



Power Master XT / Power Master / Master Q4
MI 2893 / MI 2892 / MI 2885
(HW: 9.0)

Bedienungsanleitung
Version 1.5.10, Code-Nr. 20 753 200

Händler:

METREL GmbH
Orchideenstraße 24
DE-90542 Eckental
Deutschland
<https://www.metrel.de>
info@metrel.de

Hersteller:

METREL d.o.o
Ljubljanska cesta 77
SI-1354 Horjul
Slowenien
<https://www.metrel.si>
info@metrel.si



Die Kennzeichnung auf Ihrem Gerät bestätigt, dass es den Anforderungen aller geltenden EU-Vorschriften entspricht.



Hiermit erklärt Metrel d.o.o, dass der MI 2893, MI 2892, MI 2885 den geltenden EU-Richtlinien entspricht. Der vollständige Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse <https://www.metrel.si/DoC> verfügbar.

© 2023 METREL

Die Handelsnamen Metrel®, Smartec®, Eurotest® und Auto Sequence® sind in Europa und anderen Ländern eingetragene oder angemeldete Warenzeichen.

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

1	Einführung	14
1.1	Hauptmerkmale	15
1.2	Sicherheitsaspekte	16
1.3	Geltende Normen	17
1.4	Abkürzungen	20
2	Beschreibung.....	33
2.1	Frontplatte	33
2.2	Anschlussfeld	34
2.3	Ansicht der Rückseite.....	35
2.4	Zubehör.....	35
2.4.1	Standardzubehör.....	35
2.4.2	Optionales Zubehör.....	35
3	Bedienung des Geräts	36
3.1	Statusleiste des Geräts	37
3.2	Gerätetasten.....	38
3.3	Gerätespeicher (MicroSD-Karte).....	39
3.4	Hauptmenü des Geräts	40
3.4.1	Untermenüs des Geräts	41
3.5	U, I, f.....	42
3.5.1	Messgerät	42
3.5.2	Oszilloskop.....	44
3.5.3	Trend.....	47
3.5.4	Strom- und Spannungstrends	47
3.6	Leistung.....	50
3.6.1	Messgerät	50
3.6.2	Trend.....	54
3.7	Energie.....	58
3.7.1	Messgerät	58
3.7.2	Trend.....	60
3.7.3	Effizienz.....	61
3.8	Harmonische / Zwischenharmonische.....	63
3.8.1	Messgerät	64
3.8.2	Histogramm (Balken).....	66
3.8.3	Histogramm für Durchschnitt der Harmonischen (Durchschn.-Balk.)	68
3.8.4	Trend.....	70
3.9	Flicker.....	72
3.9.1	Messgerät	72
3.9.2	Trend.....	73
3.10	Phasendiagramm	75
3.10.1	Phasendiagramm	75
3.10.2	Unsymmetriediagramm	76
3.10.3	Trend der Unsymmetrie.....	78
3.11	Temperatur.....	80
3.11.1	Messgerät	80
3.11.2	Trend.....	80
3.12	Unterabweichung und Überabweichung.....	81
3.12.1	Messgerät	81
3.12.2	Trend.....	83
3.13	Netzsignale.....	84
3.13.1	Messgerät	85

3.13.2	Trend.....	86
3.13.3	Tabelle	87
3.14	Allgemeiner Rekorder.....	88
3.15	Wellenform-/Einschaltspitzen-Rekorder	92
3.15.1	Einstellungen.....	92
3.15.2	Erfassen der Wellenform.....	95
3.15.3	Erfasste Wellenform	97
3.16	Transienten-Rekorder	99
3.16.1	Power Master XT – MI 2893.....	99
3.16.2	Power Master/Master Q4 – MI 2892/MI 2885.....	103
3.16.3	Erfassen der Transienten	105
3.16.4	Erfasste Transienten	107
3.17	Ereignistabelle.....	109
3.17.1	Gruppenansicht.....	109
3.17.2	Phasenansicht.....	111
3.18	Alarmtabelle	113
3.19	Tabelle für Schnelle Spannungsänderungen (RVC).....	115
3.20	Zulauf­tabelle.....	117
3.21	E-Messrekorder (MI 2892/MI 2885).....	117
3.22	Speicherliste.....	123
3.22.1	Allgemeine Aufzeichnung.....	126
3.22.2	Momentaufnahme von der Wellenform	129
3.22.3	Wellenform/Einschaltspitzen-Aufzeichnung	131
3.22.4	Transienten-Aufzeichnung,	131
3.23	Untermenü Messeinstellungen.....	131
3.23.1	Verbindungseinrichtung	132
3.23.2	Ereigniseinrichtung.....	138
3.23.3	Alarmeinrichtung	139
3.23.4	Netzsignaleinrichtung.....	141
3.23.5	Einrichtung Schnelle Spannungsänderungen (RVC)	142
3.23.6	Einstellung der Messmethoden	143
3.23.7	Transienten-Einstellung.....	144
3.24	Untermenü Allgemeine Einstellungen	146
3.24.1	Kommunikation	146
3.24.2	Uhrzeit und Datum	148
3.24.3	Sprache.....	149
3.24.4	Geräteinformationen.....	150
3.24.5	Sperren/Entsperren.....	151
3.24.6	Farbmodell	152
3.24.7	Hintergrundbeleuchtung.....	154
4	Aufzeichnungspraxis und Geräteanschluss	155
4.1	Messkampagne	155
4.2	Anschlusseinrichtung	162
4.2.1	Anschluss an Niederspannungssysteme.....	162
4.2.2	Anschluss an Mittel- oder Hochspannungssysteme	167
4.2.3	Auswahl der Stromzangen und Einstellen des Wandlungsverhältnisses.....	170
4.2.4	Verbindungsprüfung.....	174
4.2.5	Anschluss des Temperaturmessfühlers	178
4.2.6	Anschluss eines Geräts zur Synchronisierung mit GPS-Zeit.....	178
4.3	Remote-Verbindung des Geräts (über das Internet / Internet (3G, GPRS) / Intranet (LAN))	180

4.3.1	Kommunikationsprinzip	180
4.3.2	Einrichtung des Geräts am Remote-Messort	181
4.3.3	Einrichtung von PowerView für den Remote-Zugriff auf das Gerät	183
4.3.4	Remote-Verbindung	184
4.4	Anzahl der gemessenen Parameter und Zusammenhänge mit der Anschlussarten.....	194
5	Theorie und interne Funktionsweise	202
5.1	Messverfahren.....	202
5.1.1	Aggregation der Messungen über Zeitintervalle	202
5.1.2	Spannungsmessung (Ausmaß des Versorgungsspannung)	202
5.1.3	Strommessung (Ausmaß des Versorgungsstroms).....	203
5.1.4	Frequenzmessung.....	203
5.1.5	Leistungsmessung IEC 1459-2010	204
5.1.6	Klassische Vektor- und arithmetische Leistungsmessung.....	209
5.1.7	Energie.....	213
5.1.8	Harmonische und Zwischenharmonische.....	214
5.1.9	Netzsignale	217
5.1.10	Flicker.....	217
5.1.11	Unsymmetrien bei Spannung und Strom.....	218
5.1.12	Unterabweichung und Überabweichung.....	219
5.1.13	Spannungseignisse.....	220
5.1.14	Alarmer.....	224
5.1.15	Schnelle Spannungsänderungen (RVC)	225
5.1.16	Datenaggregation in der ALLGEMEINEN AUFZEICHNUNG	226
5.1.17	Markierte Daten.....	230
5.1.18	Momentaufnahme der Wellenform	231
5.1.19	Wellenform Rekorder	231
5.1.20	Transienten-Rekorder	235
5.2	Überblick über die Norm EN 50160	236
5.2.1	Netzfrequenz.....	237
5.2.2	Schwankungen der Versorgungsspannung.....	237
5.2.3	Unsymmetrie der Versorgungsspannung	237
5.2.4	THD der Spannung und Harmonische	238
5.2.5	Zwischenharmonische Spannung	238
5.2.6	Netzsignalübertragung auf der Versorgungsspannung	238
5.2.7	Flickerstärke.....	239
5.2.8	Spannungseinbrüche	239
5.2.9	Spannungsüberhöhungen	240
5.2.10	Kurze Unterbrechungen der Versorgungsspannung	240
5.2.11	Lange Unterbrechungen der Versorgungsspannung	240
5.2.12	Rekorder Einstellungen am MI 2893/MI 2892/MI 2885 für die EN 50160-Analyse 240	
6	Technische Daten.....	242
6.1	Allgemeine Angaben	242
6.2	Messungen.....	242
6.2.1	Allgemeine Beschreibung.....	242
6.2.2	Phasenspannungen	244
6.2.3	Leiterspannungen	244
6.2.4	Strom.....	245
6.2.5	Frequenz.....	249

6.2.6	Flicker.....	249
6.2.7	Transienten	249
6.2.8	Zusammengesetzte Leistung	249
6.2.9	Grundfrequente Leistung.....	250
6.2.10	Nicht grundfrequente Leistung	251
6.2.11	Leistungsfaktor (LF, LFe, LFv, LFa)	252
6.2.12	Verschiebungsfaktor (VF) oder Cos φ	252
6.2.13	Energie.....	252
6.2.14	Harmonische und THD der Spannung	253
6.2.15	Strom-Harmonische, THD und K-Faktor	253
6.2.16	Zwischenharmonische der Spannung	254
6.2.17	Zwischenharmonische des Stroms	254
6.2.18	Netzsignale	254
6.2.19	Unsymmetrie	255
6.2.20	Überabweichung und Unterabweichung.....	255
6.2.21	Unsicherheit bei Uhrzeit und Dauer	255
6.2.22	Temperatur-Messfühler.....	255
6.2.23	Phasenwinkel	255
6.2.24	Spezifikation für 400-Hz-Systeme	256
6.2.25	Spezifikation für System mit VFD (Variable Frequency Drive)	256
6.2.26	Spezifikations-Unterschiede zwischen Systemen mit 400 Hz, VFD und 50/60 Hz.....	257
6.3	Rekorder.....	258
6.3.1	Allgemeiner Rekorder.....	258
6.3.2	Wellenform/Einschaltspitzen-Rekorder	259
6.3.3	Momentaufnahme der Wellenform	260
6.3.4	Transienten-Rekorder	260
6.4	Übereinstimmung mit Normen.....	260
6.4.1	Übereinstimmung mit der IEC 61557-12	260
6.4.2	Übereinstimmung mit der IEC 61000-4-30.....	262
7	Wartung.....	264
7.1	Einsetzen der Akkus in das Gerät	264
7.2	Akkus.....	265
7.3	Firmware-Upgrade	266
7.3.1	Anforderungen	266
7.3.2	Upgrade-Prozedur.....	267
7.4	Erläuterungen zur Stromversorgung	271
7.5	Reinigung	271
7.6	Regelmäßige Kalibrierung	272
7.7	Kundendienst	272
7.8	Fehlerbehebung	272
8	Dokumentversion	273

Liste der Tabellen:

Tabelle 1: Standardzubehör für MI 2893/MI 2892/MI2885	35
Tabelle 2: Beschreibung der Statusleiste des Geräts.....	37
Tabelle 3: Shortcut-Tasten und sonstige Funktionstasten	38
Tabelle 4: Hauptmenü des Geräts	40
Tabelle 5: Tasten im Hauptmenü:.....	40
Tabelle 6: Tasten in den Untermenüs.....	42
Tabelle 7: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	43
Tabelle 8: Tasten auf den Messbildschirmen	44
Tabelle 9: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	46
Tabelle 10: Tasten auf den Oszilloskop-Bildschirmen	46
Tabelle 11: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	48
Tabelle 12: Tasten auf den Trend-Bildschirmen	49
Tabelle 13: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm (für weitere Informationen - siehe 5.1.5) – Momentanwerte.....	52
Tabelle 14: Tasten auf den Leistungs-(MESSGERÄT)-Bildschirmen	54
Tabelle 15: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	54
Tabelle 16: Tasten auf den Leistungs-(TREND)-Bildschirmen.....	56
Tabelle 17: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	59
Tabelle 18: Tasten auf den Energie-(MESSGERÄT)-Bildschirmen.....	59
Tabelle 19: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	60
Tabelle 20: Tasten auf den Energie-(TREND)-Bildschirmen.....	60
Tabelle 21: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	61
Tabelle 22: Tasten auf den Energie-(TREND)-Bildschirmen.....	63
Tabelle 23: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	64
Tabelle 24: Tasten auf den (MESSGERÄT)-Bildschirmen der Harmonischen / Zwischenharmonischen	65
Tabelle 25: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	66
Tabelle 26: Tasten auf den (BALKEN)-Bildschirmen für die Harmonischen / Zwischenharmonischen	67
Tabelle 27: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	68
Tabelle 28: Tasten auf den (DURCHSCHNITTS)-Bildschirmen für die Harmonischen / Zwischenharmonischen	69
Tabelle 29: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	70
Tabelle 30: Tasten auf den (TREND)-Bildschirmen für die Harmonischen / Zwischenharmonischen.....	71
Tabelle 31: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	72
Tabelle 32: Tasten auf den Energie-(MESSGERÄT)-Bildschirmen.....	72
Tabelle 33: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	74
Tabelle 34: Tasten auf den Flicker (TREND)-Bildschirmen.....	75
Tabelle 35: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	76
Tabelle 36: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Phasendiagramm	76
Tabelle 37: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	77
Tabelle 38: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Unsymmetriediagramm	77
Tabelle 39: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	78
Tabelle 40: Tasten auf den Bildschirmen mit den Unsymmetrietrends	79
Tabelle 41: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	80
Tabelle 42: Tasten auf dem Bildschirm mit den Temperaturmessungen.....	80
Tabelle 43: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	81
Tabelle 44: Tasten auf den Bildschirmen mit den Temperaturtrends.....	81
Tabelle 45: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	82
Tabelle 46: Tasten auf dem Unterabweichung und Überabweichung (MESSGERÄT)-Bildschirm.....	82
Tabelle 47: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	83
Tabelle 48: Tasten für Unterabweichung und Überabweichung auf dem (TREND)-Bildschirm	84

Tabelle 49: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	85
Tabelle 50: Tasten auf dem Netzsignale (MESSGERÄT)-Bildschirm.....	85
Tabelle 51: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	86
Tabelle 52: Tasten auf dem Netzsignale (TREND)-Bildschirm.....	86
Tabelle 53: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	87
Tabelle 54: Tasten auf dem Netzsignale (TABLE)-Bildschirm.....	88
Tabelle 55: Beschreibung der Einstellungen des Allgemeinen Rekorders und der Bildschirmsymbole.....	89
Tabelle 56: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Allgemeinen Rekorders.....	91
Tabelle 57: Beschreibung der Einstellungen des Wellenform-Rekorders und der Bildschirmsymbole	93
Tabelle 58: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Wellenform-Rekorders	94
Tabelle 59: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	96
Tabelle 60: Tasten auf dem Erfassungsbildschirm des Wellenform-Rekorders	96
Tabelle 61: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	97
Tabelle 62: Tasten auf den Rekorder Bildschirmen mit erfasster Wellenform	97
Tabelle 63: Transienten im Niederspannungsnetz	99
Tabelle 64: Beschreibung der Einstellungen des Transienten-Rekorders und der Bildschirmsymbole ...	100
Tabelle 65: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Transienten-Rekorders	102
Tabelle 66: Beschreibung von Transientenrekordereinstellungen und Bildschirmsymbole	103
Tabelle 67: Tasten auf dem Bildschirm für die Transientenrekordereinstellung	105
Tabelle 68: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	106
Tabelle 69: Tasten auf dem Erfassungsbildschirm des Transienten-Rekorders	107
Tabelle 70: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	108
Tabelle 71: Tasten auf den Erfassungsbildschirmen des Transienten-Rekorders	108
Tabelle 72: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	110
Tabelle 73: Tasten auf dem Bildschirm mit der Ereignisgruppenübersicht.....	110
Tabelle 74: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	112
Tabelle 75: Tasten auf den Bildschirmen mit der Übersicht der Phasenergebnisse	112
Tabelle 76: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	114
Tabelle 77: Tasten auf den Bildschirmen mit der Alarmtabelle	114
Tabelle 78: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	116
Tabelle 79: Tasten in RVC-Ereignistabelle Gruppenansichts-Bildschirm	116
Tabelle 80: Symbole auf dem Gerätebildschirm und Abkürzungen	117
Tabelle 81: Beschreibung der Einstellungen des E-Messgeräts.....	119
Tabelle 82: Funktionstasten im Bildschirm E-Messrekorder-Einstellungen	120
Tabelle 83: Beschreibung der Einrichtungseinstellungen des E-Messgeräts.....	121
Tabelle 84: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms	123
Tabelle 81: Tasten im Bildschirm Speicherliste (Ordner).....	123
Tabelle 82: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	124
Tabelle 87: Tasten auf dem Bildschirm mit der Speicherliste.....	125
Tabelle 88: Beschreibung der Rekorder Einstellungen	126
Tabelle 89: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Allgemeinen Rekorders.....	126
Tabelle 90: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm	128
Tabelle 91: Tasten auf den Bildschirmen mit der Ansicht des U,I,f-TRENDS	128
Tabelle 92: Beschreibung der Rekorder-Einstellungen.....	129
Tabelle 89: Tasten auf dem Bildschirm mit der ersten Seite der Momentaufnahme	130
Tabelle 94: Beschreibung der Optionen zu den Messeinstellungen	131
Tabelle 95: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Untermenü Messeinstellungen	132
Tabelle 96: Beschreibung der Verbindungseinrichtung.....	133
Tabelle 93: Tasten im Menü für die Anschlusseinrichtung.....	137
Tabelle 98: Beschreibung der Ereigniseinrichtung	138
Tabelle 99: Tasten auf dem Bildschirm der Ereigniseinrichtung	138
Tabelle 100: Beschreibung der Alarmeinrichtung	140

Tabelle 101: Tasten auf den Bildschirmen der Alarmeinrichtung	140
Tabelle 102: Beschreibung der Netzsignaleinrichtung	142
Tabelle 103: Tasten auf dem Bildschirm zur Netzsignal-Einrichtung.....	142
Tabelle 104: Beschreibung der RVC-Einstellung	142
Tabelle 105: Tasten auf dem RVC-Einstellungsbildschirm	143
Tabelle 106: Beschreibung der Einstellung der Messmethode	144
Tabelle 107: Tasten im Bildschirm Einstellung der Messmethoden.....	144
Tabelle 108: Beschreibung der Transienten-Einstellung	145
Tabelle 109: Beschreibung der Optionen zu den Messeinstellungen	146
Tabelle 110: Tasten im Untermenü Allgemeine Einstellungen.....	146
Tabelle 111: Beschreibung der Kommunikationseinstellungen	147
Tabelle 112: Tasten in den Kommunikationseinstellungen	148
Tabelle 113: Beschreibung des Bildschirms zur Einstellung von Datum/Uhrzeit	148
Tabelle 114: Tasten auf dem Bildschirm zur Einstellung von Datum/Uhrzeit	149
Tabelle 115: Tasten auf dem Bildschirm zur Einstellung der Sprache	149
Tabelle 116: Beschreibung des Bildschirms mit den Geräteinformationen	150
Tabelle 117: Tasten auf dem Bildschirm mit den Geräteinformationen	151
Tabelle 118: Beschreibung des Sperren-/Entsperren-Bildschirms	151
Tabelle 119: Tasten auf dem Sperren-/Entsperren-Bildschirm	152
Tabelle 120: Funktionsweise des gesperrten Geräts.....	152
Tabelle 121: Tasten auf den Bildschirmen des Farbmodells	153
Tabelle 122: Beschreibung des Bildschirms Hintergrundbeleuchtung.....	154
Tabelle 123: Tasten auf dem Bildschirm Hintergrundbeleuchtung.....	154
Tabelle 124: Tasten im Dialogfenster für die Smart-Stromzangen.....	174
Tabelle 125: Beschreibung von Verbindungsprüfung und Bildschirmsymbolen	175
Tabelle 126: Tasten im Bildschirm Verbindungsprüfung.....	177
Tabelle 127: GPS-Funktion.....	179
Tabelle 128: Tasten auf dem Bildschirm zum Einstellen der Zeitzone	179
Tabelle 129: Parameter zur Einrichtung des Internets	182
Tabelle 130: Internet-Icons der Statusleiste.....	182
Tabelle 131: Parameter des Formulars zur Geräteauswahl	183
Tabelle 132: Vom Gerät gemessene Größen.....	194
Tabelle 133: Vom Gerät aufgezeichnete Größen (Standardprofil).....	196
Tabelle 134: Vom Gerät aufgezeichnete Größen (Eingeschränktes Profil)	199
Tabelle 135: Zusammenfassung und Gruppierung der Phasenleistungsgrößen	204
Tabelle 136: Zusammenfassung und Gruppierung der Gesamtleistungsgrößen	205
Tabelle 137: Zusammenfassung und Gruppierung der Phasenleistungsgrößen	210
Tabelle 138: Leistungsübersicht und Gruppierung der Gesamtleistungsmengen.....	210
Tabelle 139: Parameter der Alarmfestlegung.....	224
Tabelle 140: Alarmsignaturen.....	225
Tabelle 141: Datenaggregations Methoden	228
Tabelle 142: Überblick über die Norm EN 50160 LV Grenzen (Kontinuierliche Erscheinungen)	237
Tabelle 143: Werte der individuellen harmonischen Spannungen an der Versorgung.....	238
Tabelle 144: Klassifizierung von Spannungseinbrüchen	239
Tabelle 145: Klassifizierung von Spannungsüberhöhungen	240
Tabelle 146: Maximale Dauer der allgemeinen Aufzeichnung	258

Liste der Abbildungen:

Abbildung 1: Das Gerät Power Master XT	14
Abbildung 2: Frontplatten und Markierungsschilder	15
Abbildung 3: Frontplatte.....	33
Abbildung 4: Oberes Anschlussfeld	34
Abbildung 5: Seitliches Anschlussfeld	34
Abbildung 6: Ansicht der Rückseite	35
Abbildung 7: Beschreibung der Symbole auf dem Display und der Tasten.....	36
Abbildung 8: Gemeinsame Display-Symbole und -beschriftungen während einer Messkampagne	36
Abbildung 9: Statusleiste des Geräts	37
Abbildung 10: Einstecken der MicroSD-Karte.....	39
Abbildung 11: „HAUPTMENÜ“	40
Abbildung 12: Untermenü Messungen.....	41
Abbildung 13: Untermenü Rekorder (MI 2893).....	41
Abbildung 14: Untermenü Rekorder (MI 2892/MI 2885)).....	41
Abbildung 15: Untermenü Messeinrichtung	42
Abbildung 16: Untermenü Allgemeine Einrichtung.....	42
Abbildung 17: Bildschirme mit U, I, f-Phasenmesstabelle (L1, L2, L3, N)	43
Abbildung 18: Bildschirme mit zusammenfassender U, I, f-Messtabelle	43
Abbildung 19: Nur Wellenform der Spannung	45
Abbildung 20: Nur Wellenform des Stroms.....	45
Abbildung 21: Spannungs- und Stromwellenform (Einzel-Modus)	46
Abbildung 22: Spannungs- und Stromwellenform (Dual-Modus)	46
Abbildung 23: Spannungstrend (alle Spannungen)	48
Abbildung 24: Spannungstrend (einzelne Spannung).....	48
Abbildung 25: Spannungs- und Stromtrend (Einfach-Modus).....	48
Abbildung 26: Spannungs- und Stromtrend (Dual-Modus)	48
Abbildung 27: Trends aller Ströme	48
Abbildung 28: Frequenztrend	48
Abbildung 29: Zusammenfassung der Leistungsmessungen (zusammengesetzt).....	50
Abbildung 30: Zusammenfassung der Leistungsmessungen (grundfrequent)	51
Abbildung 31: Zusammenfassung der Leistungsmessungen (nicht grundfrequent)	51
Abbildung 32: Ausführliche Leistungsmessungen an Phase L1	51
Abbildung 33: Ausführliche Messungen der Gesamtleistung.....	51
Abbildung 34: Bildschirm Leistungstrend	54
Abbildung 35: Bildschirm mit den Energiezählern (Der allgemeine Rekorder läuft).....	58
Abbildung 36: Bildschirm mit den Energiezählern (Der allgemeine Rekorder läuft nicht).....	59
Abbildung 37: Bildschirm Energietrend	60
Abbildung 38: Bildschirm Energieeffizienz.....	61
Abbildung 39: (MESSGERÄT)-Bildschirme mit den Harmonischen und Zwischenharmonischen.....	64
Abbildung 40: Darstellung der Phasenharmonischen (U,I,P).....	64
Abbildung 41: Bildschirm mit Histogrammen der Harmonischen	66
Abbildung 42: Bildschirm mit dem Durchschnitt-Histogramm der Harmonischen	68
Abbildung 43: Bildschirm mit dem Trend der Harmonischen und Zwischenharmonischen	70
Abbildung 44: Bildschirm mit Flickertabelle	72
Abbildung 45: Bildschirm mit dem Flickertrend	73
Abbildung 46: Bildschirm des Phasendiagramms	76
Abbildung 47: Bildschirm mit dem Unsymmetriediagramm	77
Abbildung 48: Bildschirm mit dem Symmetrietrend	78
Abbildung 49: Bildschirm der Temperaturmessung	80
Abbildung 50: Bildschirm mit dem Temperaturtrend	81

Abbildung 51: Tabelle Unterabweichung und Überabweichung auf dem Gerätebildschirm.....	82
Abbildung 52: Unterabweichung und Überabweichung auf dem (TREND)-Bildschirm.....	83
Abbildung 53: Bildschirm für die Messung der Netzsignale	85
Abbildung 54: Bildschirm mit dem Trend der Netzsignale	86
Abbildung 55: Bildschirm mit der Tabelle Netzsignale	87
Abbildung 56: Bildschirm mit den Einstellungen des Allgemeinen Rekorders	88
Abbildung 57: Auslösung der Wellenformaufzeichnung	92
Abbildung 58: Bildschirm mit den Einstellungen des Wellenform-Rekorders.....	93
Abbildung 59: Erfassungsbildschirm des Wellenform-Rekorders	95
Abbildung 60: Bildschirm des Wellenform-Rekorders.....	95
Abbildung 61: Oszilloskop-Bildschirm des Wellenform-Rekorders	96
Abbildung 62: Rekorder Bildschirm mit erfasster Wellenform	97
Abbildung 63: Bildschirm mit den Einstellungen des Wellenform-Rekorders – MI2893	100
Abbildung 64: Transientenrekorder-Einrichtungsbildschirm – MI 2892/MI 2885	103
Abbildung 65: Erfassungsbildschirm des Transienten-Rekorders (Wartephase/Aufnahme) – MI 2893..	106
Abbildung 66: Transientenrekorder-Erfassungsbildschirm (Wartephase/Aufzeichnung) – MI 2892/MI 2885	106
Abbildung 67: Bildschirm Erfasster Transientenrekorder.....	106
Abbildung 68: Rekorder-Bildschirm mit erfasster Transiente	108
Abbildung 69: Bildschirm mit der Gruppenansicht der Spannungsereignisse	109
Abbildung 70: Bildschirm mit der Detailansicht zum Spannungsereignis	110
Abbildung 71: Bildschirm mit den Spannungsereignissen.....	112
Abbildung 72: Bildschirm mit der Alarmliste	114
Abbildung 73: RVC-Ereignisgruppenübersicht.....	116
Abbildung 74: Bildschirm Gruppenansicht der Zulaufstabelle.....	117
Abbildung 75: Vergleichsmethoden der Messgenauigkeit des E-Messgeräts.....	118
Abbildung 76: Einrichtungsanschluss und Anschlussprüfung am PQI	118
Abbildung 77: E-Messgerätfunktion im Rekorder-Menü.....	119
Abbildung 78: Rekorder-Menü für das E-Messgerät	119
Abbildung 79: Einrichtungsmenü für das E-Messgerät.....	121
Abbildung 80: Bildschirm mit der Speicherliste.....	123
Abbildung 81: Bildschirm Speicherliste (Rekorder-Daten)	124
Abbildung 82: Erste Seite der Allgemeinen Aufzeichnung im Menü SPEICHERLISTE	126
Abbildung 83: Ansicht der Rekorder Daten für den U,I,f-TREND	128
Abbildung 84: Erste Seite der Momentaufnahme im Menü SPEICHERLISTE.....	129
Abbildung 85: Bildschirm von der U,I,f-Messung in der aufgerufenen Momentaufnahme.....	131
Abbildung 86: Untermenü MESSEINSTELLUNGEN.....	131
Abbildung 87: Bildschirm „VERBINDUNGSEINRICHTUNG.....	132
Abbildung 88: Bildschirm für die Ereigniseinrichtung.....	138
Abbildung 89: Bildschirme für die Alarmeinrichtung.....	140
Abbildung 90: Bildschirm zur Netzsignaleinrichtung	141
Abbildung 91: RVC-Einstellungsbildschirm	142
Abbildung 92: Bildschirm Einstellung der Messmethoden – MI 2893.....	143
Abbildung 93: Bildschirm Einstellung der Messmethoden – MI 2892/MI 2885.....	144
Abbildung 94: Bildschirm Transienten-Einstellung – MI 2893.....	145
Abbildung 95: Bildschirm Transienten-Einstellung – MI 2892/MI 2885.....	145
Abbildung 96: Untermenü ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN.....	146
Abbildung 97: Bildschirm mit den Kommunikationseinstellungen.....	147
Abbildung 98: Bildschirm zur Einstellung von Datum/Uhrzeit	148
Abbildung 98: Bildschirm zur Einstellung der Sprache	149
Abbildung 100: Bildschirm mit den Geräteinformationen – MI 2893.....	150
Abbildung 101: Bildschirm mit den Geräteinformationen – MI 2892/MI 2885	150

Abbildung 102: Bildschirm Sperren/Entsperren	151
Abbildung 103: Bildschirm des gesperrten Geräts	152
Abbildung 104: Farbdarstellungen der Phasenspannungen.....	153
Abbildung 105: Bildschirm Hintergrundbeleuchtung	154
Abbildung 106: Empfohlenes Messverfahren.....	158
Abbildung 107: Menü Anschlusseinstellung.....	162
Abbildung 108: Auswählen des 3-Phasen 4-Leitersystems auf dem Gerät	162
Abbildung 109: 3-Phasen 4-Leitersystem	163
Abbildung 110: Auswählen des 3-Phasen 3-Leitersystems auf dem Gerät	163
Abbildung 111: 3-Phasen 3-Leitersystem	163
Abbildung 112: Auswählen des offenen Dreieck-3-Leitersystems auf dem Gerät.....	164
Abbildung 113: Offenes Dreieck-3-Leitersystem (Aronschtaltung)	164
Abbildung 114: Auswählen des 1-Phasen 3-Leitersystems auf dem Gerät	164
Abbildung 115: 1-Phasen 3-Leitersystem	165
Abbildung 116: Auswählen des 2-Phasen 4-Leitersystems auf dem Gerät	165
Abbildung 117: 2-Phasen 4-Leitersystem	166
Abbildung 118: Auswählen des einphasigen Wechselrichtersystems auf dem Gerät	166
Abbildung 119: Einphasiges Wechselrichtersystem	166
Abbildung 120: Auswählen des dreiphasigen Wechselrichtersystems auf dem Gerät	167
Abbildung 121: Dreiphasiges Wechselrichtersystem	167
Abbildung 122: Beispiel für das Spannungsverhältnis eines 11-kV- / 110-kV -Wandlers.....	167
Abbildung 123: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem (Aron / offenes Dreieck)	168
Abbildung 124: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem (Dreieck–Dreieck).....	168
Abbildung 125: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem (Dreieck–Stern)	169
Abbildung 126: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem (Stern–Stern).....	169
Abbildung 127: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem (Stern–Dreieck)	170
Abbildung 128: Automatische Bereichswahl Smart- Stromzangen	171
Abbildung 129: Parallele Einspeisung bei großen Lasten	171
Abbildung 130: Auswahl der Stromzange für eine indirekte Strommessung	172
Abbildung 131: Auswählen von 10 % des Strombereichs der Stromzange	173
Abbildung 132: Automatisch erkannte Einstellungen für die Stromzangen.....	173
Abbildung 133: Automatisch erkannter Stromzangenstatus.....	174
Abbildung 134: Bildschirm zum Einstellen der Zeitzone.....	179
Abbildung 135: Schematische Darstellung der Remote-Messungen	181
Abbildung 136: Bildschirm zur Einrichtung der Internetverbindung.....	182
Abbildung 137: Einstellungsformular von PowerView v3.0 für die Remote-Verbindung	183
Abbildung 138: Remote-Verbindungsmonitor von PowerView v3.0.....	184
Abbildung 139: PowerView-Verbindung zum LAN- und Metrel-Server hergestellt (Schritte 1 und 2)	185
Abbildung 140: Remote-Verbindung des Geräts zum Metrel-Server hergestellt (Schritt 3).....	186
Abbildung 141: Verbindung des Remote-Geräts mit PowerView v.3.0 hergestellt (Schritt 4).....	187
Abbildung 142: Anzeige einer aktiven Verbindung	187
Abbildung 143: Icon der Remote-Verbindung	188
Abbildung 144: Erkennung des Gerätetyps	188
Abbildung 145: Auswahl von Aufzeichnungen aus einer Liste zum Download	189
Abbildung 146: Fenster des Echtzeit-Oszilloskops bei einer Remote-Verbindung, mit verschiedenen, ausgewählten Kanälen.....	190
Abbildung 147: Formular zur Remote Konfiguration des Geräts	191

Abbildung 148: Konfiguration des Remote-Rekorders	192
Abbildung 149: Aufzeichnung läuft.....	193
Abbildung 150: Phasen- und Phase-Phase-Spannung	202
Abbildung 151: IEEE 1459 Organisation der Phasenleistungsmessung (Phase)	204
Abbildung 152: IEEE 1459 Organisation der Phasenleistungsmessung (Gesamt)	205
Abbildung 153: Vektorielle Darstellung der Gesamtleistungsrechnung.....	210
Abbildung 154: Arithmetische Darstellung der Gesamtleistungsrechnung	210
Abbildung 155: Energiezähler und Quadrantenverhältnis	214
Abbildung 156: Energiezähler des Geräts.....	214
Abbildung 157: Strom- und Spannungsharmonische	215
Abbildung 158: Darstellung der Untergruppe von Harmonischen / Zwischenharmonischen für eine 50-Hz-Versorgung	216
Abbildung 159: Spannungsschwankung	218
Abbildung 160: $U_{Rms(1/2)}$ 1-Zyklus Messung	220
Abbildung 161: Definition der Spannungsereignisse.....	221
Abbildung 162: Spannungseinbruch auf dem Gerätebildschirm.....	222
Abbildung 163: Spannungsunterbrechung auf dem Gerätebildschirm	224
Abbildung 164: RVC-Ereignisbeschreibung.....	226
Abbildung 165: Synchronisierung und Aggregation von 10/12-Zyklusintervallen	227
Abbildung 166: Avg Im Vergleich zu Avgon, Schaltlaststrom	229
Abbildung 167: Phasen-/Polaritätsdiagramm zu Verbraucht/Erzeugt und Induktiv/Kapazitiv	230
Abbildung 168: Markierte Daten zeigen, dass der aggregierte Wert unzuverlässig sein könnte	231
Abbildung 169: Darstellung der Auslösung und Vorauslösung.....	232
Abbildung 170: Spannungs-Ereignis-Auslösung.....	233
Abbildung 171: Spannungs-Niveau-Auslösung	233
Abbildung 172: Strom-Niveau-Auslösung (Einschaltspitzen)	234
Abbildung 173: Wellenform Rekorder Einrichtung für die Auslösung auf Spannungsereignisse.....	234
Abbildung 174: Niveaualösung	235
Abbildung 175: Flankenauslösung	235
Abbildung 176: Feststellung des Transienten-Auslösers (Hüllkurve)	236
Abbildung 177: Feststellung des Transienten-Auslösers (Hüllkurve)	236
Abbildung 178: Spannungsgrenzwerte bei der Signalübertragung im Versorgungsnetz gemäß EN50160	239
Abbildung 179: Vordefinierte Konfiguration des Rekorders nach EN 50160	241
Abbildung 180: Einrichtung des allgemeinen Rekorders, um den Neustart der automatischen Aufzeichnung zu ermöglichen, wenn die maximale Dateilänge erreicht wird	259
Abbildung 181: Akkufach	264
Abbildung 182: Schließen der Akkufachabdeckung.....	265
Abbildung 183: PowerView Update Funktion.....	267
Abbildung 184: Auswahl USB-Kommunikation.....	267
Abbildung 185: Menü Firmware prüfen	267
Abbildung 186: Menü Firmware prüfen	268
Abbildung 187: Neue Firmware steht zum Download bereit.....	268
Abbildung 188: FlashMe Software für den Firmware Upgrade	269
Abbildung 189: FlashMe Konfigurationsbildschirm.....	270
Abbildung 190: FlashMe Programmierbildschirm	271

1 Einführung

MI 2893/MI 2892/MI 2885 sind multifunktionelle Handgeräte für die Netzqualitätsanalyse, Erfassung schneller Transienten (MI 2893), die Erfassung (von Transienten MI 2892/MI 2885) und für die Fehlersuche sowie für Messungen der Energieeffizienz.



Abbildung 1: Das Gerät Power Master XT

Unterschiede der Produkte:

MI 2893/2892/2885 haben die gleiche Hardware und Firmware-Plattform für Messungen

MI 2893 – Stromqualitätsgerät (Klasse A Stromqualitätsgerät) mit Transientenmessung an Messplatine mit einer Abtastperiode von 1 MHz

MI 2892 – Stromqualitätsgerät (Klasse A Stromqualitätsgerät) mit Transientenmessung an Messplatine mit einer Abtastperiode von 49 MHz

MI 2885 – Stromqualitätsgerät (Klasse A Stromqualitätsgerät) zum Analysieren der Qualität einer angegeben Leistung mit Transientenmessung an Messplatine mit einer Abtastperiode von 49 kHz

Hinweis:

Äußerlich sind die Produkte gleich. Sie unterscheiden sich nur in den Markierungsschildern und den Frontplatten.



Abbildung 2: Frontplatten und Markierungsschilder

1.1 Hauptmerkmale

- Vollständige Einhaltung der Norm über die Netzqualität IEC 61000-4-30 Klasse A (**MI 2893/MI 2892**)
- Vollständige Einhaltung der Norm über die Netzqualität IEC 61000-4-30 Klasse S (**MI 2885**)
- Einfacher und leistungsfähiger Rekorder mit MicroSD-Speicherkarte (es werden Karten bis zu 32 GB unterstützt)
- 4 Spannungskanäle mit breitem Messbereich: bis zu 1000 Vrms, CAT III / 1000 V, mit Unterstützung für Mittel- und Hochspannungssysteme
- Gleichzeitige Spannungs- und Stromabtastung (8 Kanäle), 16-Bit-AD-Wandlung für genaue Leistungsmessungen und minimale Phasenverschiebungsfehler
- 4 Stromkanäle mit Unterstützung für automatische Stromzangenerkennung und automatische Messbereichswahl
- Erfüllt die Anforderungen der IEC 61557-12 und IEEE 1459 (zusammengesetzte, grundfrequente, nicht grundfrequente Leistung) und IEC 62053-21 (Energie).
- Hochgeschwindigkeits-Transientenabtastung >1 M Abtastungen/s gleichzeitig auf allen 8 Kanälen (4xU und 4xI) (**MI 2893**)
- Transientenauswahl zwischen N /GND (**MI 2893**)
- Transientenrekorder mit Hüllkurven- oder Niveaueuslösung, Abtastfrequenz 49 kHz (**MI 2892 / MI 2885**)

- 4,3 Zoll TFT-Farbdisplay
- Wellenform-/Einschaltspitzen-Rekorder, der bei Ereignissen / Alarmen / Spannungsniveaus / Stromniveaus / Intervall ausgelöst werden kann; Transienten-Rekorder für Phasen- / Neutralleiter (Spannung und Strom gleichzeitig) mit Auswahl des Auslösers auf Niveau und Hüllkurve, der gleichzeitig mit dem allgemeinen Rekorder läuft
- Unterstützung von Systemfrequenzen von 50 Hz, 60 Hz, 400 Hz und direkter Messung von VFD (Antrieben mit variabler Frequenz)
- Messgenauigkeit von elektrischen Messgeräten (elektronisch und mechanisch) **(MI 2892/MI 2885)**
- 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 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 an mehreren Orten mit vielen Unterordnern oder -orten 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.
 - Zusammenfügen verschiedener, erfasster Messdaten zu einer Messung, Synchronisieren der mit verschiedenen Geräten aufgezeichneten Daten mit Zeitversatz, Aufteilen der erfassten Daten in mehrere Messungen oder Extrahieren relevanter Daten.
 - Geräte-Fernzugriff über Internet-Verbindung

1.2 Sicherheitsaspekte

Um die Sicherheit des Bedieners während der Benutzung der Geräte MI 2893 / MI 2892 / MI 2885 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. Eine nicht in dieser Anleitung beschriebene Verwendung kann das Verletzungsrisiko des Bedieners erhöhen!



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 wiederaufladbare NiMH-Akkus. Die Akku-Zellen dürfen nur durch denselben Typ ersetzt werden, der auf dem Schild des Akkufachs 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. Trennen Sie alle Messleitungen, entfernen Sie das Netzkabel und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie den Akkufachdeckel entfernen.



Die maximale Nennspannung zwischen einem Phasenleiter- und dem Neutralleiterring beträgt 1000 V_{RMS}. Die maximale Nennspannung zwischen Phasenleitern beträgt 1730 V_{RMS}.



Schließen Sie immer die ungenutzten Spannungseingänge (L1, L2, L3, GND) mit dem Neutralleiterring (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

MI 2893/MI 2892/MI 2885 wurden in Übereinstimmung mit folgenden Normen entwickelt und erprobt:

<i>Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)</i>	
EN 61326-2-2 2021	Elektrische Geräte für Mess-, Steuer-, Regel- und Laborzwecke - EMV-Anforderungen – Teil 2-2: Besondere Anforderungen - Prüfanordnung, Betriebsbedingungen und Leistungsmerkmale für ortsveränderliche Prüf-, Mess- und Überwachungsgeräte für den Gebrauch in Niederspannungs-Stromversorgungsnetzen <ul style="list-style-type: none"> Emission: Klasse A - Ausrüstung (für industrielle Zwecke) Störfestigkeit für Geräte, die in Industriebetrieben genutzt werden sollen
<i>Sicherheit (Niederspannungsrichtlinie)</i>	
EN 61010-1 2010 + A1:2019	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Geräte für Mess-, Steuer-, Regel- und Laborzwecke - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 61010-2-030 2021 + A11:2021	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Geräte für Mess-, Steuer-, Regel- und Laborzwecke -

	Teil 2-030: Besondere Anforderungen an Prüf- und Messstromkreise
EN 61010-031:2015 + A1:2021 + A11:2021	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Geräte für Mess-, Steuer-, Regel- und Laborzwecke - Teil 031: Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum Messen und Prüfen.
EN 61010-2-032 2021 + A11:2021	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Geräte für Mess-, Steuer-, Regel- und Laborzwecke - Teil 032: Besondere Anforderungen für handgehaltene und handbediente Stromsonden für elektrische Prüfungen und Messungen
<i>Messverfahren</i>	
IEC 61000-4-30 2015 + A1:2021 Klasse A	Elektromagnetische Kompatibilität (EMK) – Teil 4-30: Prüf- und Messverfahren - Verfahren zur Messung der Spannungsqualität
IEC 61557-12 2018 + A1:2021	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsverteilernetzen bis zu 1 000 V AC und 1 500 V DC - Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen - Teil 12: Geräte zur Messung und Überwachung des Betriebsverhaltens (PMD)
IEC 61000-4-7 2002 + A1: 2008	Elektromagnetische Kompatibilität (EMK) – 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/ISH1:2017	Elektromagnetische Kompatibilität (EMK) – Teil 4-15: Prüf- und Messverfahren - Flickermeter - Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikationen
IEC 62053-21 2020	Elektrizitätsmessgerät (AC) – Besondere Anforderungen - Teil 21: Statische Wirkverbrauchszähler (Klassen 1 und 2)
IEC 62053-23 2020	Elektrizitätsmessgerät (AC) – Besondere Anforderungen - Teil 23: Statische Blindverbrauchszähler (Klassen 1 und 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 2010	Elektrische Energie. Elektromagnetische Verträglichkeit von technischen Geräten.

Netzqualitätsgrenzen in öffentlichen
Stromversorgungssystemen

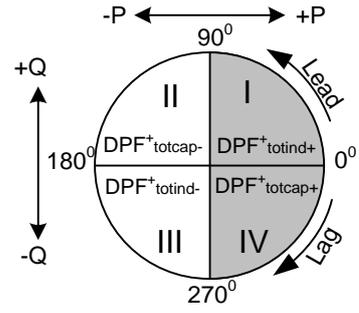
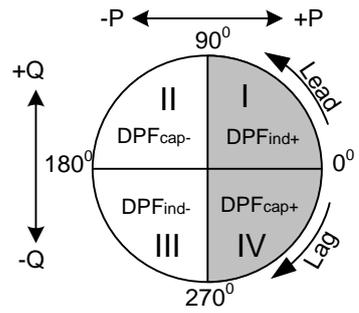
Hinweis zu EN- und IEC-Normen:

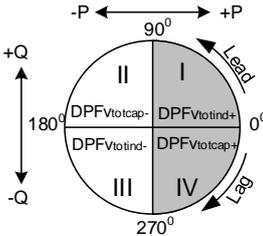
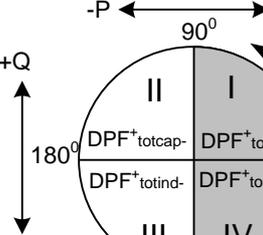
Der Text dieses Handbuchs enthält Verweise auf europäische Normen. Alle Normen der Serie EN 6XXXX (z. B. EN 61010) entsprechen den IEC-Normen mit der gleichen Nummer (z. B. IEC 61010) und unterscheiden sich nur durch die ergänzten Teile, welche durch das europäische Harmonisierungsverfahren notwendig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

1.4 Abkürzungen

In diesem Dokument werden folgenden Symbole und Abkürzungen verwendet:

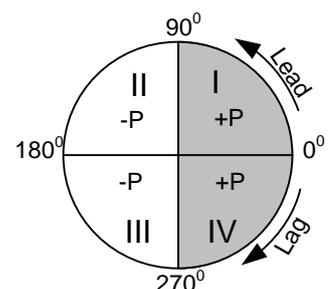
SF_I	Stromscheitelfaktor, einschließlich SF_{Ip} (Stromscheitelfaktor der Phase p) und SF_{IN} (Stromscheitelfaktor des Neutralleiters). Für die Definition siehe 5.1.3.
SF_U	Spannungsscheitelfaktor, einschließlich SF_{Upg} (Spannungsscheitelfaktor, Phase p - Phase g) und SF_{Up} (Spannungsscheitelfaktor, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition siehe 5.1.2.
$\pm VF_{ind/kap}$	Momentaner Phasenverschiebungsfaktor (grundfrequent) oder $\cos \varphi$, einschließlich $\pm VF_{pind}$ (Phasenverschiebung Phase p) Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter.
$VF_{ind/kap}^{\pm}$	Aufgezeichneter Phasenverschiebungsfaktor (grundfrequent) oder $\cos \varphi$, einschließlich $VF_{pind/kap}^{\pm}$ (Phasenverschiebung Phase p) Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen 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.
$\pm VFa_{gesind}$	Momentaner arithmetischer (grundfrequenter) Gesamtverschiebungs-Leistungsfaktor
$\pm VFa_{geskap}$	Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Für die Definition siehe 5.1.6.
VFa_{gesnd}^{\pm}	Aufgezeichneter arithmetischer grundfrequenter Gesamtleistungsfaktor
VFa_{geskap}^{\pm}	Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen 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 5.1.6.



$\pm VF_{gesind}$	Momentaner (grundfrequenter) Gesamtverschiebungs-Leistungsfaktor des Mitsystems (Vektor)
$\pm VF_{geskap}$	Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Für die Definition siehe 5.1.6.
VF_{gesind}^{\pm}	<p>Aufgezeichneter grundfrequenter Vektor-Gesamtleistungsfaktor</p> <p>Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen 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 5.1.6.</p> 
$\pm VF^+_{gesind}$	<p>Momentaner grundfrequenter Leistungsfaktor mit positiver Frequenz</p> <p>Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Für die Definition siehe 5.1.5.</p>
$\pm VF^+_{geskap}$	
$VF^+_{gesind}^{\pm}$	<p>Aufgezeichneter grundfrequenter Gesamtleistungsfaktor mit positiver Frequenz</p> <p>Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen 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> 
$VF^+_{geskap}^{\pm}$	
D_I	Phasenstrom-Verzerrungsleistung, einschließlich von D_{Ip} (Verzerrungsleistung des Stroms der Phase p). Siehe 5.1.5 Abschnitt: Moderne Leistungsmessung
D_{ei}	Wirkstrom-Gesamtverzerrungsleistung. Siehe 5.1.5 Abschnitt: Moderne Leistungsmessung Geltende Norm: IEEE 1459-2010 für Definitionen
D_H	Verzerrungsleistung aus Harmonischen der Phase, einschließlich D_{Hp} (Verzerrungsleistung aus Harmonischen der Phase p). Siehe Abschnitt 5.1.5: Moderne Leistungsmessung Geltende Norm: IEEE 1459-2010 für die Definition.

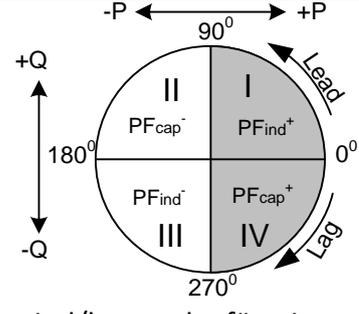
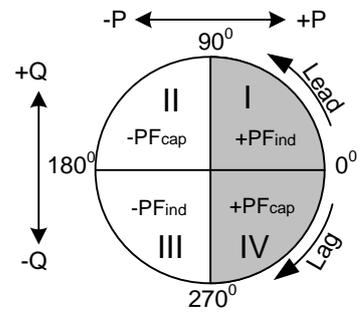
De_H	Gesamte effektive Verzerrungsleistung aus Harmonischen. Siehe 5.1.5 Abschnitt: Messungen der nichtgrundfrequenten Gesamtleistung für die Definition.
Dv	Spannungsverzerrungsleistung der Phase, einschließlich Dv_p (Spannungsverzerrungsleistung der Phase p). Siehe 5.1.5 Abschnitt: Moderne Leistungsmessung Geltende Norm: IEEE 1459-2010 für die Definition.
Dev_{ges}	Gesamte effektive Spannungsverzerrungsleistung. Siehe 5.1.5 Abschnitt: Moderne Leistungsmessung Geltende Norm: IEEE 1459-2010 für die Definition.
Ep^{\pm}	Aufgezeichnete, zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Wirkenergie der Phase, einschließlich $Ep_p^{+/-}$ (Wirkenergie der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen 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 Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.6.
Eq^{\pm}	Aufgezeichnete grundfrequente Blindenergie der Phase, einschließlich $Eq_p^{+/-}$ (Blindenergie der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.6.
Eq_{ges}^{\pm}	Aufgezeichnete, gesamte grundfrequente Blindenergie. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.6.
Eq^{\pm}	Aufgezeichnete grundfrequente Blindenergie der Phase, einschließlich von $Eq_p^{+/-}$ (Blindenergie der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.6.
Eq_{ges}^{\pm}	Aufgezeichnete grundfrequente Gesamtblindenergie. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.6
Eff_{inv}	Effizienz des photovoltaischen Wechselrichters
$f, freq$	Frequenz, einschließlich $freq_{U12}$ (Spannungsfrequenz an U_{12}), $freq_{U1}$ (Spannungsfrequenz an U_1 und $freq_{I1}$ (Stromfrequenz an I_1). Für die Definition siehe 5.1.4.
i^{-}	Gegenstromanteil (%). Für die Definition siehe 5.1.11.
i^0	Nullstromanteil (%). Für die Definition siehe 5.1.11.

I^+	Mitkomponente des Stroms in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.11.
I^-	Gegenkomponente des Stroms in einem Dreiphasensystem. Für die Definition siehe 5.1.11.
I^0	Nullstromkomponenten in einem Dreiphasensystem. Für die Definition siehe 5.1.11.
$I_{Rms(1/2)}$	Über eine Periode gemessener Effektivstrom, beginnend bei einem grundfrequenten Nulldurchgang auf einem zugehörigen Spannungskanal, und nach jedem Halbzyklus erneuert, 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 5.1.8.
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 5.1.8.
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, Neutralleiter). Für die Definition siehe 5.1.8.
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.
I_{rmsinv}	Effektivstrom Photovoltaik-Wechselrichter
I_{acinv}	Wechselstrom Photovoltaik-Wechselrichter
I_{acinv}	Gleichstrom Photovoltaik-Wechselrichter
$\pm P$	Momentane zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Wirkleistung der Phase, einschließlich $\pm P_p$ (Wirkleistung Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.5.

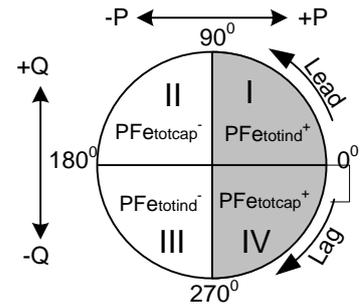


p^\pm	Aufgezeichnete Wirkleistung der Phase (grundfrequente und nicht grundfrequente), einschließlich P_p^\pm (Wirkleistung Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.5.	
$\pm P_{ges}$	Momentane zusammengesetzte Gesamtwirkleistung (grundfrequente und nicht grundfrequente). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.5.	
P_{ges}^\pm	Aufgezeichnete Gesamtwirkleistung (grundfrequente und nicht grundfrequente). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.5.	
$\pm P_{fund}$	Momentane grundfrequente Wirkleistung, einschließlich $\pm P_{fund,p}$ (grundfrequente Wirkleistung der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.5.	
P_{fund}^+	Aufgezeichnete grundfrequente Wirkleistung der Phase, einschließlich $\pm P_{fund,p}$ (grundfrequente Wirkleistung der Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.5.	
$\pm P^+, \pm P_{ges}^+$	Momentane grundfrequente Gesamtwirkleistung des Mitsystems. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.	
$P_{ges}^{+\pm}$	Aufgezeichnete grundfrequente Gesamtwirkleistung des Mitsystems. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.	
$\pm P_H$	Momentane Wirkleistung einer Harmonischen der Phase, einschließlich $\pm P_{fund,p}$ (Wirkleistung einer Harmonischen, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen 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 Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.	

$\pm P_{Hges}$	<p>Momentane Gesamtwirkleistung einer Harmonischen. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.</p>
P_{Hges}^{\pm}	<p>Aufgezeichnete Gesamtwirkleistung der Harmonischen. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition - siehe 5.1.5.</p>
$\pm LF_{ind}$	<p>Momentaner zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Leistungsfaktor der Phase, einschließlich $\pm LF_{p_{ind/kap}}$ (Leistungsfaktor, Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter.</p>
$\pm LF_{kap}$	<p>Hinweis: LF = VF, wenn keine Harmonischen vorhanden sind. Für die Definition - siehe 5.1.5.</p>
LF_{ind}^{\pm}	<p>Aufgezeichneter zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Leistungsfaktor der Phase.</p> <p>Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen 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>
LF_{kap}^{\pm}	<p>Momentaner, arithmetischer, zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor.</p>
$\pm LF_{gesind}$	<p>Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Für die Definition siehe 5.1.6.</p>
$\pm LF_{geskap}$	<p>Aufgezeichneter, arithmetischer, zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor.</p>



Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen 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.



$\pm LFe_{gesind}$

$\pm LFe_{geskap}$

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

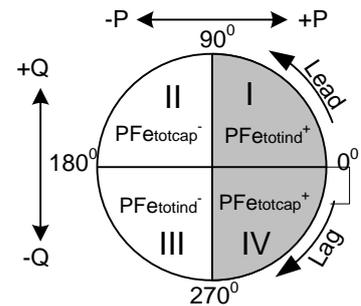
Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Für die Definition siehe 5.1.5.

LFe_{gesind}^{\pm}

LFe_{geskap}^{\pm}

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

Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen 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.



$\pm LFV_{gesind}$

$\pm LFV_{geskap}$

Momentaner zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor (Vektor).

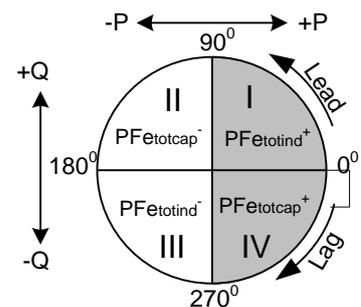
Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Siehe 5.1.6 für die Definition.

LFV_{gesind}^{\pm}

LFV_{geskap}^{\pm}

Aufgezeichneter zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor (Vektor).

Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen 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.

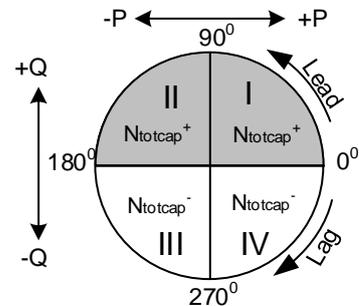


P_{inv+}	Positive Wirkleistung des Photovoltaik-Wechselrichters
P_{inv-}	Negative Wirkleistung des Photovoltaik-Wechselrichters
P_{dcinv+}	Positive Gleichstrom-Wirkleistung des Photovoltaik-Wechselrichters
P_{dcinv-}	Negative Gleichstrom-Wirkleistung des Photovoltaik-Wechselrichters
R.F.	Stromwelligkeit (Ripple Factor) – Verhältnis zwischen RMS AC Komponentenwert und DC Komponente, die bei einem INV-1W- und INV-3W-Anschluss vorliegen
S_{acinv+}	Positive Wechselstrom-Scheinleistung des Photovoltaik-Wechselrichters
S_{acinv-}	Negative Wechselstrom-Scheinleistung des Photovoltaik-Wechselrichters
P_{lt}	Phasen-Langzeitflicker (2 Stunden), einschließlich P_{ltpg} (Phase p zu Phase g Langzeitspannungsflicker) und P_{ltp} (Phase p zu neutralem Langzeitspannungsflicker). Siehe 5.1.10 für die Definition.
P_{st}	Kurzzeitflicker (10 Minuten) einschließlich P_{stpg} (Kurzzeit-Spannungsflicker Phase p bis Phase g) und P_{stp} (Phase p zu Neutralleiter). Siehe 5.1.10 für die Definition.
$P_{st(1min)}$	Kurzzeitflicker (1 Minute) einschließlich $P_{st(1min)pg}$ (Kurzzeit-Spannungsflicker Phase p zu Phase g) und $P_{st(1min)p}$ (Phase p zu Neutralleiter). Siehe 5.1.10 für die Definition.
P_{inst}	Momentaner Flicker einschließlich P_{instpg} (momentaner Spannungsflicker Phase p zu Phase g) und P_{instp} (momentanes Spannungsflicker Phase p zu Neutralleiter). Siehe 5.1.10 für die Definition.
$\pm N$	Momentane zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Phasenblindleistung einschließlich $\pm N_p$ (Phasenblindleistung Phase p). Das Minuszeichen steht für erzeugte und das Pluszeichen für verbrauchte Blindenergie. Siehe 5.1.5 für die Definition.
N_{ind}^{\pm} N_{kap}^{\pm}	<p>Aufgezeichnete zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Phasenblindleistung einschließlich $N_{kap/indp}$ (Phasenblindleistung Phase p). Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Das Minuszeichen steht für erzeugte und das Pluszeichen für verbrauchte grundfrequente Blindenergie. Wie</p>

in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet. Für die Definition siehe 5.1.5.

$\pm N_{ges}$ Momentane zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Gesamtblindleistung (Vektor). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Für die Definition siehe 5.1.5.

N_{gesind}^{\pm}
 N_{geskap}^{\pm} Aufgezeichnete zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Gesamtblindleistung (Vektor). Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Das Minuszeichen steht für erzeugte und das Pluszeichen für verbrauchte grundfrequente Blindenergie. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet. Für die Definition siehe 5.1.5.

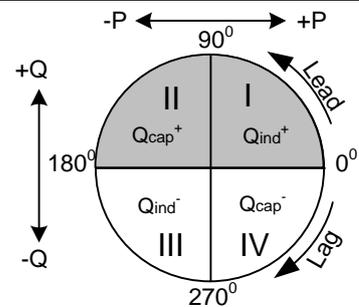


$\pm Na_{ges}$ Momentane zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) arithmetische Gesamtblindleistung. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Blindleistung hin. Für die Definition siehe 6.

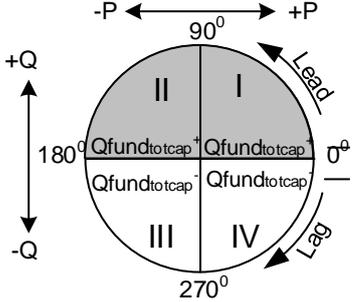
Na_{gesind}^{\pm}
 Na_{geskap}^{\pm} Aufgezeichnete arithmetische zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Gesamtblindleistung. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Leistung hin. Dieser Parameter wird separat für erzeugte und verbrauchte Blindleistung aufgezeichnet. Für die Definition siehe 5.1.5

$\pm Q_{fund}$ Momentane grundfrequente Phasenblindleistung einschließlich $\pm Q_p$ (Phasenblindleistung Phase p). Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen für verbrauchte grundfrequente Blindleistung hin. Für die Definition siehe 5.1.5.

$Q_{fundind}^{\pm}$
 $Q_{fundkap}^{\pm}$ Aufgezeichnete grundfrequente Phasenblindleistung. Der Zusatz *ind/kap* steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Ein Minuszeichen steht für erzeugte und ein Pluszeichen für verbrauchte grundfrequente Blindleistung. Wie in der Abbildung dargestellt, wird dieser Parameter für jeden Quadranten separat aufgezeichnet. Für die Definition siehe 5.1.5.



$\pm Q_{fundges}$ Momentane grundfrequente Gesamtblindleistung (Vektor). Ein Minuszeichen steht für erzeugte und ein Pluszeichen für

	<p>verbrauchte grundfrequente Blindleistung. Für die Definition siehe 5.1.6.</p>
<p>$Q_{\text{fund}_{\text{gesind}}^{\pm}}$ $Q_{\text{fund}_{\text{geskap}}^{\pm}}$</p>	<p>Aufgezeichnete grundfrequente Gesamtblindleistung (Vektor). Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte grundfrequente Blindleistung hin. Dieser Parameter wird separat für jeden Quadranten aufgetragen, wie in der Abbildung gezeigt. Für die Definition siehe 5.1.6.</p> 
$Q_{\text{fund}_{\text{ges}}}$	<p>Momentane grundfrequente arithmetische Gesamtblindleistung. Für die Definition siehe 1.5.6.</p>
$Q_{\text{fund}_{\text{ges}}}$ $Q_{\text{fund}_{\text{ges}}}$	<p>Aufgezeichnete grundfrequente arithmetische Gesamtblindleistung. Für die Definition siehe 5.1.6.</p>
$\pm Q_{\text{geskap}}^{\pm}$ $\pm Q_{\text{gesind}}^{\pm}$	<p>Momentane grundfrequente Gesamtblindleistung des Mitsystems. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Blindleistung hin. Für die Definition siehe 5.1.5.</p>
Q_{gesind}^{\pm} Q_{geskap}^{\pm}	<p>Aufgezeichnete grundfrequente Gesamtblindleistung des Mitsystems. Der Zusatz <i>ind/kap</i> steht für einen induktiven/kapazitiven Charakter. Ein Minuszeichen weist auf erzeugte und ein Pluszeichen auf verbrauchte Blindleistung hin. Dieser Parameter wird separat für jeden Quadranten aufgetragen.</p>
S	<p>Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Phasenscheinleistung einschließlich S_p (Scheinleistung Phase p). Für die Definition siehe 5.1.5.</p>
$S_{\text{a}_{\text{ges}}}$	<p>Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) arithmetische Gesamtscheinleistung. Für die Definition siehe 5.1.6.</p>
$S_{\text{e}_{\text{ges}}}$	<p>Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Gesamt-Effektivscheinleistung. Für die Definition siehe 5.1.5.</p>
$S_{\text{V}_{\text{ges}}}$	<p>Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Gesamtscheinleistung (Vektor). Für die Definition siehe 5.1.6.</p>
S_{fund}	<p>Grundfrequente Phasenscheinleistung, einschließlich S_{fund_p} (grundfrequente Scheinleistung Phase p). Für die Definition siehe 5.1.5.</p>

$S_{fund_{ges}}$	Grundfrequente arithmetische Gesamtscheinleistung. Für die Definition siehe 5.1.6.
$S_{vfund_{ges}}$	Grundfrequente Gesamtscheinleistung (Vektor). Für die Definition siehe 5.1.6.
S^+_{ges}	Grundfrequente Gesamtscheinleistung des Mitsystems. Für die Definition siehe 5.1.5.
$S_{ufund_{ges}}$	Unsymmetrische grundfrequente Scheinleistung. Für die Definition siehe 5.1.5.
S_N	Nicht grundfrequente Phasenscheinleistung, einschließlich S_{Np} (nicht grundfrequente Scheinleistung Phase p). Für die Definition siehe 5.1.5.
S_{en}	Nicht grundfrequente Gesamt-Effektivscheinleistung. Für die Definition siehe 5.1.5.
S_H	Harmonische Phasenscheinleistung, einschließlich S_{Hp} (harmonische Scheinleistung Phase p). Für die Definition siehe 5.1.5.
$S_{eH_{ges}}$	Harmonische Gesamt-Effektivscheinleistung. Für die Definition siehe 5.1.5.
THD_I	Gesamte harmonische Stromverzerrung (in % oder A), einschließlich THD_{Ip} (THD-Strom Phase p) und THD_{IN} (THD-Neutralleiterstrom). Für die Definition siehe 5.1.8.
THD_U	Gesamte harmonische Spannungsverzerrung (in % oder V) einschließlich THD_{Upg} (THD-Spannung Phase p zu Phase g) und THD_{Up} (THD-Spannung Phase p zu Neutralleiter). Für die Definition siehe 5.1.11.
u^-	Gegenspannungskomponente (%). Für die Definition siehe 5.1.11.
u^0	Nullspannungskomponente (%). Für die Definition siehe 5.1.11.
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_{rmsinv}	Effektivspannung Photovoltaik-Wechselrichter
U_{acinv}	Wechselspannung Photovoltaik-Wechselrichte
U_{dcinv}	Gleichspannung Photovoltaik-Wechselrichte
U^+	Mitspannungskomponente in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.11.
U^-	Gegenspannungskomponente in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.11.
U^0	Nullspannungskomponente in einem Dreiphasensystem. Für die Definition - siehe 5.1.11.

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 5.1.8.
U_{hN}	n-te effektive harmonischen Spannungskomponente, einschließlich $U_{pg hN}$ (n-te effektive harmonische Spannungskomponente, Phase p - Phase g) und $U_p hN$ (n-te effektive harmonische Spannungskomponente, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.8.
U_{ihN}	n-te effektive zwischenharmonische Spannungskomponente, einschließlich $U_{pg ihN}$ (n-te effektive zwischenharmonische Spannungskomponente, Phase p - Phase g) und $U_p ihN$ (n-te effektive zwischenharmonische Spannungskomponente, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.8.
$U_{Unterbr}$	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.
$U_{Über}$	Spannungsüberabweichung, Differenz zwischen dem gemessenen Wert und dem Sollwert einer Spannung, nur dann, wenn der Messwert größer ist als der Nennwert. Spannungsüberabweichung, 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 Neutralspannung). Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.12.
U_{Pk}	Spitzenspannung, einschließlich U_{pgPk} (Spannung zwischen Phase p und Phase g) und U_pPk (Spannung zwischen Phase p und Neutralleiter)
$U_{Rms(1/2)}$	Effektivspannung, die jeden Halbzyklus aktualisiert wird, einschließlich $U_{pgRms(1/2)}$ (Halbzyklusspannung, Phase p - Phase g) und $U_pRms(1/2)$ (Halbzyklusspannung, Phase p - Neutralleiter). Für die Definition - siehe 5.1.12.
$U_{Überh}$	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 - Neutralleiter). Die Signalgebung besteht aus einer Häufung von Signalen, oft auf einer nicht harmonischen Frequenz, mit denen Ausrüstungen fernbedient werden. Für weitere Einzelheiten siehe 5.2.6.

U_{Unter}	Spannungsunterabweichung, Differenz zwischen dem gemessenen Wert und dem Sollwert einer Spannung, nur dann, wenn die Spannung niedriger ist als der Nennwert. Spannungsunterabweichung, 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 Neutralspannung). Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.12.
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. Bei Mehrphasen-Systemen ist die ΔU_{max} die größte ΔU_{max} auf einem beliebigen Kanal. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.15.
ΔU_{ss}	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. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.15.

2 Beschreibung

2.1 Frontplatte



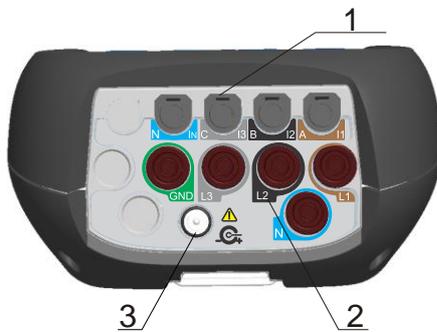
Abbildung 3: Frontplatte

Aufbau der Frontplatte:

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. LCD | Farbiges TFT-Display, 4,3 Zoll, 488 × 272 Pixel |
| 2. F1 – F4 | Funktionstasten |
| 3. PFEIL-Tasten | Bewegen den Cursor und wählen die Parameter aus. |
| 4. ENTER-Taste | Zum Wechseln in das Untermenü |
| 5. ESC-Taste | Beendet einen Vorgang, bestätigt neue Einstellungen. |
| 6. SHORTCUT -Tasten | Schnellzugriff auf die Hauptmerkmale des Geräts. |
| 7. LICHT-Taste
(PIEPTON AUS) | Einstellen der LCD-Hintergrundbeleuchtung hell/dunkel/aus
Durch Drücken der LICHT-Taste länger als 1,5 Sekunden wird der Summer deaktiviert. Für die Aktivierung erneut drücken und halten. |

8. **EIN-AUS-Taste** Schaltet das Gerät ein/aus.
9. **ABDECKUNG** Schutz der Kommunikationsschnittstellen und des MicroSD-Kartensteckplatzes

2.2 Anschlussfeld



⚠ Warnhinweis!

- ⚠ 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!

Abbildung 4: Oberes Anschlussfeld

Aufbau des oberen Anschlussfelds

- 1 Eingangsanschlüsse des Zangenstromwandlers (I_1 , I_2 , I_3 , I_N)
- 2 Eingangsanschlüsse Spannung (L_1 , L_2 , L_3 , N , GND)
- 3 12-V-Anschlussbuchse der externen Stromversorgung

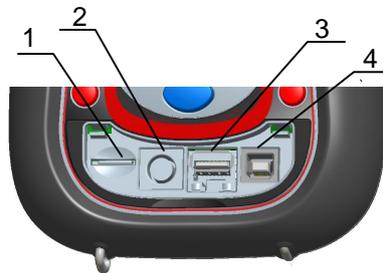


Abbildung 5: Seitliches Anschlussfeld

Aufbau des seitlichen Anschlussfelds

- 1 Steckplatz der MicroSD-Karte
- 2 GPS seriell / Photo – Steckverbinder für den Abtastkopf.
- 3 Ethernet-Anschluss
- 4 USB-Anschluss

2.3 Ansicht der Rückseite

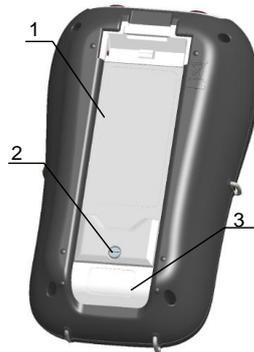


Abbildung 6: Ansicht der Rückseite

Aufbau der Rückseite

1. Abdeckung des Akkufachs
2. Schrauben des Akkufachs (bei Wechsel der Akkuzellen heraus-schrauben)
3. Seriennummernschild

2.4 Zubehör

2.4.1 Standardzubehör

Tabelle 1: Standardzubehör für MI 2893/MI 2892/MI2885

Beschreibung	Stück
Flexible Stromzange 3000 A / 300 A / 30 A (A 1227 / A 1502)	4
Temperaturfühler (A 1354)	1
Farbcodierte Prüfspitze	5
Farbcodierte Krokodilklemme	5
Farbcodierte Spannungsmessleitung	5
USB-Kabel	1
RS232-Kabel	1
Ethernet-Kabel	1
Netzteiladapter 12 V / 3 A	1
Wiederaufladbarer NiMH-Akku, Typ HR 6 (AA)	6
Professionelles wasserdichtes Schutzgehäuse (A 1685) (MI 2893/MI 2892)	1
Weiche Tragetasche (MI 2885)	
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 die Bedienung des Geräts. 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 7: Beschreibung der Symbole auf dem Display und der Tasten

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



Abbildung 8: 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 9: Statusleiste des Geräts

Tabelle 2: Beschreibung der Statusleiste des Geräts

	Zeigt den Ladezustand der Akkus an.
	Zeigt an, dass das Ladegerät an das Gerät angeschlossen ist. Die Akkus werden automatisch geladen, wenn das Ladegerät angeschlossen ist.
	Gerät ist gesperrt (weitere Informationen siehe: 3.24.5).
	AD-Wandler außerhalb des Bereichs. Die gewählte Nennspannung oder der Bereich der Stromzange ist zu klein.
18:07	Aktuelle Uhrzeit
<u>Status des GPS-Moduls (Optionales Zubehör A 1355):</u>	
	GPS-Modul erkannt, dies meldet aber ungültige Zeit- und Positionsdaten. (Satellitensuche läuft oder zu schwaches Satellitensignal).
	GPS-Zeit gültig – gültiges GPS-Zeitsignal vom Satelliten
	Das Gerät fungiert als USB-Host und ist bereit, USB-Speichersticks aufzunehmen.
	Eine der Stromzangen hat eine der Erwartung entgegengesetzte Ausrichtung.
<u>Status der Internetverbindung (für Einzelheiten siehe Abschnitt 4.3):</u>	
	Internetverbindung nicht vorhanden
	Gerät ist mit dem Internet verbunden und kommunikationsbereit.
	Gerät ist mit PowerView verbunden.
<u>Status des Rekorders:</u>	
	Der allgemeine Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser.
	Der allgemeine Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft.
	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser.
	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft.
	Der Transienten-Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser.
	Der Transienten-Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft.

	E-Messrekorder ist aktiv, wartet auf den Auslöser.
	E-Messrekorder ist aktiv, E-Messgenauigkeitsprüfung läuft.
	Alarm erkannt, Aufzeichnung läuft
	Ereignis erkannt, Aufzeichnung läuft
	Einschaltspitze erkannt, Aufzeichnung läuft
	RVC erkannt, Aufzeichnung läuft
	Netzsignal erkannt, Aufzeichnung läuft
	Transiente erkannt, Aufzeichnung läuft
	Abruf der Speicherliste. Der angezeigte Bildschirm wird 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 5.1.17.
	Signalspannung ist bei überwachten Frequenzen auf Leitung vorhanden. Für weitere Erläuterungen siehe 3.13 und 3.23.4.
	Modus für USB-Stick-Kommunikation. In diesem Modus kann der ausgewählte Datensatz von der microSD-Karte auf USB-Stick übertragen werden. USB-Kommunikation mit dem PC ist in diesem Modus deaktiviert. Für Einzelheiten siehe Abschnitt 3.22.

3.2 Gerätetasten

Die Gerätetastatur unterteilt sich in vier Untergruppen:

- Funktionstasten
- Shortcut -Tasten
- Menü/Zoom-Bedientasten: Cursors, Enter, Escape
- Sonstige Tasten: Tasten zum Ein-/Aus-switchen von Beleuchtung und Stromversorgung

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

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

Tabelle 3: 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- / ausschalten Hinweis: Schalten Sie das Gerät nicht aus, wenn ein Rekorder aktiv ist. Hinweis: Im Fehlerfall, halten Sie die Taste 5 Sekunden lang, um das 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)

MI 2893/MI 2892/MI 2885 verwenden 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, und in das Gerät eingesteckt werden, wie in der Abbildung unten gezeigt.

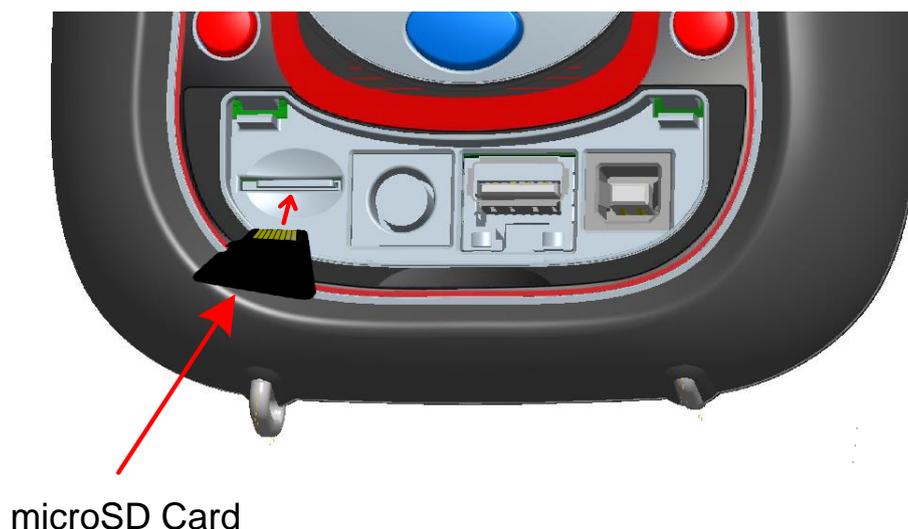


Abbildung 10: Einstecken der MicroSD-Karte

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 zeigen).
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 Betrachtung 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.

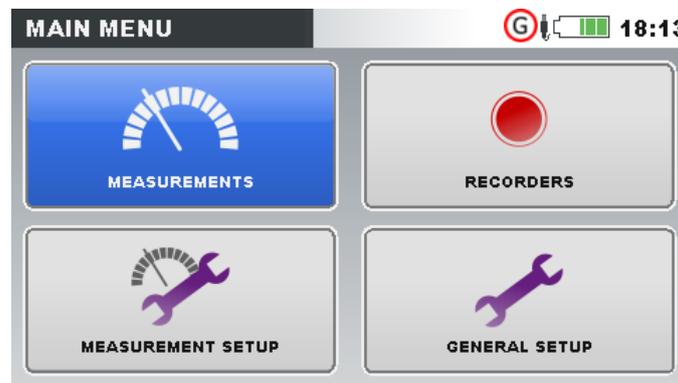
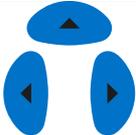


Abbildung 11: „HAUPTMENÜ“

Tabelle 4: 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 5: Tasten im Hauptmenü:

	Wählt 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 - Auswahl von grundlegenden 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.

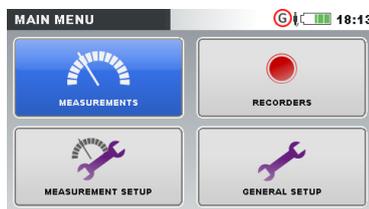


Abbildung 12: Untermenü Messungen.



Abbildung 13: Untermenü Rekorder (MI 2893)

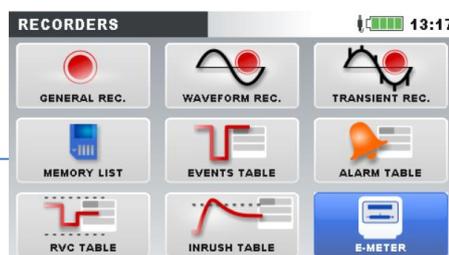


Abbildung 14: Untermenü Rekorder (MI 2892/MI 2885)

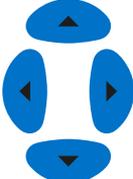


Abbildung 15: Untermenü Messeinrichtung



Abbildung 16: Untermenü Allgemeine Einrichtung

Tabelle 6: 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 betrachtet 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).

U, I, f-METER L1		
	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	

Abbildung 17: Bildschirme mit U, I, f-Phasenmesstabelle (L1, L2, L3, N)

U, I, f-METER				
	L1	L2	L3	N
UL	220.2	225.2	215.2v	9.994v
ThdU	4.54	0.10	0.11%	0.08%
IL	500.0	400.0	300.0A	0.858A
ThdI	0.0	0.068	0.083%	7.755%
f	50.00 Hz			

U, I, f-METER			
	L12	L23	L31
UL	398.4	398.4	398.4v
ThdU	0.17	0.17	0.17%
IL	4.996	3.996	4.578A
ThdI	0.09	0.09	0.08%
f	50.000 Hz		

Abbildung 18: Bildschirme mit zusammenfassender U, I, f-Messtabelle

Auf diesen Bildschirmen werden die mitlaufenden Messungen von Spannung und Strom angezeigt. Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die in diesem Menü verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 7: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

RMS	
UL	Echter Effektivwert U_{Rms} und I_{Rms}
IL	
THD	Gesamte harmonische Verzerrung THD_U und THD_I

ThdU	
Thdl	
SF	Scheitelfaktor SF_U und SF_I
PEAK	Spitzenwert U_{Pk} und I_{Pk}
MAX	Maximale Spannung $U_{Rms(1/2)}$ und maximaler Strom $I_{Rms(1/2)}$, gemessen nach einem RESET (Taste: F2)
MIN	Minimale Spannung $U_{Rms(1/2)}$ und minimaler Strom $I_{Rms(1/2)}$, 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 8: Tasten auf den Messbildschirmen

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest. Die festgehaltene Uhrzeit wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.
	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 an.
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Messungen für die Phase L2 an.
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Messungen für die Phase L3 an.
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Messungen für den Neutralleiter an.
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Messungen für alle Phasen an.
	1 2 3 N Δ	Zeigt die Messungen für alle Leiterspannungen an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Messungen für die Leiterspannung L12 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Messungen für die Leiterspannung L23 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Messungen für die Leiterspannung L31 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Messungen für alle Leiterspannungen an.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	OSZILL.	Wechselt zur Ansicht OSZILLOSKOP.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.
		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.5.2 Oszilloskop

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

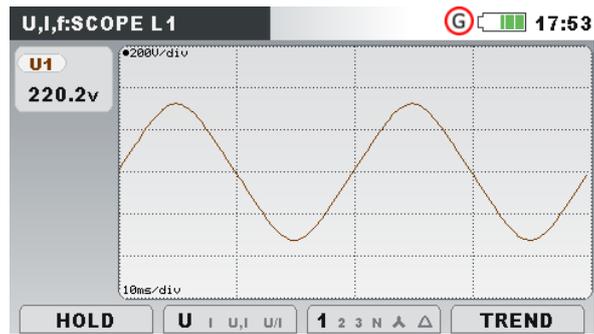


Abbildung 19: Nur Wellenform der Spannung

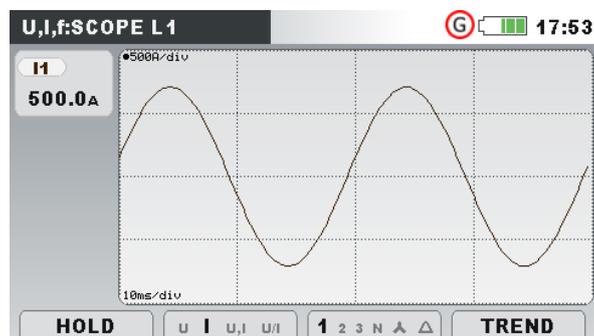


Abbildung 20: Nur Wellenform des Stroms

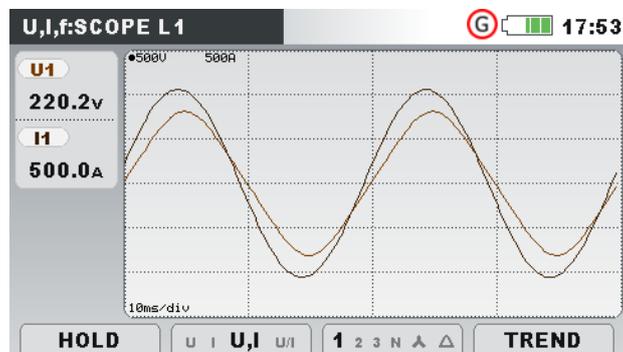


Abbildung 21: Spannungs- und Stromwellenform (Einzel-Modus)

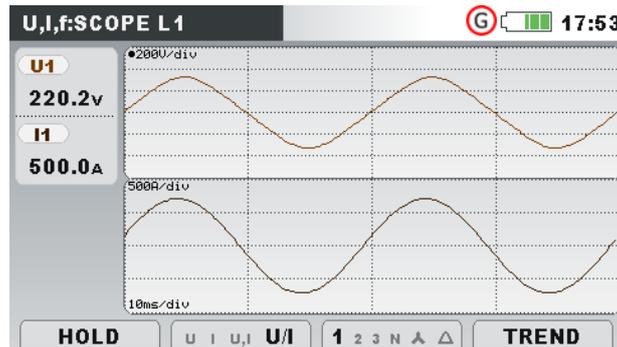


Abbildung 22: Spannungs- und Stromwellenform (Dual-Modus)

Tabelle 9: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

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

Tabelle 10: Tasten auf den Oszilloskop-Bildschirmen

F1	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest.
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.
F2	U U, I U/I	Wählt aus, welche Wellenformen angezeigt werden sollen: Zeigt die Wellenform der Spannung.
	U U, I U/I	Zeigt die Wellenform des Stroms.
	U U, I U/I	Zeigt Spannungs- und Stromwellenform (ein Diagramm).
	U U, I U/I	Zeigt Spannungs- und Stromwellenform (zwei Diagramme).
F3	1 2 3 N ^ Δ	Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, Alle-Phasen- und Leiter-Ansicht aus: Zeigt die Wellenformen für die Phase L1 an.
	1 2 3 N ^ Δ	Zeigt die Wellenformen für die Phase L2 an.
	1 2 3 N ^ Δ	Zeigt die Wellenformen für die Phase L3 an.
	1 2 3 N ^ Δ	Zeigt die Wellenformen für den Neutralleiter an.
	1 2 3 N ^ Δ	Zeigt die Wellenformen für alle Phasen an.
	1 2 3 N ^ Δ	Zeigt alle Phase-Phase-Wellenformen an.

	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Phase L12 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Phase L23 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Phase L31 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für alle Phasen an.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	OSZILL.	Wechselt zur Ansicht OSZILLOSKOP.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Wählt aus, in welche Wellenform gezoomt werden soll (nur in U/I oder U+I).
		Stellt den vertikalen Zoom ein.
		Stellt den horizontalen Zoom ein.
		Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.
		Keht 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).

3.5.4 Strom- und Spannungstrends

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

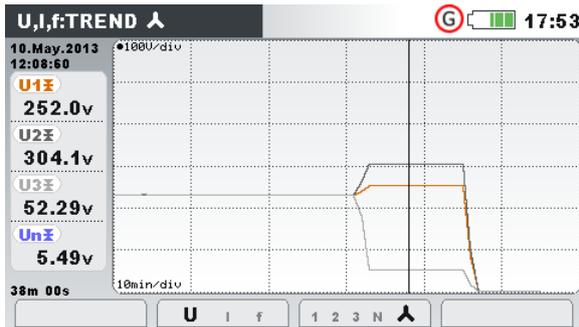


Abbildung 23: Spannungstrend (alle Spannungen)

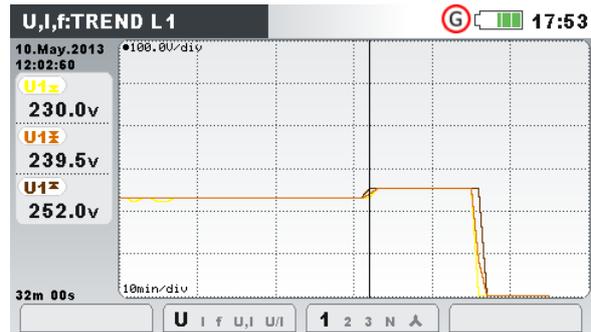


Abbildung 24: Spannungstrend (einzelne Spannung)

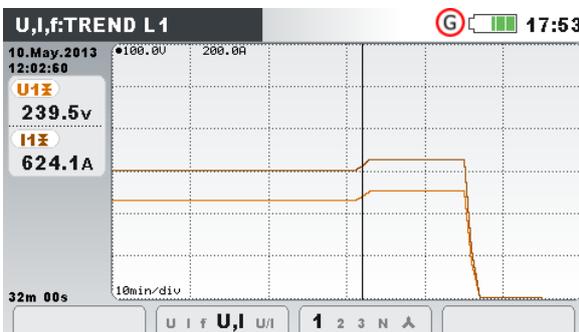


Abbildung 25: Spannungs- und Stromtrend (Einfach-Modus)

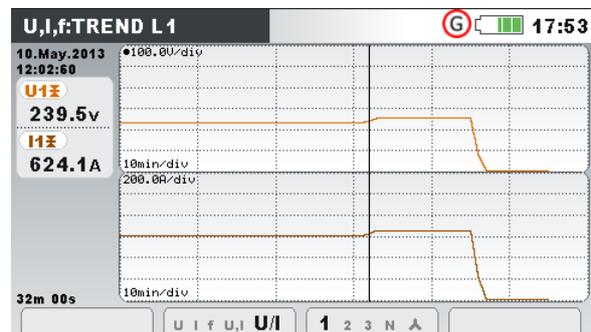


Abbildung 26: Spannungs- und Stromtrend (Dual-Modus)

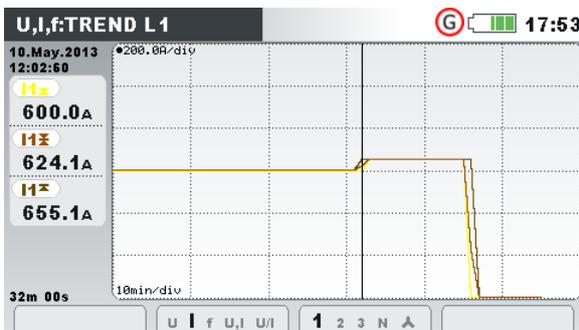


Abbildung 27: Trends aller Ströme

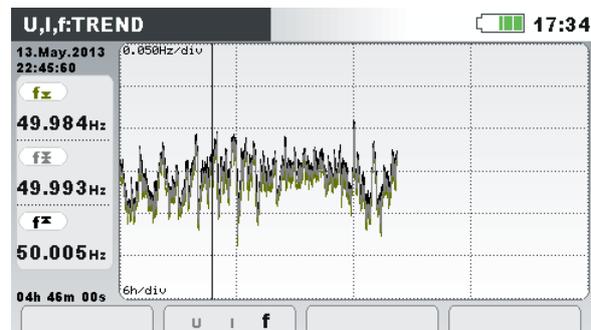


Abbildung 28: Frequenztrend

Tabelle 11: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

U1, U2, U3, Un, U12, U23, U31	Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der Phaseneffektivspannung U_1 , U_2 , U_3 , U_N oder der Leiterspannung U_{12} , U_{23} , U_{31} für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde
I1, I2, I3, In	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.20130 2:02:00	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 12: Tasten auf den Trend-Bildschirmen

		Wählt zwischen folgenden Optionen aus:
F2	U I U, I U/ I	Zeigt den Spannungstrend an.
	U I f U, I U/ I	Zeigt den Stromtrend an.
	U I f U, I U/ I	Zeigt den Frequenztrend an.
	U I f U, I U/ I	Zeigt den Spannungs- und Stromtrend an (Einfach-Modus).
	U I f U, I U/ I	Zeigt den Spannungs- und Stromtrend an (Dual-Modus).
F3		Wählt zwischen Phasen-, Neutralkanal- und Alle-Phasen-Ansicht aus:
	1 2 3 N ^	Zeigt den Trend für die Phase L1 an.
	1 2 3 N ^	Zeigt den Trend für die Phase L2 an.
	1 2 3 N ^	Zeigt den Trend für die Phase L3 an.
	1 2 3 N ^	Zeigt den Trend für den Neutralleiter an.
	1 2 3 N ^	Zeigt den Trend für alle Phasen an.
	12 23 31 Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L12 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L23 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L31 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt alle Phase-Phase-Trends an.
F4	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	OSZILL.	Wechselt zur Ansicht OSZILLOSKOP.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND.
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Beobachtung aus.
		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.

Hinweis: MI 2893/MI 2885 speichern immer Daten gemäß IEEE 1459 und die Datendarstellung könnte auch unter PowerView ausgewählt werden.

3.6.1 Messgerät

Beim Öffnen der Option LEISTUNG im Untermenü Messungen wird der tabellarische Bildschirm LEISTUNG (MESSGERÄT) angezeigt (siehe Abbildung unten). Welche Messung auf der Anzeige erscheint, hängt von den folgenden Einstellungen ab:

- Leistungsmessverfahren: Modern (IEEE 1459), Klassisch (Vektor) oder Klassisch (Arithmetik), siehe Abschnitt 3.21.6
- Verbindungsart: 1W, 2W, 3W ...
- Ausgewählte Ansicht: zusammengesetzt, grundfrequent oder nicht grundfrequent

	L1	L2	L3	TOT.
P	99.58	149.4	199.1	448.1 MW
N	61.87	86.17	114.8	262.9 Mvar
S	117.2	172.5	229.9	537.6 MVA
PF	0.85i	0.87i	0.87i	0.83i

POWER: A 09:30

Combined Modern (IEEE 1459)

HOLD VIEW 1 2 3 A T

Abbildung 29: Zusammenfassung der Leistungsmessungen (zusammengesetzt)

	L1	L2	L3	TOT.
Sn	0.256	0.257	0.261	53.65 kVA
Di	0.172	0.173	0.175	36.76 kvar
Dv	0.190	0.190	0.193	39.07 kvar
PH	0.408	0.407	0.427	1.241 kW

Abbildung 30: Zusammenfassung der Leistungsmessungen (grundfrequent)

	L1	L2	L3	TOT.
P	99.36	149.1	198.7	447.2 MW
Q	57.34	86.01	114.6	257.9 Mvar
S	114.7	172.2	229.4	516.3 MVA
DPF	0.87i	0.87i	0.87i	0.87i

Abbildung 31: Zusammenfassung der Leistungsmessungen (nicht 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 32: 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 33: 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 13: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm (für weitere Informationen - siehe 5.1.5) – Momentanwerte

P	Abhängig von der Bildschirmposition: 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-Gesamt-Blindleistung ($\pm N_1, \pm N_2, \pm N_3, \pm N_{ges}$)
Na	Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) arithmetische Gesamt-Blindleistung ($\pm Na_{ges}$)
Q	Grundfrequente Phasen-Blindleistung ($\pm Q_{fund1}, \pm Q_{fund2}, \pm Q_{fund3}, \pm Q_{fund3}$)
Qa	Grundfrequente arithmetische Gesamt-Blindleistung ($\pm Qa_{fund_{ges}}$)
Qv	Grundfrequente Vektor-Gesamt-Blindleistung ($\pm Qv_{fund_{ges}}$)
S	Abhängig von der Bildschirmposition: In der Spalte Zusammengesetzt : Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Phasen-Scheinleistung (S_1, S_2, S_3)
	In der Spalte Grundfrequent : Grundfrequente Phasen-Scheinleistung ($S_{fund1}, S_{fund2}, S_{fund3}$)
Sa	Abhängig von der Bildschirmposition: In der Spalte Zusammengesetzt : Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) arithmetische Gesamt-Scheinleistung (Sa_{ges})
	In der Spalte Grundfrequent : Grundfrequente arithmetische Gesamt-Scheinleistung ($Sa_{fund_{ges}}$)
Sv	Abhängig von der Bildschirmposition: In der Spalte Zusammengesetzt : Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente) Vektor Gesamt-Scheinleistung (Sv_{ges})
	In der Spalte Grundfrequent : Grundfrequente Vektor-Gesamt-Scheinleistung ($Sv_{fund_{ges}}$)
P+	Grundfrequente Gesamtwirkleistung des Mitsystems ($\pm P^+_{ges}$)

Q+	Grundfrequente Gesamtblindleistung des Mitsystems($\pm Q^+_{ges}$)
S+	Grundfrequente Gesamtscheinleistung des Mitsystems ($\pm S^+_{ges}$)
LF+	Leistungsfaktor des Mitsystems (grundfrequent, Gesamt)
Se	Zusammengesetzte (grundfrequente und nicht grundfrequente), effektive Gesamtscheinleistung (Se_{ges}).
S_N	Nicht grundfrequente Phasenscheinleistung (S_{N1}, S_{N2}, S_{N3})
Se_N	Effektive nicht grundfrequente Gesamtscheinleistung (Se_N_{ges})
DI	Stromverzerrungsleistung der Phase (DI_1, DI_2, DI_3)
DeI	Gesamte effektive Stromverzerrungsleistung (DeI_{ges})
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 ($\pm LF_1, \pm LF_2, \pm LF_3$)
LFa	Arithmetischer, zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor ($\pm LFa$)
LFv	Effektiver, zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Gesamtleistungsfaktor ($\pm LFv$)
VF	Zusammengesetzter (grundfrequenter und nicht grundfrequenter) Vektor-Gesamtleistungsfaktor ($\pm VFv$)
VF	Grundfrequenter Phasen-Leistungsfaktor ($\pm VF_1, \pm VF_2, \pm VF_3,$) und Gesamtleistungsfaktors des Mitsystems ($\pm VF^+$)
VFa	Grundfrequenter, arithmetischer Gesamtleistungsfaktor ($\pm VFa$)
VFv	Grundfrequenter, Vektor-Gesamtleistungsfaktor ($\pm VFv$)
Harmonische Verunreinigung	Harmonische Verunreinigung gema Norm IEEE 1459
Lastunsymmetrie	Lastunsymmetrie gema Norm IEEE 1459

Tabelle 14: Tasten auf den Leistungs-(MESSGERÄT)-Bildschirmen

F1	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest. Die festgehaltene Uhrzeit wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.
F2	ANSICHT	Schaltet zwischen den Ansichten Zusammengesetzt, Grundfrequent und Nicht Grundfrequent. um
F3	1 2 3 ^ T	Zeigt die Messungen für die Phase L1 an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Messungen für die Phase L2 an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Messungen für die Phase L3 an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt einen kurzen Überblick über die Messungen an allen Phasen auf einem einzigen Bildschirm an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Messergebnisse der GESAMT-Leistungsmessungen an.
F4	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC		Keht 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 34: Bildschirm Leistungstrend

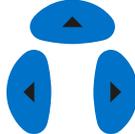
Tabelle 15: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

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±	<p>Ansicht: Grundfrequente Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der verbrauchten ($Pfund_1^+$, $Pfund_2^+$, $Pfund_3^+$, P_{ges}^+) oder erzeugten ($Pfund_1^-$, $Pfund_2^-$, $Pfund_3^-$, P_{ges}^-) grundfrequenten Wirkleistung für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.</p>
Ni1±, Ni2±, Ni3±, Nit±	<p>Ansicht: Zusammengesetzte Leistung</p> <p>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.</p>
Nc1±, Nc2±, Nc3±, Nct±	<p>Ansicht: Zusammengesetzte Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der Verbrauchten (N_{1kap}^+, N_{2kap}^+, 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.</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, $S_{e_{ges}}$) 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 ($Sfund_1$, $Sfund_2$, $Sfund_3$, 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_{gesind}^+) 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±	<p>Ansicht: Grundfrequente Leistung</p> <p>Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert des induktiven Verschiebungsfaktors (1. Quadrant: VF_{1ind}^+, VF_{2ind}^+, VF_{3ind}^+,</p>

VF+it±	VF _{GESind} ⁺ , und 3. Quadrant: VF _{1ind} ⁻ , VF _{2ind} ⁻ , VF _{3ind} ⁻ VF _{gesind} ⁻) für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.
VFc1±, VFc2±, VFc3± VF+ct±	Ansicht: Grundfrequente Leistung 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.
Sn1, Sn2, Sn3, Sen	Ansicht: Nicht-Grundfrequente Leistung Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der 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±, Ph±	Ansicht: Nicht-Grundfrequente Leistung Maximaler (⚡), durchschnittlicher (⚡) und minimaler (⚡) Wert der verbrauchten (PH ₁ ⁺ , PH ₂ ⁺ , PH ₃ ⁺ , PH _{ges} ⁺) oder der erzeugten (PH ₁ ⁻ , PH ₂ ⁻ , PH ₃ ⁻ , PH _{ges} ⁻) Wirkleistung der Harmonischen für das Zeitintervall (IP), das mit dem Cursor ausgewählt wurde.

Tabelle 16: Tasten auf den Leistungs-(TREND)-Bildschirmen

	ANSICHT	<p>Wählt aus, welche Messung das Gerät im Diagramm darstellen soll:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbr. oder Erzeugt Messungen hinsichtlich verbrauchter (Zusatz: +) oder erzeugter (Zusatz: -) Leistung • Zusammengesetzt, Grundfrequent oder Nicht grundfrequent Messung hinsichtlich der grundfrequenten, nicht grundfrequenten oder zusammengesetzten Leistung.
Tasten im Fenster ANSICHT:		
		Wählt die Option aus.

		
		Bestätigt die gewählte Option.
		Verlässt das Auswahlfenster ohne Änderung.
		Wenn Zusammengesetzte Leistung ausgewählt wurde:
		Zeigt den Trend der zusammengesetzten Wirkleistung an.
		Zeigt den Trend der zusammengesetzten induktiven Blindleistung an.
		Zeigt den Trend der zusammengesetzten kapazitiven Blindleistung an.
		Zeigt den Trend der zusammengesetzten Scheinleistung an.
		Zeigt den Trend des induktiven Leistungsfaktors an.
		Zeigt den Trend des kapazitiven Leistungsfaktors an.
		Wenn Grundfrequente Leistung ausgewählt wurde:
		Zeigt den Trend der grundfrequenten Wirkleistung an.
		Zeigt den Trend der induktiven, grundfrequenten Blindleistung an.
		Zeigt den Trend der kapazitiven, grundfrequenten Blindleistung an.
		Zeigt den Trend der grundfrequenten Scheinleistung an.
		Zeigt den Trend des induktiven Verschiebungsfaktors an.
		Zeigt den Trend des kapazitiven Verschiebungsfaktors an.
		Wenn Nicht grundfrequente Leistung ausgewählt wurde:
		Zeigt den Trend der nicht grundfrequenten Scheinleistung an.
		Zeigt die nicht grundfrequente Stromverzerrungsleistung an.
		Zeigt die nicht grundfrequente Spannungsverzerrungsleistung an.
		Zeigt die nicht grundfrequente Wirkleistung an.
		Wählt zwischen Phasen-, Alle-Phasen- und Gesamtleistungs-Ansicht aus:
		Zeigt die Leistungsparameter für die Phase L1 an.
		Zeigt die Leistungsparameter für die Phase L2 an.
		Zeigt die Leistungsparameter für die Phase L3 an.
		Zeigt die Leistungsparameter für die Phasen L1, L2 und L3 in derselben Grafik an.
		Zeigt die Gesamtleistungsparameter an.
		Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.



TREND

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



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



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 Messbildschirme sind in den Abbildungen unten dargestellt.



Abbildung 35: Bildschirm mit den Energiezählern (Der allgemeine Rekorder läuft)





Abbildung 36: Bildschirm mit den Energiezählern (Der allgemeine Rekorder läuft nicht)

Tabelle 17: 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	Gelaufene Rekorder-Zeit

Tabelle 18: Tasten auf den Energie-(MESSGERÄT)-Bildschirmen

F1	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest.
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.
F2	GES LAST AKT	Zeigt die Energieregister für die gesamte Aufzeichnung an.
	GES LAST AKT	Zeigt die Energieregister für das letzte Intervall an.
	GES LAST AKT	Zeigt die Energieregister für das aktuelle Intervall an.
F3	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieparameter für die Phase L1 an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieparameter für die Phase L2 an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieparameter für die Phase L3 an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energie aller Phasen an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Gesamt-Energieparameter an.
F4	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND.
	EFF	Wechselt zur Ansicht EFFIZIENZ.
	RESET	Setzt die Energiezähler zurück.
		Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.

ESC

Keht 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.

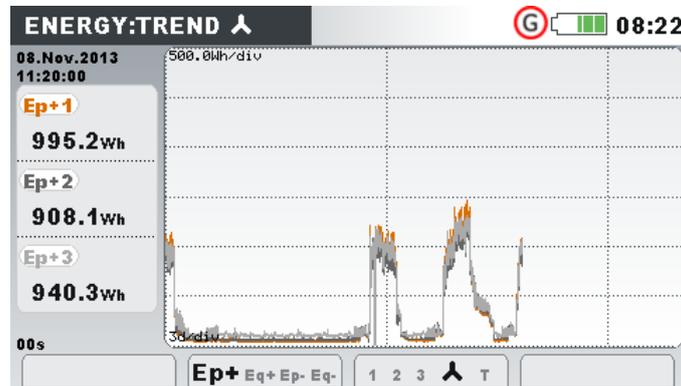


Abbildung 37: Bildschirm Energietrend

Tabelle 19: 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	Gelaufene Rekorder-Zeit

Tabelle 20: 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 an.
	Ep+ Eq+ Ep- Eq-	Zeigt die verbrauchte Blindenergie für das Zeitintervall (IP) an, das mit dem Cursor ausgewählt wurde an.
	Ep+ Eq+ Ep- Eq-	Zeigt die erzeugte Wirkenergie für das Zeitintervall (IP) an, das mit dem Cursor ausgewählt wurde an.
	Ep+ Eq+ Ep- Eq-	Zeigt die erzeugte Blindenergie für das Zeitintervall (IP) an, das mit dem Cursor ausgewählt wurde an.
F3	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L1 an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L2 an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L3 an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für alle Phasen an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für alle Phasen an.

MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
F4	TREND Wechselt zur Ansicht TREND.
EFF	Wechselt zur Ansicht EFFIZIENZ.
ESC	Keht zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.7.3 Effizienz

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

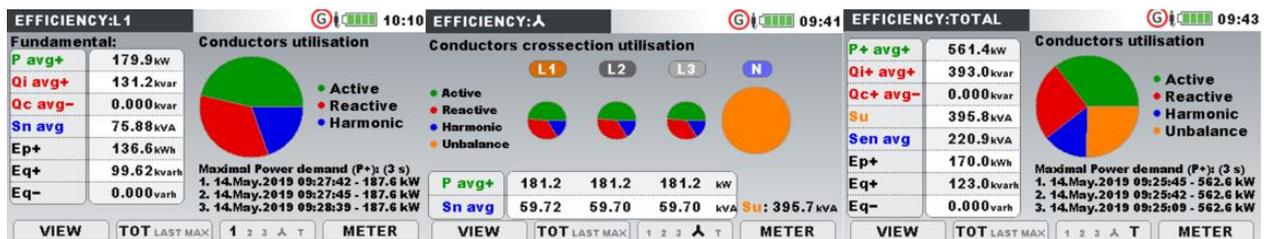
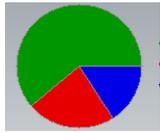


Abbildung 38: Bildschirm Energieeffizienz

Tabelle 21: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

P avg+	Erzeugte grundfrequente Phasen Wirkleistung ($P_{fund_1^+}$, $P_{fund_2^+}$, $P_{fund_3^+}$)
P+ avg+	Mitkomponente der gesamten grundfrequenten verbrauchten Wirkleistung
P avg-	(P_{ges}^+)
P+ avg-	Erzeugte grundfrequente Phasen-Wirkleistung ($P_{fund_1^+}$, $P_{fund_2^+}$, $P_{fund_3^+}$) 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 an. • LAST – zeigt durchschnittliche Wirkleistung im letzten Intervall an. • MAX – zeigt durchschnittliche Wirkleistung im Intervall mit E_p maximal an.
Qi avg+	Verbrauchte grundfrequente induktive Phasen-Blindleistung ($Q_{fund_{ind1}^+}$, $Q_{fund_{ind2}^+}$, $Q_{fund_{ind3}^+}$)
Qi+ avg+	Mitkomponente der gesamten grundfrequenten induktiven verbrauchten
Qi avg-	Blindleistung (Q_{ges}^+)
Qi+ avg-	Verbrauchte grundfrequente induktive Phasen Blindleistung ($Q_{fund_{ind1}^+}$, $Q_{fund_{ind2}^+}$, $Q_{fund_{ind3}^+}$) Mitkomponente der gesamten grundfrequenten induktiven verbrauchten 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 an. • LAST – zeigt den Gesamtdurchschnitt der grundfrequenten induktiven Blindleistung im letzten Intervall

	<ul style="list-style-type: none"> • MAX – zeigt den Gesamtdurchschnitt der grundfrequenten induktiven Blindleistung im Intervall mit E_p maximal an.
Qc avg+ Qc+ avg+	<p>Verbrauchte grundfrequente induktive Phasen-Blindleistung ($Qfund_{kap1}^+$, $Qfund_{kap2}^+$, $Qfund_{kap3}^+$) Mitkomponente der gesamten grundfrequente induktiven verbrauchten Blindleistung (Q_{ges}^+)</p>
Qc avg- Qc+ avg-	<p>Verbrauchte grundfrequente induktive Phasen Blindleistung ($Qfund_{kap1}^+$, $Qfund_{kap2}^+$, $Qfund_{kap3}^+$) Mitkomponente der gesamten grundfrequente induktiven verbrauchten Blindleistung (Q_{ges}^+) 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 an. • LAST – zeigt den Gesamtdurchschnitt der grundfrequenten kapazitiven Blindleistung im letzten Intervall an. • MAX – zeigt den Gesamtdurchschnitt der grundfrequenten induktiven Blindleistung im Intervall mit E_p maximal an.
Sn avg Sen avg	<p>Phase nicht grundfrequente Leistung (SN_1, SN_2, SN_3) 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 an. • LAST – zeigt den Gesamtdurchschnitt der nicht grundfrequenten Blindleistung im letzten Intervall an. • MAX – zeigt den Gesamtdurchschnitt der nicht grundfrequenten Blindleistung im Intervall mit E_p maximal an.
Su	Grundfrequente unsymmetrische Leistung nach IEEE 1459-2010
Ep+ Ep-	<p>Verbrauchte Phasen- (Ep_1^+, Ep_2^+, Ep_3^+) oder Gesamt- (Ep_{ges}^+) Wirkenergie Erzeugte Phasen- (Ep_1^-, Ep_2^-, Ep_3^-) oder Gesamt- (Ep_{ges}^-) Wirkenergie 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 an. • LAST – zeigt die akkumulierte Energie im letzten Intervall an. • MAX – zeigt die maximal akkumulierte Energie in jedem Intervall an.
Eq+ Eq-	<p>Verbrauchte (+) Phasen (Eq_1^+, Eq_2^+, Eq_3^+) oder Gesamt- (Eq_{ges}^+) grundfrequente Blindenergie Erzeugte (-) Phasen(Eq_1^-, Eq_2^-, Eq_3^-)- oder gesamte (Eq_{ges}^-) grundfrequente Blindenergie 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 an. • LAST – zeigt die akkumulierte Energie im letzten Intervall an. • MAX - zeigt die akkumulierte Blindenergie im Intervall mit E_p maximal an.
Leitungsau- slastung	Zeigt die Auslastung des Leiterquerschnitts für das gewählte Zeitintervall (GES / LAST / MAX):



- GRÜN - stellt den Teil des Leiterquerschnitt (Draht) dar, der für die Übertragung der Wirkenergie (E_p) benutzt wird.
- ROT - stellt den Teil des Leiterquerschnittes (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 zu den einzelnen Phasen dar.

Datum	Endzeit des gezeigten Intervalls
Max. Leistungsbedarf	Zeigt drei Intervalle, in denen die gemessene Wirkleistung maximal war. Je nach gewähltem Kanal (Taste: F3), und ANSICHT (Taste: F1) wird die verbrauchte Phasen- und die gesamte grundfrequente Wirkleistung (P_{fund1}^+ , P_{fund2}^+ , P_{fund3}^+ , P_{ges}^+) oder die erzeugte Phasen- und die gesamte grundfrequente Wirkleistung angezeigt (P_{fund1}^- , P_{fund2}^- , P_{fund3}^- , P_{ges}^-).

Tabelle 22: Tasten auf den Energie-(TREND)-Bildschirmen

F1	ANSICHT	Schaltet zwischen Verbraucher (+) und Erzeugter (-) Energie-Ansicht hin und her.
	GES LAST MAX	Zeigt Parameter für die komplette Aufzeichnungsdauer an.
F2	GES LAST MAX	Zeigt die Parameter für letzte (komplette) aufgezeichnet Intervall an.
	GES LAST MAX	Zeigt die Parameter für das Intervall, mit der maximalen Wirkenergie an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L1 an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L2 an.
F3	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für die Phase L3 an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für alle Phasen an.
	1 2 3 ^ T	Zeigt die Energieaufzeichnungen für alle Phasen an.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
F4	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND.
	EFF	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 solch einer Frequenz heißt Zwischenharmonische. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.8.

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:							INTERHARM.:						
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 39: (MESSGERÄT)-Bildschirme mit den Harmonischen und Zwischenharmonischen

Für die Darstellung der Phasenharmonischen werden auch die Leistungsharmonischen dargestellt, für jede Phase separat:

HARMONICS: L1			
	U1	I1	P1
RMS	229.9 v	200.0 A	44.43 kW
THD	0.22 v	0.229 A	0.095 kW
k		1.0	
DC	0.2907 v	0.063 A	0.000 kW
h 1	229.687 v	199.8 A	44.33 kW
h 2	0.0000 v	0.0 A	0.000 kW

Abbildung 40: Darstellung der Phasenharmonischen (U,I,P)

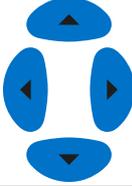
Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die auf den MESSGERÄT-Bildschirmen verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 23: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

RMS	Spannungs- / Stromeffektivwert
THD	Gesamte harmonische Spannungs-/Stromverzerrung THDU und THDI in % von grundfrequenter/m Spannung/Strom oder als Effektivwert in V, A
K	k-Faktor (ohne Einheit) zeigen den Betrag von Oberschwingungen, die die Verbraucher erzeugen
DC	DC-Anteil von Spannung und Strom in % von grundfrequenter/m Spannung/Strom oder als Effektivwert in V, A

h1 ... h50	Spannungs- (Uhn) oder Stromanteil (Ihn) der n-ten Harmonischen in % von grundfrequenter/m Spannung/Strom oder als Effektivwert in V, A.
ih0 ... ih50	Spannungs- (Uihn) oder Stromanteil (Iihn) der n-ten Zwischenharmonischen in % von grundfrequenter/m Spannung/Strom oder als Effektivwert in V, A.

Tabelle 24: Tasten auf den (MESSGERÄT)-Bildschirmen der Harmonischen / Zwischenharmonischen

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest. Die festgehaltene Uhrzeit wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.
	ANSICHT	<p>Schaltet zwischen den Ansichten der Harmonischen und Zwischenharmonischen um.</p> <p>Wechselt zwischen den Einheiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effektivwert (Volt, Ampere) • % der grundfrequenten Harmonischen
		<p>Tasten im Fenster ANSICHT:</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  <div style="margin-left: 20px;">Wählt die Option.</div> </div> <hr/> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  <div style="margin-left: 20px;">Bestätigt die gewählte Option</div> </div> <hr/> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;">Verlässt das Auswahlfenster ohne Änderung.</div> </div>
	1 2 3 N ^	Wählt zwischen den Ansichten für Einzelphasen-, Neutralleiter-, Alle-Phasen- und Netz-Harmonischen und Zwischen-Harmonischen aus.
	1 2 3 N ^	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L1 an.
	1 2 3 N ^	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L2 an.
	1 2 3 N ^	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L3 an.
	1 2 3 N ^	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für den Neutralkanal an.
	1 2 3 N ^	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen Komponenten für alle Phasen auf dem Einzel-Bildschirm an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen Komponenten für die Phase L12 an.
12 23 31 Δ	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L23 an.	

12 23 31 Δ	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonische-Anteile für die Phase L31 an.
12 23 31 Δ	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen Komponenten für Phase – Phase an.
MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
BALKEN	Wechselt zur Ansicht BALKEN.
F4 DURCHSCHNITT	Wechselt zur Ansicht DURCHSCHNITT (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
	Schaltet zwischen den Anteilen der Harmonischen / Zwischenharmonischen um.
	Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC	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.

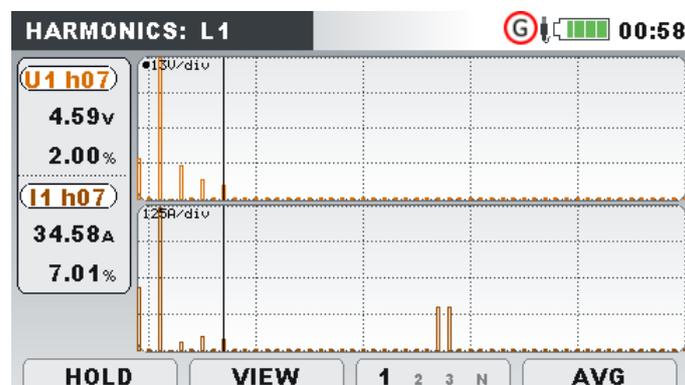


Abbildung 41: Bildschirm mit Histogrammen der Harmonischen

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

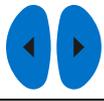
Tabelle 25: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Ux h01 ... h50	Anteil der Spannungsharmonischen/-zwischenharmonischen in V_{RMS} und in % der grundfrequenten Spannung
Ix h01 ... h50	Anteil der Stromharmonischen/-zwischenharmonischen in A_{RMS} 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 26: Tasten auf den (BALKEN)-Bildschirmen für die Harmonischen / Zwischenharmonischen

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest.	
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.	
Schaltet zwischen den Ansichten der Harmonischen und Zwischenharmonischen um.			
	ANSICHT	Tasten im Fenster ANSICHT:	
		 	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 an.	
	1 2 3 N	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L2 an.	
	1 2 3 N	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L3 an.	
	1 2 3 N	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für den Neutralkanal an.	
	12 23 31	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L12 an.	
	12 23 31	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phasen L23 an.	
	12 23 31	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phasen L31 an.	
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.	
	BALKEN	Wechselt zur Ansicht BALKEN.	
	DURCHSCHNITT	Wechselt zur Ansicht DURCHSCHNITT (nur während der Aufzeichnung verfügbar).	

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 Balkens der Harmonischen / Zwischenharmonischen.
	Schaltet den Cursor zwischen Spannungs- und Stromhistogramm hin und her.
	Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.
	Keht 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 der mittleren Spannungs- und Stromharmonischen angezeigt (ab Beginn der Aufzeichnung bis 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.

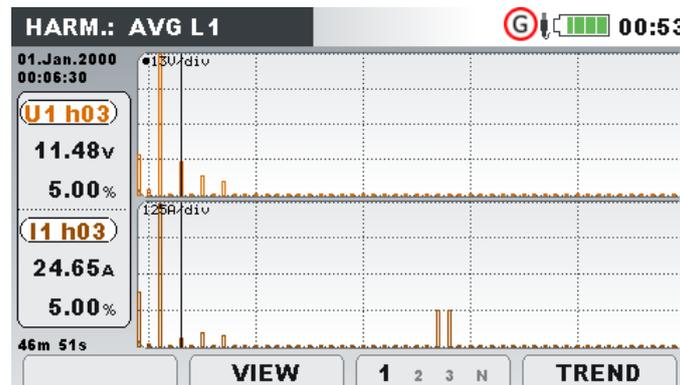


Abbildung 42: Bildschirm mit den Durchschnitt-Histogramm der Harmonischen

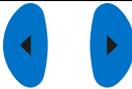
Beschreibungen für die Symbole und Abkürzungen, die auf den BALKEN-Bildschirmen verwendet werden, sind in der Tabelle unten dargestellt.

Tabelle 27: 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

U _x THD	Durchschnitt der harmonischen Gesamtverzerrspannung THD _U in V und in % der grundfrequenten Spannung
I _x THD	Gesamte harmonische Stromverzerrung THD _I in A _{RMS} und in % des grundfrequenten Stroms

Tabelle 28: Tasten auf den (DURCHSCHNITTS)-Bildschirmen für die Harmonischen / Zwischenharmonischen

		Schaltet zwischen den Ansichten der Harmonischen und Zwischenharmonischen um.
		Tasten im Fenster ANSICHT:
F2	ANSICHT	 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 an.
	1 2 3 N	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L2 an.
F3	1 2 3 N	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L3 an.
	1 2 3 N	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für den Neutralkanal an.
	12 23 31	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L12 an.
	12 23 31	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phasen L23 an.
	12 23 31	Zeigt die Harmonischen / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phasen L31 an.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	BALKEN	Wechselt zur Ansicht BALKEN.
F4	DURCHSCHNITT	Wechselt zur Ansicht DURCHSCHNITT (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
	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 Balkens der Harmonischen / Zwischenharmonischen.



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



Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.



Keht 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) betrachtet werden.

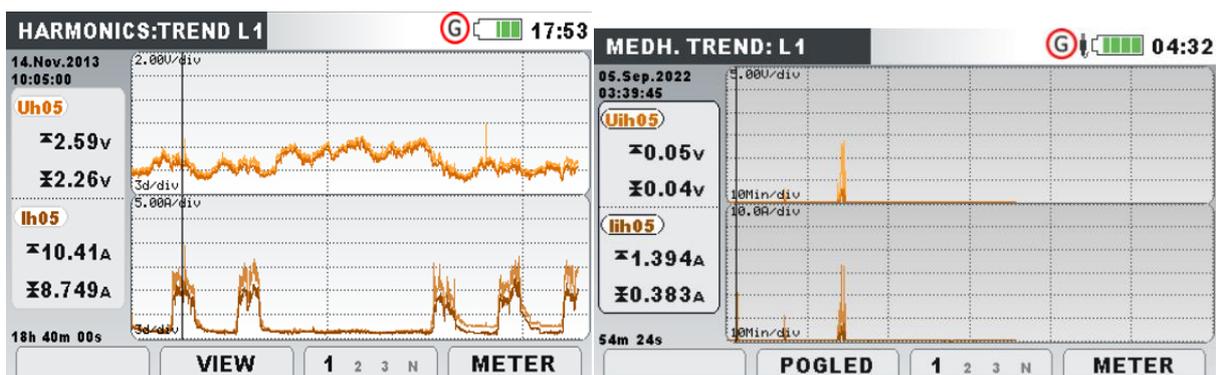
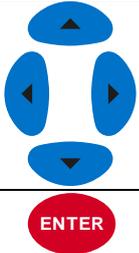


Abbildung 43: Bildschirm mit dem Trend der Harmonischen und Zwischenharmonischen

Tabelle 29: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

ThdU	Intervall mit maximalen ($\bar{\Delta}$) und durchschnittlichen ($\bar{\Sigma}$) Wert der gesamten harmonischen Spannungsverzerrung THD _U für die ausgewählte Phase
ThdI	Intervall mit maximalen ($\bar{\Delta}$) und durchschnittlichen ($\bar{\Sigma}$) Wert der gesamten harmonischen Stromverzerrung HD _I für die ausgewählte Phase
Udc	Intervall mit maximalen ($\bar{\Delta}$) und durchschnittlichen ($\bar{\Sigma}$) Wert des DC-Spannungsanteils für die ausgewählte Phase
Idc	Intervall mit maximalen ($\bar{\Delta}$) und durchschnittlichen ($\bar{\Sigma}$) Wert des ausgewählten DC-Stromanteils für die ausgewählte Phase
Uh01...Uh50 Uih01...Uih50	Intervall mit maximalen ($\bar{\Delta}$) und durchschnittlichen ($\bar{\Sigma}$) Wert der ausgewählten n-ten Spannungsharmonischen/ -zwischenharmonischer Komponente für die ausgewählte Phase
Ih01...Ih50 Iih01...Iih50	Das Intervall mit dem maximalen ($\bar{\Delta}$) und durchschnittlichen ($\bar{\Sigma}$) Wert des ausgewählten n-ten Anteils der Stromharmonischen / -zwischenharmonischen der ausgewählten Phase

Tabelle 30: Tasten auf den (TREND)-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 ANSICHT:
F2	ANSICHT	 <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 an.
	1 2 3 N	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L2 an.
F3	1 2 3 N	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile für die Phase L3 an.
	1 2 3 N	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile für den Neutralkanal an.
	12 23 31	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile der Spannung Phase-Phase L12 an.
	12 23 31	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile der Spannung Phase-Phase L23 an.
	12 23 31	Zeigt die ausgewählten Harmonischen- / Zwischenharmonischen-Anteile der Spannung Phase-Phase L31 an.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	BALKEN	Wechselt zur Ansicht BALKEN.
F4	DURCHSCHNITT	Wechselt zur Ansicht DURCHSCHNITT (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).



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



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 5.1.9.

3.9.1 Messgerät

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

FLICKERS			
	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

HOLD TREND

Abbildung 44: 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 31: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Urms	Echter Effektivwert $U_1, U_2, U_3, U_{12}, U_{23}, U_{31}$
Pinst,max	Maximales momentanes 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 32: Tasten auf den Energie-(MESSGERÄT)-Bildschirmen

F1	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest. Die festgehaltene Uhrzeit wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
F4	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC		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) betrachtet 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.

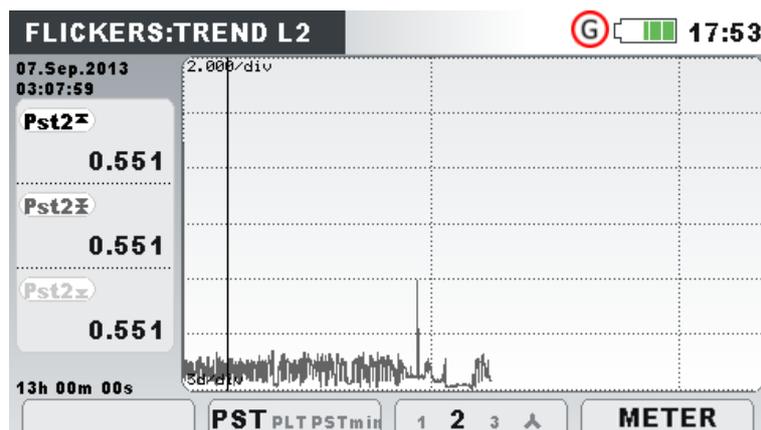


Abbildung 45: Bildschirm mit dem Flickertrend

Tabelle 33: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Pst1m1, Pst1m2, Pst1m3, Pst1m12, Pst1m23, Pst1m31	Maximaler (\boxplus), durchschnittlicher (\boxtimes) und minimaler (\boxminus) 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 (\boxplus), durchschnittlicher (\boxtimes) und minimaler (\boxminus) 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 (\boxplus), durchschnittlicher (\boxtimes) und minimaler (\boxminus) 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 34: Tasten auf den Flicker (TREND)-Bildschirmen

	Pst Plt Pstmin	Wählt zwischen folgenden Optionen aus: Zeigt das 10-Minuten-Kurzzeitflicker Pst an.
	Pst Plt Pstmin	Zeigt das Langzeitflicker Plt.an.
	Pst Plt Pstmin	Zeigt das 1-Minuten-Kurzzeitflicker Pst1min an.
	1 2 3 ▲	Wählt zwischen verschiedenen Parametern der Trends aus: Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L1 n.
	1 2 3 ▲	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L2 n.
	1 2 3 ▲	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L3 an.
	1 2 3 ▲	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für alle Phasen an (nur Mittelwert).
	12 23 31 Δ	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L12 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L23 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für die Phase L31 an.
12 23 31 Δ	Zeigt die ausgewählten Flicker-Trends für alle Phasen an (nur Mittelwert).	
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Beobachtung aus.
		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).

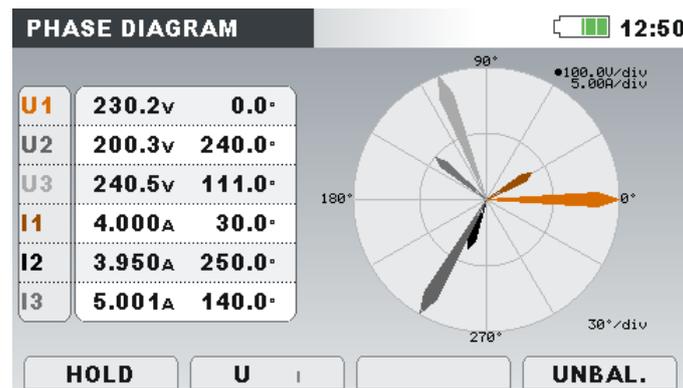


Abbildung 46: Bildschirm des Phasendiagramms

Tabelle 35: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

U1, U2, U3	Grundfrequente Spannungen Ufund ₁ , Ufund ₂ , Ufund ₃ mit relativem Phasenwinkel zu Ufund ₁
U12, U23, U31	Grundfrequente Spannungen Ufund ₁₂ , Ufund ₂₃ , Ufund ₃₁ mit relativem Phasenwinkel zu Ufund ₁₂
I1, I2, I3	Grundfrequente Ströme Ifund ₁ , Ifund ₂ , Ifund ₃ mit relativem Phasenwinkel zu Ufund ₁ oder Ufund ₁₂

Tabelle 36: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Phasendiagramm

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest. Die festgehaltene Uhrzeit wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.
	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 Stromzeiger.
		Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.
		Keht 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.

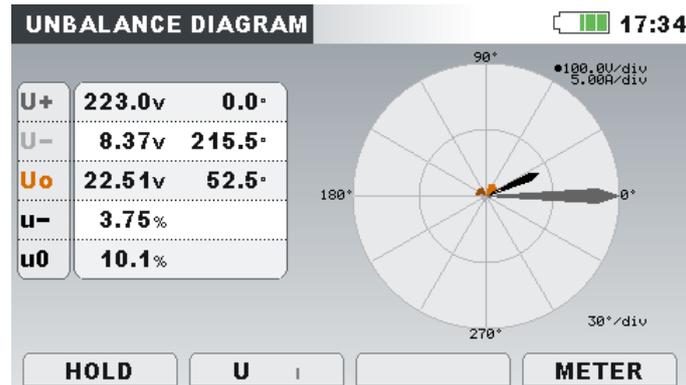


Abbildung 47: Bildschirm mit dem Unsymmetriediagramm

Tabelle 37: 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 38: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Unsymmetriediagramm

F1	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest. Die festgehaltene Uhrzeit wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.
F2	U I	Zeigt die Messung der Spannungsunsymmetrie an und wählt die Spannung fürs Skalieren (mit den Cursors) aus.
	I U	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 Stromzeiger.
		Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.
ESC		Keht 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).

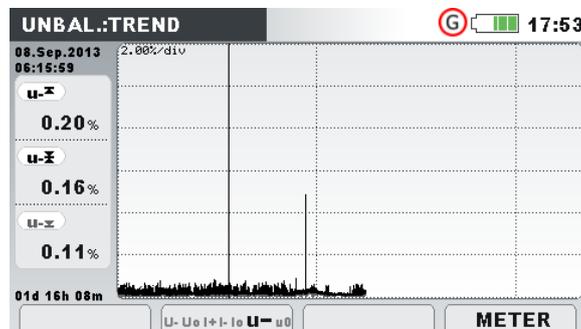


Abbildung 48: Bildschirm mit dem Symmetrietrend

Tabelle 39: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

u-	Maximaler ($\overline{\text{u}}$), durchschnittlicher ($\overline{\text{u}}$) und minimaler ($\underline{\text{u}}$) Wert des Gegenspannungsanteils u-
u0	Maximaler ($\overline{\text{u}^0}$), durchschnittlicher ($\overline{\text{u}^0}$) und minimaler ($\underline{\text{u}^0}$) Wert des Nullspannungsanteils u^0
i-	Maximaler ($\overline{\text{i}}$), durchschnittlicher ($\overline{\text{i}}$) und minimaler ($\underline{\text{i}}$) Wert des Gegenstromanteils i-
i0	Maximaler ($\overline{\text{i}^0}$), durchschnittlicher ($\overline{\text{i}^0}$) und minimaler ($\underline{\text{i}^0}$) 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 40: 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 ⁰ , 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 Beobachtung aus.
		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.11 Temperatur

Die Geräte MI 2893/MI 2892/MI 2885 sind in der Lage, mit dem Temperaturfühler A 1354 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 4.2.5.

3.11.1 Messgerät



Abbildung 49: Bildschirm der Temperaturmessung

Tabelle 41: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

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

Tabelle 42: Tasten auf dem Bildschirm mit den Temperaturmessungen

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest. Die festgehaltene Uhrzeit wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.
		Keht 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.

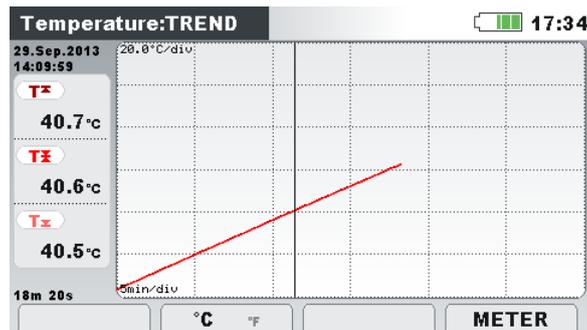


Abbildung 50: Bildschirm mit dem Temperaturtrend

Tabelle 43: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

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

Tabelle 44: Tasten auf den Bildschirmen mit den Temperaturtrends

F2	°C °F	Zeigt die Temperatur in Grad Celsius an.
	°C °F	Zeigt die Temperatur in Grad Fahrenheit an.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
F4	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
ESC		Keht 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 aktiv ist. Für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung siehe Abschnitt 3.14. Zum Verständnis der Bedeutung der einzelnen Parameter siehe Abschnitt 5.1.12.

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 %

HOLD TREND

Abbildung 51: 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 45: 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 46: Tasten auf dem Unterabweichung und Überabweichung (MESSGERÄT)-Bildschirm

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest. Die festgehaltene Uhrzeit wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.
		Wählt zwischen verschiedenen Parametern der Trends aus: Zeigt die Unter-/ Überabweichungs-Messwerte für alle Phasenspannungen an.
		Zeigt die Messwerte der Unter-/Überabweichung für alle Phasenspannungen an.
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
	TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.
		Keht 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 Unterabweichungs- und Überabweichung-Parameter können durch Betätigung der Funktionstaste F4 (MESSGERÄT -TREND) betrachtet werden:

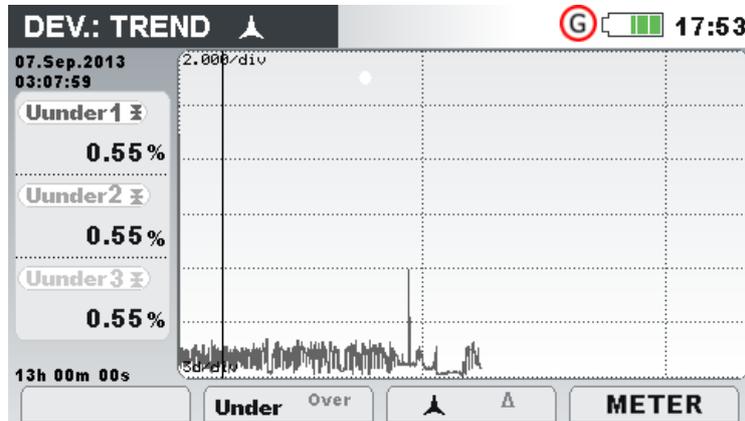


Abbildung 52: Unterabweichung und Überabweichung auf dem (TREND)-Bildschirm

Tabelle 47: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

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

Tabelle 48: Tasten für Unterabweichung und Überabweichung auf dem (TREND)-Bildschirm

		Wählt zwischen folgenden Optionen aus: Zeigt die Trends der Unterabweichung an.
		Zeigt die Trends der Überabweichung an.
		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
		Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
		Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Beobachtung aus.
		Keht 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 ferngesteuert werden. Vor den Netzsignalmessungen muss der Benutzer die Signalfrequenzen im Menü „Netzsig. Einrichtung“ einstellen (siehe Abschnitt 3.23.4).

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 5.1.9.

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

Abbildung 53: 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 49: 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 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 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 50: Tasten auf dem Netzsignale (MESSGERÄT)-Bildschirm

	HALTEN	Hält die Messung auf dem Bildschirm fest. Die festgehaltene Uhrzeit wird in der rechten oberen Ecke angezeigt.
	STARTEN	Startet die festgehaltene Messung.
	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).
		Löst eine Momentaufnahme der Wellenform aus.
		Keht 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) betrachtet werden.

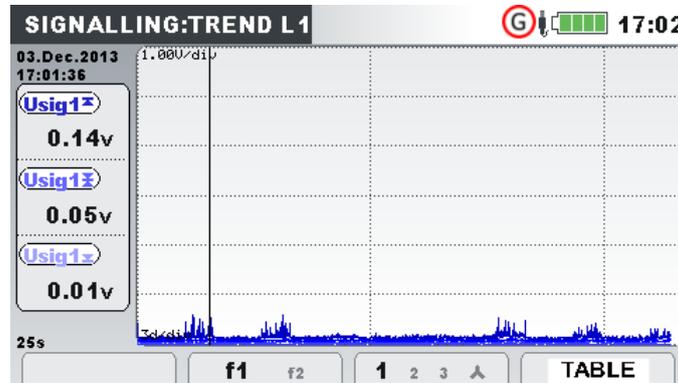


Abbildung 54: Bildschirm mit dem Trend der Netzsignale

Tabelle 51: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Usig1, Usig2, Usig3 Usig12, Usig23, Usig31	Maximaler (▲), durchschnittlicher (⊠) und minimaler (▼) 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)

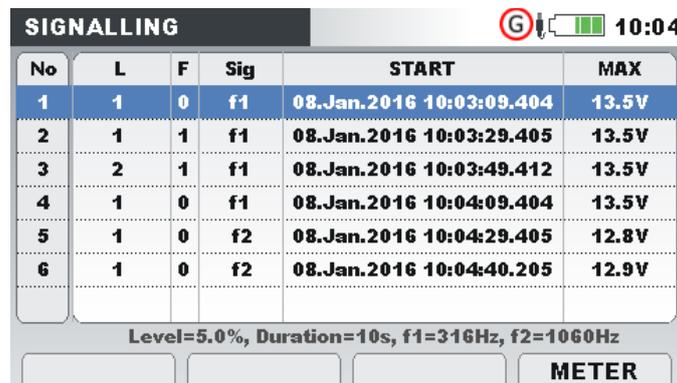
Tabelle 52: Tasten auf dem Netzsignale (TREND)-Bildschirm

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

	12 23 31 Δ	Zeigt die Netzsignale für die Leiterspannung L31 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Netzsignale für alle Leiterspannungen an (nur Mittelwert).
	MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
F4	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 Beobachtung aus.
		Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.13.3 Tabelle

Während einer aktiven Aufzeichnung steht die Ansicht TABELLE durch Betätigung der Taste F4 (MESSG. – TREND – TABELLE) zur Verfügung (für Anleitungen zum Start des ALLGEMEINEN REKORDERS siehe Abschnitt 3.14). 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.



No	L	F	Sig	START	MAX
1	1	0	f1	08.Jan.2016 10:03:09.404	13.5V
2	1	1	f1	08.Jan.2016 10:03:29.405	13.5V
3	2	1	f1	08.Jan.2016 10:03:49.412	13.5V
4	1	0	f1	08.Jan.2016 10:04:09.404	13.5V
5	1	0	f2	08.Jan.2016 10:04:29.405	12.8V
6	1	0	f2	08.Jan.2016 10:04:40.205	12.9V

Level=5.0%, Duration=10s, f1=316Hz, f2=1060Hz

METER

Abbildung 55: Bildschirm mit der Tabelle Netzsignale

Tabelle 53: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Nr	Nummer des Netzsignalereignisses
L	Phasen auf denen das Netzsignalereignis aufgetreten ist
F	Kennzeichen Anzeige <ul style="list-style-type: none"> • 0 - kein Intervall ist gekennzeichnet • 1 - mindestens eines der Intervalle innerhalb der aufgezeichneten Signalisierung ist gekennzeichnet
Netzsig	Frequenz bei der das Netzsignalereignis aufgetreten ist, festgelegt als „Netzsig. 1“ Frequenz (f1) und „Netzsign.2“ Frequenzen (f2) im Menü NETZSIGNALE EINSTELLUNGEN. Für weitere Einzelheiten siehe 3.23.4.

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 , festgelegt im Menü NETZSIGNALE EINSTELLUNGEN. Für weitere Einzelheiten siehe 3.23.4.
Dauer	Dauer der erfassten Wellenform, festgelegt im Menü NETZSIGNALE EINSTELLUNGEN. Für weitere Einzelheiten siehe 3.23.4.
f1	1. aufgezeichnete Netzsignalfrequenz
f2	2. aufgezeichnete Netzsignalfrequenz

Tabelle 54: Tasten auf dem Netzsignale (TABLE)-Bildschirm

MESSG.	Wechselt zur Ansicht MESSGERÄT.
TREND	Wechselt zur Ansicht TREND (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
F4	TABELLE Wechselt zur Ansicht TABELLE (nur während der Aufzeichnung verfügbar).
	Bewegt den Cursor durch die Tabelle Netzsignale.
ESC	Kehrt zum Untermenü „MESSUNGEN“ zurück.

3.14 Allgemeiner Rekorder

MI 2893/MI 2892/MI 2885 können 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 56: Bildschirm mit den Einstellungen des Allgemeinen Rekorders

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

Tabelle 55: Beschreibung der Einstellungen des Allgemeinen Rekorders und der Bildschirmsymbole

	<p>Der allgemeine Rekorder ist aktiv und wartet auf die Startbedingung erfüllt werden. Nach dem die Startbedingungen (definiert Startzeit) erfüllt sind, nimmt das Gerät einen Wellenform-Schnappschuss auf und startet den Allgemeinen Rekorder (aktivieren).</p>
	<p>Der allgemeine Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft. Hinweis: Rekorder zeichnet auf, bis eine der folgenden Ende Bedingungen erfüllt ist:</p> <ul style="list-style-type: none"> • STOPP-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. Hinweis: Wenn während der Aufnahme-Session die Geräte-Akkus leer werden, zum Beispiel wegen einer langen Unterbrechung, wird das Gerät automatisch abgeschaltet. Nachdem wieder Spannung vorhanden ist, startet das Gerät automatisch eine neue Aufnahme-Session.</p>
	Erfassung von vordefinierten Alarmen im laufenden Betrieb
	Erfassung von vordefinierten Ereignissen im laufenden Betrieb
	Erfassung von vordefinierten Einschaltspitzen im laufenden Betrieb
	Erfassung von vordefiniertem RVC im laufenden Betrieb
	Erfassung von vordefinierter Signalisierung im laufenden Betrieb
	Erfassung von vordefinierten Transienten im laufenden Betrieb
Profile	<p>Aufnahmeprofil auswählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standardprofil. Alle Messungen werden protokolliert. Geeignet für die meisten PQ-Messungen • Eingeschränktes Profil. Einschließlich eines begrenzten Satzes von Messungen (die wichtigsten). Geeignet für lange Aufnahmen mit kurzem Intervall (1 Wochenaufnahme mit 1 Sekunden Intervall). Siehe Abschnitt 4.4 für Details.

<p>Intervall</p>	<p>Definieren des gemessenen Intervalls. Die verfügbaren Einstellungen liegen zwischen 1 Sekunde und 120 Minuten. Verfügbare Intervalle: 1 s, 3 s, 5 s, 10 s, 1 min, 2 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 60 min, 120 min</p> <p>Hinweis: Falls der gemessene Zeitraum kürzer als 10 Sekunden ist, dann empfehlen wir nicht die gleichzeitige Erkennung von Ereigniswellenformen und Transiente, da dies den Analysator verlangsamen könnte und ein Problem beim Speichern von Daten auf die SD-Karte verursachen könnte.</p>
<p>Startzeit</p>	<p>Definieren der Startzeit der Aufzeichnung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuell, Drücken der Funktionstaste F1 • Zu einer festgelegten Zeit und einem festgelegten Datum
<p>Dauer</p>	<p>Definieren der Aufzeichnungsdauer. Der Allgemeine Rekorder zeichnet die Messungen für eine vorgegebene Zeitdauer auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuell, • 5, 10, 20, 30 Minuten, • 1, 6 oder 12 Stunden, oder • 1, 2, 3, 7, 15, 30, 60 Tage. <p>Hinweis: Die Anzahl der verfügbaren Zeitintervalle hängt von der Aufzeichnungsdauer ab.</p>
<p>Netzwerkereignisse</p>	<p>Definieren von Netzwerkereignissen, die während der Recorder-Session erfasst und registriert werden – EIN-/AUS-Auswahl:</p> <p>MI 2893:</p>  <p>MI 2892/MI 2885:</p>



Hinweis: Die Wellenformdauer und der Pretrigger für Ereignis und Alarme, die unter dem Allgemeinen Rekorder erfasst werden, werden im Fenster [EVENT SETUP](#) und [ALARM SETUP](#) programmiert.

Benutzerdefinierter Ordnername, in dem die Rekorderdaten abgespeichert werden

Ordnername



Ordnername Eingabefeld

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 56: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Allgemeinen Rekorders



START
STOPP

Startet den Rekorder.
Stoppt den Rekorder.



HILFE

Hilfebildschirm anzeigen, wo erklärt wird, welche Messungen mit eingeschränktem und Standard-Profil neu aufgezeichnet werden

RECORD PROFILE	Limited	Standard
U,I,f	✓	✓
P,Q,S, ENERGY	AVG	✓
FREQUENCY 10s	X	✓
FLICKERS	✓	✓
UNBALANCE	✓	✓
HARMONICS	1-50, AVG	✓
INTERHARM.	X	✓
TEMPERATURE	✓	✓
SIGNALLING	✓	✓
UNDER/OVER	✓	✓

Siehe Abschnitt 4.4 für Details.



KONFIG.

Shortcut zum Menü Verbindungseinstellungen. Für weitere Einzelheiten siehe 4.2.



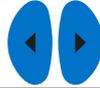
PRÜF.
VERB. E.

Prüfen der Verbindungseinstellungen. Für weitere Einzelheiten siehe 3.23.1.

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.



Ändert den Parameter.



Keht zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.15 Wellenform-/Einschaltspitzen-Rekorder

Das Aufzeichnen der Wellenform ist ein leistungsfähiges Werkzeug für die Fehlerbeseitigung und die Erfassung der Wellenformen und Einschaltspitzen bei Spannung und Strom. Der Wellenform-Rekorder speichert eine festgelegte Anzahl an Spannungs- und Stromperioden beim Eintreten eines Auslösers. Jede Aufzeichnung besteht aus einem Vor-Auslöseintervall (vor Auslösung) und einem Nach-Auslöseintervall (nach Auslösung).

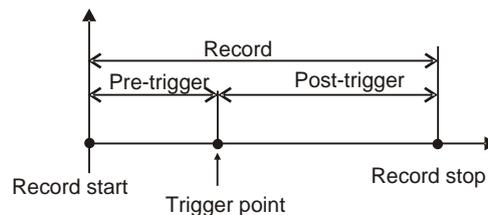


Abbildung 57: Auslösung der Wellenformaufzeichnung

3.15.1 Einstellungen

Das Menü Wellenform-Rekorder ist erreichbar über: HAUPTMENÜ → MESSUNGS-EINSTELLUNG → WELLENF.REK.EINST.

oder

HAUPTMENÜ → REKORDER → WELLENFORM-REK. → F3 (EINSTELLUNG)

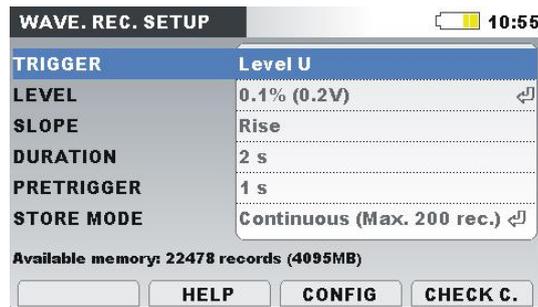


Abbildung 58: Bildschirm mit den Einstellungen des Wellenform-Rekorders

Tabelle 57: Beschreibung der Einstellungen des Wellenform-Rekorders und der Bildschirmsymbole

	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser (wird nur angezeigt, wenn der Wellenform-Rekorder gestartet wird).
	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft (wird nur angezeigt, wenn der Wellenform-Rekorder gestartet wird).
Auslöser	<p>Einstellung der Auslösequelle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ereignisse – Auslösung durch ein Spannungsereignis (siehe 3.23.2); • Alarmer – Auslösung durch eine Alarmaktivierung (siehe 3.23.3); • Ereign. und Alarmer – Auslösung durch einen Alarm oder ein Ereignis • Niveau U – Auslösung durch ein Spannungsniveau; • Niveau I – Auslösung durch ein Stromniveau (Einschaltspitze). • Intervall – periodische Auslösung für einen bestimmten Zeitraum (jeweils z. B. alle 10 Minuten). Intervall zwischen zweimalig ausgelösten Wellenformen im Intervallauslösungstyp
Niveau*	Spannungs- oder Stromniveau, das die Aufzeichnung auslöst, in % von der Nennspannung oder dem Nennstrom und in (V oder A)
Flanke*	<ul style="list-style-type: none"> • Anstieg – Auslösung erfolgt nur, wenn die Spannung oder der Strom über das vorgegebene Niveau steigt • Abfall – Auslösung erfolgt nur, wenn die Spannung oder der Strom unter das vorgegebene Niveau fällt • Beliebig – Auslösung erfolgt, wenn die Spannung oder der Strom über das vorgegebene Niveau steigt oder unter dieses fällt
Dauer	Aufzeichnungsdauer
Pre-Trigger	Aufgezeichnetes Intervall, bevor die Auslösung erfolgt.
Aufzeichnungsmodus	<p>Einstellung des Aufzeichnungsmodus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfach – die Aufzeichnung der Wellenform endet nach dem ersten Auslöser;

- **Fortlaufend (max. 1500 Aufzeichnungen)** – fortlaufende Aufzeichnung der Wellenform, bis der Benutzer die Messung beendet oder auf dem Gerät kein freier Speicher mehr verfügbar ist. Jede fortlaufende Wellenformaufzeichnung wird als eine separate Aufzeichnung behandelt. Standardmäßig können 200 Aufzeichnungen erfolgen. Dieser Wert kann bei Bedarf geändert werden. Mehr als 200 Aufnahmen können das Instrument verlangsamen.

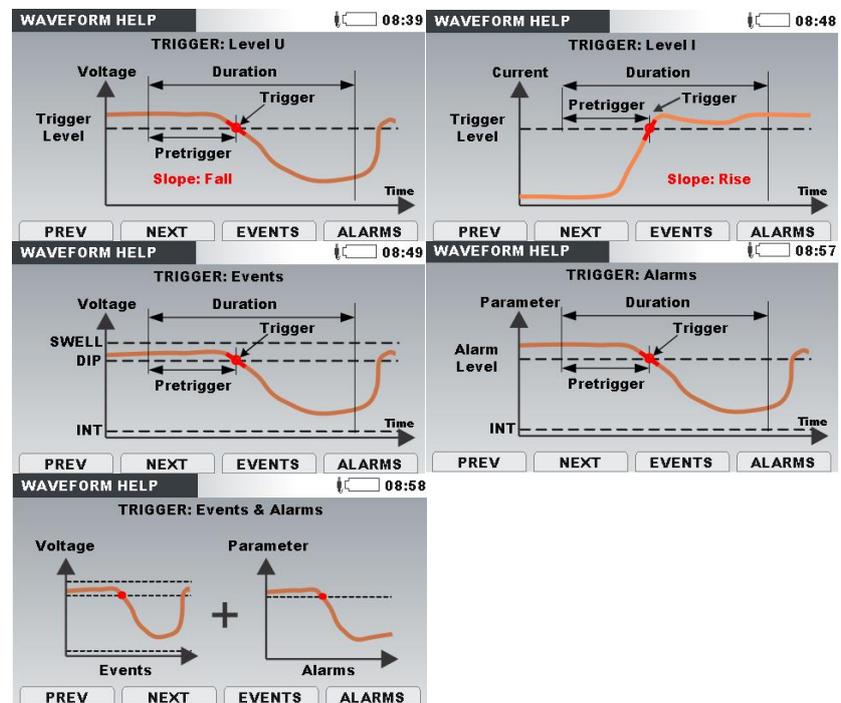
* Nur verfügbar, wenn der Niveau U- oder Niveau I-Auslöser ausgewählt wurde.

Tabelle 58: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Wellenform-Rekorders

Hilfe-Bildschirme anzeigen. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.19.

F2

HILFE



F3

KONFIG.

Shortcut zum Menü VERBINDUNGSEINSTELLUNGEN Für weitere Einzelheiten siehe 3.23.1.

F4

VERB. PRÜFEN

Prüfen der Verbindungseinstellungen. Für weitere Einzelheiten siehe 3.23.1.



Wählt den zu ändernden Parameter aus.



Verändert den Parameter.



Öffnet das Untermenü (↵).



Keht zum Untermenü zurück.

3.15.2 Erfassen der Wellenform

Nach dem Start des Wellenform-Rekorders wartet das Gerät auf das Auftreten eines Triggers. Dies ist an der Statusleiste zu erkennen, in der das Symbol  angezeigt wird. Wenn die Trigger-Bedingungen erfüllt sind, wird die Aufzeichnung gestartet.

Der folgende Bildschirm erscheint, wenn der Benutzer zur Ansicht WAVEFORM REC. (WELLENFORM AUFZEICHNEN) umschaltet.



Abbildung 59: Erfassungsbildschirm des Wellenform-Rekorders

	START	Startet Wellenformaufnahme.
	EINST.	Shortcut zum Menü REC. SETUP (AUFZEICHNUNGSEINSTELLUNGEN). Siehe 3.23.1 für Details.
		Kehrt zurück zum Menü "REKORDER."



Abbildung 60: Bildschirm des Wellenform-Rekorders

	STOPP	Beendet Wellenformaufnahme. Hinweis: Wenn der Benutzer den Wellenform-Rekorder dazu veranlasst, vor dem Trigger zu stoppen, werden keine Daten aufgezeichnet. Die Datenaufzeichnung erfolgt nur bei aktiviertem Trigger.
		
	TRIG.	Erzeugt Triggerbedingung manuell.

ESC

Kehrt zurück zum Menü "REKORDER".

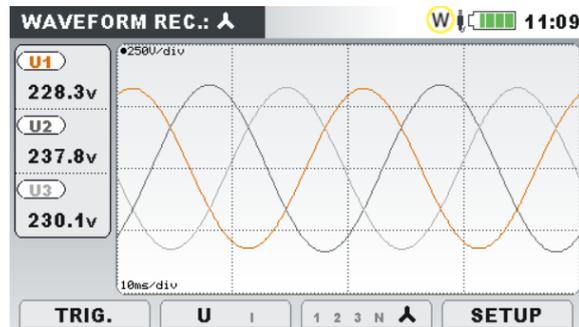


Abbildung 61: Oszilloskop-Bildschirm des Wellenform-Rekorders

Tabelle 59: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser.
	Der Wellenform-Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft.
U1, U2, U3, Un	Echter Effektivwert der Phasenspannung: $U_{1Rms}, U_{2Rms}, U_{3Rms}, U_{NRms}$
U12, U23, U31	Echter Effektivwert der Phase - Phase Spannung: $U_{12Rms}, U_{23Rms}, U_{31Rms}$
I1, I2, I3, In	Echter Effektivwert des Stroms: $I_{1Rms}, I_{2Rms}, I_{3Rms}, I_{NRms}$

Tabelle 60: Tasten auf dem Erfassungsbildschirm des Wellenform-Rekorders

	AUSL.	Erzeugt manuell die Auslösebedingung (nur aktiv, wenn die Aufzeichnung läuft).
		Wählt aus, welche Wellenformen angezeigt werden sollen: Zeigt die Wellenform der Spannung an.
		Zeigt die Wellenform des Stroms an.
		Zeigt die Spannungs- und Stromwellenformen in einem einzigen Diagramm an.
		Zeigt die Spannungs- und Stromwellenformen in separaten Diagrammen an.
		Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, Alle-Phasen- und Leiter-Ansicht aus: Zeigt die Wellenformen für die Phase L1 an.
		Zeigt die Wellenformen für die Phase L2 an.
		Zeigt die Wellenformen für die Phase L3 an.
		Zeigt die Wellenformen für den Neutralleiter an.
		Zeigt die Wellenformen für alle Phasen an.
		Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L12 an.
		Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L23 an.
	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L31 an.	
	Zeigt die Wellenformen für alle Leiterspannungen an.	

	EINST.	Wechselt zur Ansicht EINSTELLUNGEN. (Nur aktiv, wenn die Aufzeichnung läuft).
		Wählt aus, welche Wellenform gezoomt werden soll (nur in U/I oder U+I).
		Stellt den vertikalen Zoom ein.
		Stellt den horizontalen Zoom ein.
		Kehrt zum Einstellbildschirm für den „WELLENFORM-REKORDER“ zurück.

3.15.3 Erfasste Wellenform

Erfasste Wellenformen können im Menü Speicherliste angesehen werden.

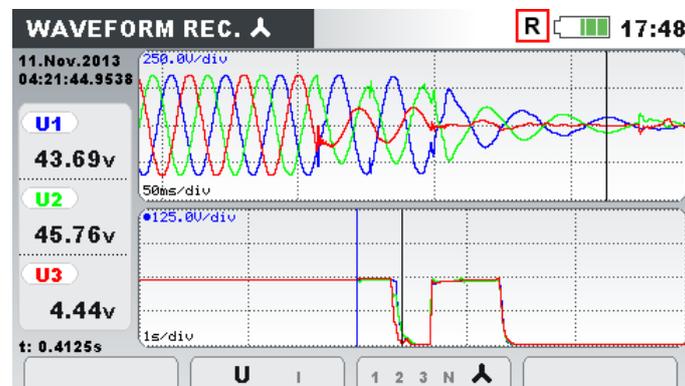


Abbildung 62: Rekorder Bildschirm mit erfasster Wellenform

Tabelle 61: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

	Abruf der Speicherliste. Der angezeigte Bildschirm wurde vom Speicher abgerufen
t:	Cursor-Position in Sekunden (in Bezug auf die Auslösezeit - blaue Linie in der Grafik)
u1(t), u2(t), u3(t), un(t)	Abtastwerte der Phasenspannungen U_1, U_2, U_3, U_N .
u12(t), u23(t), u31(t)	Abtastwerte der Leiterspannungen $U_{12}, U_{23}, U_{31}, U_N$.
i1(t), i2(t), i3(t), in(t)	Abtastwerte der Phasenströme I_1, I_2, I_3, I_N .
U1, U2, U3, Un	Echter Effektivwert der Halbzyklus-Phasenspannung $U_{Rms(1/2)}$
U12, U23, U31	Echter Effektivwert der Halbzyklus-Leiterspannung $U_{Rms(1/2)}$
I1, I2, I3, In	Echter Effektivwert des Halbzyklusstroms $I_{Rms(1/2)}$

Tabelle 62: Tasten auf den Rekorder Bildschirmen mit erfasster Wellenform

	U u, I u/I	Wählt zwischen folgenden Optionen aus:
	U u, I u/I	Zeigt die Wellenform der Spannung an.
	u I, I u/I	Zeigt die Wellenform des Stroms an.

		Zeigt die Wellenformen von Spannung und Strom an (Einfach-Modus).
		Zeigt die Wellenformen von Spannung und Strom an (Dual-Modus).
		Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, All-Phasen- und Leiteransicht aus:
		Zeigt die Wellenformen für die Phase L1 an.
		Zeigt die Wellenformen für die Phase L2 an.
		Zeigt die Wellenformen für die Phase L3 an.
		Zeigt die Wellenformen für den Neutralleiter an.
		Zeigt die Wellenformen für alle Phasen an.
		Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L12 an.
		Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L23 an.
		Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L31 an.
		Zeigt alle Phase-Phase Wellenformen an.
		Stellt den vertikalen Zoom ein.
		Bewegt den Cursor.
		Schaltet zwischen dem Abtastwert und dem echtem, effektiven Halbzykluswert an der Cursor-Position um.
		Schaltet den Cursor zwischen Spannung und Strom um (nur in U, I oder U/I).
		Keht zum Untermenü „SPEICHERLISTE“ zurück.

3.16 Transienten-Rekorder

Transiente ist ein Begriff für eine **kurze, stark gedämpfte**, momentane Spannungs- oder Stromstörung.

Tabelle 63: Transienten im Niederspannungsnetz

Anstiegszeit	Ursache
>100 μ s	<ul style="list-style-type: none"> • Betrieb von strombegrenzenden Sicherungen (Amplitude bis zu 1 k–2 kV) • Aktivierung von Kondensatorbänken für Leistungsfaktorkorrekturen (Amplitude bis zum 2- bis 3-fachen der Nennspitzenspannung) • Übertragung von Schalttransienten über Spannungen von Mittelspannung auf Niederspannung über Mittelspannung/Niederspannung-Transformatoren durch elektromagnetische Kopplung (Amplitude bis 1 kV)
1 μ s bis 100 μ s	<ul style="list-style-type: none"> • Direkter Blitzschlag auf den Niederspannungsleitungen (Amplitude bis 20 kV) • Induktionskopplung eines Blitzschlags in der Nähe einer Niederspannungsleitung (Amplitude bis 6 kV, hohe Energieniveaus) • Widerstandskopplung verbunden mit Blitzströmen, die in den gemeinsamen Erdungspfaden des Netzes fließen (Amplitude bis zu 10 kV). • Übertragung von Transienten von Mittelspannung auf Niederspannung durch kapazitive Transformatorkopplung (Amplitude bis zu 6 kV) • Betrieb von Sicherungen (Amplitude bis zu 2 kV, im Allgemeinen niedriger Energiegehalt)
<1 μ s	<ul style="list-style-type: none"> • Lokale Lastschaltung von kleinen Induktivströmen und Kurzschlüssen (Amplitude bis 2 kV) • Schnelle Transienten durch Einschalten von NS durch Luftspalt-Schalter

3.16.1 Power Master XT – MI 2893

Eine Transientenaufnahme ist eine Aufnahme mit der Abtastrate von 1 M Abgastungen/s. Das Messprinzip ähnelt der Wellenformaufzeichnung, aber mit einer höheren Abtastrate. Im Gegensatz zur Wellenformaufzeichnung, wo die Aufzeichnung auf Basis von RMS-Werten ausgelöst wird, basiert der Auslöser beim Transientenrekorder auf Abtastwerten.

Hinweise:

- Um Spannungsspitzen am 3L-Anschluss zu erkennen, sollte der GND-Anschluss entsprechend dem vorgesehenen Verbindungsplan angeschlossen werden. Die Triggerauswahl sollte als „GND“ eingestellt werden;
- Um Spannungsspitzen an der Open-Delta-Verbindung zu erkennen, sollte der GND-Anschluss entsprechend dem vorgesehenen Verbindungsplan angeschlossen werden. Die Triggerauswahl sollte als „GND“ eingestellt werden. Zur Erkennung von Transienten im L2-Strom sollten auch L2-Stromzangen angeschlossen werden;
- Transiente Messungen (hochfrequente Ereignisse) auf der Sekundärseite von Transformatoren (Strom- und Spannungs-Transientenmessungen) können aufgrund des engen Frequenzgangs von Transformatoren unterdrückt und/oder verzerrt werden. Der gleiche Effekt könnte auch bei der Messung von Transienten mit den Flex-Stromzangen auftreten;
- Für eine korrekte Messung der Transienten-Ströme ist es erforderlich, einen festen Strombereich zu verwenden.

Einstellungen

Das Einrichtungsmenü für den Transienten-Rekorder befindet sich unter:

HAUPTMENÜ → MESSUNGS-EINSTELLUNGEN → TRANSIENTEN-EINSTELLUNGEN

oder

HAUPTMENÜ → REKORDER → TRANSIENTEN-REK. → F3 (EINSTELLUNGEN)

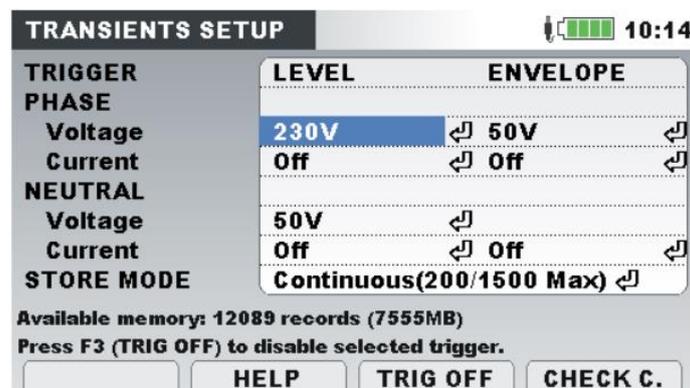


Abbildung 63: Bildschirm mit den Einstellungen des Wellenform-Rekorders – MI2893

Tabelle 64: Beschreibung der Einstellungen des Transienten-Rekorders und der Bildschirmsymbole

Hüllkurve: Der Auslösewert basiert auf einer Hüllkurve, in deren Bereich die/der Spannung/Strom erwartet wird. Als Referenz wird die Wellenform der/des Spannung/Stroms vom vorherigen Zyklus genommen. Wenn die aktuelle Abtastung sich nicht innerhalb der Hüllkurve befindet, erfolgt eine Auslösung. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.20.

Auslöser

Grenzwerte der Phasenspannung:

Minimalwert: $0,0055 * U_{nom} * \sqrt{2}$

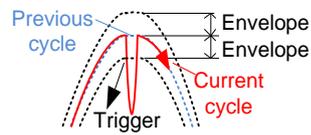
Maximalwert: $1,1 * U_{nom} * \sqrt{2}$

Grenzwerte der Neutrallleiterspannung → nicht verfügbar

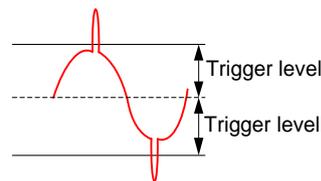
Grenzwerte der Phasen-/Neutrallleiterspannung:

Minimalwert: $0,0055 * I_{nom} * \sqrt{2}$

Maximalwert: $1,1 * I_{nom} * \sqrt{2}$



Niveau: Ausgelöst wird, wenn eine Abtastung innerhalb der Periode größer ist als das definierte absolute Auslöseniveau. Das Niveau ist definiert als absoluter erwarteter Überwachungswert. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.20.



Grenzwerte der Phasenspannung:

Minimalwert: U_{nom}

Maximalwert: $5500 * VT\text{-Verhältnis}$

Grenzwerte der Neutrallleiterspannung:

Minimalwert: $0,0055 * U_{nom} * \sqrt{2}$

Maximalwert: 1 V

Grenzwerte der Phasen-/Neutrallleiterspannung:

Minimalwert: $0,1 * \sqrt{2} * I_{nom}$

Maximalwert: $1,5 * \sqrt{2} * I_{nom}$

Trigger-Art

PHASE:

U: Auslösen auf Transienten auf den aktiven Spannungskanälen (Phase / Leitung)

I: Auslösen auf Transienten auf dem aktiven neutralen Stromkanal

NEUTRAL:

Un: Auslösen auf Transienten auf dem Kanal Ground zu Neutralspannung

In: Auslösen auf Transienten auf dem neutralen Stromkanal

Hinweis:

Auswahl des minimalen Stromtriggers: $10 \% * I_{nom} * \sqrt{2}$

Auswahl des maximalen Stromtriggers: $150 \% * I_{nom} * \sqrt{2}$

Speichermodus-Einstellung:

Aufzeichnungsmodus

- **Keine Grenze** – der Transientenrekorder läuft, bis der Speicherplatz auf der SD-Karte voll ist. Eine neue

Rekordersitzung wird nach 500 aufgezeichneten Transienten gestartet. Diese Einstellung wird nur verwendet, wenn der Transientenrekorder als unabhängiger Rekorder läuft

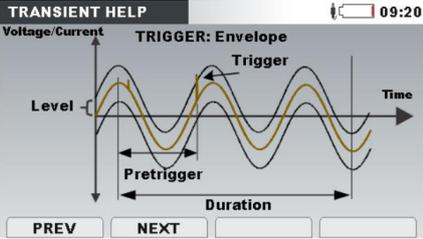
- **Durchgängig (200/1500 Max)** – aufeinanderfolgende Transientenaufzeichnung, bis der Nutzer die Messung stoppt oder das Gerät die voreingestellte Anzahl von Transienten erreicht. Der Rekorder ist auf 200 Aufzeichnungen voreingestellt. Dieser Wert kann ggf. geändert werden.

Hinweis:

Die Einstellung **Keine Grenze** wird nur dann verwendet, wenn der Transientenrekorder als unabhängiger Rekorder (Transientenrekorder) läuft.

- Die Einstellung **Durchgängig** wird automatisch angenommen, wenn die Transienten im Rahmen des Allgemeinen Rekorders aufgezeichnet werden.

Tabelle 65: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Transienten-Rekorders

		Zeigt Trigger-Hilfebildschirme an (gilt für Spannung und Strom). Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.20.	
	HILFE		
	TRIG OFF	Löschen der Triggerauswahl	
	VERB. PRÜFEN	Prüfen der Verbindungseinstellungen. Für weitere Einzelheiten siehe 3.23.1.	
	Wählt den zu ändernden Parameter aus.		
			
	Verändert den Parameter.		



In Untermenü wechseln (↵).



Kehrt zum Untermenü zurück.

3.16.2 Power Master/Master Q4 – MI 2892/MI 2885

Eine Transientenaufzeichnung ist eine Aufzeichnung mit einer Abtastrate von 49 k Abtastungen/s.

Einstellungen

Das Transientenrekorder-Einrichtungsmenü ist zugänglich über:

HAUPTMENÜ → MESSEINSTELLUNG → TRANSIENTENEINSTELLUNG

oder

Hauptmenü → REKORDER → TRANSIENTENREK. → F3 (EINSTELLUNGEN)



Abbildung 64: Transientenrekorder-Einrichtungsbildschirm – MI 2892/MI 2885

Hinweis: Nur ein Auflöser könnte ausgewählt werden. Durch Auswählen des Triggers wählt einer automatisch die anderen ab.

Tabelle 66: Beschreibung von Transientenrekordereinstellungen und Bildschirmsymbole

Trigger

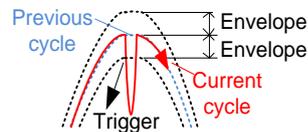
Hüllkurve: Der Auslöserwert basiert auf einer erwarteten Hüllkurve innerhalb einer Spannung/eines Stroms. Als Bezug wird eine Spannungs-/Stromwellenform aus einem vorangegangenen Zyklus genommen. Falls ein aktueller Abtastwert nicht innerhalb der Hüllkurve liegt, findet eine Auslösung statt.. Für Details siehe 5.1.20.

Phasenspannungsgrenzen:

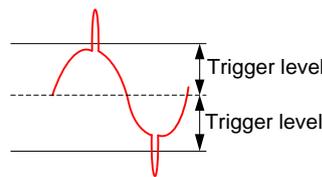
Kleinster Wert: $0,0055 * U_{\text{Nenn}} * \text{sqrt}(2)$

Größter Wert: $1,1 * U_{\text{Nenn}} * \text{sqrt}(2)$

Neutralleiterspannungsgrenzen → nicht verfügbar

Phasen-/Neutralleiterstromgrenzen:Kleinstwert: $0,0055 * I_{Nenn} * \sqrt{2}$ Größter Wert: $1,1 * I_{Nenn} * \sqrt{2}$ 

Niveau: Eine Auslösung findet statt, wenn irgendein Abtastwert innerhalb einer Periode größer ist als ein definiertes absolutes Auslöserniveau. Das Niveau ist definiert als absoluter erwarteter Überwachungswert. Für Details siehe 5.1.20.

**Phasenspannungsgrenzen:**Kleinstwert: U_{Newnn} Größter Wert: $5500 * VT$ Verhältnis**Neutralleiterspannungsgrenzen:**Kleinstwert: $0,0055 * U_{Nenn} * \sqrt{2}$

Größter Wert: 1 V

Phasen-/Neutralleiterstromgrenzen:Kleinstwert: $0,1 * \sqrt{2} * I_{Nenn}$ Größter Wert: $1,5 * \sqrt{2} * I_{Nenn}$ **PHASE:**

U: Auslöser bei Transienten auf aktiven Spannungs- (Phasen-/Leitungs-)Kanälen

I: Auslöser auf Transienten auf aktiven Phasenstromkanälen

Auslösertyp**NEUTRAL:**

Un: Auslöser bei Transiente auf Erde- zu Neutralspannungskanal

In: Auslöser bei Transienter auf Neutralstromkanal

Hinweis:

Auswahl des kleinsten Stromauslösers: $10 \% * I_{Nenn} * \sqrt{2}$

Auswahl des größten Stromauslösers: $150 \% * I_{Nenn} * \sqrt{2}$

Speichermodus-Einstellung:**Speichermodus**

- **Keine Grenze** – der Transientenrekorder läuft, bis der Speicherplatz auf der SD-Karte voll ist. Eine neue Rekordersitzung wird nach 500 aufgezeichneten Transienten gestartet. Diese Einstellung wird nur verwendet, wenn der Transientenrekorder als unabhängiger Rekorder läuft

	<ul style="list-style-type: none"> • Durchgängig (200/1500 Max) – aufeinanderfolgende Transientenaufzeichnung, bis der Nutzer die Messung stoppt oder das Gerät die voreingestellte Anzahl von Transienten erreicht. • Der Rekorder ist auf 200 Aufzeichnungen voreingestellt. Dieser Wert kann ggf. geändert werden.
Dauer	1, 2, 5, 10, 20, 50 Perioden (Anzahl der Erfassungsperioden)
Pretrigger	0, 1, 2, 5, 10, 20 Perioden (Anzahl der Erfassungsperioden vor dem Auslöser)

Tabelle 67: Tasten auf dem Bildschirm für die Transientenrekordereinstellung

	HILFE	Zeigt die Auslösungs-Hilfebildschirme (gilt für Spannung und Strom) Für Einzelheiten siehe 5.1.20.
	KONFIG	Verknüpfung zum Menü VERBINDUNGSEINSTELLUNGEN. Für Einzelheiten siehe 3.23.1.
	VERB. PRÜFEN	Prüfen von Verbindungseinstellungen. Für Einzelheiten siehe 3.23.1.
		Wählt zu ändernde Parameter aus.
		Ändert Parameter.
		Öffnet Untermenü (↵).
		Kehrt zurück zum Untermenü.

3.16.3 Erfassen der Transienten

Nach dem Start des Transienten-Rekorders wartet das Gerät auf das Eintreten eines Auslösers.

Dies ist in der Statusleiste ersichtlich, wo das Icon  dargestellt ist. Wenn die Auslösebedingungen erfüllt sind, startet die Aufzeichnung.

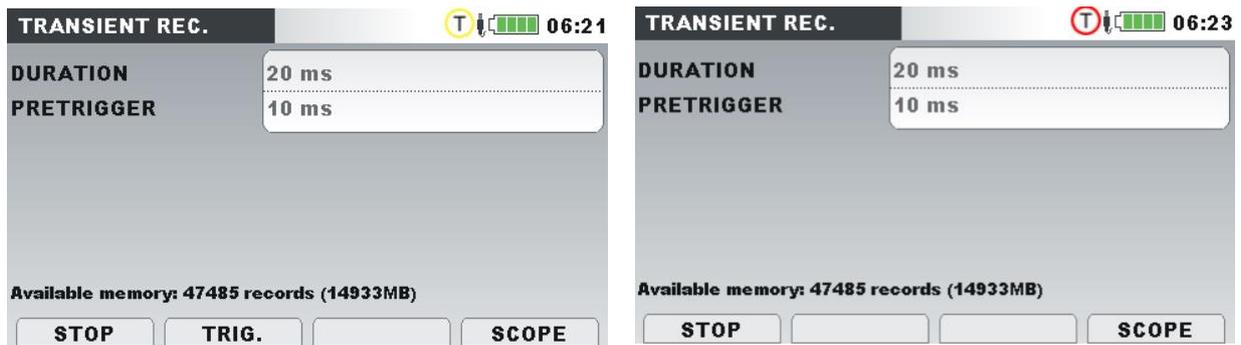


Abbildung 65: Erfassungsbildschirm des Transienten-Rekorders (Wartephase/Aufnahme) – MI 2893

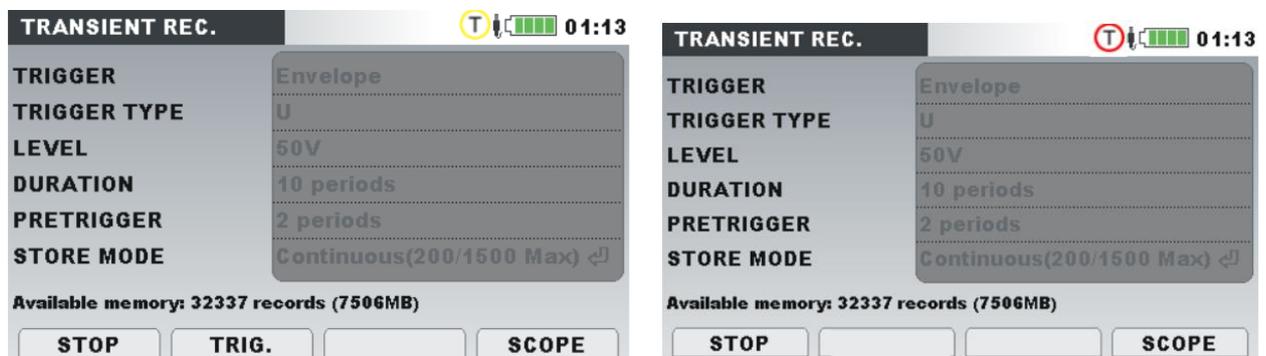


Abbildung 66: Transientenrekorder-Erfassungsbildschirm (Wartephase/Aufzeichnung) – MI 2892/MI 2885

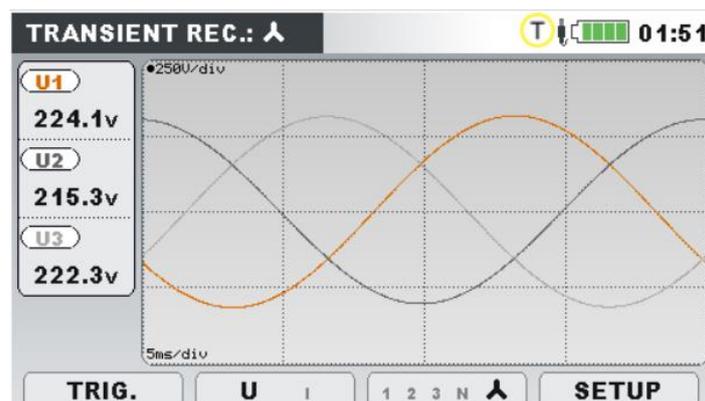


Abbildung 67: Bildschirm Erfasster Transientenrekorder

Tabelle 68: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

	Der Transienten-Rekorder ist aktiv und wartet auf Auslöser.
	Der Transienten-Rekorder ist aktiv und Aufzeichnung läuft.

U1, U2, U3, Un	Echter Effektivwert einer Periode der Phasenspannung: U_{1Rms} , U_{2Rms} , U_{3Rms} , U_{NRms}
U12, U23, U31	Echter Effektivwert einer Periode der Leiterspannung: U_{12Rms} , U_{23Rms} , U_{31Rms}
I1, I2, I3, In	Echter Effektivwert einer Periode des Stroms: I_{1Rms} , I_{2Rms} , I_{3Rms} , I_{NRms}

Tabelle 69: Tasten auf dem Erfassungsbildschirm des Transienten-Rekorders

	TRIG.	Erzeugt manuell die Auslösebedingung (nur aktiv, wenn die Aufzeichnung läuft).
		Wählt aus, welche Wellenformen angezeigt werden sollen: Zeigt die Wellenform der Spannung an.
		Zeigt die Wellenform des Stroms an.
		Zeigt die Spannungs- und Stromwellenformen in einem einzigen Diagramm an.
		Zeigt die Spannungs- und Stromwellenformen in separaten Diagrammen an.
		Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, Alle-Phasen- und Leiter-Ansicht aus: Zeigt die Wellenformen für die Phase L1 an.
		Zeigt die Wellenformen für die Phase L2 an.
		Zeigt die Wellenformen für die Phase L3 an.
		Zeigt die Wellenformen für den Neutralleiter.
		Zeigt die Wellenformen für alle Phasen an.
		Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L12 an.
		Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L23 an.
		Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L31 an. Zeigt die Wellenformen für alle Leiterspannungen an.
	EINST.	Wechselt zur Ansicht EINSTELLUNGEN (nur aktiv, wenn eine Aufzeichnung läuft).
		Stellt den vertikalen Zoom ein.
		Wählt aus, welche Wellenform gezoomt werden soll (nur in U/I oder U+I).
		Kehrt zum Einstellbildschirm für den „TRANSIENTEN-REKORDER“ zurück.

3.16.4 Erfasste Transienten

Die erfassten Transientenaufzeichnungen können von der Speicherliste betrachtet werden, wo erfasste Wellenformen analysiert werden können. Das Auftreten von Auslösern wird mit der blauen Linie markiert, während die Linie der Cursorposition schwarz markiert ist.

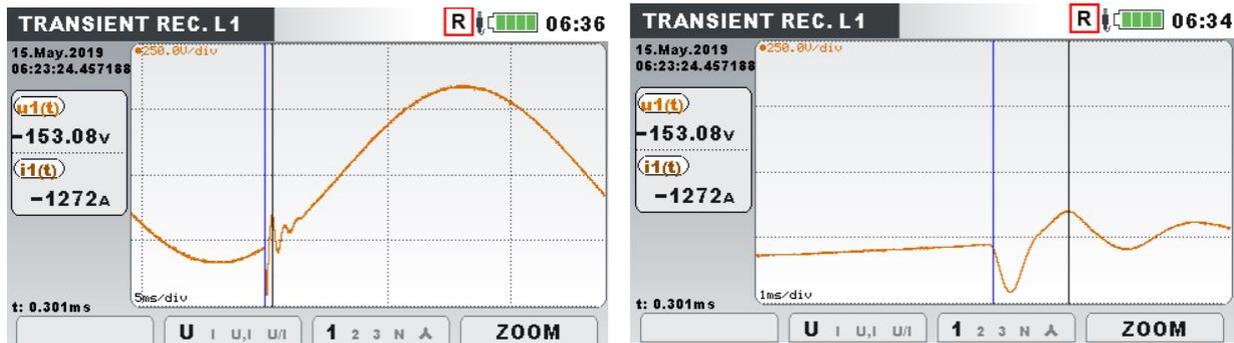


Abbildung 68: Rekorder-Bildschirm mit erfasster Transiente

Tabelle 70: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

R	Abruf der Speicherliste. Der angezeigte Bildschirm wurde vom Speicher abgerufen
t:	Cursor-Position in Bezug auf die Auslösezeit (blaue Linie in der Grafik)
u1(t), u2(t), u3(t), un(t)	Abtastwerte der Phasenspannungen U_1, U_2, U_3, U_N .
u12(t), u23(t), u31(t)	Abtastwerte der Leiterspannungen $U_{12}, U_{23}, U_{31}, U_N$.
i1(t), i2(t), i3(t), in(t)	Abtastwerte der Phasenströme I_1, I_2, I_3, I_N .

Tabelle 71: Tasten auf den Erfassungsbildschirmen des Transienten-Rekorders

		Wählt zwischen folgenden Optionen aus:
F2	U u, i u/i	Zeigt die Wellenform der Spannung an.
	I u, i u/i	Zeigt die Wellenform des Stroms an.
	U I u, i u/i	Zeigt die Wellenformen von Spannung und Strom an (Einfach-Modus).
	U I u, i U/I	Zeigt die Wellenformen von Spannung und Strom an (Dual-Modus).
F3	1 2 3 N ^	Wählt zwischen Phasen-, Neutraleiter-, Alle-Phasen- und Leiter-Ansicht aus:
	1 2 3 N ^	Zeigt die Wellenformen für die Phase L1 an.
	1 2 3 N ^	Zeigt die Wellenformen für die Phase L2 an.
	1 2 3 N ^	Zeigt die Wellenformen für die Phase L3 an.
	1 2 3 N ^	Zeigt die Wellenformen für den Neutraleiter an.
	1 2 3 N ^	Zeigt die Wellenformen für alle Phasen an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L12 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L23 an.
12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für die Leiterspannung L31 an.	

	12 23 31 Δ	Zeigt die Wellenformen für alle Leiterspannungen an.
	ZOOM	Stellt den horizontalen Zoom ein.
		Stellt den vertikalen Zoom ein.
		Bewegt den Cursor.
		Schaltet den Cursor zwischen Spannung und Strom um (nur in U, I oder U/I).
		Kehrt zum Untermenü „SPEICHERLISTE“ zurück.

3.17 Ereignistabelle

In dieser Tabelle werden erfasste Spannungseinbrüche, -überhöhungen und -unterbrechungen angezeigt. Man beachte, 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 nach Phasen separiert werden. Hierzu wird mit der Funktionstaste F1 umgeschaltet. Die Ereignistabelle ist nur während allgemeiner Aufnahme aktiviert.

3.17.1 Gruppenansicht

In dieser Ansicht sind die Spannungsereignisse gemäß IEC 61000-4-30 in Gruppen unterteilt (für Einzelheiten siehe Abschnitt 5.1.12). 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).

EVENTS						W G	02:33
Date 01.01.2000							
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		

Ph. ALL INT STAT

Abbildung 69: 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
4	1	11:50:46.831	D	0.23	0h00m0.120s
5	3	11:50:46.834	D	3.45	0h00m0.110s
6	2	11:50:46.838	D	2.99	0h00m0.110s
7	2	11:50:46.848	I	2.99	0h00m0.080s
8	1	11:50:46.851	I	0.23	0h00m0.080s
9	3	11:50:46.854	I	3.45	0h00m0.080s

Abbildung 70: Bildschirm mit der Detailansicht zum Spannungsereignis

Tabelle 72: 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 überschreitet)
T	Kennzeichnet die Art des Ereignisses oder Übergangs: E – Einbruch U – Unterbrechung Ü – Überhöhung
Niveau	Minimal- oder Maximalwert im Ereignis U _{Einbr.} , U _{Unterbr.} , U _{Überh}
Dauer	Ereignisdauer

Tabelle 73: Tasten auf dem Bildschirm mit der Ereignisgruppenübersicht

		Es wird die Gruppenansicht angezeigt. Drücken, um zur Ansicht „PHASE“ zu wechseln.
		Es wird Ansicht Phasenansicht dargestellt. Drücken, um zur Ansicht „GRUPPE“ zu wechseln.
		Zeigt alle Ereignisarten (Einbrüche und Überhöhungen). Einbrüche werden als Sonderfall des Spannungseinbruch-Ereignisses behandelt. START-zeit und Dauer in der Tabelle verweisen auf das abgeschlossene Spannungsereignis.



EVENTS					
Date 29.01.2019					
No	L	START	T	Level	Duration
1	1	11:48:21.983	D	205.48	0h00m0.090s
2	1	11:48:59.012	D	3.87	0h00m0.100s
3	1 2 3	11:50:46.831	DI	0.23	0h00m0.120s
4	1	11:52:28.841	D	4.71	0h00m0.110s
5	1	11:56:12.190	D	0.25	0h01m13.759s

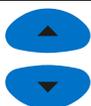
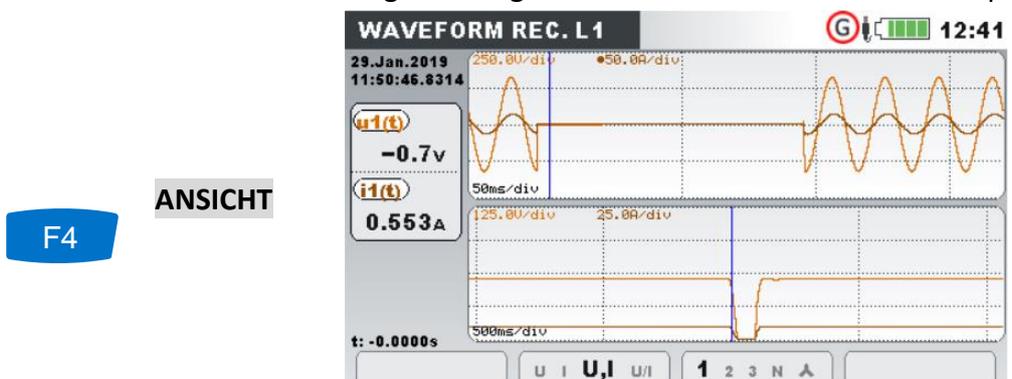
Zeigt nur die Mehrphasenspannungsunterbrechungen nach den IEC 61000-4-30-Anforderungen. START-zeit und Dauer in der Tabelle verweisen nur auf die Spannungsunterbrechung.

ALL INT



EVENTS					
Date 29.01.2019					
No	L	START	T	Level	Duration
3	1 2 3	11:50:46.854	I	0.23	0h00m0.073s

Zeigt die ausgewählte Wellenform und Einschaltspitzen-Ansicht.



Wählt das Ereignis aus.



Öffnet die Ansicht der Ereignisdetails.



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

3.17.2 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 Phasereignis 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).

No	L	START	T	Level	Duration
1	1	11:48:21.983	D	205.48	0h00m0.090s
2	1	11:48:59.012	D	3.87	0h00m0.100s
3	1	11:48:59.032	I	3.87	0h00m0.070s
4	1	11:50:46.831	D	0.23	0h00m0.120s
5	3	11:50:46.834	D	3.45	0h00m0.110s
6	2	11:50:46.838	D	2.99	0h00m0.110s

Abbildung 71: Bildschirm mit den Spannungsereignissen

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

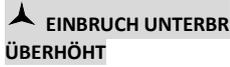
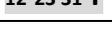
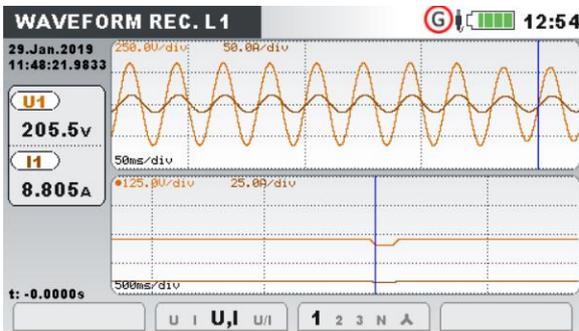
Tabelle 74: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

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 $U_{Rms(1/2)}$ Wert den Schwellenwert überschreitet).
T	Kennzeichnet die Art des Ereignisses oder Übergangs: E – Einbruch U – Unterbrechung Ü – Überhöhung
Niveau	Minimal- oder Maximalwert im Ereignis $U_{Einbr.}$, $U_{Unterbr.}$, $U_{Überh.}$
Dauer	Ereignisdauer.

Tabelle 75: Tasten auf den Bildschirmen mit der Übersicht der Phasereignisse



Es wird die Gruppenansicht angezeigt. Drücken, um zur Ansicht „PHASE“ zu wechseln

		Es wird Ansicht Phasenansicht dargestellt. Drücken, um zur Ansicht „GRUPPE“ zu wechseln
		Filtert die Ereignisse nach Typ:
F2		Zeigt alle Ereignisarten an.
		Zeigt nur Einbrüche an.
		Zeigt nur Unterbrechungen an.
		Zeigt nur Überhöhungen an.
		Filtert die Ereignisse nach Phase:
F3		Zeigt nur Ereignisse auf der Phase L1 an.
		Zeigt nur Ereignisse auf der Phase L2 an.
		Zeigt nur Ereignisse auf der Phase L3 an.
		Zeigt Ereignisse auf allen Phasen an.
		Zeigt nur Ereignisse auf den Phasen L12 an.
		Zeigt nur Ereignisse auf den Phasen L23 an.
		Zeigt nur Ereignisse auf den Phasen L31 an.
		Zeigt Ereignisse auf allen Phasen an.
		Zeigt ausgewählte Wellenform- und Einschaltspitzen-Ansicht.
F4		
		Wählt das Ereignis aus.
		Öffnet die Ansicht der Ereignisdetails.
		Keht zum Bildschirm mit der Übersicht der Phasenereignisse zurück. Keht zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.18 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. Jeden Alarm werden die Startzeit, die Phase, der Typ, die Flankenauflösung, der Min./Max.-Wert und die Dauer zugeordnet (für

Einzelheiten zur Alarmeinrichtung siehe 3.23.3 und für Details zu den Alarmmessungen siehe 5.1.14).

START	L	T	Slope	Min/Max	Duration
07:32:02.800	T	P+	Rise	397.9 kW	19.201 sec
07:32:09.800	1	U	Rise	258.2 V	2.800 sec
07:32:31.001	T	P+	Rise	1316 kW	1.200 sec
07:32:46.401	1	U	Rise	298.0 V	1.800 sec
07:33:08.800	1	U	Rise	235.8 V	6.200 sec
07:33:09.000	1	Uh5	Rise	14.8 %	6.000 sec

Abbildung 72: Bildschirm mit der Alarmliste

Tabelle 76: 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 77: Tasten auf den Bildschirmen mit der Alarmtabelle

	 Flick Sym H iH Sig Temp	Filtert die Alarmer nach folgenden Parametern: Alle Alarmer
	 Flick Sym H iH Sig Temp	Spannungsalarmer
	 Flick Sym H iH Sig Temp	Alarmer der zusammengesetzten Leistung
	 Flick Sym H iH Sig Temp	Alarmer der grundfrequenten Leistung
		Alarmer der nicht grundfrequenten Leistung

	Flick Sym H iH Sig Temp	
	▲ Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst	Flickeralarme
	Flick Sym H ZH Sig Temp	
	▲ Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst	Unsymmetrie-Alarme
	Flick Sym H ZH Sig Temp	
	▲ Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst	Alarme der Harmonischen
	Flick Sym H ZH Sig Temp	
	▲ Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst	Alarme der Zwischenharmonischen
	Flick Sym H ZH Sig Temp	
	▲ Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst	Alarme der Netzsignale
	Flick Sym H ZH Sig Temp	
	▲ Ulf Z. Lst G. Lst NG. Lst	Temperaturalarme
	Flick Sym H iH Sig Temp	
		Filtert die Alarme nach der Phase, auf der sie aufgetreten sind:
F3	1 2 3 N 12 23 31 T ▲	Zeigt nur Alarme auf der Phase L1 an.
	1 2 3 N 12 23 31 T ▲	Zeigt nur Alarme auf der Phase L2 an.
	1 2 3 N 12 23 31 T ▲	Zeigt nur Alarme auf der Phase L3 an.
	1 2 3 N 12 23 31 T ▲	Zeigt nur Alarme auf dem Neutralleiter an.
	1 2 3 N 12 23 31 T ▲	Zeigt nur Alarme auf den Phasen L12 an.
	1 2 3 N 12 23 31 T ▲	Zeigt nur Alarme auf den Phasen L23 an.
	1 2 3 N 12 23 31 T ▲	Zeigt nur Alarme auf den Phasen L31 an.
	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 an.
	▲	Wählt einen Alarm aus.
	▼	
	ESC	Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.19 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 5.1.15.

No	L	START	Duration	dUmax	dUss
1	2	31.Jan.2019 11:31:10.315	0.010s	7.9V	7.8V
2	3	31.Jan.2019 11:31:10.322	0.010s	7.6V	7.5V
3	1	31.Jan.2019 11:31:10.328	0.010s	7.6V	7.4V
4	3	31.Jan.2019 11:31:19.202	0.010s	10.0V	10.0V
5	2	31.Jan.2019 11:31:19.206	0.010s	10.3V	10.3V
6	1	31.Jan.2019 11:31:19.209	0.010s	9.9V	9.9V

Abbildung 73: RVC-Ereignisgruppenübersicht

Tabelle 78: 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 an. 2 – Ereignis auf Phase U_2 an. 3 – Ereignis auf Phase U_3 an. 12 – Ereignis bei der Spannung U_{12} an. 23 – Ereignis bei der Spannung U_{23} an. 31 – Ereignis bei der Spannung U_{31} an.
Start	Startzeit des Ereignisses (wenn der erste $U_{RMS(1/2)}$ -Wert den Schwellenwert überschreitet).
Dauer	Ereignisdauer.
dMax	ΔU_{max} - maximale absolute Differenz zwischen beliebigen $U_{RMS(1/2)}$ -Werten während des RVC-Ereignisses und dem endgültigen arithmetischen Mittelwert $100/120 U_{RMS(1/2)}$ 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 79: Tasten in RVC-Ereignistabelle Gruppenansichts-Bildschirm

Zeigt die Ereignisstatistiken (phasenweise).

	L1	L2	L3	v
U	228.3	237.8	230.1	
TOTAL	3	3	3	

STAT.

RVC

RVC

Keht zum Bildschirm mit der RVC-Ereignistabellen-Gruppenansicht zurück.

ESC

Keht zum Bildschirm mit der RVC-Ereignistabellen-Gruppenansicht zurück.
Keht zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.20 Zulauftabelle

Dieser Bildschirm zeigt eine Liste von Zulaufereignissen. Zulaufereignisse werden in einer Tabelle angezeigt, bei der jede Reihe einen einzelnen Zulauf zeigt. Jeder Zulauf wird mit einer Startzeit, Phase (Kanal) und dem Max.-Wert in Verbindung gebracht.

No	START	CHANNEL	MAX
1	23.Apr.2021 11:57:23.010	I1 I2	1001A
2	23.Apr.2021 11:57:30.581	I1 I2	1593A
3	23.Apr.2021 11:57:32.197	I1 I2 I3	1593A
4	23.Apr.2021 11:57:33.431	I1 I2	900.8A
5	23.Apr.2021 11:57:35.011	I1 I2	2002A

Abbildung 74: Bildschirm Gruppenansicht der Zulauftabelle

Tabelle 80: Symbole auf dem Gerätebildschirm und Abkürzungen

Nr.	Einheitliche Ereignisnummer (ID)
Start	Zulauf-Startzeit (wenn der erste $I_{Rms(1/2)}$ Wert überschreitet die Schwelle.
Kanal	Kanal auf dem der Zulauf stattfindet.
MAX	Maximaler Wert während des Zulaufs.

3.21 E-Messrekorder (MI 2892/MI 2885)

Der E-Messrekorder wird für Genauigkeitsmessungen von elektronischen sowie mechanischen (induktiven) Messgeräten verwendet. Bei Genauigkeitsmessungen wird die Vergleichsmethode verwendet. Spannung und Strom, die durch das geprüfte Objekt hindurchfließen, sind außerdem mit dem Referenz-Stromqualitätsgerät verbunden. Diese Funktion wird auf dem MI 2892 oder MI 2885 Stromqualitätsgerät unterstützt.

Die gesamte Genauigkeit des kompletten Systems hängt von der Genauigkeit der Spannungs- und Strommessungen, bzw. hauptsächlich von den verwendeten Stromzangen ab. Das größte Problem sind die Strommessungen. Der Strom sollte von den genauesten Stromzangen (A 1588) oder dem I/U-Messwandler (A 1037) erkannt werden, um die höchstmögliche Genauigkeit zu erzielen.

Hinweis: Metrel empfiehlt A 1398 PQA, A 1588 Stromklemmen oder einen A 1037 U/I-Messwandler zu verwenden, um eine Systemgenauigkeit von etwa 1% zu erzielen.

Als Referenzmessgerät wird das Stromqualitätsgerät verwendet. Messungen von 200ms werden während der Genauigkeitsmessungen akkumuliert. Das Stromqualitätsgerät (PQI) sammelt Impulse vom E-Messgerät und vergleicht die Energie, die vom PQI gemessen wurde mit der Energie, die durch die Impulse gesammelt wurden, welche vom E-Messgerät generiert wurden. Die Algorithmen im Innern des PQI kompensieren die Energie, die in den 200 ms Start- und Stopp-Intervallen im Zusammenhang mit dem Impuls erfasst werden, der vom E-Messgerät aufgezeichnet wurde.

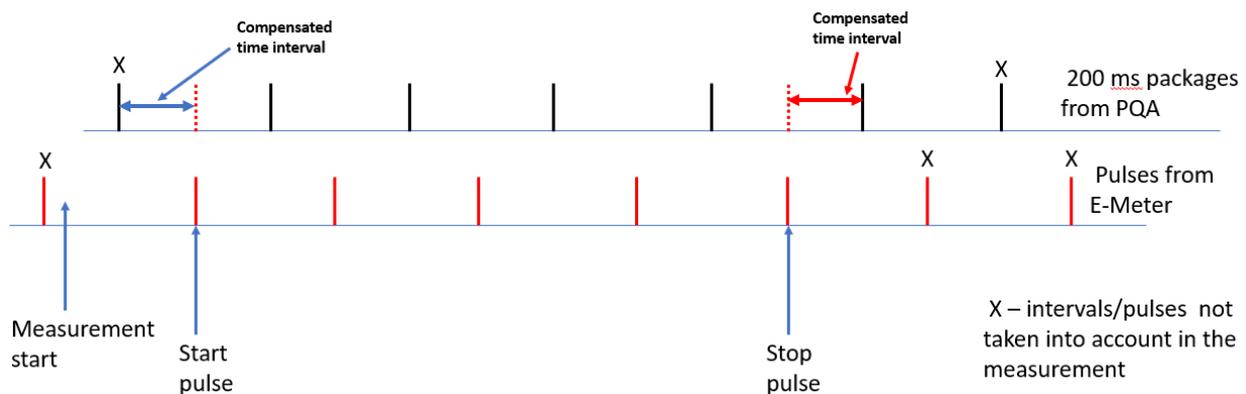


Abbildung 75: Vergleichsmethoden der Messgenauigkeit des E-Messgeräts

Um das Genauigkeitsverfahren des E-Messgeräts zu starten, sollten die folgenden Schritte befolgt werden:

1. Schließen Sie die Spannungsprüfleitungen und Stromzangen an das gewählte Prüfobjekt (das E-Messgerät) an. Achten Sie auf den ordnungsgemäßen Anschluss und die Auswahl der Stromzangen und des Strombereichs.



Abbildung 76: Einrichtungsanschluss und Anschlussprüfung am PQI

2. Installieren Sie den Photoabtastkopf A 1756 in das geprüfte E-Messgerät. Für eine ordnungsgemäße Installation befolgen Sie das Verfahren im Handbuch für A 1756.
3. Schließen Sie das Kabel zwischen dem Photoabtastkopf und dem PQI an.
4. Wählen Sie den E-Messrekorder aus dem Rekorder-Menü aus:



Abbildung 77: E-Messgerätfunktion im Rekorder-Menü

5. Fenster für die E-Messaufzeichnung und die Parametereinrichtung:

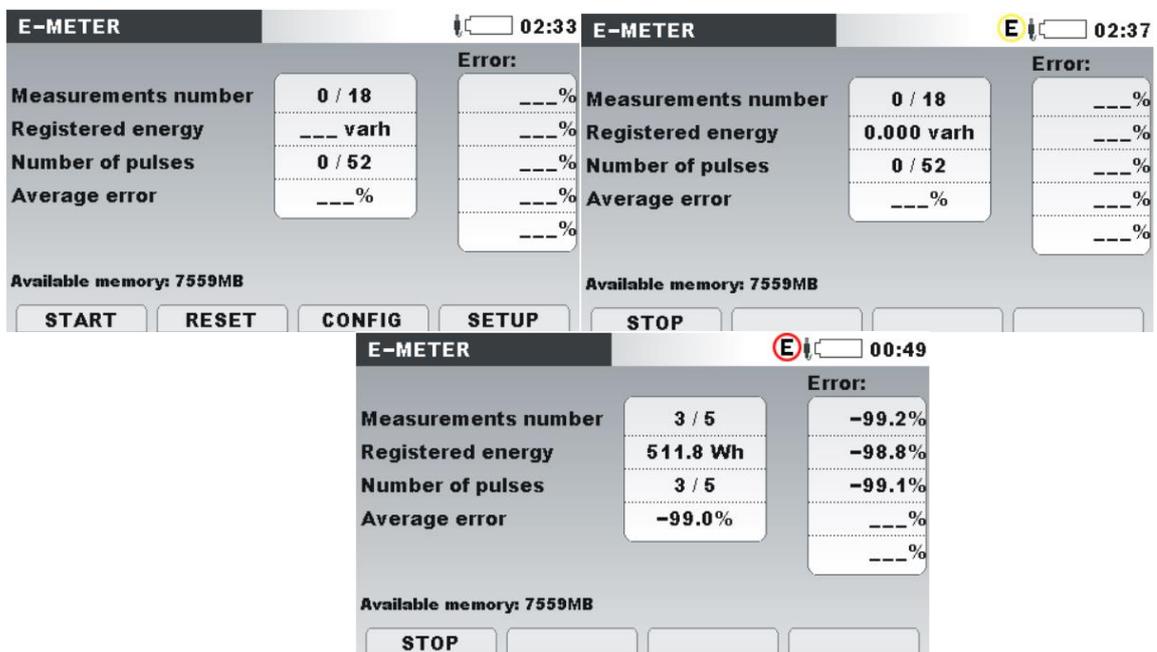


Abbildung 78: Rekorder-Menü für das E-Messgerät

Tabelle 81: Beschreibung der Einstellungen des E-Messgeräts

E	Der E-Messrekorder ist aktiv und wartet darauf, dass die Startbedingung erfüllt ist. Nachdem die Startbedingungen erfüllt sind (Startimpuls vom Photoabstastkopf), beginnt das Gerät mit den Messungen am E-Messgerät.
E	Der E-Messrekorder ist aktiv. Die Messungen laufen gemäß der Einstellung. Hinweis: der Recorder läuft, bis eine der folgenden Endbedingungen erfüllt ist: <ul style="list-style-type: none"> Die STOP-Taste wurde vom Bediener gedrückt

	<ul style="list-style-type: none"> Die vorgegebene Zeit wurde erreicht Die SD-KARTE ist voll <p>Hinweis: Wenn sich die Akkus während der Aufzeichnungssitzung, beispielsweise aufgrund einer langen Unterbrechung, entleert haben, schaltet sich das Gerät automatisch ab. Nachdem die Akkus wieder aufgeladen/erneuert sind, beginnt das Gerät automatisch mit einer neuen Aufzeichnungssitzung.</p>
Anzahl der Messungen	Die n-te Messung wird aus der insgesamt definierten Anzahl von Messungen durchgeführt Beispiel: 3/5 ☐ die dritte Messung aus einer Gesamtzahl von 5 ist aktiv.
Registrierte Energie	Die Energie (kWh/kvarh) wird vom Stromqualitätsgerät registriert
Anzahl der Impulse	Die Anzahl der akzeptierten Impulse vom E-Messgerät aus der insgesamt definierten Anzahl von Impulsen. Beispiel: 3/5 ☐ 3 Impulse aus einer insgesamt gewählten Auswahl von 5 Impulsen wurden akzeptiert.
Fehler	Fehler am E-Messgerät, erhalten aus der einzelnen Messung. Auf dem Display werden nur die letzten 5 Fehlerergebnisse angezeigt. Für eine detaillierte Ansicht, laden Sie die Daten mit PowerView herunter und analysieren Sie diese.
Durchschnittlicher Fehler	Durchschnittlicher Fehler berechnet aus den einzelnen Messungen.

Tabelle 82: Funktionstasten im Bildschirm E-Messrekorder-Einstellungen

	START STOP	Startet den Rekorder (Auswahl, wenn der Rekorder nicht läuft) Stoppt den Rekorder (Auswahl, wenn der Rekorder nicht läuft)
	RESET	Setzt die Messergebnisse des E-Messgeräts zurück (Auswahl, wenn der Rekorder nicht läuft)
	CONFIG	Verknüpfung zur Anschlusseinrichtung des PQI. (Auswahl, wenn der Rekorder nicht läuft)
	SETUP	Einrichtung des Messrekorders. (Auswahl, wenn der Rekorder nicht läuft)
		Bewegt den Cursor zur nächsten Reihe hoch/runter; gewünschtes Zeichen eingeben
		Feldauswahl/Erhöht (senkt) den Wert

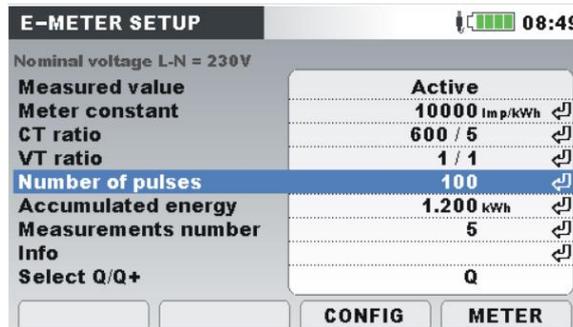


Abbildung 79: Einrichtungsmenü für das E-Messgerät

Tabelle 83: Beschreibung der Einrichtungseinstellungen des E-Messgeräts

<p>Gemessener Wert</p>	<p>Auswahl des am E-Messgerät gemessenen Werts, der geprüft wird (Aktiv/Reaktiv).</p> <p>Aktiv: $Q I + Q II + Q III + Q IV$ (kombiniert) Reaktiv: $Q I + Q II + Q III + Q IV$ (QvFund / Qenergy) Q – fundamentale Blindleistung des Vektors. Q+ – Blindenergie gemäß IEEE 1459</p>
<p>Messgerätkonstante</p>	<p>Metrologische Konstante des E-Messgeräts (LED: imp/kWh; imp/kvarh; Mechanisches Messgerät: Revs/kWh)</p>
<p>CT-Verhältnis</p>	<p>Stromwandlerverhältnis (Current transformer - CT) (gilt wenn das PQI Primärstrom misst und das E-Messgerät Sekundärstrom misst)</p>
<p>VT-Verhältnis</p>	<p>Spannungswandlerverhältnis (Voltage transformer – VT) (gilt wenn das PQI Primärspannung misst und das E-Messgerät Sekundärspannung misst)</p>
<p>Anzahl von Impulsen</p>	<p>Anzahl von Impulsen, die vom E-Messgerät erfasst wird</p> <p>Erforderliche, registrierte Energie während der Genauigkeitsmessungen</p>
<p>Akkumulierte Energie</p>	<p>Hinweis: Die Anzahl der Impulse oder der akkumulierten Energie sollte ausgewählt werden. Wenn Sie einen Wert eingeben, wird der andere automatisch berechnet.</p> <p>Hinweis: Wir empfehlen, dass die Genauigkeitsmessung mindestens 10-15 Minuten andauern soll (wegen der änderbaren Last).</p>

Anzahl der Messungen

Anzahl der aufeinanderfolgenden Messungen, die automatisch durchgeführt werden.

Informationsfeld für die Beschreibung des Messortes und des geprüften E-Messgeräts

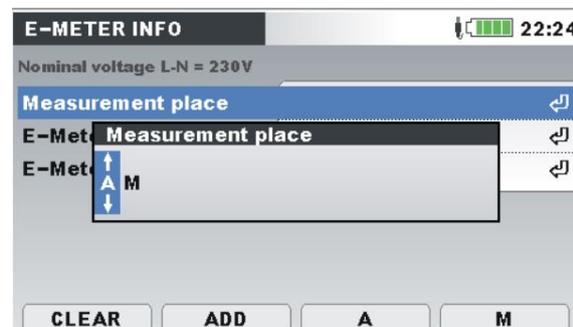


Messort: Beschreibung des Messortes

E-Messgerät SN: Seriennummer des geprüften E-Messgeräts

E-Messgerät Nenndaten: Daten des E-Messgeräts, wie z. B. Hersteller, etc.

Info



F1

CLEAR

Gewähltes Zeichen löschen.

F2

ADD

Zusätzliches Zeichen hinzufügen

F3

A

Befehl zu den Buchstaben A → .

F4

M

Befehl zu den Buchstaben M →.

Q/Q+ Auswählen

Auswahl der reaktiven Energie, die für die Genauigkeitsprüfung für die Blindenergie verwendet wird

Q – fundamentale Blindleistung des Vektors.

Q+ – Blindenergie gemäß IEEE 1459

F3

CONFIG

Befehl zur Anschlusseinrichtung des PQI.

F4

METER

Kehrt zurück zum E-Messrekorder.

3.22 Speicherliste

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

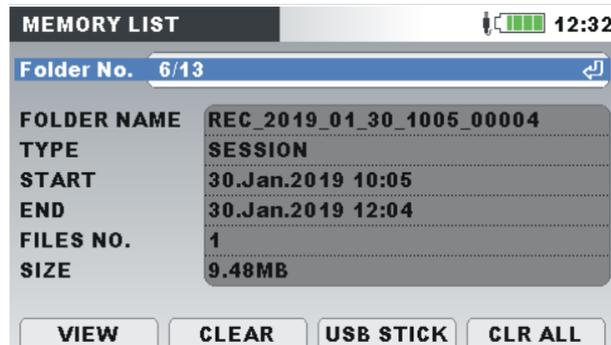


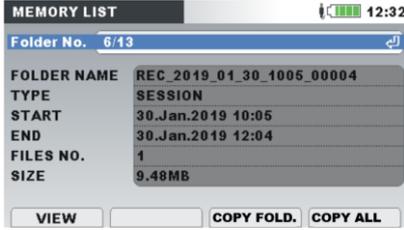
Abbildung 80: Bildschirm mit der Speicherliste

Tabelle 84: Symbole und Abkürzungen des Gerätebildschirms

Ordner-Nr.	Wählt die Ordernummer aus, für die Details angezeigt werden / Anzahl aller Ordner
ORDNER-NAME	Ordnername auf der SD-Karte. Nach der Konvention werden Dateinamen nach folgenden Regeln erstellt: REK_JJJJ_MM_TT_HHMM_XXXXX , wobei: <ul style="list-style-type: none"> • REK für den Ordner Typ steht • JJJJ für das aktuelle Jahr steht • MM für den aktuellen Monat steht • DD für den aktuellen Tag steht • HHMM für aktuelle Stunde/Minuten steht • XXXXX Aufzeichnungs-Nummer 00000 ÷ 99999 (fortlaufend)
TYP	Steht für den Ordner-Typ, der einer der folgenden sein kann: <ul style="list-style-type: none"> • Root (für Momentaufnahmen-Daten), • Session (für aufgezeichnete Daten).
START	Startzeit Ordnererstellung
END	Endzeit Ordner
DATEIEN NR.	Anzahl der Rekorder- und Momentaufnahmen-Dateien
GRÖSSE	Aufnahmegröße in Kilobyte (kB) oder Megabyte(MB).

Tabelle 85: Tasten im Bildschirm Speicherliste (Ordner)

	ANSICHT	Zeigt Details des aktuell ausgewählten Ordners an.
	LÖSCHEN	Löscht ausgewählte Ordnerstruktur.

F3	USB-STICK	Unterstützung für USB-Speicherstick aktivieren
		
	ORDN. KOPIEREN ALLE KOPIEREN	Ausgewählten Ordner auf USB kopieren
		Alle Daten von der SD-Karte auf USB kopieren
Öffnet ein Bestätigungsfenster zum Löschen aller gespeicherten Datensätze.		
Tasten im Bestätigungsfenster:		
F4	ALLE LÖ.	 Wählt JA oder NEIN aus.
		 Bestätigt Auswahl.
		 Verlässt das Bestätigungsfenster, ohne die gespeicherten Datensätze zu löschen.
		 Blättert durch Ordner (nächster oder vorheriger Ordner).
		 Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

Durch Drücken der Taste **F1** (**ANSICHT**) werden Details der ausgewählten Ordner angezeigt:

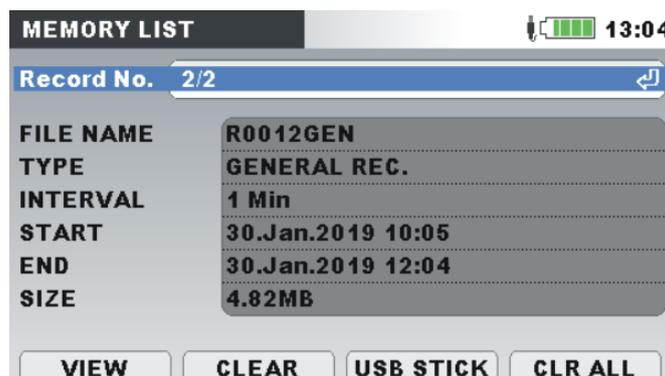


Abbildung 81: Bildschirm Speicherliste (Rekorder-Daten)

Tabelle 86: Symbole und Abkürzungen auf dem Gerätebildschirm

Aufzeichnungs-Nr.	Gewählte Aufzeichnungsnummer, für die die Details angezeigt werden / Anzahl aller Aufzeichnungen.
--------------------------	---

DATEINAME	<p>Name der Aufzeichnung unter der ausgewählten Ordner-Struktur auf der SD-Karte. Nach Konvention werden Dateinamen nach folgenden Regeln erstellt: Rxxxxyyy.REC, wobei:</p> <ul style="list-style-type: none"> • xxxx wenn die Aufzeichnungsnummer 0000 ÷ 9999 • yyy für den Aufzeichnungstyp steht <ul style="list-style-type: none"> ○ WAW – Wellenform Aufzeichnung (Abtastungswerte) ○ INR –Einschaltstrom Aufzeichnung (Effektivwerte) ○ SNP – Wellenform-Momentaufnahme ○ TRA – Transienten-Aufzeichnung ○ GEN – Allgemeine Aufzeichnung Die Allgemeine Aufzeichnung erzeugt auch EVT-, PAR-, ALM-, SIG-, SEL-Dateien, die auf der SD-Karte gefunden und in PowerView importiert werden können.
Art	<p>Zeigt den Typ der Aufzeichnung an, der einer der folgenden sein kann:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Momentaufnahme, • Transienten-Aufzeichnung, • Wellenformaufzeichnung • 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 87: Tasten auf dem Bildschirm mit der Speicherliste

F1	ANSICHT	Zeigt Details zur aktuell ausgewählten Aufzeichnung.
F2	LÖSCHEN	Löscht die ausgewählte Aufzeichnung.
F3	USB-STICK	Aktivieren der USB-Speicherstick-Unterstützung
	ORDN. KOPIEREN	Alle Dateien aus dem ausgewählten Ordner auf den USB-Stick kopieren
	DATEI KOPIEREN	Ausgewählte Datei auf den USB-Stick kopieren
F4	ALLE LÖ.	Öffnet das Fenster zur Bestätigung des Löschens aller gespeicherten Aufzeichnungen unter ausgewähltem Ordner.

Aktivieren der USB-Speicherstick-Unterstützung



Alle Dateien aus dem ausgewählten Ordner auf den USB-Stick kopieren

Ausgewählte Datei auf den USB-Stick kopieren

Öffnet das Fenster zur Bestätigung des Löschens aller gespeicherten Aufzeichnungen unter ausgewähltem Ordner.

Tasten im Bestätigungsfenster:



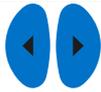
Wählt JA oder NEIN.



Bestätigt die Auswahl



Verlässt das Bestätigungsfenster ohne Löschen der gespeicherten Aufzeichnungen.



Navigiert durch die Aufzeichnungen (nächste oder vorherige Aufzeichnung).



Kehrt zum Untermenü „Ordner“ zurück.
Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

3.22.1 Allgemeine Aufzeichnung

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



Abbildung 82: Erste Seite der Allgemeinen Aufzeichnung im Menü SPEICHERLISTE

Tabelle 88: Beschreibung der Rekorder Einstellungen

Aufzeichnungs-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	Stopzeit der allgemeinen Aufzeichnung.
Größe	Aufzeichnungsgröße in Kilobyte (kB) oder Megabyte (MB)

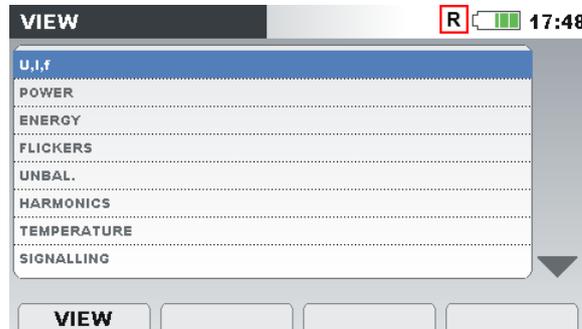
Tabelle 89: Tasten auf dem Bildschirm mit den Einstellungen des Allgemeinen Rekorders

F1

ANSICHT

Wechselt zum Bildschirm mit dem Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE.

Durch Drücken der Taste F1 (ANSICHT) kann eine spezielle Signalgruppe betrachtet werden.



Tasten auf dem Menübildschirm EINSTELLUNG DER KANÄLE:



Wählt eine spezielle Signalgruppe.



Öffnet eine spezielle Signalgruppe (Ansicht TREND).



Beendet und kehrt zum Menü SPEICHERLISTE zurück.

F3

USB-STICK

Kopieren der ausgewählten Daten auf den USB-Stick

Öffnet das Fenster zur Bestätigung des Löschens aller gespeicherten Aufzeichnungen.

Tasten im Bestätigungsfenster:

F4

ALLE LÖ.

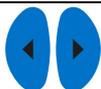
Wählt JA oder NEIN.



Bestätigt die Auswahl



Verlässt das Bestätigungsfenster ohne Löschen der gespeicherten Aufzeichnungen.



Navigiert durch die Aufzeichnungen (nächste oder vorherige Aufzeichnung).



Wählt den Parameter aus (nur im Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE).



Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

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

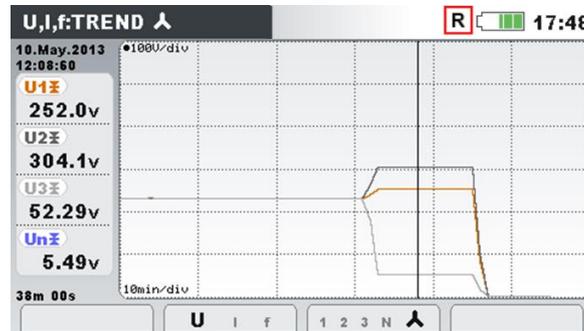


Abbildung 83: Ansicht der Rekorder Daten für den U,I,f-TREND

Tabelle 90: 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, Un	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.
Ip:	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 Cursorposition

Tabelle 91: Tasten auf den Bildschirmen mit der Ansicht des U,I,f-TRENDS

		Wählt zwischen folgenden Optionen aus:
F2	U U,I,U/I	Zeigt den Spannungstrend an.
	U f U,I,U/I	Zeigt den Stromtrend an.
	U f U,I,U/I	Zeigt den Trend der Frequenz an.
	U f U ,I,U/I	Zeigt den Spannungs- und Stromtrend an (Einfach-Modus).
	U f U,I U /I	Zeigt den Spannungs- und Stromtrend an (Dual-Modus).

		Wählt zwischen Phasen-, Neutralleiter-, All-Phasen- und Leiteransicht aus:
	1 2 3 N ▲	Zeigt den Trend für die Phase L1 an.
	1 2 3 N ▲	Zeigt den Trend für die Phase L2 an.
	1 2 3 N ▲	Zeigt den Trend für die Phase L3 an.
F3	1 2 3 N ▲	Zeigt den Trend für den Neutralleiter an.
	1 2 3 N ▲	Zeigt den Trend für alle Phasen an.
	12 23 31 Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L12 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L23 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt den Trend für die Phasen L31 an.
	12 23 31 Δ	Zeigt alle Phase-Phase-Trends an.
		Bewegt den Cursor und wählt das Zeitintervall (IP) für die Beobachtung aus.
		Keht 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.

3.22.2 Momentaufnahme von der Wellenform

Diese Art von Aufzeichnung kann mit Benutzung der Taste  erstellt werden (drücken und halten Sie die Taste ). Die Momentaufnahme wird nur auf den Messbildschirmen durchgeführt.

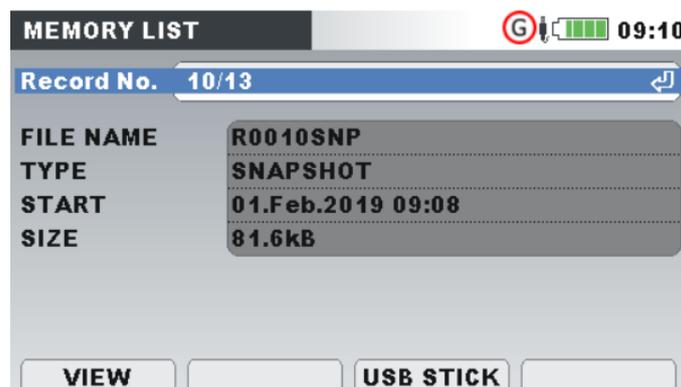


Abbildung 84: Erste Seite der Momentaufnahme im Menü SPEICHERLISTE

Tabelle 92: Beschreibung der Rekorder-Einstellungen

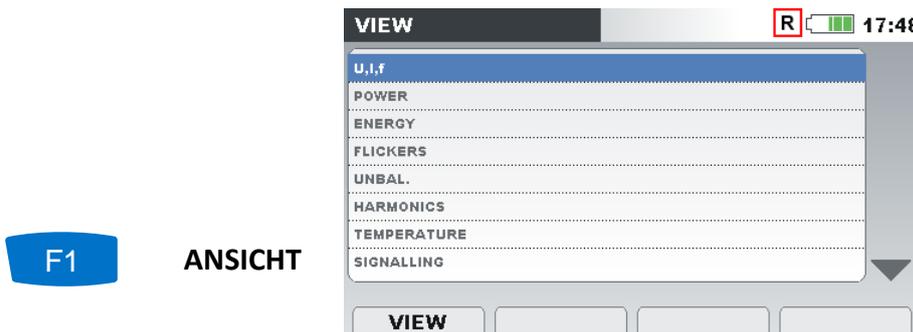
Aufzeichnungs-Nr.	Gewählte Aufzeichnungsnummer, für die die Details angezeigt werden.
DATEINAME	Name der Aufzeichnung auf der SD-Karte
Art	Gibt den Aufzeichnungstyp an: <ul style="list-style-type: none"> • Momentaufnahme,

Start	Startzeit der allgemeinen Aufzeichnung
Größe	Aufzeichnungsgröße in Kilobyte (kB)

Tabelle 93: Tasten auf dem Bildschirm mit der ersten Seite der Momentaufnahme

Wechselt zum Bildschirm mit dem Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE.

Durch Drücken der Taste F1 (ANSICHT) kann eine spezielle Signalgruppe betrachtet werden.



Tasten auf dem Menübildschirm EINSTELLUNG DER KANÄLE:



Wählt eine spezielle Signalgruppe aus.



Öffnet eine spezielle Signalgruppe (Ansicht MESSGERÄT oder OSZILLOSKOP).



Beendet und kehrt zum Menü SPEICHERLISTE zurück.

USB-STICK

Unterstützung für USB-Speichersticks aktivieren.



**ORDN.
KOPIEREN
DATEIEN
KOPIEREN**

Alle Dateien aus dem ausgewählten Datenordner auf den USB-Stick kopieren
Ausgewählte Datei auf den USB-Stick kopieren



Navigiert durch die Aufzeichnungen (nächste oder vorherige Aufzeichnung).



Kehrt zum Untermenü „Ordner“ zurück.
Kehrt zum Untermenü „REKORDER“ zurück.

Durch Drücken von **F1** **ANSICHT** im Menü EINSTELLUNGEN DER KANÄLE erscheint der Bildschirm MESSGERÄT. Das Diagramm ist in der Abbildung unten dargestellt.



Abbildung 85: Bildschirm von der U,I,f-Messung in der aufgerufenen Momentaufnahme

Hinweis: Weitere Einzelheiten zur Handhabung und Überwachung von Daten finden Sie in den vorangegangenen Abschnitten dieses Handbuchs.

Hinweis: Die WELLENFORM-MOMENTAUFNAHME wird zu Beginn des ALLGEMEINEN REKORDERS automatisch erstellt.

3.22.3 Wellenform/Einschaltspitzen-Aufzeichnung

Diese Aufzeichnungsart wird vom Wellenform-Rekorder erstellt. Für weitere Einzelheiten zur Handhabung und Überwachung von Daten siehe Abschnitt Erfasste Wellenform 3.15.3.

3.22.4 Transienten-Aufzeichnung,

Diese Aufzeichnungsart wird vom Transienten-Rekorder erstellt. Für weitere Einzelheiten zur Handhabung und Überwachung von Daten siehe Abschnitt 3.16.4.

3.23 Untermenü Messeinstellungen.

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

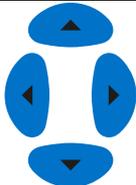


Abbildung 86: Untermenü MESSEINSTELLUNGEN.

Tabelle 94: Beschreibung der Optionen zu den Messeinstellungen

Verbindungseinrichtung	Einstellung der Parameter für die Messungen
Ereigniseinrichtung	Einstellung der Ereignisparameter
Alarmeinrichtung	Einstellung der Alarmparameter
Netzsignaleinrichtung	Einstellung der Parameter zu den Netzsignale.
RVC-Einstellung	Einrichtung der Parameter „Schnelle Spannungsänderungen“ (RVC)
Messmethoden	Auswahl der Messmethode (Modern (IEEE 1459), Klassisch (Vektor), Klassisch (Arithmetisch))
Transienten-Einstellungen	Einstellungen der Parameter für den Transienten-Rekorder
Einschaltspitzen-Einstellungen	Einstellungen der Parameter für den Wellenform-/Einschaltspitzen-Rekorder
Wellenf.-Rek.-Einstellungen	Einstellungen der Parameter für den Wellenform-/Einschaltspitzen-Rekorder

Tabelle 95: Tasten auf dem Bildschirm mit dem Untermenü Messeinstellungen

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

3.23.1 Verbindungseinrichtung

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

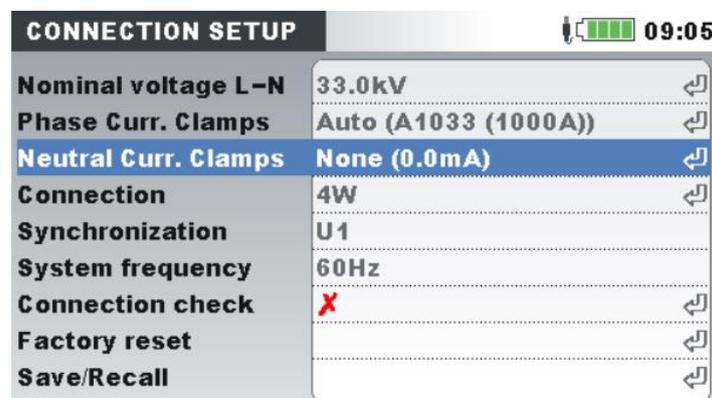


Abbildung 87: Bildschirm „VERBINDUNGSEINRICHTUNG“

Tabelle 96: Beschreibung der Verbindungseinrichtung

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



Nennspannung

Spannungsverhältnis: Spannungswandler-Verhältnis Δ ↔ λ:

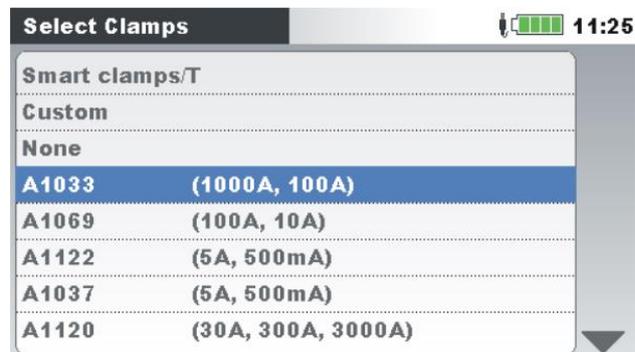
Wandlertyp		Symbol	Zusätzliches Wanderverhältnis
Primär	Sekundär	Δ→λ	$1/\sqrt{3}$
Dreieck	Stern	λ→Δ	$\sqrt{3}$
Stern	Dreieck	λ→λ	1
Stern	Stern	λ→λ	1
Dreieck	Dreieck	Δ→Δ	1

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

Wählt Phasenstromzangen für Phasenstrommessungen an den Eingängen aus.

Wählt Neutralstromzangen für den Neutralstromeingang aus.

**Phasen- Stromzangen
 Neutralleiter- Stromzangen**



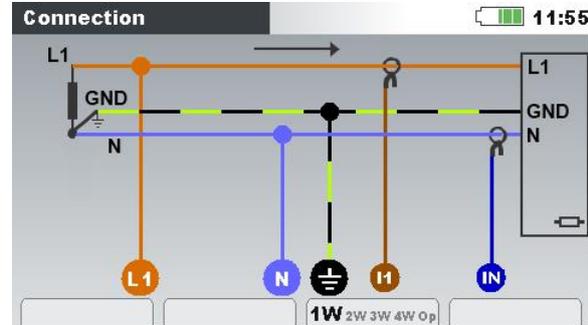
Hinweis: Für Smart-Stromzangen (A 1227, A 1281) wählen Sie immer „Smart-Stromzangen“ aus.

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

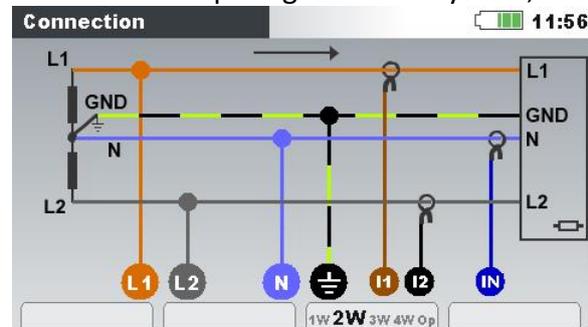
Hinweis: Für Einzelheiten zu weiteren Einstellungen der Stromzangen siehe Abschnitt 4.2.3.

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

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

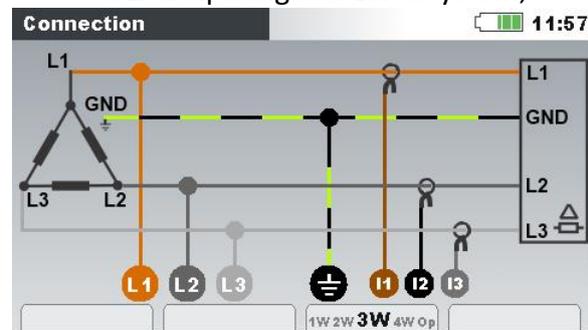


- **2L:** zweiphasiges 4-Leitersystem;

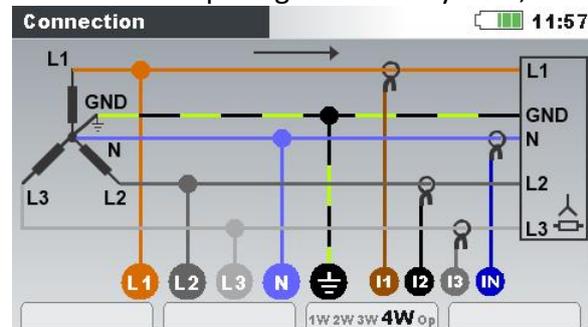


Anschluss

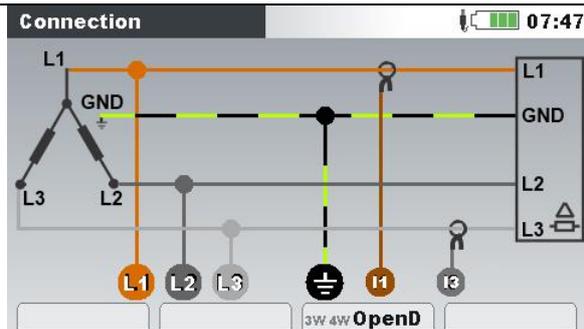
- **3L:** dreiphasiges 3-Leitersystem;



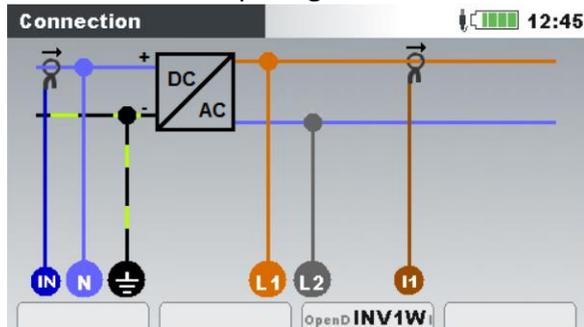
- **4L:** dreiphasiges 4-Leitersystem;



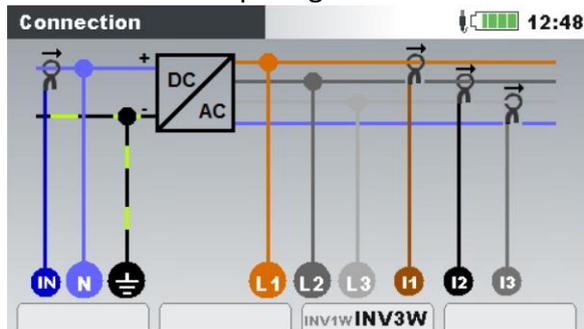
- **Off.D (Offenes Dreieck):** dreiphasiges 2-Leitersystem (Offenes Dreieckssystem).



- **INV1L:** einphasige Wechselrichterverbindung



- **INV3L:** einphasige Wechselrichterverbindung



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, 2L, 4L, INV1L:** U1 oder I1.
- **3L, Off. D, INV3L:** U12, oder I1.

Systemfrequenz

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

- 50 Hz – 10-Perioden-Intervall
- 60 Hz – 12-Perioden-Intervall
- 400 Hz – 50-Perioden-Intervall
- VFD – Frequenzumrichter (5–120 Hz) – 5-Perioden-Intervall

Verbindungsprüfung

Überprüfen Sie, ob die Messergebnisse die vorgegebenen Grenzwerte einhalten.

Connection check ✓ 

Die Messung wird mit dem OK-Zeichen (✓) versehen, wenn das Gerät ordnungsgemäß verbunden und die Messergebnisse den vorgegebenen Messeinstellungen entsprechen.

Die Verbindungsprüfung ist mit dem gelben OK-Zeichen (✓) gekennzeichnet, das anzeigt, dass sich einige Messungen am Rande der Spezifikation des Geräts befinden. Dies bedeutet nicht, dass etwas nicht stimmt, sondern erfordert die Aufmerksamkeit des Benutzers, um die Verbindung und die Geräteeinstellungen zu überprüfen. Drücken Sie F4, um die Grenzwerte zu überprüfen.

Das Fehlersymbol (✗) zeigt an, dass das Gerät falsch angeschlossen ist oder die Messanordnung nicht dem Messwert entspricht. In diesem Fall ist es notwendig, die Messeinstellungen neu vorzunehmen und die Geräteanschlüsse zu überprüfen.

Durch Drücken der ENTER-Taste wird eine detaillierte Verbindungsprüfung angezeigt.

Connection: Consumed  03:39				
	L1	L2	L3	N
U	✓ 230.0	✓ 230.0	✓ 229.9	0.14 v
I	✓ 200.0	✓ 200.1	✓ 200.3	0.335 A
P	44.44	44.47	44.49	kW
Phase	✓ -14.9	✓ -14.9	✓ -15.0	32.1 °
Useq	✓ 1 2 3		Ptot	133.4 kW
Iseq	✓ 1 2 3		f	✓ 49.996 Hz
CUR. DIR.		VIEW	AUTOSET I	LIMITS

Siehe Abschnitt 4.2.4 für Einzelheiten zur Verwendung dieses Menüs.

F1	STROMRICHT	Stromumkehrung pro Phase
F2	ANSICHT	Einstellen der Ansicht Verbraucht oder Erzeugt
F3	AUTOSET I	Einstellen des automatischen Prüfverfahrens zur Festlegung des optimalen Bereichs der Stromzangen
F4	GRENZEN	Vordefinierte Grenzen für die Auswertung der Messergebnisse

LIMITS		11:39	
U	90%-110% Un	207.0-253.0v	✓
I	5%-10% Iclamps	50.00-100.0A	✓
I	10%-110% Iclamps	100.0-1100A	✓
I	110%-150% Iclamps	1100-1500A	✓
f	85%-115% f	42.500-57.500Hz	✓
Phase	±90°		✓

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;

Verbindung: 4L;

Synchronisierung: U1

Systemfrequenz: 50 Hz.

Einbruchsspannung: 90 % U_{Nenn}

Unterbrechungsspannung: 5 % U_{Nenn}

Überhöhungsspannung: 110 % U_{Nenn}

Netzsignalfrequenz1: 316 Hz

Netzsignalfrequenz2: 1060 Hz

Netzsignal-Aufzeichnungsdauer 10 s

Netzsignal-Schwelle 5 % der Nennspannung

RVC-Schwelle: 3 % der Nennspannung

RVC-Hysterese: 25 %

Messmethode: Modern (IEEE 1459)

Löscht die Tabelle der Alarmeinstellungen

Aufzeichnungs-Organisation: Ordner

Startzeit Aufzeichnung: Gerundet

Transienten-Auswahl: GND

Einstellung Wellenform-Rekorder: Ereignisse

Speichern/Wiederaufruf

Speichern der gewählten Messeinstellung (wird auf der SD-Karte gespeichert)/Gespeicherte Messeinstellung wieder von der SD-Karte aufrufen

Tabelle 97: 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

Abhängig vom Status der Verbindungsprüfung:

Connection check ✓ 

- OK-Symbol (✓, ✓) Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

ESC

Fehlersymbol (✗) führt in das Untermenü “VERBINDUNGSPRÜFUNG”. Es wird erwartet, dass der Benutzer dieses Problem löst, bevor er mit den Messungen fortfährt. Drücken Sie nochmals **ESC**, um das Menü “VERBINDUNGSPRÜFUNG” zu verlassen.

3.23.2 Ereigniseinrichtung

In diesem Menü kann der Benutzer die Spannungsereignisse und ihre Parameter einstellen. Für weitere Einzelheiten zu den Messverfahren siehe 5.1.12. Erfasste Ereignisse können auf dem Bildschirm EREIGNISTABELLE betrachtet werden. Für Einzelheiten siehe 3.17 und 5.1.12.

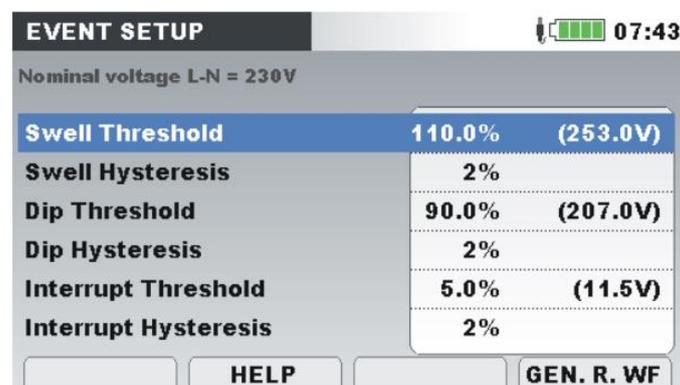


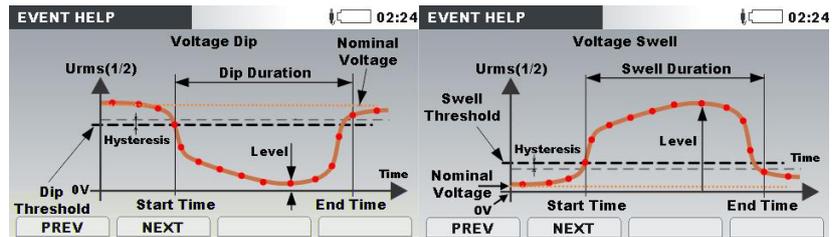
Abbildung 88: Bildschirm für die Ereigniseinrichtung

Tabelle 98: 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.
Überhöhungshysterese	Stellt die Hysterese für die Überhöhung in % der Nennspannung ein.
Einbruchschwelle	Stellt Schwellenwert für den Einbruch in % der Nennspannung ein.
Einbruchhysterese	Stellt die Hysterese für den Einbruch in % der Nennspannung ein.
Unterbrechungsschwelle	Stellt Schwellenwert für die Unterbrechung in % der Nennspannung ein.
Unterbrechungshysterese	Stellt die Hysterese für die Unterbrechung in % der Nennspannung ein.

Tabelle 99: Tasten auf dem Bildschirm der Ereigniseinrichtung

F2	HILFE	Zeigt Hilfebildschirm für Einbruch, Überhöhung und Unterbrechung an. Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.13.
-----------	--------------	---



Tasten auf dem Menübildschirm EINSTELLUNG DER KANÄLE:



ZURÜC Vorheriger Hilfe-Bildschirm.



VOR Nächster Hilfe-Bildschirm.



Schaltet zwischen den Hilfebildschirmen hin und her.

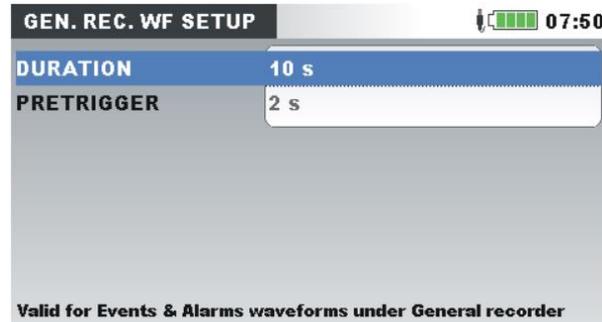


Kehrt zum Bildschirm EREIGNISEINRICHTUNG zurück

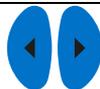


GEN. R. WF

Dauer- und Pretrigger-Einstellung, gilt für Ereignis- und Alarmwellenformen, die im Rahmen des Allgemeinen Rekorders erfasst werden



Wählt die Parameter Spannungsereignis-Einstellungen die geändert werden sollen.



Ändert den gewählten Parameterwert.



Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

3.23.3 Alarmeinrichtung

Für eine beliebige Messgröße, die das Gerät misst, können bis zu 10 verschiedene Alarme definiert werden. Für weitere Einzelheiten zu den Messverfahren siehe 5.1.14. Erfasste Ereignisse können auf den Bildschirmen ALARMTABELLE betrachtet werden. Für Einzelheiten siehe 3.18 und 5.1.14.

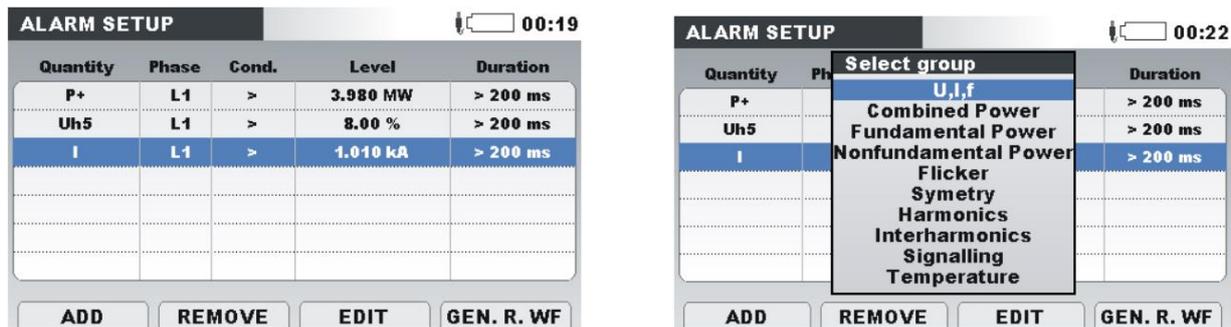
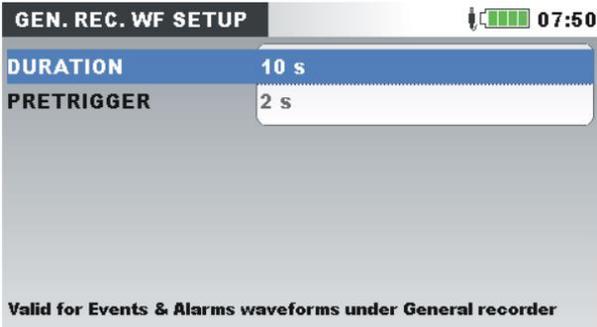


Abbildung 89: Bildschirme für die Alarmeinrichtung

Tabelle 100: Beschreibung der Alarmeinrichtung

<p>1. Spalte - Messgröße (P+, Uh5, I, in der Abbildung oben)</p>	<p>Wählt den Alarm aus der Gruppe der Messungen und dann die Messung selbst aus.</p>
<p>2. Spalte - Phase (GES L1) in der Abbildung oben)</p>	<p>Wählt die Phasen für die Erfassung der Alarme</p> <ul style="list-style-type: none"> • L1 – Alarme auf Phase L₁; • L2 – Alarme auf Phase L₂; • L3 – Alarme auf Phase L₃; • L2 – Alarme auf Phase N; • L12 – Alarme auf Leitung L₁₂; • L23 – Alarme auf Leitung L₂₃; • L31 – Alarme auf Leitung L₃₁; • ALL – Alarme auf allen Phasen; • GES – Alarme für die Leistungssummen oder Nicht-Phasenmessungen (Frequenz, Unsymmetrie).
<p>3. Spalte - Bedingung („>“ in der Abbildung oben)</p>	<p>Wählt das Auslöseverfahren aus: < Auslöser, wenn die Messgröße niedriger ist als der Schwellenwert (FALLEN); < Auslöser, wenn die Messgröße höher ist als der Schwellenwert (STEIGEN);</p>
<p>4. Spalte - Niveau</p>	<p>Schwellenwert</p>
<p>5. Spalte - Dauer</p>	<p>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.</p>

Tabelle 101: Tasten auf den Bildschirmen der Alarmeinrichtung

F1	ANFÜGEN	Fügt einen neuen Alarm hinzu.
F2	ENTFERNEN	Löscht den ausgewählten oder alle Alarme: 
F3	BEARB.	Ändert den ausgewählten Alarm.
F4	GEN. R. WF	Dauer- und Pretrigger-Einstellung, gilt für Ereignis- und Alarmwellenformen, die im Rahmen des Allgemeinen Rekorders erfasst werden 
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.

3.23.4 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 ferngesteuert 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 Einrichtung der Alarme siehe Abschnitt 3.23.3 . Für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung siehe Abschnitt 3.14.

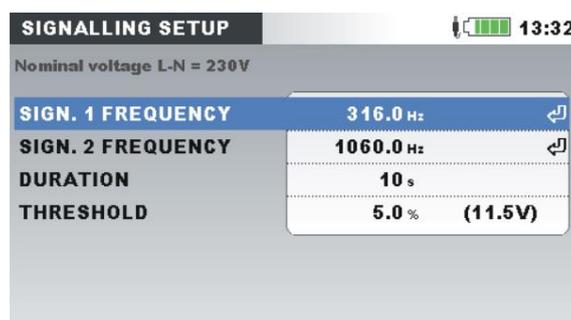


Abbildung 90: Bildschirm zur Netzsignaleinrichtung

Tabelle 102: Beschreibung der Netzsignaleinrichtung

Nennspannung	Angabe des Typs (L-N oder L-L) und des Werts der Nennspannung
SIGN. 1 FREQUENZ	1. überwachte Netzsignalfrequenz
SIGN. 2 FREQUENZ	2. überwachte Netzsignalfrequenz
DAUER	Dauer der RMS-Aufzeichnung, die erfasst wird, nachdem Schwellenwert erreicht ist
SCHWELLENWERT	Schwellenwert ausgedrückt in % der Nennspannung, die die Aufnahme des Signalereignisses auslöst.

Tabelle 103: Tasten auf dem Bildschirm zur Netzsignal-Einrichtung

	Öffnet oder verlässt ein Untermenü für die Einstellung eines Alarms.
	Schaltet zwischen den Parametern hin und her.
	Ändert den gewählten Parameterwert.
	Kehrt zum Untermenü „MESSEINSTELLUNGEN“ zurück.

3.23.5 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 Werte $100/120 U_{Rms(\frac{1}{2})}$ innerhalb einer eingestellten RVC-Schwelle aus dem arithmetischen Mittel dieser Werte $100/120 U_{Rms(\frac{1}{2})}$ bleiben (100 Werte bei 50 Hz nominal und 120 Werte bei 60 Hz). Der RVC-Schwellenwert wird vom Benutzer je nach Anwendung als Prozentsatz von U_{Nenn} innerhalb $1 \div 6\%$, festgelegt. Für Einzelheiten zur RVC Messung siehe Abschnitt 5.1.15. Für Anleitungen zum Start der Aufzeichnung siehe Abschnitt 3.14.

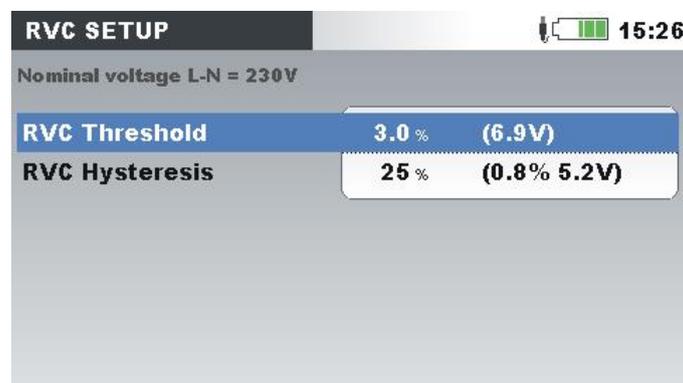


Abbildung 91: RVC-Einstellungsbildschirm

Tabelle 104: Beschreibung der RVC-Einstellung

Nennspannung	Angabe des Typs (L-N oder L-L) und des Werts der Nennspannung
RVC SCHWELLENWERT	RVC-Schwellenwert ausgedrückt in % der Nennspannung für die Erkennung der eingeschwungenen Spannung
RVC HYSTERESE	Wert der RVC-Hysterese, ausgedrückt in % des RVC-Schwellenwerts

Tabelle 105: Tasten auf dem RVC-Einstellungsbildschirm

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

3.23.6 Einstellung der Messmethoden

In diesem Menü können verschiedene Messmethoden, Dateistruktur auf der SD-Karte, Art der Aufnahme-Startzeit und Auswahl der Transienten ausgewählt werden, entsprechend den örtlichen Normen und Praktiken. Siehe Abschnitt 5.1.5 und Abschnitt 5.1.7 für Details. Bitte beachten Sie, dass das Gerät alle Messungen (Klassisch und Modern) aufzeichnet, unabhängig von der gewählten Methode.

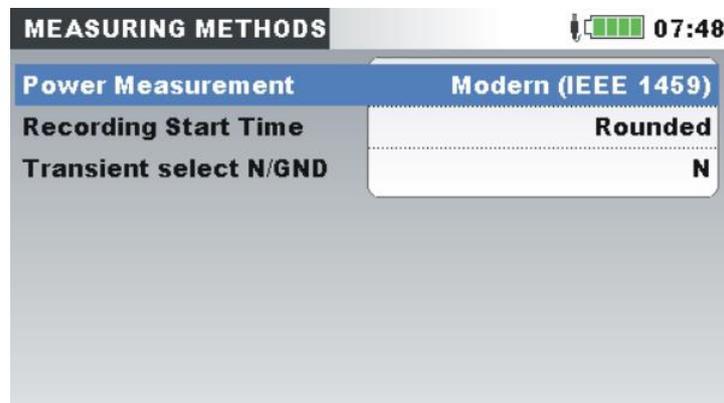


Abbildung 92: Bildschirm Einstellung der Messmethoden – MI 2893

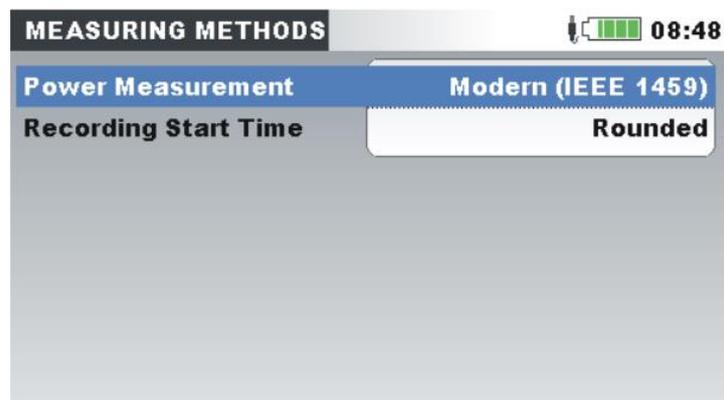


Abbildung 93: Bildschirm Einstellung der Messmethoden – MI 2892/MI 2885

Tabelle 106: Beschreibung der Einstellung der Messmethode

Leistungsmessungen	Moderne (IEEE 1459) Messmethode. Siehe Abschnitt 5.1.5 für Details. Klassische (Vektor) Messmethode. Siehe Abschnitt 5.1.6 für Details. Klassische (Arithmetisch) Messmethode. Siehe Abschnitt 5.1.6 für Details.
Startzeit Aufzeichnung	Auswahl Rekorder-Startzeit: Gerundet – Rekorder-Start wird verschoben und synchronisiert mit der Uhr (ganze Zahl von Perioden in 1 Stunde) Sofort – Rekorder starten bei der nächsten Minute.
Transienten-Auswahl/GND	Messung Transienten-Auswahlzwischen Phase–Neutral oder Phase–Masse (nur MI 2893)

Tabelle 107: Tasten im Bildschirm Einstellung der Messmethoden

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

3.23.7 Transienten-Einstellung

Hinweis:

MI 2893 – Transientenrekorder läuft gleichzeitig mit Allgemeinem Rekorder

MI 2892/MI 2885 – Transientenrekorder läuft als unabhängiger Rekorder (kann nicht gleichzeitig mit Allgemeinem Rekorder betrieben werden).

In diesem Menü können Parameter für den transienten Trigger ausgewählt werden. Es ist möglich, den Trigger auszuwählen für:

- Phasenspannung,
- Phasenstrom,
- Neutralleiterspannung,
- Neutralleiterstrom.

Es können zwei verschiedene Arten von Triggern definiert werden:

- Selection to the voltage/current level,
- Einhüllende



Abbildung 94: Bildschirm Transienten-Einstellung – MI 2893



Abbildung 95: Bildschirm Transienten-Einstellung – MI 2892/MI 2885

Hinweis:

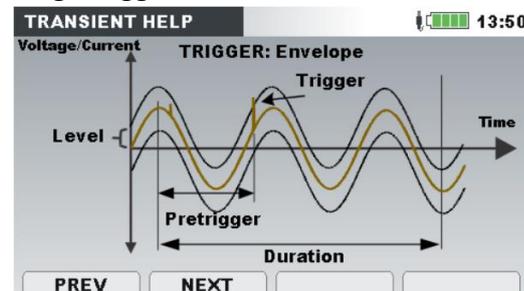
MI 2893 – alle Auslöser könnten gleichzeitig aktiviert werden

MI 2892/MI 2885 – es steht jeweils nur ein einziger Auslöser zur Verfügung: Hüllkurve U oder U_n oder I oder I_n ; Niveau: U oder U_n oder I oder I_n

Tabelle 108: Beschreibung der Transienten-Einstellung

HILFE

Zeigt Trigger-Hilfebildschirme an. Siehe 5.1.20 für Details.

**TRIG AUS**

Trigger-Auswahl löschen

PRÜF. C.

Menü Verbindungsprüfung. Siehe 3.23.1 für Details.

CONFIG

Konfigurationseinstellung prüfen. Siehe 3.23.1 für Details. (nur für MI 2892/2885)

3.24 Untermenü Allgemeine Einstellungen

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

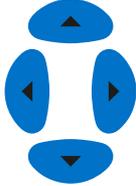


Abbildung 96: Untermenü ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN.

Tabelle 109: Beschreibung der Optionen zu den Messeinstellungen

Kommunikation	Stellt die Kommunikationsquelle und Baudrate ein.
Uhrzeit und 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.
Hintergrundbeleuchtung	Aktiviert/deaktiviert die Hintergrundbeleuchtung des Bildschirms.

Tabelle 110: Tasten im Untermenü Allgemeine Einstellungen

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

3.24.1 Kommunikation

In diesem Menü kann der Benutzer die Kommunikationsschnittstelle auswählen. Es gibt vier Möglichkeiten:

- USB-Kommunikation. Das Gerät ist per USB-Datenkabel mit dem PC verbunden
- INTERNET-Kommunikation. Das Gerät ist durch ein lokales Netzwerk (Ethernet-LAN) mit dem Internet verbunden. Die Verbindung von PowerView zum Gerät wird über das Internet und den Metrel GPRS-Relay-Server hergestellt. Für Einzelheiten siehe Abschnitt 4.3.

- INTERNET (3G, GPRS). Das Gerät ist über das 3G oder GPRS-Modem mit dem Internet verbunden. Diese Option minimiert den Internet-3G-Verkehr mit dem Metrel GPRS-Relay-Server und PowerView, um Verbindungskosten zu reduzieren. Das Gerät verbraucht im Ruhezustand (während nicht mit PowerView verbunden) etwa 5 MB / pro Tag. Für Einzelheiten siehe Abschnitt 4.3.
- INTERNET (LAN). Das Gerät ist über ein lokales Netzwerk (Ethernet-LAN) mit dem Internet verbunden. IP-Adresse, Netzmaske, Primary DNS, Secondary DNS und Gateway werden manuell (DHCP deaktiviert) oder automatisch (DHCP aktiviert) definiert. Die Portnummer sollte manuell definiert werden. Der PowerView-Zugriff auf das Gerät erfolgt über das Internet. Siehe Abschnitt 4.3 für Details.

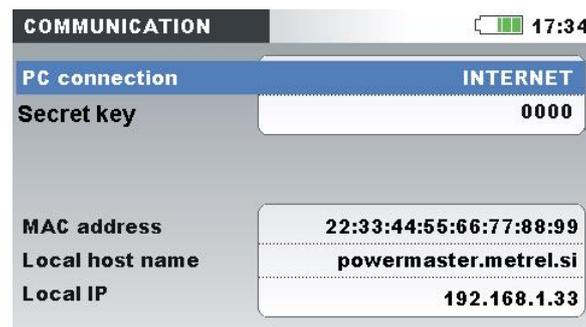


Abbildung 97: Bildschirm mit den Kommunikationseinstellungen

Tabelle 111: Beschreibung der Kommunikationseinstellungen

PC-Anschluss	Wählt den USB- oder INTERNET-Kommunikations-Port aus.										
Com.-Port (PS/2)	GPS- oder MI 3108 / MI 3109-Kommunikation auswählen. GPS wird für den A 1355 GPS-Empfänger und MI 3108 / MI 3109 für die Messung von Photovoltaik-Wechselrichtern verwendet (siehe MI 3108/ MI 3109 Benutzerhandbuch)										
In A 1565 verwendetes Modem	Diese Option wählen, wenn innerhalb des wasserdichten Gehäuses A 1565 für Außenanwendungen und Aufnahmen ein 1753 WiFi / 4G Modem verwendet wird										
DHCP	Aktiviert auswählen, um die automatische Zuordnung der Netzwerkparameter zu aktivieren. Deaktiviert auswählen, um sie manuell einzugeben.										
	<p>The screenshot shows the DHCP settings screen with the following values:</p> <table border="1"> <tr> <td>IP address</td> <td>192.168.1.100</td> </tr> <tr> <td>Net Mask</td> <td>255.255.255.0</td> </tr> <tr> <td>Primary DNS</td> <td>0.0.0.0</td> </tr> <tr> <td>Secondary DNS</td> <td>0.0.0.0</td> </tr> <tr> <td>Gateway</td> <td>192.168.1.1</td> </tr> </table>	IP address	192.168.1.100	Net Mask	255.255.255.0	Primary DNS	0.0.0.0	Secondary DNS	0.0.0.0	Gateway	192.168.1.1
IP address	192.168.1.100										
Net Mask	255.255.255.0										
Primary DNS	0.0.0.0										
Secondary DNS	0.0.0.0										
Gateway	192.168.1.1										
Geheimer Schlüssel	Nur gültig, wenn INTERNET-Kommunikation ausgewählt wurde. Die Geheimzahl gewährleistet einen zusätzlichen Schutz der										

	Kommunikationsverbindung. Vor dem Verbindungsaufbau muss dieselbe Nummer in PowerView v3.0 eingegeben werden.
MAC-Adresse	Ethernet-MAC-Adresse des Geräts
Hostname des Geräts	Hostname des Geräts
IP-Adresse des Geräts	IP-Adresse des Geräts

Hinweis: Weitere Informationen über die Konfiguration, das Herunterladen von Daten, das Betrachten von Echtzeitmessdaten in PowerView und den Aufbau einer Remote-Verbindung zwischen Gerät und PowerView über das Internet die und USB-Schnittstelle finden Sie im Abschnitt 4.3 und in der Bedienungsanleitung für PowerView.

Tabelle 112: Tasten in den Kommunikationseinstellungen

	Ändert die Kommunikationsquelle: USB, INTERNET, INTERNET (3G, GPRS) Bewegt die Cursorposition bei der Eingabe des geheimen Schlüssels.
	Cursor-Tasten Wählt den Parameter aus. Ändert die Ziffern des geheimen Schlüssels.
	Öffnet das Fenster zum Ändern des geheimen Schlüssels.
	Kehrt zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.



3.24.2 Uhrzeit und Datum

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

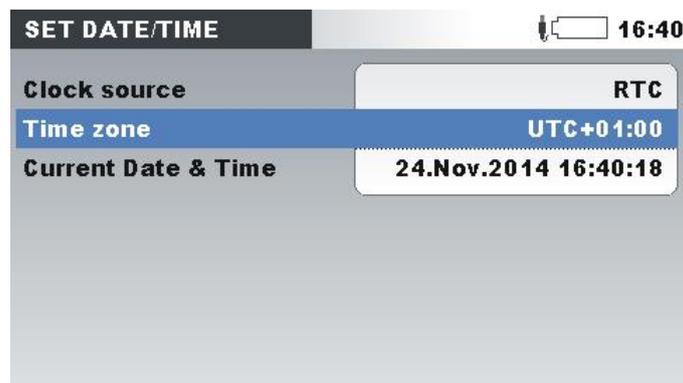


Abbildung 98: Bildschirm zur Einstellung von Datum/Uhrzeit

Tabelle 113: Beschreibung des Bildschirms zur Einstellung von Datum/Uhrzeit

Quelle des Zeitsignals	Zeigt die Quelle des Zeitsignals an: RTC – interne Echtzeituhr GPS – externer GPS-Empfänger Hinweis: Das GPS-Zeitsignal wird automatisch eingestellt, wenn GPS aktiviert und gefunden wurde.
-------------------------------	--

Zeitzone	<p>Wählt die Zeitzone aus.</p> <p>Hinweis: MI 2893/MI 2892/MI 2885 können ihre Systemuhr mit der Coordinated Universal Time (UTC-Zeit) synchronisieren, die von einem extern angeschlossenen GPS-Modul geliefert wird. In diesem Fall müssen nur die Stunden (Zeitzone) eingestellt werden. Um diese Funktionalität zu nutzen - siehe 4.2.6.</p>
Aktuelle Uhrzeit und Datum	<p>Zeigt/ändert die aktuelle Zeit und das aktuelle Datum (nur gültig, wenn Echtzeituhr als Quelle des Zeitsignals verwendet wird)</p> 

Tabelle 114: 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.

3.24.3 Sprache

In diesem Menü können verschiedene Sprachen ausgewählt werden.

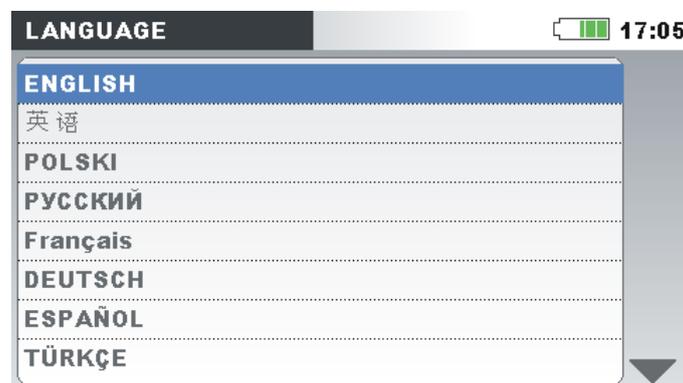


Abbildung 99: Bildschirm zur Einstellung der Sprache

Tabelle 115: Tasten auf dem Bildschirm zur Einstellung der Sprache

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

3.24.4 Geräteinformationen

In diesem Menü können Basisinformationen betrachtet werden (Unternehmen, Benutzerdaten, Seriennummer, Firmware-Version, Hardware-Version, Firmware des Transienten-Moduls, Hardwareversion und Kalibrierdatum des Geräts).

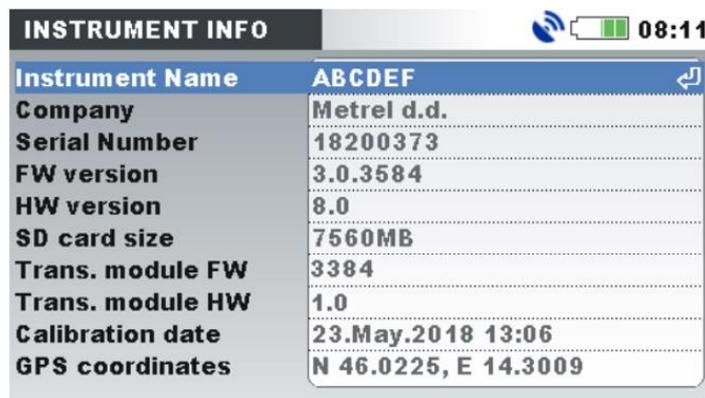


Abbildung 100: Bildschirm mit den Geräteinformationen – MI 2893

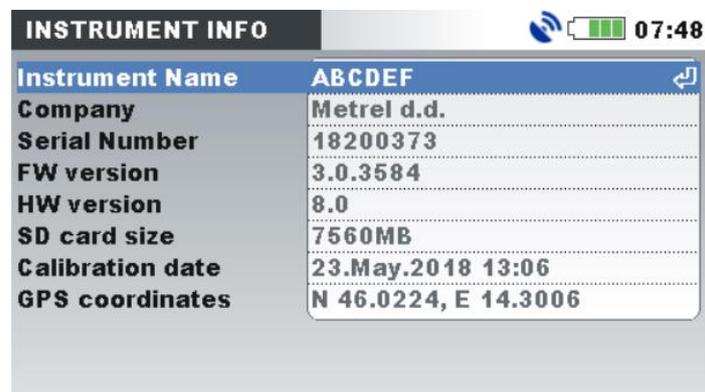


Abbildung 101: Bildschirm mit den Geräteinformationen – MI 2892/MI 2885

Tabelle 116: Beschreibung des Bildschirms mit den Geräteinformationen

Name des Geräts	Benutzerspezifischer Gerätename (bis zu 6 Zeichen)
Firma	Firmenname
Seriennummer	Seriennummer des Geräts
FW-Version	FW-Version des Geräts
HW-Version	HW-Version des Geräts
SD-Kartengröße	Gesamtpeicher auf der SD-Karte
Trans. -Modul FW	FW-Version des Transientenmoduls

Trans.-Modul HW	HW-Version des Transientenmoduls
Kalibrierungsdatum	Kalibrierungsdatum des Geräts
GPS-Koordinaten	GPS-Koordinaten, die im Instrumentenstandort aufgezeichnet sind Hinweis: diese werden nur angezeigt, wenn das GPS mit dem Gerät verbunden ist

Tabelle 117: Tasten auf dem Bildschirm mit den Geräteinformationen

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

3.24.5 Sperren/Entsperren

MI 2893/MI 2892/MI 2885 können unbefugten Zugriff auf alle wesentlichen Gerätefunktionen durch einfaches Sperren verhindern. Wenn das jeweilige Gerät für einen längeren Zeitraum an einem unbeaufsichtigten Messstandort 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 nichtlöschende 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 102: Bildschirm Sperren/Entsperren

Tabelle 118: Beschreibung des Sperren-/Entsperren-Bildschirms

PIN	<p>Für das Sperren/Entsperren des Geräts wird ein vierstelliger numerischer Code verwendet.</p> <p>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 119: Tasten auf dem Sperren-/Entsperren-Bildschirm

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

Tabelle 120: 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

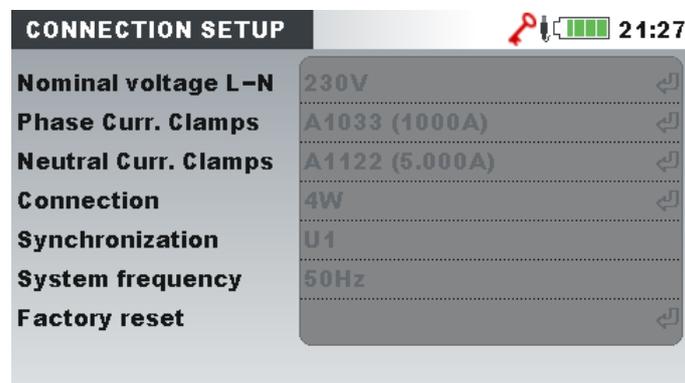


Abbildung 103: Bildschirm des gesperrten Geräts

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

3.24.6 Farbmodell

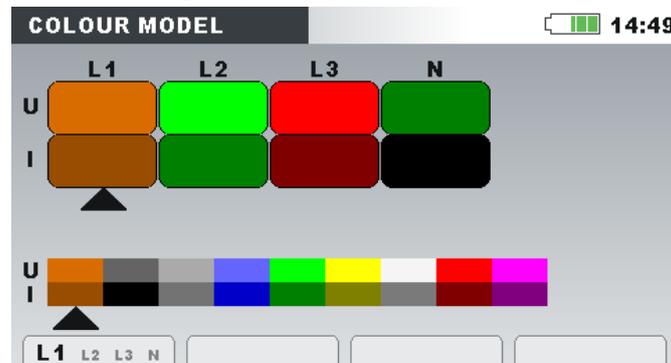
In dem Menü FARBMODELL kann der Benutzer die farbliche Darstellung der Phasenspannungen und -ströme nach seinen Bedürfnissen ändern. Es gibt einige vordefinierte Farbzusammenstellungen (EU, USA usw.) und einen benutzerspezifischen Modus, in dem der Benutzer sein eigenes Farbmodell einrichten kann.



Abbildung 104: Farbdarstellungen der Phasenspannungen

Tabelle 121: Tasten auf den Bildschirmen des Farbmodells

Öffnet den Farbänderungsbildschirm (nur im benutzerspezifischen Modus verfügbar).



**BEAR
B.**

Tasten auf dem Farbänderungsbildschirm:

L1 L2 L3 N

Zeigt die ausgewählte Farbe für die Phase L1 an.

L1 **L2** L3 N

Zeigt die ausgewählte Farbe für die Phase L2 an.

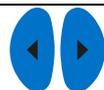


L1 L2 **L3** N

Zeigt die ausgewählte Farbe für die Phase L3 an.

L1 L2 L3 **N**

Zeigt die ausgewählte Farbe für den Neutralkanal N an.



Wählt die Farbe aus.



Keht zum Bildschirm „FARBMODELL“ zurück.



Wählt die Farbzusammenstellung aus.



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

ESC

Kehrt ohne Änderungen zum Untermenü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ Kehrt zurück.

3.24.7 Hintergrundbeleuchtung

Im Menü HINTERGRUNDBELEUCHTUNG kann der Nutzer definieren, ob sich das LCD automatisch nach einer vorgegebenen Zeit AUS schalten soll.

Das LCD wird in zwei Schritten AUS geschaltet, und zwar über einen:

- LCD Dimmer-Timer
- LCD AUS-Timer (gefolgt vom LCD Dimmer-Timer)

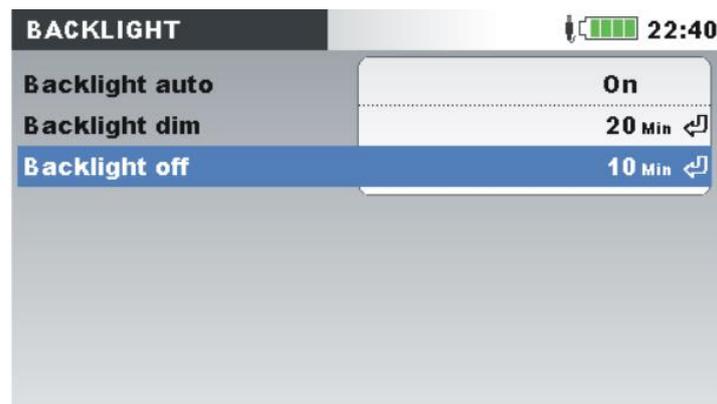


Abbildung 105: Bildschirm Hintergrundbeleuchtung

Tabelle 122: Beschreibung des Bildschirms Hintergrundbeleuchtung

Backlight auto	ON (EIN) – Aktiviert die LCD Dimmer- und Aus-Funktion OFF (AUS) – Deaktiviert die LCD Dimmer- und Aus-Funktion
Backlight dimm	Timer, nach dessen Ablauf das LCD gedimmt wird (AUS, 1 120 min)
Backlight off (aus)	Timer, nach dessen Ablauf das LCD AUS schaltet (nach Aktivierung von “Backlight dimm”) (AUSOFF, 1 120 min)

Tabelle 123: Tasten auf dem Bildschirm Hintergrundbeleuchtung



Wählt den Parameter.



Wählt den Parameter.



Geht in den gewählten Parameter / bestätigt den Parameter.



Kehrt zum Untermenü “ALLGEMEINE EINRICHTUNG” 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 Messkampagnen durchgeführt, um:

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

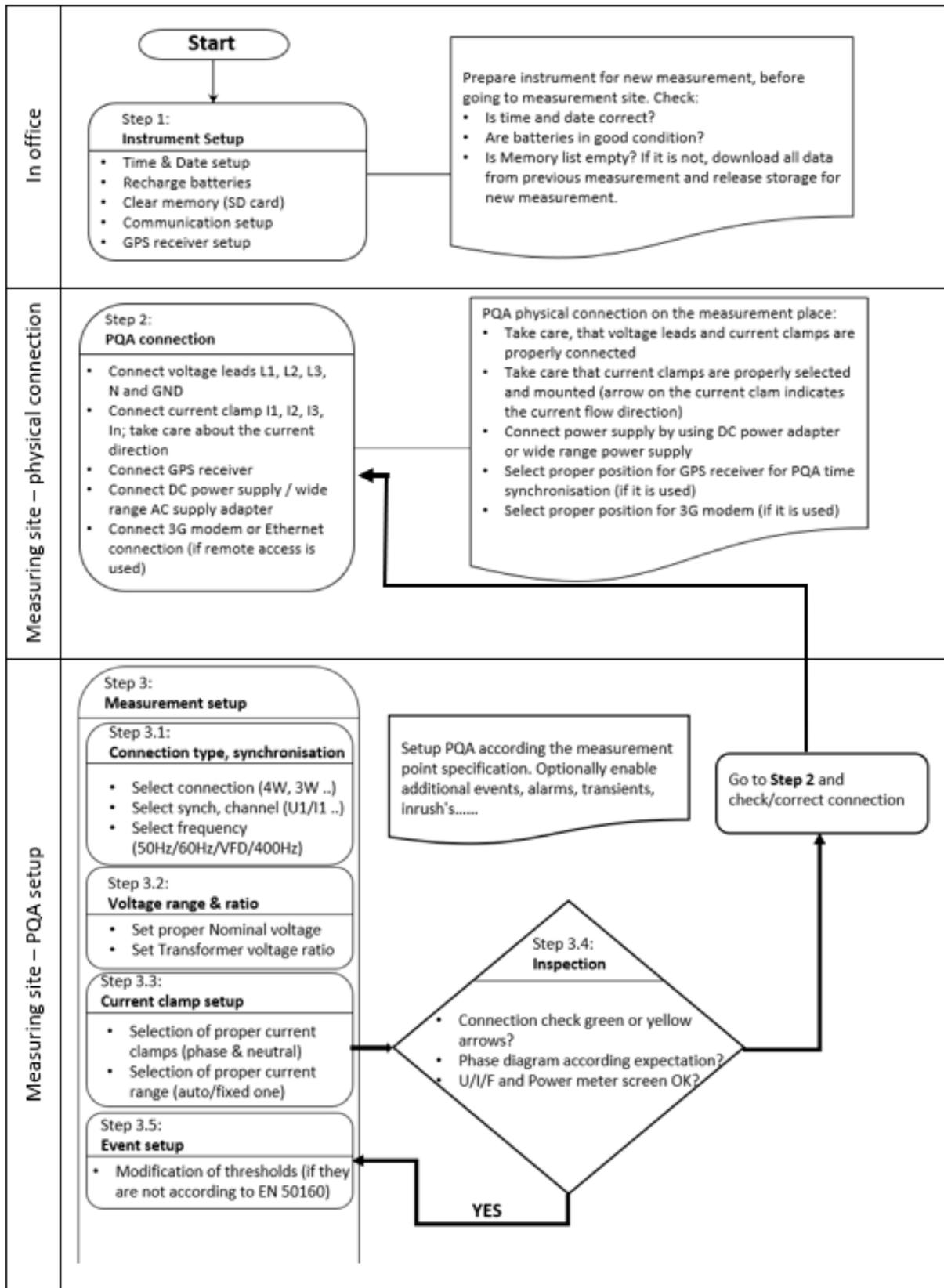
Da die Messungen in den meisten Fällen nur einmal durchgeführt werden, ist es sehr wichtig, dass die Messausrüstung korrekt eingestellt wird. Das Messen mit falschen Einstellungen kann zu falschen oder nicht verwertbaren Ergebnissen führen. Daher müssen Gerät und Benutzer voll und ganz vorbereitet sein, bevor die Messung beginnt.

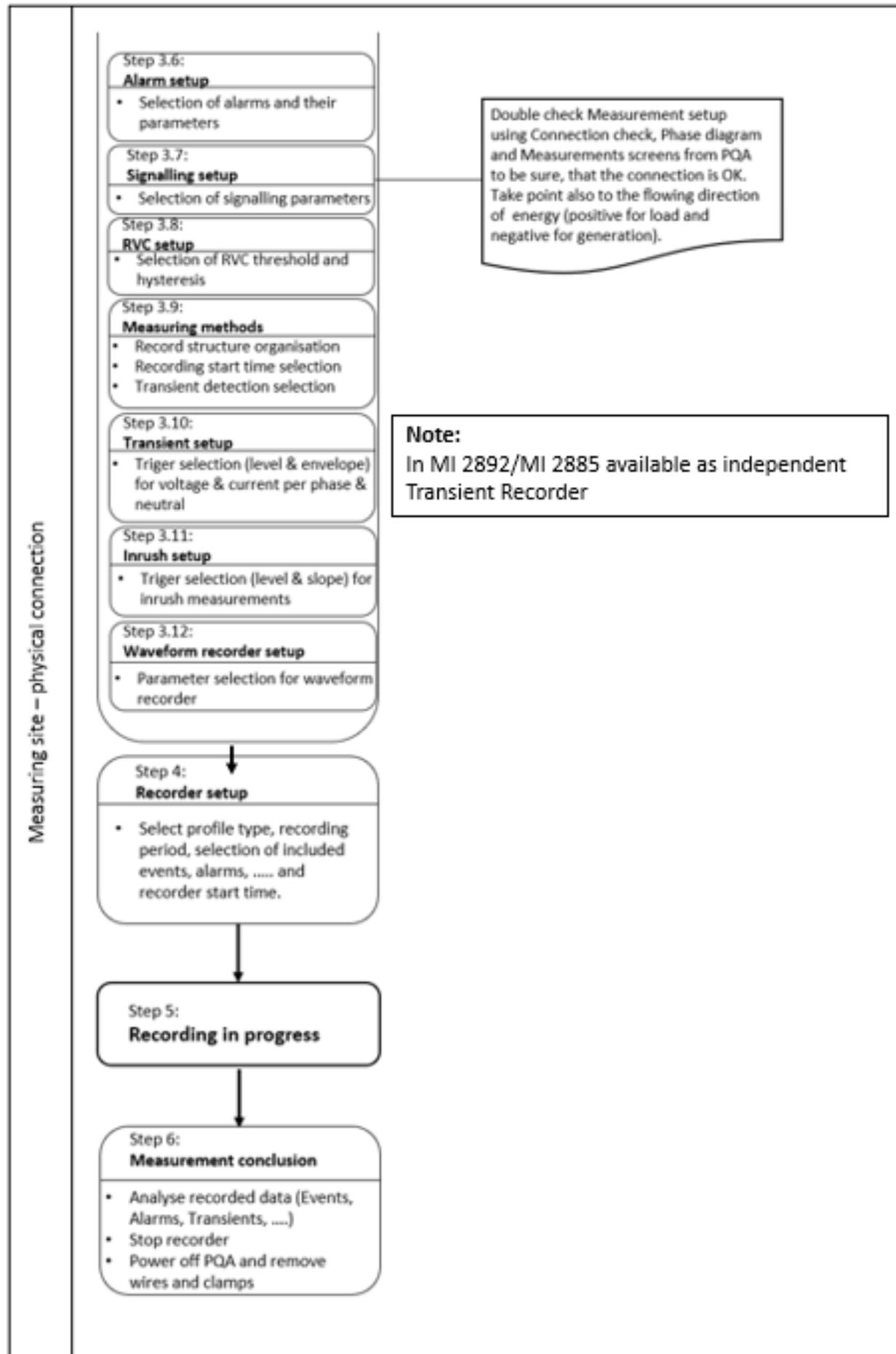
In diesem Abschnitt wird das empfohlene Aufzeichnungsverfahren dargestellt. Wir empfehlen nachdrücklich, die Anleitungen zu befolgen, um übliche Probleme und Messfehler zu vermeiden. Die Abbildung unten fasst kurz das empfohlene Messverfahren zusammen. Dann wird jeder Schritt detailliert beschrieben.

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 des Geräts (unsaubere Verdrahtung, entgegengesetzte Richtung der Stromzangen) kann im Nachhinein nicht berichtigt gebracht werden.





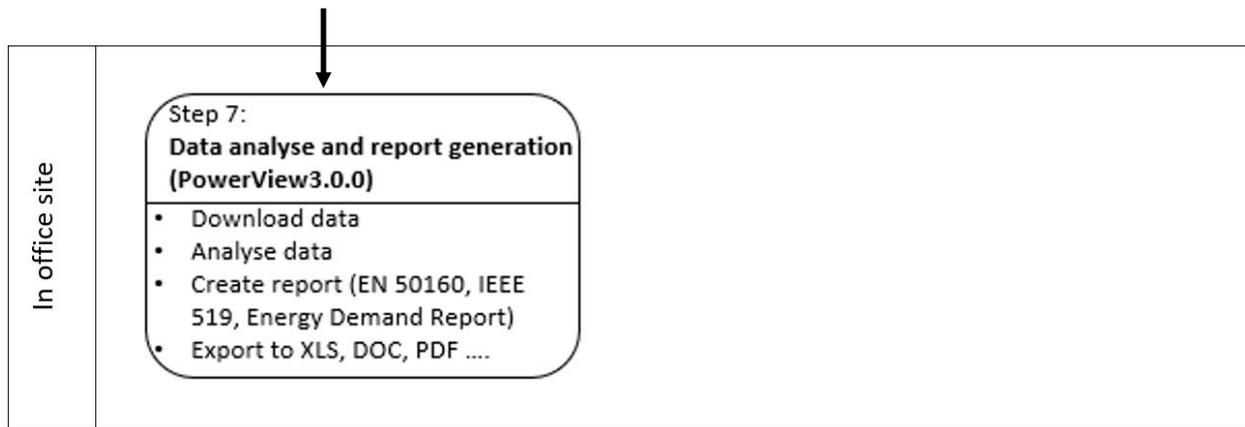


Abbildung 106: Empfohlenes Messverfahren

Schritt 1: Einstellungen am Gerät

Messungen vor Ort können sehr anstrengend. Daher ist es empfehlenswert, die Messausrüstung im Büro vorzubereiten. Die Vorbereitung von MI 2893/MI 2892/MI 2885 beinhaltet folgende Schritte:

- Sichtkontrolle des Geräts und des Zubehörs.
Warnhinweis: Verwenden Sie keine Ausrüstung, die offensichtlich beschädigt ist!
- Verwenden Sie nur Akkuzellen, 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 Akkuzellen ab! Halten Sie die Akkuzellen in gutem Zustand.
- Laden Sie alle vorherigen Aufzeichnungen vom Gerät herunter und leeren Sie den Speicher. (Für eine Anleitung zum Löschen des Speichers siehe Abschnitt 3.19.)
- Stellen Sie Uhrzeit und Datum des Geräts ein. (Für eine Anleitung zum Einstellen von Zeit und Datum siehe Abschnitt 3.24.2).

Schritt 2: PQI-Verbindung

Achten Sie auf den korrekten Anschluss von Spannungsleitungen und Stromzangen (Stromrichtung). Spannungs- und Stromfolge sollten korrekt sein, um die Anforderungen aus der Netzqualitätsnorm Mitlauf-, Last- oder Erzeugungsmessung zu erfüllen). Falls der GPS-Empfänger für die genaue Zeitsynchronisation verwendet wird, schließen Sie ihn an der richtigen Stelle an, um einen guten Signalempfang zu ermöglichen.

Schritt 3: Messeinstellungen

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

Schritt 3.1: 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 3.23.1).

- 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 3.23.1).
- 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 3.2: 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 Dreieckschaltung 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 3.23.1 und 4.2.2).

Schritt 3.3: Einstellungen der Stromzangen

- Wählen Sie mit dem Menü „Stromzangen wählen“ die geeigneten Stromzangen für Phasenleiter und Neutralkanal aus (für Einzelheiten siehe Abschnitt 3.23.1).
- Je nach Anschlussart wählen Sie die richtigen Parameter (Messbereich: automatische oder fest) für die Stromzangen aus (für Einzelheiten siehe Abschnitt 4.2.3).

Schritt 3.4: 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 nochmal die Einstellungen der Messparameter.

Schritt 3.5: Ereignis-Einstellung

Schwellenwerte für: Überhöhung, Einbruch und Unterbrechungen auswählen (siehe Abschnitte 3.23.2 und 3.17 für Details).

Hinweis: Sie können den WALLENFORM-REKORDER auch bei Ereignissen auslösen. Das Gerät erfasst dann die Wellenform und die Einschaltspitzen für jedes Ereignis.

Schritt 3.6: Alarm-Einstellung

Verwenden Sie diesen Schritt, wenn Sie nur prüfen möchten, ob einige Größen vordefinierte Grenzen überschreiten (siehe Abschnitte 3.18 und 3.23.2 für Details).

Hinweis: Sie können den WALLEFORM-REKORDER auch bei Alarmen auslösen. Das Gerät erfasst dann die Wellenform und den Einschaltstrom für jeden Alarm.

Schritt 3.7: Netzsignal-Einstellung

Verwenden Sie diesen Schritt nur, wenn Sie an der Messung der Signalspannung des Netzes interessiert sind. Siehe Abschnitt 3.23.4 für Details.

Schritt 8: RVC-Einstellung

Verwenden Sie diesen Schritt, wenn Sie an der Erkennung von schnellen Spannungsänderungen (RVC) interessiert sind. Siehe Abschnitt 3.23.4 für Details.

Schritt 3.9: Messmethoden

Parameter auswählen, die sich auf die Datenstrukturorganisation auf der SD-Karte beziehen, die Art des Rekorders, die Startzeit und die Auswahl der Transienten. Siehe Abschnitt 3.23.4 für Details.

Schritt 3.10: Transienten-Einstellung

Parameter für die Definition von Triggern zur Erfassung der Transienten auswählen, getrennt nach Spannung und Strom. Siehe Abschnitt 3.23.4 für Details.

Schritt 3.11: Einschaltspitzen-Einstellung

Parameter zur Definition des Triggers für die Erfassung des Einschaltstroms auswählen. Siehe Abschnitt 3.23.4 für Details.

Schritt 3.12: Einstellung Wellenform-Rekorder

Parameter zur Definition des Triggers für den Wellenform-Rekorder auswählen. Siehe Abschnitt 3.23.4 für Details.

Schritt 4: 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 Alarme, sofern erforderlich. Wellenformen werden für ausgewählte Optionen automatisch erfasst.
- 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 den Rekordereinstellungen der verfügbare Speicher überprüft werden. Entsprechend den Rekordereinstellungen 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 3.24.5.

Hinweis: Wenn während der Aufnahme-Session die Geräte-Akkus leer sind, zum Beispiel wegen einer langen Stromunterbrechung, wird das Gerät abgeschaltet. Nachdem wieder Strom vorhanden ist, startet das Gerät automatisch eine neue Aufnahme-Session.

Schritt 5: Laufende Aufzeichnung

Drücken Sie die START-Taste, um die Aufnahme mit allen gleichzeitigen Aufzeichnungen der enthaltenen Netzwerkereignisse zu starten.

Schritt 6: Abschluss der Messung

Vor dem Verlassen des Messortes sollten 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: Datenanalyse und 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

Diese Gerät kann an verschiedene Netzwerk-Typen angeschlossen werden. Der richtige Anschluss sollte gewählt werden, um zuverlässigen Ergebnisse zu erhalten. Die tatsächliche Anschlussbelegung ist im Menü ANSCHLUSSEINSTELLUNG festzulegen (siehe Abbildung unten).

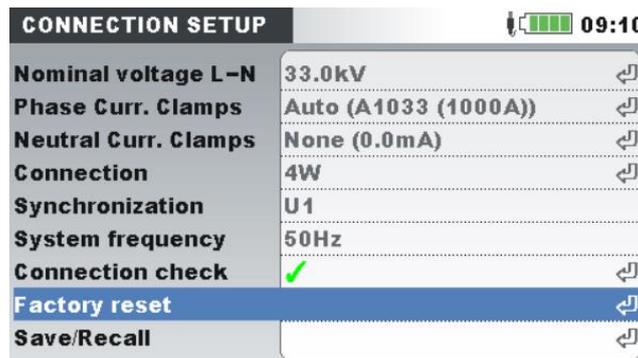


Abbildung 107: Menü Anschlusseinstellung

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 misst den Strom in dem Phasenleiter, der mit der Spannungsprüfspitze von L_1 verbunden ist.

3-Phasen 4-Leitersystem (4L)

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

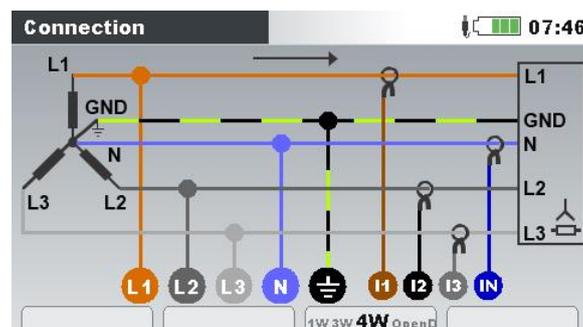


Abbildung 108: Auswählen des 3-Phasen 4-Leitersystems auf dem Gerät

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

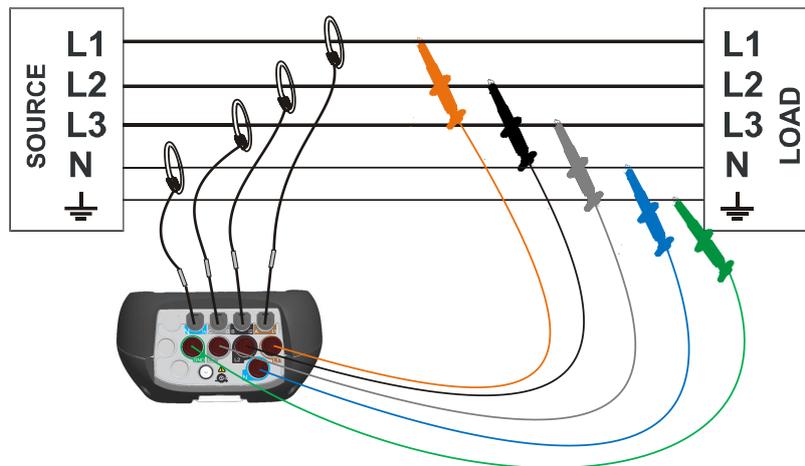


Abbildung 109: 3-Phasen 4-Leitersystem

3-Phasen 3-Leitersystem (3L)

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

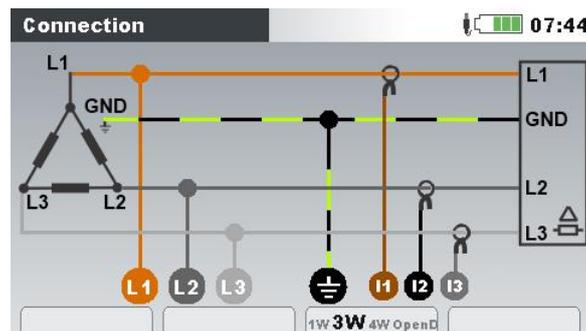


Abbildung 110: Auswählen des 3-Phasen 3-Leitersystems auf dem Gerät

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

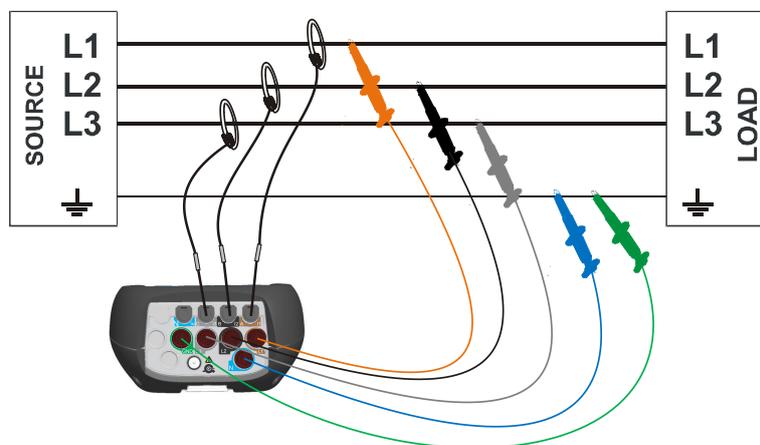


Abbildung 111: 3-Phasen 3-Leitersystem

Offenes Dreieck-3-Leitersystem (Aronschtaltung)

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

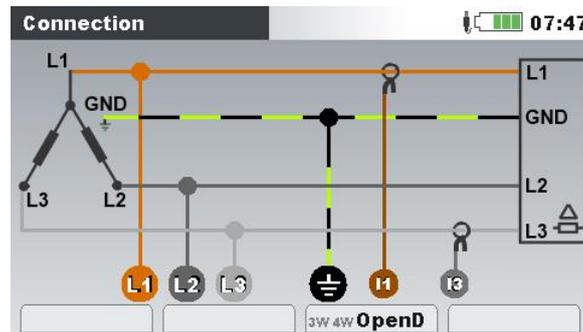


Abbildung 112: Auswählen des offenen Dreieck-3-Leitersystems auf dem Gerät

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

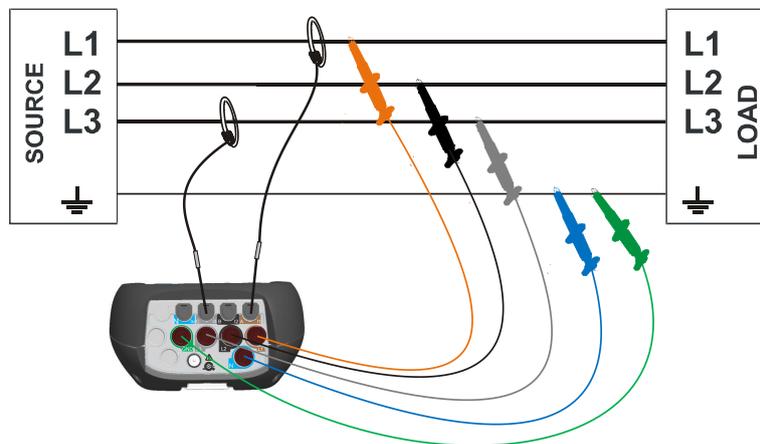


Abbildung 113: Offenes Dreieck-3-Leitersystem (Aronschtaltung)

1-Phasen 3-Leitersystem (1L)

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

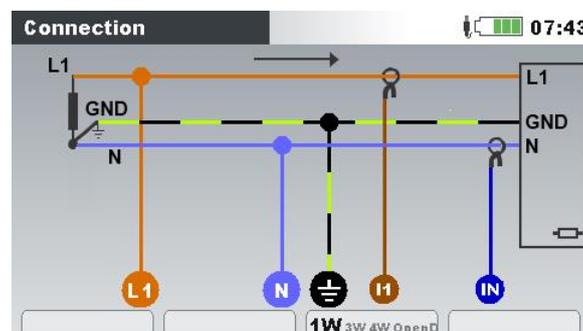


Abbildung 114: Auswählen des 1-Phasen 3-Leitersystems auf dem Gerät

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

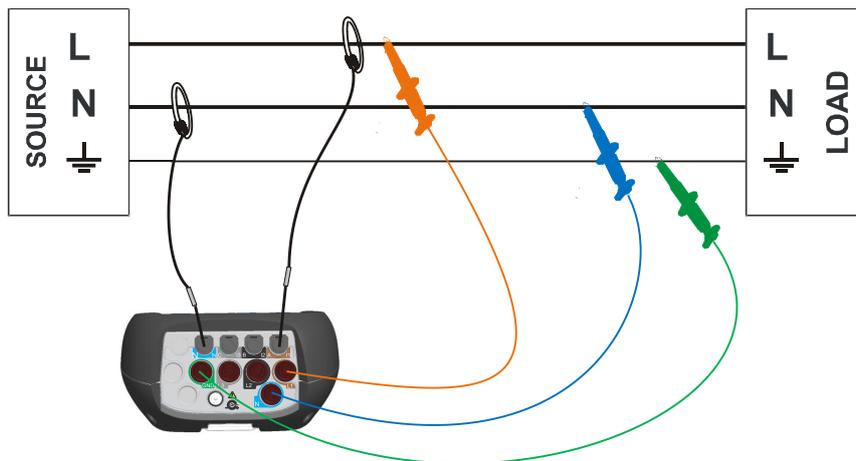


Abbildung 115: 1-Phasen 3-Leitersystem

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

2-Phasen 4-Leitersystem (2L)

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

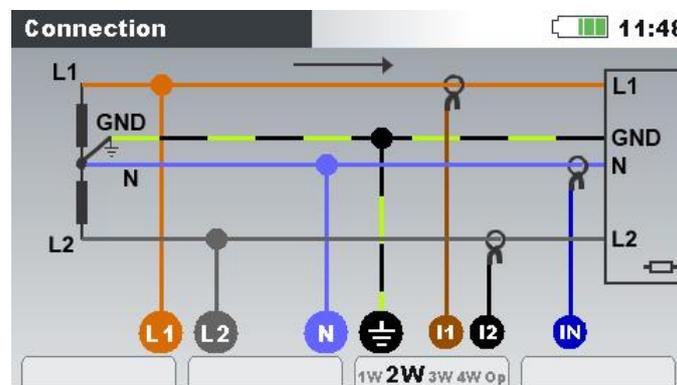


Abbildung 116: Auswählen des 2-Phasen 4-Leitersystems auf dem Gerät

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

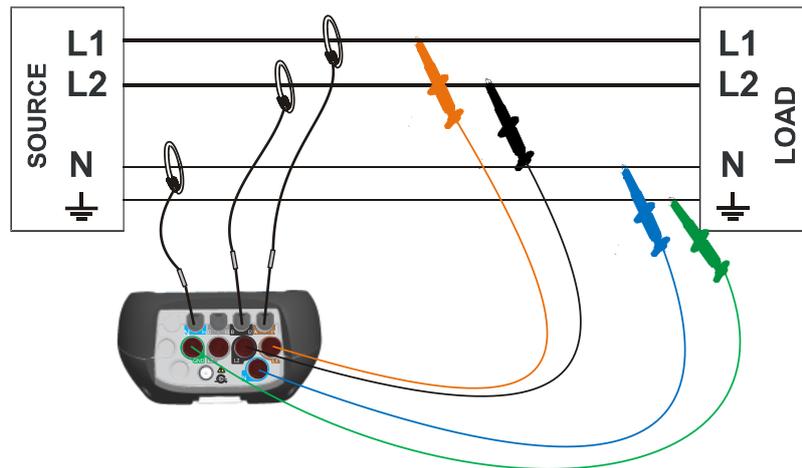


Abbildung 117: 2-Phasen 4-Leitersystem

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

Einphasiger Wechselrichter (INV1L)

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

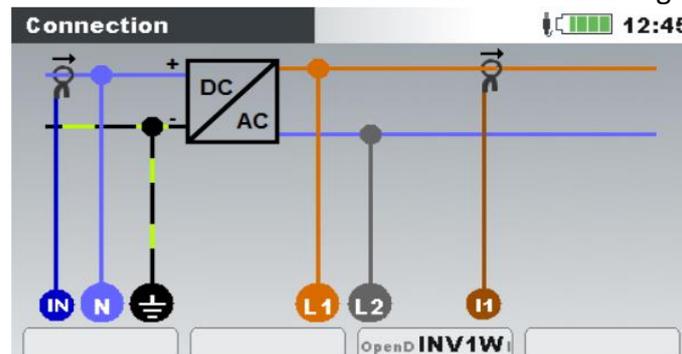


Abbildung 118: Auswählen des einphasigen Wechselrichtersystems auf dem Gerät

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

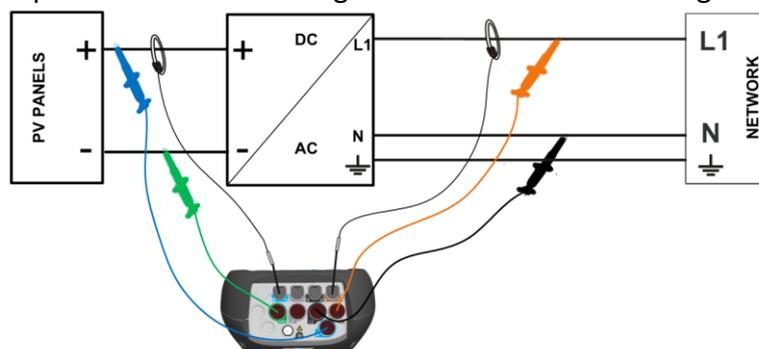


Abbildung 119: Einphasiges Wechselrichtersystem

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

Dreiphasiger Wechselrichter (INV3L)

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

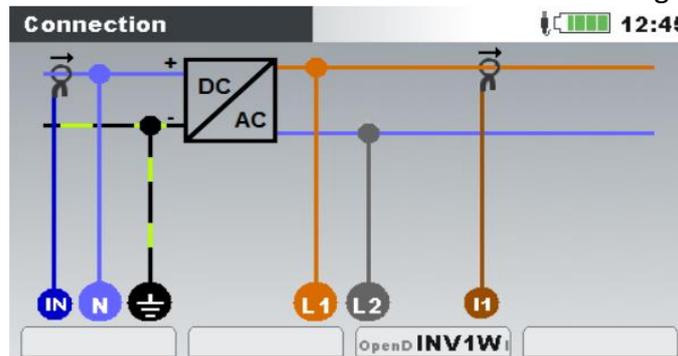


Abbildung 120: Auswählen des dreiphasigen Wechselrichtersystems auf dem Gerät

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

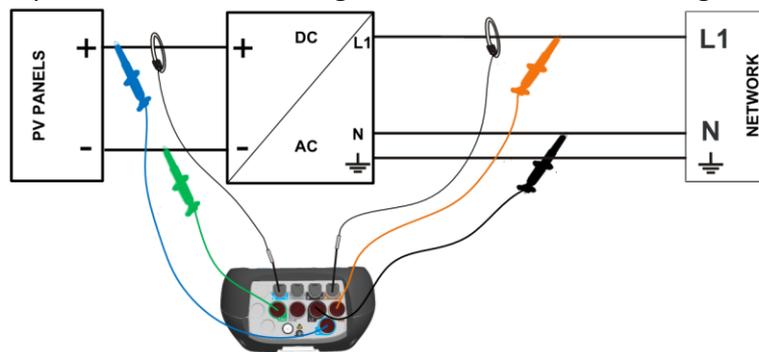


Abbildung 121: Dreiphasiges Wechselrichtersystem

4.2.2 Anschluss an Mittel- oder Hochspannungssysteme

In Systemen, in denen die Spannung auf der Sekundärseite eines Spannungswandlers (z. B. 11 kV / 110 V) gemessen wird, muss das Spannungsverhältnis des Spannungswandlers 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 3.23.1.

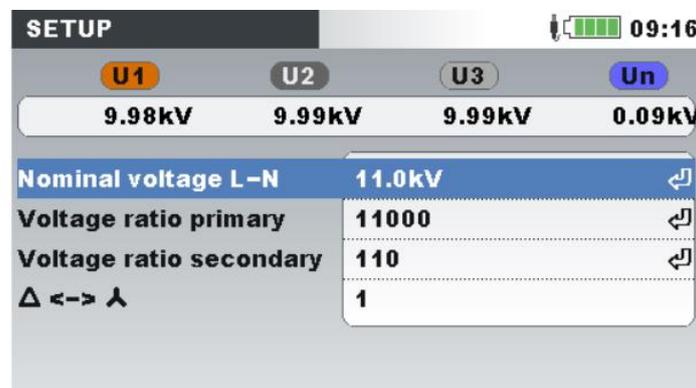


Abbildung 122: Beispiel für das Spannungsverhältnis eines 11-kV- / 110-kV -Wandlers

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

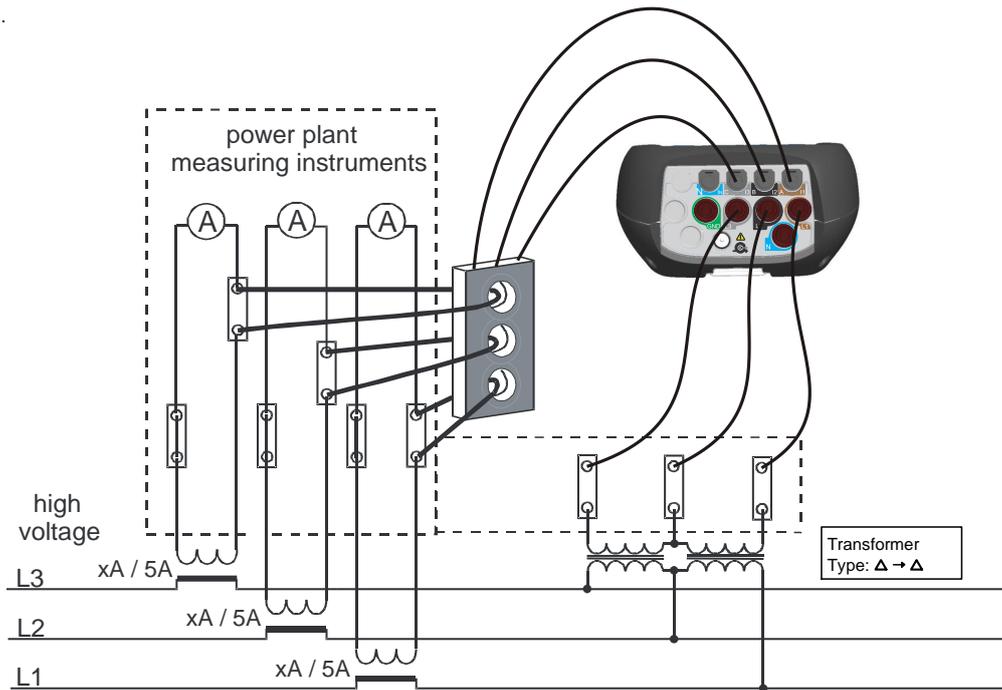


Abbildung 123: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem (Aron / offenes Dreieck)

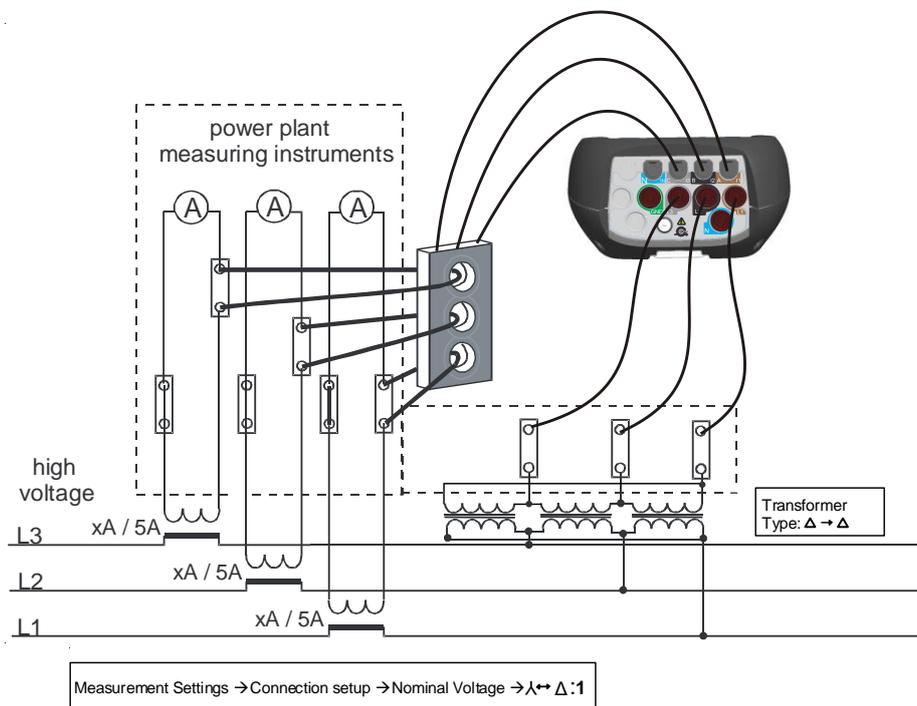


Abbildung 124: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem (Dreieck–Dreieck)

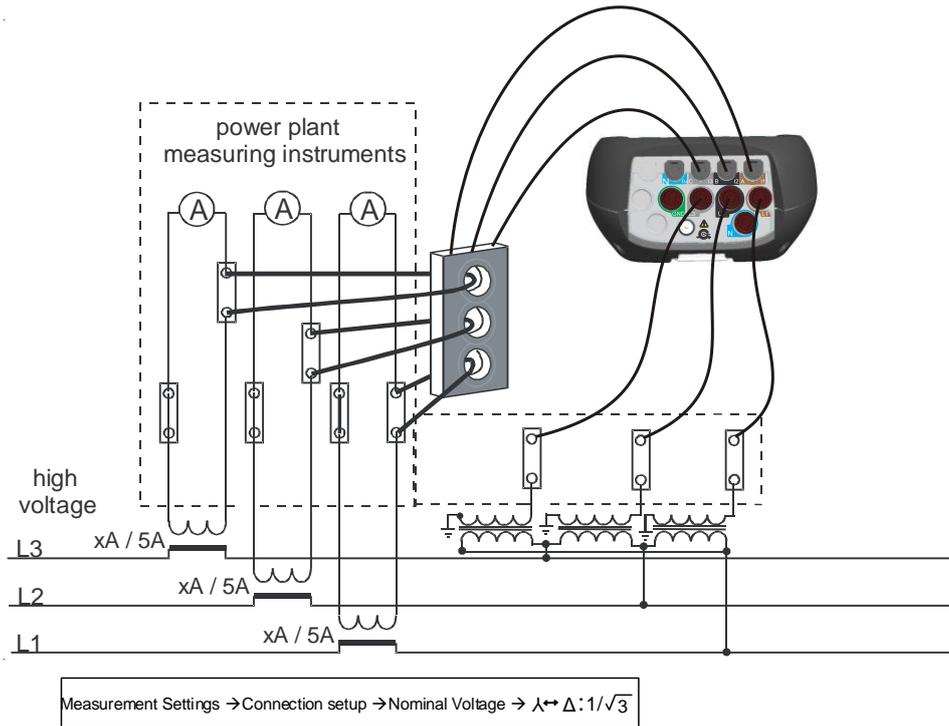


Abbildung 125: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem (Dreieck–Stern)

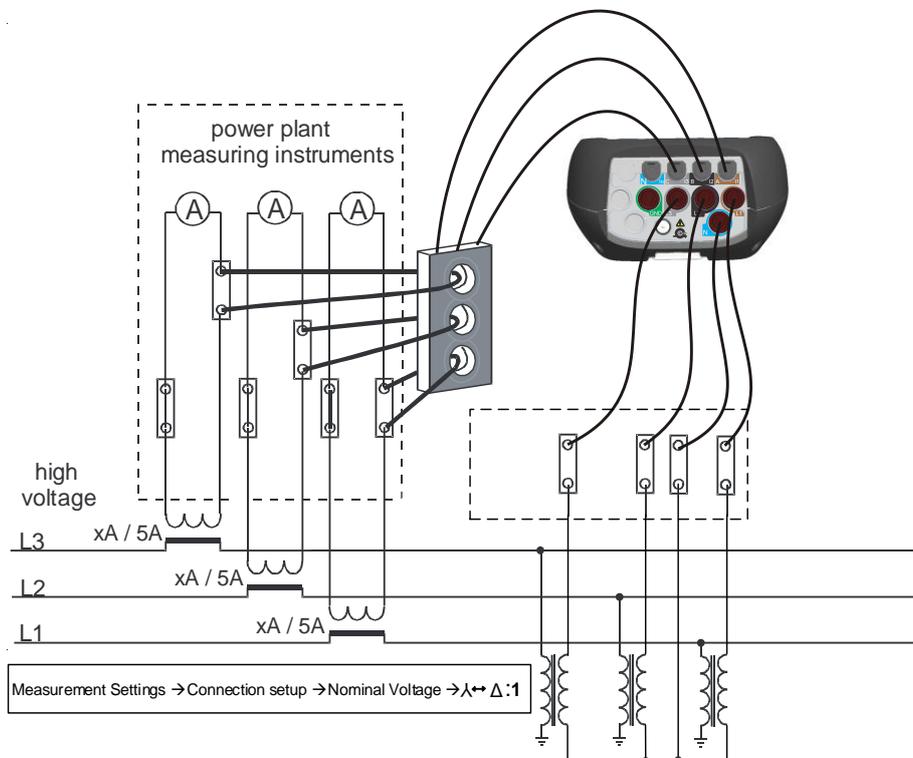


Abbildung 126: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem (Stern–Stern)

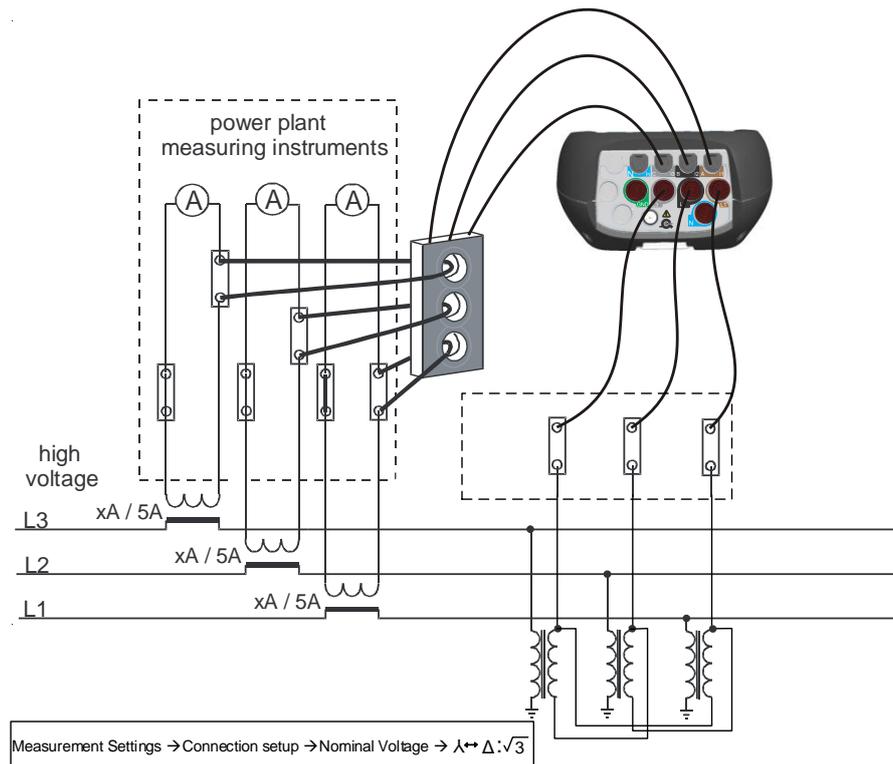


Abbildung 127: Anschließen des Geräts an einen vorhandenen Stromwandler im Mittelspannungssystem (Stern-Dreieck)

4.2.3 Auswahl der Stromzangen und Einstellen des Wandlungsverhältnisses

Die Auswahl der Stromzangen kann anhand zweier typischer Anwendungsfälle erläutert werden: **direkte Strommessung** und **indirekte Strommessung**. Im nächsten Abschnitt werden die empfohlene Methoden für beide Fälle vorgestellt.

Funktion Automatischer Stromzangen-Bereich

Die meisten Metrel-Stromzangen werden als Smart-Stromzangen entwickelt. Sie werden vom Gerät automatisch erkannt. Die meisten Klemmen unterstützen unterschiedlichste Strombereiche, z. B. 30/300/3000 A (Stromzangen A 1501/A 1502/A 1227/A 1445/A 1582). Das Stromqualitätsgerät sollte im so genannten "Auto"-Bereich betrieben werden, in dem das Gerät automatisch den optimalen Stromzangenbereich auswählt. In diesem Fall sind die genauesten Strommessungen gewährleistet.

Hinweis 1: Im Falle der Auswahl von „Auto-Bereich“ sind Einschaltmessungen nicht zuverlässig.

Hinweis 2: Bei der Auswahl von „Auto-Bereich“ konnte die Synchronisation auf Strom nicht gewählt werden.

Hinweis 3: Stromzangen mit externem Strombereich (Bereichsauswahl an den Zangen selbst) unterstützen keinen „Auto-Bereich“.

Hinweis 4: Die Stromzange benötigt eine spezifische Zeit während des Wechsels in einen anderen Strombereich, um die Messungen zu stabilisieren (die Stabilisationszeit dauert bei flexiblen Stromzangen länger als bei Eisenzangen). Während der Stabilisationszeit werden die Stromwerte (für die Registrierungszeiträume von unter 1 Minute) nicht angezeigt).

Hinweis 5: Während der Bereichseinstellung der Stromzangen (I1/I2/I3 oder In) werden Energie und Verbrauch nicht gemessen; daher entspricht die Gesamtmenge von Energie/Bedarf für diese

Intervalle nicht der/dem tatsächlich verbrauchten/erzeugten Energie/Bedarf. Es gibt möglicherweise aufgrund verschiedener Algorithmen für die Phasen-/Gesamtenergie-/Bedarfsberechnung abhängig von der Bereichseinstellung von I1/I2/I3 oder In im Stromkanal eine Differenz für diese Intervalle zwischen den Energiemessungen und der aus den Bedarfsmessungen errechneten Energie.

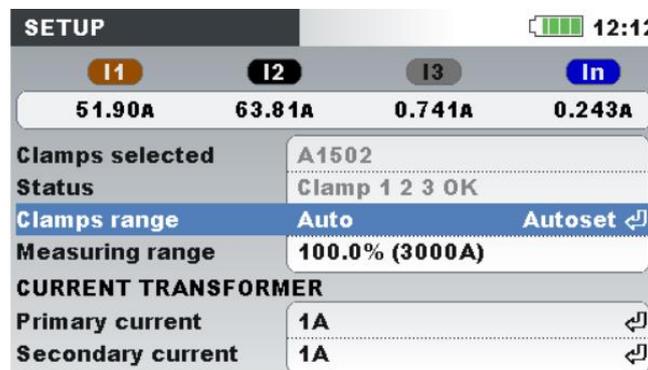


Abbildung 128: Automatische Bereichswahl Smart- Stromzangen

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: z. B. die flexiblen Stromzangen A 1502, A 1227 und die Eisen-Stromzangen A 1281, A1588. Es können auch andere Stromzangenmodelle von Metrel verwendet werden: A1783 (200 A), A1069 (100 A) usw.. Weitere Informationen zu den aktuellen Stromzangen finden Sie im Metrel-Hauptkatalog.

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.

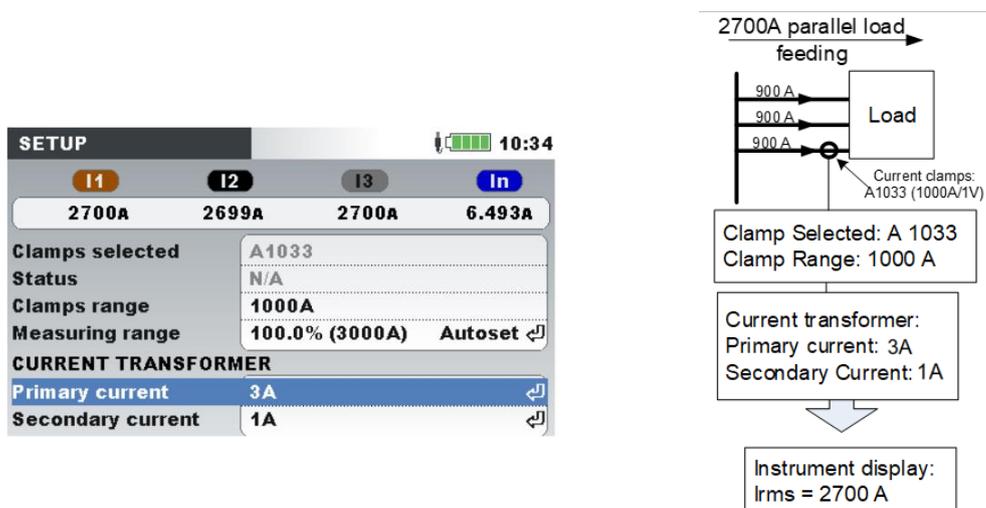


Abbildung 129: Parallele Einspeisung bei großen Lasten

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: **Stromwandler, Primärstrom: 1 A, Sekundärstrom: 1 A** im Stromzangen-Menü
Hinweis: Während der Einrichtung kann der Strombereich mithilfe der Zeile „Messbereich: 100 % (3000 A/V)“ betrachtet werden.

Indirekte Strommessungen

Eine indirekte Strommessung mit dem primären Stromwandler wird angenommen, wenn der Benutzer die 5-A-Stromzangen wählt: A 1588 oder A 1037. 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.

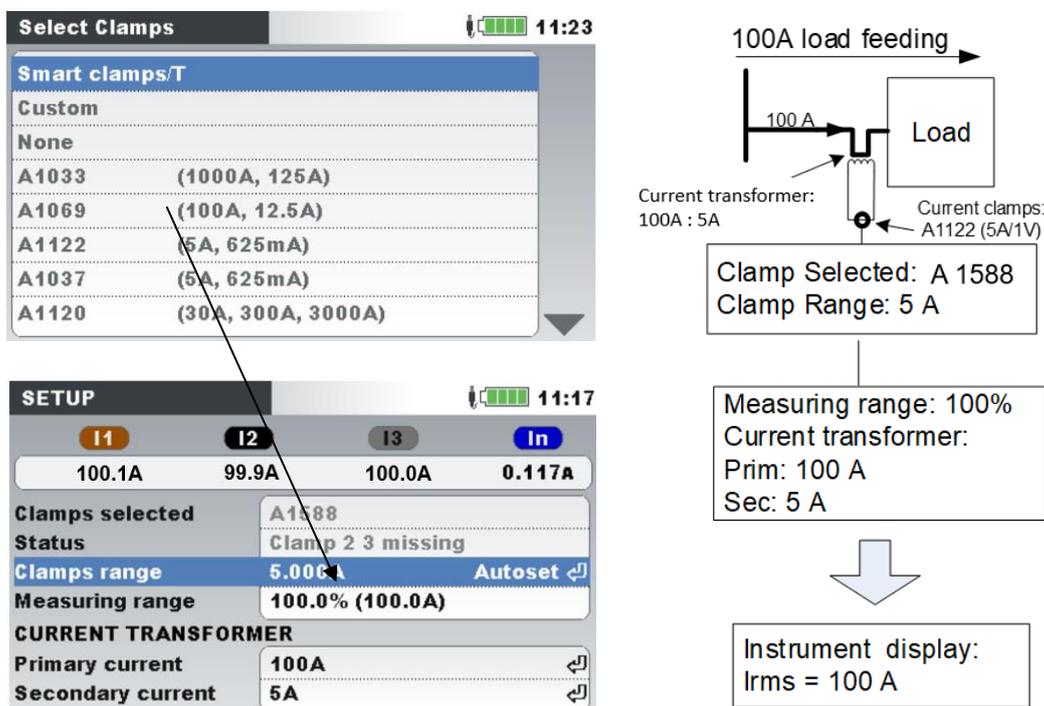


Abbildung 130: Auswahl der Stromzange für eine indirekte Strommessung

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.

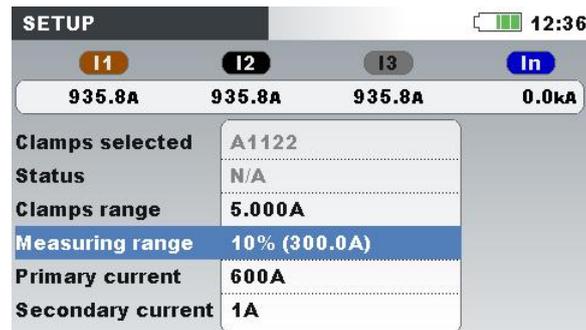


Abbildung 131: Auswählen von 10 % des Strombereichs der Stromzange

Beachten Sie: Wenn wir eine direkte Strommessung mit einer 5-A-Stromzange (Messung des Sekundärstroms) 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 Kontakten 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 MI2893/MI 2892/MI 2885 an
3. Öffnen Sie: das Menü Messeinstellungen → Anschlusseinrichtung → Phase / Neutralleiter Stromzangenmenü
4. Wählen Sie: Smart-Stromzangen/T
5. Der Stromzangentyp wird vom Gerät automatisch erkannt.
6. Der Benutzer muss dann den Stromzangenbereich (Auto- oder fester Bereich) wählen und die Einstellungen bestätigen.

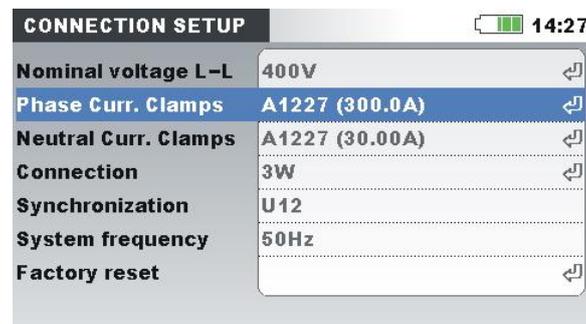


Abbildung 132: Automatisch erkannte Einstellungen für die Stromzangen

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. Das Messgerät einschalten.

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.

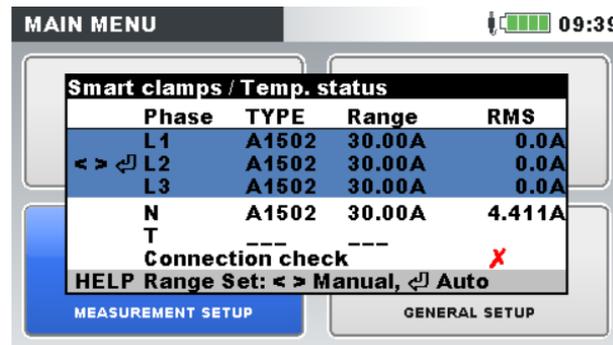


Abbildung 133: Automatisch erkannter Stromzangenstatus

Tabelle 124: Tasten im Dialogfenster für die Smart-Stromzangen

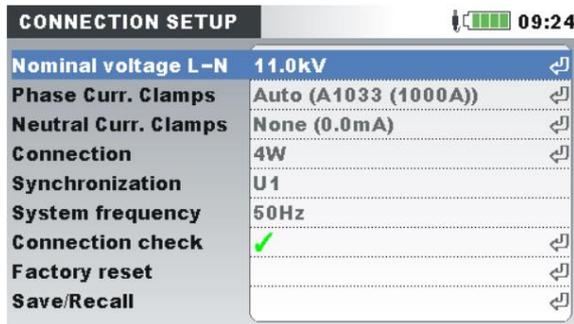
	Ändert den Strombereich der Stromzangen.
	Wählt die Stromzange für Phasen- oder Neutralleiter aus.
	Bestätigt den ausgewählten Bereich und kehrt zum vorherigen Menü zurück.
	

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 nicht während einer laufenden Aufzeichnung.

4.2.4 Verbindungsprüfung

Verbindungsprüfungs-Menü in den VERBINDUNGSEINSTELLUNGEN: Prüfen Sie, ob die Gerätemessungen zu Geräte-Einstellungen und -Verbindung passen.



Das Kontrollkästchen Verbindung kann mit dem Zeichen OK (✓) oder Fehler (✗) versehen werden und zeigt den Gesamtstatus der Verbindung an:

- Die Verbindungsprüfung ist mit grünem OK-Zeichen (✓) gekennzeichnet, wenn das Gerät ordnungsgemäß angeschlossen ist und die Messwerte zum vorgegebenen Messaufbau passen.
- Die Verbindungsprüfung ist mit einem gelben OK-Zeichen (✓) markiert, das anzeigt, dass einige Messungen nicht wie erwartet verlaufen. Dies bedeutet nicht, dass etwas nicht stimmt, sondern erfordert die Aufmerksamkeit des Benutzers, um die Verbindung und die Geräteeinstellungen zu überprüfen. In diesem Fall liegen die Messungen außerhalb des optimalen Bereichs.
- Das Fehlersymbol (✗) zeigt an, dass das Gerät falsch angeschlossen ist oder die Messanordnung nicht dem Messwert entspricht. In diesem Fall ist es notwendig, die Messeinstellungen neu einzustellen und die Geräteanschlüsse zu überprüfen.

Durch Drücken der ENTER-Taste wird eine detaillierte Verbindungsprüfung angezeigt.

	L1	L2	L3	N	
U	✓ 229.9	✓ 230.0	✓ 229.9	0.10	v
I	✓ 200.0	✓ 200.1	✓ 200.3	0.350	A
P	44.43	44.47	44.50		kW
Phase	✓ -14.9	✓ -14.9	✓ -15.0	84.6	°
Useq	✓ 1 2 3		Ptot	133.4	kW
Iseq	✓ 1 2 3		f	✓ 49.996	Hz

Tabelle 125: Beschreibung von Verbindungsprüfung und Bildschirmsymbolen

Messung	Status	Beschreibung	Maßnahme Fehlerbehebung	zur
U	✓	Gemessene Spannung ist innerhalb des Bereichs 90 % ÷ 110 %. Alle Spannungsmessungen (Effektivwert, Harmonische, Spannungsereignisse) sind gültig.		
U	✗	Gemessene Spannung ist nicht innerhalb des Bereichs 90 % ÷ 110 % der Nennspannung. Alle	Korrekten Nennspannungswert einstellen und Spannungsleitungen prüfen.	

		Spannungsmessungen (Effektivwert, Harmonische, Spannungsereignisse) können beeinträchtigt sein.	
I	✓	Gemessener Strom ist innerhalb des Bereichs 10 % ÷ 110 % des gewählten Messzangen-Bereichs. Alle Strommessungen (Effektivwert, Harmonische, Spannungsereignisse) sind gültig.	
I	✓	Gemessener Strom ist innerhalb des Bereichs 5 % ÷ 10 % oder 110 % ÷ 150 % des gewählten Messzangen-Bereichs.	Wenn während der Messkampagne ein höherer Strom erwartet wird, kann diese Warnung ignoriert werden. Andernfalls wird empfohlen, den Strombereich zu verringern.
I	✗	Gemessener Strom ist weniger als 5 % oder mehr als 150 % des Messzangen-Bereichs. Die Genauigkeit der Strommessungen (Effektivwert, Harmonische ...) kann beeinträchtigt sein	Zur Stromzangen-Einstellung gehen und den Messbereich der Stromzange ändern oder die Taste AUTOSET I drücken und das Gerät den optimalen Strombereich auswählen lassen.
Phase	✓	Phasenwinkel zwischen Spannung und Strom ist kleiner als 90°. Dies bedeutet, dass der gemessene Strom in die gleiche Richtung fließt wie die Spannung. Leistungsmessungen sind gültig.	
Phase	✗	Der Phasenwinkel zwischen Spannung und Strom beträgt mehr als 90°. Dies bedeutet, dass der gemessene Strom entgegengesetzt zur Spannung fließt. Leistungsmessungen sind beeinträchtigt.	Stromzangen-Richtung überprüfen (Symbol  ist in der Statusleiste zu sehen) und prüfen Sie, ob der Stromkanal zum Spannungskanal passt (wenn der Strom I1 an der Spannung U1 gemessen wird)
Useq	✓ 123	Reihenfolge der Spannungen ist korrekt. Unsymmetrie- und Leistungsmessung sind gültig.	
Useq	✗ 321	Reihenfolge der Spannungen ist umgekehrt. Unsymmetrie- und Leistungsmessung sind beeinträchtigt.	Spannungsleitungen U ₂ und U ₃ dazwischen schalten, um die

			richtige Reihenfolge zu erreichen
Useq	X-	Phasenwinkel zwischen den Spannungen beträgt nicht $120^\circ \pm 30^\circ$. Unsymmetrie- und Leistungsmessung sind beeinträchtigt.	Spannungsleitungen überprüfen und prüfen, ob die gewählte Verbindung zum tatsächlichen Netzwerk passt
Iseq	✓123	Reihenfolge der Ströme ist korrekt, der Phasenwinkel zwischen den Strömen ist kleiner als $120^\circ \pm 60^\circ$. Unsymmetrie- und Leistungsmessung sind gültig.	
Iseq	✓123	Reihenfolge der Ströme ist korrekt, aber der Phasenwinkel zwischen den Strömen beträgt mehr als $120^\circ \pm 60^\circ$.	Dies ist eine gültige Situation, wenn eine große induktive/kapazitive Last im Netzwerk vorhanden ist. Dies kann aber auch durch unsachgemäßen Geräteanschluss verursacht werden. Überprüfen Sie die Klemmenrichtung (Symbol  ist in der Statusleiste zu sehen) und prüfen Sie, ob der Stromkanal zum Spannungskanal passt (wenn der Strom I1 an der Spannung U1 gemessen wird).
Iseq	X321	Reihenfolge der Ströme umgekehrt. Unsymmetrie- und Leistungsmessung sind beeinträchtigt.	Stromzangen I ₂ und I ₃ dazwischenschalten
Iseq	X-	Strom-Phasenwinkel zwischen den Strömen beträgt nicht $120^\circ \pm 60^\circ$. Unsymmetrie- und Leistungsmessung sind beeinträchtigt.	Spannungsleitungen überprüfen und prüfen, ob die gewählte Verbindung zum tatsächlichen Netzwerk passt

Tabelle 126: Tasten im Bildschirm Verbindungsprüfung

**STROMRICHT**

Sollte eine falsche Stromzangeninstallation vorliegen, kehren Sie den Strom pro Phase um

CURRENT DIRECTION			
I1	I2	I3	In
200.0A	200.1A	200.3A	0.364A
I1			Inverted
I2			Default
I3			Default
In			Default

Beispiel: Die Stromrichtung in Phase L1 wird durch die Analysator-Firmware umgekehrt, so dass eine physische Stromzangenumkehrung nicht notwendig ist.

F2

ANSICHT

Wählt aus, welche Messanordnung betrachtet werden soll:
Verbraucht oder Erzeugt

F3

AUTOSET I

Der MI 2893 führt den optimalen Klemmstrombereich aus. (Der automatische Bereich wird automatisch ausgeführt)

Überprüfen Sie die Grenzwerte für die gemessenen Parameter:

F4

GRENZEN

LIMITS			
U	90%-110% Un	207.0-253.0v	✓
I	5%-10% Iclamps	50.00-100.0A	✓
I	10%-110% Iclamps	100.0-1100A	✓
I	110%-150% Iclamps	1100-1500A	✓
f	85%-115% f	42.500-57.500Hz	✓
Phase	±90°		✓

ESC

Keht zum darüberliegenden Untermenü zurück.

4.2.5 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 MI 2893/MI 2892/MI 2885 an.
3. Öffnen Sie: das Menü Messeinstellungen → Anschlusseinrichtung → Phase-/Neutralleiter-Stromzange
4. Wählen Sie: Smart-Stromzangen/T
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.

4.2.6 Anschluss eines Geräts zur Synchronisierung mit GPS-Zeit

MI 2893/MI 2892/MI 2885 können ihre Systemuhr mit der Coordinated Universal Time (UTC-Zeit) synchronisieren, die von einem extern angeschlossenen GPS-Modul geliefert wird (optionales

Zubehör - A 1355). Um diese spezielle Funktion nutzen zu können, muss das GPS-Gerät an das Messgerät angeschlossen sein und außen aufgestellt werden. Wenn dies geschehen ist, versucht das GPS-Modul eine Verbindung herzustellen und empfängt den Zeittakt der Satelliten. Bei der Funktionsweise des GPS-Moduls unterscheiden MI 2893/MI 2892/MI 2885 zwei verschiedene Zustände.

Tabelle 127: GPS-Funktion

	GPS-Modul erkannt, ungültige Position oder kein Empfang eines GPS-Satellitensignals
	GPS-Modul erkannt, Empfang eines GPS-Satellitensignals, Datum und Uhrzeit sind gültig und wurden synchronisiert, Synchronisierungsimpuls ist aktiv.

Wenn eine Ausgangsposition bestimmt wurde, stellt das Gerät die Uhrzeit und das Datum über GPS und die Zeitzone ein, die der Benutzer im Menü „Einst. Datum/Uhrzeit“ gewählt hat (siehe Abbildung unten).



Abbildung 134: Bildschirm zum Einstellen der Zeitzone

Tabelle 128: Tasten auf dem Bildschirm zum Einstellen der Zeitzone

	Wählt die Zeitzone
	Bestätigt die Zeitzone und kehrt zum Menü „ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN“ zurück.

Wenn die Zeitzone eingestellt wurde, synchronisieren MI 2893/MI 2892/MI 2885 ihre Systemzeit und die interne Echtzeituhr mit der empfangenen UTC-Zeit. Das GPS-Modul versorgt das Gerät ebenfalls jede Sekunde mit extrem genauen Synchronisierungsimpulsen (PPS - Pulse Per Second) zu Synchronisierungszwecken bei verloren gegangenem Satellitenempfang.

Hinweis: Die GPS-Synchronisierung muss vor Beginn der Messungen erfolgt sein.

Weitere Einzelheiten finden Sie im Benutzerhandbuch des GPS-Empfängers (A 1355).

4.3 Remote-Verbindung des Geräts (über das Internet / Internet (3G, GPRS) / Intranet (LAN))

4.3.1 Kommunikationsprinzip

Für eine Verbindung zu PowerView übers Internet verwendet die Geräte MI 2893/MI 2892/MI 2885 einen Ethernet-Port. Da Unternehmen häufig mit Firewalls die Optionen für den Internetverkehr einschränken, wird die gesamte Kommunikation über einen dedizierten „Metrel-Server“ geleitet. Auf diesem Wege können das Gerät und PowerView eventuelle Beschränkungen durch eine Firewall und einen Router umgehen. Die Kommunikation wird in vier Schritten aufgebaut:

1. Der Benutzer wählt die Verbindung INTERNET oder INTERNET (3G/GPRS) oder INTRANET (LAN) im Menü KOMMUNIKATION und prüft, ob eine Verbindung zum Metrel-Server aufgebaut werden kann (Icon  in der Statuszeile sollte innerhalb von 2 Minuten erscheinen).

Hinweis: Ausgehende Ports 80, 443, 7781 ÷ 8888 zum Server gprs.metrel.si müssen dort auf der Remote-Firewall geöffnet werden, wo sich das Gerät befindet!

2. Der Benutzer gibt Seriennummer des Geräts auf PowerView ein und nimmt die Verbindung zum Metrel-Server auf.

Hinweis: Falls Sie das Zubehör A 1475 3G Wi-Fi Modem für den Internetzugang verwenden, überprüfen Sie bitte mithilfe der Bedienungsanleitung des A 1475 die Einstellungen des Modems richtig, bevor Sie es verwenden.

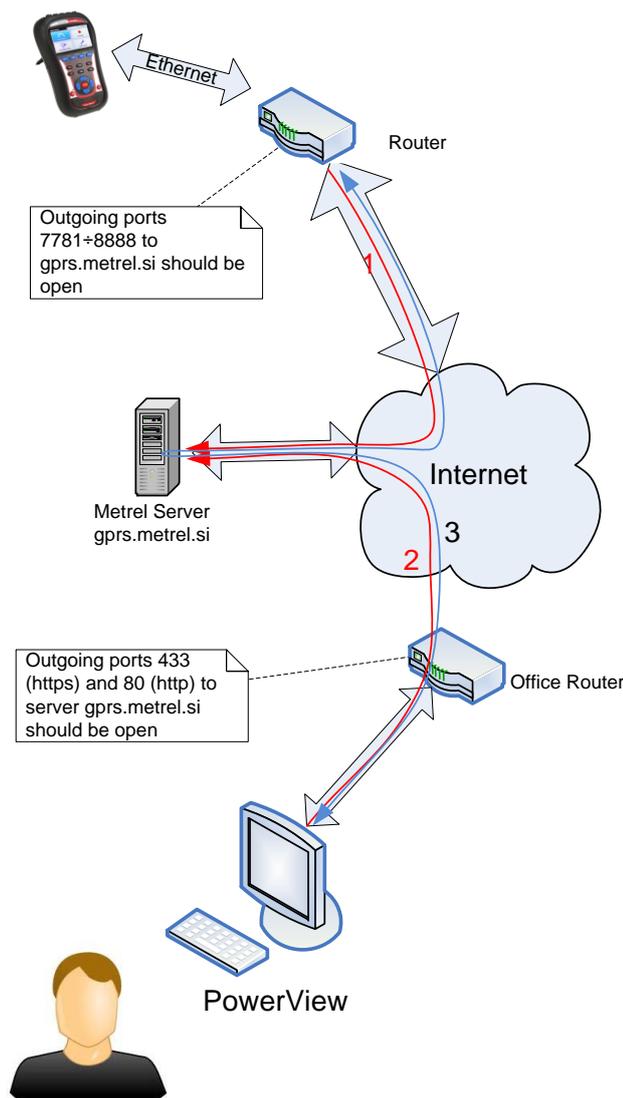


Abbildung 135: Schematische Darstellung der Remote-Messungen

4.3.2 Einrichtung des Geräts am Remote-Messort

Der Aufbau am Remote-Standort beginnt mit dem Anschließen von MI 2893/MI 2892/MI 2885 an das Netz oder den Messpunkt. Da eine Messkampagne Tage oder sogar Wochen dauern kann, ist es erforderlich, eine zuverlässige Stromversorgung für das Gerät sicherzustellen. Zusätzlich können voll aufgeladene Geräte-Akkuzellen bei Unterbrechungen und Stromausfällen das Gerät für mehr als 5 Stunden mit Strom versorgen (für 5 bis 7 Stunden bei MI 2892/2885) und für mehr als 3 Stunden (für 3 bis 5 Stunden bei MI 2893), je nach Batterieleistung und Zustand der Batterie. Nach dem Aufbau des Geräts müssen die Verbindungsparameter eingestellt werden. Damit über die PC-Software PowerView v3.0 eine Remote-Verbindung zum Gerät aufgebaut werden kann, müssen die Kommunikationsparameter des Geräts konfiguriert werden. Die Abbildung unten zeigt das Menü KOMMUNIKATION in ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN.

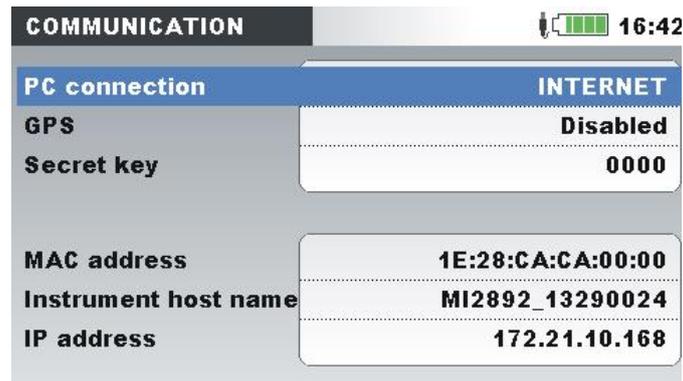


Abbildung 136: Bildschirm zur Einrichtung der Internetverbindung

Folgende Parameter müssen eingegeben werden, um eine Kommunikation übers Internet aufzubauen:

Tabelle 129: Parameter zur Einrichtung des Internets

PC-Anschluss	Internet	Wählen Sie die Internetverbindung, um über den Internetanschluss mit PowerView zu kommunizieren.
Geheimer Schlüssel	0000	Geben Sie den Zifferncode ein (4 Stellen). Der Benutzer muss diese Nummer aufbewahren, da sie später während des Verbindungsaufbaus von PowerView abgefragt wird.

Nach Eingabe der Parameter muss der Benutzer das Ethernet Kabel anschließen. Das Gerät bezieht eine IP-Adresse vom DHCP-Server. Die Vergabe einer neuen IP-Nummer kann bis zu 2 Minuten dauern. Hat das Gerät eine IP-Adresse erhalten, wird es versuchen, sich mit dem Metrel-Server zu verbinden, über den die Kommunikation mit PowerView sichergestellt wird. Wenn die Verbindung vollständig hergestellt ist, erscheint das Icon  in der Statusleiste.

Wie aus der Tabelle unten ersichtlich, kann auch der Verbindungsstatus in der Statusleiste betrachtet werden.

Tabelle 130: Internet-Icons der Statusleiste

	Internetverbindung nicht vorhanden. Gerät versucht, eine IP-Adresse zu beziehen und sich mit dem Metrel-Server zu verbinden.
	Gerät ist mit dem Internet und dem Metrel-Server verbunden und kommunikationsbereit. Hinweis: Abgehende Ports 80, 443, 7781 ÷ 8888 zum gprs.metrel.si Server müssen auf der Remote-Firewall geöffnet werden!
	Kommunikation im Gange. Gerät ist mit der PowerView-Instanz verbunden.

4.3.3 Einrichtung von PowerView für den Remote-Zugriff auf das Gerät

Für einen Remote-Zugriff auf das Gerät muss die PC-Software PowerView v3.0 richtig konfiguriert sein (für die Installation der Software auf Ihrem PC schauen Sie im Benutzerhandbuch von PowerView v3.0 nach). PowerView v3.0 kommuniziert über die Ports 80 und 443, dieselben wie Ihr Internetbrowser.

Hinweis: Die ausgehenden Ports 80, 443 zum Server gprs.metrel.si müssen auf der lokalen Firewall geöffnet werden!

Einstellungen in PowerView

So wie in der Abbildung unten dargestellt, drücken Sie auf Remote  Remote in der Symbolleiste, um die Einstellungen für eine Remote-Verbindung zu öffnen.

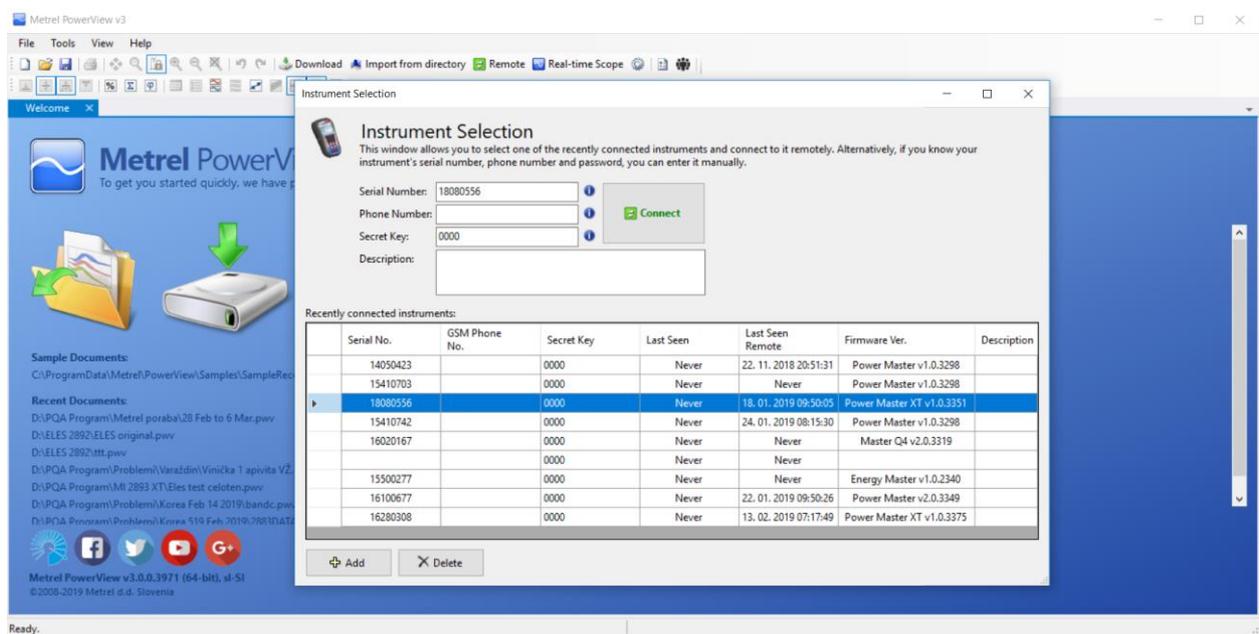
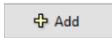
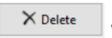


Abbildung 137: Einstellungsformular von PowerView v3.0 für die Remote-Verbindung

Folgende Angaben muss der Benutzer in das Formular eingeben:

Tabelle 131: Parameter des Formulars zur Geräteauswahl

Seriennummer:	Erforderlich	Geben Sie die Seriennummer des Stromqualitätsgeräts ein
Telefonnummer:	Nicht erforderlich	Lassen Sie dieses Feld leer
Geheimer Schlüssel:	Erforderlich	Geben Sie den Zahlencode ein, der im Menü des Geräts für die Verbindungseinrichtung als geheimer Schlüssel eingegeben wurde.
Beschreibung	Optional	Geben Sie eine Gerätebeschreibung ein.

Durch Drücken der Schaltfläche  Add kann der Benutzer eine weitere Gerätekonfiguration hinzufügen. Mit der Schaltfläche  Delete wird die ausgewählte Gerätekonfiguration aus der Liste gelöscht. Durch Drücken der Schaltfläche  Connect beginnt der Verbindungsaufbau.

4.3.4 Remote-Verbindung

Verbindungsaufbau

Nach Eingabe der Remote-Einstellungen in PowerView v3.0 und Drücken der Schaltfläche **Verbinden** wird das Fenster Remote-Verbindung geöffnet (unten dargestellt).

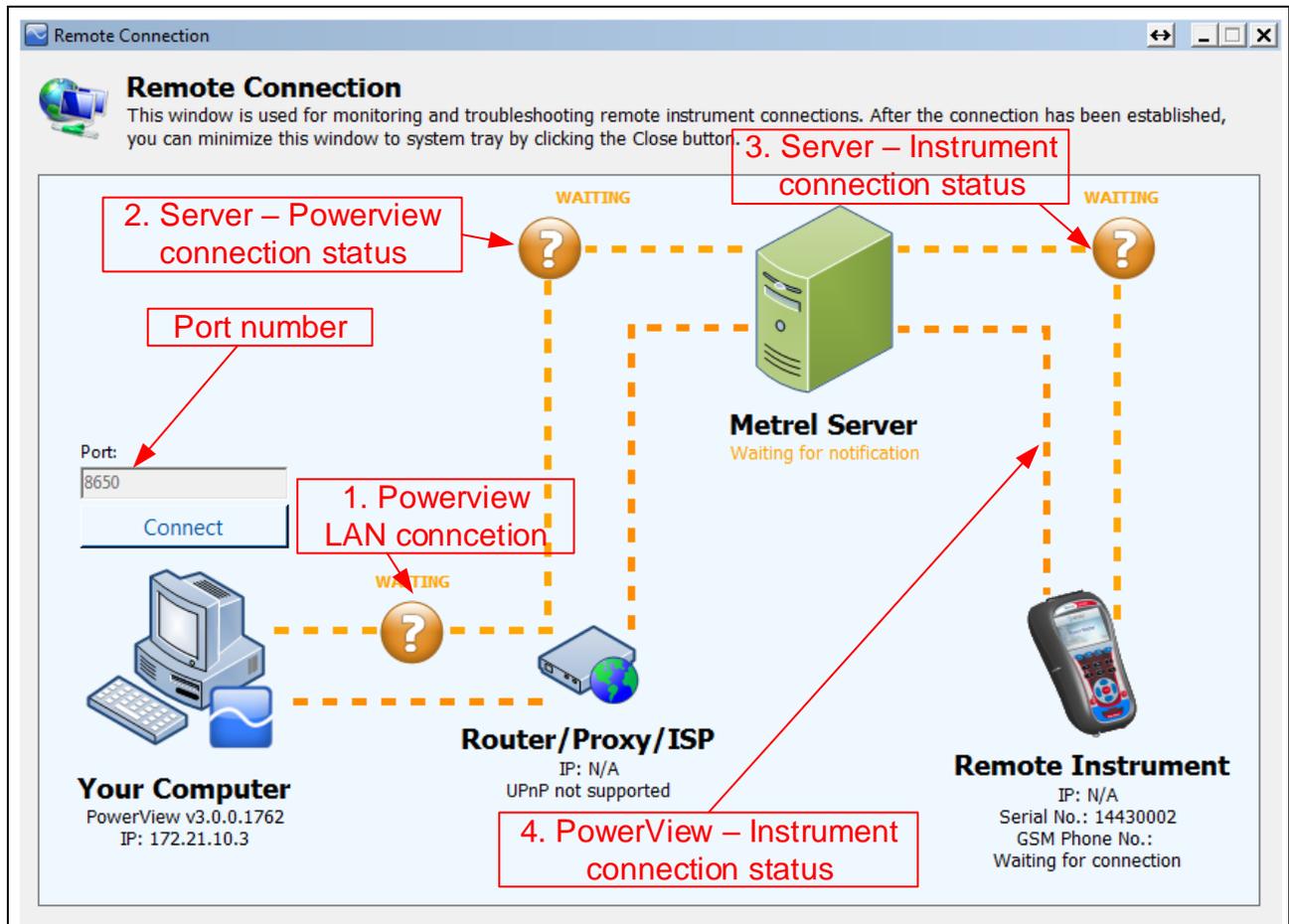


Abbildung 138: Remote-Verbindungsmonitor von PowerView v3.0

Dieses Fenster wird für die Überwachung und Fehlerbeseitigung in der Remote-Verbindung zum Gerät verwendet. Die Remote-Verbindung kann in 4 Schritte unterteilt werden.

Schritt 1: PowerView v3.0-Verbindung zum Local Area Network (LAN)

Nach dem Öffnen von „Remote-Verbindung“ versucht PowerView v3.0, automatisch eine Internetverbindung herzustellen. Für den Verbindungsaufbau benötigt PowerView v3.0 eine http-Verbindung zum Internet. Wie unten dargestellt, erscheint bei erfolgreicher Verbindungsherstellung zwischen den Icons „Ihr Computer“ und „Router/Proxy/ISP“ ein grünes Icon und der „VERBUNDEN“-Status. Im Falle eines FEHLERS bitten Sie Ihren Netzwerkadministrator, PowerView v3.0 den http-Zugang zum Internet freizugeben.

Schritt 2: PowerView v3.0-Verbindung zum Metrel-Server

Nach Aufbau der Internetverbindung gemäß Schritt 1 nimmt PowerView v3.0 Verbindung zum Metrel-Server auf. Wie in der Abbildung unten dargestellt, erscheint bei erfolgreicher Verbindungsherstellung zwischen den Icons „Metrel-Server“ und „Router/Proxy/ISP“ ein grünes Icon und der „VERBUNDEN“-Status. Bei einem FEHLER bitten Sie Ihren Netzwerkadministrator um Hilfe. Beachten Sie, dass die ausgehende Kommunikation zu gprs.metrel.si über die Ports 80 und 443 möglich sein muss.

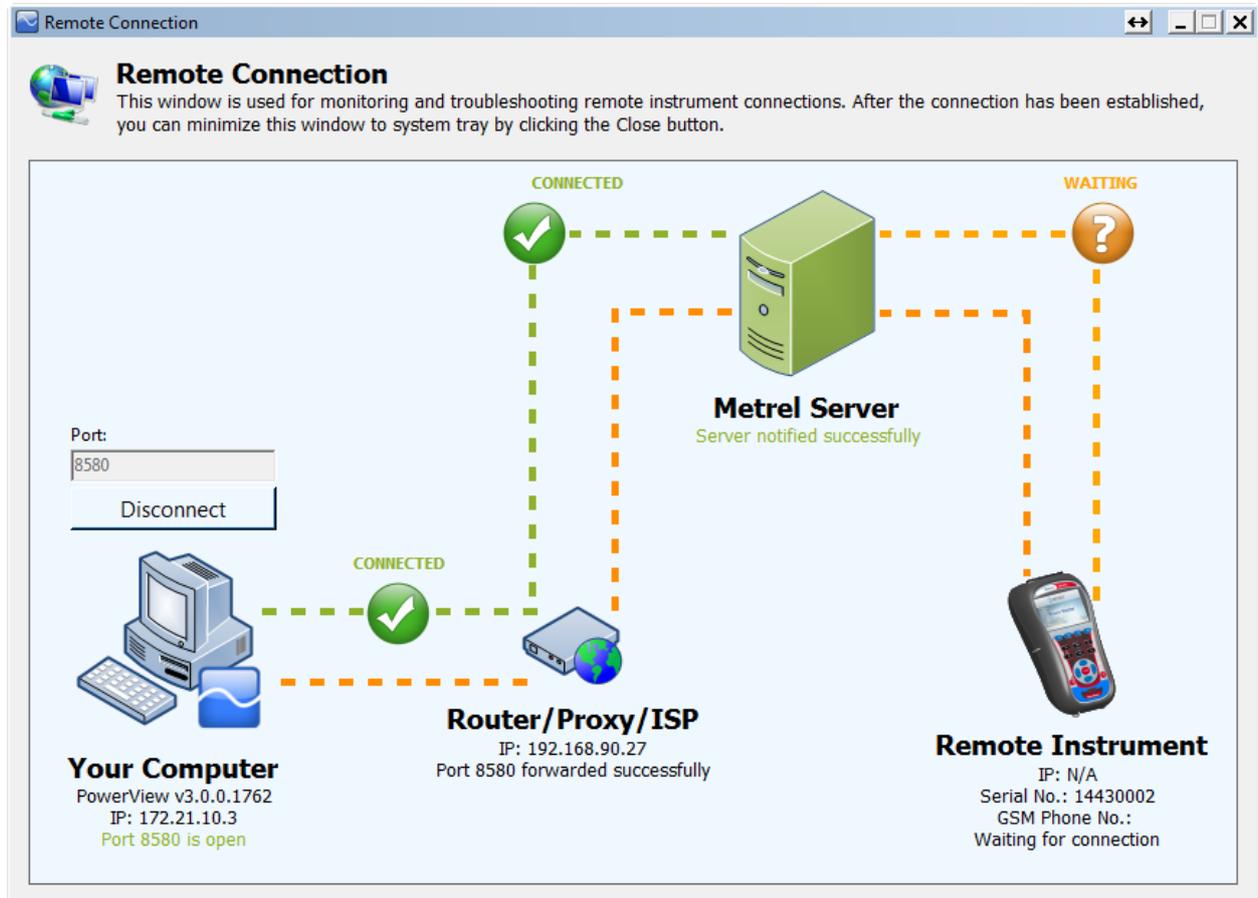


Abbildung 139: PowerView-Verbindung zum LAN- und Metrel-Server hergestellt (Schritte 1 und 2)

Hinweis: Schritt 1 und Schritt 2 werden bei Aufrufen der „Remote-Verbindung“ automatisch ausgeführt.

Schritt 3: Remote-Verbindung des Geräts zum Metrel-Server

Nachdem sich PowerView v3.0 erfolgreich mit dem Metrel-Server verbunden hat, überprüft der Server, ob Ihr Gerät auf Ihre Verbindung wartet. Wenn dies der Fall ist, stellt das Gerät die Verbindung mit dem Metrel-Server her. Wie in der Abbildung unten dargestellt, erscheint zwischen den Icons „Metrel-Server“ und „Remote-Gerät“ ein grünes Icon und der „VERBUNDEN“-Status.

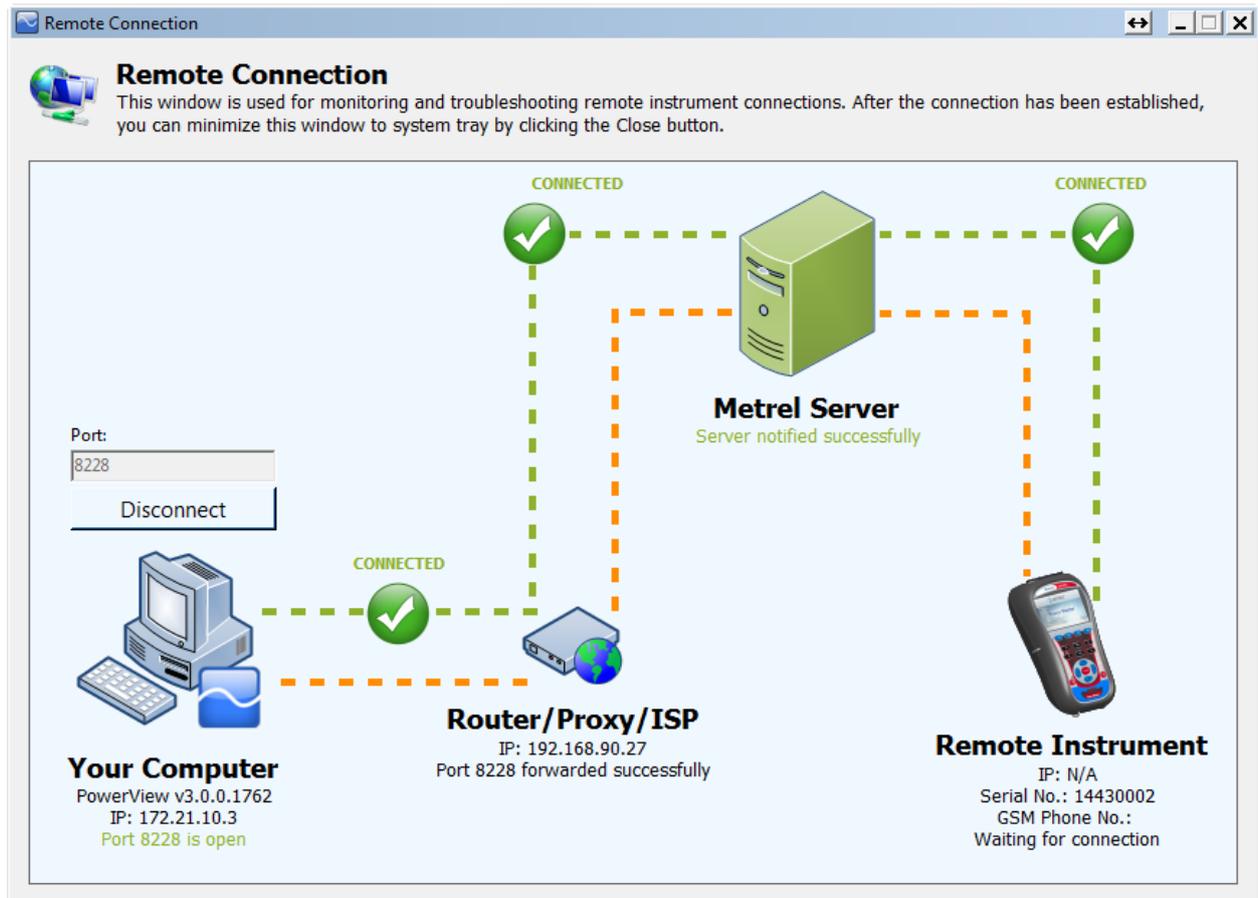


Abbildung 140: Remote-Verbindung des Geräts zum Metrel-Server hergestellt (Schritt 3)

Schritt 4: Verbindung des Remote-Geräts zu PowerView v3.0

Nachdem die ersten drei Schritte erfolgreich abgeschlossen wurden, verbindet sich MI 2893/MI 2892/MI 2885 automatisch per VPN-Verbindung über den Metrel-Server mit PowerView v.3.0 und stellt die Verbindung her.

Wenn die Verbindung des Remote-Geräts zu PowerView v3.0 erfolgreich hergestellt wurde, erscheint zwischen den Icons „Router/Proxy/ISP“ und „Remote-Gerät“ ein grünes Icon und der „VERBUNDEN“-Status, so wie in der Abbildung unten dargestellt. Das Fenster kann nun geschlossen werden, da es nicht mehr benötigt wird. Es sollte jetzt der Zugriff auf das Remote-Gerät gewährleistet sein, der in den folgenden Abschnitten beschrieben wird.

Falls die Verbindung unterbrochen wird, erscheint im PowerView-Fenster für die Remote-Verbindung die Statusanzeige „FEHLER“ oder „WARTEN“. Die Verbindung wird automatisch wiederhergestellt und der gestartete Vorgang fortgesetzt.

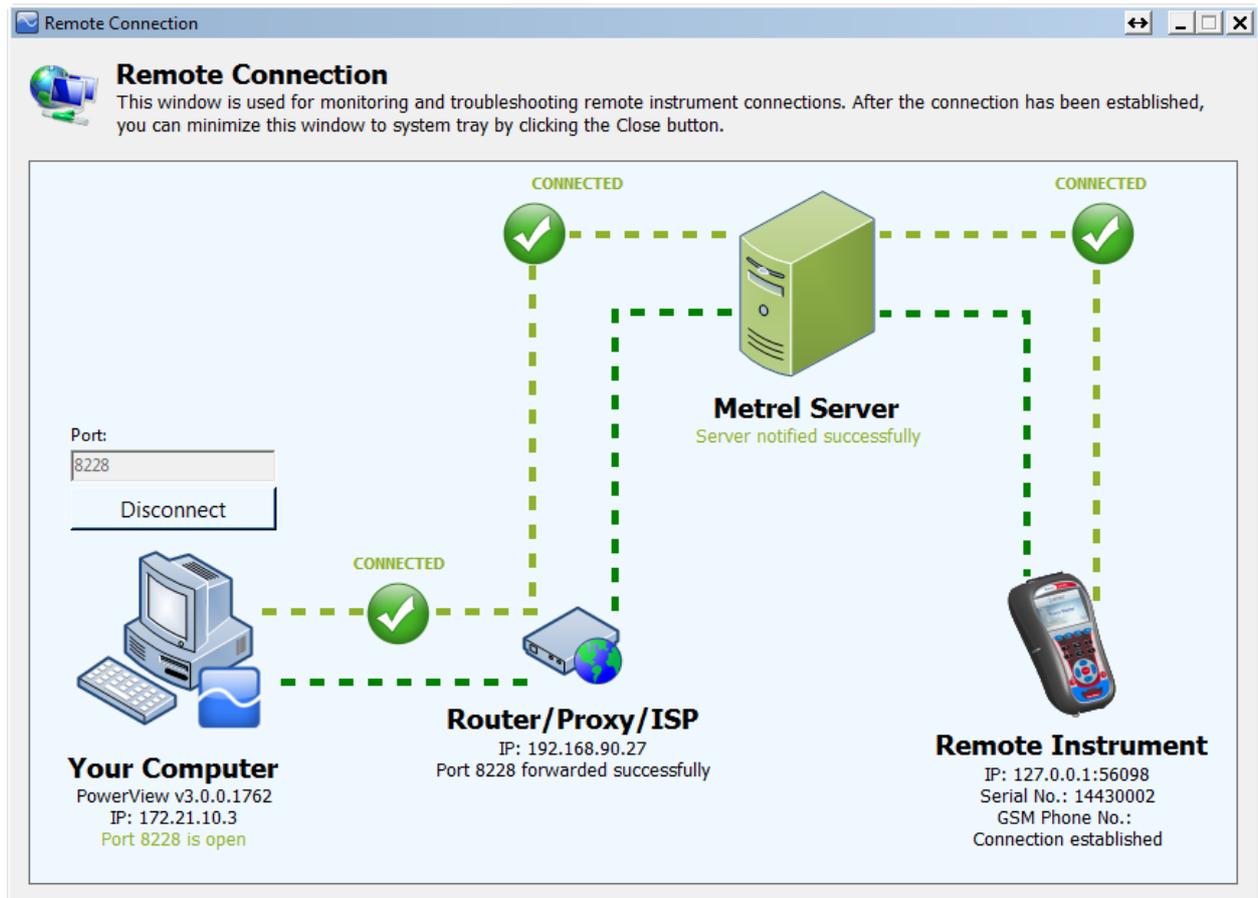


Abbildung 141: Verbindung des Remote-Geräts mit PowerView v.3.0 hergestellt (Schritt 4)

Während die Daten aktualisiert werden, wird die Remote-Schaltfläche grün dargestellt, um anzuzeigen, dass die Verbindung aktiv ist. Siehe auch Abbildung unten. Falls er in der Farbe Orange erscheint, bedeutet dies, dass die Verbindung unterbrochen wurde und vom Benutzer neu initialisiert werden muss.

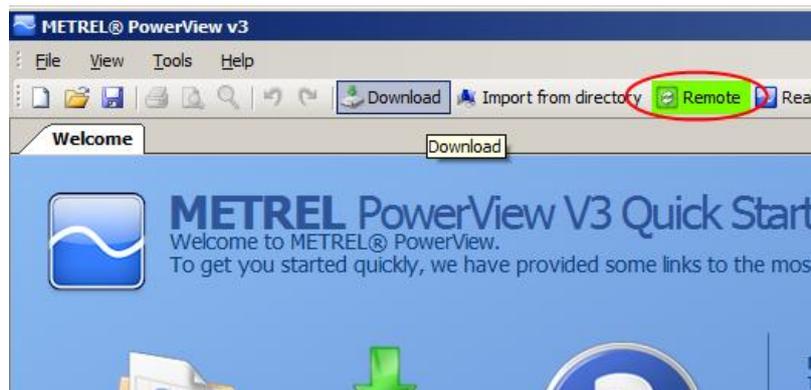


Abbildung 142: Anzeige einer aktiven Verbindung

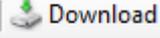
Der Bildschirm zur Remote-Verbindung kann auch über die Taskleiste von Windows durch Klicken auf das Icon  geöffnet werden. Dies ist besonders zweckdienlich, um das Gerät und PowerView v3.0 nach einem Netzwerkfehler erneut zu verbinden.



Abbildung 143: Icon der Remote-Verbindung

Herunterladen von Daten

Wenn die Einstellungen zur Remote-Verbindung korrekt sind und das „Remote-Gerät“ mit PowerView v3.0 verbunden ist, ist ein Download der Daten möglich. Öffnen Sie das Download-

Fenster durch Drücken von F5 oder durch Klicken auf die Schaltfläche  in der Symbolleiste oder durch Auswahl von „Download“ im Menü „Werkzeuge“.

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

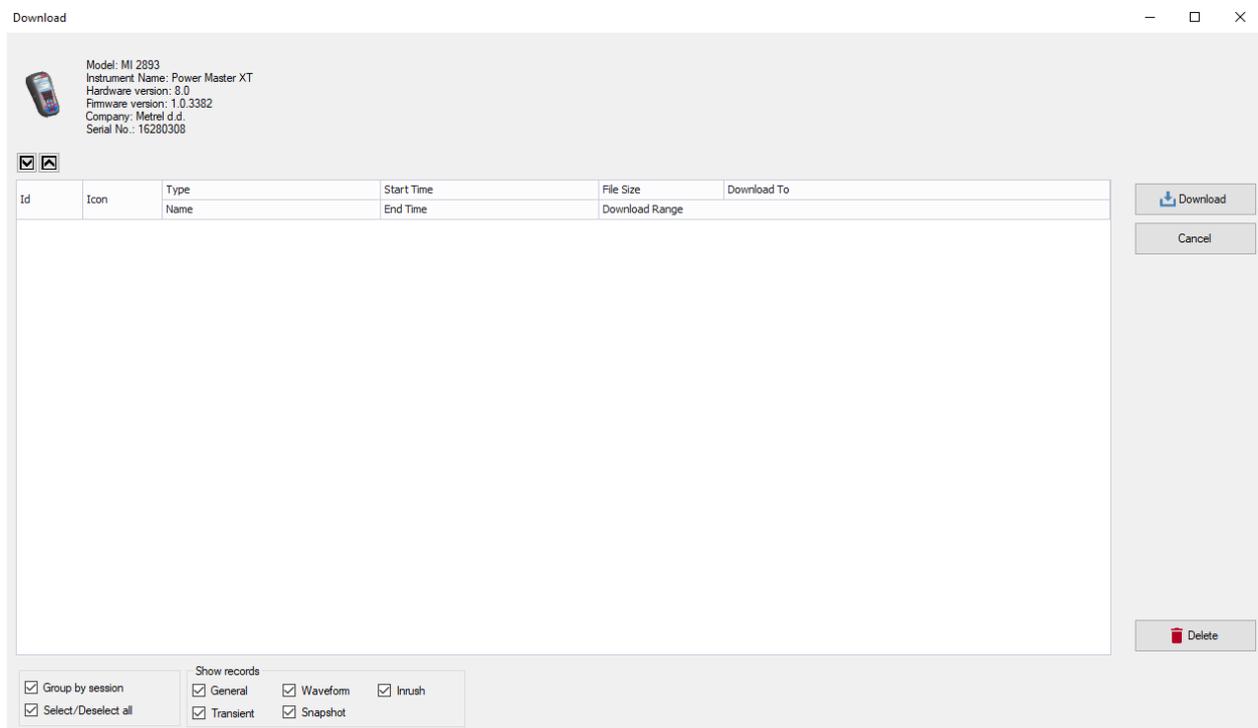


Abbildung 144: Erkennung des Gerätetyps

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

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.

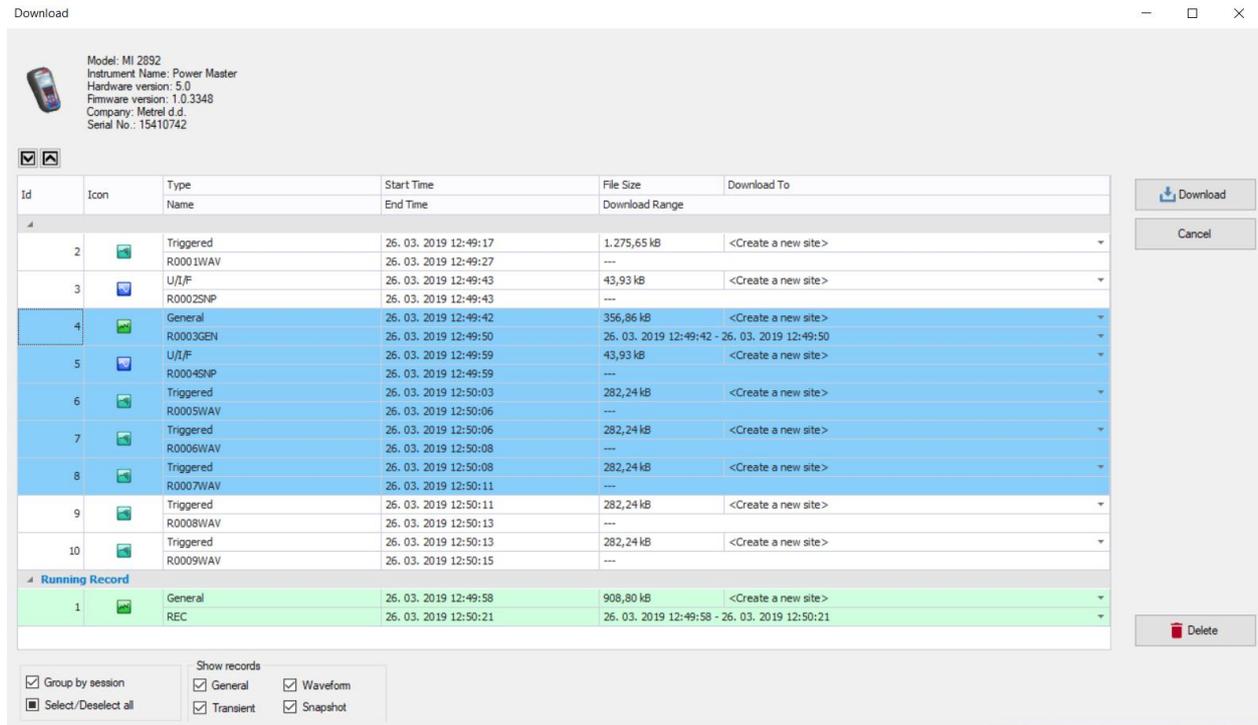


Abbildung 145: Auswahl von Aufzeichnungen aus einer Liste zum Download

Die Abbildung oben zeigt ein Beispiel, bei dem sechs Aufzeichnungen ausgewählt wurden. Zum Start des Downloads klicken Sie auf die Schaltfläche „Import starten“.

Sofort nach dem Download wird in PowerView v3.0 ein neues Dokumentfenster mit den ausgewählten Aufzeichnungen angezeigt, die in einem neuen Standortknoten platziert sind. An diesem Punkt wird immer eine Sicherung der PowerView v3.0-Datei durchgeführt, die in einer *.ZIP-Datei komprimiert und im Ordner MyDocuments/Metrel/PowerView/PQData abgelegt wird. Diese Sicherungskopie wird jedes Mal angelegt, wenn eine Datei erstellt oder geöffnet wird. Damit ist sichergestellt, dass Sie alle heruntergeladenen Daten im Falle eines versehentlichen Löschens oder Veränderns wiederherstellen können. Beachten Sie jedoch, dass im Download-Fenster nicht ausgewählte Aufzeichnungen nicht heruntergeladen wurden und damit auch nicht auf der Festplatte gespeichert sind. Überprüfen Sie daher, dass alle relevanten Aufzeichnungen heruntergeladen wurden, bevor Sie diese auf dem Gerät löschen.

Echtzeit-Oszilloskop

Wenn die Einstellungen zur Remote-Verbindung korrekt sind und das Remote-Gerät mit PowerView v3.0 verbunden ist, klicken Sie auf die Schaltfläche um das Fenster des Echtzeit-Oszilloskops zu öffnen. Es öffnet sich ein neues Dokumentfenster, wie auf dem Bild unten dargestellt.

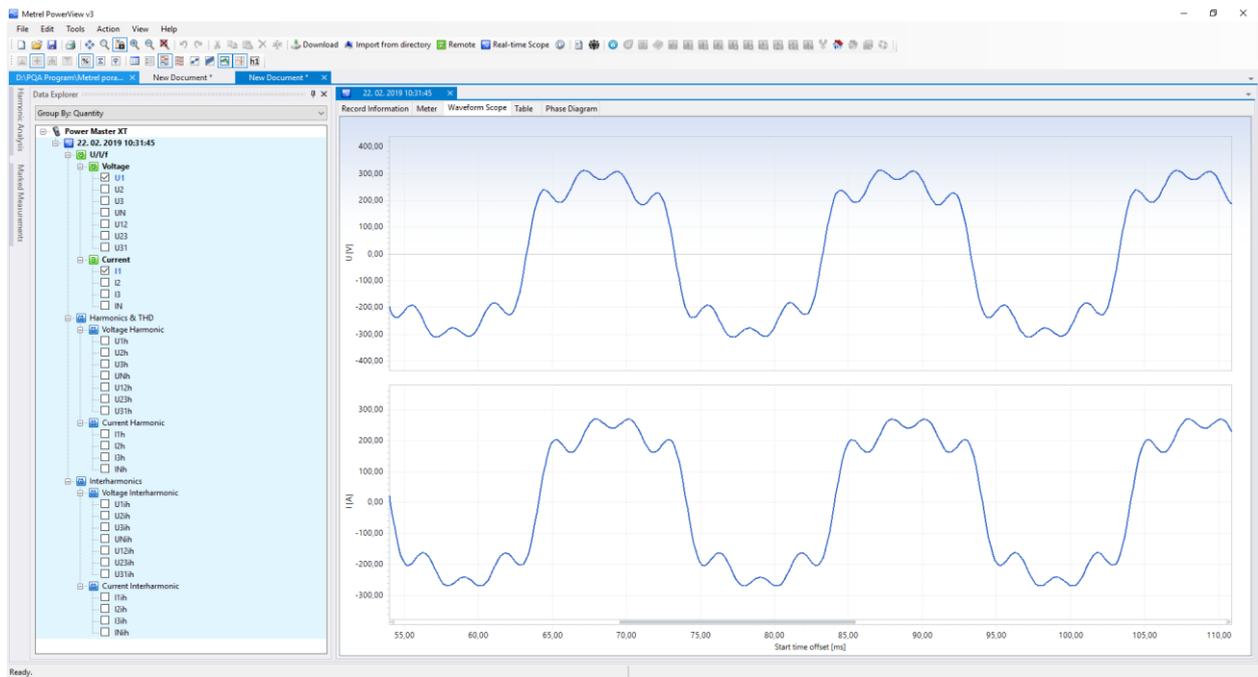
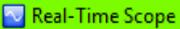
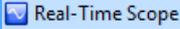


Abbildung 146: Fenster des Echtzeit-Oszilloskops bei einer Remote-Verbindung, mit verschiedenen, ausgewählten Kanälen

Die Abbildung oben zeigt ein Online-Fenster mit verschiedenen, ausgewählten Kanälen. Solange die Online-Ansicht aktiv ist, werden die Daten automatisch aktualisiert. Die Aktualisierungsgeschwindigkeit hängt von der Geschwindigkeit Ihrer Verbindung ab. Um die schnellstmögliche Aktualisierungsrate sicherzustellen, wird jedes neue Update initiiert, sobald das vorherige heruntergeladen wurde. Während das Echtzeit-Oszilloskop aktiv ist, wird die Schaltfläche  grün angezeigt, um darauf hinzuweisen, dass die Verbindung aktiv ist.

Je nach Geschwindigkeit Ihrer Verbindung kann es einige Sekunden dauern, bis das Gerät erkannt wurde und das erste Echtzeit-Oszilloskop heruntergeladen ist. Wenn die erste Aufzeichnung angezeigt wird, werden alle drei Baumknoten vollständig ausgeklappt, um eine einfachere Kanalauswahl zu ermöglichen. Sie werden vielleicht bemerkt haben, dass der Knoten der heruntergeladenen Aufzeichnung nicht, wie die anderen Aufzeichnungen, in einem Standortknoten platziert ist, sondern vielmehr in einem besonderen Geräteknoten. Diese Aufzeichnung kann jedoch zu jedem anderen Knoten verschoben oder dort gespeichert werden. Zum Schließen der Online-Ansicht klicken Sie auf die Schaltfläche  oder schließen das Online-Fenster.

Remote 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 Remote-Geräts“ aus. Auf dem Bildschirm sollte nun das in der Abbildung unten dargestellte Formular erscheinen.

Hinweis: Das in 4.3 beschriebene Verfahren für eine Remote-Verbindung muss erfolgreich durchgeführt worden sein, bevor mit der Konfiguration des Remote-Geräts begonnen wird.

The screenshot shows the 'Instrument Configuration Tool' window. It has a 'File' menu and a description: 'This windows allows you to change instrument configuration settings, manage recording settings, start/stop the recording, and manage instrument's record/event/alarm memory.'

General setup

Instrument name: AAAAAA | Last known instrument time: 1/25/2023 10:12:... | Time zone: UTC+0:0 | Use system time | Set time

Measurement Setup

- Nominal voltage: 230 V
- Potential transformer ratio: Primary 1, Secondary 1, $\Delta \rightarrow \Lambda$ 1
- Ph. Curr. Clamps: A1502 | Current Direction: I1, I2, I3, In
- N. Curr. Clamps: A1502
- Connection: 4W
- Synchronization: Voltage
- System frequency (Hz): 50.00 Hz

Event

Event	Signalling	RVC	Inrush	Transient	Measuring Methods
	Threshold (%)				Hysteresis (%)
Swell	110		(253.00 V)		2 (4.60 V)
Dip	90		(207.00 V)		2 (4.60 V)
Interrupt	5		(11.50 V)		2 (4.60 V)

Settings status: Done. 1/25/2023 10:12:43 AM

Abbildung 147: Formular zur Remote Konfiguration des Geräts

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

Um die Rekorder des Geräts fernzubedienen, 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 die Schaltfläche „Schreiben“ an das Gerät zurückgesendet.

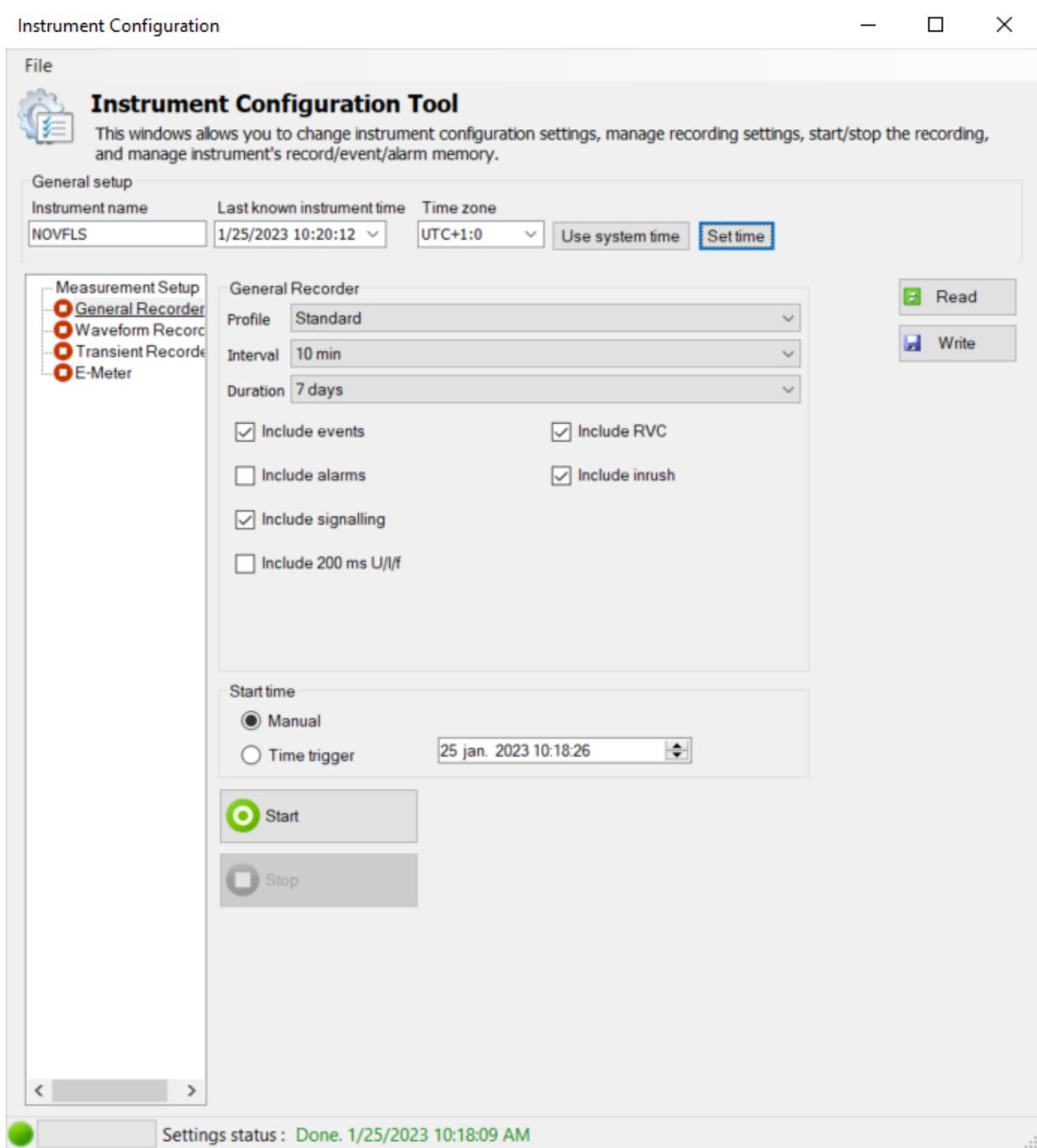


Abbildung 148: Konfiguration des Remote-Rekorders

Durch Klicken auf die Schaltfläche „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 Auslöse-Schaltfläche im Wellenform- oder Transienten-Rekorder wird den Rekorder auf gleiche Weise auslösen, wie die Schaltfläche AUSLÖSER am Gerät, wenn sie gedrückt wird. Die Aufzeichnung kann durch Drücken der Schaltfläche „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 die Schaltfläche „Lesen“ kann der Benutzer jederzeit den Gerätestatus abrufen.

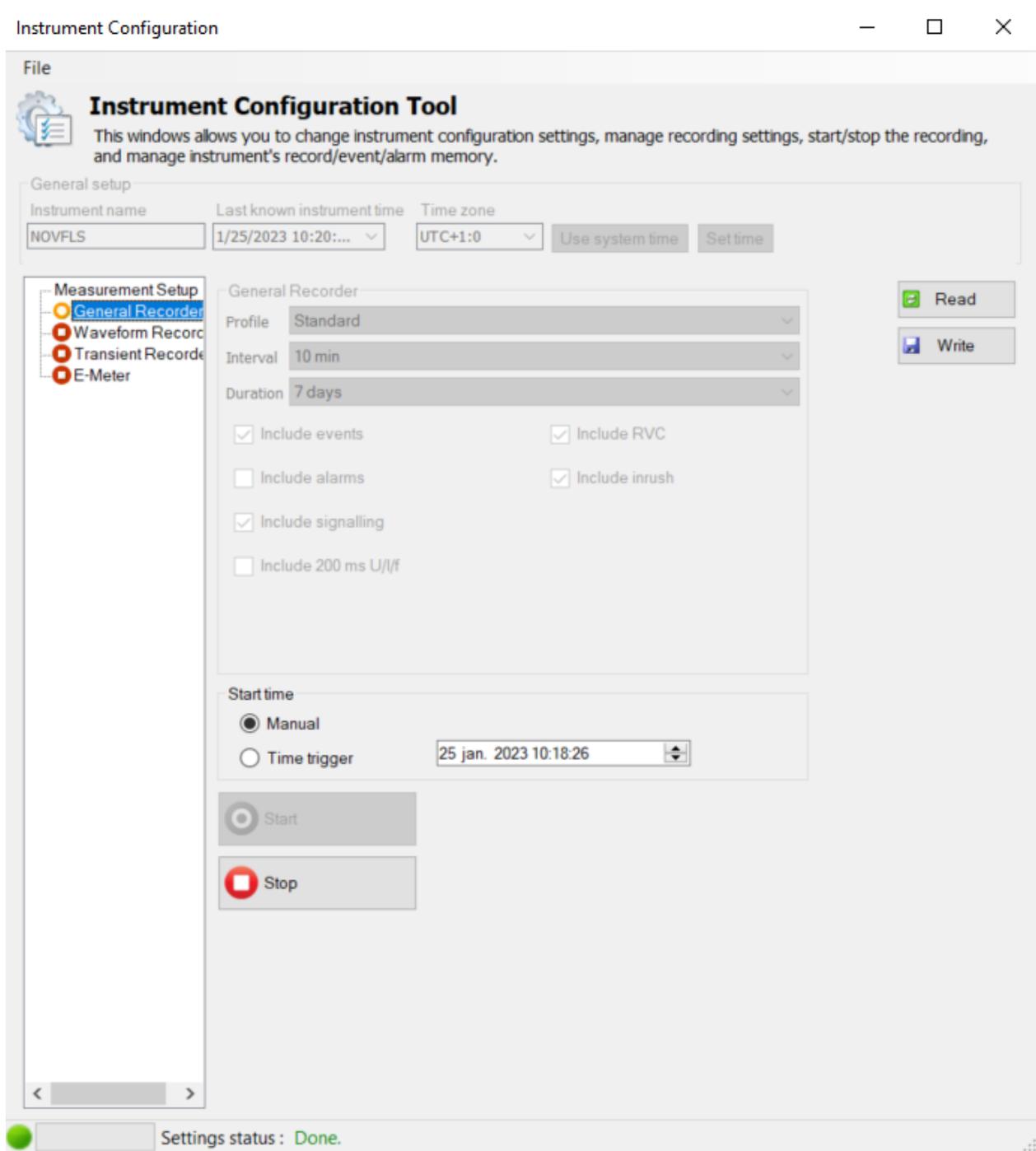


Abbildung 149: Aufzeichnung läuft

4.4 Anzahl der gemessenen Parameter und Zusammenhänge mit der Anschlussarten

Die vom MI 2893/MI 2892/MI 2885 gemessenen und angezeigten Parameter, die hauptsächlich vom Netztyp 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 dem Netztyp.

Tabelle 132: Vom Gerät gemessene Größen

Menu		Anschlussart																							
		1L		2L					3L				OpenD (Offenes Dreieck):				4L								
		L1	N	L1	L2	N	L12	Ges	L12	L23	L31	Ges	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	N	L12	Ges	L1	L2	L3	Ges	L12	L23	L31	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 grundfreq.	•		•	•			•				•				•	•	•	•	•				•	
	Energie	•		•	•			•				•				•	•	•	•	•				•	

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 Anschluss-Art gemäß nachstehender Tabelle und dem Aufnahme-PROFIL ausgesucht.

Tabelle 133: Vom Gerät aufgezeichnete Größen (Standardprofil)

		Anschlussart																														
Menu		1L		2L				3L				OpenD (Offenes Dreieck):				4L																
		L1	N	L1	L2	N	L12	Ges	L12	L23	L31	Ges	L12	L23	L31	Ges	L1	L2	L3	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	N	L12	Ges	L12	L1	L2	L3	Ges	L2	L3	Ges	L1	L2	L3	N	L12	L23	L31	Ges	L1	L2	L3	N	L12	L23	L31	Ges
Strom	RMS																															
	THD																															
	Harmonische (0:50)																															
	Zwischenharm. (0:50)																															
	Unsymmetrie																															
Leistung	Zusammengesetzte																															
	Grundfrequente																															

Nicht grundfreq.																			
Wirkenergie																			
Blindenergie																			
Leistungsfaktoren																			

		Verbindungsart						
Menü	Wechselrichter-1L		Wechselrichter-3L					
	L1	N	L12	L23	L31	Ges	N	
Spannung	RMS							
	AC							
	DC							
	THD							
	Scheitelfaktor							
	Frequenz							
	Harmonische (0,50)							
	Zwischenharm. (0,50)							
	Unsymmetrie							
	Flicker							
	Netzsignal							
	Ereignisse	•		•	•	•		
	L1	N	L12	L23	L31	Ges	N	
Strom	RMS							
	AC							
	DC							
	THD							
	Harmonische (0,50)							

		L1	N	L12	L23	L31	Ges	N
	Zwischenharm. (0+50)							
	Unsymmetrie							
Power	Zusammengesetzt							
	AC							
	DC							
	Grundfrequent							
	Nicht grundfreq.							
	Wirkenergie							
	Blindenergie.							
	Leistungsfaktoren							

Legende:

- - Quantität enthalten.
- Maximalwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet.
- Quadratischer (RMS) oder arithmetischer Mittelwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet (für Einzelheiten siehe 5.1.15).
- Minimalwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet.
- Aktiver quadratischer (RMS) oder arithmetischer (AvgON) Mittelwert für jedes Intervall wurde aufgezeichnet (für Einzelheiten siehe 5.1.15).

Tabelle 134: Vom Gerät aufgezeichnete Größen (Eingeschränktes Profil)

		Connection type																							
Menü		1L		2L				3L				OpenD (Offenes Dreieck)				4L									
		L1	N	L1	L2	N	L12	Ges	L12	L23	L31	Ges	L12	L23	L31	Ges	L1	L2	L3	N	L12	L23	L31	Ges	
Spannung	RMS																								
	THD																								
	Scheitelfaktor																								
	Frequenz																								
	Harmonische (0¹²⁵)																								
	Zwischenharm. (0²⁵)																								
	Unsymmetrie																								
	Flicker																								
	Netzsignal																								
Ereignisse	•		•	•				•	•	•		•	•	•		•	•	•							
		L1	N	L1	L2	N	L12	Ges	L12	L1	L2	L3	Ges	L2	L3	Ges	L1	L2	L3	N	L12	L23	L31	Ges	
Strom	RMS																								
	THD																								
	Harmonische (0²⁵)																								
	Zwischenharm. (0²⁵)																								
	Unsymmetrie																								
Power	Zusammengesetzt																								
	Grundfrequent																								
	Nicht grundfreq.																								
	Wirkenergie																								
	Blindenergie																								
	Leistungsfaktoren																								

		Verbindungsart						
Menu		Wechselrichter-1L		Wechselrichter-3L				
		L1	N	L12	L23	L31	Ges	N
Spannung	RMS							
	AC							
	DC							
	THD							
	Scheitelfaktor							
	Frequenz							
	Harmonische (0^v50)							
	Zwischenharm. (0^v50)							
	Unsymmetrie							
	Flicker							
	Netzsignal							
	Ereignis	•		•	•	•		
		L1	N	L12	L23	L31	Ges	N
Strom	RMS							
	AC							
	DC							
	THD							
	Harmonische (0^v50)							
	Zwischenharm. (0^v50)							
	Unsymmetrie							
		L1	N	L12	L23	L31	Ges	N
Power	Zusammengesetzt							
	AC							

5 Theorie und interne Funktionsweise

Dieser Abschnitt enthält die grundlegende Theorie der Messfunktionen sowie technische Informationen zur internen Funktionsweise der Geräte MI 2893/MI 2892/MI 2885, einschließlich der Beschreibung von Messverfahren und Protokollierungsprinzipien.

5.1 Messverfahren

5.1.1 Aggregation der Messungen über Zeitintervalle

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

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

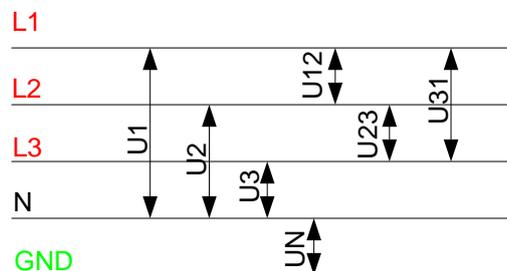


Abbildung 150: Phasen- und Phase-Phase-Spannung

Die Spannungswerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

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

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

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

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

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-Zyklusintervall dar. Jedes 10/12-Zyklusintervall ist angrenzend und nicht überlappend. Die Stromwerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

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

$$\text{Phasenstrom-Scheitelfaktor: } Ip_{cr} = \frac{Ip_{\max}}{Ip}, p: 1,2,3,N \quad (6)$$

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

5.1.4 Frequenzmessung

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

Während der AUFZEICHNUNG mit einem Aggregations-Intervall: ≥ 10 s 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 6.2.20 angegeben ist.

Für eine AUFZEICHNUNG mit Aggregations-Intervall: < 10 s 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 Synchronisierungs-Kanal durchgeführt, der im Menü VERBINDUNGSEINSTELLUNG gewählt wurde.

5.1.5 Leistungsmessung IEC 1459-2010

Einhaltung der Normen: IEEE 1459-2010

Siehe Abschnitt 3.23.6, wie Sie die Methode Moderne Leistungsmessung auswählen. Bitte beachten Sie, dass das Gerät alle Messungen (Klassisch und Modern) aufzeichnet, unabhängig von der gewählten Methode. Die Darstellung der Daten kann auf der LCD-Anzeige des Geräts oder in PowerView3.0 geändert werden.

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.

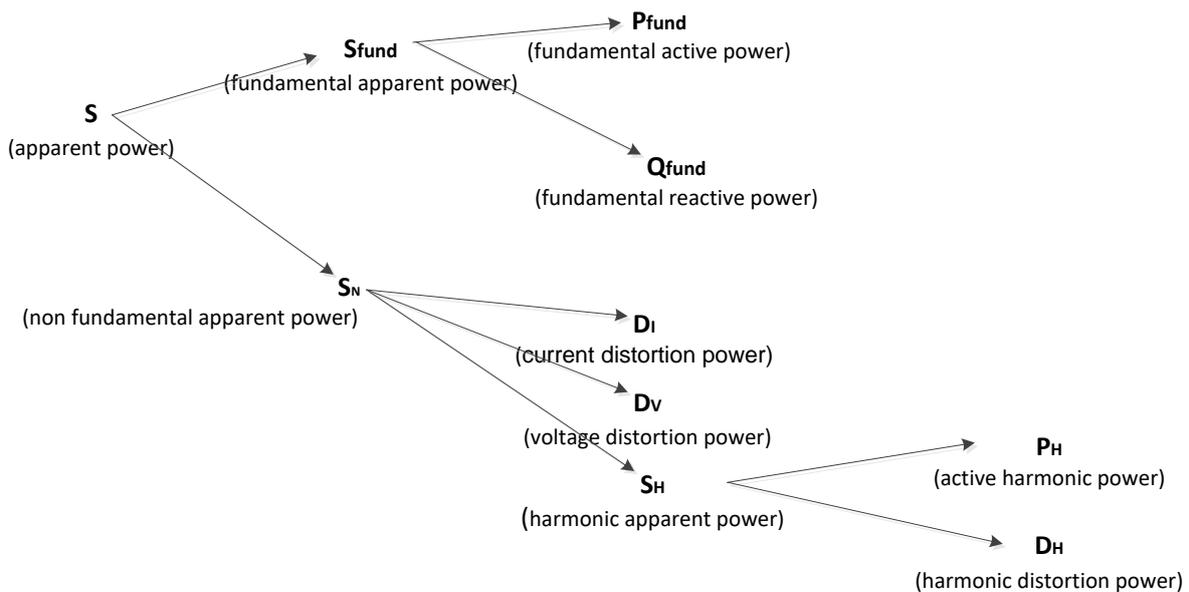


Abbildung 151: IEEE 1459 Organisation der Phasenleistungsmessung (Phase)

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

Tabelle 135: 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	$V_{L\text{ind}/\text{kap}}$	$V_{F\text{ind}/\text{kap}}$	-
Harmonische Verunreinigung (%)	-	-	S_N/S_{fund}

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

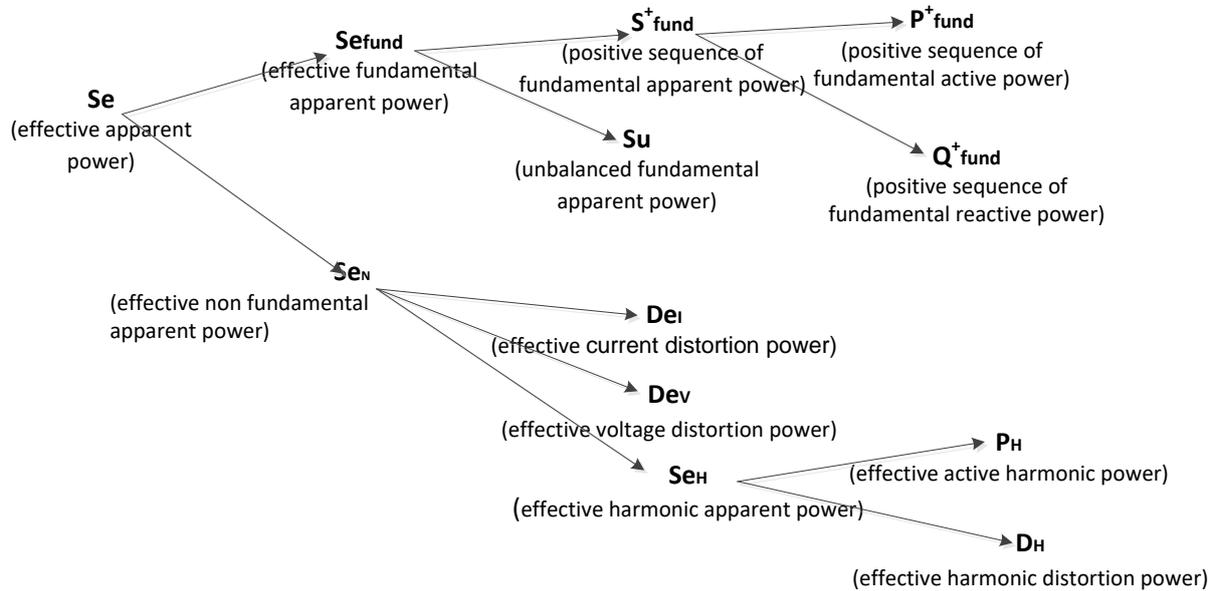


Abbildung 152: IEEE 1459 Organisation der Phasenleistungsmessung (Gesamt)

Tabelle 136: Zusammenfassung und Gruppierung der Gesamtleistungsgrößen

Messgröße	Zusammengesetzte Leistungen	Grundfrequente Leistungen	Nicht grundfrequente Leistungen
Scheinleistung (VA)	Se	S_{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	$V_{L\text{ind}/\text{kap}}$	$V_{F^+_{\text{ges ind}/\text{kap}}}$	-
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:

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

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

Zusammengesetzte Phasenscheinleistung:

$$S_p = U_p * I_p \quad [\text{W}], p: 1,2,3 \quad (8)$$

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:

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

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

Gesamtscheinleistung (effektiv):

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

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

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 5.1.8).

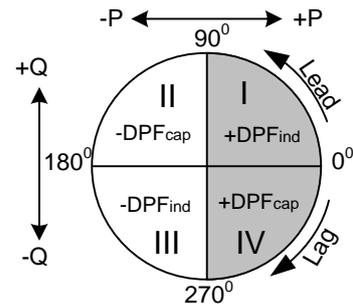
Grundfrequente Phasenwirkleistung:

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

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

Grundfrequente Phasenscheinleistung:

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



Grundfrequente Phasenblindleistung:

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

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

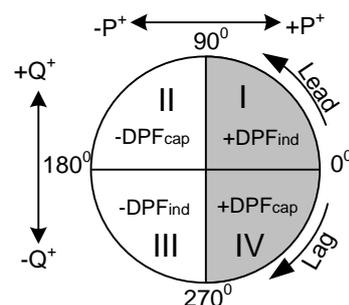
Laut IEEE STD 1459 kommt den Leistungsmessungen im Mitsystem (P^+ , Q^+ , S^+) eine immense Bedeutung zu. Sie werden nach folgenden Gleichungen berechnet:

Wirkleistung des Mitsystems:

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

Blindleistung des Mitsystems:

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



Scheinleistung des Mitsystems:

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

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 5.1.11.

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:

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

Stromverzerrungsleistung der Phase

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

Spannungsverzerrungsleistung der Phase:

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

Phasenscheinleistung der Harmonischen

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

Phasenwirkleistung der Harmonischen:

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

Verzerrungsleistung der Harmonischen auf der Phase

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

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:

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

Effektive Gesamtstromverzerrungsleistung:

(32)

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

Dabei sind:

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

Effektive Gesamtspannungsverzerrungsleistung:

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

Dabei sind:

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

(33)

Effektive Gesamtscheinleistung:

$$SeH_{tot} = Ue_H \cdot Ie_H \quad [\text{VA}]$$

(34)

Effektive Gesamtleistung der Harmonischen:

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

Dabei sind:

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

(35)

Effektive Gesamtverzerrungsleistung

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

(36)

Harmonische Verunreinigung

$$HP = \frac{SeN_{tot}}{Se_{fundtot}} \cdot 100 [\%]$$

Dabei sind:

$$Se_{fundtot} = 3 \cdot Ue_{fund} \cdot Ie_{fund}$$

(37)

Lastunsymmetrie

$$LU = \frac{Su_{fund}}{S_{tot}^+}$$

(38)

5.1.6 Klassische Vektor- und arithmetische Leistungsmessung

Einhaltung der Norm: IEC 61557-12

Siehe Abschnitt 3.23.6, wie Sie die Messmethode Modern Power auswählen. Bitte beachten Sie, dass das Gerät alle Messungen (Klassisch und Modern) aufzeichnet, unabhängig von der gewählten Methode.

Das Gerät entspricht vollständig der klassischen Vektor- und arithmetischen Leistungsmessung gemäß der neuesten Norm IEC 61557-12 (Anhang A) und IEEE 1459 (Abschnitt 3.2.2.2.5 und 3.2.2.6). Es gibt eine große Anzahl von Messgeräten, die an verschiedenen Stellen im Netzwerk installiert sind, wo diese Messalgorithmen zur Messung und Aufzeichnung verwendet werden. Um die bisherige Messung mit dem Strom zu vergleichen, verwenden Sie eine der klassischen Leistungsmessungen. Die Messungen für Wirk-, Blind- und Scheinleistungen haben physikalische Bedeutung, solange die Strom- und Spannungswellenformen nahezu sinusförmig bleiben. In der folgenden Abbildung ist die grafische Interpretation der Vektor- und arithmetischen Leistungsmessungen dargestellt.

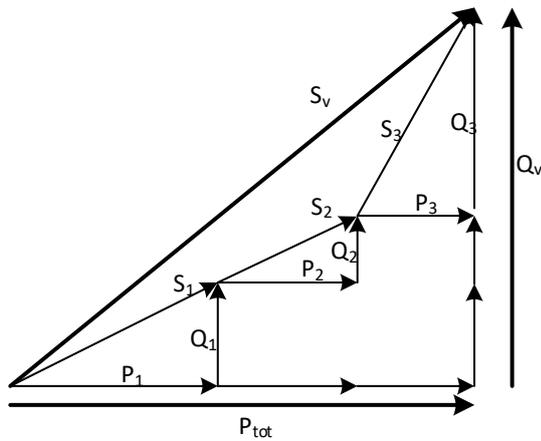


Abbildung 153: Vektorielle Darstellung der Gesamtleistungsrechnung

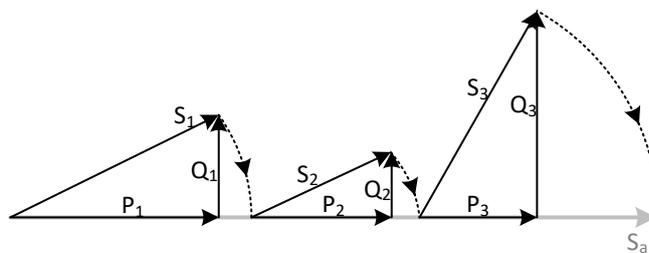


Abbildung 154: Arithmetische Darstellung der Gesamtleistungsrechnung

In der folgenden Tabelle ist eine Zusammenfassung aller Leistungsmessungen dargestellt.

Tabelle 137: Zusammenfassung und Gruppierung der Phasenleistungsgrößen

Quantität	Zusammengesetzte Leistungen	Grundfrequente Leistungen
Schein (VA)	S	S_{fund}
Wirk (W)	P	P_{fund}
Blind/reaktiv (var)	N	Q_{fund}
Leitungslast	$PF_{ind/kap}$	$DPF_{ind/kap}$

Tabelle 138: Leistungsübersicht und Gruppierung der Gesamtleistungsmengen

Quantität	Zusammengesetzte Leistungen	Grundfrequente Leistungen
-----------	-----------------------------	---------------------------

Schein (VA)	Sv	Sv _{fund}
Wirk (W)	P	P _{ges}
Blind/reaktiv (var)	N	Q _{ges}
Leitungslast	PFV _{ind/kap}	DPFV _{ind/kap}

Zusammengesetzte Phasenleistungsmessungen

Alle klassischen zusammengesetzte Phasenleistungsmessungen sind identisch mit der modernen zusammengesetzten Phasenleistungsmessung. Siehe Abschnitt 5.1.5 Kombinierte Phasenleistungsmessungen für Details.

Zusammengesetzte Vektor-Gesamtleistungsmessungen

Einhaltung der Norm: IEC 61557-12 Anhang A und IEEE STD 1459-2010 Abschnitt 3.2.2.6

Die zusammengesetzte (grundfrequente + nicht grundfrequente) Wirk-, Blind- und Scheinleistung (Vektor) und der Gesamtleistungsfaktor werden nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\text{Gesamtwirkleistung:} \quad P_{tot} = P_1 + P_2 + P_3 \quad [\text{W}], \quad (39)$$

$$\text{Gesamtblindleistung (Vektor):} \quad N_{tot} = N_1 + N_2 + N_3 \quad [\text{var}], \quad (40)$$

$$\text{Gesamtscheinleistung (Vektor):} \quad S_{V_{tot}} = \sqrt{P_{tot}^2 + N_{tot}^2} \quad [\text{VA}], \quad (41)$$

$$\text{Gesamtleistungsfaktor (effektiv):} \quad PF_{V_{tot}} = \frac{P_{tot}}{S_{V_{tot}}}. \quad (42)$$

Zusammengesetzte arithmetische Gesamtleistungsmessungen

Einhaltung der Norm: IEC 61557-12 Anhang A und IEEE STD 1459-2010 Abschnitt 3.2.2.5

Die zusammengesetzte arithmetische (grundfrequente + nicht grundfrequente) Wirk-, Blind- und Scheinleistung und der Gesamtleistungsfaktor werden nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\text{Gesamtwirkleistung:} \quad P_{tot} = P_1 + P_2 + P_3 \quad [\text{W}], \quad (43)$$

$$\text{Gesamtblindleistung (arithmetisch):} \quad S_{a_{tot}} = S_1 + S_2 + S_3 \quad [\text{VA}], \quad (44)$$

$$\text{Gesamtscheinleistung (arithmetisch):} \quad N_{a_{tot}} = \sqrt{S_{a_{tot}}^2 - P_{tot}^2} \quad [\text{var}], \quad (45)$$

$$\text{Gesamtleistungsfaktor (arithmetisch):} \quad PF_{a_{tot}} = \frac{P_{tot}}{S_{a_{tot}}}. \quad (46)$$

Grundfrequente Phasenleistungsmessungen

Einhaltung der Norm: IEEE STD 1459-2010

Alle klassischen zusammengesetzte Phasenleistungsmessungen sind identisch mit der modernen zusammengesetzten Phasenleistungsmessung. Siehe Abschnitt 5.1.5 Kombinierte Phasenleistungsmessungen für Details.

Grundfrequente Vektor-Gesamtleistungsmessungen

Einhaltung der Norm: IEC 61557-12 Anhang A und IEEE STD 1459-2010 Abschnitt 3.2.2.6

Grundfrequente Wirk-, Blind- und Schein-Gesamtleistung (Vektor) und Gesamtverschiebungs-Leistungsfaktor (GVector) werden nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\begin{aligned} \text{Grundfrequente Gesamtwirkleistung:} \quad & P_{fundtot} = P_{fund1} + P_{fund2} + P_{fund3} \\ & [\text{W}], \end{aligned} \quad (47)$$

$$\begin{aligned} \text{Grundfrequente} \quad & \text{Gesamtblindleistung} \quad & \text{(Vektor):} \\ Q_{fundtot} = Q_{fund1} + Q_{fund2} + Q_{fund3} \quad & [\text{var}], \end{aligned} \quad (48)$$

$$\begin{aligned} \text{Grundfrequente} \quad & \text{Gesamtscheinleistung} \quad \text{(Vektor)::} \\ \sqrt{P_{fundtot}^2 + Q_{fundtot}^2} \quad & [\text{VA}], \end{aligned} \quad Sv_{fundtot} = \quad (49)$$

Gesamtverschiebungsvektor-Leistungsfaktor (Vektor):

$$DPF_{V_{tot}} = \frac{P_{fundtot}}{Sv_{fundtot}}. \quad (50)$$

Alle grundfrequenten Leistungsmessungen werden aus grundfrequenten Spannungen und Strömen der Analyse der Harmonischen erhalten (siehe Abschnitt 5.1.8 für Details).

Grundfrequente arithmetische Gesamtleistungsmessungen

Einhaltung der Norm: IEC 61557-12 Anhang A und IEEE STD 1459-2010 Abschnitt 3.2.2.5

Grundfrequente arithmetische Wirk-, Blind- und Schein- Gesamtleistung und arithmetischer Gesamtverschiebungs-Leistungsfaktor werden nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\begin{aligned} \text{Grundfrequente Gesamtwirkleistung:} \quad & P_{fundtot} = P_{fund1} + P_{fund2} + P_{fund3} \\ & [\text{W}], \end{aligned} \quad (51)$$

$$\begin{aligned} \text{Grundfrequente Gesamtscheinleistung (arithmetisch):} \quad & Sa_{fundtot} = \\ S_{fund1} + S_{fund2} + S_{3fund} \quad & [\text{VA}], \end{aligned} \quad (52)$$

Grundfrequente Gesamtblindleistung (arithmetisch):

$$Qa_{fundtot} = \sqrt{Sa_{fundtot}^2 - P_{fundtot}^2} \text{ [var]}, \quad (53)$$

Gesamtleistungsfaktor (arithmetisch):

$$DPFa_{tot} = \frac{P_{fundtot}}{Sa_{fundtot}}. \quad (54)$$

Alle grundfrequenten Leistungsmessungen werden aus grundfrequenten Spannungen und Strömen der Analyse der Harmonischen erhalten (siehe Abschnitt 5.1.8 für Details).

5.1.7 Energie

Einhaltung der Norm: IEC 62053-21 Klasse 1S, IEC 62053-23 Klasse 2... MI 2893/MI 2892

Einhaltung der Norm: IEC 62053-21 Klasse 1, IEC 62053-23 Klasse 2 ... MI 2885

Die Energiemessung unterteilt sich in zwei Bereiche: in die WIRK-Energie auf Grundlage der Wirkleistungsmessung und in die BLIND-Energie 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

Verbraucht: $Ep_p^+ = \sum_{i=1}^m P_p^+(i)T(i)$ [kWh], $p: 1,2,3, ges$ (55)

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

Blindenergie:

Verbraucht: $Eq_p^+ = \sum_{i=1}^m Q_{ind}^+(i)T(i) + \sum_{i=1}^m Q_{pCap}^+(i)T(i)$ [kvarh], $p: 1,2,3, ges$ (56)

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

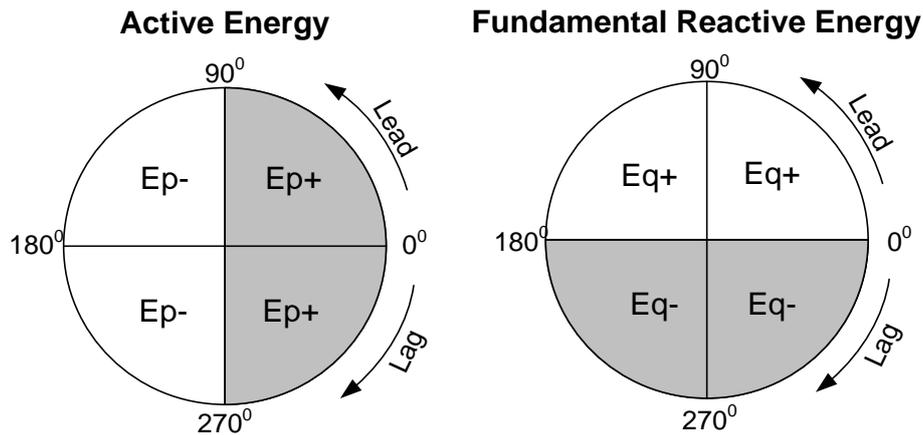


Abbildung 155: Energiezähler und Quadrantenverhältnis

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.

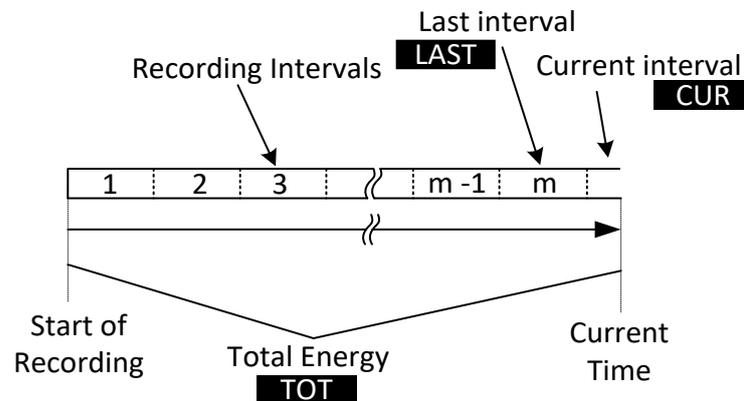


Abbildung 156: Energiezähler des Geräts

5.1.8 Harmonische und Zwischenharmonische

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.7)
IEC 61000-4-7 Klasse I

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.

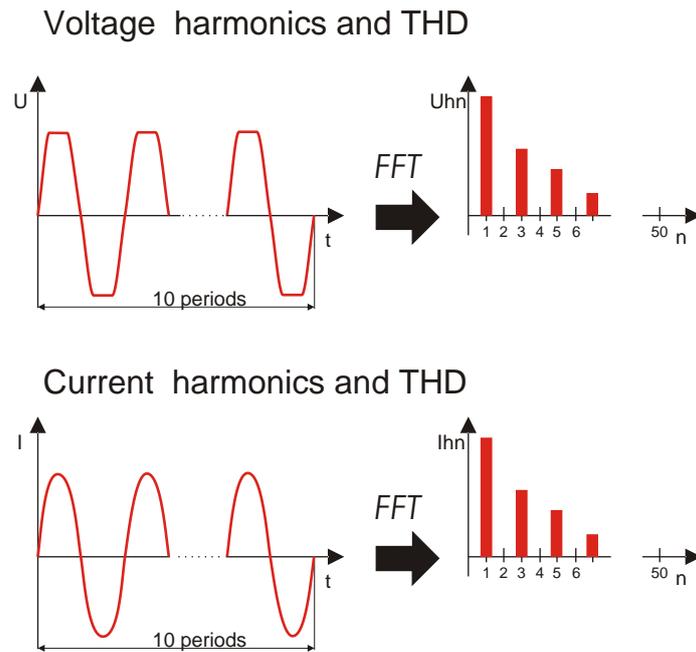


Abbildung 157: Strom- und Spannungsharmonische

$$u(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{1024} c_k \sin\left(\frac{k}{10} \cdot 2\pi f_1 t + \varphi_k\right) \tag{57}$$

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-te Spannungsharmonische:
$$U_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^1 U_{C,(10\cdot n+k)}^2} \tag{58}$$

$p: 1, 2, 3, \dots, N$

n-te Stromharmonische:
$$I_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^1 I_{C,(10\cdot n+k)}^2} \quad p: 1, 2, 3, \dots, N \tag{59}$$

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

$$\text{Gesamte harmonische Verzerrung der Spannung: } THD_{U_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_p h_n}{U_p h_1} \right)^2}, \quad (60)$$

$p: 1, 2, 3, \dots, N$

$$\text{Gesamte harmonische Stromverzerrung: } THD_{I_p} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_p h_n}{I_p h_1} \right)^2}, \quad (61)$$

$p: 1, 2, 3, \dots, N \quad 1, 2, 3$

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:

$$\text{n-te Spannungszwischenharmonische: } U_p i h_n = \sqrt{\sum_{k=2}^8 U_{C,(10-n)+k}^2} \quad (62)$$

$p: 1, 2, 3$

$$\text{n-te Stromzwischenharmonische: } I_p i h_n = \sqrt{\sum_{k=2}^8 I_{C,(10-n)+k}^2} \quad (63)$$

$p: 1, 2, 3, \dots, N$

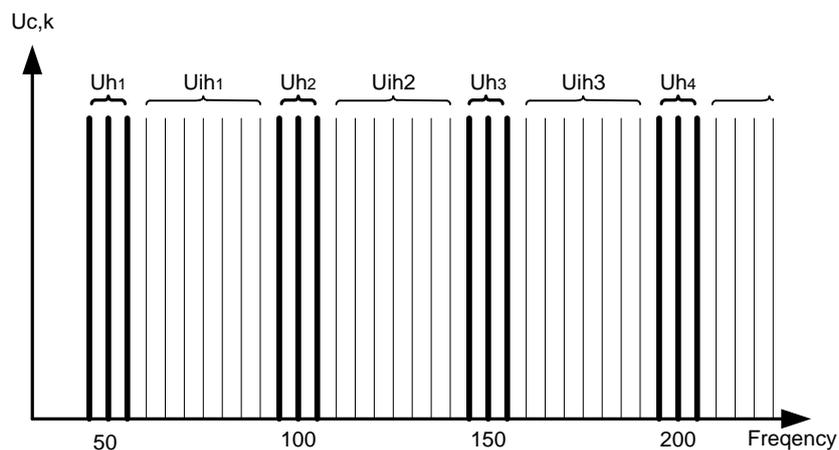


Abbildung 158: Darstellung der Untergruppe von Harmonischen / Zwischenharmonischen für eine 50-Hz-Versorgung

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:

$$\text{K - Faktor: } K_p = \frac{\sum_{n=1}^{50} (I_p h_n \cdot n)^2}{\sum_{n=1}^{50} I_p h_n^2}, p:1,2,3,\dots,N \quad (64)$$

5.1.9 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.

5.1.10 Flicker

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.3)

IEC 61000-4-15 Klasse F1

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.

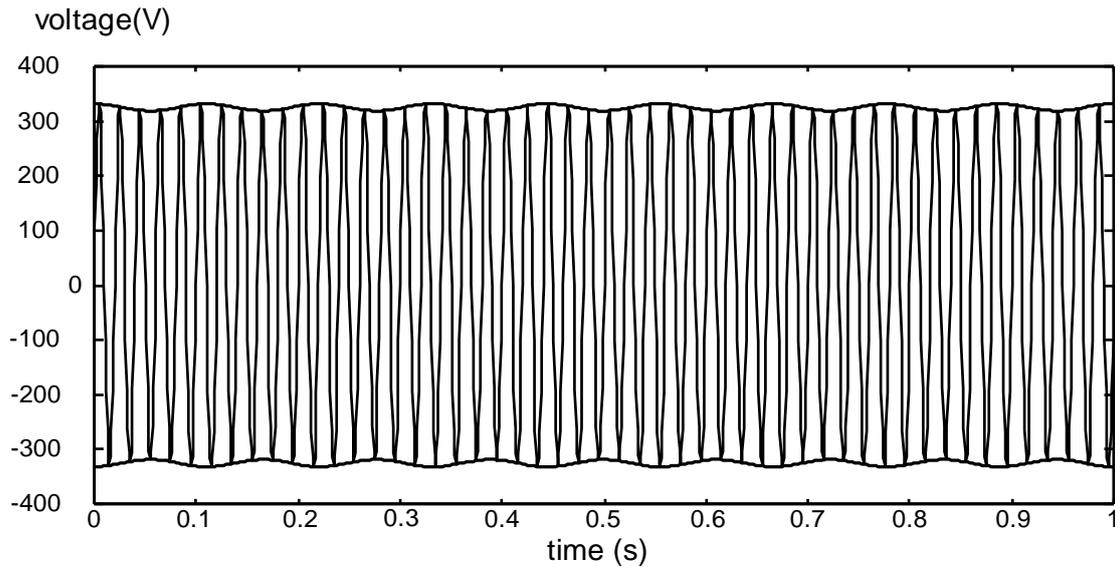


Abbildung 159: Spannungsschwankung

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

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

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

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

$$P_{ltp} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N Pst_i^3}{N}} \quad p: 1,2,3 \quad (65)$$

5.1.11 Unsymmetrien bei Spannung und Strom

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

Die Unsymmetrie der Versorgungsspannung wird anhand des Verfahrens mit symmetrischen Komponenten beurteilt. Zusätzlich zur Mitkomponente U^+ existieren unter unsymmetrischen Bedingungen auch noch die Gegenkomponente U^- und die Nullkomponente U_0 . Sie werden nach folgenden Gleichungen berechnet:

$$\begin{aligned} \vec{U}^+ &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a\vec{U}_2 + a^2\vec{U}_3) \\ \vec{U}_0 &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \vec{U}_3), \\ \vec{U}^- &= \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a^2\vec{U}_2 + a\vec{U}_3), \end{aligned} \quad (66)$$

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-Zyklusintervall.

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

$$u^- (\%) = \frac{U^-}{U^+} \times 100 \quad (67)$$

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

$$u^0 (\%) = \frac{U^0}{U^+} \times 100 \quad (68)$$

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.

5.1.12 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:

$$U_{\text{Unter},i} = \begin{cases} U_{\text{RMS}(10/12),i} & \text{if } U_{\text{RMS}(10/12)} \leq U_{\text{Nom}} \\ U_{\text{Nom}} & \text{if } U_{\text{RMS}(10/12)} > U_{\text{Nom}} \end{cases} \quad (69)$$

$$U_{\text{Over},i} = \begin{cases} U_{\text{RMS}(10/12),i} & \text{if } U_{\text{RMS}(10/12)} \geq U_{\text{Nom}} \\ U_{\text{Nom}} & \text{if } U_{\text{RMS}(10/12)} < U_{\text{Nom}} \end{cases} \quad (70)$$

Die Aggregation wird am Ende des Aufzeichnungsintervall durchgeführt als:

$$U_{\text{Unter}} = \frac{U_{\text{Nom}} - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_{\text{Unter},i}^2}{n}}}{U_{\text{Nom}}} [\%] \quad (71)$$

$$U_{\text{Over}} = \frac{U_{\text{Nom}} - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_{\text{Over},i}^2}{n}}}{U_{\text{Nom}}} [\%] \quad (72)$$

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.

5.1.13 Spannungseignisse

Messverfahren

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

Die Grundlage für Ereignismessungen ist $U_{Rms(1/2)}$. $U_{Rms(1/2)}$ 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-Zyklus-Frequenzmessung ermittelt wurde. Der $U_{Rms(1/2)}$ -Wert schließt per Definition die Harmonischen, die Zwischenharmonischen, die Netzsignalspannung usw. ein.

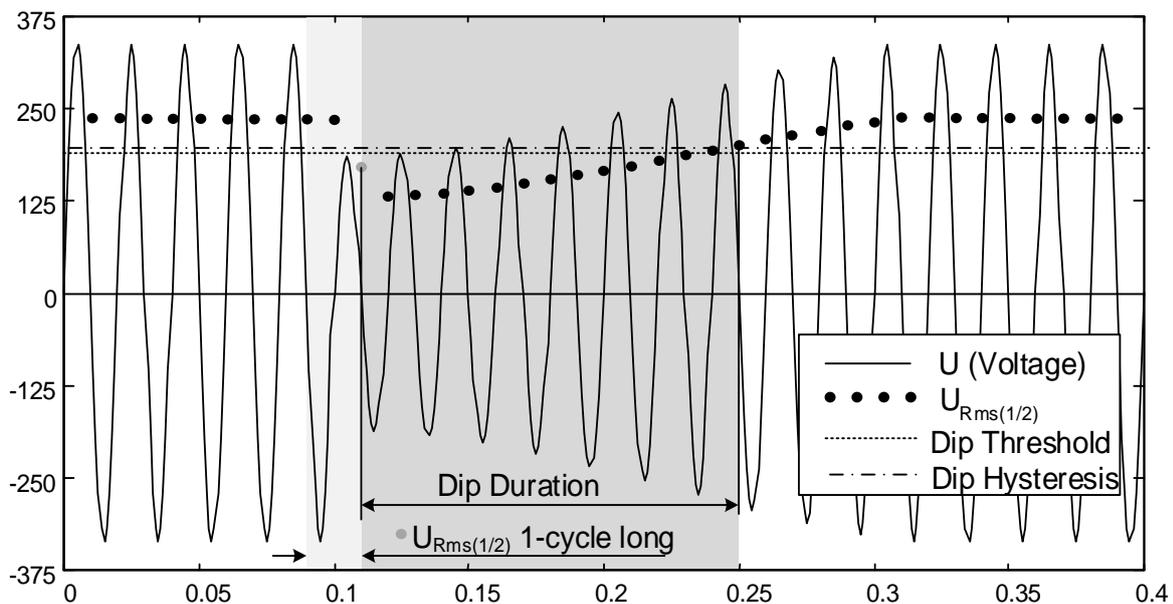


Abbildung 160: $U_{Rms(1/2)}$ 1-Zyklus Messung

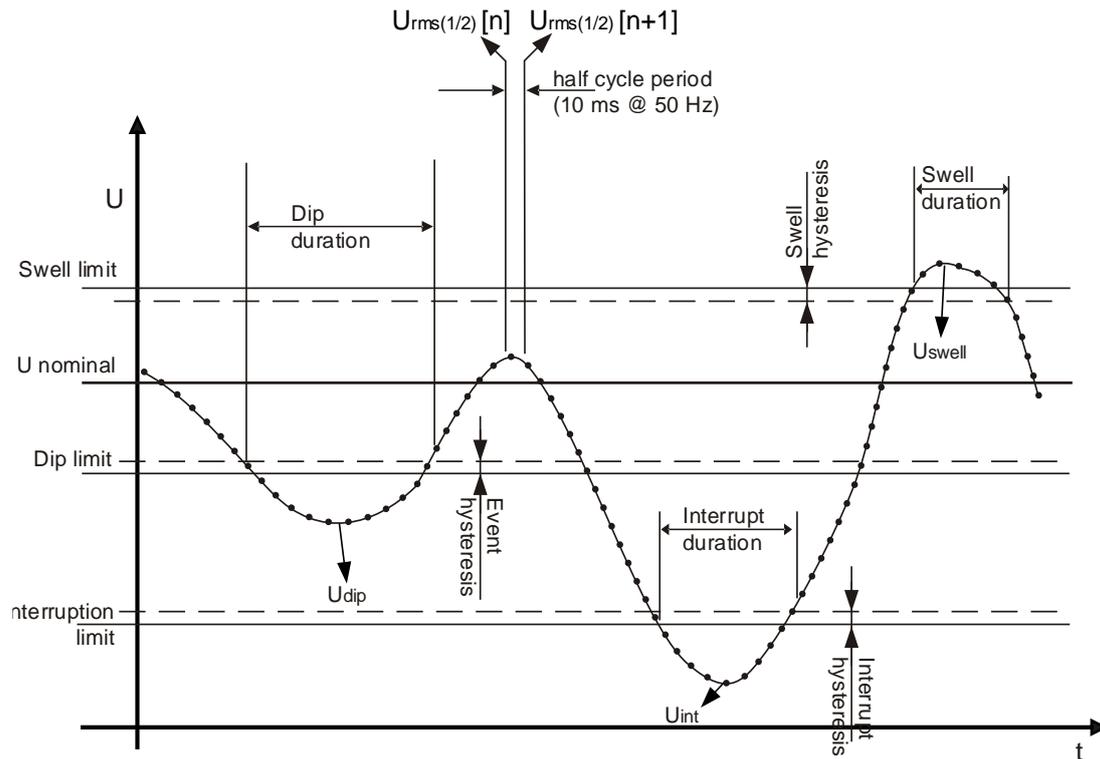


Abbildung 161: Definition der Spannungsereignisse

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 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.
- Auf Mehrphasensystemen (Anschlussart: 2L, 3L, 4L, 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 Hysterese Spannung ist.

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 162: Spannungseinbruch auf dem Gerätebildschirm

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

- $U_{\text{Einbr.}}$ - 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 **Einbr. Dauer** ist die Zeitdifferenz zwischen der Einbr. Startzeit und der Einbr. Endzeit. 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 und 5.4.3)

Der **Überh. Schwellenwert** für den Einbruch ist ein Prozentsatz von der Nennspannung, der im Menü ANSCHLUSS festgelegt wird. Der Schwellenwert kann vom Benutzer entsprechend der Verwendung eingestellt werden. Die **Überh. Hysterese** ist der Unterschied der Größe zwischen den Schwellenwerten Überh. Start- und Überh. Ende. 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.
- 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 Schwellwert 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 Spannungsunterbrechung wird durch folgende Daten gekennzeichnet: **Startzeit** der **Überhöhung**, **Niveau** ($U_{\text{Überh.}}$) und **Dauer** der **Überhöhung**:

- $U_{\text{Überh.}}$ - 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 A (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 **Spannungsunterbrechung Hysterese** ist der Unterschied in der Größe zwischen der Spannungsunterbrechung Start- und Spannungsunterbrechung Ende-Schwellen. 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.
- 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 Schwellwert für die Spannungsunterbrechung fällt und endet wenn die $U_{Rms(1/2)}$ Spannung auf einem beliebigen, gemessenen Kanal, gleich oder größer als der Schwellwert 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.

EVENT SETUP		15:12		EVENTS		W G 02:48	
Nominal voltage L-N = 230V							
Swell Threshold	110.0%	(253.0V)		No	L	START	T
Swell Hysteresis	2%			3	1 2 3	02:22:41.257	I
Dip Threshold	90.0%	(207.0V)		4	1 2 3	02:39:47.254	I
Dip Hysteresis	2%						
Interrupt Threshold	5.0%	(11.5V)					
Interrupt Hysteresis	2%						
HELP				Ph.		ALL INT	
						STAT	

Abbildung 163: 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 $U_{Rms(1/2)}$ - 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 $U_{Rms(1/2)}$ 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 $U_{Rms(1/2)}$ 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.

5.1.14 Alarmer

Allgemein kann ein Alarm als ein Ereignis mit beliebiger Quantität angesehen werden. Alarmer werden in der Alarmentabelle festgelegt (für die Einstellungen in der Alarmentabelle - siehe Abschnitt 3.23.3). Das Basiszeitintervall für: Alarmer der Spannung, des Stroms, der Wirk-, Blind- und Scheinleistung, der Harmonischen und der Unsymmetrie ist ein 10/12-Zyklusintervall.

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

Tabelle 139: Parameter der Alarmfestlegung

Messgröße	
	• Spannung
	• Strom
	• Frequenz
	• Wirk-, Blind- und Scheinleistung
	• Harmonische und Zwischenharmonische
	• Unsymmetrie
	• Flicker
	• Netzsignale

Phase	L1, L2, L3, L12, L23, L31, All, Ges, N
Flankenauslösung	< - Fallen, > - Steigen
Schwellenwert.	[Nummer]
Minimale Dauer	200 ms ÷ 10 min

Jeder erfasste Alarm wird durch folgende Parameter beschrieben:

Tabelle 140: 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

5.1.15 Schnelle Spannungsänderungen (RVC)

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

Schnelle Spannungsänderungen (RVC) sind im Allgemeinen ein abrupter 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 ein RVC Ereignis erkannt. Nach der Erkennung wartet das Gerät für 100/120 Halbzyklen, bevor die nächste Spannung im stationären Zustand sucht. Wenn ein Spannungseinbruch bzw. Spannungsüberhöhung während eines RVC-Ereignisses 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} .

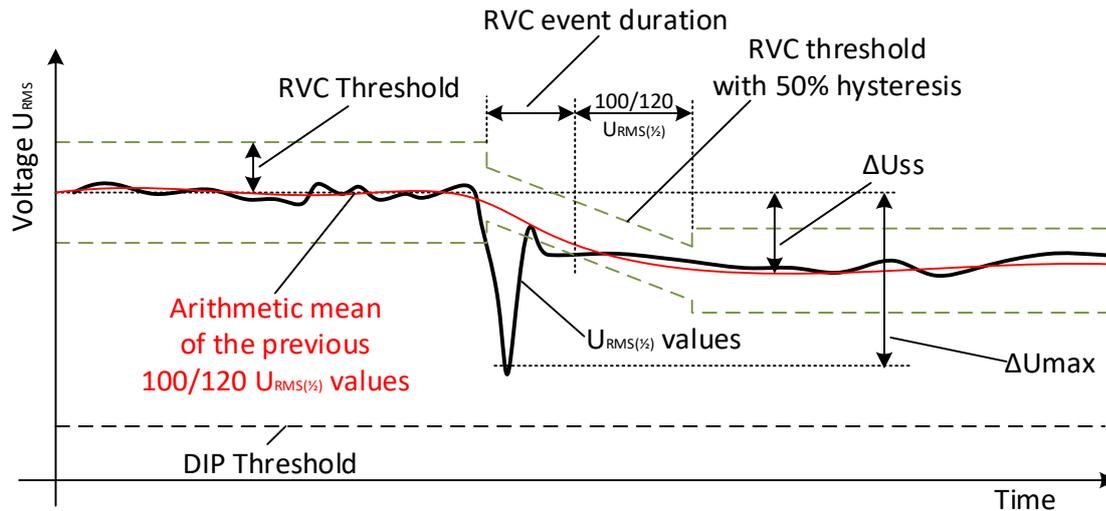


Abbildung 164: RVC-Ereignisbeschreibung

- **Startzeit** eines RVC Ereignis ist der Zeitstempel, wenn der $U_{RMS(1/2)}$ Wert den RVC Schwellenwert überschreitet.
- Die RVC Ereignis-**Dauer** 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 $U_{RMS(1/2)}$ Wert kurz vor dem RVC Ereignis. Bei Mehrphasen-Systemen, ist die ΔU_{max} die größte ΔU_{max} auf einem beliebigen Kanal.
- **ΔU_{uss}** - 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_{uss} die größte ΔU_{uss} auf einem beliebigen Kanal.

5.1.16 Datenaggregation in der ALLGEMEINEN AUFZEICHNUNG

Einhaltung der Norm: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 4.5)

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 Halbzyklus 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.

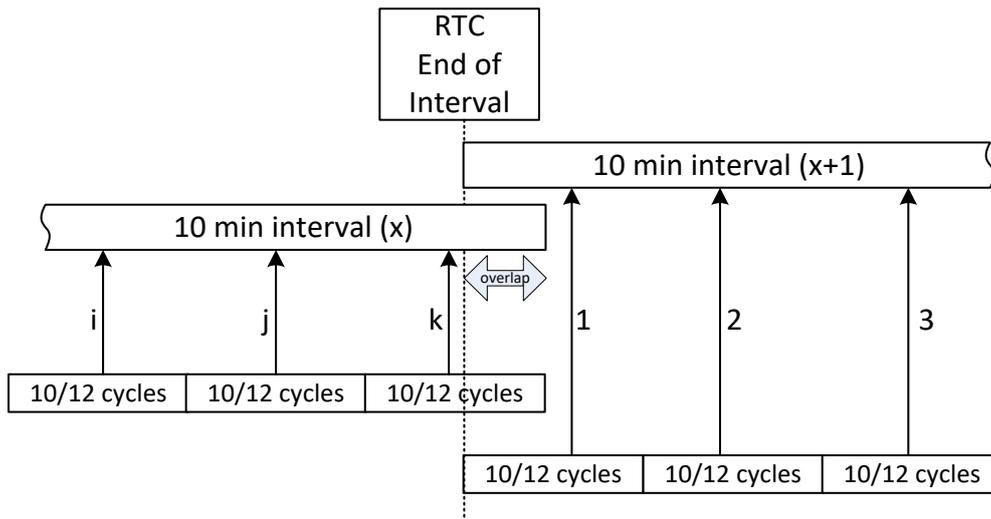


Abbildung 165: Synchronisierung und Aggregation von 10/12-Zyklusintervallen

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)
$$A_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_j^2} \quad (73)$$

Dabei sind:

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

A – 10/12-Zyklus-Messgrößenwert

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

Arithmetischer Mittelwert:
$$A_{avg} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_j \quad (74)$$

Dabei sind:

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

A – 10/12-Zyklus-Messgrößenwert

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

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

Tabelle 141: Datenaggregations Methoden

Gruppe	Wert	Aggregationsmethode	Aufgezeichnete Werte
Spannung	U_{Rms}	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	THD_U	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Arith.Mittelw., Max
	SF_U	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Max.
Strom	I_{Rms}	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	THD_I	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	SF_I	Quadratischer Mittelwert (RMS)	Min., Mittelw., 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., Arith.Mittelw., Max
	U_-	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max
	U^0	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max
	u_-	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max
	u_0	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	I^+	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	I^-	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
	I^0	RMS	Min., Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
Harmonische	DC, $U_{h_{0:50}}$	RMS	Avg, Max
	DC, $I_{h_{0:50}}$	RMS	Mittelw., Arith.Mittelw., Max.
Zwischenharmonische	$U_{h_{0:50}}$	RMS	Avg, Max
	$I_{h_{0:50}}$	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) (75)

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

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: $A_{avgact} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M A_j; M \leq N$ (76)

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).

Unterschied zwischen Standard-Mittelwert (Avg) und aktivem Mittelwert (AvgOn)

Beispiel: Angenommen, wir messen den Strom an einem Wechselstrommotor, der alle 10 Minuten für 5 Minuten eingeschaltet wird. Der Motor verbraucht 100 A. Der Benutzer stellt das Aufzeichnungsintervall auf 10 Minuten ein.

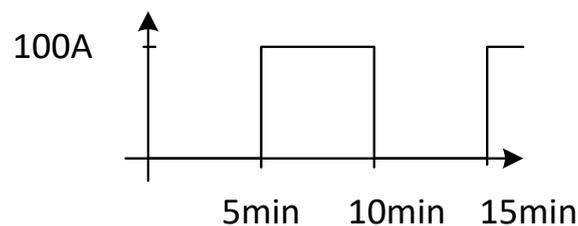


Abbildung 166: Avg Im Vergleich zu Avgon, Schaltlaststrom

Nach 10 Minuten werden die Werte sein:

I_{rms} (RMS-Mittelwerte) = 50 A

I_{rms} (RMS-AvgOn) = 100 A

AvgOn berücksichtigt nur solche Messungen, bei denen der Strom größer als Null ist.

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:

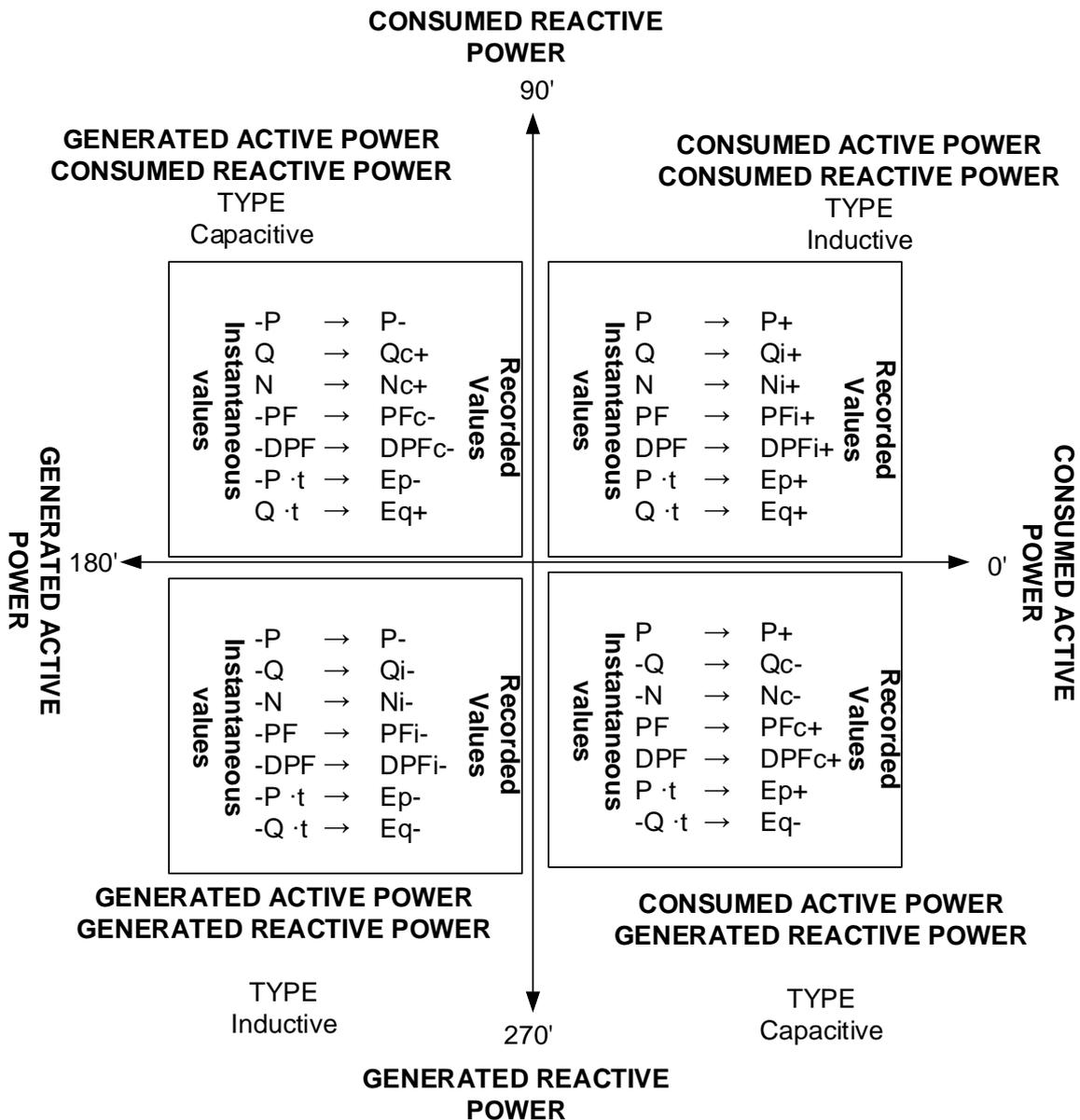


Abbildung 167: Phasen-/Polaritätsdiagramm zu Verbrauch/Erzeugt und Induktiv/Kapazitiv

5.1.17 Markierte Daten

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

Bei Spannungseinbruch, -überhöhung oder -unterbrechung könnte der Messalgorithmus für andere Parameter (zum Beispiel Frequenzmessung) einen unzuverlässigen Wert erzeugen. Das Markierungs-Konzept 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.

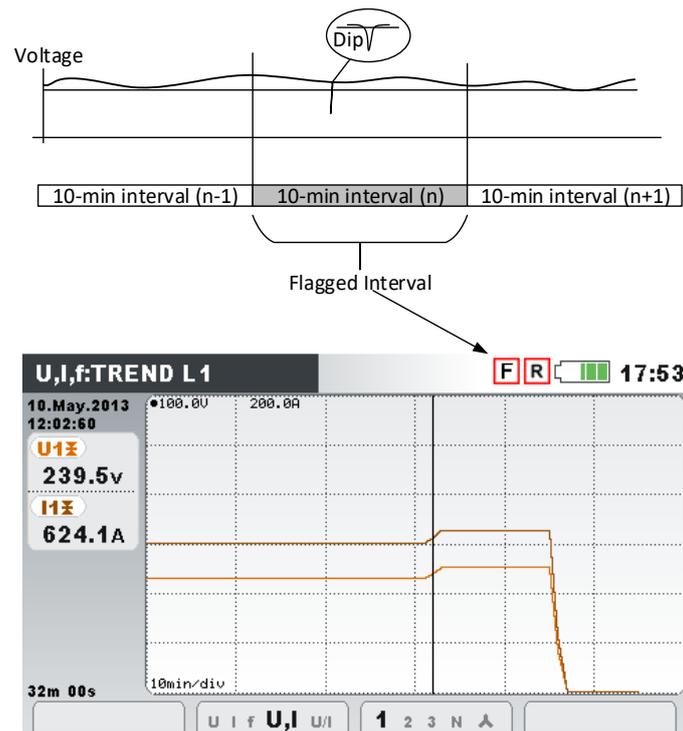


Abbildung 168: Markierte Daten zeigen, dass der aggregierte Wert unzuverlässig sein könnte

5.1.18 Momentaufnahme der Wellenform

Während der Messkampagne kann MI 2893/MI 2892/MI 2885 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 3.19) 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 eine Momentaufnahme DER WELLENFORM aus. Das Gerät speichert alle gemessenen Parameter in einer Datei.

Hinweis:

Die WELLENFORM MOMENTAUFNAHME wird am Anfang und am Ende vom ALLGEMEINEN REKORDER automatisch erstellt.

5.1.19 Wellenform Rekorder

Der Wellenform-Rekorder kann genutzt werden, um die Wellenform bei bestimmten Netzwerkereignissen festzuhalten: wie z. B. bei einem Spannungsereignis, einer Einschaltspitze oder einem Alarm. Bei der Wellenformaufzeichnung werden die Abtastungen von Spannung und Strom für die vorgegebene Dauer gespeichert. Der Wellenform-Rekorder startet, wenn die voreingestellten Auslöser eintreten. Der Pufferspeicher unterteilt sich in den Pufferspeicher vor Auslösung und denjenigen nach Auslösung. Wie in der folgenden Abbildung dargestellt,

beinhalten die Pufferspeicher Momentaufnahmen von der Wellenform, welche vor und nach dem Auslöseereignis gemacht wurden.

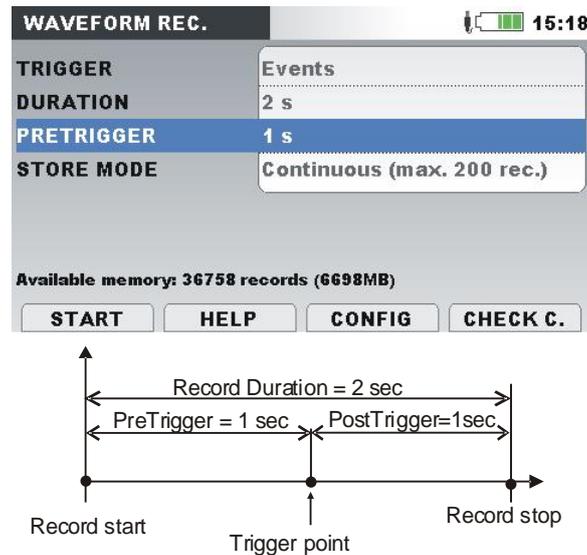


Abbildung 169: Darstellung der Auslösung und Vorauslösung

Es sind verschiedene Auslösequellen möglich:

- Manuelle Auslösung - der Benutzer löst die Wellenformaufzeichnung manuell aus.
- Spannungsereignisse - das Gerät startet den Wellenform-Rekorder, wenn ein Spannungsereignis eintritt. Spannungsereignisse werden im Menü EREIGNISEIRICHTUNG eingerichtet (für weitere Einzelheiten siehe 3.23.2), in dem der Benutzer Grenzwerte für jeden Ereignistyp definiert: Einbruch, Überhöhung und Unterbrechung. Jedes Mal, wenn ein Ereignis eintritt, startet der Wellenform -Rekorder die Aufzeichnung. Das Gerät erfasst die $U_{RMS(1/2)}$ und $I_{RMS(1/2)}$ Werte in der Datei RxxxxINR.REC und Wellenformabtastwerte für alle Spannungs- und Stromkanäle in der Datei RxxxxWAV.REC. Wenn der Parameter VORAUSLÖSUNG größer als Null ist, dann wird die Aufzeichnung eine bestimmte Zeit dem Ereignis starten, und beendet werden, wenn die Aufzeichnungs-DAUER erreicht ist. In der folgenden Abbildung ist ein Spannungseinbruch dargestellt, wo die Spannung vom Nennwert auf fast Null sinkt. Fällt die Spannung unter die Einbruchschwelle, wird der Rekorder ausgelöst, die Erfassung der Spannungen und Ströme Proben von einer Sekunde vor dem Spannungseinbruch bis einer Sekunde nach dem Einbruch auftritt. Beachten Sie, dass während dieser Zeit ein anderes Ereignis auftritt, (wie zum Beispiel eine Unterbrechung in der Abbildung unten), wird es in derselben Datei erfasst. Falls das Spannungsereignis längere Zeit andauert, wird eine neue Aufnahme gestartet nachdem die erste Aufzeichnung fertig ist, und irgendein neues Ereignis eintritt (Spannung Ramp-up-Ereignis, wie beispielsweise auf Abbildung unten).

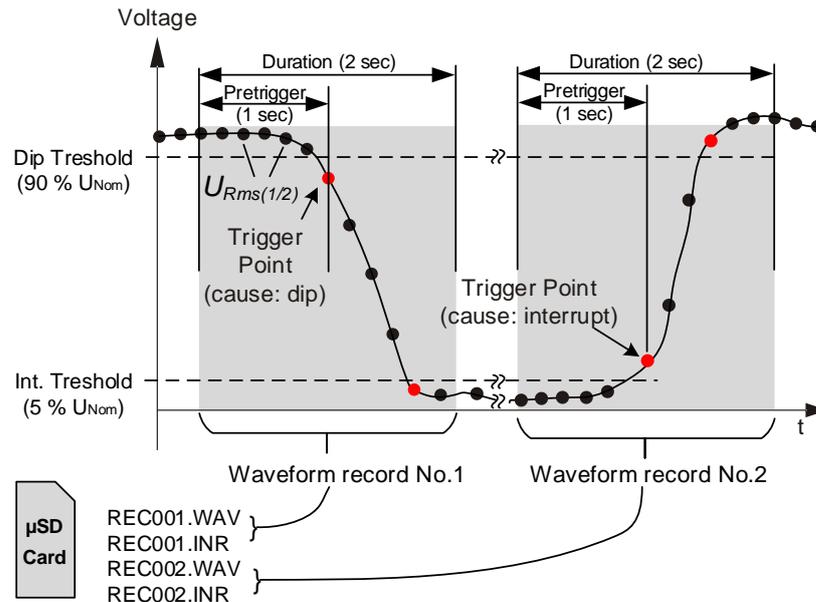


Abbildung 170: Spannungs-Ereignis-Auslösung

- Spannungsniveau - das Gerät startet den Wellenform-Rekorder, sobald die gemessene RMS Spannung einen vorgegebenen Spannungsschwellenwert erreicht.

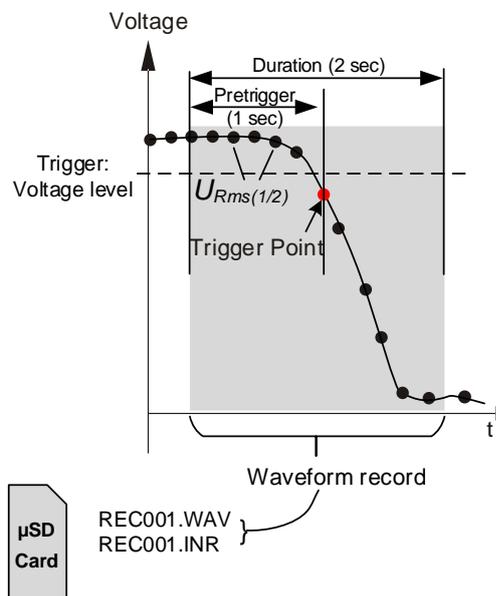


Abbildung 171: Spannungs-Niveau-Auslösung

- Stromniveau - das Gerät startet den Wellenform-Rekorder, sobald der gemessene Strom einen vorgegebenen Stromschwellenwert erreicht. Typischerweise wird diese Art der Auslösung für die Erfassung von Einschaltströmen verwendet.

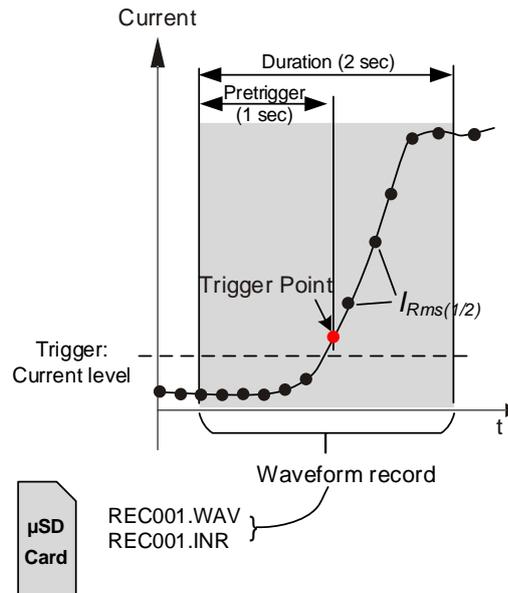


Abbildung 172: Strom-Niveau-Auslösung (Einschaltspitzen)

- Alarme - das Gerät startet den Wellenform-Rekorder, wenn irgendein Alarm von der Alarmliste festgestellt wird. Die Einrichtung der Alarm Tabelle finden Sie in Abschnitt 3.23.3.
- Spannungsereignisse und Alarme - das Gerät startet den Wellenform-Rekorder, wenn entweder ein Spannungsereignis oder ein Alarm eintritt.
- Intervall - das Gerät startet den Wellenform -Rekorder in regelmäßigen Abständen, jeweils nach bestimmten Zeitintervall Intervall: 10 min.
- Der Benutzer kann einzelne oder fortlaufende Wellenformaufzeichnungen bis zu einer Anzahl von 200 Aufzeichnungen durchführen. Bei der fortlaufenden Wellenformaufzeichnung initialisiert das Power Master automatisch die nächste Wellenformaufzeichnung bei Abschluss der vorherigen.

Spannungs-Ereignis-Auslöser

Der Wellenform Rekorder kann so eingerichtet werden, dass er auf Spannungsereignisse auslöst, wie unten auf Abbildung dargestellt.

EVENT SETUP		15:12
Nominal voltage L-N = 230V		
Swell Threshold	110.0%	(253.0V)
Swell Hysteresis	2%	
Dip Threshold	90.0%	(207.0V)
Dip Hysteresis	2%	
Interrupt Threshold	5.0%	(11.5V)
Interrupt Hysteresis	2%	
HELP		

Abbildung 173: Wellenform Rekorder Einrichtung für die Auslösung auf Spannungsereignisse

Einschaltspitzen-Rekorder

Zusätzlich zur Wellenformaufzeichnung mit ihren Spannungsabtastungen speichert das Gerät auch die Effektivspannung $U_{Rms(1/2)}$ und den Effektivstrom $I_{Rms(1/2)}$. Diese Aufzeichnungsart ist besonders zweckmäßig für die Erfassung von Einschaltspitzen am Motor. Sie liefert Analysen der Spannungs- und Stromschwankungen während des Starts eines Motors oder anderer leistungsintensiver Verbraucher. Für den Strom $I_{Rms(1/2)}$ wird ein Wert gemessen (Halbzyklus-Effektivstrom, jeden Halbzyklus aktualisiert), während für die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ die Werte für jedes Intervall gemessen werden (1-Zyklus-Effektivspannung, jeden Halbzyklus aktualisiert). In den folgenden Abbildungen ist die Niveaualösung dargestellt.

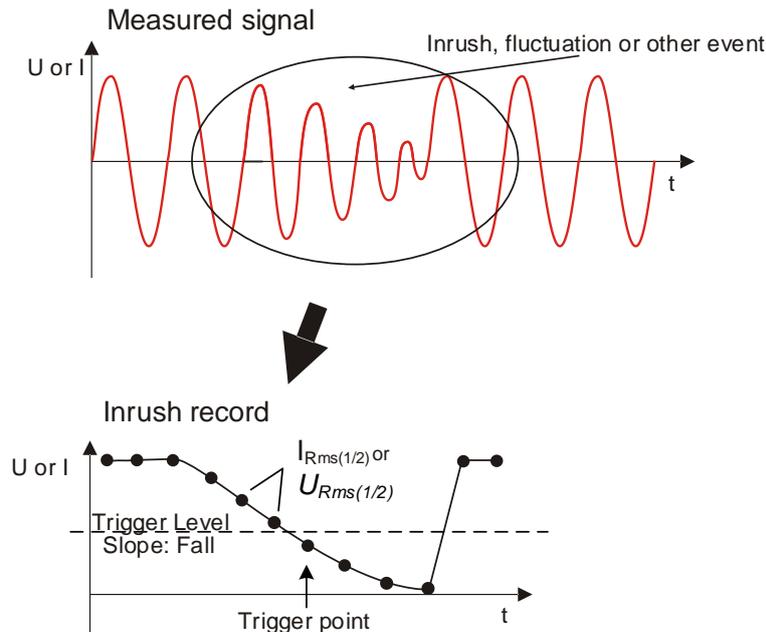


Abbildung 174: Niveaualösung

Triggering slope

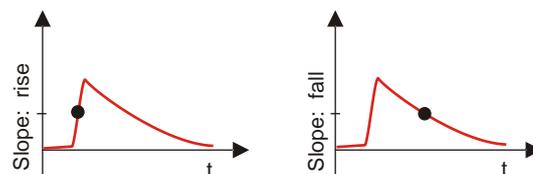


Abbildung 175: Flankenlösung

5.1.20 Transienten-Rekorder

Der Transienten-Rekorder ist dem Wellenform-Rekorder ähnlich. Bei Aktivierung des Auslösers speichert er einen wählbaren Satz an Abtastungen vor und nach Auslösung, aber mit einer höheren Abtastrate.

- 1MHz für MI 2893
- 49 kHz für MI 2892/MI 2885

Der Rekorder kann durch die Hüllkurve oder ein Niveau ausgelöst werden.

Der Hüllkurven-Auslöser wird aktiviert, wenn die Differenz zwischen gleichen Abtastungen der Auslösesignale aus zwei aufeinander folgenden Perioden größer ist als der vorgegebene Grenzwert.

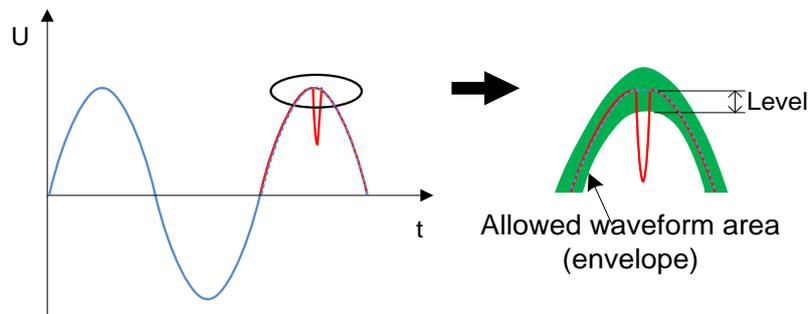


Abbildung 176: Feststellung des Transienten-Auslösers (Hüllkurve)

Der Niveaualöser wird aktiviert, wenn der Abtastwert für die Spannung/Strom größer ist als der vorgegebene Grenzwert.

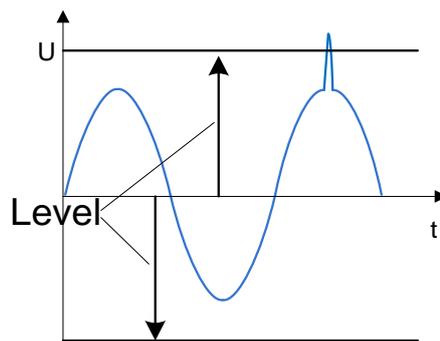


Abbildung 177: Feststellung des Transienten-Auslösers (Niveaualöser)

Hinweis: Das Sichern des Gerätedatenspeichers verursacht eine Verlustzeit zwischen aufeinander folgenden Transienten-Aufzeichnungen. 4 bis zu 8 Sekunden, bis eine neue Transiente festgehalten werden kann.

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

Erscheinung der Versorgungsspannung	Zulässige Grenzwerte	Mess-Intervall	Überwachsungs-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% -15%	10 min	1 Woche	95% 100%
Flickerstärke Plt	Plt ≤ 1	2 h	1 Woche	95%
Spannungsunsymmetrie u-	0 ÷ 2 %, gelegentlich 3 %	10 min	1 Woche	95%
Gesamte harm. Verzerrung, THD _u	8 %	10 min	1 Woche	95%
Spannungsharmonische, U_{hn}	Siehe Tabelle 143	10 min	1 Woche	95%
Netzsignale in Versorgungsnetzen	Siehe Abbildung 178: Spannungsgrenzwerte bei der Signalübertragung im Versorgungsnetz gemäß EN50160	3 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) während 99,5 % eines Jahres

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 50.) unter 8 % oder maximal auf dieser Höhe liegen.

Tabelle 143: Werte der individuellen harmonischen Spannungen an der Versorgung

Ungerade Harmonische				Gerade Harmonische	
Kein Vielfaches von 3		Ein Vielfaches von 3		Ordnungszahl der H.	Relative Spannung (U_N)
Ordnungszahl der H.	Relative Spannung (U_N)	Ordnungszahl 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	1,0 %	6..24	0,5 %
13	3,0 %	21	0,75 %		
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.

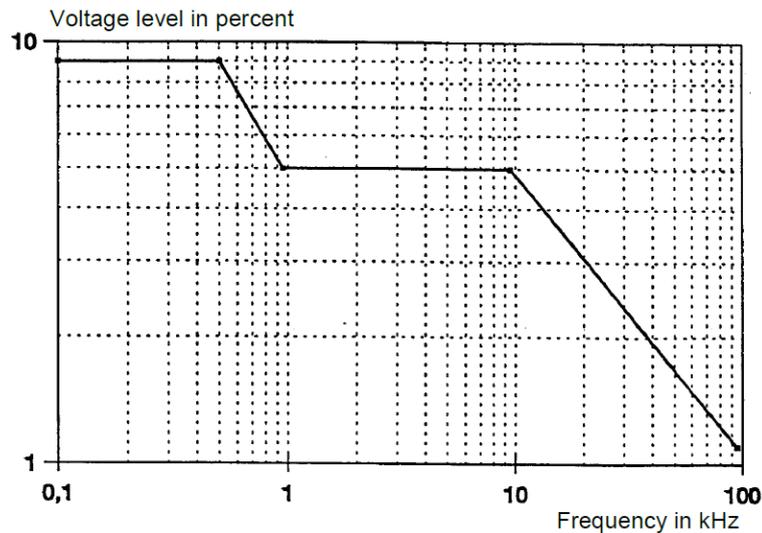


Abbildung 178: Spannungsgrenzwerte bei der Signalübertragung im Versorgungsnetz gemäß EN50160

5.2.7 Flickerstärke

Unter normalen Betriebsbedingungen muss die in einem Zeitraum von 1 Woche durch Spannungsschwankungen verursachte Langzeit-Flickerstärke für 95 % der Zeit $P_{ft} \leq 1$ 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 144: 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 145: 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 am MI 2893/MI 2892/MI 2885 für die EN 50160-Analyse

MI 2893/MI 2892/MI 2885 sind in der Lage, für alle im vorherigen Abschnitt beschriebenen Werte die EN 50160-Analyse durchzuführen. Zur Vereinfachung des Verfahrens verfügen MI 2893/MI 2892/MI 2885 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 **Ereignisse einschließen** aktiviert sein. Für die Einstellungen zu den Spannungsereignissen sehen Sie im Abschnitt 3.23.2 nach.



Abbildung 179: 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.

6 Technische Daten

6.1 Allgemeine Angaben

Betriebstemperaturbereich:	-20 °C ÷ +55 °C
Lagertemperaturbereich:	-40 °C ÷ +70 °C
Maximale Luftfeuchte:	5 ÷ 98 % rF (0 °C ÷ 40 °C), nicht kondensierend
Verschmutzungsgrad:	2
Schutzklasse:	Verstärkte Isolierung
Messkategorie: MI 2893	CAT IV / 600 V; Für Dreiphasen-Anschluss: CAT III / 1000 V; bis zu 3000 Meter über dem Meeresspiegel
Messkategorie - MI 2892/MI 2885	CAT IV / 600 V; CAT III / 1000 V; bis zu 3000 Meter über dem Meeresspiegel
Schutzart	IP 40 Innenanwendung IP 65 mit A 1565 wasserdichtem Montagesockel Außenanwendung
Abmessungen	23 cm x 14cm x 8 cm
Gewicht (mit Akkuzellen) MI 2893:	1,1 kg
Gewicht (mit Akkuzellen) MI 2892/MI 2885:	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
Akkuzellen:	6 x 1,2 V wieder aufladbare NiMH-Akkus Typ HR 6 (AA)
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 – MI 2893:	12 V / 410 mA – ohne Akkuzellen 12 V / 1,2 A – während des Ladens der Akkus
Maximaler Verbrauch – MI 2892/MI 2885:	12 V / 300 mA – ohne Akkuzellen 12 V / 1 A – während des Ladens der Akkus
Akkuladezeit:	3 Stunden*
Kommunikation:	USB 2.0 Standard USB-Typ B
	Ethernet 10Mb

* Ladezeit und Betriebsstunden sind für Akkuzellen mit einer Nennladung von 2400 mAh angegeben, ohne Displaybeleuchtung und Abschalten des Transienten-Rekorders während der Stromversorgung über die Akkus (gilt für MI 2893).

6.2 Messungen

6.2.1 Allgemeine Beschreibung

Max. Eingangsspannung (Phase – Neutralleiter) – MI 2893:	Dreiphasen-Anschluss: 50...1000 V _{RMS} Phasenanschluss: 50...500 V _{RMS}
---	--

Max. Eingangsspannung (Phase – Neutralleiter) – MI 2892/MI 2885:	Dreiphasen-Anschluss: 50...1000 V _{RMS}
Max. Eingangsspannung (Phase – Phase):	87...1730 V _{RMS}
Max. transiente Spitzenspannung	±6 kV
Max. transienter Spitzenstrom	Abhängig von den verwendeten Stromzangen (Spezifikation für Stromzangen prüfen) Für die transiente Erkennung verwenden Sie eine festen Strombereich.
Eingangsimpedanz Phase – Neutralleiter – MI 2893:	2,45 MΩ
Eingangsimpedanz Phase – Neutralleiter – MI 2892/MI 2885:	6 MΩ
Eingangsimpedanz Phase – Phase – MI 2893:	2,45 MΩ
Eingangsimpedanz Phase – Phase – MI 2892/MI 2885:	6 MΩ
AD-Wandler	16 Bit 8 Kanäle, simultane Abtastung
Abtastfrequenz: Normalbetrieb	7 k Abtastungen / s
Antialiasing Filter	Durchlassband (-3dB): 0 ÷ 3,4 kHz Sperrband (-80dB): > 3,8 kHz
Abtastfrequenz: Transienten;	1 M Abtastungen / s
Antialiasing Filter:	Durchlassband (-3dB): 0 ÷ 600 kHz
MI 2893	
Transientenmodus Antialiasingfilter (MI 2892/MI 2885)	49 k Abtastungen/s Durchlassband (-3dB): 0 ÷ 24 kHz Sperrband (-80dB): > 26 kHz
Referenz Temperatur	23 °C ± 2 °C
Temperatureinfluss – MI 2893	35 ppm/°C
Temperatureinfluss – MI 2892/MI 2885	30 ppm/°C
Aufwärmzeit	Empfohlene Aufwärmzeit 30 Minuten

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-Zyklus-Phaseneffektivspannung: U_{1Rms} , U_{2Rms} , U_{2Rms} , U_{NRms} , AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Nennspannung U_{NENN}
10% U_{NENN} ÷ 150% U_{NENN}	10 mV, 100mV	$\pm 0.1 \% \cdot U_{NENN}$	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	$\pm 0.2 \% \cdot U_{NENN}$	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	$\pm 0.5 \% \cdot U_{Pk}$
Bereich 2 50.0 V ÷ 510.0 Vpk	10 mV, 100 mV	$\pm 0,5 \% \cdot U_{Pk}$
Bereich 3 200.0 V ÷ 2250.0 Vpk	100 mV, 1V	$\pm 0.5 \% \cdot U_{Pk}$

* - 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
10% U_{NENN} ÷ 150% U_{NENN}	10 mV, 100mV	$\pm 0.1 \% \cdot U_{NENN}$	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

10% U _{NENN} ÷ 150% U _{NENN}	10 mV, 100mV	± 0.2 % · U _{NENN}	50 ÷ 1730 V (L-N)
--	--------------	-----------------------------	-------------------

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

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1,00 ÷ 2,50	0,01	± 5 % · SF _U

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

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Bereich 1 20,00 ÷ 422 Vpk	10 mV, 100 mV	± 0.5 % · U _{Pk}
Bereich 2 47.0 V ÷ 884.0 Vpk	10 mV, 100 mV	± 0,5 % · U _{Pk}
Bereich 3 346.0 V ÷ 3700 Vpk	100 mV, 1 V	± 0.5 % · U _{Pk}

6.2.4 Strom

Eingangsimpedanz: 65 kΩ

Eingangsimpedanz: 100 kΩ; MI 2892/MI 2885

10/12-Zyklen-Effektivstrom I_{1Rms}, I_{2Rms}, I_{3Rms}, I_{NRms}, AC+DC.

Stromzangen	Bereich	Messbereich	Gesamtgenauigkeit des Stroms
A 1281	1000 A	100 A ÷ 1200 A	±0.5 % · I _{RMS}
	100 A	10 A ÷ 175 A	
	5 A	0,5 A ÷ 10 A	
	0,5 A	50 mA ÷ 1 A	
A 1588	50 A	5 A ÷ 100 A	±0,5 % · I _{RMS}
	5 A	0,5 A ÷ 10 A	
	0.5 A	50 mA ÷ 1 A	
A 1398 PQA	10 A	0,5 A ÷ 20 A	±0,5 % · I _{RMS}
A 1069	100 A	5 A ÷ 200 A	±1,3 % · I _{RMS}
	10 A	500 mA ÷ 20 A	
A 1783	200 A	5 A ÷ 200 A	±0,8 % · I _{RMS}
	20 A	500 mA ÷ 20 A	
A 1391 PQA	100 A	5 A ÷ 200 A	±1.3 % · I _{RMS}
	10 A	500 mA ÷ 20 A	
A 1636	DC: 2000 A	40 A ÷ 2000 A	±1,3 % · I _{RMS}
	AC: 1000 A	20 A ÷ 1000 A	
A 1227	3000 A	300 A ÷ 6000 A	±1,5 % · I _{RMS}
	300 A	30 A ÷ 600 A	
	30 A	3 A ÷ 60 A	
A 1227 5M	3000 A	300 A ÷ 6000 A	±1,5 % · I _{RMS}
	300 A	30 A ÷ 600 A	
	30 A	3 A ÷ 60 A	
A 1445	3000 A	300 A ÷ 6000 A	±1,5 % · I _{RMS}
	300 A	30 A ÷ 600 A	
	30 A	3 A ÷ 60 A	
A 1582	3000 A	300 A ÷ 6000 A	±1,5 % · I _{RMS}

	300 A 30 A	30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	
A 1501	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	±1,5 % · I _{RMS}
A 1502	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	±1,5 % · I _{RMS}
A 1503	6000 A 600 A 60 A	600 A ÷ 12 000 A 60 A ÷ 1200 A 6 A ÷ 120 A	±1,5 % · I _{RMS}
A 1446	6000 A 600 A 60 A	600 A ÷ 12 000 A 60 A ÷ 1200 A 6 A ÷ 120 A	±1,5 % · I _{RMS}
A 1037	6 A 0,5 A	0,5 A ÷ 10 A 10 mA ÷ 10 A	±0,3 % · I _{RMS}

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

$$\text{Overall Accuracy} = 1,15 \cdot \sqrt{\text{Instrument Accuracy}^2 + \text{Clamp Accuracy}^2}$$

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	±0,8 % · I _{RMS}
A 1588	50 A 5 A 0,5 A	5 A ÷ 100 A 0,5 A ÷ 10 A 50 mA ÷ 1 A	±0,8 % · I _{RMS}
A 1398 PQA	10 A	0,5 A ÷ 20 A	±0,8 % · I _{RMS}
A 1069	100 A 10 A	5 A ÷ 200 A 500 mA ÷ 20 A	±1,3 % · I _{RMS}
A 1783	200 A 20 A	5 A ÷ 200 A 500 mA ÷ 20 A	±0,8 % · I _{RMS}
A 1391 PQA	100 A 10 A	5 A ÷ 200 A 500 mA ÷ 20 A	±1,5 % · I _{RMS}
A 1636	DC: 2000 A AC: 1000 A	40 A ÷ 2000 A 20 A ÷ 1000 A	±1,5 % · I _{RMS}
A 1227	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	±1,6 % · I _{RMS}
A 1227 5M	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	±1,6 % · I _{RMS}
A 1445	3000 A	300 A ÷ 6000 A	±1,6 % · I _{RMS}

	300 A 30 A	30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	
A 1582	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1501	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1502	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1503	6000 A 600 A 60 A	600 A ÷ 12 000 A 60 A ÷ 1200 A 6 A ÷ 120 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1446	6000 A 600 A 60 A	600 A ÷ 12 000 A 60 A ÷ 1200 A 6 A ÷ 120 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1037	6 A 0,5 A	0,5 A ÷ 10 A 10 mA ÷ 10 A	$\pm 0,4 \% \cdot I_{RMS}$

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

$$Overall\ Accuracy = 1,15 \cdot \sqrt{Instrument\ Accuracy^2 + Clamp\ Accuracy^2}$$

Spitzenwert 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	$\pm 0,8 \% \cdot I_{PK}$
A 1588	50 A 5 A 0,5 A	5 A ÷ 150 A 0,5 A ÷ 15 A 50 mA ÷ 1,5 A	$\pm 0,8 \% \cdot I_{RMS}$
A 1398 PQA	10 A	0,5 A ÷ 20 A	$\pm 0,8 \% \cdot I_{RMS}$
A 1069	100 A 10 A	5 A ÷ 280 A 500 mA ÷ 28 A	$\pm 1,3 \% \cdot I_{RMS}$
A 1783	200 A 20 A	5 A ÷ 280 A 500 mA ÷ 28 A	$\pm 0,8 \% \cdot I_{RMS}$
A 1391 PQA	100 A 10 A	5 A ÷ 280 A 500 mA ÷ 28 A	$\pm 1,5 \% \cdot I_{RMS}$
A 1636	DC: 2000 A AC: 1000 A	40 A ÷ 2800 A 20 A ÷ 1400 A	$\pm 1,5 \% \cdot I_{RMS}$
A 1227	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 8500 A 30 A ÷ 850 A 3 A ÷ 85 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{PK}$

A 1227 5M	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 8500 A 30 A ÷ 850 A 3 A ÷ 85 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1445	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 8500 A 30 A ÷ 850 A 3 A ÷ 85 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1582	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 8500 A 30 A ÷ 850 A 3 A ÷ 85 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1501	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 8500 A 30 A ÷ 850 A 3 A ÷ 85 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1502	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 8500 A 30 A ÷ 850 A 3 A ÷ 85 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1503	6000 A 600 A 60 A	600 A ÷ 17 000 A 60 A ÷ 1700 A 6 A ÷ 170 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1446	6000 A 600 A 60 A	600 A ÷ 17 000 A 60 A ÷ 1700 A 6 A ÷ 170 A	$\pm 1,6 \% \cdot I_{RMS}$
A 1037	5 A 0.5 A	0.5 A ÷ 14 A 10 mA ÷ 1.4 A	$\pm 0,4 \% \cdot I_{RMS}$

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

$$Overall\ Accuracy = 1,15 \cdot \sqrt{Instrument\ Accuracy^2 + Clamp\ Accuracy^2}$$

Scheitelfaktor SF_{ip} p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1,00 ÷ 10,00	0,01	$\pm 5 \% \cdot SF_1$

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

Messbereich (geräteeigene Genauigkeit)	Genauigkeit	
Bereich 1 10,0 mV _{RMS} ÷ 300,0 mV _{RMS}	$\pm 0,25 \% \cdot U_{RMS}$	
Bereich 2 50,0 mV _{RMS} ÷ 3,000 V _{RMS}		

Messbereich	Genauigkeit	Scheitelfaktor
Bereich 1: 10,0 mV _{RMS} ÷ 150,0 mV _{RMS}	$\pm 0,25 \% \cdot U_{RMS}$	3,0
Bereich 2: 50,0 mV _{RMS} ÷ 1,500 V _{RMS}		

U_{RMS} – am Stromeingang gemessene Effektivspannung

Genauigkeit der am Stromeingang gemessenen Halbzyklus-Effektivspannung

Messbereich (gerätegeeignete Genauigkeit)	Genauigkeit
Bereich 1: 10,0 mV _{RMS} ÷ 300,0 mV _{RMS}	$\pm 0,5 \% \cdot U_{RMS}$

Bereich 2: 50,0 mV _{RMS} ÷ 3,000 V _{RMS}	± 0,5 % · U _{RMS}	
Messbereich (geräteeigene Genauigkeit)	Genauigkeit	Scheitelfaktor
Bereich 1 10,0 mV _{RMS} ÷ 150,0 mV _{RMS}	± 0.5 % · U _{RMS}	3,0
Bereich 2 50.0 mV _{RMS} ÷ 1.500 V _{RMS}	± 0.5 % · 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}	0,200 ÷ 10,000	0,001	± 5 % · P _{inst}
P _{st}	0,200 ÷ 10,000		± 5 % · P _{st}
P _{lt}	0,200 ÷ 10,000		± 5 % · P _{st}

6.2.7 Transienten

Typ	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Spannungs- Transienten	± 6 kV	5V	± 5 %
Strom- Transienten	Abhängig von der gewählten Stromzange		± 10 %

Hinweis: Die Gesamt-Stromtransientengenauigkeit (in Prozent des Messwertes) wird als Richtwert angegeben. Für den genauen Messbereich und die Genauigkeit lesen Sie bitte die Bedienungsanleitung der entsprechenden Stromzangen.

6.2.8 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)	±0.2 % · P
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A A 1446 / 6000 A	±1.7 % · P
		Mit Eisen- Stromzange A 1281 / 1000 A	±0.7 % · P
Blindleistung** (var)	0,000 k ÷ 999,9 M	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	±0.2 % · Q

N ₁ , N ₂ , N ₃ , N _{ges}	4 Digits	Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A A 1446 / 6000 A	±1,7 % · Q
		Mit Eisen-Stromzange A 1281 / 1000 A	±0,7 % · Q
Scheinleistung*** [VA] S ₁ , S ₂ , S ₃ , S _{ges}	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	±0.5 % · S
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A A 1446 / 6000 A	±1,8 % · S
		Mit Eisen-Stromzange A 1281 / 1000 A	±0.8 % · S

*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 Grundfrequente Leistung

Grundfrequente Leistung	Messbereich		Genauigkeit
Grundfrequente Wirkleistung* (W) Pfund ₁ , Pfund ₂ , Pfund ₃ , P ⁺ _{ges}	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	±0,2 % · Pfund
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A A 1446 / 6000 A	±1,7 % · Pfund
		Mit Eisen-Stromzange A 1281 / 1000 A	±0,7 % · Pfund
Grundfrequente Blindleistung** (var) Qfund ₁ , Qfund ₂ , Qfund ₃ , Q ⁺ _{ges}	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	±0,2 % · Qfund
		Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A A 1446 / 6000 A	±1,7 % · Qfund
		Mit Eisen-Stromzange A 1281 / 1000 A	±0,7 % · Qfund
Grundfrequente Scheinleistung*** (VA)	0,000 k ÷ 999,9 M	Ohne Stromzangen (nur Gerät)	±0,2 % · Sfund

Sfund ₁ , Sfund ₂ , Sfund ₃ , S ⁺ _{ges}	4 Digits	Mit flexibler Stromzange A 1227 / 3000 A A 1446 / 6000 A	±1,7 % · Sfund
		Mit Eisen- Stromzange A 1281 / 1000 A	±0,7 % · Sfund

*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 $U \geq 80 \% U_{Nenn}$

6.2.10 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
Stromverzerrungsleistun g* (var) D _{I1} , D _{I2} , D _{I3} , D _{ei} ,	0,000 k ÷ 999,9 M 4 Digits	Ohne Stromzangen (nur Gerät) D _I > 1% · S	±2,0 % · D _I
Spannungsverzerrungslei stung* (var) D _{V1} , D _{V2} , D _{V3} , D _{eV}	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} , D _{eH}	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 $U \geq 80\% U_{Nenn}$

6.2.11 Leistungsfaktor (LF, LFe, LFv, LFa)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-1,00 ÷ 1,00	0,01	$\pm 0,02$

6.2.12 Verschiebungsfaktor (VF) oder Cos ϕ

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-1,00 ÷ 1,00	0,01	$\pm 0,02$

6.2.13 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/A 1445/A 1446/A 1501/A 1502/A 1503 Flexible Stromzangen	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		$\pm 1,8\% \cdot E_p$
	Mit A 1281/A 1588/A 1783 Mehrbereichs- Stromzange 1000 A	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		$\pm 0,8\% \cdot E_p$
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/A 1445/A 1446/A 1501/A 1502/A 1503 Flexible Stromzangen	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		$\pm 1,8\% \cdot E_q$
	Mit A 1281/A 1588/A 1783 Mehrbereichs- Stromzange 1000 A	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		$\pm 0,8\% \cdot E_q$

*Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\cos \phi \geq 0,80$, $I \geq 10\% I_{Nenn}$ und $U \geq 80\% U_{Nenn}$

**Genauigkeitswerte sind gültig, wenn $\sin \phi \geq 0,50$, $I \geq 10\% I_{Nenn}$ und $U \geq 80\% U_{Nenn}$

6.2.14 Harmonische und THD der Spannung

Messbereich	Harmonische Komponente N	Systemfrequenz	Auflösung	Genauigkeit
$U_{hN} < 1 \% U_{Nenn}$	0 ÷ 50.	50/60 Hz	10 mV	$\pm 0,05 \% \cdot U_{Nenn}$
$1 \% U_{Nenn} < U_{hN} < 20 \% U_{Nenn}$			10 mV	$\pm 5 \% \cdot U_{hN}$
$U_{hN} < 1 \% U_{Nenn}$	0 ÷ 13.	400 Hz	10 mV	$\pm 0,05 \% \cdot U_{Nenn}$
$1 \% U_{Nenn} < U_{hN} < 20 \% U_{Nenn}$			10 mV	$\pm 5 \% \cdot U_{hN}$
$U_{hN} < 1 \% U_{Nenn}$	0 ÷ 20. ⁽¹⁾	VFD*	10 mV	$\pm 0,2 \% \cdot U_{Nenn}$
$1 \% U_{Nenn} < U_{hN} < 20 \% U_{Nenn}$	0 ÷ 13. ⁽²⁾		10 mV	$\pm 5 \% \cdot U_{hN}$
$U_{hN} < 1 \% U_{Nenn}$	0 ÷ 5. ⁽³⁾		10 mV	$\pm 5 \% \cdot U_{hN}$

U_{Nenn} : Nennspannung (RMS)

U_{hN} : gemessene Spannung der Harmonischen

N: harmonische Komponente 0 ÷ 50.

(1): Wenn grundfrequente Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 5÷16Hz

(2): Wenn grundfrequente Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 16÷33Hz

(3): Wenn grundfrequente Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 33÷120Hz

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

U_{Nenn} : Nennspannung (RMS)

6.2.15 Strom-Harmonische, THD und K-Faktor

Messbereich	Harmonische Komponente N	Systemfrequenz	Auflösung	Genauigkeit
$I_{hN} < 10 \% I_{Nenn}$	0 ÷ 50.	50/60 Hz	10 mV	$\pm 0,15 \% \cdot I_{Nenn}$
$10 \% I_{Nenn} < I_{hN} < 100 \% I_{Nenn}$			10 mV	$\pm 5 \% \cdot I_{hN}$
$I_{hN} < 10 \% I_{Nenn}$	0 ÷ 13.	400 Hz	10 mV	$\pm 0,15 \% \cdot I_{Nenn}$
$10 \% I_{Nenn} < I_{hN} < 100 \% I_{Nenn}$			10 mV	$\pm 5 \% \cdot I_{hN}$
$I_{hN} < 10 \% I_{Nenn}$	0 ÷ 20. ⁽¹⁾	VFD*	10 mV	$\pm 0,2 \% \cdot I_{Nenn}$
$10 \% I_{Nenn} < I_{hN} < 100 \% I_{Nenn}$	0 ÷ 13. ⁽²⁾		10 mV	$\pm 5 \% \cdot I_{hN}$
$I_{hN} < 10 \% I_{Nenn}$	0 ÷ 5. ⁽³⁾		10 mV	$\pm 5 \% \cdot I_{hN}$

I_{Nenn} : Nennstrom (RMS) der Stromzange

I_{hN} : gemessener Strom der Harmonischen

N: harmonische Komponente 0 ÷ 50

(1): Wenn grundfrequente Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 5÷16Hz

(2): Wenn grundfrequente Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 16÷33Hz

(3): Wenn grundfrequente Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 33÷120Hz

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	$\pm 0,6$

6.2.16 Zwischenharmonische der Spannung

Messbereich	Harmonische Komponente N	Systemfrequenz	Auflösung	Genauigkeit
$U_{ihN} < 1 \% U_{Nenn}$	0 ÷ 50.	50/60Hz	10 mV	$\pm 0,05 \% \cdot U_{Nenn}$
$1 \% U_{Nenn} < U_{ihN} < 20 \% U_{Nenn}$			10 mV	$\pm 5 \% \cdot U_{ihN}$
$U_{ihN} < 1 \% U_{Nenn}$	0 ÷ 20. ⁽¹⁾	VFD*	10 mV	$\pm 0, \% \cdot U_{Nenn}$
$1 \% U_{Nenn} < U_{ihN} < 20 \% U_{Nenn}$	0 ÷ 13. ⁽²⁾ 0 ÷ 5. ⁽³⁾		10 mV	$\pm 5 \% \cdot U_{ihN}$

U_{Nenn} : Nennspannung (RMS)

U_{ihN} : gemessene Spannung der Zwischenharmonischen

N: zwischenharmonische Komponente 0. ÷ 50

(1): Wenn grundfrequente.Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 5÷16Hz

(2): Wenn grundfrequente.Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 16÷33Hz

(3): Wenn grundfrequente.Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 33÷120Hz

6.2.17 Zwischenharmonische des Stroms

Messbereich	Harmonische Komponente N	Systemfrequenz	Auflösung	Genauigkeit
$lih_N < 10 \% I_{Nenn}$	0 ÷ 50.	50/60 Hz	10 mV	$\pm 0,15 \% \cdot I_{Nenn}$
$10 \% I_{Nenn} < lih_N < 100 \% I_{Nenn}$			10 mV	$\pm 5 \% \cdot lih_N$
$lih_N < 10 \% I_{Nenn}$	0 ÷ 20. ⁽¹⁾	VFD*	10 mV	$\pm 0,2 \% \cdot I_{Nenn}$
$10 \% I_{Nenn} < lih_N < 100 \% I_{Nenn}$	0 ÷ 13. ⁽²⁾ 0 ÷ 5. ⁽³⁾		10 mV	$\pm 5 \% \cdot lih_N$

I_{Nenn} : Nennstrom (RMS)

U_{Sig} : Gemessene Signalspannung

(1): Wenn grundfrequente.Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 5÷16Hz

(2): Wenn grundfrequente.Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 16÷33Hz

(3): Wenn grundfrequente.Spannung innerhalb der folgenden Grenzen liegt: 33÷120Hz

6.2.18 Netzsignale

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$1 \% U_{Nenn} < U_{Sig} < 3 \% U_{Nenn}$	10 mV	$\pm 0,15 \% \cdot U_{Nenn}$
$3 \% U_{Nenn} < U_{Sig} < 20 \% U_{Nenn}$	10 mV	$\pm 5 \% \cdot U_{Sig}$

U_{Nenn} : Nennstrom (RMS)

U_{Sig} : Gemessenes Netzsignal

6.2.19 Unsymmetrie

	Bereich Unsymmetrie	Auflösung	Genauigkeit
u^-	0,5 % ÷ 5,0 %	0,1 %	± 0,15 %
u^0			± 0,15 %
i^-	0.0 % ÷ 20 %	0.1 %	± 1 %
i^0			± 1 %

6.2.20 Überabweichung und Unterabweichung

	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$U_{\text{Über}}$	50 % U_{Nenn}	0,001 %	± 0,1 %
U_{Unter}	90 % U_{Nenn}	0,001 %	± 0,1 %

6.2.21 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	± 3,5 ppm	0,3 s/Tag
0 °C ÷ 40 °C	± 2,0 ppm	0.17 s/Tag

Echtzeituhr (GPS) Temperaturungenauigkeit

Betriebsbereich	Genauigkeit
-20 °C ÷ 70 °C	± 2 ms/ auf unbestimmte Zeit

Ereignisdauer, Zeitstempel der Aufzeichnung und Unsicherheit

	Messbereich	Auflösung	Fehler
Ereignisdauer	10 ms ÷ 7 Tage	1 ms	± 1 Zyklus
Aufnahme und Ereignis-Zeitstempel	N/A	1 ms	± 1 Zyklus

6.2.22 Temperatur-Messfühler

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-10,0 °C ÷ 85,0 °C	0,1 °C	± 0.5°C
-20,0 °C ÷ -10,0 °C und 85,0 °C ÷ 125,0 °C		± 2.0°C

6.2.23 Phasenwinkel

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-180,0° ÷ 180,0°	0,1°	± 0,6°

6.2.24 Spezifikation für 400-Hz-Systeme

Abtastfrequenz:	Normalbetrieb Antialiasing-Filter	12,2 kSamples/s Passband (-3dB): 0 ÷ 5,7kHz Stopband (-80dB): > 6,44 kHz
Zyklen- Aggregation:	50 Zyklen	

6.2.25 Spezifikation für System mit VFD (Variable Frequency Drive)

Abtastfrequenz:	Normalbetrieb Antialiasing-Filter	1,7 kSamples/s Passband (-3dB): 0 ÷ 782 Hz Stopband (-80dB): > 883 Hz
Zyklen- Aggregation:	50 Zyklen	

6.2.26 Spezifikations-Unterschiede zwischen Systemen mit 400 Hz, VFD und 50/60 Hz

Messung / Aufzeichnung	400 Hz	VFD	50 Hz / 60 Hz
Spannung	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁾	●
Strom	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁾	●
Frequenz	335 Hz ÷ 465 Hz	5 Hz ÷ 120 Hz	●
Leistung	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁾	●
Energie	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁾	●
Unsymmetrie	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁾	●
Flicker	-	-	●
THD	●	●	●
Spannung-Harmonische	0 ÷ 13 th	0 ÷ 20. ⁽³⁾	0 ÷ 50.
Strom-Harmonische	0 ÷ 13 th	0 ÷ 20. ⁽³⁾	0 ÷ 50.
Spannung-Zwischenharm.	-	0 ÷ 20. ⁽³⁾	1 ÷ 50.
Strom-Zwischenharm.	-	0 ÷ 20.	1 ÷ 50.
Ereignisse	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁾	●
RVC - Rapid Voltage Changes	-	● ⁽¹⁾	●
Netzsignale	-	-	●
Netzwerkconfig.	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁾	●
Allgemeiner Rekorder	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁾	●
Wellenform /	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁾	●
Einschaltspitzen-Rekord.			
Transienten-Rekorder	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁾	●
Wellenform-Momentaufnahme	● ⁽¹⁾	● ⁽¹⁾	●
Zyklen-Aggregation	50 Zyklen	5 Zyklen	10/12 Zyklen

⁽¹⁾ Identische Technische Daten (Genauigkeit, Messbereiche, etc.) wie bei Systemen mit 50 Hz/60 Hz

⁽²⁾ Bei 3-phasigen 4-Leiter-Systemen werden Messungen an 3 Spannungs- und 4 Stromkanälen durchgeführt, Kanal U_{N-GND} wird nicht verwendet.

⁽³⁾ Die Anzahl der Harmonischen ist abhängig von der Spannungs-/Stromfrequenz 5÷16Hz: 20 Harmonische, 16÷33Hz: 13 Harmonische, 33 ÷ 120 Hz: 5 Harmonische.

6.3 Rekorder

6.3.1 Allgemeiner Rekorder

Abtastung	Gemäß den Anforderungen nach IEC 61000-4-30 Klasse A. Das Basis-Messzeitintervall für Spannung, Harmonische, Zwischenharmonische und Unsymmetrie ist ein 10-Zyklus-Zeitintervall für eine 50 Hz Stromversorgungssystem und ein 12-Zyklus Zeitintervall für ein Stromversorgungssystem mit 60 Hz. Das Gerät führt bei kontinuierlicher Abtastung etwa 3 Messungen pro Sekunde durch. 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.
Signalisierung	Signalisierungsereignisse können unbeschränkt als Aufzeichnung gespeichert werden.
Transienten (nur MI 2893)	Transienten können unbeschränkt als Aufzeichnung gespeichert werden. Nur MI 2893; MI 2892/MI 2885 verfügen über einen Transientenrekorder als unabhängigen Rekorder.
Einschaltspitze	Einschaltströme können unbeschränkte als Aufzeichnung gespeichert werden
RVC	RVC kann unbeschränkt als Aufzeichnung gespeichert werden.
200 ms U/I/f	Momentaufnahme von 200 ms U/I/f kann (alle 60 Minuten) als Aufzeichnung gespeichert werden.
Auslöser	Vordefinierte Startzeit oder manueller Start.

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

Tabelle 146: 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	
10 min	
15 min	
30 min	> 60 Tage
60 min	
120 min	

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

Falls die Aufzeichnungszeit auf "Manuell" eingestellt ist, startet das Gerät automatisch eine neue Aufzeichnung, nachdem die erste aufgrund des Erreichens der maximalen Dateilänge beendet wurde. Das Gerät führt so viele Aufzeichnungen durch, wie Speicherplatz auf der SD-Karte zur Verfügung steht.

Auf diese Weise kann eine einzelne SD-Karte mit einer Kapazität von 7.566 GB (nominell 8 GB) 4 ganze Aufzeichnungssitzungen (von denen jede 12 Stunden lang ist) und zusätzlich 6 Stunden (insgesamt also 4x12 Stunden + 6 Stunden, d.h. 2 Tage und 6 Stunden Aufzeichnungen) speichern. Dieser Ansatz funktioniert auch für andere Zeitintervalle (nicht nur 1 Sekunde), was die Verwendung der Speicherkapazität auf der gewählten MicroSD-Karte maximiert.



Abbildung 180: Einrichtung des allgemeinen Rekorders, um den Neustart der automatischen Aufzeichnung zu ermöglichen, wenn die maximale Dateilänge erreicht wird

Hinweis: Bei Aufzeichnungen mit einem Intervall, das kürzer als 5 Sekunden ist, empfehlen wir aufgrund des Speicherns großer Dateien auf die SD-Karte und der vielen Vorgänge, die ausgeführt werden müssen, nicht gleichzeitig die zusätzlichen Netzwerkeignisse mit dem Rekorder aufzuzeichnen.

Hinweis: Die Dateigröße des Rekorders ist aufgrund der Formatierung der FAT32 SD-Karte auf 2 GB begrenzt.

6.3.2 Wellenform/Einschaltspitzen-Rekorder

Abtastung	7 k Abtastungen / s, fortlaufende Abtastung pro Kanal. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet.
Aufzeichnungszeit	Von 1 Sekunde bis zu 60 Sekunden.
Aufzeichnungsart	Fortlaufend – fortlaufende Aufzeichnung der Wellenform, bis der Benutzer die Messung beendet oder auf dem Gerät kein freier Speicher

	mehr verfügbar ist. Es können max. 1500 Aufzeichnungen pro Session gespeichert werden. Die Standardeinstellung ist 200 Datensätze; mehr als 200 Datensätze können das Gerät verlangsamen.
Aufgezeichnete Größen	Abtastungen der Wellenform von: $U_1, U_2, U_3, U_N, (U_{12}, U_{23}, U_{31}), I_1, I_2, I_3, I_N$
Auslöser	Spannungs- oder Stromniveau, Spannungsereignisse, in der Alarmtabelle festgelegte Alarmer oder manuelle Auslösung.

6.3.3 Momentaufnahme der Wellenform

Abtastung	7 k Abtastungen / s, fortlaufende Abtastung pro Kanal. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet.
Aufzeichnungszeit	Zeitraum von 10/12 Zyklen.
Aufgezeichnete Größen	Abtastungen der Wellenform von: $U_1, U_2, U_3, U_N, (U_{12}, U_{23}, U_{31}), I_1, I_2, I_3, I_N$ aller Messungen
Auslöser	Manuell, alle 60 Minuten, falls die Option im Allgemeinen Rekorder ausgewählt ist; zu Beginn/am Ende des Allgemeinen Rekorders

6.3.4 Transienten-Rekorder

Abtastung	MI 2893: 1 M Abtastungen / s, fortlaufende Abtastung pro Kanal. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet. MI 2892/MI 2885: 49 k Abtastungen/s, fortlaufende Abtastung pro Kanal. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet.
Aufzeichnungszeit	MI 2893: Periode von einem Zyklus. MI 2892/MI 2885: programmierbarer Pretrigger/Dauer ... bis zu 50 Perioden max.
Aufgezeichnete Größen	Abtastungen der Wellenform von: $U_1, U_2, U_3, U_N, (U_{12}, U_{23}, U_{31}), I_1, I_2, I_3, I_N$
Auslöser	MI 2893: Auswahl Transienten-Messung zwischen N/GND und N/GND Hüllkurve und Pegeltrigger gleichzeitig. Details siehe Abschnitt 5.1.20. MI 2892/MI2885: Transientenmessungen bezüglich Neutralleiter; nur Auswahl eines einzigen Auslösers.

6.4 Übereinstimmung mit 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	1	2 % ÷ 200 % I _{Nenn} ⁽¹⁾
Q	1	2 % ÷ 200 % I _{Nenn} ⁽¹⁾
S	1	2 % ÷ 200 % I _{Nenn} ⁽¹⁾
Ep	1	2 % ÷ 200 % I _{Nenn} ⁽¹⁾
Eq	2	2 % ÷ 200 % I _{Nenn} ⁽¹⁾
eS	1	2 % ÷ 200 % I _{Nenn} ⁽¹⁾
LF	0,5	- 1 ÷ 1
I, I _{Nenn}	0,2	2 % U _{NENN} ÷ 200 % U _{NENN}
I _h	1	0 % ÷ 100 % I _{Nenn}
THD _i	2	0 % ÷ 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	MI 2893/MI 2892 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		A
4.7 Kennzeichnen		A
5.1 FREQUENZ	Freq	A
5.2 Größenordnung der Versorgungsspannung	U	A
5.3 Flicker	P_{st} , P_{It}	A
5.4 Spannungseinbrüche und -überhöhungen	$U_{Einbr.}$, $U_{Überh.}$, Dauer	A
5.5 Spannungsunterbrechungen	Dauer	A
5.7 Unsymmetrie	u^- , u^0	A
5.8 Spannungsharmonische	$U_{h0\div50}$	A
5.9 Spannungszwischenharmonische	$U_{ih0\div50}$	A
5.10 Netzsignalspannung	U_{Sig}	A
5.12 Unterabweichung und Überabweichung	U_{Unter} , $U_{Über}$	A

IEC 61000-4-30 Abschnitt und Parameter	MI 2885 Messung	Klasse
4.4 Aggregation von Messungen in Zeitintervallen* <ul style="list-style-type: none"> • aggregiert über 150/180-Zyklus • aggregiert über 10 min • aggregiert über 2 h 	Zeitstempel, Dauer	A
4.6 Unsicherheit der Echtzeituhr (RTC)		A
4.7 Kennzeichnen		A
5.1 Frequenz	Freq	A
5.2 Größenordnung der Versorgungsspannung	U	S
5.3 Flicker	P_{st} , P_{It}	A
5.4 Spannungseinbrüche und -überhöhungen	U_{Dip} , U_{Swell} , duration	S
5.5 Spannungsunterbrechungen	duration	S
5.7 Unsymmetrie	u^- , u^0	S
5.8 Spannungsharmonische	$U_{h0\div50}$	S
5.9 Spannungszwischenharmonische	$U_{ih0\div50}$	S
5.10 Netzsignalspannung	U_{Sig}	S
5.12 Unterabweichung und Überabweichung	U_{Under} , U_{Over}	A

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

7 Wartung

7.1 Einsetzen der Akkus in das Gerät

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



Abbildung 181: Akkufach

1	Akkuzellen
2	Seriennummernschild

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



Abbildung 182: Schließen der Akkufachabdeckung

4. Schrauben Sie die Abdeckung am Gerät fest.

Warnhinweise!

- Im Inneren des Geräts herrschen gefährliche Spannungen vor. Trennen Sie alle Prüflleitungen ab, entfernen Sie das Stromversorgungskabel und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie die Abdeckung des Akkufachs 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 Akkuzellen 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 Akkuzellen mit einer Nennladung von 2400 mAh angegeben.
- Wenn das Gerät für längere Zeit nicht benutzt wird, entnehmen Sie alle Batterien/Akkus aus dem Akkufach. Die beiliegenden Akkuzellen können das Gerät für etwa 5 bis 7 Stunden (MI 2892/2885) und 3 bis 5 Stunden (MI 2893) mit Strom versorgen, je nach Zustand der Batterie und den Umgebungsbedingungen, etc.

7.2 Akkus

Das Gerät enthält wieder aufladbare NiMH-Akkus. Diese Akkuzellen dürfen nur durch denselben Typ ersetzt werden, so wie es auf dem Schild des Akkufachs oder in diesem Handbuch angegeben ist.

Wenn der Austausch der Akkuzellen notwendig ist, ersetzen Sie alle sechs. Stellen Sie sicher, dass die Akkuzellen mit korrekter Polarität eingelegt sind. Eine falsche Polarität kann die Akkuzellen 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 Akkuladegeräte wird automatisch ein vollständiger Entlade-/Ladezyklus durchgeführt.

Nach Durchführung dieses Verfahrens ist die normale Akkukapazität wieder hergestellt. Die Betriebszeit des Geräts entspricht nun den Angaben in den technischen Daten.

Hinweise:

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 Akku-Herstellers 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 neuester Version der PowerView Software. Wenn Ihr PowerView nicht mehr aktuell ist, aktualisieren Sie es, indem Sie auf „Check for PowerView-Updates“ im Hilfe-Menü klicken, und folgen Sie den Anweisungen
- **USB-Kabel**

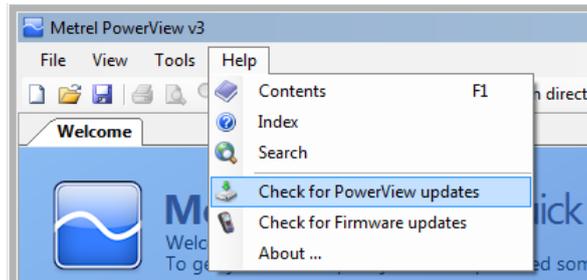


Abbildung 183: PowerView Update Funktion

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

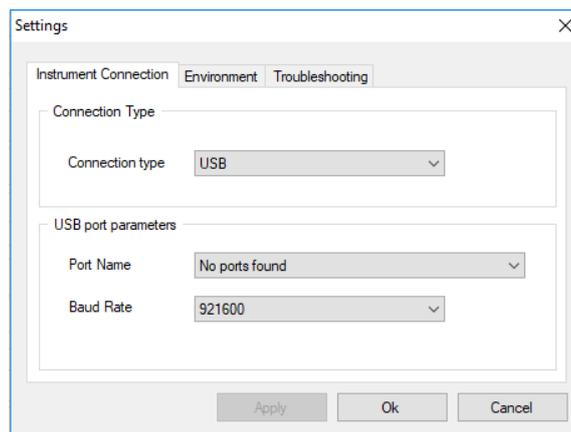


Abbildung 184: Auswahl USB-Kommunikation

3. Klicken Sie auf Hilfe → zum Prüfen der Firmware

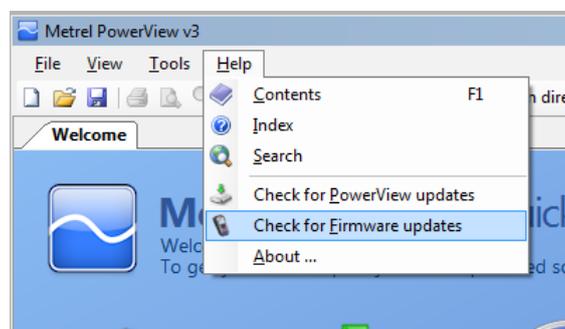


Abbildung 185: Menü Firmware prüfen

- Das Fenster zur Versionsprüfung wird auf dem Bildschirm angezeigt. Klicken Sie auf die Start-Schaltfläche.



Abbildung 186: Menü Firmware prüfen

- 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.

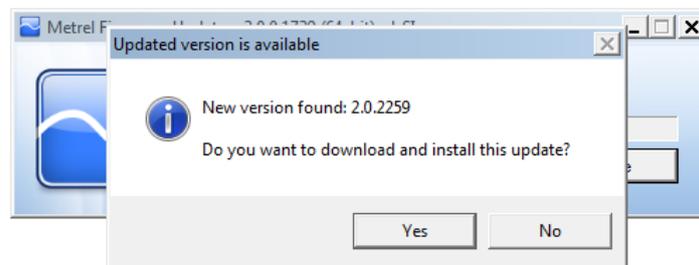


Abbildung 187: Neue Firmware steht zum Download bereit

- Nach dem das Update heruntergeladen wurde, wird die arithmetische FlashMe-Anwendung gestartet. Diese Anwendung wird das Upgrade der FW auf dem Gerät durchführen. Klicken Sie auf RUN um fortzufahren.

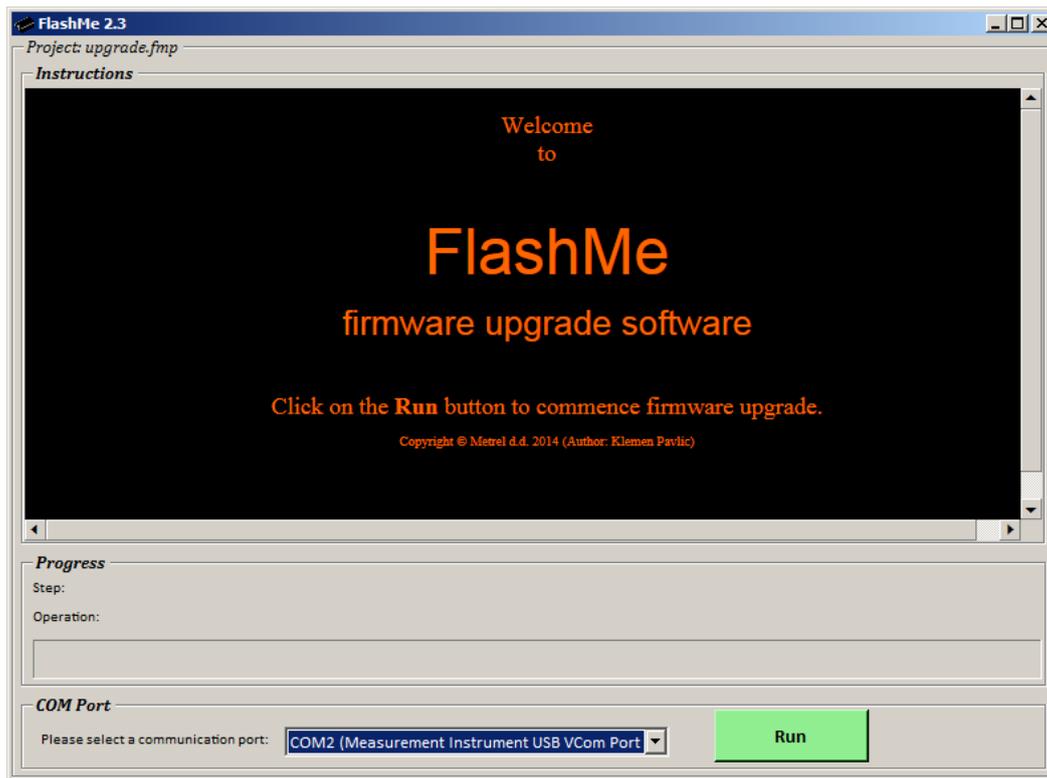


Abbildung 188: FlashMe Software für den Firmware Upgrade

- FlashMe erkennt automatisch den MI 2893/MI 2892/MI 28855, das jeweilige Gerät wird in COM-Port-Auswahlmenü angezeigt. 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 189: 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 wiederherzustellen.



Abbildung 190: 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) Akkuzellen verwenden.

Wenn Sie den Original-Netzteiladapter/das Original-Ladegerät verwenden, ist das Gerät nach dem Einschalten sofort vollständig einsatzbereit. Die Akkuzellen 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 Akkus werden nur dann geladen, wenn die Temperatur unter 40,0 °C.

Wenn das Gerät mehr als 2 Minuten ohne Akkuzellen 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 an Ihren Händler, um weitere Informationen zu erhalten.

7.8 Fehlerbehebung

Wenn die Taste ESC gedrückt wird, während das Gerät eingeschaltet wird, startet das Gerät nicht. Dann müssen die Akkus entfernt und wieder eingelegt werden. Danach startet das Gerät normal.

8 Dokumentversion

Nr.	Dokumentversion	Änderungsbeschreibung
5	1.5.1	<ul style="list-style-type: none"> - Programmierbare Wellenformdauer (Ereignisse & Alarme) erfasst unter Allgemeiner Rekorder - Hinzugefügte Option "Keine Grenze" für die Speicheroption des Transientenrekorders (ersetzt "Single") - Entfernung veralteter Stromzangen aus der Liste der vorhandenen Stromzangen – Hinzugefügter Hinweis – Energie-/Bedarfsmessung während der automatischen Bereichseinstellung der Stromzange - Umkehrung der Phasenstromzange - Hinzugefügte A 1783 Stromzangen
4	1.4.1	<ul style="list-style-type: none"> - Aktualisierung der Normendefinitionen - Innen-/Außenanwendung - Druckerabschnitt 4.2.1 entfernt
3	1.3.1	<ul style="list-style-type: none"> - Lagertemperatur auf -40°C erhöht - E-Messgerät-Messungen an der primären Stromwandlerseite hinzugefügt - Informationen zum automatischen Neustart des Rekorders hinzugefügt – wenn die Rekorderdatei die maximale Dateilänge erreicht - A 1398 PQA Stromzangen hinzugefügt - Hinweis in Bezug auf die Aufzeichnung mit Integrationszeitraum von unter 10 Sekunden hinzugefügt
2	1.2.1	<ul style="list-style-type: none"> - E-Messrekorder hinzugefügt - Funktion der Hintergrundbeleuchtung hinzugefügt - GPS-Koordinaten hinzugefügt - Verbesserung des Energierekorders - R.F. hinzugefügt
1	1.1.1	Erste offizielle Version

Adresse des Herstellers:

METREL d.o.o.
Ljubljanska 77,
SI-1354 Horjul
Slowenien

Tel.: +(386) 1 75 58 200
E-Mail: info@metrel.si
<https://www.metrel.de>