenzmessungen hängen vom Synchronisierungs- (Referenz)-Kanal ab, der entweder Spannung oder Strom sein kann.

Gleichermaßen hängen die aufzuzeichnenden Größen auch von der Anschlussart ab. Die Signale im Menü ALLGEMEINER REKORDER und die für eine Aufzeichnung ausgewählten Kanäle werden entsprechend der Anschlussart gemäß nachstehender Tabelle ausgesucht.

Tabelle 4.4: Vom Gerät aufgezeichnete Größen

		Anschlussart													
Menu		1L		3L				4L							
		L1	N	L12	L23	L31	Ges	L1	L2	L3	N	L12	L23	L31	Ges
Spannung	RMS														
	THD														
	Scheitelfaktor														
	Frequenz														
	Harmonische (0÷50)														
	Zwischenharm. (0,50)														
	Unsymmetrie														
	Flicker														
	Netzsignale														
	Ereignisse	•		•	•	•		•	•	•					
		L1	N	L1	L2	L3	Ges	L1	L2	L3	N	L12	L23	L31	Ges
Strom	RMS														
	THD														
	Harmonische (0÷50)														

Leistung	Zwischenharm. (0, 50)																
	Unsymmetrie																
	Zusammengesetzte																
	Grundfrequente																
	Nicht grundfreq.																
	Wirkenergie																
	Blindenergie																
	Leistungsfaktoren																

Legende:

- Maximalwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet.
- Quadratischer (RMS) oder arithmetischer Mittelwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet (für Einzelheiten - siehe 5.1.14).
- Minimalwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet.
- Aktiver quadratischer (RMS) oder arithmetischer (AvgON) Mittelwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet (für Einzelheiten - siehe 5.1.14).

5 Theorie und interne Funktionsweise

Dieser Abschnitt enthält die grundlegende Theorie der Messfunktionen sowie technische Informationen zur internen Funktionsweise des Geräts Energy Master, einschließlich der Beschreibung von Messverfahren und Protokollrichtlinien.

5.1 Messverfahren

5.1.1 Aggregation der Messungen über Zeitintervalle

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 4.4)

Das grundlegende Messzeitintervall für:

- Spannung
- Strom
- Leistung
- Harmonische
- Zwischenharmonische
- Netzsignale
- Unsymmetrie

ist ein 10/12-Zyklusintervall. Gemäß der IEC 61000-4-30 Klasse A wird die 10/12-Zyklusmessung bei jedem Tick des Intervalls erneut synchronisiert. Die Messverfahren

basieren auf digitaler Abtastung der Eingangssignale, synchronisiert mit der Grundfrequenz. Jeder Eingang (4 Spannungs- und 4 Stromeingänge) wird gleichzeitig 1024 Mal in 10 Zyklen abgetastet.

5.1.2 Spannungsmessung (Ausmaß des Versorgungsspannung)

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.2)

Alle Spannungsmessungen stellen Effektivwerte der Spannungsgröße über ein 10/12-Zyklenintervall dar. Jedes Intervall ist angrenzend und nicht überlappend mit den angrenzenden Intervallen.

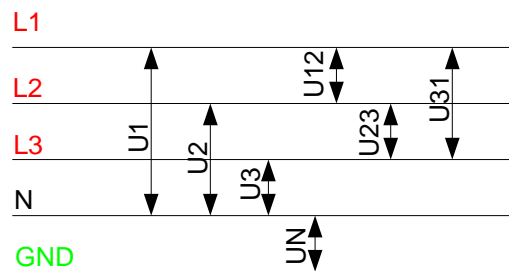


Abbildung 5.1: Phasen- und Phase-Phase-(Leiter)-Spannung

Die Spannungswerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

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

Leiterspannung:
$$U_{pg} = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (u_{p_j} - u_{g_j})^2} \quad [V], \quad pg.: 12,23,31 \quad (2)$$

Phasenspannungs-Scheitelfaktor:
$$CF_{Up} = \frac{U_{pPk}}{U_p}, p: 1,2,3,N \quad (3)$$

Leiterspannungs-Scheitelfaktor:
$$CF_{U_{pg}} = \frac{U_{pgPk}}{U_{pg}}, pg.: 12, 23, 31 \quad (4)$$

Das Gerät hat intern 3 Spannungsmessbereiche, die je nach Nennspannung automatisch gewählt werden.

5.1.3 Strommessung (Ausmaß des Versorgungsstroms)

Einhaltung der Norm: Klasse A (Abschnitt 5.13)

Alle Strommessungen stellen Effektivwerte der Abtastungen der Stromgröße über ein 10/12-Zyklenintervall dar. Jedes 10/12-Zyklenintervall ist angrenzend und nicht überlappend.

Die Stromwerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

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

Phasenstrom-Scheitelfaktor:
$$I_{p_{cr}} = \frac{I_{p_{\max}}}{I_p}, p: 1,2,3,N \quad (6)$$

Das Gerät hat intern zwei Strombereiche: einen 10 %- und einen 100 %-Bereich vom Nennstrom des Wandlers. Zusätzlich bieten die Smart-Stromzangenmodelle einige Messbereiche und eine automatische Erkennung.

5.1.4 Frequenzmessung

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.1)

Während der AUFZEICHNUNG mit einem Aggregationsintervall: ≥ 10 sec wird eine Frequenzablesung alle 10 s durchgeführt. Der Grundfrequenz-Output ist der Anteil der Anzahl ganzer Zyklen, die während des 10 s-Zeitintervalls gezählt wurden, geteilt durch die kumulierte Dauer ganzer Zyklen. Harmonische und Zwischenharmonische werden mit einem digitalen Filter gedämpft, um die Effekte von multiplen Nulldurchgängen zu minimieren.

Die gemessenen Zeitintervalle sind nicht überlappend. Einzelne Zyklen, die die 10 s-Zeituhr überlappen, werden nicht berücksichtigt. Jedes 10 s- Intervall beginnt mit einer absoluten 10 s-Zeituhr, mit der Unsicherheit, die in Abschnitt 6.2.19 angegeben ist..

Für eine AUFZEICHNUNG mit Aggregationsintervall: ≤ 10 sec und Online-Messungen wird der Frequenzmesswert von der 10/12-Zyklusfrequenz bezogen. Die Frequenz ist der Anteil von 10/12 Zyklen, geteilt durch die Dauer der ganzen Zyklen.

Die Frequenzmessung wird auf dem Synchronisierungskanal durchgeführt, der im Menü ANSCHLUSSEINRICHTUNG gewählt wurde.

5.1.5 Leistungsmessung IEC 1459-2010

Das Gerät führt Leistungsmessungen gemäß den Festlegungen der aktuellen Norm IEEE 1459 durch. Die alten Festlegungen zu Wirk-, Blind- und Scheinleistung bleiben so lange gültig, wie die Wellenformen von Strom und Spannung nahezu sinusförmig bleiben. Heutzutage trifft dies dort nicht zu, wo verschiedene leistungselektronische Ausrüstungen wie regelbare Antriebe, gesteuerte Gleichrichter, Frequenzumrichter, Lampen zum Einsatz kommen. Diese machen den stark wachsenden Hauptanteil an nicht linearen und parametrischen Lasten bei den Industrie- und Gewerbekunden aus. Die neue Leistungstheorie unterteilt die Leistung in grundfrequente und nicht grundfrequente Komponenten, wie in der Abbildung unten dargestellt.

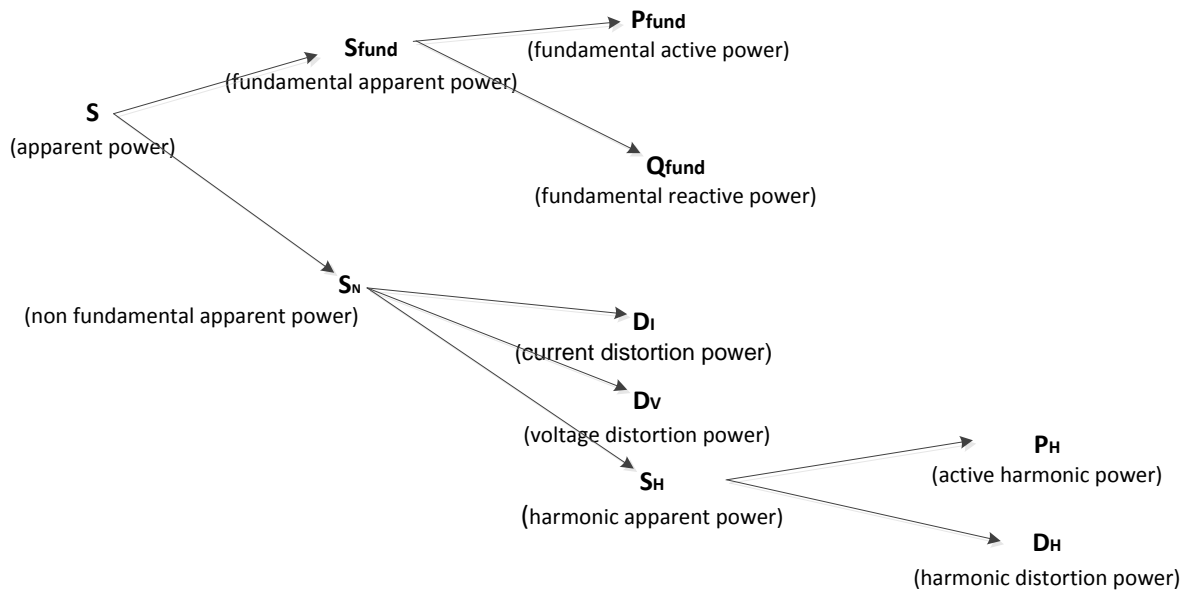


Abbildung 5.2: IEEE 1459 Organisation der Phasenleistungsmessung (Phase)

Die Tabelle zeigt eine Übersicht aller Leistungsmessungen. Die zusammengesetzte Leistung stellt die Theorie der „alten Leistungsmessung“ dar.

Tabelle 5.1: Zusammenfassung und Gruppierung der Phasenleistungsgrößen

Messgröße	Zusammengesetzte Leistungen	Grundfrequente Leistungen	Nicht grundfrequente Leistungen
Scheinleistung (VA)	S	S_{fund}	S_N, S_H
Wirkleistung (W)	P	P_{fund}	P_H
Blindleistung (var)	N	Q_{fund}	D_I, D_V, D_H
Leitungsauslastung	$VL_{\text{ind/kap}}$	$VF_{\text{ind/kap}}$	-
Harmonische Verunreinigung (%)	-	-	S_N/S_{fund}

Wie in der Abbildung unten dargestellt, unterscheidet sich die Leistungsmessung in Dreiphasensystemen leicht.

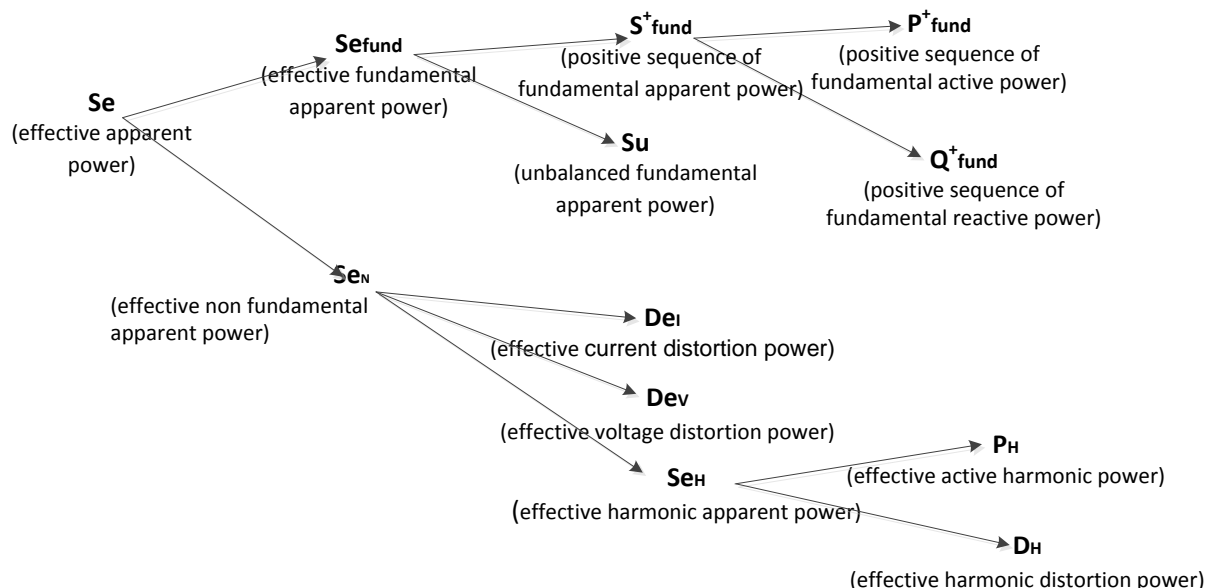


Abbildung 5.3: IEEE 1459 Organisation der Phasenleistungsmessung (Gesamt)

Tabelle 5.2: Zusammenfassung und Gruppierung der Gesamtleistungsgrößen

Messgröße	Zusammengesetzte Leistungen	Grundfrequente Leistungen	Nicht grundfrequente Leistungen
Scheinleistung (VA)	Se	Se _{fund} , S ⁺ , Su	S _N , S _H
Wirkleistung (W)	P	P ⁺ _{ges}	P _H
Blindleistung (var)	N	Q ⁺ _{ges}	De _I , De _V , De _H
Leitungsauslastung	VL _{ind/kap}	VF ⁺ _{ges ind/kap}	-
Harmonische Verunreinigung (%)	-	-	S _{fund}

Messungen der zusammengesetzten Phasenleistung

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Alle Messungen der zusammengesetzten (grundfrequenten + nicht grundfrequenten) Wirkleistung stellen Effektivwerte der Abtastungen der momentanen Leistung über ein 10/12-Zyklusintervall dar. Jedes 10/12-Zyklusintervall ist angrenzend und nicht überlappend.

Zusammengesetzte Phasenwirkleistung:

$$P_p = \frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} p_{pj} = \frac{1}{1024} \sum_{j=1}^{1024} U_{pj} * I_{pj} \quad [\text{W}], p: 1,2,3 \quad (7)$$

Die zusammengesetzte Schein- und Blindleistung und der Leistungsfaktor werden mit folgenden Gleichungen ermittelt:

Zusammengesetzte Phasenscheinleistung: (8)

$$S_p = U_p \cdot I_p \quad [\text{W}], p: 1,2,3$$

Zusammengesetzte Phasenblindleistung:

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

Phasenleistungsfaktor: $PF_p = \frac{P_p}{S_p}, p: 1,2,3 \quad (10)$

Messungen der zusammengesetzten Gesamtleistung

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Die gesamte, zusammengesetzte (grundfrequente + nicht grundfrequente) Wirk-, Blind- und Scheinleistung und der Gesamtleistungsfaktor werden mit folgenden Gleichungen berechnet:

Gesamtwirkleistung: $P_{tot} = P1 + P2 + P3 \quad [\text{W}], \quad (11)$

Gesamtblindleistung: $N_{tot} = N1 + N2 + N3 \quad [\text{var}], \quad (12)$

Gesamtscheinleistung (effektiv): $S_{e_{tot}} = 3 \cdot U_e \cdot I_e \quad [\text{VA}], \quad (13)$

Gesamtleistungsfaktor (effektiv): $PF_{e_{tot}} = \frac{P_{tot}}{S_{e_{tot}}}. \quad (14)$

In dieser Formel werden U_e und I_e für dreiphasige 4-Leitersysteme (4L) und dreiphasige 3-Leitersysteme (3L) verschiedenartig berechnet.

Effektivspannung U_e und -strom I_e in 4L-Systemen:

$$I_e = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + I_N^2}{3}} \quad U_e = \sqrt{\frac{3 \cdot (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2) + U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2}{18}} \quad (15)$$

Effektivspannung U_e und -strom I_e in 3L-Systemen:

$$I_e = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2}{3}} \quad U_e = \sqrt{\frac{U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2}{9}} \quad (16)$$

Messungen der grundfrequenten Phasenleistung

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Alle Messwerte der grundfrequenten Leistung werden mithilfe der grundfrequenten Spannungen und Ströme berechnet, die aus den Analysen der Harmonischen bezogen werden (für Einzelheiten - siehe Abschnitt 5.1.7).

Grundfrequente Phasenwirkleistung: $P_{fundP} = U_{fundP} \cdot I_{fundP} \cdot \cos \varphi_{U_p - I_p} \quad [\text{W}], p: 1,2,3 \quad (17)$

Die grundfrequente Schein- und Blindleistung und der Leistungsfaktor werden mit folgenden Gleichungen ermittelt:

Grundfrequente Phasenscheinleistung:

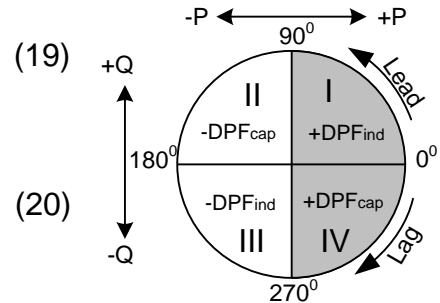
$$S_{fundP} = U_{fundP} \cdot I_{fundP} \quad [W], p: 1,2,3 \quad (18)$$

Grundfrequente Phasenblindleistung:

$$Q_{fundP} = U_{fundP} \cdot I_{fundP} \cdot \sin \varphi_{U_p - I_p} \quad [var], p: 1,2,3 \quad (19)$$

Phasenverschiebungsfaktor:

$$DPF_p = \cos \varphi_p = \frac{P_p}{S_p}, p: 1,2,3 \quad (20)$$



Messungen der (gesamten) grundfrequenten Leistung des Mitsystems

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Laut IEEE STD 1459 kommt den Leistungsmessungen im Mitsystem (P+, Q+, S+) eine immense Bedeutung zu. Sie werden nach folgenden Gleichungen berechnet:

Wirkleistung des Mitsystems:

$$P_{tot}^+ = 3 \cdot U^+ \cdot I^+ \cos \varphi^+ \quad [W], \quad (21)$$

Blindleistung des Mitsystems:

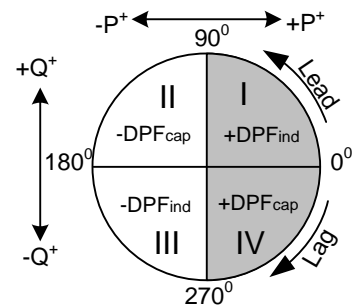
$$Q_{tot}^+ = 3 \cdot U^+ \cdot I^+ \sin \varphi^+ \quad [var], \quad (22)$$

Scheinleistung des Mitsystems:

$$S_{tot}^+ = 3 \cdot U^+ \cdot I^+ \quad [VA], \quad (23)$$

Leistungsfaktor des Mitsystems:

$$DPF_{tot}^+ = \frac{P_{tot}^+}{S_{tot}^+}. \quad (24)$$



U^+ , U^- , U^0 und φ^+ werden aus der Berechnung der Unsymmetrie bezogen. Für Einzelheiten - siehe Abschnitt 5.1.10.

Messungen der nicht grundfrequenten Phasenleistung

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Messungen der nicht grundfrequenten Leistung werden nach folgenden Gleichungen durchgeführt:

Nicht grundfrequente Scheinleistung:

$$S_{Np} = \sqrt{D_{Ip}^2 + D_{Vp}^2 + S_{Hp}^2} \quad [W], p: 1,2,3 \quad (25)$$

Stromverzerrungsleistung der Phase

$$D_{lp} = S_{fundP} \cdot THD_{lp} \quad [W], p: 1,2,3 \quad (26)$$

Spannungsverzerrungsleistung der Phase:

$$D_{vp} = S_{fundP} \cdot THD_{Up} \quad [var], p: 1,2,3 \quad (27)$$

Phasenscheinleistung der Harmonischen

$$S_{Hp} = S_{fundP} \cdot THD_{Up} \cdot THD_{lp} \quad [var], p: 1,2,3 \quad (28)$$

Phasenwirkleistung der Harmonischen:

$$P_{Hp} = P_p - P_{fundP} \quad [W], p: 1,2,3 \quad (29)$$

Verzerrungsleistung der Harmonischen auf der Phase

$$D_{Hp} = \sqrt{S_{Hp}^2 - P_{Hp}^2} \quad [var], p: 1,2,3 \quad (30)$$

Messungen der nicht grundfrequenten Gesamtleistung

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Die Größen der nicht grundfrequenten Gesamtleistung werden nach folgenden Gleichungen berechnet:

Effektive nicht grundfrequente Gesamtscheinleistung:

$$SeN_{tot} = \sqrt{DeI_{tot}^2 + DeV_{tot}^2 + SeH_{tot}^2} \quad [VA] \quad (31)$$

Effektive Gesamtstromverzerrungsleistung:

$$DeI_{tot} = 3 \cdot Ue_{fund} \cdot IeH \quad [var] \quad (32)$$

Dabei sind:

$$IeH = \sqrt{Ie^2 - Ie_{fund}^2}$$

Effektive Gesamtspannungsverzerrungsleistung:

$$DeV_{tot} = 3 \cdot Ue_H \cdot Ie_{fund} \quad [var] \quad (33)$$

Dabei sind:

$$UeH = \sqrt{Ue^2 - Ue_{fund}^2}$$

Effektive Gesamtscheinleistung:

$$SeH_{tot} = Ue_H \cdot Ie_H \quad [VA] \quad (34)$$

Effektive Gesamtleistung der Harmonischen:

$$PH_{tot} = PH_1 + PH_2 + PH_3 \quad [W], \quad (35)$$

Dabei sind:

$$PH_1 = P_1 - P_{fund1}, \quad PH_2 = P_2 - P_{fund2}, \quad PH_3 = P_3 - P_{fund3}$$

Effektive Gesamtverzerrungsleistung

$$(36)$$

$$DeH = \sqrt{SeH^2 - PH^2} \text{ [var]}$$

Harmonische Verunreinigung

$$HP = \frac{SeN_{tot}}{Se_{fund\#tot}} \cdot 100 [\%] \quad (37)$$

Dabei sind:

$$Se_{fund\#tot} = 3 \cdot U_{efund} \cdot I_{efund}$$

Lastunsymmetrie

$$LU = \frac{Su_{fund}}{S_{tot}^+} \quad (38)$$

5.1.6 Energie

Einhaltung der Norm: IEC 62053-21 Klasse 1S, IEC 62053-23 Klasse 2

Die Energiemessung unterteilt sich in zwei Bereiche: in die WIRKEnergie auf Grundlage der Wirkleistungsmessung und in die BLINDenergie auf Grundlage der Messung der grundfrequenten Blindleistung. Jeder von ihnen hat zwei Energiezähler: einen für die verbrauchte und einen für die erzeugte Energie.

Die Berechnungen sind unten dargestellt:

Wirkenergie

$$\text{Verbraucht: } Ep_p^+ = \sum_{i=1}^m P_p^+(i)T(i) [\text{kWh}], p: 1,2,3, \text{ ges} \quad (39)$$

$$\text{Erzeugt: } Ep_p^- = \sum_{i=1}^m P_p^-(i)T(i) [\text{kWh}], p: 1,2,3, \text{ ges}$$

Blindenergie:

$$\text{Verbraucht: } Eq_p^+ = \sum_{i=1}^m Q_{lnd}^+(i)T(i) + \sum_{i=1}^m Q_{pCap}^+(i)T(i) [\text{kvarh}], p: 1,2,3, \text{ ges} \quad (40)$$

$$\text{Erzeugt: } Eq_p^- = \sum_{i=1}^m Q_{pCap}^-(i)T(i) + \sum_{i=1}^m Q_{lnd}^-(i)T(i) [\text{kvarh}], p: 1,2,3, \text{ ges}$$

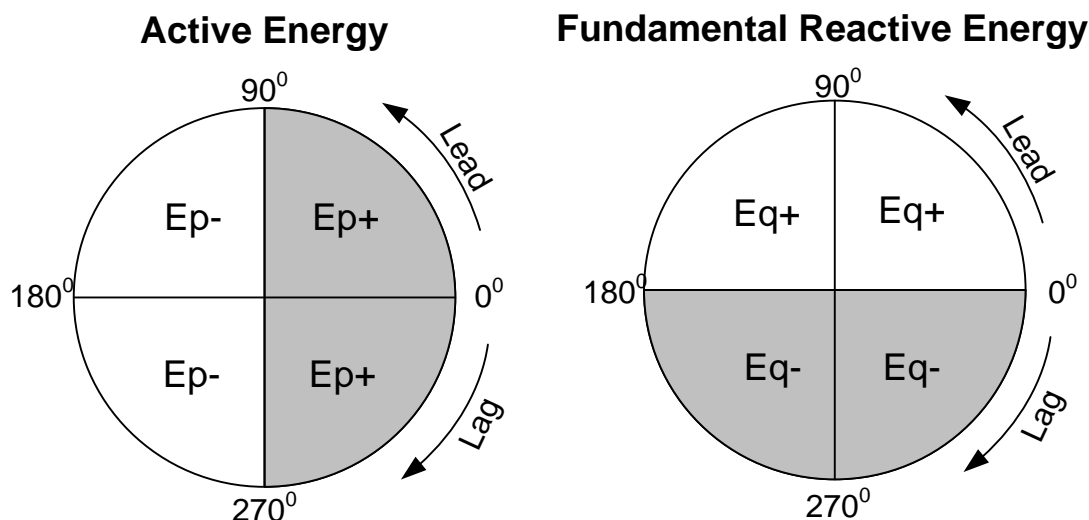


Abbildung 5.4: Energiezähler und Quadrantenverhältnis

Das Gerät hat drei verschiedene Zählereinstellungen:

1. Die Summenzähler **GES** messen die Energie für eine vollständige Aufzeichnung. Wenn der Rekorder startet, rechnet er die Energie zu den vorhandenen Zählerständen hinzu.
2. Der Zähler für die letzte Integrationsperiode **LAST** misst die Energie während der Aufzeichnung über das letzte Intervall. Sie wird am Ende jedes Intervalls berechnet.
3. Der Zähler für die aktuelle Integrationsperiode **AKT** misst die Energie während der Aufzeichnung des aktuellen Zeitintervalls.

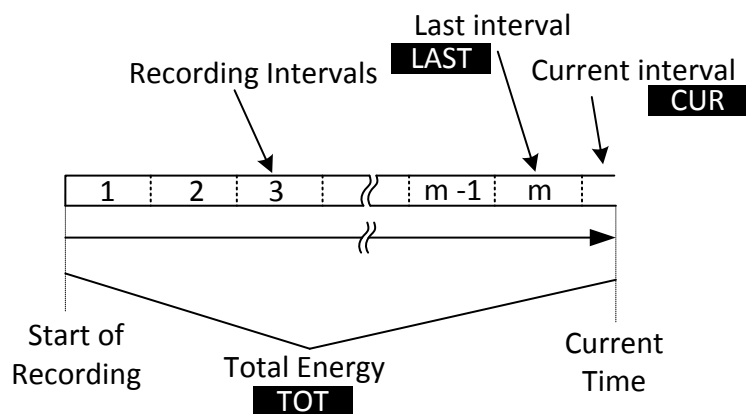


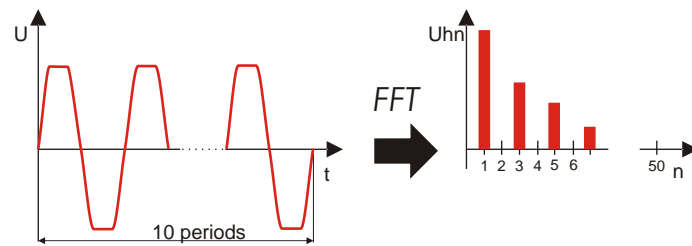
Abbildung 5.5: Energiezähler des Geräts

5.1.7 Harmonische und Zwischenharmonische

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.7)
IEC 61000-4-7 Klasse II

Für die Umrechnung eines AD-gewandelten Signals in sinusförmige Komponenten wird die so genannte schnelle Fourier-Transformation (FFT) angewendet. Die folgende Gleichung beschreibt den Zusammenhang zwischen Eingangssignal und der Frequenzdarstellung.

Voltage harmonics and THD



Current harmonics and THD

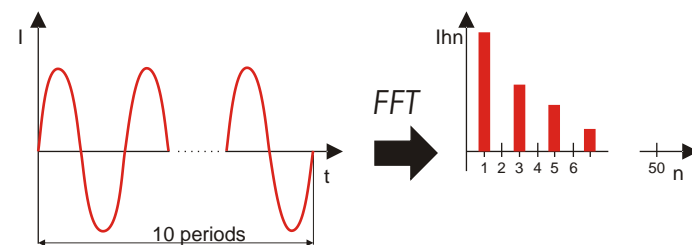


Abbildung 5.6: Strom- und Spannungsharmonische

$$u(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{1024} c_k \sin\left(\frac{k}{10} \cdot 2\pi f_1 t + \varphi_k\right) \quad (41)$$

f_1 – Frequenz des grundfrequenten Signals (im Beispiel: 50 Hz)

c_0 – DC-Komponente

k – Ordnungszahl (Anordnung der Spektrallinie) in Bezug auf die Frequenzbasis

$$f_{c1} = \frac{1}{T_N}$$

T_N – ist die Breite (oder Dauer) des Zeitfensters ($T_N = N \cdot T_1$; $T_1 = 1/f_1$). Das Zeitfenster ist die Zeitspanne einer Zeitfunktion, für die die Fourier-Transformation durchgeführt wird.

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

φ_k – ist die Phase der Komponente c_k

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

$I_{c,k}$ – ist der Stromeffektivwert der Komponente c_k

Phasenspannung und Stromharmonische werden als Effektivwert der harmonischen Untergruppe (sg) berechnet: Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate des Effektivwerts einer Harmonischen und der beiden unmittelbar angrenzenden Spektralkomponenten.

$$n\text{-te Spannungsharmonische: } U_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^1 U_{C,(10n)+k}^2} \quad p: \quad (42)$$

1,2,3

$$\text{n-te Stromharmonische: } I_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^1 I_{C,(10n+k)}^2} \quad p: 1,2,3 \quad (43)$$

Die gesamte harmonische Verzerrung wird als Verhältnis des Effektivwerts der harmonischen Untergruppe zum Effektivwert der Untergruppe berechnet, die zur Grundfrequenz gehört:

Gesamte harmonische Verzerrung der Spannung:

$$THD_{U_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_p h_n}{U_p h_1} \right)^2}, \quad p: 1,2,3 \quad (44)$$

$$\text{Gesamte harmonische Stromverzerrung: } THD_{I_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_p h_n}{I_p h_1} \right)^2}, \quad p: 1,2,3 \quad (45)$$

Zur Beurteilung der Zwischenharmonischen wird die Spektralkomponente zwischen zwei harmonischen Untergruppen herangezogen. Die n-te Untergruppe der Spannungs- und Stromzwischenharmonischen wird unter Anwendung der Quadratwurzel aus der Quadratsumme (RSS-Prinzip) berechnet:

$$\text{n-te Spannungszwischenharmonische: } U_p i h_n = \sqrt{\sum_{k=2}^8 U_{C,(10n)+k}^2} \quad p: 1,2,3 \quad (46)$$

$$\text{n-te Stromzwischenharmonische: } I_p i h_n = \sqrt{\sum_{k=2}^8 I_{C,(10n)+k}^2} \quad p: 1,2,3 \quad (47)$$

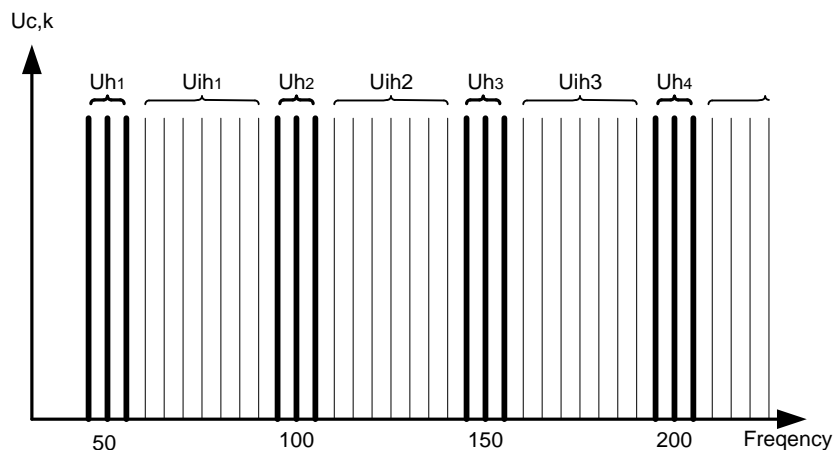


Abbildung 5.7: Darstellung der Untergruppe von Harmonischen / Zwischenharmonischen für eine 50 Hz-Versorgung

Der K-Faktor ist ein Faktor, der entwickelt wurde, um die Menge der Harmonischen anzuzeigen, die von der Last erzeugt werden. Der K-Wert ist sehr nützlich bei dem

Entwurf elektrischer Anlagen und bei der Dimensionierung der Komponenten. Er wird wie folgt berechnet:

$$\text{K - Faktor: } K_p = \frac{\sum_{n=1}^{50} (I_p h_n \cdot n)^2}{\sum_{n=1}^{50} I_p h_n^2}, \quad p: 1,2,3 \quad (48)$$

5.1.8 Netzsignale

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.10)

Die Signalspannung wird auf Grundlage eines FFT-Spektrums eines 10/12-Zyklusintervalls ermittelt. Der Wert der Netzsignalspannung wird gemessen als:

- Effektivwert einer einzelnen Trägerfrequenz (Bin), wenn die Netzfrequenz gleich der Spektral-Trägerfrequenz ist, oder
- Quadratsumme der Residuen von vier benachbarten Trägerfrequenzen, wenn die Netzfrequenz von der Trägerfrequenz des Versorgungsnetzes abweicht (zum Beispiel wird ein Rundsteuersignal mit einem Frequenzwert von 218,5 Hz in einem 50-Hz-Versorgungssystem auf der Basis der Effektivwerte der 210-, 215-, 220- und 225-Hz-Trägerfrequenzen gemessen).

Der in jedem 10/12-Zyklusintervall berechnete Netzsignalwert wird in Alarm- und Aufzeichnungsprozeduren verwendet. Für EN50160-Aufzeichnungen werden die Ergebnisse jedoch zusätzlich in einem 3 s-Intervall zusammengefasst. Diese Werte werden zum Vergleich mit den in der Norm festgelegten Grenzwerten herangezogen.

5.1.9 Flicker

*Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.3)
IEC 61000-4-15 Klasse F3*

Flicker ist das visuelle Empfinden, welches durch das Flackern oder Flimmern eines Lichtes hervorgerufen wird. Der Empfindungsgrad hängt von der Frequenz und dem Ausmaß der Lichtänderung und vom Beobachter ab. Wie in der Abbildung unten dargestellt, kann die Änderung eines Lichtflusses mit einer Spannungshüllkurve in Beziehung gebracht werden.

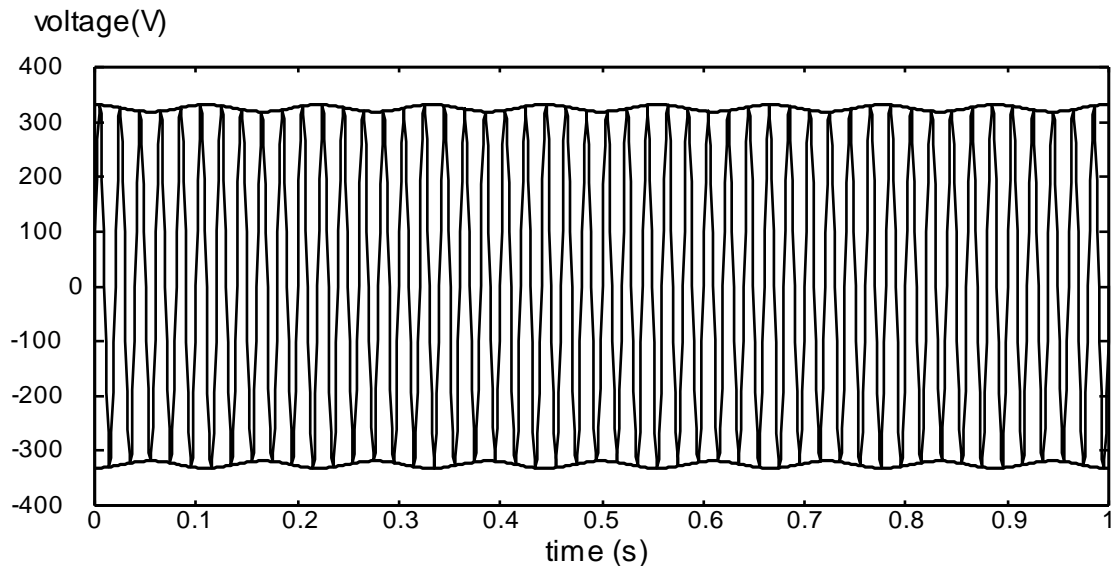


Abbildung 5.8: Spannungsschwankung

Flicker werden gemäß der Norm IEC 61000-4-15 gemessen. Die Norm legt eine Umwandlungsfunktion fest, die auf einer 230 V/60 W- und einer 120 V/60 W - Glühlampen-Auge-Gehirn-Reaktionskette beruht. Diese bildet die Grundlage für Flickermessgeräte und ist unten dargestellt.

P_{st1min} – ist die Bestimmung des Kurzzeitflickers auf der Grundlage eines 1-Minutenintervalls. Er wird berechnet, um eine schnelle Vorschau auf den 10-Minuten-Kurzzeitflicker zu bieten.

P_{st} – 10 der 10-Minuten-Kurzzeitflicker wird gemäß IEC 61000-4-15 berechnet

P_{lt} – der 2-Stunden-Langzeitflicker wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{st_i}^3}{N}} \quad p: 1,2,3 \quad (49)$$

5.1.10 Unsymmetrien bei Spannung und Strom

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.7)

Die Unsymmetrie der Versorgungsspannung wird anhand des Verfahrens mit symmetrischen Komponenten beurteilt. Zusätzlich zur Mitkomponente \vec{U}^+ existieren unter unsymmetrischen Bedingungen auch noch die Gegenkomponente \vec{U}^- und die Nullkomponente \vec{U}_0 . Sie werden nach folgenden Gleichungen berechnet:

$$\begin{aligned} \vec{U}^+ &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a\vec{U}_2 + a^2\vec{U}_3) \\ \vec{U}_0 &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \vec{U}_3), \\ \vec{U}^- &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a^2\vec{U}_2 + a\vec{U}_3), \end{aligned} \quad (50)$$

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

Für die Berechnung der Unsymmetrie verwendet das Gerät die grundfrequente Komponente des Spannungseingangssignals (U_1, U_2, U_3), gemessen über ein 10/12-Zyklenintervall.

Der Gegenspannungsanteil u^- , als Prozentsatz ausgedrückt, wird ermittelt mit:

$$u^-(\%) = \frac{U^-}{U^+} \times 100 \quad (51)$$

Der Nullspannungsanteil u^0 , als Prozentsatz ausgedrückt, wird ermittelt mit:

$$u^0(\%) = \frac{U^0}{U^+} \times 100 \quad (52)$$

Hinweis: In einem Dreileitersystem (3L) sind die Nullkomponenten U_0 und I_0 per Definition null.

Die Unsymmetrie des Versorgungsstroms wird auf die dieselbe Art ermittelt.

5.1.11 Unterabweichung und Überabweichung

Spannungs- Unterabweichung (U_{Unter}) und Überabweichung ($U_{\text{Über}}$) Messverfahren
Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.12)

Grundlegende Messung für die Unterabweichung und Überabweichung ist RMS Spannungsgröße gemessen über Zeitintervall von 10/12-Zyklen. Jede RMS Spannungsgröße (i), erhalten durch eine Aufnahme, wird mit der Nennspannung U_{Nenn} verglichen, aus denen wir zwei Vektoren nach folgenden Formeln bestimmen:

$$U_{\text{Unter},i} = \begin{cases} U_{\text{RMS}(10/12),i} & \text{if } U_{\text{RMS}(10/12)} \leq U_{\text{Nom}} \\ U_{\text{Nom}} & \text{if } U_{\text{RMS}(10/12)} > U_{\text{Nom}} \end{cases} \quad (53)$$

$$U_{\text{Über},i} = \begin{cases} U_{\text{RMS}(10/12),i} & \text{if } U_{\text{RMS}(10/12)} \geq U_{\text{Nom}} \\ U_{\text{Nom}} & \text{if } U_{\text{RMS}(10/12)} < U_{\text{Nom}} \end{cases} \quad (54)$$

Die Aggregation wird am Ende des Aufzeichnungsintervall durchgeführt als:

$$U_{\text{Unter}} = \frac{U_{\text{Nom}} - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_{\text{Unter},i}^2}{n}}}{U_{\text{Nom}}} [\%] \quad (55)$$

$$U_{\text{Über}} = \frac{U_{\text{Nom}} - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_{\text{Über},i}^2}{n}}}{U_{\text{Nom}}} [\%] \quad (56)$$

Die Unterabweichungs- und Überabweichungs-Parameter können nützlich sein, wenn es wichtig ist, beispielsweise anhaltenden Unterspannungen, die in Daten durch anhaltende Überspannungen aufgehoben werden, zu vermeiden.

Hinweis: Unterabweichungs- und Überabweichungs-Parameter sind immer positive Werte.

5.1.12 Spannungsereignisse

Messverfahren

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.4)

Die Grundlage für Ereignismessungen ist $U_{Rms(1/2)}$. $U_{Rms(1/2)}$ $\frac{1}{2}$ ist der Wert der Effektivspannung, der über 1 Zyklus gemessen wird, beginnend bei einem grundfrequenten Nulldurchgang und mit Aktualisierung nach jedem halben Zyklus. Die Zyklusdauer für $U_{Rms(1/2)}$ hängt von der Frequenz ab, die bei der letzten 10/12-Zyklen-Frequenzmessung ermittelt wurde. Der $U_{Rms(1/2)}$ -Wert schließt per Definition die Harmonischen, die Zwischenharmonischen, die Netzsignalspannung usw. ein.

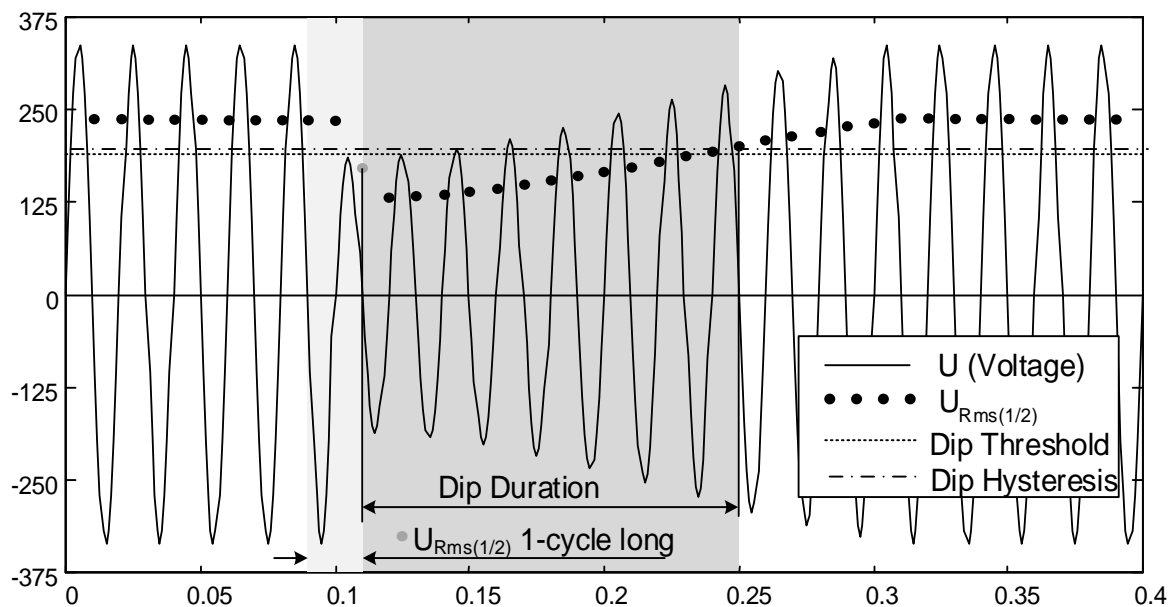


Abbildung 5.9: $U_{Rms(1/2)}$ 1-Zyklus Messung

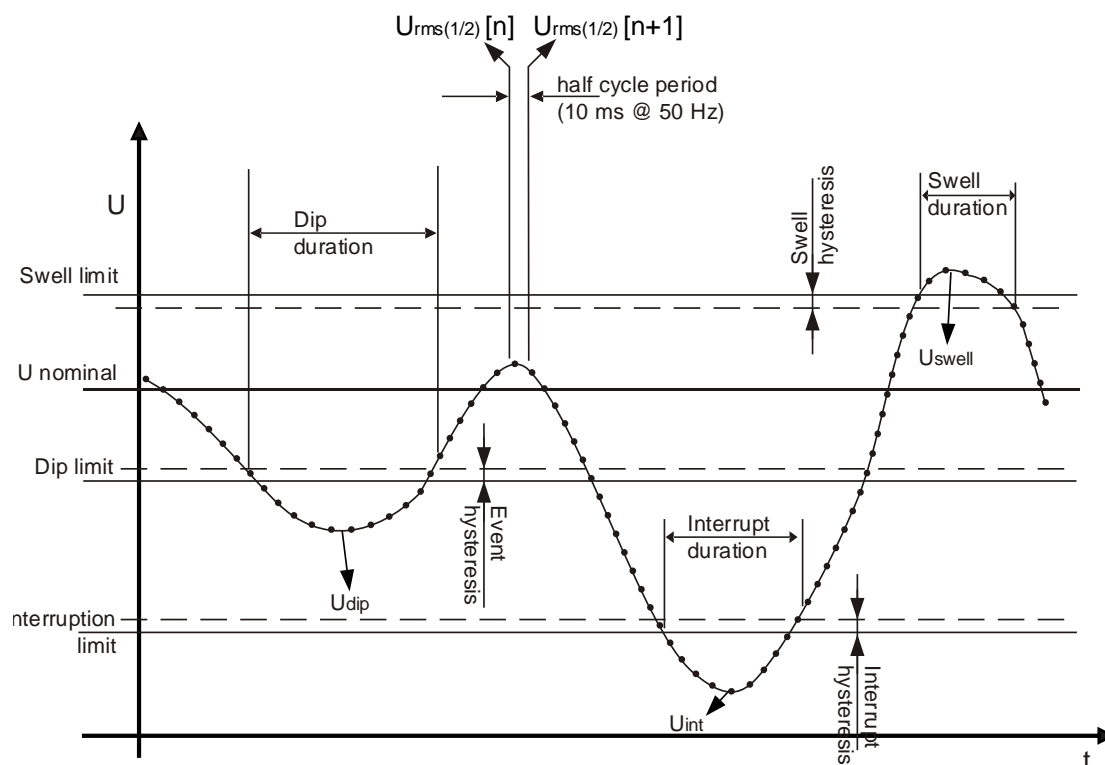



Abbildung 5.10: Definition der Spannungseignisse

Spannungseinbruch

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.4.1 und 5.4.2)

Der **Einbr. Schwellenwert** für den Einbruch ist ein Prozentsatz von der Nennspannung, der im Menü ANSCHLUSS festgelegt wird. Der Schwellenwert und die Hysterese für den Einbruch kann vom Benutzer entsprechend der Verwendung eingestellt werden. Die **Einbr. Hysterese** ist der Unterschied der Größe zwischen den Einbr. Start und Einbr. Ende Schwellenwerten. Die Ereignisauswertung des Geräts auf dem Bildschirm Ereignistabelle, hängt von der Anschlussart ab:

- Auf Einphasensystemen (Anschlussart: 1W), ein Spannungseinbruch, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ unter den Schwellenwert für den Spannungseinbruch fällt und endet, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung gleich oder größer als der Schwellenwert für den Spannungseinbruch plus der Hysterese Spannung ist (siehe *Abbildung 5.10: und Abbildung 5.9*).
- Auf Mehrphasensystemen (Anschlussart: 2W, 3W, 4W, Offenes Dreieck) können zwei verschiedene Ansichten gleichzeitig zur Auswertung herangezogen werden:
 - Gruppenansicht  mit der Ansicht **ALL INT** ausgewählt (nach IEC 61000-4-30 Klasse A): ein Spannungseinbruch beginnt, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung von einem oder mehreren Kanälen unter den Schwellenwert für den Spannungseinbruch fällt und endet wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung auf allen gemessenen Kanälen gleich oder größer als der Schwellenwert für den Spannungseinbruch plus Hysterese Spannung ist
 - Phasenansicht Ph. (zur Fehlersuche): Ein Spannungseinbruch beginnt, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung auf einem Kanal unter den Schwellenwert für

den Spannungseinbruch fällt und endet, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung gleich oder größer als der Schwellenwert für den Spannungseinbruch plus der Hysteresespannung ist.

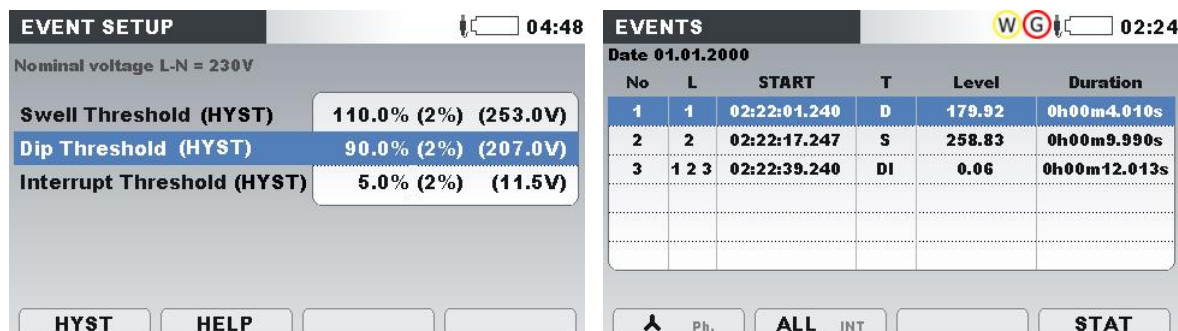


Abbildung 5.11: Spannungseinbruch auf dem Gerätebildschirm


Eine Spannungsüberhöhung wird durch folgende Daten gekennzeichnet: **Eibr. Startzeit**, **Niveau (Up)** und **Eibr. Dauer**:

- $U_{Einbr.}$ - ist die Restspannung, der niedrigste $U_{Rms(1/2)}$ Wert auf einem beliebigen Kanal während des Spannungseinbruchs gemessen wird. Sie wird in der Spalte **Niveau** in der Ereignistabelle auf dem Gerät angezeigt.
- Die **Einbr.-Startzeit** ist der Beginn eines Einbruchs und wird mit der Startzeit der $U_{Rms(1/2)}$ des Kanals gestempelt, die das Ereignis auslöst. Sie wird in der Spalte **START** in der Ereignistabelle auf dem Gerät angezeigt. Das Ende des Einbruchs wird mit der Endzeit der $U_{Rms(1/2)}$ gestempelt, die das Ereignis gemäß festgelegtem Schwellenwert beendet.
- Die **Eibr. Dauer** ist die Zeitdifferenz zwischen der Einbr. Startzeit und der Einbr. Endezeit. Sie wird in der Spalte Dauer in der Ereignistabelle auf dem Gerät angezeigt.

Spannungsüberhöhung

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.4.1 and 5.4.3)

Der **Überh.. Schwellenwert** für den Einbruch ist ein Prozentsatz von der Nennspannung, der im Menü ANSCHLUSS festgelegt wird. Der Schwellenwert vom Benutzer entsprechend der Verwendung eingestellt werden. Die **Überh. Hysterese** ist der Unterschied der Größe zwischen den Überh. Start- und Überh. Ende Schwellenwerten. Die Ereignisauswertung des Geräts auf dem Bildschirm Ereignistabelle, hängt von der Anschlussart ab:

- Auf Einphasensystemen (Anschlussart: 1W), ein Spannungsüberhöhung beginnt, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ über den Schwellenwert für die Spannungsüberhöhung steigt und endet, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung gleich oder unter den Schwellenwert für den Spannungserhöhung plus der Hysterese Spannung fällt (siehe Abbildung 5.10: und Abbildung 5.9).
- Auf Mehrphasensystemen (Anschlussart: 2W, 3W, 4W, Offenes Dreieck) können zwei verschiedene Ansichten gleichzeitig zur Auswertung herangezogen werden:
 - Gruppenansicht  mit der gewählten **ALL INT** Ansicht: Eine Spannungsüberhöhung beginnt, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung von einem oder mehreren Kanälen über den Schwellenwert für die Spannungserhöhung steigt und endet wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung auf allen gemessenen

Kanälen gleich oder unter den Schwellwert für die Spannungserhöhung plus Hysterese Spannung fällt.

- Phasenansicht Ph. Ein Spannungsüberhöhung beginnt, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung auf einem Kanal über den Schwellenwert für die Spannungsüberhöhung steigt und endet, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung auf der gleichen Phase gleich oder unter den Schwellenwert für den Spannungsüberhöhung plus der Hysterese Spannung fällt.

Eine Spannungsüberhöhung wird durch folgende Daten gekennzeichnet: **Startzeit** der **Überhöhung**, **Niveau** ($U_{Überh.}$) und **Dauer** der **Überhöhung**:


- $U_{Überh.}$ - die maximale Überhöhungsspannung, ist der größte $U_{Rms(1/2)}$ -Wert, der auf einem beliebigen Kanal während der Überhöhung gemessen wird. Sie wird in der Spalte **Niveau** in der Ereignistabelle auf dem Gerät angezeigt.
- Die **Startzeit** der **Überhöhung** ist der Beginn eines Einbruchs und wird mit der Startzeit der $U_{Rms(1/2)}$ des Kanals gestempelt, die das Ereignis auslöst. Sie wird in der Spalte **START** in der Ereignistabelle auf dem Gerät angezeigt. Das Ende der Überhöhung wird mit der Endzeit der $U_{Rms(1/2)}$ gestempelt, die das Ereignis gemäß festgelegtem Schwellenwert beendet.
- Die **Dauer** einer Spannungsüberhöhung ist die Zeitdifferenz zwischen dem Beginn und dem Ende der Überhöhung. Sie wird in der Spalte **Dauer** in der Ereignistabelle auf dem Gerät angezeigt.

Spannungsunterbrechung

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.5)

Messverfahren zur Erkennung Spannungsunterbrechungen ist die gleiche wie für Einbr. und Überh. und ist in den vorhergehenden Abschnitten beschrieben.

Der **Schwellenwert** für die **Spannungsunterbrechung** ein Prozentsatz von der Nennspannung, der im Menü ANSCHLUSS festgelegt wird. Die **Hysterese** der **Spannungsunterbrechung** ist der Unterschied der Größe zwischen den Überh. Start- und Überh. Ende Schwellenwerten. Der Schwellenwert für die Unterbrechung kann vom Benutzer entsprechend der Verwendung eingestellt werden. Die Ereignisauswertung des Geräts auf dem Bildschirm Ereignistabelle, hängt von der Anschlussart ab:

- Bei Einphasensystemen (1W), beginnt eine Spannungsunterbrechung, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ unter den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung fällt und endet, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ -Spannung gleich oder größer als der Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus der Hysterese Spannung ist (siehe *Abbildung 5.10: und Abbildung 5.9*).
- Nur bei Mehrphasensystemen (2W, 3W, 4W, Offenes Dreieck) können zwei verschiedene Ansichten gleichzeitig zur Auswertung herangezogen werden:
 - Gruppenansicht  mit der Ansicht **ALL INT** ausgewählt: beginnt eine Spannungsunterbrechung, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung auf allen Kanälen unter den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung fällt und endet wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung auf einem beliebigen, gemessenen Kanal, gleich oder größer als der Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus Hysterese Spannung ist.
 - Phasenansicht: Eine Spannungsunterbrechung beginnt, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung auf einem Kanal unter den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung fällt und endet, wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung

gleich oder größer als der Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus der Hysterese Spannung auf dem gleichen Kanal ist.



Abbildung 5.12: Spannungsunterbrechung auf dem Gerätebildschirm

Eine Spannungsunterbrechung wird durch folgende Daten gekennzeichnet: **Startzeit** der **Unterbrechung**, **Niveau (U_{unt})** und **Dauer** der **Unterbrechung**:

- **$U_{\text{Unterbr.}}$** - der minimale Wert der Unterbrechungsspannung, ist der niedrigste $U_{\text{Rms}(1/2)}$ -Wert, der auf einem beliebigen Kanal während der Unterbrechung gemessen wird. Sie wird in der Spalte **Niveau** in der Ereignistabelle auf dem Gerät angezeigt.
- Die **Unterbr.-Startzeit** ist der Beginn einer Unterbrechung und wird mit der Startzeit der $U_{\text{Rms}(1/2)}$ des Kanals gestempelt, die das Ereignis auslöst. Sie wird in der Spalte **START** in der Ereignistabelle auf dem Gerät angezeigt. Das Ende der Unterbrechung wird mit der Endzeit der $U_{\text{Rms}(1/2)}$ gestempelt, die das Ereignis gemäß festgelegtem Schwellenwert beendet.
- Die **Dauer** einer **Spannungsunterbrechung** ist die Zeitdifferenz zwischen dem Beginn und dem Ende der Überhöhung. Sie wird in der Spalte **Dauer** in der Ereignistabelle auf dem Gerät angezeigt.

5.1.13 Alarmer

Allgemein kann ein Alarm als ein Ereignis mit beliebiger Anzahl angesehen werden. Alarmer werden in der Alarmtabelle festgelegt (für die Einstellungen in der Alarmtabelle - siehe Abschnitt 3.19.3). Das Basiszeitintervall für: Alarmer der Spannung, des Stroms, der Wirk-, Blind- und Scheinleistung, der Harmonischen und der Unsymmetrie ist ein 10/12-Zyklenintervall.

Jeder Alarm hat Merkmale, die in der Tabelle unten beschrieben sind. Ein Alarm wird ausgelöst, wenn der 10/12-Zyklen-Messwert auf den mit **Phase** definierten Phasen den **Schwellenwert** gemäß der festgelegten **Flankenauslösung** mindestens für den Wert der **Mindestdauer** über- bzw. unterschreitet.

Tabelle 5.3: Parameter der Alarmfestlegung

Messgröße	<ul style="list-style-type: none"> • Spannung • Strom • Frequenz • Wirk-, Blind- und Scheinleistung
------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Harmonische und Zwischenharmonische • Unsymmetrie • Flicker • Netzsignale
Phase	L1, L2, L3, L12, L23, L31, All, Ges, N
Flankenauslösung	< - Fallen, > - Steigen
Schwellenwert.	[Nummer]
Minimale Dauer	200ms ÷ 10min

Jeder erfasste Alarm wird durch folgende Parameter beschrieben:

Tabelle 5.4: Alarmsignaturen

Datum	Datum, als der ausgewählte Alarm ausgelöst wurde
Start	Startzeit des Alarms - als der erste Wert den Schwellenwert unter- bzw. überschritt
Phase	Phase, auf der der Alarm ausgelöst wurde
Niveau	Mindest- oder Maximalwert im Alarm
Dauer	Alarmdauer

5.1.14 Schnelle Spannungsänderungen (RVC)

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.11)

Schnelle Spannungsänderungen (RVC) ist im allgemeinen ein abrupten Übergang zwischen zwei "stationären Zuständen" der RMS Spannungsebenen. Sie wird als Ereignis ähnlich betrachtet wie, (Spannungseinbruch oder Überhöhung) mit Startzeit und Dauer zwischen stationären Zustandsebenen. Allerdings übersteigen diese stabilen Zustands Ebenen nicht Einbr.- oder Überh.-Schwellen.

RVC Ereigniserkennung

Die Geräte RVC Ereigniserkennung erfolgt streng nach den Anforderungen der Norm IEC 61000-4-30. Es beginnt damit, eine Spannung im stationären Zustand zu finden. Die RMS Spannung ist in einem stabilen Zustand, wenn die 100/120 $U_{RMS(1/2)}$ Werte innerhalb einer RVC Schwelle bleiben (dieser Wert wird durch den Benutzer in MESSEINSTELLUNGEN → RVC Setup-Bildschirm eingestellt) aus dem arithmetischen Mittel dieser 100/120 $U_{RMS(1/2)}$ Werte. Jedes Mal, wenn ein neuer $U_{RMS(1/2)}$ Wert zur Verfügung steht, wird das arithmetische Mittel der vorherigen 100/120 $U_{RMS(1/2)}$ Werte, einschließlich des neuen Werts, berechnet. Wenn eine neuer $U_{RMS(1/2)}$ Wert die RVC Schwelle überschreitet, wird RVC Ereignis erkannt. Nach der Erkennung wartet das Gerät für 100/120 Halbzuklen, bevor die nächste Spannung im stationären Zustand sucht.

Wenn ein Spannungseinbruch bzw. Spannungsüberhöhung während eines RVC Ereignis erkannt wird, dann wird das RVC Ereignis verworfen, da das Ereignis kein RVC Ereignis ist.

RVC Ereignis Charakterisierung

Ein RVC Ereignis wird von vier Parametern gekennzeichnet: Startzeit, Dauer, ΔU_{max} und ΔU_{ss} .

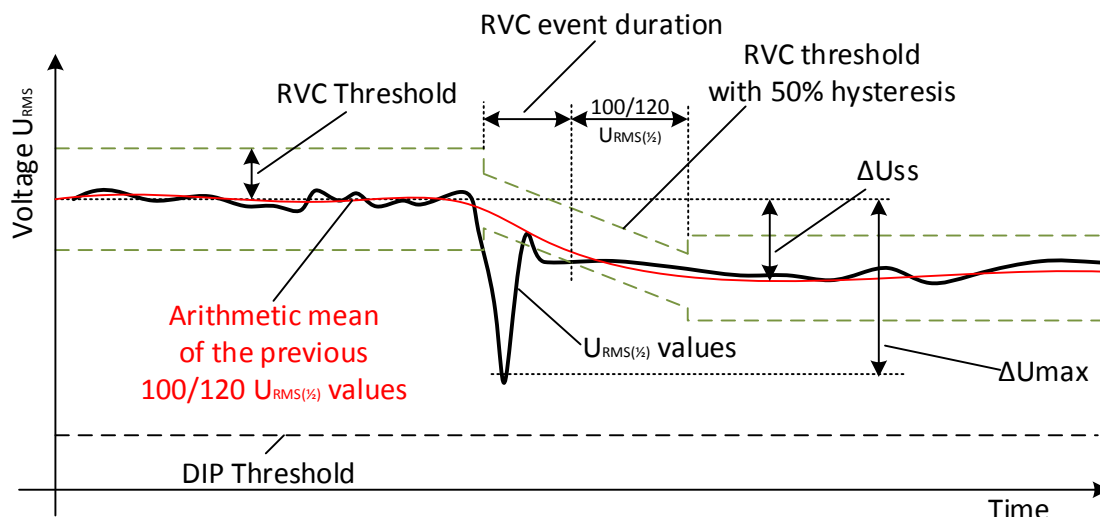


Abbildung .42: RVC Ereignisbeschreibung

- Startzeit eines RVC Ereignis ist der Zeitstempel, wenn der $U_{RMS(1/2)}$ Wert den RVC Schwellenwert überschreitet.
- Die RVC Ereignisdauer ist 100/120 Halbzyklen kürzer als die Dauer zwischen benachbarten Spannungen im stationären Zustand.
- ΔU_{max} - maximale absolute Differenz zwischen beliebigen $U_{RMS(1/2)}$ Werten während des RVC Ereignisses und dem endgültigen arithmetischen Mittelwert 100/120 $U_{RMS(1/2)}$ kurz vor dem RVC Ereignis. Bei Mehrphasen-Systemen, ist die ΔU_{max} die größte ΔU_{max} auf einem beliebigen Kanal.
- ΔU_{ss} - ist die absolute Differenz zwischen dem letzten arithmetische Mittelwert 100/120 $U_{RMS(1/2)}$ kurz vor dem RVC Ereignis und dem ersten arithmetischen Mittelwert 100/120 $U_{RMS(1/2)}$ nach dem RVC Ereignis. Bei Mehrphasen-Systemen ist die ΔU_{ss} die größte ΔU_{ss} auf einem beliebigen Kanal.

5.1.15 Datenaggregation in der ALLGEMEINEN AUFZEICHNUNG

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.10)

Der Aggregationszeitraum (IP) während der Aufzeichnung wird mit dem Parameter Intervall: x min im Menü ALLGEMEINER REKORDER festgelegt.

Ein neues Aufzeichnungsintervall beginnt mit einem Takt der Echtzeituhr (10 Minuten \pm Halbzklus, für Intervall: 10 min) und dauert bis zum nächsten Takt zuzüglich der Zeit, die für die Beendigung der laufenden 10/12-Zyklen-Messung benötigt wird. Wie in der nächsten Abbildung dargestellt, wird in derselben Zeit eine neue Messung gestartet. Gemäß der Abbildung unten werden die Daten für das IP-Zeitintervall von den 10/12-Zyklen-Zeitintervallen zusammengefasst. Das aggregierte Intervall wird mit der absoluten Zeit markiert. Die Zeitmarkierung ist die Zeit des Intervallabschlusses. Wie in der Abbildung unten ersichtlich, gibt es während der Aufzeichnung eine Überlappung.

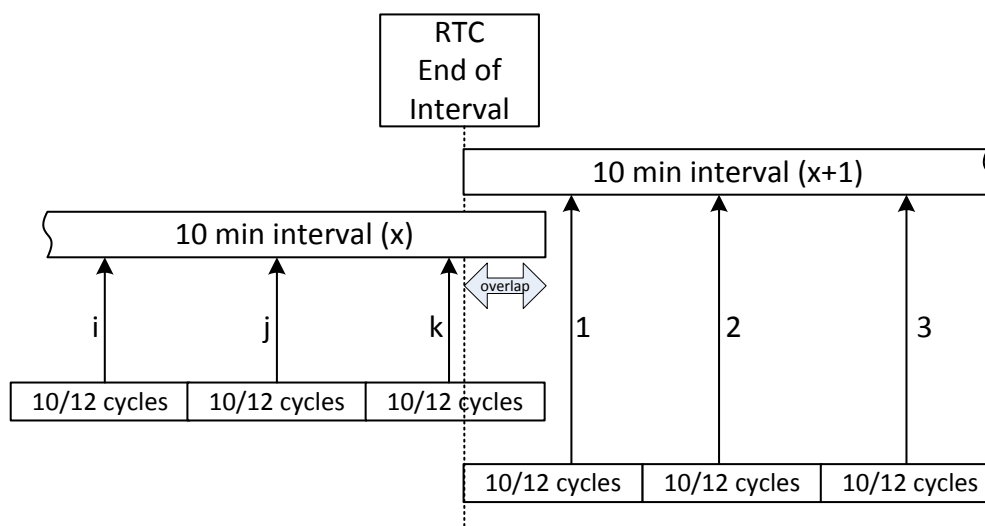


Abbildung 5.14: Synchronisierung und Aggregation von 10/12 Zyklusintervallen

In Abhängigkeit von der Messgröße errechnet das Gerät für jedes Aggregationsintervall den durchschnittlichen, minimalen, maximalen und/oder aktiven Mittelwert. Dies kann quadratische Mittelwert (RMS) oder der arithmetische Mittelwert sein. Die Gleichungen für beide Mittelwerte sind unten dargestellt.

Quadratischer Mittelwert (RMS)
$$A_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_j^2} \quad (57)$$

Dabei sind:

A_{RMS} – Durchschnitt der Messgröße über ein gegebenes Aggregationsintervall

A – 10/12-Zyklen-Messgrößenwert

N – Anzahl der 10/12-Zyklen-Messungen pro Aggregationsintervall.

Arithmetischer Mittelwert:
$$A_{avg} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_j \quad (58)$$

Dabei sind:

A_{avg} – Durchschnitt der Messgröße über ein gegebenes Aggregationsintervall

A – 10/12-Zyklen-Messgrößenwert

N – Anzahl der 10/12-Zyklen-Messungen pro Aggregationsintervall.

In der nächsten Tabelle ist die Durchschnittsmethode für jede Messgröße angegeben:

Tabelle 5.5: Methoden der Datenaggregation

Gruppe	Wert	Aggregationsmethode	Aufgezeichnete Werte
Spannung	U_{Rms}	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Max.
	THD_U	Quadratischer	Avg, Max

		Mittelwert (RMS)	
	SF_U	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Max.
Strom	I_{Rms}	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	THD_I	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	SF_I	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
Frequenz	f(10s)	-	
	f(200ms)	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Arith.Mittelw., Max.
Leistung	Zusammengesetzte	Arithmetischer Mittelwert	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	Grundfrequente	Arithmetischer Mittelwert	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	Nicht grundfrequente	Arithmetischer Mittelwert	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
Unsymmetrie	U^+	RMS	Min., Mittelw., Max.
	U^-	RMS	Min., Mittelw., Max.
	U^0	RMS	Min., Mittelw., Max.
	u^-	RMS	Min., Mittelw., Max.
	$u0$	RMS	Min., Mittelw., Max.
	I^+	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	I^-	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	i^0	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	i^-	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	$i0$	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.

Harmonische	DC, U_{h0+50}	RMS	Avg, Max
	DC, I_{h0+50}	RMS	Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
Zwischenharmonische	U_{h0+50}	RMS	Avg, Max
	I_{h0+50}	RMS	Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
Netzsignale	U_{Sig}	RMS	Min., Mittelw., Max.

Ein aktiver Mittelwert wird nach demselben Prinzip (arithmetisch oder quadratisch) wie der Mittelwert berechnet, es werden jedoch nur Messungen berücksichtigt, deren Messwert nicht Null ist:

Aktiver quadratischer Mittelwert (RMS) (59)

$$A_{RMSact} = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M A_j^2}; M \leq N$$

Dabei sind:

A_{RMSact} – Durchschnitt der Messgröße für den aktiven Teil des vorgegebenen Aggregationsintervalls,

A – 10/12-als „aktiv“ markierter 10/12-Zyklen-Messgrößenwert,

M – Anzahl der 10/12-Zyklen-Messungen mit aktivem Wert (nicht Null).

Aktiver arithmetischer Mittelwert: $A_{avgact} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M A_j; M \leq N$ (60)

Dabei sind:

A_{avgact} – Messgrößendurchschnitt für den aktiven Teil des vorgegebenen Aggregationsintervalls,

A – 10/12-Zyklen-Messgrößenwert im „aktiven“ Teil des Intervalls,

M – Anzahl der 10/12-Zyklen-Messungen mit aktivem Wert (nicht Null).

Leistungs- und Energieaufzeichnung

Die Wirkleistung wird aus zwei Teilen mit unterschiedlichen Mengen zusammengefasst: den Import (positiv - verbraucht P+) und den Export (negativ - erzeugt P-). Blindleistung und Leistungsfaktor sind in vier Teilen zusammengefasst: positiv induktiv (+i), positiv kapazitiv (+c), negativ induktiv (-i) und negativ kapazitiv (-c).

Die Abbildung unten stellt ein Phasen-/Polaritätsdiagramm zu Verbraucht/Erzeugt und Induktiv/Kapazitiv dar:

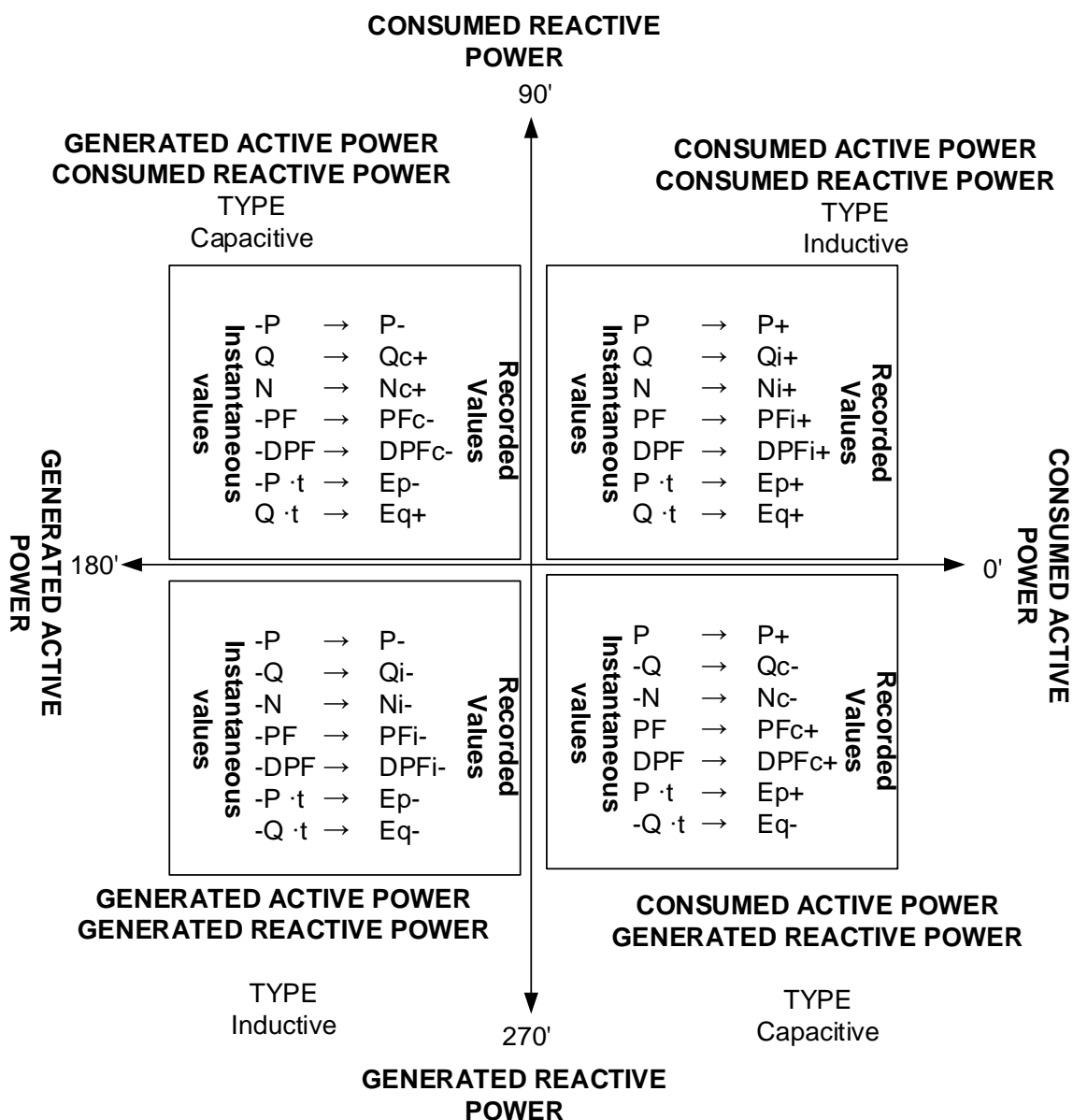


Abbildung 5.15: Phasen-/Polaritätsdiagramm zu Verbraucht/Erzeugt und Induktiv/Kapazitiv

5.1.16 Markierte Daten

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 4.7)

Bei einem Spannungseinbruch, -überhöhung oder -unterbrechung könnte der Messalgorithmus für andere Parameter (zum Beispiel Frequenzmessung) einen unzuverlässiger Wert erzeugen. Die Markierungskonzept vermeidet, dass ein einzelnes Ereignis mehr als einmal in verschiedenen Parametern gezählt wird (zum Beispiel ein einziger Einbruch als Einbruch und als Spannungsänderung gezählt wird), und zeigt an, dass ein Gesamtwert unzuverlässig sein könnte.

Markieren wird nur durch Spannungseinbrüche und -erhöhungen, und Unterbrechungen ausgelöst. Die Erkennung von Spannungseinbrüchen und Spannungsüberhöhungen ist abhängig von der Schwelle die durch den Benutzer ausgewählt wurde, die Auswahl beeinflusst, welche Daten "markiert" werden.

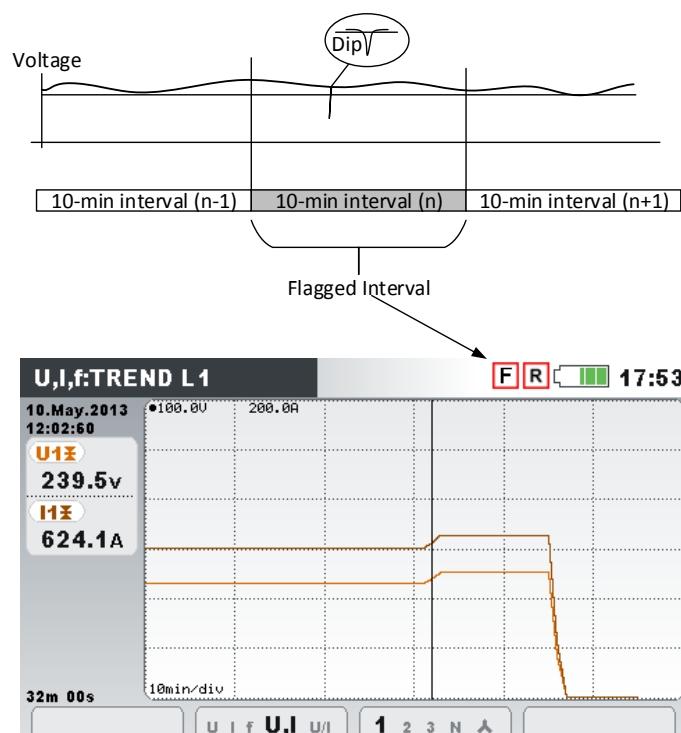




Abbildung 5.16: Markierte Daten zeigen, dass der aggregierte Wert unzuverlässig sein könnte

5.1.17 Momentaufnahme von der Wellenform

Während der Messkampagne kann das Energy Master Momentaufnahmen von der Wellenform anfertigen. Dies ist besonders für das Speichern von vorübergehenden Merkmalen oder des Netzwerkverhaltens zweckmäßig. Die Momentaufnahme speichert alle Netzwerksignaturen und Wellenform-Abtastungen für 10/12 Zyklen. Der Benutzer kann mit der Funktion SPEICHERLISTE (siehe 3.17) oder der Software PowerView v3.0 die gespeicherten Daten überwachen. Die Wellenform Momentaufnahme wird durch Starten ALLGEMEINE Recorder oder durch Drücken  für 3 Sekunden in jedem der MESSUNGEN Unterbildschirme aufgezeichnet .



Ein langes Drücken auf  löst die MOMENTAUFNAHME DER WELLENFORM aus. Das Gerät speichert alle gemessenen Parameter in einer Datei.

Hinweis: Die WELLENFORM MOMENTAUFNAHME wird zu Beginn von ALLGEMEINEN REKORDER automatisch erstellt.

5.2 Überblick über die Norm EN 50160

Die Norm EN 50160 definiert, beschreibt und spezifiziert die Hauptmerkmale einer Spannung an den Versorgungsanschlüssen öffentlicher Nieder- und Mittelspannungsnetze unter normalen Betriebsbedingungen. Diese Norm gibt die Grenzen oder Werte wieder, innerhalb derer erwartet werden kann, dass die Spannungseigenschaften im gesamten öffentlichen Netz gleich bleiben. Sie beschreibt nicht die durchschnittliche Situation eines individuellen Netzbenutzers. Die Tabelle unten enthält einen Überblick über die Grenzwerte der EN 50160.

Tabelle 5.6: Überblick über die Norm EN 50160 LV Grenzen (Kontinuierliche Erscheinungen)

Erscheinung der Versorgungsspannung	Zulässige Grenzwerte	Mess-Intervall	Überwachungs-zeitraum	Zulässigen Prozentsatz
Netzfrequenz	49.5 ÷ 50.5 Hz 47.0 ÷ 52.0 Hz	10 s	1 Woche	99,5% 100%
Schwankungen der Versorgungsspannung, U_{Nenn}	230V ± 10% 230V +10% eingestellt -15% werd en.	10 min eingestellt werden.	1 Woche	95% 100%
Flickerstärke Plt	$Plt \leq 1$	2 h	1 Woche	95%
Spannungsunsymmetrie u-	0 ÷ 2 %, gelegentlich 3 %	10 min eingestellt werden.	1 Woche	95%
Gesamte harm. Verzerrung, THD _U	8%	10 min eingestellt werden.	1 Woche	95%
Spannungsharmonische, U_{h_n}	Siehe Abbildung Tabelle 5.7	10 min eingestellt werden.	1 Woche	95%
Netzsignale in Versorgungsnetzen	Siehe Abbildung Abbildung 5.17	2 s	1 Tag	99%

5.2.1 Netzfrequenz

Für Systeme mit synchronisiertem Anschluss an ein Verbundnetz muss die Nennfrequenz der Versorgungsspannung 50 Hz betragen. Unter normalen Betriebsbedingungen muss sich der Mittelwert der über 10 s lang gemessenen Grundfrequenz in folgendem Bereich befinden:

50 Hz ± 1 % (49,5 Hz .. 50,5 Hz) during 99,5 % of a year;
50 Hz + 4 % / - 6 % (i.e. 47 Hz .. 52 Hz) während 100 % der Zeit.

5.2.2 Schwankungen der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen muss der 10-Minuten-Mittelwert der U_{Rms} -Werte der Versorgungsspannung während jedem Zeitraum von einer Woche zu 95 % in dem Bereich $U_{Nenn} \pm 10 \%$ liegen. Außerdem müssen alle U_{Rms} -Werte der Versorgungsspannung in dem Bereich $U_{Nenn} + 10 \% / - 15 \%$ liegen.

5.2.3 Unsymmetrie der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen die 10-Minuten-Mittelwerte von den Effektivwerten der (grundfrequenten) Gegenkomponente der Phasenversorgungsspannung während jedes Zeitraums von einer Woche zu 95 % innerhalb des Bereichs von 0 % bis 2 % der (grundfrequenten) Mitkomponente der Phase liegen. In einigen Bereichen mit Nutzeranlagen, die teilweise einphasig oder zweiphasig an das Netz angeschlossen sind, treten an den dreiphasigen Versorgungsanschlüssen Unsymmetrien bis zu ca. 3 % auf.

5.2.4 THD der Spannung und Harmonische

Unter normalen Betriebsbedingungen müssen die 10-Minuten-Mittelwerte jeder individuellen harmonischen Spannung während jedes Zeitraums von einer Woche zu 95 % unter dem oder maximal auf der Höhe des in der Tabelle unten aufgeführten Wertes liegen.

Darüber hinaus müssen die THDU -Werte der Versorgungsspannung (einschließlich aller Harmonischen bis zur 40.) unter 8 % oder maximal auf dieser Höhe liegen.

Tabelle 5.7: Werte der individuellen harmonischen Spannungen an der Versorgung

Ungerade Harmonische				Gerade Harmonische	
Kein Vielfaches von 3 Ordnungszahl l der H.	Relative Spannung (U_N)	Ein Vielfaches von 3 Ordnungszahl l der H.	Relative Spannung (U_N)	Ordnungszahl l der H.	Relative Spannung (U_N)
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 %				

5.2.5 Zwischenharmonische Spannung

Aufgrund der Entwicklung bei den Frequenzumrichtern und gleichartiger Regeltechnik wächst das Niveau der Zwischenharmonischen. Die Niveaus stehen zur Diskussion, weitere Erfahrungen stehen noch aus. In bestimmten Fällen, auch auf geringen Niveaus, rufen Zwischenharmonische Flicker hervor (siehe 5.2.7), oder verursachen Interferenzen in Rundsteueranlagen.

5.2.6 Netzsignalübertragung auf der Versorgungsspannung

In einigen Ländern kann das öffentliche Verteilernetz vom öffentlichen Versorger für die Übertragung von Signalen genutzt werden. Zu über 99 % eines Tages muss der 3 Sekunden-Mittelwert der Signalspannungen kleiner oder gleich den Werten sein, die in nachstehender Abbildung dargestellt sind.

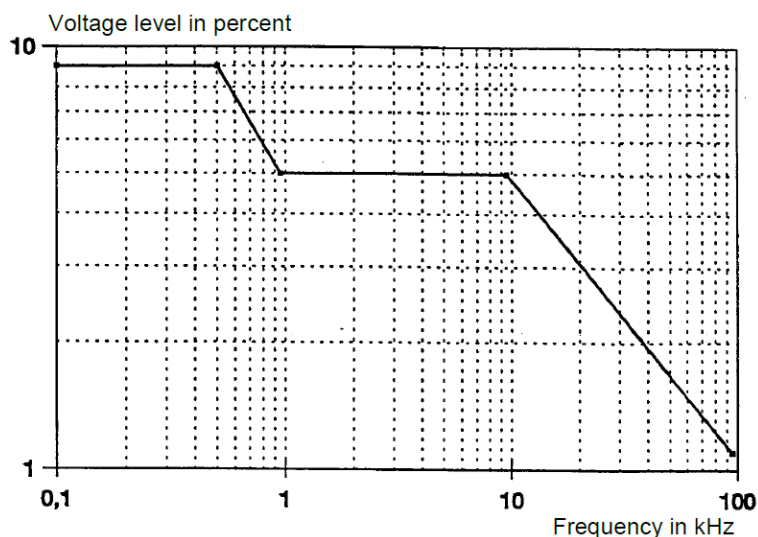


Abbildung 5.17: Spannungsgrenzwerte bei der Signalübertragung im Versorgungsnetz gemäß EN50160

5.2.7 Flickerstärke

Unter normalen Betriebsbedingungen muss die in einem Zeitraum von 1 Woche durch Spannungsschwankungen verursachte Langzeitflickerstärke für 95 % der Zeit $Plt \leq 1$ betragen

5.2.8 Spannungseinbrüche

Spannungseinbrüche werden typischerweise durch Fehler verursacht, die im öffentlichen Versorgungsnetz oder in den Netzanlagen der Benutzer auftreten. In Abhängigkeit vom Typ des Versorgungssystems und dem Beobachtungspunkt variiert die jährliche Häufigkeit erheblich. Darüber hinaus kann die Verteilung über das Jahr sehr unregelmäßig sein. Die Mehrzahl der Spannungseinbrüche haben eine Dauer von weniger als 1 s und eine verbleibende Spannung von mehr als 40 %. Üblicherweise beträgt der Schwellenwert für den Beginn eines Spannungseinbruchs 90 % der Nennspannung. Erfasste Spannungseinbrüche werden nach folgender Tabelle klassifiziert.

Tabelle 5.8: Klassifizierung von Spannungseinbrüchen

Restspannung	Dauer (ms)				
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$	$5000 < t \leq 60000$
$90 > U \geq 80$	Zelle A1	Zelle A2	Zelle A3	Zelle A4	Zelle A5
$80 > U \geq 70$	Zelle B1	Zelle B2	Zelle B3	Zelle B4	Zelle B5
$70 > U \geq 40$	Zelle C1	Zelle C2	Zelle C3	Zelle C4	Zelle C5
$40 > U \geq 5$	Zelle D1	Zelle D2	Zelle D3	Zelle D4	Zelle D5
$U \geq 5$	Zelle E1	Zelle E2	Zelle E3	Zelle E4	Zelle E5

5.2.9 Spannungsüberhöhungen

Spannungsüberhöhungen werden typischerweise durch Schalttätigkeiten und Lastabtrennungen verursacht.

Üblicherweise beträgt der Schwellenwert für den Beginn einer Spannungsüberhöhung 110 % der Nennspannung. Erfasste Spannungsüberhöhungen werden nach folgender Tabelle klassifiziert.

Tabelle 5.9: Klassifizierung von Spannungsüberhöhungen

Überhöhungsspannung	Dauer (ms)		
	$10 \leq t \leq 500$	$500 < t \leq 5000$	$5000 < t \leq 60000$
$U \geq 120$	Zelle A1	Zelle A2	Zelle A3
$120 > U \geq 110$	Zelle B1	Zelle B2	Zelle B3

5.2.10 Kurze Unterbrechungen der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen reicht das Auftreten von kurzen Unterbrechungen der Versorgungsspannung von einigen Zehn bis zu einigen Hundert. Unter normalen Betriebsbedingungen reicht das Auftreten von kurzen Unterbrechungen der Versorgungsspannung von einigen Zehn bis zu einigen Hundert.

5.2.11 Lange Unterbrechungen der Versorgungsspannung

Je nach Region kann unter normalen Betriebsbedingungen die jährliche Häufigkeit von unbeabsichtigten Spannungsunterbrechungen mit einer Dauer von mehr als drei Minuten weniger als 10 bis zu 50 betragen.

5.2.12 Rekorder Einstellungen des Power Master für die EN 50160-Analyse

Das Energy Master ist in der Lage, für alle im vorherigen Abschnitt beschriebenen Werte die EN 50160-Analyse durchzuführen. Zur Vereinfachung des Verfahrens verfügt das Energy Master hierfür über eine vordefinierte Konfiguration des Rekorders (EN 50160). Standardmäßig sind auch alle Stromparameter (RMS, THD usw.) in die Untersuchung eingeschlossen, wodurch zusätzliche Analyseinformationen geliefert werden können. Zusätzlich kann der Nutzer während der Analyse der Netzqualität auch gleichzeitig andere Parameter aufzeichnen wie Leistung, Energie und Harmonische des Stroms.

Um Spannungsereignisse während der Aufzeichnung zu sammeln, muss im Rekorder die Option „Schließt Ereignisse ein“ aktiviert sein. Für die Einstellungen zu den Spannungsereignissen sehen Sie im Abschnitt 3.19.2 nach.



Abbildung 5.18: Vordefinierte Konfiguration des Rekorders nach EN 50160

Nach Abschluss der Aufzeichnung wird die EN 50160-Analyse mit der Software PowerView v3.0 durchgeführt. Einzelheiten finden Sie im Benutzerhandbuch von PowerView v3.0. Einzelheiten finden Sie im Benutzerhandbuch von PowerView v3.0.

6 Technische Daten

6.1 Allgemeine Angaben

Betriebstemperaturbereich:	-20 °C ÷ +55 °C
Lagertemperaturbereich:	-40 °C ÷ +70 °C
Maximale Luftfeuchte:	95 % rF (0 °C 40 °C), nicht kondensierend
Verschmutzungsgrad:	2
Schutzklasse:	Verstärkte Isolierung
Messkategorie:	CAT IV / 600 V; CAT III / 1000 V; bis zu 3000 Meter über dem Meeresspiegel
Schutzart	IP 40
Abmessungen	23 cm x 14cm x 8 cm
Gewicht (mit Batteriezellen):	0.96 kg
Display	4,3 Zoll große, farbige TFT-Flüssigkristallanzeige (LCD) mit Hintergrundbeleuchtung, 480 x 272 Pixel.
Speicher:	8 GB MicroSD-Karte beiliegend, max. 32 GB unterstützt
Batteriezellen:	6 x 1,2 V wieder aufladbare NiMH-Akkus Typ HR 6 (AA)
	Gewährleisten den vollen Betrieb bis zu 6 Stunden*
Externe DC-Versorgung - Ladegerät:	100-240 V~, 50-60 Hz, 0,4 A~, CAT II 300 V 12 V DC, min 1,2 A
Maximaler Verbrauch:	12 V / 300 mA – ohne Batteriezellen 12 V / 1 A – während des Ladens der Akkus
Batterieladezeit:	3 Stunden*
Kommunikation:	USB 2.0 Standard USB Type B

* Ladezeit und Betriebsstunden sind für Batteriezellen mit einer Nennladung von 2000 mAh angegeben.

6.2 Messungen

6.2.1 Allgemeine Beschreibung

Max. Eingangsspannung (Phase – Neutralleiter):	1000 V _{RMS}
Max. Eingangsspannung (Phase – Phase):	1730 V _{RMS}
Eingangsimpedanz Phase - Neutralleiter:	6 MΩ
Eingangsimpedanz Phase - Phase:	6 MΩ
AD-Wandler	16 Bit 7 Kanäle, simultane Abtastung
Abtastfrequenz: Normalbetrieb	7 k Abtastungen / sec
Antialiasing Filter	Durchlassband (-3dB): 0 ÷ 3.4 kHz Sperrband (-80dB): > 3,8 kHz
Referenz Temperatur	23 °C ± 2 °C
Temperatureinfluss	25 ppm/°C

HINWEIS Das Gerät hat 3 interne Spannungsbereiche. Entsprechend der Parametereinstellung zur Nennspannung wird der Bereich automatisch ausgewählt. Für Einzelheiten - siehe die Tabellen unten.

Nennstrangspannung (L-N): U_{Nenn}	Spannungsbereich
50 V ÷ 136 V (L-N)	Bereich 1
137 V ÷ 374 V (L-N)	Bereich 2
375 V ÷ 1000 V (L-N)	Bereich 3

Nennleiterspannung (L-L): U_{Nenn}	Spannungsbereich
50 V ÷ 235 V (L-N)	Bereich 1
236 V ÷ 649 V (L-N)	Bereich 2
650V ÷ 1730 V (L-N)	Bereich 3

HINWEIS Stellen Sie sicher, dass während der Messung und Protokollierung alle Spannungsklemmen angeschlossen sind. Nicht angeschlossene Spannungsklemmen können elektromagnetische Störungen verursachen und falsche Ereignisse auslösen. Es wird empfohlen, sie mit dem neutralen Spannungseingang des Geräts kurz zu schließen.

6.2.2 Phasenspannungen

10/12-Zyklen-Phaseneffektivspannung: U_{1Rms} , U_{2Rms} , U_{3Rms} , U_{NRms} , AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Nennspannung U_{NENN}
10% U_{NENN} ÷ 150% U_{NENN}	10 mV, 100mV	$\pm 0.5 \% \cdot U_{\text{NENN}}$	50 ÷ 1000 V (L-N)

* - hängt von der gemessenen Spannung ab

Halbzyklus-Effektivspannung (Ereignisse, min, max): $U_{1Rms(1/2)}$, $U_{2Rms(1/2)}$, $U_{3Rms(1/2)}$, U_{1Min} , U_{2Min} , U_{3Min} , U_{1Max} , U_{2Max} , U_{3Max} , AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Nennspannung U_{NENN}
3% U_{NENN} ÷ 150% U_{NENN}	10 mV, 100mV	$\pm 1.0 \% \cdot U_{\text{NENN}}$	50 ÷ 1000 V (L-N)

* - hängt von der gemessenen Spannung ab

HINWEIS Die Messungen der Spannungsereignisse basieren auf der Halbzyklus-Effektivspannung.

Scheitelfaktor SF_{U1} , SF_{U2} , SF_{U3} , SF_{UN}

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1.00 ÷ 2.50	0,01	$\pm 5 \% \cdot SF_U$

* - hängt von der gemessenen Spannung ab

Spitzenspannung: U_{1Pk} , U_{2Pk} , U_{3Pk} , AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Bereich 1 20.00 ÷ 255.0 Vpk	10 mV, 100 mV	$\pm 1.5 \% \cdot U_{Pk}$
Bereich 2 50.0 V ÷ 510.0 Vpk	10 mV, 100 mV	$\pm 1.5 \% \cdot U_{Pk}$

Bereich 3	200.0 V ÷ 2250.0 Vpk	100 mV, 1V	$\pm 1.5 \% \cdot U_{pk}$
-----------	----------------------	------------	---------------------------

* - hängt von der gemessenen Spannung ab

6.2.3 Leiterspannungen

Effektive 10/12-Zyklusleiterspannung: U_{12Rms} , U_{23Rms} , U_{31Rms} , AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Nennspannungsbereich h
10% U_{NENN} ÷ 150% U_{NENN}	10 mV, 100mV	$\pm 0.5 \% \cdot U_{NENN}$	50 ÷ 1730 V (L-N)

Halbzyklus-Effektivspannung (Ereignisse, min, max): $U_{12Rms(1/2)}$, $U_{23Rms(1/2)}$, $U_{31Rms(1/2)}$, U_{12Min} , U_{23Min} , U_{31Min} , U_{12Max} , U_{23Max} , U_{31Max} , AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Nennspannungsbereich h
10% U_{NENN} ÷ 150% U_{NENN}	10 mV, 100mV	$\pm 1.0 \% \cdot U_{NENN}$	50 ÷ 1730 V (L-N)

Scheitelfaktor CF_{U21} , CF_{U23} , CF_{U31}

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1.00 ÷ 2.50	0,01	$\pm 5 \% \cdot SF_U$

Spitzenspannung: U_{12Pk} , U_{23Pk} , U_{31Pk} , AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Bereich 1	20.00 ÷ 422 Vpk	10 mV, 100 mV
Bereich 2	47.0 V ÷ 884.0 Vpk	10 mV, 100 mV
Bereich 3	346.0 V ÷ 3700 Vpk	100 mV, 1 V

6.2.4 Strom

Eingangsimpedanz: 100 kΩ

10/12 cycle RMS current I_{1Rms} , I_{2Rms} , I_{3Rms} , I_{NRms} , AC+DC.

Stromzangen	Bereich	Messbereich	Gesamtgenauigkeit des Stroms
A 1281	1000 A 100 A 5 A 0,5 A	100 A ÷ 1200 A 10 A ÷ 175 A 0,5 A ÷ 10 A 50 mA ÷ 1 A	$\pm 1.0 \% \cdot I_{RMS}$
A 1227	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	$\pm 2.0 \% \cdot I_{RMS}$
A 1446	6000 A 600 A 60 A	600 A ÷ 12 000 A 60 A ÷ 1200 A 6 A ÷ 120 A	$\pm 2.0 \% \cdot I_{RMS}$
A 1033	1000 A 100 A	20 A ÷ 1000 A 2 A ÷ 100 A	$\pm 1.5 \% \cdot I_{RMS}$

A 1122	5 A	100 mA ÷ 5 A	$\pm 1.5 \% \cdot I_{RMS}$
--------	-----	--------------	----------------------------

Hinweis: Gesamtgenauigkeit (in Prozent vom Messwert) dient als Richtlinie. Den genauen Messbereich und Genauigkeit überprüfen Sie bitte in den Bedienungsanleitungen der betreffenden Stromzangen. Gesamtgenauigkeit wird berechnet als:

$$OverallAccuracy = 1,15 \cdot \sqrt{InstrumentAccuracy^2 + ClampAccuracy^2}$$

Halbzyklus-Effektiv Strom (Einschalt, min, max) $I_{1Rms(1/2)}$, $I_{2Rms(1/2)}$, $I_{3Rms(1/2)}$, $I_{NRms(1/2)}$, AC+DC

Stromzangen	Bereich	Messbereich	Gesamtgenauigkeit des Stroms
A 1281	1000 A 100 A 5 A 0,5 A	100 A ÷ 1200 A 10 A ÷ 175 A 0,5 A ÷ 10 A 50 mA ÷ 1 A	$\pm 2.0 \% \cdot I_{RMS}$
A 1227	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	$\pm 3.0 \% \cdot I_{RMS}$
A 1446	6000 A 600 A 60 A	600 A ÷ 12 000 A 60 A ÷ 1200 A 6 A ÷ 120 A	$\pm 3.0 \% \cdot I_{RMS}$
A 1033	1000 A 100 A	20 A ÷ 1000 A 2 A ÷ 100 A	$\pm 2.5 \% \cdot I_{RMS}$
A 1122	5 A	100 mA ÷ 10 A	$\pm 2.5 \% \cdot I_{RMS}$

Hinweis: Gesamtgenauigkeit (in Prozent vom Messwert) dient als Richtlinie. Den genauen Messbereich und Genauigkeit überprüfen Sie bitte in den Bedienungsanleitungen der betreffenden Stromzangen. Gesamtgenauigkeit wird berechnet als:

$$OverallAccuracy = 1,15 \cdot \sqrt{InstrumentAccuracy^2 + ClampAccuracy^2}$$

Peak value I_{1Pk} , I_{2Pk} , I_{3Pk} , I_{NPk} , AC+DC

Messzubehör		Spitzenwert	Gesamtgenauigkeit des Stroms
A 1281	1000 A 100 A 5 A 0,5 A	100 A ÷ 1700 A 10 A ÷ 250 A 0,5 A ÷ 14 A 50 mA ÷ 1,4 A	$\pm 3.0 \% \cdot I_{Pk}$
A 1227	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 8500 A 30 A ÷ 850 A 3 A ÷ 85 A	$\pm 4.0 \% \cdot I_{Pk}$
A 1446	6000 A 600 A 60 A	600 A ÷ 17 000 A 60 A ÷ 1700 A 6 A ÷ 170 A	$\pm 4.0 \% \cdot I_{Pk}$
A 1033	1000 A 100 A	20 A ÷ 1400 A 2 A ÷ 140 A	$\pm 3.5 \% \cdot I_{Pk}$
A 1122	5 A	100 mA ÷ 14 A	$\pm 3.5 \% \cdot I_{Pk}$

Hinweis: Gesamtgenauigkeit (in Prozent vom Messwert) dient als Richtlinie. Den genauen Messbereich und Genauigkeit überprüfen Sie bitte in den

Bedienungsanleitungen der betreffenden Stromzangen Gesamtgenauigkeit wird berechnet als:

$$\text{OverallAccuracy} = 1,15 \cdot \sqrt{\text{InstrumentAccuracy}^2 + \text{ClampAccuracy}^2}$$

Scheitelfaktor SF_Ip p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1.00 ÷ 10.00	0,01	± 5 % · SF _I

Genauigkeit der am Stromeingang gemessenen 10/12-Zyklus-Effektivspannung

Messbereich (geräteeigene Genauigkeit)	Genauigkeit	Scheitelfaktor
Bereich 1 10.0 mV _{RMS} ÷ 200.0 mV _{RMS}	±0.25 % · U _{RMS}	1,5
Bereich 2 50.0 mV _{RMS} ÷ 2.000 V _{RMS}		

U_{RMS} – am Stromeingang gemessene Effektivspannung

Genauigkeit der am Stromeingang gemessenen Halbzyklus-Effektivspannung

Messbereich (geräteeigene Genauigkeit)	Genauigkeit	Scheitelfaktor
Bereich 1 10.0 mV _{RMS} ÷ 200.0 mV _{RMS}	± 1.0 % · U _{RMS}	1,5
Bereich 2 50.0 mV _{RMS} ÷ 2.0000 V _{RMS}	± 1.0 % · U _{RMS}	

6.2.5 Frequenz

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
50 Hz Systemfrequenz: 42,500 Hz ÷ 57,500 Hz 60 Hz Systemfrequenz: 51,000 Hz ÷ 69,000 Hz	1 mHz	± 10 mHz

6.2.6 Flicker

Flickertyp	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit*
P _{inst}	0.400 ÷ 4.000	0,001	± 5 % · P _{inst}
P _{st}	0.400 ÷ 4.000		± 5 % · P _{st}
P _{lt}	0.400 ÷ 4.000		± 5 % · P _{st}

6.2.7 Zusammengesetzte Leistung

Zusammengesetzte Leistung	Messbereich		Genauigkeit
Wirkleistung* (W) P ₁ , P ₂ , P ₃ , P _{ges}	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	±0.5 % · P
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	±2.0 % · P
		Mit Eisen-Stromzange A 1281 / 1000 A	±1.0 % · P

Blindleistung** (var) N_1, N_2, N_3, N_{ges}	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	$\pm 0.8 \% \cdot P$
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	$\pm 2.0 \% \cdot P$
		Mit Eisen- Stromzange A 1281 / 1000 A	$\pm 1.0 \% \cdot P$
Scheinleistung*** [VA] S_1, S_2, S_3, S_{ges}	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	$\pm 0.8 \% \cdot P$
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	$\pm 2.0 \% \cdot P$
		Mit Eisen- Stromzange A 1281 / 1000 A	$\pm 1.0 \% \cdot P$

*Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\cos \varphi \geq 0.80$, $I \geq 10 \% I_{Nenn}$ und $U \geq 80 \% U_{Nenn}$

**Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\sin \varphi \geq 0.50$, $I \geq 10 \% I_{Nenn}$ und $U \geq 80 \% U_{Nenn}$

***Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\cos \varphi \geq 0.50$, $I \geq 10 \% I_{Nenn}$ und $U \geq 80 \% U_{Nenn}$

6.2.8 Grundfrequente Leistung

Grundfrequente Leistung	Messbereich		Genauigkeit
Grundfrequente Wirkleistung* (W) $P_{fund1}, P_{fund2},$ P_{fund3}, P_{ges}^+	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	$\pm 0.5 \% \cdot$ Pfund
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	$\pm 2.0 \% \cdot$ Pfund
		Mit Eisen- Stromzange A 1281 / 1000 A	$\pm 1.0 \% \cdot$ Pfund
Grundfrequente Blindleistung** (var) $Q_{fund1}, Q_{fund2},$ Q_{fund3}, Q_{ges}^+	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	$\pm 0.5 \% \cdot$ Qfund
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	$\pm 2.0 \% \cdot$ Qfund
		Mit Eisen- Stromzange A 1281 / 1000 A	$\pm 1.0 \% \cdot$ Qfund

Grundfrequente Scheinleistung*** (VA) S _{fund1} , S _{fund2} , S _{fund3} , S ⁺ _{ges}	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	±0.5 % · Qfund
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A	±2.0 % · Qfund
		Mit Eisen- Stromzange A 1281 / 1000 A	±1.0 % · Qfund

*Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\cos \varphi \geq 0.80$, $I \geq 10 \% I_{Nenn}$ und $U \geq 80 \% U_{Nenn}$

**Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\sin \varphi \geq 0.50$, $I \geq 10 \% I_{Nenn}$ und $U \geq 80 \% U_{Nenn}$

***Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\cos \varphi \geq 0.50$, $I \geq 10 \% I_{Nenn}$ und $U \geq 80 \% U_{Nenn}$

6.2.9 Nicht-Grundfrequente Leistung

Nicht-Grundfrequente Leistung	Messbereich	Voraussetzungen	Genauigkeit
Wirkleistung der Harmonischen* (W) Ph ₁ , Ph ₂ , Ph ₃ , Ph _{ges}	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) Ph > 1% · P	±1.0% · Ph
Stromverzerrungsleistu- ng* (var) D _{I1} , D _{I2} , D _{I3} , De _I	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) D _I > 1% · S	±2.0 % · D _I
Spannungsverzerrung leistung* (var) D _{V1} , D _{V2} , D _{V3} , De _V	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) D _V > 1% · S	±2.0 % · D _V
Verzerrungsleistung der Harmonischen* (var) D _{H1} , D _{H2} , D _{H3} , De _H	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) D _H > 1% · S	±2.0 % · D _H
Scheinleistung der Nicht grundfrequenten Harmonischen* (VA) S _{N1} , S _{N2} , S _{N3} , S _{en}	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) S _N > 1% · S	±1.0 % · S _N

Scheinleistung der Harmonischen* (VA) $S_{H1}, S_{H2}, S_{H3}, S_{eH}$	0.000 k ÷ 999.9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) $S_H > 1\% \cdot S$	$\pm 2.0\% \cdot S_H$
---	-----------------------------------	---	-----------------------

*Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $I \geq 10\% I_{Nenn}$ und $U \geq 80\% U_{Nenn}$

6.2.10 Leistungsfaktor (LF)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-1.00 ÷ 1.00	0,01	± 0.02

6.2.11 Verschiebungsfaktor (VF) oder Cos φ

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-1.00 ÷ 1.00	0,01	± 0.02

6.2.12 Energie

		Messbereich (kWh, kvarh, kVAh)	Auflösung	Genauigkeit
Wirkenergie E_p^*	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	000,000,000.001 ÷ 999,999,999.999	12 digits	$\pm 0.5\% \cdot E_p$
	Mit A 1227 Flexible Stromzange	000,000,000.001 ÷ 999,999,999.999		$\pm 2.0\% \cdot E_p$
	Mit A 1281 Mehrbereichs-Stromzange 1000 A	000,000,000.001 ÷ 999,999,999.999		$\pm 1.0\% \cdot E_p$
	Mit A 1033 1000 A	000,000,000.001 ÷ 999,999,999.999		$\pm 2.0\% \cdot E_p$
Blindenergie E_q^{**}	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	000,000,000.001 ÷ 999,999,999.999	12 digits	$\pm 0.5\% \cdot E_q$
	Mit A 1227 Flexible Stromzange	000,000,000.001 ÷ 999,999,999.999		$\pm 2.0\% \cdot E_q$
	Mit A 1281 Mehrbereichs-Stromzange 1000 A	000,000,000.001 ÷ 999,999,999.999		$\pm 1.0\% \cdot E_q$
	Mit A 1033 1000 A	000,000,000.001 ÷ 999,999,999.999		$\pm 2.0\% \cdot E_q$

*Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\cos \varphi \geq 0.80$, $I \geq 10\% I_{Nenn}$ und $U \geq 80\% U_{Nenn}$

**Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\sin \varphi \geq 0.50$, $I \geq 10\% I_{Nenn}$ und $U \geq 80\% U_{Nenn}$

6.2.13 Harmonische und THD der Spannung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$U_{hN} < 3 \% U_{Nenn}$	10 mV	$\pm 0.15 \% \cdot U_{NENN}$
$3 \% U_{Nenn} < U_{hN} < 20 \% U_{Nenn}$	10 mV	$\pm 5 \% \cdot U_{hN}$

U_{Nenn} : Nennspannung (RMS)

U_{hN} : gemessene Spannung der Harmonischen

N: harmonische Komponente 0. ÷ 50.

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$0 \% U_{Nenn} < THD_U < 20 \% U_{Nenn}$	0,1 %	< 0,4

U_{Nenn} : Nennspannung (RMS)

6.2.14 Strom Harmonische, THD und k-Faktor

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$I_{hN} < 10 \% I_{Nenn}$	10 mV	$\pm 0.15 \% \cdot I_{Nom}$
$10 \% I_{Nenn} < I_{hN} < 100 \%$	10 mV	$\pm 5 \% \cdot I_{hN}$

I_{Nenn} : Nennstrom (RMS) der Stromzange

I_{hN} : gemessener Strom der Harmonischen

N: harmonische Komponente 0. ÷ 50.

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$0 \% I_{Nenn} < THD_I < 100 \% I_{Nenn}$	0,1 %	$\pm 0,6$
$100 \% I_{Nenn} < THD_I < 200 \% I_{Nenn}$	0,1 %	$\pm 0,3$

I_{Nenn} : Nennstrom (RMS)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$0 < k < 200$	0,1	± 0.6

6.2.15 Zwischenharmonische der Spannung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$U_{ihN} < 3 \% U_{Nenn}$	10 mV	$\pm 0.15 \% \cdot U_{NENN}$
$3 \% U_{Nenn} < U_{ihN} < 20 \% U_{Nenn}$	10 mV	$\pm 5 \% \cdot U_{ihN}$

U_{Nenn} : Nennspannung (RMS)

U_{ihN} : gemessene Spannung der Zwischenharmonischen

N: zwischenharmonische Komponente 0. ÷ 50.

6.2.16 Zwischenharmonische des Stroms

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$I_{ihN} < 10 \% I_{Nenn}$	10 mV	$\pm 0.15 \% \cdot I_{Nom}$
$10 \% I_{Nenn} < I_{ihN} < 100 \%$	10 mV	$\pm 5 \% \cdot I_{ihN}$

I_{Nenn} : Nennstrom (RMS)

I_{ihN} : gemessener Strom der Zwischenharmonischen

N: zwischenharmonische Komponente 0. ÷ 50.

6.2.17 Netzsignale

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$1 \% U_{\text{Nenn}} < U_{\text{Sig}} < 3 \% U_{\text{Nenn}}$	10 mV	$\pm 0.15 \% \cdot U_{\text{Nenn}}$
$3 \% U_{\text{Nenn}} < U_{\text{Sig}} < 20 \% U_{\text{Nenn}}$	10 mV	$\pm 5 \% \cdot U_{\text{Sig}}$

I_{Nenn} : Nennstrom (RMS)

U_{Sig} : Gemessene Signalspannung

6.2.18 Unsymmetrie

	Bereich Unsymmetrie	Auflösung	Genauigkeit
u^-	0,5 % ÷ 5,0 %	0,1 %	$\pm 0,3 \%$
u^0			$\pm 0,3 \%$
i^-	0,0 % ÷ 20 %	0,1 %	$\pm 1 \%$
i^0			$\pm 1 \%$

6.2.19 Überabweichung und Unterabweichung

	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$U_{\text{Über}}$	$50 \% U_{\text{Nenn}}$	0,001 %	$\pm 0,15 \%$
U_{Unter}	$90 \% U_{\text{Nenn}}$	0,001 %	$\pm 0,15 \%$

6.2.20 Unsicherheit bei Uhrzeit und Dauer

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 4.6)

Echtzeituhr (RTC) Temperaturungenauigkeit

Betriebsbereich	Genauigkeit	
-20 °C ÷ 70 °C	$\pm 3,5 \text{ ppm}$	0.3 s/day
0 °C ÷ 40 °C	$\pm 2,0 \text{ ppm}$	0.17 s/day

Ereignisdauer, Zeitstempel der Aufzeichnung und Unsicherheit

	Messbereich	Auflösung	Fehler
Ereignisdauer	10 ms ÷ 7 days	1 ms	$\pm 1 \text{ Zyklus}$
Aufnahme und Ereignis-Zeitstempel	N/A	1 ms	$\pm 1 \text{ Zyklus}$

6.3 Rekorder

6.3.1 Allgemeiner Rekorder

Abtastung	Gemäß den Anforderungen nach IEC 61000-4-30 Klasse S. Das Basis-Messzeitintervall für die Spannung, Harmonische, Zwischenharmonische und Unsymmetrie ist ein 10 Zyklus Zeitintervall für eine 50 Hz Stromversorgungssystem und ein 12-Zyklus Zeitintervall für ein 60 Hz Stromversorgungssystem. Das Gerät führt etwa 3 Messungen pro Sekunde durch, bei kontinuierlicher Abtastung. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet. Die eingehenden Messwerte der Harmonischen werden erneut abgetastet, um diese Abtastfrequenz zu gewährleisten, wird die Abtastfrequenz fortlaufend mit der Netzfrequenz synchronisiert.
Aufgezeichnete Größen	Spannung, Strom, Frequenz, Scheitelfaktor, Leistung, Energie, 50 Harmonische, 50 Zwischenharmonische, Flicker, Netzsignale, Unsymmetrie, Unterabweichung und Überabweichung. Weitere Informationen, welche Mindest-, Maximal-, Durchschnitts- und aktiven Durchschnittswerte für jeden Parameter gespeichert werden, entnehmen Sie dem Abschnitt 4.4.
Aufzeichnungsintervall	1 s, 3 s (150 / 180 Zyklen), 5 s, 10 s, 1 min, 2 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 60 min, 120 min.
Ereignisse	In der Aufzeichnung können alle Ereignisse uneingeschränkt gespeichert werden.
Alarmer	In der Aufzeichnung können alle Alarmer uneingeschränkt gespeichert werden.
Auslöser	Vordefinierte Startzeit oder manueller Start.

Hinweis: Wenn während der Aufnahme-Session die Geräte Batterien leer sind, zum Beispiel wegen einer langen Unterbrechung, wird Gerät automatisch abgeschaltet, nach dem wieder Spannung anliegt, wird die Aufnahme automatisch gestartet.

Tabelle 6.1: Maximale Dauer der allgemeinen Aufzeichnung

Aufzeichnungsintervall	Max. Aufzeichnungsdauer*
1 s	12 Stunden
3 s (150 / 180 Zyklen)	2 Tage
5 s	3 Tage
10 s	7 Tage
1 min	30 Tage
2 min	60 Tage
5 min	> 150 Tage
10 min	> 300 Tage
15 min	> 1 Jahre
30 min	> 2 Jahre
60 min	> 5 Jahre
120 min	> 10 Jahre

*Mindestens 2 GB freier Speicherplatz sollte auf Micro SD-Karte verfügbar ist.

6.3.2 Momentaufnahme von der Wellenform

Abtastung	7 k Abtastungen / sec, fortlaufende Abtastung pro Kanal. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet.
Aufzeichnungsz eit	Zeitraum von 10/12 Zyklen.
Aufgezeichnete Größen	Abtastungen der Wellenform von: $U_1, U_2, U_3, U_{23}, U_{31}, U_3, I_1, I_2, I_3, I_N$ aller Messungen
Auslöser	Manuell

6.4 Einhaltung der Normen

6.4.1 Übereinstimmung mit der IEC 61557-12

Allgemeine und wesentliche Merkmale

Funktion zur Beurteilung der Netzqualität	-S
Klassifizierung gemäß 4.3	SD Indirekte Strom- und direkte Spannungsmessung
	SS Indirekte Strom- und indirekte Spannungsmessung
Temperatur	K50
Feuchtigkeit + Höhe	Standard

Messeigenschaften

Funktionssymbole	Klasse gemäß IEC 61557-12	Messbereich
P	2	$2 \% \div 200\% I_{Nom}^{(1)}$
Q	2	$2 \% \div 200\% I_{Nom}^{(1)}$
S	2	$2 \% \div 200\% I_{Nom}^{(1)}$
Ep	2	$2 \% \div 200\% I_{Nom}^{(1)}$
Eq	3	$2 \% \div 200\% I_{Nom}^{(1)}$
eS	2	$2 \% \div 200\% I_{Nom}^{(1)}$
LF	0,5	- 1 ÷ 1
I, I_{Nenn}	0,5	$2 \% U_{NENN} \div 200 \% U_{NENN}$
I_{h_n}	1	$0 \% \div 100 \% I_{Nenn}$
THD _i	2	$0 \% \div 100 \% I_{Nenn}$

(1) – Nennstrom hängt vom Stromfühler ab.

6.4.2 Übereinstimmung mit der IEC 61000-4-30

IEC 61000-4-30 Abschnitt und Parameter	Energy Master Messung	Klasse
4.4 Aggregation von Messungen in Zeitintervallen* <ul style="list-style-type: none"> • aggregiert über 150/180-Zyklen • aggregiert über 10 min • aggregiert über 2 h 	Zeitstempel Dauer	A
4.6 Unsicherheit der Echtzeituhr		S
4.7 Kennzeichnen		A
5.1 FREQUENZ	Freq	A
5.2 Größenordnung der Versorgungsspannung	U	S
5.3 Flicker	P_{st} , P_{lt}	A
5.4 Spannungseinbrüche und -überhöhungen	$U_{Einbr.}$, $U_{Überh.}$, Dauer	S
5.5 Spannungsunterbrechungen	Dauer	S
5.7 Unsymmetrie	u^{-} , u^0	S
5.8 Spannungsharmonische	U_{h0+50}	S
5.9 Spannungszwischenharmonische	U_{ih0+50}	S
5.10 Netzsignalspannung	U_{Sig}	S
5.12 Unterabweichung und Überabweichung	U_{Unter} , $U_{Über}$	A

* Gerät aggregiert die Messergebnisse entsprechend dem gewählten Intervall: Parameter in ALLGEMEINER-REKORDER. Die aggregierten Messergebnisse sind im TREND-Bildschirme angezeigt, nur wenn ALLGEMEINE RECORDER ist aktiv.

7 Wartung

7.1 Einsetzen der Batteriezellen in das Gerät

1. Bevor Sie die Abdeckung des Batteriefachs öffnen (siehe *Abbildung 2.4*) stellen Sie sicher, dass der Netzteiladapter/das Ladegerät und die Messleitungen abgetrennt sind und das Gerät ausgeschaltet ist.
2. Legen Sie die Batteriezellen so ein, wie es in der Abbildung unten dargestellt ist (legen Sie die Batteriezellen richtig ein, sonst funktioniert das Gerät nicht und die Batteriezellen könnten entladen oder beschädigt werden).



Abbildung 7.1: Batteriefach

- | | |
|---|---------------------|
| 1 | Batteriezellen |
| 2 | Seriennummernschild |

3. Drehen Sie das Gerät mit der Vorderseite nach unten (siehe Abbildung unten) und legen Sie die Abdeckung auf die Batteriezellen.



Abbildung 7.2: Schließen der Batteriefachabdeckung

4. Schrauben Sie die Abdeckung am Gerät fest.



Warnhinweise!

- Im Inneren des Geräts herrschen gefährliche Spannungen vor. Trennen Sie alle Prüfleitungen ab, entfernen Sie das Stromversorgungskabel und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie die Abdeckung des Batteriefachs entfernen.
- Verwenden Sie nur den Netzteiladapter/das Ladegerät, der/das vom Hersteller oder Händler für die Ausrüstung geliefert wurde, um einen möglichen Brand oder elektrischen Schlag zu vermeiden
- Verwenden Sie keine normalen Batterien, während der Netzteiladapter/das Ladegerät angeschlossen ist, anderenfalls könnten diese explodieren!
- Verwenden Sie nicht gleichzeitig Batteriezellen verschiedenen Typs, verschiedener Marken, unterschiedlichen Alters oder Ladezustands
- Wenn die Akkus das erste Mal geladen werden, stellen Sie sicher, dass die Ladezeit mindestens 24 Stunden beträgt, bevor das Gerät eingeschaltet wird.

Hinweise:

- Es werden wieder aufladbare NiMH-Akkus vom Typ HR 6 (Größe AA) empfohlen. Ladezeit und Betriebsstunden werden für Batteriezellen mit einer Nennladung von 2000 mAh angegeben.
- Wenn das Gerät für längere Zeit nicht benutzt wird, entnehmen Sie alle Batterien/Akkus aus dem Batteriefach. Die beiliegenden Batteriezellen können das Gerät für ca. 4,5 Stunden versorgen.

7.2 Batterien

Das Gerät enthält wieder aufladbare NiMH-Akkus. Diese Batteriezellen dürfen nur durch denselben Typ ersetzt werden, so wie es auf dem Schild des Batteriefachs oder in diesem Handbuch angegeben ist.

Wenn der Austausch der Batteriezellen notwendig ist, ersetzen Sie alle sechs. Stellen Sie sicher, dass die Batteriezellen mit korrekter Polarität eingelegt sind. Eine falsche Polarität kann die Batteriezellen und/oder das Gerät beschädigen.

Vorsicht beim Laden von Akkus, die neu sind oder länger nicht benutzt wurden

Beim Aufladen von Akkus, die neu sind oder länger nicht benutzt wurden (mehr als 3 Monate) nicht benutzt wurden, können unvorhersehbare chemische Prozesse auftreten. NiMH- und NiCd-Akkus sind hiervon unterschiedlich betroffen (dieser Effekt wird gelegentlich als Memory-Effekt bezeichnet). Infolgedessen kann die Betriebszeit des Geräts bei den ersten Lade-/Entladezyklen wesentlich verkürzt werden.

Deshalb wird folgendes empfohlen:

- Vollständiges Aufladen der Akkus
- Vollständige Entladung der Akkus (kann bei normaler Arbeit mit dem Gerät erfolgen).
- Mindestens zweimalige Wiederholung des Lade-/Entladezyklus (vier Zyklen werden empfohlen).

Bei Verwendung externer, intelligenter Batterieladegeräte wird automatisch ein vollständiger Entlade-/Ladezyklus durchgeführt.

Nach Durchführung dieses Verfahrens ist die normale Batteriekapazität wieder hergestellt. Die Betriebszeit des Geräts entspricht nun den Angaben in den technischen Daten.

Anmerkungen

In das Gerät ist ein Ladegerät für Akkupacks eingebaut. Das bedeutet, dass die Akkus während des Ladens in Serie geschaltet sind. Daher müssen alle Akkus einen gleichartigen Zustand aufweisen (ähnlicher Ladezustand, gleicher Typ und gleiches Alter).

Bereits ein einziger Akku in schlechtem Zustand (oder nur von einem anderen Typ) kann eine nicht ordnungsgemäße Ladung des gesamten Akkupacks verursachen (Erwärmung des Akkupacks, erheblich verkürzte Betriebszeit).

Wenn nach Durchführung mehrerer Lade-/Entladezyklen keine Verbesserung erreicht wird, sollte der Zustand der einzelnen Akkus ermittelt werden (durch Vergleich der Akkuspannungen, deren Überprüfung in einem Zellenladegerät usw.). Es ist sehr wahrscheinlich, dass nur einige der Akkus beschädigt sind.

Die oben beschriebenen Effekte dürfen nicht mit der normalen Abnahme der Akku-Nennladung über die Zeit verwechselt werden. Alle Akkus verlieren etwas an Nennladung, wenn sie wiederholt geladen/entladen werden. Die tatsächliche Abnahme der Nennladung in Abhängigkeit von der Anzahl der Ladezyklen hängt vom Akku-Typ ab und ist in den technischen Daten des Batterieherstellers für diese Akkus angegeben.

7.3 Firmware Upgrade

Metrel als Hersteller wird ständig neue Funktionen hinzufügen und bestehende Funktionen verbessern. Um Ihr Gerät auf dem neuesten Stand zu halten, empfehlen wir überprüfen Sie in regelmäßigen Abständen Software- und Firmware-Updates. In diesem Abschnitt ist der Firmware Upgrade-Prozess beschrieben.

7.3.1 Anforderungen

Firmware-Upgrade-Prozess hat folgende Anforderungen:

- PC-Computer mit installierter neueste Version der PowerView Software. Wenn Ihr PowerView nicht mehr aktuell ist, aktualisieren Sie es, indem Sie

auf "Check for Power View-Updates" im Hilfe-Menü klicken, und folgen Sie den Anweisungen

- **USB Kabel**

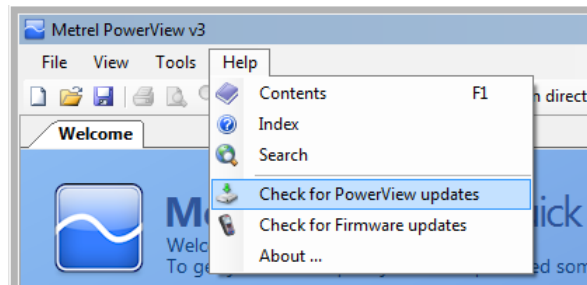


Abbildung 7.3: PowerView Update Funktion

7.3.2 Upgrade Prozedur

1. Verbinden Sie den PC und Gerät mit dem USB-Kabel
2. Stellen Sie USB-Kommunikation zwischen PC und Gerät her. Im PowerView, gehen Sie im Menü auf Tools→Extras und stellen USB-Verbindung ein, wie unten in der Abbildung dargestellt

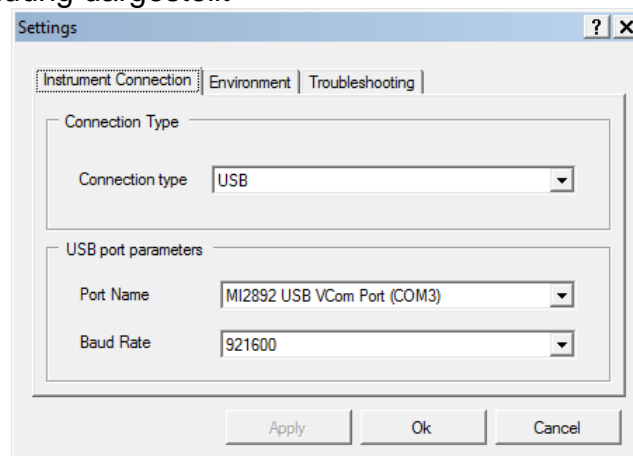


Abbildung 7.4: Auswahl USB-Kommunikation

3. Klicken Sie auf Hilfe → zum Prüfen der Firmware

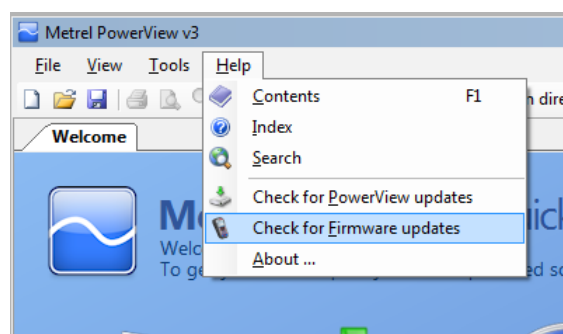


Abbildung 7.5: Menü Firmware prüfen

4. Das Fenster zur Versionsprüfung wird auf dem Bildschirm angezeigt. Klicken Sie auf den Start Button.



Abbildung 7.6: Menü Firmware prüfen

5. Wenn Ihr Gerät eine ältere FW hat, wird PowerView Sie informieren, dass eine neue Version der FW zur Verfügung steht. Klicken Sie auf Ja, um fortzufahren.

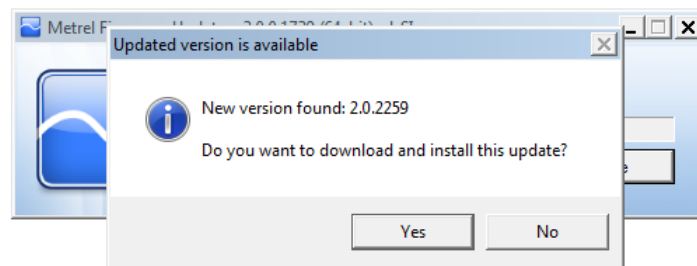


Abbildung 7.7: Neue Firmware steht zum Download bereit

6. Nach dem das Update heruntergeladen wurde, wird die FlashMe Anwendung gestartet. Diese Anwendung wird den Upgrade der FW auf dem Gerät durchführen. Klicken Sie auf RUN um fortzufahren.

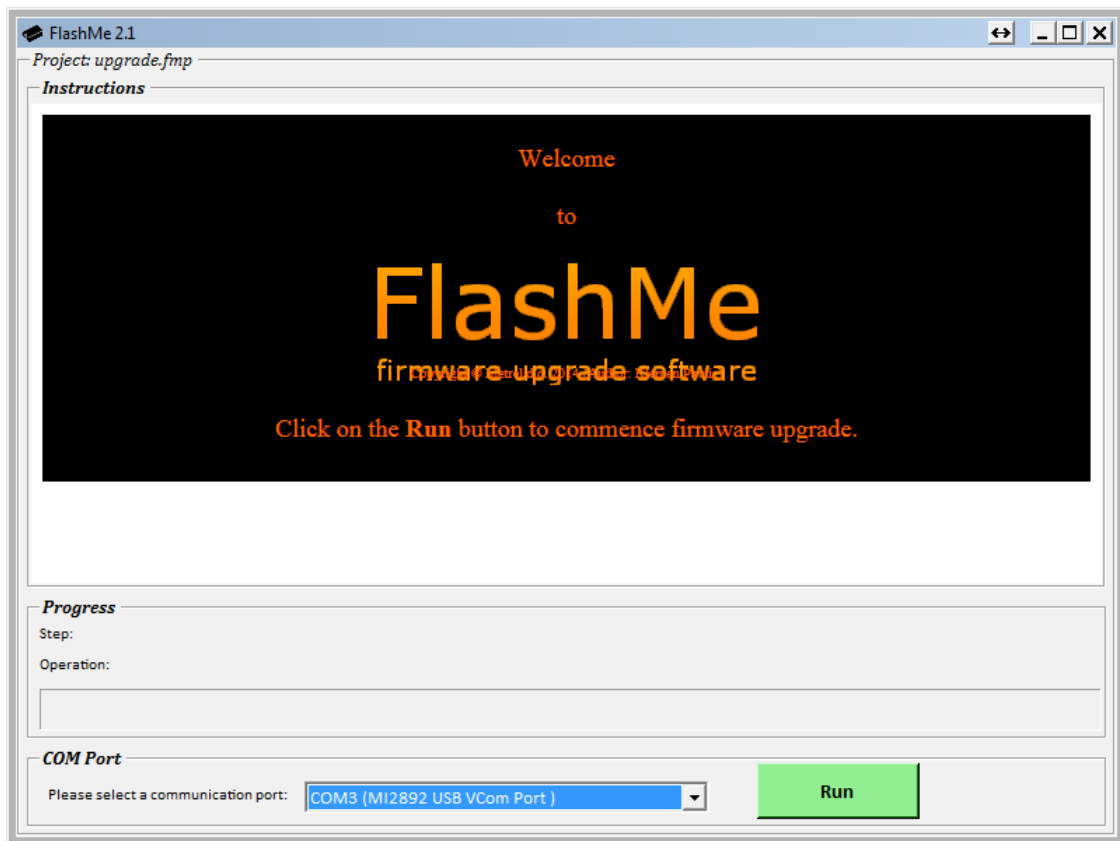


Abbildung 7.8: FlashMe Software für den Firmware Upgrade

7. FlashMe erkennt automatisch das Powermaster-Gerät, das im COM-Port-Auswahlmenü angezeigt wird. Manchmal muss der Benutzer im FlashMe dem COM-Port manuell eintragen, mit dem das Gerät verbunden ist. Klicken Sie dann auf Weiter, um fortzufahren.

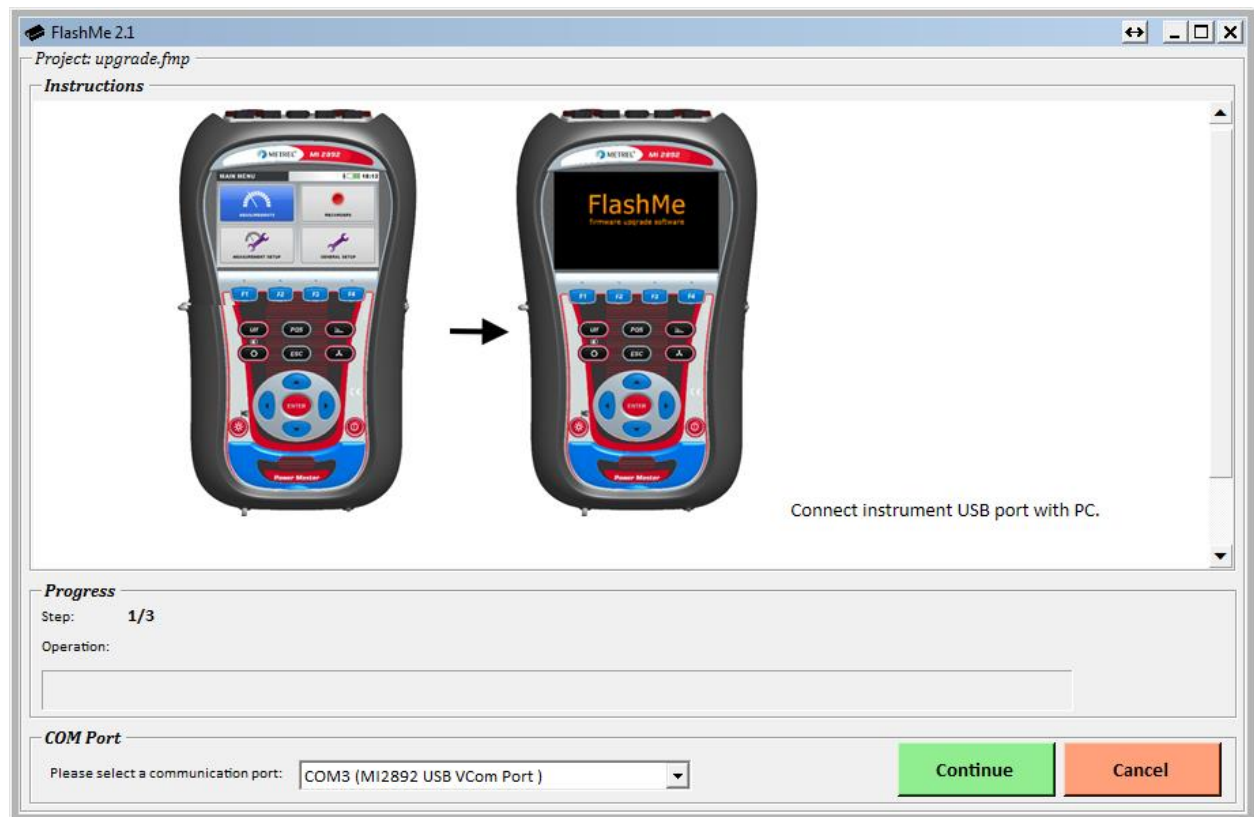


Abbildung 7.9: FlashMe Konfigurationsbildschirm

8. Der Upgrade-Prozess auf dem Gerät beginnt. Bitte warten Sie, bis alle Schritte abgeschlossen sind. Beachten Sie, dass dieser Schritt nicht unterbrochen werden darf; da sonst das Gerät nicht mehr richtig funktioniert. Wenn Upgrade-Prozess schief geht, wenden Sie sich bitte an Ihren Händler oder Metrel direkt. Wir helfen Ihnen, das Problem zu beheben und Gerät wieder herzustellen.



Abbildung 7.10: FlashMe Programmierbildschirm

7.4 Erläuterungen zur Stromversorgung



Warnhinweise

- Verwenden Sie nur das vom Hersteller gelieferte Ladegerät.
- Trennen Sie den Netzteiladapter ab, wenn Sie normale (nicht wieder aufladbare) Batteriezellen verwenden.

Wenn Sie den Original-Netzteiladapter/das Original-Ladegerät verwenden, ist das Gerät nach dem Einschalten sofort vollständig einsatzbereit. Die Batteriezellen werden gleichzeitig geladen und die Ladezeit beträgt 3,5 Stunden.

Die Akkus werden immer dann aufgeladen, wenn der Netzteiladapter/das Ladegerät an das Gerät angeschlossen ist. Eingebaute Schutzschaltkreise steuern den Ladeprozess und gewährleisten eine maximale Lebenszeit der Akkus. Die Batterien werden nur dann geladen werden, wenn die Temperatur unter 40,0 C.

Wenn das Gerät mehr als 2 Minuten ohne Batteriezellen und ohne Ladegerät bleibt, werden die Einstellungen von Datum und Uhrzeit gelöscht.

7.5 Reinigung

Verwenden Sie zum Reinigen der Oberfläche des Geräts oder Zubehörs einen weichen Lappen, der leicht mit Seifenwasser oder Alkohol befeuchtet wird. Lassen Sie das Gerät vor der Benutzung vollständig abtrocknen.



Warnhinweise

- Verwenden Sie keine Flüssigkeiten auf der Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen!

- **Gießen Sie keine Reinigungsflüssigkeit über das Gerät!**

7.6 Regelmäßige Kalibrierung

Zur Gewährleistung von korrekten Messungen ist es sehr wichtig, dass das Gerät in regelmäßigen Abständen kalibriert wird. Bei täglicher Benutzung wird eine halbjährliche Kalibrierung empfohlen, anderenfalls ist eine jährliche Kalibrierung ausreichend.

7.7 Kundendienst

Für Reparaturen während oder nach der Garantie, wenden Sie sich bitte für weitere Informationen an Ihren Händler.

7.8 Fehlerbeseitigung

Wenn die Taste ESC gedrückt wird, während das Gerät eingeschaltet wird, startet das Gerät nicht. Dann müssen die Batterien entfernt und wieder eingelegt werden. Danach wird das Gerät normal starten.

Adresse des Herstellers:

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

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

ROTEC

Immer
gut beraten.

ROTEC Vertriebsgesellschaft
für Elektrotechnik mbH

Jurastraße 5
73119 Zell u.A.
Deutschland

T **+49 (0) 7164 903 402-0**
F **+49 (0) 7164 903 402-39**
info@rotec-gmbh.com
www.rotec-gmbh.com